NOVO ESCRITA SÉCULO

MANUAL DE ARQUEOLOGIA PRÉ-HISTÓRICA

nal de Arqueologia Pré-Histórica, após as obras de Abel Viana
léric publicadas na década de 60, é o primeiro compêndio de
português. O livro apresenta, em 15 capítulos, a história, teoria
zados em Arqueologia, incidindo sobre áreas específicas como a
speções arqueológicas, métodos de datação – entre muitos outros
e as séries de urânio –, fenómenos da formação dos sítios
tafonomia, a reconstrução paleoambiental, a zooarqueologia e
efactos cerâmicos e líticos da Pré-história. Utilizando exemplos
aplicação destes métodos, o livro constitui uma ferramenta
a todos os interessados, estudantes e profissionais de Arqueologia.

RA BICHO é actualmente Professor Associado com Agregação do
le História, Arqueologia e Património da Universidade do Algarve.
Universidade Lusíada de Lisboa, obteve o seu Doutoramento em
Southern Methodist University, Dallas, EUA, em 1992. Foi docente
de entre 1988 e 1990, e em 2003-2004 na Drew University. Em
Portugal, inicia o seu trabalho na Universidade do Algarve.
abalhos de investigação arqueológica nos EUA e no Equador. Tem
ectos de investigação internacionais sobre Pré-História desde 1987
a e no Algarve, com financiamento do Instituto Português de
la Fundação para a Ciência e Tecnologia, e da National Science
o Archaeological Institute of América, ambos dos EUA. Foi o
o português da National Geographic Society, a qual lhe atribuiu
uma segunda bolsa. É *Honorary Fellow* do Southern Iberian
itute e *referee* de várias revistas internacionais da especialidade.

-1345-4

NUNO PERREIRA BICHO

MANUAL DE ARQUEOLOGIA PRÉ-HISTÓRICA

Prefácio do Professor Vítor Oliveira Jorge

70 COMPÊNDIO

Título:
Manual de Arqueologia Pré-Histórica

Capa: F.B.A.

Depósito Legal nº 247237/06

Impressão, paginação e acabamento:
MANUEL A. PACHECO
para
EDIÇÕES 70, LDA.
Setembro de 2006

ISBN (10): 972-44-1345-4
ISBN (13): 978-972-44-1345-7

EDIÇÕES 70, Lda.
Rua Luciano Cordeiro, 123 – 1º Esq° - 1069-157 Lisboa / Portugal
Telefs.: 213190240 – Fax: 213190249
e-mail: geral@edicoes70.pt

www.edicoes70.pt

NUNO FERREIRA BICHO

MANUAL DE ARQUEOLOGIA PRÉ-HISTÓRICA

Prefácio do Professor Vítor Oliveira Jorge

70

Agradecimentos

Um conjunto de colegas e amigos ajudou-me, em vários momentos da elaboração deste trabalho, no que respeita a aspectos textuais, de revisão e de especialidade científica. Por essa razão, gostaria de agradecer a António Faustino Carvalho, Delminda Moura, José Paulo Pinheiro e Luís Raposo. O trabalho longo e difícil da primeira revisão foi feito por Cidália Bicho, com quem partilho também a minha vida. Gostaria de agradecer a Pedro Bernardo das Edições 70, que fez o trabalho, certamente doloroso, de revisão do texto final.

A oportunidade de desenvolver o trabalho de investigação foi-me facultada por uma licença sabática concedida pela Universidade do Algarve no ano lectivo de 2002/2003. Parte da recolha e investigação bibliográfica foi feita nos EUA, utilizando para o efeito a deslocação a vários Congressos no Arizona, com uma bolsa da Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento. Durante esse período tive a ajuda de Mary Stiner e de John Lindly, a quem agradeço a estadia durante esse período bem como a amizade e as longas discussões científicas que temos tido na última década.

Prefácio

O que o leitor tem na mão é, e pretende ser, um manual de arqueologia pré-histórica, não um manual de pré-história. Manuais de qualquer tipo faltam no país, e, sobre esta temática, muito em particular. Desde logo, pois, é de nos congratularmos com o seu aparecimento, sendo uma obra séria, rigorosa, saída da experiência de um autor amadurecido.

Assumindo, como todos fazemos, o convencionalismo da palavra pré-história (que traz em si implícita uma centração na nossa história recente de ocidentais), costumamos convencionalmente designar "pré-história" a(s) síntese(s) que fazemos, e "arqueologia" o conjunto de análises que a tais sínteses, ou interpretações de conjunto, nos conduzem. O carácter discutível desta distinção é óbvio, e tem uma raiz positivista: primeiro analisar "dados", para depois com essa matéria-prima fabricar "teorias". Já se vê que na realidade nada se passa segundo estas cartesianas dicotomias.

O problema porém em Portugal está a montante: é o da óbvia falta de livros de qualidade sobre arqueologia, seja qual for a perspectiva ou o objectivo que legitimamente adoptem. Está o leitor perante um desses raros livros. Na verdade, o autor refere-se na sua "apresentação" inicial a "manuais" como o de Louis Fredéric, que nem arqueólogo foi; e de Abel Viana, figura respeitável de pioneiro numa época em que não havia "arqueologia científica" em Portugal. E depois disso, neste campo de manuais "práticos", úteis ao que se quer iniciar, é quase o deserto... sobretudo no que à pré-história se refere, evidentemente. Daí que este livro comece a preencher uma lacuna. Está aliás muito actualizado em aspectos pouco conhecidos do público.

Tenho acompanhado o percurso de Nuno Bicho, autor que basicamente se formou nos Estados Unidos, e pude até arguir, na Universidade do Algarve (Setembro de 2004), as provas de agregação a que apresentou uma primeira

versão deste manual. Foi sagaz, aproveitando da melhor maneira um "rito" universitário "de passagem" para nos dar um livro que vai ser útil aos estudantes. Essa atitude é de louvar.

Para além do mais, Nuno Bicho lidera, na UALG, uma equipa dinâmica, que mostrou que, apesar dos empreiteiros e da destruição maciça a que um turismo mal programado condenou aquela região de Portugal, ainda há ali muito a estudar, mesmo no domínio da pré-história. E assim o Algarve, que já foi um dos paraísos paisagísticos da Europa (recordações de infância...), e que, com Estácio da Veiga, teve talvez uma das "cartas arqueológicas" mais antigas deste continente, volta agora, com a liderança do autor deste Manual, a estar no mapa da arqueologia pré-histórica portuguesa e europeia. Tudo boas notícias. Até ali se concretizou, graças a ele, também em Setembro de 2004, o IV Congresso de Arqueologia Peninsular ([1]).

É evidente na forma de concepção deste manual a formação estado-unidense do autor, bem como a sua especialização em Pré-História, e, adentro desta, basicamente em "Pré-História Antiga". Tudo isto são designações e balizas convencionais, mas de facto traduzem a necessidade de corresponder à especialização das arqueologias, de que muito público, embalado ainda em visões românticas, nem se apercebe.

A arqueologia é hoje uma vasta área de saberes, muito porosa (como todos os tradicionais "ramos" do conhecimento) a outras disciplinas, seja de forma multidisciplinar, seja interdisciplinar, seja transdisciplinar. Como por exemplo a medicina: não faria sentido, hoje, um manual de medicina; quando muito, essa apresentação geral seria objecto de uma enciclopédia, e para encher decerto estantes inteiras. Também a arqueologia precisaria de uma proliferação de manuais de todo o tipo, desde os mais "práticos", aos mais "teóricos" (para reiterar uma convenção mais), desde os mais dirigidos ao grande público, incluindo crianças e jovens, até aos mais voltados para especialistas, ou candidatos a tal. E sobretudo feitos a partir de experiências e de perspectivas muito diversificadas: porque é esse mesmo pluralismo que enriquece o "campo", permite o debate, estabelece tensão construtiva, problematizante.

A ciência é o contrário do dogma ou da "doxa", por muito investidos de aparato tecnológico ou de "jargão" especializado com que apareçam: a ciência é o convívio prazenteiro com a dúvida, com a incerteza, com a precaridade

([1]) Impor-se-ia também a publicação das actas de um importante encontro organizado em Lagos em 1990 (e onde estiveram Renfrew, Binford, e outros...) pela Prof.ª Teresa Gamito, cujo falecimento recente tanto nos chocou, e cuja memória poderia ser assim homenageada.

dos nossos conhecimentos, e a aceitação de que eles são sempre um produto social, colectivo, o resultado de um processo onde estamos todos chamados a intervir. Até o público leitor com as suas interrogações aos especialistas.

O bom estudante é aquele que activamente questiona o professor no sentido de tornar seu, reformulando, o conhecimento; e o bom professor aquele que não só permite essa abertura, como a estimula, e aprende com ela. O professor é apenas um estudante mais velho, que pode ajudar o iniciado a sair do nevoeiro em que este se encontra imerso, ao dar os primeiros passos. Isto é: ao fazê-lo passar do regime da confusão, para o da dúvida, que implica já uma estruturação, por muito embrionária que seja, de algum saber, quer dizer, de um saber-fazer, incorporado. Esta a missão fundamental de um formador.

A arqueologia, tradicionalmente sediada nas Faculdades de Letras, e muito ligada à história, tem vindo pouco a pouco a ganhar "carta de alforria", independência. Isto é, a maturidade (mesmo institucional) que lhe permite entrar na rede de relações interdisciplinares, horizontais, de que o saber hoje se alimenta. Não há ciências principais e outras auxiliares, nem devia continuar nos concursos promovidos pela FCT a arqueologia "agarrada" à história, como sua prótese ou apêndice. Há décadas que procuramos fazer ver a necessidade de superar esse arcaísmo. A arqueologia é, como tão bem explicitou Julian Thomas (*Archaeology and Modernity*, London, Routledge, 2004) um produto da modernidade, tanto como saber, quanto como prática profissional, neste aspecto irrevogavelmente voltada para o património e, em última análise, para o turismo. Para um novo tipo de turismo, bem diferente daquele a que tradicionalmente ligávamos o Algarve...

Por outro lado, se unirmos as reflexões de Thomas às de Tim Ingold (*The Perception of the Environment*, London, Routledge, 2000) teremos excelentes complementos e contrapontos das problemáticas que Nuno Bicho aflora no seu capítulo 15, sobre a "interpretação". Também tenho, como se sabe, procurado refletir sobre isso, mas este não é o lugar apropriado para a exposição, mesmo que sucinta, das minhas ideias, que o leitor facilmente encontrará. Porque, tal como ele, ou como Jorge de Alarcão (entre outros), sempre pensei que a arqueologia não pode ficar confinada às revistas de especialidade (por mais prestigiadas que sejam) e que tem de ter voz presente no espaço público, através de editores que, como este, lhe sirvam de veículos.

Nós temos todos, por falta de tempo e meios, descurado um âmbito – o da "divulgação", como dantes se dizia – que foi aproveitado por toda uma série de comerciantes dos *media*. E esquecemos que a arqueologia fascina muitas pessoas das mais diferentes formações e classes etárias, a quem, sem lhe tirar a aura de fascínio, temos de também mostrar a face da investigação. Da complexidade e rigor dos métodos.

Alguém já se apercebeu, entre tantos dos nossos colegas, de que o arqueólogo é dos investigadores que, durante mais tempo, se debruça sobre um local? Coisa que surpreende até investigadores de ciências afins, que em regra trabalham a outra escala, como a geologia ou a geografia. Que ele, arqueólogo, é dos que mais e melhor conjuga duas coisas que a nossa história de ocidentais separou, a matéria e a mente, o manual e o intelectual? Não se trata tanto de os complementar, mas de os voltar a fundir, num processo de conhecimento que exigiria, a par de novas técnicas, a recuperação de muitos saberes empíricos e experiências vividas que se vão perdendo (é sobre isso toda a reflexão fenomenológica de Ingold, um Copérnico das ciências do nosso tempo, se me é permitido o anacrónico exagero!).

De modo que a arqueologia – se praticada com rigor, e não segundo *timings* que lhe são impostos, e mostram por ela pouco respeito, respeito pelo qual temos sempre de continuar a lutar – é das áreas mais formadoras do cidadão, até na ocupação de tempos livres de voluntários, que hoje podemos encontrar. Porque conjuga o esforço físico, tão do agrado dos jovens, com um objectivo de produção de conhecimento, sobre uma realidade todos os dias em extinção, pelo menos no que diz respeito à pré-história: a realidade da arqueologia, cada vez mais confinada aos terrenos remanescentes da urbanização e do industrialismo modernos.

Se a arqueologia é uma urgência, este manual é uma necessidade. Por isso os meus votos só podem ser os de êxito, a favor da nossa disciplina. Mas também como um serviço prestado aos estudantes e aos outros interessados.

Comprem (não fotocopiem) e leiam livros de arqueólogos portugueses como este, tão raros nas livrarias! Assim estarão a promover a nossa cultura (permitindo inclusivamente que surjam novos editores e novos livros) e a melhorar a qualidade do nosso espaço público.

Porto, Junho de 2006

VÍTOR OLIVEIRA JORGE

Professor do Departamento de Ciências e Técnicas do Património da Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Apresentação do Manual

Os manuais de arqueologia que incidem sobre os aspectos metodológicos e práticos da disciplina são bastante comuns, principalmente nos países anglo-saxónicos. Podem destacar-se obras como *Archaeology. Theories, Methods and Practices* de Renfrew e Bahn (1991), já com várias edições; *Archaeology*, de Thomas (1979), com 3 edições; *Techniques of Archaeological Excavation* de Barker (1993 – 3ª edição); ou ainda *In the Beginning: An Introduction to Archaeology* de Fagan (1994). Entre os manuais de língua inglesa, alguns houve que foram traduzidos, de melhor ou pior forma, para o castelhano e, mais raramente, para catalão. Assim, os alunos universitários de arqueologia do nosso país vizinho têm manuais actuais e recentes por onde se regerem no seu estudo que, com certeza, complementará a matéria leccionada em aula pelo respectivo docente.

Portugal, ao contrário de Espanha e de outros países, pecava pela inexistência de um volume na sua língua, fosse ele traduzido ou português de raiz, que versasse sobre aspectos metodológicos e práticos da arqueologia e que estivesse actualizado na sua vertente científica. Na maior parte das livrarias portuguesas especializadas em livros científicos ou académicos pode encontrar-se o volume de Renfrew e Bahn, quer em inglês, quer na sua versão espanhola. Pode, ainda, mas mais raramente, encontrar-se uma obra em português sobre o assunto com a designação de *Manual Prático de Arqueologia*, de Louis Fredéric, publicada no original em 1967 e traduzida para a nossa língua pela Almedina em 1980. Em Portugal, terá sido o livro de cabeceira para muitos jovens arqueólogos no seu período de aprendizagem universitária.

Por razões históricas, a obra mais interessante em língua portuguesa, mas com muito menos impacto na formação dos arqueólogos portugueses do que o trabalho de Fredéric, é a de Abel Viana, que poderá talvez ser

encontrada num ou noutro alfarrabista. Esta obra, com o título *Algumas Noções Elementares de Arqueologia Prática*, data de 1962 e foi publicada em edição de autor. Apesar do desenvolvimento científico da arqueologia em Portugal nessa data ser menos do que embrionário, qualquer leitor poderá ver nessa obra o brilhantismo de Abel Viana. O seu brilho reflecte-se através de uma perspectiva essencialmente empirista, que permite pensar muitas vezes em aspectos tão actuais da arqueologia como a tafonomia, a formação de sítios e, claro, a *Middle Range Theory*.

Na prática, os alunos de Arqueologia vêem-se obrigados a consultar manuais de arqueologia que, na sua maioria, são de grande qualidade, não havendo, porém, nenhum manual recente em português. É curioso este facto, quando existem centenas de alunos de Arqueologia nas universidades portuguesas, com várias licenciaturas dedicadas à Arqueologia, Património Cultural, ou História, ou ainda Mestrados em Arqueologia, em universidades do Algarve ao Minho (Bicho, 2002).

Com esta lacuna importante na produção arqueológica portuguesa, parece ser necessário a produção de um manual que dê uma outra opção aos alunos de Arqueologia, evitando, se assim o quiserem, as obras de referência anglo-saxónicas, traduzidas para o castelhano ou na sua língua original.

O presente volume destina-se à apresentação dos conteúdos de uma disciplina que versa a problemática metodológica e, consequentemente, a prática da Arqueologia pré-histórica. Deve-se, assim, separar o conteúdo da análise, neste caso a Pré-História no seu sentido mais restrito – a Pré-História Antiga –, que não faz parte do âmbito do trabalho que aqui se apresenta, dos métodos utilizados para a aquisição dos dados e para a análise crítica desses dados, que permitem no seu desenvolvimento máximo a construção de modelos e teorias sobre o nosso passado longínquo.

Porquê a escolha da arqueologia pré-histórica, de certa forma tão limitada e que, simultaneamente, representa uma tão grande variedade de tópicos? Ainda que a disciplina da Arqueologia seja uma só, a verdade é que esta não existe por si só – a Arqueologia existe apenas quando aplicada a um determinado problema que se materializa num tempo e num espaço próprios, geralmente com balizas cronológicas e fronteiras geográficas definidas. A definição de tempo e espaço implica a especialização histórico-antropológica de um arqueólogo, bem como o conhecimento das metodologias próprias a aplicar no seu trabalho de campo e na análise dos materiais pertencentes a essa unidade de realidade virtual do passado. Será, por exemplo, muito difícil a um pré-historiador trabalhar no período medieval, tal como a um arqueólogo medievalista trabalhar em Paleolítico – esta dificuldade reside não só no objecto de estudo, que será, porventura, fácil de superar através de leituras, mas também nos aspectos metodológicos a utilizar nos dois casos, e que são, sem dúvida, muito diferentes. Nos exemplos acima referi-

dos, o factor de distância entre os dois arqueólogos será a concepção da escala (dos artefactos, das estruturas arqueológicas ou, ainda, do próprio espaço de análise) e da unidade de tempo. A metodologia que se aplica num caso e no outro é, nuns eventos, radicalmente diferente, enquanto que noutros idêntica. É o conhecimento *crítico* dos aspectos metodológicos adequados a cada caso, contudo, que permite um trabalho arqueológico de qualidade, e que só pode ser executado através da especialização do arqueólogo.

Devido ao meu percurso de investigação arqueológica, a minha especialização deu-se no âmbito da Pré-História Antiga, mais especificamente em Paleolítico Superior. Consequentemente, é apenas lícita a apresentação de matérias que se ajustem ao estudo do conjunto de problemas práticos que se encontram no estudo de caçadores-recolectores e primeiros produtores de alimentos. Daí a apresentação do *Manual de Arqueologia Pré-Histórica*. Como é evidente, o seu uso não se restringirá ao mundo da Pré-História Antiga, já que muitas das metodologias são utilizadas de forma semelhante noutros contextos e cronologias arqueológicas.

Ao contrário dos manuais anglo-saxónicos, este trabalho não abordará aspectos teóricos relacionados com a interpretação arqueológica. Evidenciará sim, os aspectos metodológicos, seguindo de certa maneira a ideia que presidiu ao dossier especial publicado na revista *Al-madan* em 1995 sobre ciências exactas aplicadas à Arqueologia. Mais recentemente (Dezembro de 2003) foi publicado um volume pelo Instituto Português de Arqueologia (IPA), descrevendo as actividades metodológicas dos vários elementos do Centro de Investigação em Paleoecologia Humana (CIPA). Este volume de grande qualidade reflecte o desenvolvimento existente na área da metodologia arqueológica em Portugal. Simultaneamente, a informação constante no volume publicado pelo IPA será, sem dúvida, uma base essencial de estudo para os alunos de Arqueologia. Contudo, não o faz de uma forma sistemática e, raramente, pedagógica, uma vez que o objectivo principal desse volume foi o de mostrar as actividades desenvolvidas recentemente pelo CIPA. Como é evidente, o presente trabalho pretende uma maior abrangência de assuntos, bem como um tratamento mais exaustivo de cada tópico e também mais didáctico.

O *Manual* compreende 6 partes, divididas em vários capítulos. A Parte I incide sobre a história da Arqueologia, dividida em dois capítulos. Como é evidente, e atendendo ao tipo de manual que é, dedicado principalmente a aspectos metodológicos, a primeira parte será apenas uma breve resenha histórica, que explora principalmente os acontecimentos históricos que permitem compreender a evolução do desenvolvimento metodológico que se deu no âmbito da arqueologia pré-histórica.

A Parte II, denominada Arqueologia de Campo, trata os aspectos de prospecção, escavação e estratigrafia, com um capítulo dedicado a cada um desses tópicos.

A Parte III dedica-se aos problemas de atribuição cronológica. O primeiro capítulo descreve os aspectos da cronologia relativa, enquanto que o segundo trata a geocronologia. O terceiro dedica-se aos métodos de datação absoluta, enquanto que o último trata de um conjunto diverso de outros métodos de datação. Deve aqui referenciar-se o facto de esta parte não ser exaustiva, já que não trata todos os métodos de datação absoluta. Esta solução é arbitrária, mas tem como base o facto de algumas das metodologias não serem utilizadas na bacia mediterrânica, onde se encontra contextualizada a arqueologia portuguesa.

A Parte IV está dividida em três capítulos. Aqui são tratados os vários aspectos de reconstrução paleoecológica. Cada capítulo é dedicado, respectivamente, à formação da paisagem e do relevo, ao estudo da fauna e, por último, à cobertura vegetal.

A análise dos artefactos arqueológicos provenientes de sítios arqueológicos pré-históricos consta da parte V, com dois capítulos que tratam, primeiro, o problema das matérias-primas, no que diz respeito à sua aquisição e proveniência, e a análise de artefactos (líticos, cerâmica e outros como, por exemplo, a indústria óssea).

Finalmente, a última parte, com um só capítulo, é uma conclusão que versa o desenvolvimento da Arqueologia no século XXI.

PARTE I

Breve História da Arqueologia

Tradicionalmente, a história da arqueologia é vista como um desenvolvimento em várias fases, que, dependendo do autor, pode chegar às seis (*i.e.*, Trigger, 1989). O trabalho de base historiográfico mais importante é, sem dúvida, o de Glyn Daniel, publicado pela primeira vez em 1950 com o título *A Hundred Years of Archaeology*, incidindo sobre a história da arqueologia até cerca de 1940. Cerca de 25 anos depois (Daniel, 1976) é publicada nova edição desta obra, a terceira, mas com um novo título, *A Hundred and Fifty Years of Archaeology*, desta feita com a inclusão dos desenvolvimentos científicos e teóricos até meados da década de setenta. Este trabalho é depois reorganizado em 1981 em *A Short History of Archaeology* (Daniel, 1981). Sensivelmente na mesma altura, Gordon Willey e Jeremy Sabloff publicam *A History of American Archaeology* (Willey e Sabloff, 1980), que, como é evidente, estuda principalmente o desenvolvimento da história da arqueologia americana, fazendo referências importantes à evolução da disciplina do outro lado do Atlântico.

Mais recentemente, Trigger (1989), na sua obra intitulada *A History of Archaeological Thought*, dá-nos uma perspectiva muito completa da história da arqueologia, traçando a evolução do pensamento arqueológico sob uma perspectiva teórica pós-processualista bastante marcada.

O que parece claro em qualquer das obras acima referidas é que os autores vêem o desenvolvimento da história da arqueologia e a evolução do seu pensamento como tendo um fio condutor diacrónico, mas com vários locais onde os vários eventos têm lugar. Veja-se, por exemplo, a preocupação de Trigger em salientar o desenrolar da acção em áreas específicas como a ex-União Soviética (Trigger, 1989:207-243) ou a Oceania (Trigger, 1989:138-145), mantendo, no entanto, uma linha condutora, em 6 fases: Antiquarismo (cap. 2); Desenvolvimento da Arqueologia Científica (cap. 3

e 4); Arqueologia Histórico-Cultural (cap. 5 e 6); Funcionalismo da Arqueologia Ocidental (cap. 7); Nova Arqueologia e o Neo-Evolucionismo (cap. 8); Explicação da diversidade (cap. 9). Estas seis fases correspondem, em linhas gerais, às cinco fases da perspectiva apresentada por Renfrew e Bahn (1991) no seu manual de arqueologia, uma vez que estes autores não dividem aquilo que foi designado por Willey e Sabloff (1980) como o período da Classificação Histórica (*Classificatory-historical period*) e que inclui as fases 3 e 4 de Trigger.

Numa perspectiva geral, portanto, parece claro que todos os autores concordam com o facto de que a evolução da história da arqueologia passa primeiro por uma fase de descoberta da existência dos materiais arqueológicos e consequente fascínio e coleccionismo dos mesmos. A esta fase segue-se uma outra, com inícios em meados do século XIX, em que se começa a dar a emergência da arqueologia como disciplina científica, e quando surgem os primeiros desenvolvimentos metodológicos, principalmente ao nível classificatório e cronológico.

O terceiro momento, já no início do século XX, preocupa-se essencialmente, ainda na senda da tradição positivista, com o desenvolvimento da cronologia e a descrição histórica dos materiais arqueológicos e dos povos representados por esses artefactos.

A quarta fase da história da arqueologia foi talvez a mais importante. É nesta fase que se dão desenvolvimentos metodológicos e teóricos importantes que construíram as infra-estruturas do pensamento arqueológico moderno. É conhecida pelo aparecimento da Nova Arqueologia, denominada por uma fase processualista ou explicativa. Nesta fase, e com base nos trabalhos de muitos arqueólogos, podendo distinguir-se de entre esses Lewis Binford (1962, 1964, 1965, 1967, 1968a, 1968b, 1987 e 2002), David Clarke (1968), Kent Flannery (1968, 1972, 1982), Richard Gould (1978 e 1980), Paul Martin (1970 e 1971) e Patty-Jo Watson (1973; Watson *et al.*, 1971 e 1984), dão-se transformações importantes na concepção do pensamento arqueológico que estruturam essencialmente a crítica arqueológica baseada em novas metodologias e novas teorias. Esta nova concepção de pensamento arqueológico permitiu, como objectivo principal da sua *praxis*, explicar o processo de formação arqueológico, para assim poder compreender o passado, numa perspectiva essencialmente dinâmica do mesmo.

A última fase, conhecida como pós-processual ou contextual, parece desenvolver-se, pelo menos parcialmente, em simultâneo com a fase processualista, mas negando desta última alguns dos seus aspectos mais importantes. O pós-processualismo, actualmente ainda em pleno desenvolvimento (cf. Trigger, 1989:369; Renfrew e Bahn, 1991:431) e sem uma escola única, aparece marcado por uma diversidade de perspectivas, das quais se deve destacar o trabalho de Ian Hodder (1979, 1982 e 1985), Mark Leone

(1986) e Michael Shanks e Chris Tilley (1987a e 1987b). Esta nova perspectiva baseia-se na ideia de que a escola processual, assente numa perspectiva funcional da arqueologia, tem limites na sua capacidade interpretativa, pelo que não consegue formular leis gerais, que acabam por ser demasiadamente limitativas. Deste modo, o grupo pós-processual parece frisar a importância de componentes como o simbolismo ou a ideologia na tentativa de explicação do tecido social, político ou religioso, aproximando-se mais da perspectiva de construção da narrativa histórica do que da explicação antropológica (Renfrew e Bahn, 1991:426; Trigger, 1989:348-351).

Ao contrário da perspectiva tradicional da organização da historiografia arqueológica, a presente divisão da história da arqueologia faz-se numa perspectiva diferente e apenas em dois capítulos. Primeiro, porque o objectivo desta disciplina é apenas a Arqueologia Pré-Histórica e, segundo, porque me parece que a Arqueologia não teve apenas uma linha evolutiva, mas sim duas linhas históricas diferentes. Estas tocaram-se em determinados pontos por razões metodológicas, uma vez que os novos métodos da arqueologia do século XX são utilizados por "ambas as arqueologias". Parece, pois, ter havido uma história para a arqueologia das grandes civilizações, e uma outra, objecto destes dois capítulos, para a arqueologia pré-histórica.

Também ao contrário do que é tradicional, divide-se a história da arqueologia apenas em duas fases. Esta divisão simples tem razões importantes. Primeiro, porque tal como diz o título da Parte I (Breve História da Arqueologia), não é objecto desta disciplina o estudo exaustivo da história da arqueologia; segundo, porque do ponto de vista da evolução da metodologia arqueológica, esta pode ser simplesmente dividida em duas fases. A primeira fase é a da "aquisição" ou construção da dimensão Tempo (que concedeu o campo necessário ao desenvolvimento da Pré-História); a segunda é o desenvolvimento metodológico e teórico que permitiu e exigiu a presença de novas metodologias provindas de outras ciências como, entre outras, a física, a química ou a geologia. De qualquer forma, a intenção destes dois primeiros capítulos é a de contextualizar o desenvolvimento metodológico da Arqueologia Pré-Histórica, tratado ao longo dos restantes capítulos desta disciplina.

1

A Emergência da Arqueologia

O mundo começou sexta-feira, 28 de Outubro, do ano de 4004 antes de Cristo! Era esta a convicção do arcebispo de Usher (1581-1656), através do seu estudo exaustivo da Bíblia Sagrada, em 1654, denominado *The annals of the new and Old Testament with the Synchronisinus of Heathen Story to the Destruction of Hieurusalem by the Romans*. Também o Dr. John Lightfoot, em 1642, da Universidade de Cambridge, em *A Few and New Observations on the Book of Genesis, the most of them certain, the rest probable, all harmless, strange and rarely heard of*, marca a data da criação pela Trindade no dia 23 de Outubro de 4004 antes de Cristo pelas nove horas da manhã (Daniel, 1981:34). Esta convicção, de teor pessoal, rapidamente se transformou no

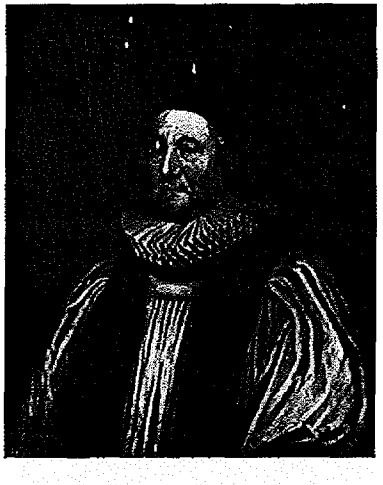


Figura 1. Retrato do arcebispo de Usher.

dogma da Igreja cristã e se tornou num paradigma da civilização ocidental em relação ao início do mundo e à origem do Homem.

Este paradigma tornou-se, pois, o inimigo principal da Arqueologia Pré-histórica já que, sem tempo, ou melhor, com um tempo restrito em que se conheciam todos os momentos da evolução humana desde a sua criação divina até ao nascimento de Cristo, tal como o narrava o Antigo Testamento, não podia haver um passado pré-histórico. Esta ideia parecia estar ainda presente em 1802 na mente de Rasmus Nyerup (Daniel, 1963:36, in Trigger, 1989:71), o responsável pela comissão para a fundação do Museu das Antiguidades Nacionais da Dinamarca:

> "Tudo o que tem chegado até nós vindo do mundo primitivo está envolto num denso nevoeiro. Pertence a um segmento de tempo que não conseguimos medir. Sabemos que é mais antigo do que o cristianismo, mas se por um par de anos ou um par de séculos, ou mesmo por mais de um milénio, é um aspecto sobre o qual não podemos senão conjecturar." (in Daniel, 1976:38).

Assim, a questão principal no aparecimento e desenvolvimento da Arqueologia Pré-Histórica parece ter sido a da dimensão tempo, que teve que ser

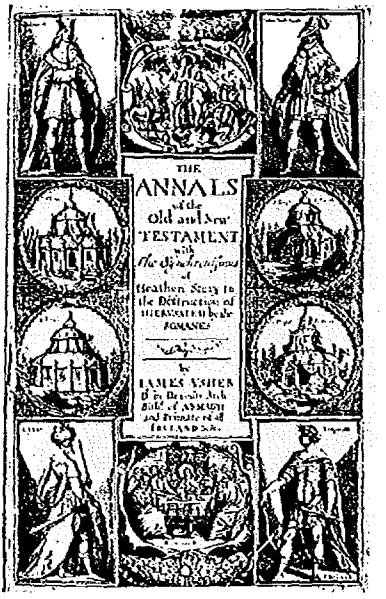


Figura 2. Capa da obra do Arcebispo de Usher.

"expandido" para, de acordo com a perspectiva evolucionista, dar lugar à Pré-História humana. Este processo deu-se através do progresso científico noutras ciências, principalmente na biologia, na paleontologia e na geologia.

Sem dúvida que o interesse sobre o passado sempre existiu, como aliás se pode verificar com as perspectivas expostas por Hesíodo em *Os Trabalhos e os Dias* ou na própria *Teogonia*. Quer numa obra desse autor quer na outra, podemos ver a sua atenção aos aspectos da cultura material e a importância que a mesma tem na periodização mítica que Hesíodo faz do passado humano.

O interesse pelos artefactos do passado histórico foi assim objecto de uma recolha e de um coleccionismo que começa na Antiguidade Clássica (Daniel, 1976:16). Esse tipo de interesse, não só pelos artefactos do passado, mas também pela origem do desenvolvimento da humanidade e da sua cultura, fez despertar a curiosidade, a que Daniel chama "natural" (1976:14), sobre a "Pré-História". Este fenómeno deu-se principalmente nos casos em que houve contemporaneidade e contacto directo entre grupos com estádios de complexidade tecnológica diferente, sendo exemplo disso o Mundo Clássico, em que Gregos e Romanos entraram em contacto com a "barbárie" que os circundava (Daniel, 1976:14) ou o caso dos EUA do século XVIII e XIX, em que a civilização ocidental encontrava objectos arcaicos claramente do passado local nas mãos dos "primitivos indígenas".

Outro factor importante do século XIX no progresso da Arqueologia pré-histórica que, aliás, coincide com o da arqueologia das grandes civilizações, é o desenvolvimento de sistemas de periodização e o início das grandes escavações (Daniel, 1976:68-69; Fagan 1994:4; Renfrew e Bahn, 1991:25-31; Willey e Sabloff, 1980:38-95). Estes aspectos permitiram, simultaneamente, um maior interesse pelo passado humano e pela arqueologia como nova disciplina, bem como a aplicação de novos métodos que contribuíram para a consolidação de uma cronologia longa da história da terra e da origem da humanidade.

1.1. A Antiguidade do Mundo Natural

A negação da cronologia curta e do dogma teológico do arcebispo de Usher passou por vários eventos e descobertas, dos quais o momento decisivo foi o trabalho de Charles Darwin com a publicação de *Da Origem das Espécies por Meio da Selecção Natural*, em 1859, e de *Descent of man and selection in relation to sex*, em 1871. Como é sabido, Darwin recolheu a informação que dava a base científica à sua teoria da evolução das espécies entre 1831 e 1836, na sua viagem no *Beagle*, e preparou o seu primeiro trabalho em 1844. No entanto, só em 1858 tornou pública a sua teoria nos *Proceedings* da Linnaean Society de Londres, com a subsequente publica-

ção em livro no ano seguinte, provavelmente catapultado pela leitura do artigo para publicação nesse mesmo ano sobre o mesmo tema de Alfred Wallace.

A sua perspectiva sobre a evolução do homem demorou mais uma dúzia de anos para ser publicada. Esses dois interregnos deram-se, pelo menos parcialmente, de forma propositada pois a sociedade da primeira metade do século XIX não estava ainda preparada para a exposição a uma teoria tão radicalmente diferente daquilo que era a perspectiva criacionista aceite de forma quase unânime no mundo ocidental da época. Note-se a coincidência entre a data da publicação das teorias de Darwin e a descoberta oficial dos primeiros vestígios de Neandertais, no Vale de Dussel, por Schaaffhausen em 1857, publicada em 1861 (in Daniel, 1976:61), e o trabalho de Thomas Huxley em 1863 (Trigger, 1989:113). Esta coincidência sugere que Darwin aguardou que a sociedade aceitasse a diversidade fóssil, para poder depois aceitar a sua teoria de evolução. Antes, contudo, deu-se uma série de acontecimentos que permitiram o desenvolvimento das teorias cruciais de Darwin. São estes eventos que aqui serão discutidos.

Um dos primeiros acontecimentos com repercussões na arqueologia pré-histórica foi a questão da extinção das espécies. Esta teoria afirmou-se com os trabalhos de Nicholas Steno (1638-1686), Georges Buffon (1707-1788), James Hutton (1726-1797), Jean-Baptiste de Monet, conde de Lamarck (1744-1829), William Smith (1769-1839), Georges Cuvier (1769-1832) e Charles Lyell (1797-1875).

Em 1669, Steno, um anatomista de origem dinamarquesa, apercebe-se de que os fósseis de várias espécies malacológicas são mais semelhantes a espécies vivas do que aos materiais minerais onde são encontrados, isto é as rochas onde se formaram (Trigger, 1989:52). Steno acaba por provar que a origem desses fósseis teria sido orgânica, sendo provenientes de espécies vivas do passado. Steno deu ainda outro contributo muito importante – a enunciação da lei da sobreposição geológica. Segundo esta (a base de toda a lógica por trás da teoria actual da formação geológica), numa série estratigráfica, o estrato mais antigo encontra-se em baixo, enquanto o estrato mais recente está no topo.

Buffon, por seu lado, formulou a ideia de que a Terra seria mais antiga do que então se pensava, tendo passado por várias fases – desde um período de altas temperaturas, semelhante a uma estrela, até ao momento actual. Esta ideia foi construída com base num modelo experimental com uma composição semelhante à da Terra, tendo Buffon medido depois a velocidade de arrefecimento desse modelo. Tal experiência indicou-lhe que o planeta teria cerca de 75 000 anos, e que tudo se formaria segundo um sistema de transformações naturais, perspectiva esta muito próxima da de Lavoisier, cuja máxima é "nada se perde tudo se transforma" (Greene, 1959:139 e 141). Simultaneamente, Buffon estudou também a questão da adaptação ao meio, afirmando que o homem seria, com certeza, uma espécie recente.

Figura 3. Retrato de Georges Buffon.

Lamarck acreditava que existia uma ordem natural das coisas que comandava o universo, de forma inalterável e independente da matéria, e que por isso podia ser objecto de observação. De facto, Lamarck definiu a natureza como um conjunto de leis e forças que governam o movimento da matéria (Greene, 1959:155). Nesta perspectiva, no seu estudo de flora e fauna, Lamarck rapidamente chegou à conclusão de que haveria uma ligação genética entre as várias espécies e que teria havido extinção de várias espécies no passado, possibilitando o conceito de evolução biológica (Trigger, 1989:93).

James Hutton foi, indubitavelmente, uma peça importante deste cenário de evolução de conhecimentos. Seguindo a ideia da sobreposição de Steno, Hutton acabou por demonstrar na sua *Theory of the earth* (1788) que o fenómeno que dava lugar ao processo de estratificação das camadas geológicas existentes era o mesmo nos contextos fluviais, lacustres e marinhos do presente. A sua conclusão foi, portanto, a de que os processos de deposição e de estratificação eram os mesmos no passado e no presente (Daniel, 1981:51). Esta ideia, contudo, só foi aceite mais tarde com Lyell quando este definiu o "Princípio do Uniformitarismo".

William "Strata" Smith (a tradução para português daria Guilherme "Camadas" Smith) seguiu os passos de Steno, concordando com a lei geológica da sobreposição, alicerçando-a com a ideia de que seria possível atri-

buir idades relativas a essas camadas através dos fósseis que cada uma delas contém. De facto, Smith acabou por definir o conceito de "fóssil director" e enunciar o **princípio da sucessão da fauna e da flora**. Este princípio estipula que os fósseis mais antigos se encontram localizados numa série estratigráfica mais abaixo do que os fósseis mais recentes.

Também Georges Cuvier acreditava no princípio da sucessão da fauna mas, ao contrário de Smith e Hutton, via a evolução da crosta terrestre como o resultado de uma série de acontecimentos catastróficos. De facto, o último desses eventos teria sido registado no Génesis através da descrição do episódio da Arca de Noé e do Dilúvio. Desta forma, Cuvier e os seus seguidores acreditavam numa teoria Catastrófica ou Diluviana da formação da Terra, enquanto que a contracorrente, formada por Lamarck, Hutton, Smith, e mais tarde por Lyell, era conhecida como "fluvialista" (Daniel, 1976:37), acreditando no princípio do uniformitarismo e que todos os processos de formação geológica seriam naturais: "nenhuma acção deve ser admitida a não ser que se conheça o seu princípio" (in Daniel, 1976:37). Apesar de encarar a transformação do meio ambiente, e especificamente o aparecimento de novas espécies, como um processo cada vez mais complexo de criações feitas por Deus (Trigger, 1989:89), Cuvier foi uma peça fundamental na questão do reconhecimento da extinção das espécies (Greene, 1959:173). Quanto aos fósseis humanos, Cuvier nunca admitiu a possibilidade da sua grande antiguidade (Daniel, 1976:36), seguindo as ideias dos restantes diluviunistas, que acreditavam numa sucessão de dilúvios, anteriores ao Dilúvio de Noé e ao tempo bíblico, pelo que não poderiam conter restos humanos (Grayson, 1983:69).

Charles Lyell foi, já no século XIX, o elemento que acabou por dar o golpe de misericórdia na perspectiva diluvionista dos seguidores de Usher e Cuvier. De facto, Lyell pegou na ideia de uniformitarismo de Hutton e, de forma menos flexível, apresentou-a ao mundo nos seus três volumes de *Principles of Geology* (1830-33), seguido de *Elements of Geology* (1938). A sua obra mais importante, *Os princípios de Geologia*, teve onze edições, sofrendo alterações manifestamente importantes ao longo dos tempos devido à evolução de conceitos e teorias como a evolução das espécies de Darwin. Lyell estava a rever pela décima segunda vez *Principles of Geology* quando faleceu.

O trabalho de Lyell foi levado a cabo principalmente em Itália, e provou que os processos geológicos que ocorreram no passado são os mesmos que acontecem no presente, tendo lugar sensivelmente à mesma velocidade (Daniel, 1976:38; Trigger. 1989:92; Renfrew e Bahn, 1991:22). Com os dados de Lyell, o princípio do uniformitarismo, enunciado 50 anos antes por Hutton, acabava por ficar cientificamente provado e, mais importante, aceite pela comunidade científica da época.

GEORGES CUVIER.

Figura 4. Retrato de Georges Cuvier.

A relativa fácil aceitação dos "seus" princípios da geologia esteve relacionada, certamente, com a sua integração académica e social, quer em Inglaterra, quer nos EUA, e que acabou por lhe valer o título de "Sir". Devido ao seu estatuto e ao seu trabalho, Lyell é actualmente considerado o pai da geologia moderna.

Paralelamente ao trabalho de Lyell, Jean Louis Agassiz (1807-1873), um naturalista suíço-americano, apresenta ao público em 1837 um trabalho sobre o problema dos glaciares, afirmando que teria existido uma idade dos gelos que cobrira toda a Eurásia. Na época, a recepção a este trabalho foi tão fria que o seu amigo e colega, Alexander von Humbolt, o aconselhou a voltar aos estudos naturais, que então incidiam na anatomia de peixes. Agassiz, contrariamente ao que lhe fora aconselhado, não desiste e aplica-se de alma e coração ao problema, estudando em detalhe os glaciares suíços, seguindo depois para as Ilhas Britânicas. Desse trabalho resulta a obra *Études sur les Glaciers*, publicada em 1840, em que Agassiz prova que existiu uma Idade dos Gelos anterior à época geológica actual e que as cascalheiras diluvianas eram, de facto, resultado de episódios de glaciação.

Em meados do século XIX, a comunidade científica aceitara um conjunto de teorias e princípios que constituíam um pilar estruturante para a formulação da teoria de Darwin sobre a evolução das espécies e, simultaneamente, criara um conjunto de metodologias básicas para o desenvolvimento da arqueologia pré-histórica. Esse conjunto de princípios, que se desenvolveu em cerca de dois séculos, a partir de meados do século XVII, pode ser enumerado de forma cronológica da seguinte maneira:

1) aceitação do conceito de fóssil e enunciação da lei de sobreposição (Steno – 1669);

2) existência de um tempo diferente e mais longo do que o da Bíblia (Buffon – 1778);

3) enunciação do princípio do uniformitarismo (Hutton – 1788);

4) existência de uma cadeia genética que aceita a ideia de extinção de espécies (Lamarck – 1802);

5) conceito de fóssil-director e enunciação da lei da sucessão da fauna e da flora (Smith – 1815);

6) aceitação do conceito de extinção de espécies (Cuvier – 1825);

7) o princípio do uniformitarismo é aceite pela comunidade científica (Lyell – 1833);

8) aceitação da existência da Idade do Gelo (Agassiz – 1840).

A partir deste conjunto de conceitos pode-se inferir uma ideia, que é a base para um tempo longo, não bíblico: houve uma idade dos gelos, anterior à época actual, em que existia uma série de espécies animais e vegetais que estão agora extintas, e que foram substituídas por outras.

Neste contexto histórico do conhecimento científico, Charles Darwin publica *A Origem das Espécies*. Neste texto, Darwin, seguindo as teorias expostas primeiro por Hutton, e depois por Lyell, sobre os mecanismos uniformes de formação geológica, explicita os princípios estruturantes para o desenvolvimento da moderna biologia evolucionária (Daniel, 1976:64; Trigger, 1989:94). De facto, Darwin pegou numa ideia já existente, a de evolução genética ou orgânica, mostrando como tal podia ocorrer através do processo da selecção natural. Foi também com base na leitura do trabalho de Thomas Malthus de 1798, *Essay on the Principle of Population*, que Darwin chegou à teoria da "luta pela sobrevivência" e da "sobrevivência do mais apto" (Daniel, 1976:64). Assim, Darwin apresenta uma teoria segundo a qual existe um mecanismo biológico simples e universal que produz alterações, permitindo a evolução genética das espécies, e que apresenta um sistema de competição dos seres vivos como forma de selecção natural através da sobrevivência do mais apto. Como seria de esperar, tal teoria não foi aceite de imediato e sofreu grandes críticas, quer do mundo científico, quer do meio público, não se coibindo a classe política de comentários, nomeadamente Benjamin Disraeli que em 1864 perguntou: "É o homem um macaco ou um anjo?", respondendo ele próprio: "Eu estou do lado dos anjos." (in Daniel, 1976:65).

A pergunta de Disraeli é respondida por Darwin apenas em 1871, que se manteve calado sobre o assunto durante cerca de uma dúzia de anos, mesmo após ter afirmado em *A Origem das Espécies* que se faria luz no problema da origem do homem. Darwin deixou que o mundo científico acreditasse na antiguidade do homem – Daniel (1976:28) afirma que a arqueologia pré-histórica nasce apenas em 1859 – antes de ele próprio explicar o seu processo de evolução.

1.2. A antiguidade do Homem e a questão da associação com fauna extinta

Enquanto que a antiguidade do mundo dependia principalmente da concepção de uma cronologia longa, independente do dogma da Igreja Católica, a origem do homem estava dependente de um conjunto de ideias e crenças, das quais se podem destacar o reconhecimento dos artefactos líticos pré-históricos e da sua associação a restos humanos e a fósseis de espécies animais já extintas. Esta problemática não contemplava ainda o problema da evolução biológica humana, que será apenas discutida cientificamente após a publicação de *A Origem das Espécies* de Charles Darwin.

A questão do reconhecimento dos artefactos líticos parece surgir aquando da constatação de que os novos povos descobertos em África e na América, como resultado dos Descobrimentos, tinham utensílios em pedra semelhantes a objectos encontrados na Europa. Estes objectos eram tradicionalmente tidos como fósseis e incluídos no mesmo grupo dos cristais e dos fósseis animais (Trigger, 1989:52). Ulisse Aldrovandi (1522-1605), físico e naturalista de Bolonha, nos seus estudos da natureza e da história da Roma clássica descreveu os utensílios de pedra talhada como "resultado de uma mistura do trovão e do raio com matéria metálica, provenientes de nuvens escuras, que é depois coagulado pela humidade circundante e aglutinado numa massa, como a farinha e água, e subsequentemente endurecido pelo calor como um tijolo" (in Daniel, 1976:25 e Daniel, 1981:35). No entanto, e segundo Trigger (1989:53), na sua obra *Museum Mettallicum* Aldrovandi afirmou que os objectos em pedra talhada eram obra de mão humana.

De acordo com Heizer (in Trigger, 1989:53), Georgius Agricola (1494--1555), também conhecido como pai da mineralogia, foi talvez o primeiro a afirmar que os utensílios em pedra talhada tinham origem humana. Já anteriormente, Pietro Martyr d'Anghiera, historiador italiano da Renascença, tinha comparado a cultura dos Índios americanos com a da tradição clássica do mundo mediterrânico (Daniel, 1981:35; Trigger, 1989:53), aspecto, aliás, que foi também discutido em 1599 em *Dell'Historia Naturale* por Ferrante

Imperato, renascentista napolitano que criou um dos primeiros museus de carácter arqueológico (in Daniel, 1981:35).

É de notar que tanto Agricola como Imperato não trataram a questão específica dos objectos europeus em pedra talhada, mas sim a sua presença entre os nativos americanos e as implicações que isso teria no passado da histórica clássica. Terá sido Mercati (1541-1593) um dos primeiros a reconhecerem a origem humana dos objectos em pedra talhada. Michel Mercati, encarregado pelo Papa Pio V dos jardins botânicos do Vaticano, e médico do Papa Clemente VII, escreveu a obra *Metallotheca*, que permaneceu em manuscrito na Biblioteca do Vaticano até 1717, ano em que foi publicada (Daniel, 1981:35). Aí foram ilustrados utensílios líticos em pedra talhada e foi sugerido que esses objectos eram anteriores ao uso do metal, mostrando que tais objectos eram conhecidos e referidos na própria Bíblia e em autores clássicos (Daniel, 1976:26, 1981:35; Trigger, 1989:53).

Em *A Theological System upon that Pre-supposition that Men were before Adam*, publicado em Londres em 1655, Isaac de la Peyrère (1594-1676) afirma que terá havido dois momentos de criação do homem, um primeiro de gentios e, num segundo momento, Deus teria criado os Judeus a partir de Adão (McKee, 1944:461). De La Peyrère argumentou ainda a favor de um tempo mais longo que o da Bíblia, afirmando que "todas as coisas que foram criadas no segundo versículo não podiam ter sido criadas num só dia, e muito menos num meio dia em que Deus criou todas as criaturas e depois o homem" (in McKee, 1944:461). Para provar as suas ideias, de la Peyrère afirmou ainda que seria impossível repovoar todo o mundo após o Dilúvio, pelo que as cheias teriam sido apenas um acontecimento localizado na área judaica (McKee, 1944:464) e que, portanto, a Bíblia era apenas a história do povo judeu. Neste contexto, de la Peyrère afirmou que "as pedras de raio" não eram mais do que os utensílios da primitiva raça pré-adâmica (Daniel, 1976:35--36). Como seria de esperar, as suas ideias não foram aceites, e de la Peyrère e as suas obras foram objecto de análise da Inquisição, resultando na sua retractação pública e na fogueira para os seus livros.

No ano seguinte, em Inglaterra, o antiquário Sir William Dugdale (1605--1686), no seu *The Antiquities of Warmshire*, atribui os utensílios em pedra aos antigos Bretões, referindo que esse povo usara a pedra antes de saber trabalhar o metal (Daniel, 1981:36; Trigger, 1989:53). Esta ideia continuou na família, uma vez que o genro de Dugdale, o Dr. Robert Plot, responsável pelo Ashmolean Museum, chegou a afirmar que os antigos Bretões teriam usado mais a pedra do que o metal e que seria talvez possível aprender-se como é que os seus utensílios em pedra tinham sido utilizados e encabados através da comparação com os dos índios da Nova Inglaterra.

Sensivelmente a partir deste momento, o número de estudiosos que trata a questão da autenticidade dos instrumentos em pedra aumenta rapida-

mente na Europa. Entre os melhores exemplos destacam-se o antiquário Robbert Sibbald (1648), o bispo Charles Lyttleton (1766), o escritor Samuel Johnson (1755) em Inglaterra, enquanto que em França são Antoine de Jussieu (início do século XVIII), Pére Lafitau (1724) e Antoine Yves Goguet (1738) (Daniel, 1981:37 e 38). A mesma corrente de pensamento aparece nos países nórdicos com os trabalhos de Kilian Stobeus (1738) e de Erik Pontoppidan (1763) (Trigger, 1989:53 a 55).

Durante este período destacam-se dois aspectos históricos: a formação de colecções que depois se transformam em museus; e a constituição de associações científicas ou culturais. Os primeiros permitiram a visualização dos objectos "exóticos e raros" de forma tão pública quanto possível na época, resultando na creditação das teorias científicas pela sociedade civil (veja-se Fabião, 1989; Jorge e Jorge, 1998, para o caso português).

As Ilhas Britânicas viram, durante o século XVIII, a formação de várias sociedades importantes, das quais se devem destacar a Society of Antiquaries of London (1717), que publica o número um da sua revista *Archaeologia* em 1770, e a Society of Antiquiaries of Scotland (1780). É também neste século que surge a Society of Dilettanti (1734), mostrando o interesse enorme que as antiguidades clássicas tinham para a alta sociedade da Inglaterra da época. Como é evidente, a formação destas sociedades, bem como outras de carácter científico como a Royal Society of London (1660) ou a Académie Royal des Sciences (1666), ou mesmo a Society of Antiquaries (1572), esta última que tinha por objectivo estudar e preservar as antiguidades inglesas, tiveram um impacto directo menor na questão da antiguidade do mundo natural e da origem do homem, mas permitiram a difusão do conhecimento e a discussão das novas teorias científicas que, por sua vez, construíram o contexto quer científico, quer público, tendo possibilitado a aceitação do conceito de Pré-História e da evolução do homem.

Neste contexto histórico de aceitação da autenticidade dos utensílios em pedra, o próximo passo importante foi o da questão da associação dos utensílios com os fósseis de animais de espécies já extintas. Ilustra o caso um biface de sílex encontrado em Londres e que estava associado a um esqueleto dito de elefante, mas que Daniel julga ser de mamute (Daniel, 1976:26). O referido achado foi descrito por John Bagford em 1715, associando esse autor a ossada do "elefante" à importação claudiana durante a ocupação romana das Ilhas Britânicas (Grayson, 1983:7-8; Groenen, 1994:37). Um outro caso semelhante é o da gruta de Gaylenreuth no Jura alemão, onde Johann Friederich Esper em 1774 encontra um conjunto de ossos humanos associados a utensílios de pedra lascada e fauna de espécies extintas (Daniel, 1981:38; Groenen, 1994:38). No entanto, Esper acaba por afirmar que a associação é apenas fortuita, já que não poderiam ter a mesma idade. Esses materiais foram depois estudados pelo anatomista Jean-Christian

Rosenmuller em 1795, chegando este à conclusão de que os restos humanos estavam associados aos ossos de urso e de leão, espécies já então extintas (Groenen, 1994:39).

O primeiro sinal claro de inversão nesta corrente de pensamento é o de John Frere em 1797. Frere descobrira um conjunto de bifaces e outros utensílios em pedra lascadas associados a fósseis de animais já extintos na camada inferior de um corte com cerca de quatro metros de espessura. As camadas superiores tinham características de formação marinha, pelo que Frere concluiu que esses achados pertenceriam a um grupo humano de um tempo remoto, anterior ao da época actual, referindo-se ao tempo bíblico. O seu contributo foi enviado à Society of Antiquaries of London, a qual decidiu publicar o artigo (Daniel, 1976:25; Daniel, 1981:38; Van Riper, 1993:8; Groenen, 1994:38). Como seria de esperar, após a sua publicação, o trabalho de Frere não recebeu qualquer apoio (Daniel, 1976:26).

A primeira metade do século XIX parece reflectir definitivamente a inversão das perspectivas científicas sobre a autenticidade dos utensílios em pedra lascada. Talvez porque foi nesse período que se começam a fazer as primeiras escavações de grutas paleolíticas e, por conseguinte, é também nesta altura que os primeiros fósseis humanos começam a ser encontrados. Contudo, até meados do século XIX continuou a existir ainda grande resistência, mesmo perante provas empíricas claras, da associação entre utensílios em pedra lascada, fósseis humanos e fauna de animais extintos (Trigger, 1989:92).

As escavações dos depósitos plistocénicos dão-se principalmente nas Ilhas Britânicas, França e Alemanha. É preciso recordar que nessa época já se efectuavam as grandes escavações das civilizações mediterrânicas e do Próximo Oriente, bem como nas Américas (veja-se o caso de Thomas

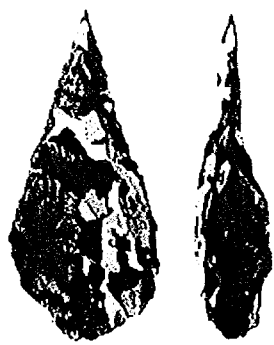


Figura 5. Biface encontrado por John Frere em 1797 e publicado em 1800 na revista *Archaelogia*.

Jefferson que, em 1784, no estado de Virgínia, levou a cabo escavações arqueológicas em sítios pré-históricos, utilizando técnicas que levaram Sir Mortimer Wheeler a designá-las como as primeiras escavações científicas na história da arqueologia – Daniel, 1981:41).

É pois neste contexto que vários curiosos começam a fazer escavações em grutas e noutros depósitos plistocénicos. De entre estes há que destacar os trabalhos de Philippe-Charles Schmerling (1791-1841) perto de Liège, na Bélgica; John MacEnery (1796-1841), em Kent's cavern e William Buckland (1784-1856), em Paviland, ambos em Inglaterra; Paul Tournal (1805-1872) na zona de Narbonne, Jules Christol (1802-1861) em Montpellier, e Boucher de Perthes (1757-1844) no Norte de França (Daniel 1981: 48-49; Trigger 1989:89; Groenen 1994:39-47). Todos eles pensavam que o seu trabalho e as suas descobertas eram a prova da associação entre animais extintos e homens, quer através de fósseis humanos, quer através dos respectivos artefactos e, logo, da antiguidade da humanidade. Contudo, os seus métodos de escavação, ainda simples, não eram suficientemente bons para eliminar quaisquer dúvidas que pudesse haver sobre intrusões mais recentes desses restos humanos, pelo que nunca foram levados a sério pelo mundo científico da época. Por outro lado, o próprio contexto intelectual, fortemente marcado pela perspectiva diluvionista do início do mundo, fazia com que eles próprios tivessem dúvidas sobre a antiguidade das suas descobertas. Um desses exemplos é o caso de Boucher de Perthes, que, apesar de argumentar claramente pela antiguidade dos artefactos encontrados nas cascalheiras do Somme, acreditava na sua coevidade com os vários dilúvios da perspectiva catastrofista (Trigger, 1989:91).

Boucher de Perthes acreditava na associação entre utensílios líticos, designados por ele como diluvianos, e a fauna extinta, mas decidiu que esses objectos teriam pertencido a uma raça humana que havia sido completamente aniquilada por uma cheia anterior ao Dilúvio; entretanto, Deus teria criado uma raça nova, a de Adão e Eva. De facto, segundo Daniel (1981:53) a perspectiva de Boucher de Perthes terá mudado, como se pode ver através do título da sua obra maior, *Antiquités Celtiques et Antédiluviennes* (1847), em que os machados diluvianos passaram a ser antediluvianos e, portanto, anteriores ao tempo bíblico.

O golpe de misericórdia terá sido dado pelo trabalho de William Pengelly (1812-1894) em Brixham Cave, no ano de 1858. Pengelly foi incumbido pela Torquay Natural History Society de recomeçar o trabalho em Kent's Cavern. O resultado das escavações de ambos os sítios confirmou o que o trabalho de MacEnery já tinha mostrado – a clara e inequívoca associação entre os artefactos de pedra lascada e os ossos de animais já extintos.

Aquando da descoberta de Brixham Cave em 1858, a Royal Society e a Geological Society uniram-se, formando uma comissão de investigação para

as escavações da gruta, que incluía, entre outros, Pengelly como o responsável pelos trabalhos, Hugh Falconer (1808-1865) responsável pelo estudo da fauna, Joseph Prestwich (1812-1896) e Charles Lyell. Esta comissão acabou por tornar públicos os achados e confirmar, sem margem para dúvidas, a associação da fauna extinta com a indústria de pedra lascada e, definitivamente, atestar a antiguidade do homem (Daniel, 1976:59 e 1981:53; Trigger, 1989:93).

Em 1858, Falconer visitou o Vale do Somme, e considerou que as ideias de Boucher de Perthes tinham fundamento. No ano seguinte, Falconer retornou ao Vale do Somme, trazendo consigo Prestwich e o arqueólogo John Evans (1834-1908) (Daniel 1976:60; Trigger 1989:93-94; Groenen 1994:65-66). No mesmo ano, Prestwich apresentou uma comunicação à Royal Society em Londres, com o título "Sobre a ocorrência de artefactos em sílex associados a restos de espécies de animais já extintas em camadas de um período geológico recente de Amiens e Abeville e de Inglaterra em Hoxne" (Daniel, 1981:53; Van Riper, 1993:106-111). Esta comunicação de 1859, juntamente com uma outra de Evans à Society of Antiquarians e o livro de Charles Lyell de 1863, *The geological evidences of the antiquity of man*, eliminaram para sempre a dúvida da antiguidade da humanidade e da sua associação com indústrias de pedra lascada e a espécies animais já extintas – a Pré-História podia assim existir, ainda que essa designação tivesse sido já utilizada desde 1833 por Tournal (Daniel, 1981:48).

1.3. A questão das periodizações e a arqueologia pré-histórica no final do século XIX

É só a partir de meados do século XIX, que se começa a generalizar o termo Pré-História, apesar de existir desde 1833. Este dado pode ser observado em autores como Daniel Wilson que, em 1863, na sua segunda edição de *The Archaeology and Prehistoric Annals of Scotland* (a primeira edição data de 1851), afirma "a aplicação do termo pré-histórico já usado, se não me engano, pela primeira vez neste trabalho" (in Daniel, 1976:86).

Sem dúvida que o conceito de Pré-História é importante, mas talvez ainda mais importante é o da ideia de que a Pré-História se poderia dividir em várias fases. As periodizações, que de início teriam sido definidas por uma simples questão de organização dos materiais arqueológicos, começam depois a ser reorganizadas e subdivididas para que se possa compreender a evolução e a diversidade cultural do homem pré-histórico.

A periodização é uma das primeiras ferramentas da arqueologia pré-histórica, servindo como método de organização e datação relativa do seu objecto de estudo e que continua a ser usado na arqueologia moderna.

Desde o século XVIII que diversos estudiosos tentaram a construção de periodizações referentes à Pré-História (Daniel, 1981:55-58). Não obstante, a primeira organização credível de uma subdivisão da pré-história foi levada a cabo na Dinamarca no *início do século XIX*, sendo conhecida como o "Sistema das Três Idades", continuando, de certa forma, a ser o esqueleto da organização da Pré-História ainda hoje.

Em 1806, Rasmus Nyerup, o bibliotecário da Universidade de Copenhaga, publicou um livro em que expressa o seu descontentamento pela destruição de monumentos antigos. Também nesse documento, Nyerup propôs a edificação de um museu de antiguidades nacionais. No ano seguinte, o governo dinamarquês forma a Real Comissão Dinamarquesa para a Preservação e Colecção das Antiguidades. Note-se que o contexto político da Dinamarca da altura era em tudo propício a este desenvolvimento. Na periferia do conflito anglo-francês durante a expansão do Império Napoleónico, a Inglaterra ataca Copenhaga em 1801 e de novo em 1807. O nacionalismo dinamarquês encontrava-se, portanto, acerbado, pelo que o gosto e o interesse pelos seus monumentos e a defesa dos mesmos facilmente fizeram com que a Comissão se formasse e começasse a trabalhar, recolhendo materiais por toda a Dinamarca.

Nyerup, que fora nomeado secretário da comissão e que durante anos recolhera grande quantidade de materiais arqueológicos, confronta-se com o problema da sua organização e classificação. Assim, em 1816, a Comissão convida Christian Jurgensen Thomsen (1788-1865) para organizar as colecções e preparar a exposição do Museu das Antiguidades Nacionais da Dinamarca.

Thomsen era um estudioso da numismática clássica romana e também dinamarquesa. O hábito da numismática vinha do século anterior, interesse da fidalguia (Trigger, 1989:74). Este *hobby* incluía a organização das moedas por ordem cronológica, não só pela sua inscrição, mas também por critérios estilísticos quando as moedas não continham inscrições, trabalho que Thomsen conhecia com certeza.

Logo de início, Thomsen decidiu organizar de forma cronológica o material a expor, seguindo uma divisão em três fases: as Idades da Pedra, do Bronze e do Ferro. Este sistema baseado nas Três Idades terá talvez seguido as ideias de vários historiadores dinamarqueses, como P. Shum (1776), Skuli Thorlacius (1802) ou L. S. Vedel Simonsen (1813-16), segundo os quais teria existido uma Idade da Pedra, uma Idade do Cobre e uma Idade do Ferro. Ao contrário desses historiadores, Thomsen preocupou-se em dar uma base científica ao seu trabalho e à exposição, que acabou por ser levada a público em 1819 (Daniel, 1981:58). Desta forma, Thomsen não se limitou a dividir os objectos de acordo com o sistema criado por si. Com o início dos trabalhos, Thomsen verificou a dificuldade da atribuição dos artefactos

aos vários momentos cronológicos, uma vez que esta dificuldade residia no facto de um objecto em pedra poder facilmente pertencer a qualquer um dos três períodos delineados. Para obviar este problema, Thomsen começou por usar grupos de artefactos que tinham a mesma proveniência e que, portanto, formavam uma unidade arqueológica. Comparando estes grupos de artefactos seria possível organizá-los de forma coerente, isto é, seriando-os e agrupando aqueles que apareciam juntos, de modo a formar conjuntos de características dos diferentes períodos. Para isso, Thomsen construiu uma tipologia, que depois subdividiu de acordo com as matérias-primas de que eram feitos os artefactos, bem como os padrões de decoração de alguns objectos. Deste modo, e com base nos grupos de artefactos com a mesma proveniência, Thomsen pôde verificar quais os tipos que apareciam juntos e organizar a sua cronologia de artefactos essencialmente com base em critérios estilísticos (Trigger, 1989:75-78).

O Sistema das Três Idades complificou-se com uma posterior subdivisão em Idade da Pedra Antiga, Idade da Pedra Recente (fase durante a qual se começou a utilizar o metal e se iniciou a inumação dos mortos em estruturas megalíticas onde também se encontrava cerâmica), a Idade do Bronze e a Idade do Ferro com duas fases (Trigger, 1989:76). Este esquema foi publicado apenas em 1836 na obra *Ledetraad til Nordisk Oldkyndighed* (Manual da Antiguidade escandinava), traduzido para alemão no ano seguinte e para inglês somente em 1848. Daniel (1976:78-79) afirma que foi depois elaborado pelo seguidor de Thomsen, Jens Jacob Worsaae (1821-1885), um sistema mais complexo que incluía sete fases, no qual existiam duas fases, respectivamente para as Idades da Pedra e do Bronze, e três para a Idade do Ferro.

Este tipo de ordenação cronológica e organizativa dos materiais arqueológicos rapidamente se espalhou pela Europa. Na Suíça, o sistema foi utilizado principalmente depois de Worsaae desenvolver esse sistema e também da publicação do seu trabalho exemplar de estudo da estratigrafia e formação dos concheiros dinamarqueses onde provou a aplicabilidade do sistema introduzido por Thomsen e desenvolvido por si próprio. O trabalho na Suíça prosseguiu com Ferdinand Keller (1800-1881), de Zurique, que localizou perto de duas centenas de sítios lacustres pré-históricos em redor dos lagos de Zurique, Genebra, Neuchatel e Pfaffikon (Daniel, 1981: 60--61), seriando-os cronologicamente.

Na Escócia, Daniel Wilson utilizou o sistema tripartido para organizar a colecção de artefactos da Society of Antiquaries of Scotland, mostrando que os estilos encontrados na Escócia eram diferentes daqueles que Thomsen tinha caracterizado na Dinamarca. Wilson chegou a solicitar que as colecções do Museu Britânico fossem reorganizadas segundo o novo sistema de Thomsen. Mas, ao contrário do que aconteceu na Escócia e na Suíça, o grupo de antiquários ingleses não aceitou o novo sistema (Trigger, 1989:83).

Neste processo histórico é de salientar um aspecto, aliás reconhecido também por Trigger (1989:84): Thomsen, com a elaboração de uma estrutura teórica para a periodização da Pré-história, trabalho verdadeiramente brilhante para a altura, construiu também uma ferramenta metodológica específica da arqueologia. Devido ao desenvolvimento da sua organização cronológica da Pré-História, que conjuga as teorias sócio-evolucionárias concebidas no Século das Luzes com a informação recolhida pelos seus antecessores e com o conhecimento de seriação estilística utilizada na numismática, Thomsen inventa um método de datação relativa. Este novo método de datação relativa foi desenvolvido especificamente para a arqueologia pré-histórica. Assim, e ao contrário do que tradicionalmente diz a história da arqueologia, os métodos arqueológicos não são apenas oriundos de ciências como a geologia ou a paleontologia. De facto, as sequências cronológicas desenvolvidas no seio da geologia e da paleontologia, e que são geralmente tidas como a raiz da cronologia e das periodizações pré-históricas, não foram a base dos métodos de datação da arqueologia pré-histórica. Na sua base está o desenvolvimento da metodologia de Thomsen, estruturada na tipologia e na seriação desenvolvidas especificamente para a arqueologia e tendo em mente um objectivo arqueológico: a organização de artefactos pré-históricos. A Arqueologia Pré-histórica não começou, portanto, com métodos "emprestados", mas criou o seu próprio método com bases teóricas sólidas e racionais.

Um segundo aspecto fundamental na história da arqueologia foi o desenvolvimento do estudo do Paleolítico. O Paleolítico aparece como uma área de estudo importante, nomeadamente porque provoca uma curiosidade pública natural – suscita questões sobre o início e a antiguidade da humanidade, aspecto que, como se viu, deu azo a grandes debates, tanto no seio da comunidade científica, como no público. Simultaneamente, o período em questão marcou padrões importantes de qualidade científica para a altura, no que respeita à estratigrafia, aspecto que marca a sua ligação com a geologia e com a paleontologia. Ora, em meados do século XIX, estas duas ciências estavam na primeira linha do desenvolvimento científico e de transformação da concepção do mundo natural. A ligação entre o estudo da Pré-História e o dessas ciências naturais fortaleceu grandemente a arqueologia paleolítica, dando-lhe um carisma científico muito importante. O facto de este desenvolvimento ter tido lugar nos dois países mais importantes da Europa à altura desses acontecimentos, a França e a Inglaterra, ajudou também à consolidação científica da disciplina. Deste modo, facilmente a arqueologia do Paleolítico se impôs e serviu como modelo para o resto da arqueologia.

A ideia de paleolítico estava implícita no sistema de Thomsen, através da divisão da Idade da Pedra em duas fases, lascada e polida – e que foi utilizada em diversos momentos após a sua divulgação (*e.g.*, Lartet e Christy,

1864). Foi, contudo, John Lubbock em 1865, com *Prehistoric times, as illustrated by ancient remains, and the manners and customs of modern savages*, que introduziu os termos Paleolítico e Neolítico, definindo-os com base nos artefactos em pedra: respectivamente pedra lascada e pedra polida. Foi também este autor que, no seguimento da perspectiva darwinista da selecção natural, afirmou que os grupos humanos se tinham diversificado não só culturalmente, mas também na sua capacidade biológica de utilizar a cultura (Trigger, 1989:116).

A subdivisão da Idade da Pedra de Lubbock (também lorde Avebury), bem como a introdução dos termos Paleolítico e Neolítico foram, sem dúvida, importantes mas apenas por uma questão de terminologia, uma vez que, como se viu anteriormente, os conceitos já existiam. No processo de organização das periodizações, a segunda metade do século XIX viu grande actividade no que concerne ao Paleolítico, principalmente em França devido a todas as descobertas de grutas no Sudoeste francês. O conjunto desses trabalhos marcou definitivamente a periodização do Paleolítico, e ficou essencialmente concluído em 1912 com o trabalho de Henri Breuil (1877-1961).

Um dos principais estudiosos que participaram no processo de periodização do paleolítico foi Edouard Lartet (1801-1871), com os seus trabalhos levados a cabo nos Pirinéus e na Dordonha, onde localizou e escavou várias grutas com paleolítico e, talvez mais importante, onde encontrou vestígios de arte pré-histórica. De facto, o seu trabalho, juntamente com o inglês Henri Christy (?-1865), marcou o estudo do paleolítico (Tabela 1), pois foram eles que apresentaram as primeiras sequências culturais do Paleolítico Superior, depois de terem percebido que o Paleolítico não representava apenas uma só época de evolução humana. Esta periodização assentava em critérios paleontológicos, cujas épocas eram marcadas pela presença de certas espécies de animais extintos (Tabela 2). A periodização de Lartet, elaborada com Garrigou, foi depois alterada por Christy em 1864, com um esquema mais desenvolvido e semelhante ao actual, ainda que seguindo a base paleontológica anterior.

Tabela 1

Divisão do Paleolítico, segundo Lartet e Garrigou (adaptado de Daniel, 1981:64).

PERÍODO DO PALEOLÍTICO	IDADE
Superior	Rena
Médio	Urso das cavernas e Elefante
Inferior	Hipopótamo

Tabela 2

Épocas do Quaternário, segundo Edouard Lartet (1861).

Época	Idade	Sítio arqueológico
Massat	Auroque e bisonte	Massat
Bise/Savigné	Rena	Laugerie Basse, La Madeleine
Abeville/Saint-Acheul	Elefante e rinoceronte	Saint-Acheul
Aurignac	Urso das cavernas	Le Moustier

O passo seguinte foi dado por Gabriel de Mortillet (1821-1898) (Figura 6). Mortillet, conservador do Museu das Antiguidades Nacionais em Saint--German-en-Laye, ao contrário de Lartet decidiu utilizar critérios arqueológicos para a organização da sequência do paleolítico. Como seria de esperar, os seus conhecimentos de estratigrafia e paleontologia foram utilizados, mas o critério principal foi o da cultura material, vista nas características dos artefactos ou, de outra forma, a tipologia usando fosséis-directores, seguindo de certa forma as perspectivas teóricas desenvolvidas por Thomsen, Worsaae e Lubbock.

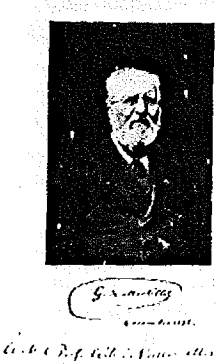


Figura 6. Retrato de Gabriel de Mortillet, oferecido por ele mesmo a José Leite de Vasconcellos.

O trabalho de Mortillet evoluiu ao longo do seu percurso, estando marcado por vários momentos, destacando-se os trabalhos de 1872 (Tabela 3), de 1885 (Tabela 4) e de 1897 (Tabela 5). No entanto, os aspectos principais do resultado do seu trabalho é a transformação das "Idades" de Lartet em "Épocas", passando respectivamente as Idade do Hipopótamo e do Urso das cavernas e do Elefante às Épocas Chellense e Moutierense. A Idade da Rena foi dividida em duas fases, designadas Solutrense e Magdalenense. De Mortillet, seguindo o grande debate do "Homem Terciário", atribuiu também duas épocas para essa fase, e no seu trabalho de 1897, estruturou toda uma sequência dos tempos proto-históricos e históricos.

Segundo Trigger (1989:98), os trabalhos de Lartet e de Mortillet foram exemplares, uma vez que o seu objectivo principal era o de estabelecer a antiguidade do Homem. Na prática, era necessário reconhecer todos os indícios da presença humana até a um momento tão antigo quanto possível, demonstrando a presença de culturas cada vez mais primitivas. As sequências que Lartet e de Mortillet estabeleceram para a Pré-História humana, com base em geologia, estratigrafia e paleontologia serviram eficientemente esse propósito.

Na sua perspectiva evolucionária, aqueles pré-historiadores acabaram por se interessar apenas por questões cronológicas em detrimento dos aspectos da dinâmica e diversidade cultural. Nas muitas escavações que efectuaram, pouca ou nenhuma atenção deram a aspectos relevantes para o estudo da organização do espaço ou de questões económicas. Mesmo a estratigrafia só era registada desde que revelasse informação cronológica, pelo que a unidade estratigráfica nunca era mais detalhada do que a camada geológica. Também neste contexto, muitos artefactos arqueológicos não eram recuperados ou mantidos porque não constituíam diagnósticos do período de ocupação. Em suma, os artefactos só eram utilizados desde que fossem úteis para a atribuição cronológica e, portanto, evolutiva dos sítios arqueológicos, não havendo a preocupação do seu valor e significado cultural.

Durante esta fase da história da arqueologia houve ainda um outro factor bastante importante na história da arqueologia pré-histórica: a questão do chamado Homem Terciário. Em 1863, numa cascalheira de idade pliocénica em Saint-Prest, perto de Chartres, J. Desnoyers encontrou ossos fósseis com incisões. Desnoyers afirmou que essas incisões tinham sido feitas por mão humana. No entanto, como não tinham sido encontrados em associação com qualquer indústria lítica, a comunidade científica refutou de imediato esses achados como sendo de origem humana.

De 1867 a 1878, nos vários congressos de Arqueologia e Etnologia (Paris, 1867; Bruxelas 1872; Budapeste 1876) foram mostradas várias peças em sílex, tidas como artefactos de idade miocénica e pliocénica (Daniel, 1976:98). Destes casos, deve-se aqui relembrar que um dos exemplos con-

siderados mais autêntico foi o de Carlos Ribeiro e material proveniente da região da Ota.

Devido ao contexto dos achados e ao seu possível significado, foi constituída uma comissão de análise das peças, que nunca conseguiu concordar unanimemente sobre a autenticidade do material. De Mortillet e Cartailhac (1845-1921) eram os defensores mais acérrimos da existência do homem terciário, mas como seria de esperar no contexto cultural da época – recordem-se as palavras de Disraeli sobre Darwin, e a caricatura do mesmo de 1871 (Figura 7) – muitos cientistas não acreditavam em tal concepção.

De Mortillet, numa lógica implacável dentro das teorias evolucionárias da altura, que se reflectiam também na sua periodização, impunha a presença do seu homem terciário, ou *Anthropopithecus*, afirmando que teria de haver um precursor para o homem encontrado em Neanderthal. E, tal como o Neanderthal era diferente do homem actual, também esse *Anthropopithecus* teria de ser diferente do homem de Neanderthal e ainda mais diferente de nós. Na mesma linha de raciocínio, de Mortillet afirmava que os utensílios que se encontravam no Paleolítico Inferior, ou Idade do Hipopótamo, tinham de ter um precursor mais simples e arcaico. Para culminar, e de forma muito aristotélica, com base nos dois princípios lógicos anteriores (o do homem fóssil que não fora ainda encontrado, e o da concepção evolutiva dos artefactos em pedra) de Mortillet concluía que os achados eram autênticos (Daniel, 1976:99), pertencendo ao novo Período Eolítico.

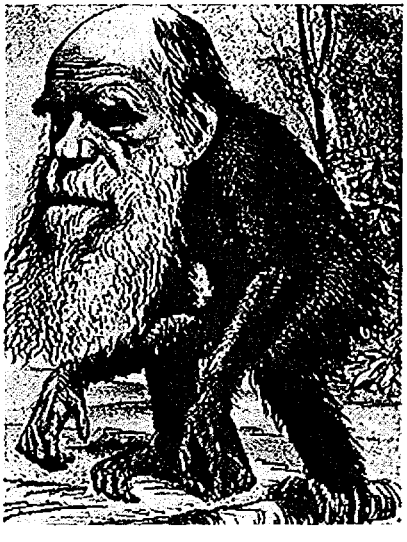


Figura 7. Caricatura de Charles Darwin publicada num jornal em 1871.

No seguimento desta lógica, de Mortillet criou três espécies de *Anthropopithecus*, designados *A. Bourgeoisii*, *A. Ramesii* e *A. Ribeiroii*, com base no nome de três dos descobridores principais, Bourgeois, Rames e Ribeiro, e representando os produtores dos eólitos provenientes, respectivamente, de Thenay e de Aurillac em França, e da Ota em Portugal.

Do ponto de vista da história da arqueologia, não é a concepção de um homem terciário que é importante. É, sim, o facto de se terem desenvolvido ferramentas para testar tal teoria: de Mortillet e outros investigadores que se debruçaram sobre o problema desenvolveram um conjunto de critérios que pudesse ser utilizado para distinguir a fragmentação natural do talhe intencional em pedra. Seguindo esta direcção foram feitos testes e comparações, utilizando trabalho experimental, dos quais se podem destacar o de S.H. Warren (1905) sobre as estrias de fragmentos de sílex partidos por pressão mecânica, o de Marcelin Boule (1905) sobre um conjunto de fragmentos de sílex retirados de uma betoneira, e o de A.S. Barnes (1939) sobre aspectos quantitativos do ângulo de percussão em lascas de origem antrópica e de origem natural (Grayson, 1986; Trigger, 1981:98).

Devido a este tipo de estudos, deu-se um grande avanço no conhecimento do trabalho da pedra talhada e, como consequência, sítios que se tinham como arqueológicos e representativos da antiguidade humana puderam ser refutados de forma conclusiva. Mas é este tipo de análise crítica que, claramente, foi desenvolvida apenas muito mais tarde, no contexto teórico da chamada arqueologia processual e da *Middle Range Theory* (Grayson, 1986). E tal como a seriação e tipologia de Thomsen, as técnicas de Mortillet sobre a autenticidade dos artefactos fazem parte exclusivamente do mundo da arqueologia e foram concebidas especificamente por arqueólogos para a arqueologia.

Tabela 3

Sequência cronológica dos períodos pré-históricos (adaptado de Mortillet, 1872)

Divisões antigas francesas e inglesas	Grandes divisões industriais	Épocas com base em indústrias	Sítios arqueológicos principais	Geologia e meteorologia	Fauna
Pedra polida Neolítico	Pedra polida	**Robenhausense** Tipos: machados polidos e flechas de barbelas em sílex	Habitações lacustres; dolmens; oficinas; Campos ou *Oppidums*	Clima actual	Animais domésticos. Raças humanas semelhantes às actuais
Pedra talhada Arqueolítico Paleolítico	Pedra talhada com utensílios em osso	**Magdalenense** Tipos: arpões com barbelas e lâminas de sílex	Grutas e Abrigos: La Madeleine, Les Eyzies, Laugerie-Basse (Dordonha); Bruniquel (Tarn-et-Garonne); Massat (Ariège); Montréjeu (Haute-Garonne); Aurensan (Haute-Pyrénées); Murceint (Lot); Les Morts, Champs e Puy-de-Lacan (Corrèze); Le Placard (Charente); Arcy (Yonne); Salève (Haute-Savoie); Le Scé (Vaud); Baousé-Roussé (Vintimille); Furfooz (Dinant).- Estações de ar livre: Schussenrid (Wurtemberg)	Pós-glaciar: clima frio e seco	Rena, auroque e bisonte muito abundantes nos restos de habitações francesas e belgas. Mamute, hiena e grandes felinos.
	Utensílios só em pedra talhada	**Solutrense** Tipos: pontas de sílex em folha de loureiro bifaciais	Estações de ar livre, grutas e abrigos: Solutré (Saône-et-Loire); Laugerire-Haute, Badegols, Saint-Martin d'Excideuil (Dordonha)		Homem braquicéfalo e mesocéfalo semelhantes aos actuais. La Lesse, Cro-Magnon, Laugerie-Basse, Baoussé-Roussé, Solutré
		Moustierense Tipos: pontas de sílex retocadas numa face e raspadores	Grutas e estações de ar livre: Moustier (Dordonha); Chez-Pouré (Corrèze); La Martinière e l'Ermitage (Vienne); La Mère-Grand (Saône-et-Loire; Buoux (Vaucluse); Néron (Ardèche); Goudenans-les-Moulins (Doubs); Cocuvres (Aisne); Brèches de Genay e Ménétreux-le-Pitois (Côte-d'Or).Aluviões de cota baixa: Grenelle, Levallois, Clichy (Seine); Le Pecq (Seine-et-Oise); Montguillain (Oise)	Glaciar: clima frio e húmido	Grande desenvolvimento do urso das cavernas. Rinoceronte.Homem dolicocéfalo de tipo muito inferior. Engis, l'Olmo.
		Acheulense Tipos: grandes instrumentos de pedra em forma de amêndoa	Aluviões de cota alta: Saint-Acheul, Abbeville, Thenne (Somme); Sotteville-les-Rouen (Seine-Inférieure); Vaudricourt (Pas-de-Calais); San Isidro (Madrid).Planaltos: Beaumont (Vienne); Thilly (Allier); La Ganterie (Côte-du-Nord); Vallée de la Sausse e de la Ceillonne (Haute-Garonne)	Pré-glaciar: clima temperado	Hipopótamo. Elefante Antigo.Homem de tipo mais inferior. Neanderthal. Eguisheim, La Naulette, Denise

Tabela 4.

Tábua das épocas quaternárias, adaptada de de Mortiilet (1885).

Nomes	Climas	Acções geológicas	Paleontologia vegetal	Paleontologia animal	Indústrias
Magdalenense	Frio e seco	Formação de dilúvio vermelho	Musgos polares em Wurtemberg	Homem, raça de Laugerie-Basse. Grande abundância da fauna do Norte: rena, saiga, etc. Extinção de *Elephas primigenius.*	Gravura e escultura. Utensílios em osso. Degradação do trabalho da pedra. Muitas lâminas. Buris característicos, raspadeiras duplas.
Solutrense	Temperado	Continuação dos terraços. Regressão dos glaciares.	Homem (?). cavalo muito abundante. Aparecimento de *Cervus tarandus, Elephas primigenius.* Aumento de rinoceronte.		Aparecimento da utensilagem em osso. Perfeição do talhe da pedra. Pontas bifaciais e biapontadas. Pontas à eran. Origem e grande aumento das raspadeiras.
Moustierense	Frio e húmido	Formação de terraços. Grande extensão dos glaciares. Erosão dos vales.	Turfas de Resson	Homem, raça de l'Olmo. *Ovibos moschatus, Ursus spelaeus, Rhinoceros tichorhinus. Elephas primigenius.*	Ausência de utensílos em osso. Aumento dos utensílios chelenses. Pontas, raspadores, serras de gume retocado.
Chelense	Quente e húmido	Lehm superior. Aluviões de cotas altas. Preenchimento dos vales.	Plantas da bacia mediterrânica do vale do Sena e de Cannstadt.	Homem, raça de Neanderthal e de Naulette. Aparecimento dos cervídeos. Hipopótamo. *Rhinoceros merckii*, forma pliocénica. *Elephas antiquus.*	Ausência de utensílios em osso. Um só utensílio em pedra, o instrumento chelense, sempre em rocha local.

Tabela 5.

Periodização da História humana, segundo de Mortillet (1897).

TEMPS		ÂGES	PERIODES	ÉPOQUES
Quaternaires actuels	Historiques Protohistoriques Préhistoriques	du Fer.	Mérovingenne	**Wabenienne.** (Waben, Pas-de-Calais).
			Romaine	**Champdolienne.** (Champdolent, Seine-et-Oise)
				Lugdunienne. (Lyon, Rhône)
			Galatienne	**Beuvrayslenne.** (Mont-Beuvray, Nièvre)
				Marnlenne. (Département de la Marne)
				Hallstatlenne. (Hallstatt, Haute-Autriche)
		du Bronze	Tsiganienne	**Larnaudienne.** (Larnaud, Jura)
				Morglenne. (Morges, canton de Vaud, Suisse)
		de la Pierre	Néolithique	**Robenhauslenne.** (Robenhausen, Zurich)
				Campignyenne. (Campigny, Seine-Inférieure)
				Tardenoislenne. (Fère-en-Tardenois, Aisne)
Quaternaires anciens			Paléolithique	**Tourassienne.** (La Tourasse, Haute-Garinne.) Ancien Hiatus.
				Magdaléniennе. (La Madeleine, Dordogne)
				Solutréenne. (Solutré, Saoône-et-Loire)
				Moustérienne. (Le Moustier, Dordogne)
				Acheuléenne. (Saint-Acheul, Somme)
				Chelléenne. (Chelles, Seine-et-Marne)
			Éolithique	**Puycournienne.** (Puy-Courny, Cantal)
Tertiaires				**Thnayslenne.** (Thenay, Loir-et-Cher)

Recapitulando a história da arqueologia até cerca de 1900, e em jeito de sumário, podemos verificar que a emergência da arqueologia pré-histórica viu determinados acontecimentos que terão sido fundamentais para o seu desenvolvimento. Sem dúvida que o primeiro foi a refutação do tempo bíblico e a extensão da cronologia do tempo natural ou geológico. Este fenómeno, ou melhor, a alteração deste fenómeno deu-se com uma série de acontecimentos que passaram pelo reconhecimento dos princípios geológicos da sobreposição, da sucessão da fauna e da flora e, mais importante, do uniformitarismo, que no seu todo necessariamente incluem os conceitos de extinção de espécies e de fóssil-director.

O segundo acontecimento importante para a concepção de tempo e das teorias evolucionárias que presidiram à arqueologia pré-histórica do século XIX e depois de todo o século XX foi o trabalho de Charles Darwin sobre a evolução das espécies, que se baseia em todo um conjunto de conhecimentos que nos chega desde o século XVII, com naturalistas como Buffon, Lamarck e Cuvier.

O terceiro momento deu-se com o trabalho de Christian Jurgensen Thomsen na preparação da exposição de antiguidades nacionais do Museu Nacional Dinamarquês. O aspecto principal do seu trabalho foi a concepção do método de datação relativa com base na tipologia e seriação arqueológicas, inteiramente desenvolvido para resolver o problema arqueológico que tinha então em mãos. Consequentemente, e ao contrário do que tradicionalmente se pensava, a arqueologia nasce com um método próprio e não com métodos provindos de outras ciências.

O último acontecimento que marcou a consolidação da arqueologia pré-histórica foi o desenvolvimento dos estudos sobre o Paleolítico, que recorreu quer à geologia, quer à paleontologia, ciências que então estavam na "crista da onda" do mundo científico. Esse trabalho, com base nas descobertas de sítios paleolíticos, principalmente no Sudoeste francês, fez com que a antiguidade do homem ficasse definitivamente provada, através de achados arqueológicos e de fósseis humanos. Claro que este processo deu lugar a todo um conjunto de periodizações, que são ainda usadas no presente. O mesmo processo deu lugar à primeira perspectiva crítica dos dados recolhidos, criando um espaço para aquilo que seria metodológica e teoricamente um dos maiores progressos da arqueologia do mundo contemporâneo – os estudos tafonómicos e dos processos de formação do sítio arqueológico.

2

Desenvolvimento e Consolidação da Metodologia e Teoria Arqueológicas

A consolidação da arqueologia deu-se já no século XX. Esta fase da história da arqueologia é bastante mais complexa do que a anterior, notando-se nos autores que a abordaram uma confusão entre a arqueologia, como ciência, e o seu objecto de estudo, seja ele pré-histórico ou histórico. De facto, a maioria das "histórias da arqueologia" é na verdade uma mistura da história da Pré-História ou das grandes descobertas das civilizações circum-mediterrânicas, ou outras, e dos acontecimentos e desenvolvimentos dos aspectos metodológicos e teóricos da arqueologia.

Enquanto que durante o século XIX a maior parte de uns e outros factos, era o motor de evolução ou transformação da arqueologia como ciência, quando se inicia o século XX a separação entre os dados pré-históricos (ou históricos) e os métodos pelos quais eles são obtidos e a estrutura teórica que os permite pensar é cada vez maior, afastando-se cada vez mais rapidamente quanto mais nos aproximamos da passagem do milénio. Deste modo, a forma de pensar e exercer a arqueologia, seja ela pré-histórica ou outra, é cada vez mais sustentada por um grupo específico de estruturas teóricas que são independentes do objectivo que estudam.

Devido a este contexto científico, a história da arqueologia pré-histórica pode ser dividida em duas fases principais e que correspondem às duas secções deste capítulo. Estas duas secções tratam, respectivamente, a fase histórico-classificatória e a fase explicativa. A primeira inicia-se com a passagem para o século XX, e termina por volta dos anos 60. É a fase que Trigger (1989) descreve nos capítulos quatro a oito de *A History of Archaeological Thought* e a que Willey e Sabloff (1980), também sob a égide de "Arqueologia Histórico-Classificatória", divide pelos capítulos quatro e cinco. Renfrew e Bahn (1991), no capítulo do seu manual referente à História da Arqueologia, designam este momento como uma fase de

classificação e consolidação, enquanto que Fagan a inclui no capítulo que trata o início da arqueologia, com uma cronologia que começa no século VI a.C. e termina em 1950. Glyn Daniel (1976), por sua vez, tem um grupo de capítulos que estão mais ligados ao estudo da Pré-História e das várias civilizações pré-clássicas do que propriamente ao da arqueologia. A excepção é o capítulo nove, dedicado ao desenvolvimento de técnicas e metodologias. Na sua obra *A Short History of Archaeology*, Daniel dedica também um capítulo ao período de 1914 a 1939, tratando principalmente os aspectos das grandes civilizações.

A fase explicativa da história da arqueologia aborda os desenvolvimentos teórico-metodológicos sucedidos depois de 1960, e que correspondem, *grosso modo*, à arqueologia contemporânea, incluindo o advento da New Archaeology com a sua perspectiva processo-funcional, a resposta da Arqueologia Contextual e de outras perspectivas pós-processuais e os últimos desenvolvimentos da Arqueologia Cognitiva-Processual, tal como Renfrew e Bahn a definem (1991:431-432). A este tempo do desenvolvimento, Willey e Sabloff (1980) chamam o "Período Moderno" da arqueologia norte-americana, enquanto que Trigger (1989) prefere destacar as várias perspectivas: o neo-evolucionismo, a explicação da diversidade e o contexto social em arqueologia, independentemente da sua cronologia. Fagan (1994), ao contrário, enveredou por uma perspectiva cronológica, a partir de 1950, tratando então aspectos semelhantes aos de Trigger.

Daniel apenas aborda este período de forma concisa, uma vez que a sua obra é escrita essencialmente no início do período em questão. É interessante, no entanto, notar-se aqui uma das observações de Daniel sobre a "Nova Arqueologia":

> "Este novo movimento nos EUA resulta, claro, do registo arqueológico pré-colombiano muito pobre: para o aluno de história geral, nada aconteceu de interesse durante séculos – nem um Stonehenge, nem um templo de Malta. Arqueólogos americanos, marcados pelo registo arqueológico incipiente, refugiaram-se na teoria e metodologia e gastam o seu tempo a falar sobre a explicação do 'processo cultural' e sobre a construção de 'leis da dinâmica cultural'. Há muito que relevar neste movimento americano de 1960, que parece nascer da obra de Taylor, *A Study of Archaeology*, um livro a que no capítulo anterior foi reconhecida tal importância: a aplicação de estatística, arqueologia ambiental, padrões geográficos. Este novo movimento dos anos sessenta deve ser absorvido pelo trabalho e pensamento normais: até ao presente momento está, especialmente para não americanos, endemoninhado pelo jargão e por pessoas que, pelos vistos, são incapazes de falar ou escrever em inglês claro, e que usam frases como 'paradigma de sistemas lógico-dedutivos--evolucionários'." (Daniel, 1976:371-372).

Como é evidente, Daniel tem absoluta razão em relação à forma, mas a "Nova Arqueologia" e o espaço teórico-metodológico a que deu lugar são o presente e o futuro da arqueologia, marcados principalmente pela capacidade crítica de análise, quer da estrutura teórica, quer metodológica, quer ainda dos dados que o registo arqueológico nos revela. É, talvez, esta a herança principal da "Nova Arqueologia" e que é, sem dúvida, o aspecto mais importante da arqueologia moderna, pois induz a evolução, desenvolvimento e transformação de novas metodologias e teorias no seio arqueológico. Note-se que este aspecto fundamental da moderna arqueologia nos aparece já na questão do "Homem Terciário", a deixar adivinhar, ainda de forma tímida, o progresso do final do século XX.

2.1. A fase histórico-classificatória da arqueologia

Enquanto que na fase anterior a arqueologia pré-histórica estava claramente dominada pela acção no território francês, o início do século XX assiste a uma alteração geográfica no cenário central dos acontecimentos. O mundo anglo-saxão e norte-americano passa a ser o rastilho que acciona os acontecimentos principais da história da arqueologia pré-histórica.

Três aspectos principais parecem marcar a transição do século XIX para o XX. Neste período da história da arqueologia vê-se o desenvolvimento de aspectos teóricos que se prendem com as questões da origem das transformações culturais, isto é, será que a diversidade cultural existente tem como causa a difusão, ou somente a evolução unilinear que se vê nos trabalhos de Lartet e Mortillet e que resultam parcialmente da nova perspectiva da biologia evolucionária de Darwin? Esta é, juntamente com o problema da definição de cultura, a grande preocupação deste período, sendo tratada por nomes tão importantes da história da arqueologia como Gustav Oscar Montelius (1843-1921), Vere Gordon Childe (1892-1957), Sir John Grahame Douglas Clark (1907-1995) e Julian Haynes Steward (1902-1972).

O segundo aspecto importante desta fase é a questão do desenvolvimento de metodologias, principalmente referentes a problemas de escavação e datação dos vestígios. Neste campo, os principais intervenientes são o general Pitt-Rivers (1827-1900), William Mathew Flinders Petrie (1853-1942), Sir Robert Eric Mortimer Wheeler (1890-1976), Alfred Louis Kroeber (1876-1960), Alfred Vincent Kidder (1885-1963), Andrew Ellicott Douglass (1867-1962) e Willard Frank Libby (1908-1980).

Finalmente, o último aspecto deste período parece ter sido o grande desenvolvimento profissional da arqueologia pré-histórica, bem como a consolidação do sistema académico na maioria das grandes universidades. As universidades de Cambridge e Oxford parecem ter tido um papel rele-

vante neste processo. Não só foram das universidades com maior peso no desenvolvimento de ciências naturais, das quais se destaca a biologia e a figura de Darwin, mas também aquelas que desde muito cedo viram o florescimento da arqueologia no seu seio. De facto, essas duas instituições académicas formaram várias gerações de arqueólogos, que se tornaram profissionais em vários lugares espalhados pelo mundo. Um dos melhores exemplos desse processo é o de Louis Seymour Bazettt Leakey (1903-1972), que tendo feito a sua formação académica em Cambridge, em 1924 organizou a primeira "Expedição da Universidade de Cambridge à África Oriental" no Quénia. Tendo passado por várias universidades de renome internacional, Leakey foi também o conservador do Coryndon Memorial Museum de Nairobi de 1945 a 1961.

Mas não foi só África que sentiu a influência da Universidade de Cambridge. Os estudos de Pré-História da Austrália sentiram directamente o impacto de Cambridge. Segundo Trigger (1989:143), a investigação da Pré-História australiana deve-se a um grupo de arqueólogos que Sir John Douglas Grahame Clark (1907-1995), professor na Universidade de Cambridge, influenciou na escolha geográfica das respectivas investigações. Desse grupo de profissionais deve-se distinguir John Mulvaney, o primeiro a ter um lugar de professor de Arqueologia na Universidade de Melbourne. Também alguns dos primeiros trabalhos na Nova Zelândia foram feitos por investigadores cuja formação académica teve lugar em Cambridge. É o caso de Henri Skinner, que estudou os sítios dos caçadores Moa, na Ilha do Sul (Trigger, 1989:139).

A Universidade de Oxford teve um impacto diferente da de Cambridge. De facto, quer alunos, quer professores, ocuparam-se mais da Pré-História circum-mediterrânica. Um dos nomes principais é o de Sir Arthur John Evans (1851-1941), conservador do Ashmolean Museum da Universidade de Oxford entre 1884 e 1908 e professor de Arqueologia Pré-História a partir de 1909, tendo sido um dos professores de Gordon Childe.

Os EUA, na passagem do século XIX para o XX, vêem o desenvolvimento do profissionalismo na área da Arqueologia. Abrem lugares de pré-historiadores nas instituições principais, como museus e universidades das cidades principais do país. O caso de maior relevância é o da posição ocupada por Frederic Ward Putnam (1839-1945), inicialmente como conservador do Peabody Museum, na Universidade de Harvard, e que depois ocupou a cátedra fundada por Peabody nessa universidade, com a designação Peabody Professor of American Archaeology and Ethnology, entre 1887 e 1909 (Willey e Sabloff, 1980:49; Trigger, 1989:127). O primeiro doutoramento em Arqueologia Pré-Histórica foi obtido em Harvard em 1894 (Hinsley, 1985:72 in Trigger, 1989:128) e é esta universidade que confere o grau de doutor em 1923 a Li Ji, o primeiro chinês a coordenar os trabalhos

de Zhoukoudian. Note-se que, ao contrário do que acontecia na Europa, a disciplina de Pré-História era leccionada nos departamentos de Antropologia e as colecções museológicas pré-históricas nativas dos EUA eram guardadas e exibidas nos museus de História Natural, em vez de nos museus de História ou Arqueologia – estes estavam reservados para os materiais provindos do Velho Mundo.

Também em Portugal podemos ver a mesma situação a decorrer, com a abertura em 1893 do Museu Etnográfico Português, dirigido pelo Doutor José Leite de Vasconcelos e com o início da publicação de *O Arqueólogo Português* dois anos depois. O processo de aceitação da Arqueologia no mundo académico rapidamente se desenvolveu, de forma que a Pré-História passou aos currículos universitários com a ajuda da investigação dos elementos dos Serviços Geológicos de Portugal e do seu próprio Museu, que na primeira metade do século XX viu ilustres pré-historiadores como Henri Breuil, Georges Zbyszewski, Manuel Heleno e Abel Viana a trabalhar no terreno e a publicar a base do conhecimento da Pré-História portuguesa (veja-se o estudo de 2002 de João Cardoso sobre esta matéria).

No final do século XIX, a perspectiva da Pré-História era, na sua essência, evolucionária, como aliás se pode ver através das sequências para o Paleolítico concebidas por de Mortillet. Esta perspectiva era consubstanciada pela teoria de antropólogos como Sir Edward Burnett Tylor (1832-1917) e de Lewis Henry Morgan (1818-1881) em *Ancient Society, or Researches in the Lines of Human Progress from Savagery through Barbarism to Civilization* (1877). Nessa obra, Morgan, seguindo a ideia de Tylor, apresenta uma evolução cultural e tecnológica de tipo universal, com base no desenvolvimento económico, em que se vê uma evolução em sete estádios:

- *Lower Savagery*, do aparecimento do homem à descoberta do fogo;
- *Middle Savagery*, da descoberta do fogo à descoberta do arco e da flecha;
- *Upper Savagery*, do arco e flecha à descoberta da cerâmica;
- *Lower Barbarism*, da cerâmica à domesticação de animais;
- *Middle Barbarism*, da domesticação de animais à fundição do ferro;
- *Upper Barbarism*, da fundição do ferro à invenção do alfabeto fonético;
- *Civilization*, a partir da escrita.

De facto, esta perspectiva era essencialmente uma perspectiva de evolução unilinear, que influenciou Friedrich Engels e Karl Marx, mas que não apresentava soluções comparativas e que truncava a possibilidade de com-

preensão da diversidade pré-histórica, limitação que pode ser vista na exportação da sequência paleolítica europeia para outros sítios do mundo, nomeadamente África, com Miles Burkitt (1890-1971) ou Louis Leakey. A perspectiva unilinear da cultura fazia com que os povos actuais, organizados do mais simples para o mais complexo, repetissem a evolução pré-histórica e, consequentemente, negassem a importância de dados arqueológicos novos. O grande valor da arqueologia era poder provar que essa evolução tinha, de facto, ocorrido de modo variável em diferentes pontos do mundo, mas que os dados etnográficos permitiriam de forma mais fácil e geral a compreensão de como os povos pré-históricos tinham vivido (Trigger, 1989:146). Dos artefactos arqueológicos apenas os diagnósticos ou "fósseis-directores" eram usados com a função de indicar qual o nível de complexidade de determinada cultura – a partir daí, os dados etnográficos resultantes de uma cultura moderna com o mesmo nível de desenvolvimento dariam a informação de como essa cultura funcionaria. Não havia, portanto, a concepção de que os artefactos caracterizavam determinada cultura material de um grupo humano, sendo usados somente como marcadores cronológicos para uma época ou período. Deste modo, não se tinha ainda a percepção de que vários grupos humanos caracterizados por indústrias artefactuais diferentes e com níveis tecnológicos diferentes pudessem coexistir numa mesma área geográfica – não era assim aceitável que, por exemplo, grupos Moustierenses pudessem coexistir numa área com grupos Aurignacense, ou que grupos mesolíticos estivessem em contacto com grupos neolíticos.

O contexto teórico resultante da metodologia acima descrita, e do desenvolvimento dos nacionalismos do Norte da Europa do final do século XIX, leva Oscar Montelius a interessar-se pelos períodos mais recentes da Pré-História, incluindo o Neolítico, e também pelas Idades do Bronze e do Ferro. O seu interesse deve-se a, entre outros aspectos, uma nova percepção da diversidade geográfica e cultural dos períodos pré-históricos, quer na Europa quer fora dela. E este interesse, seguindo algumas das perspectivas anteriores dos nórdicos Thomsen e Worsaae, começa a substituir a preocupação da evolução unilinear com uma perspectiva histórica no estudo da Pré-História. Montelius preocupou-se com a grande variabilidade dos achados europeus, pelo que, todos os anos, viajava pela Europa para conhecer as co-

Figura 8. Oscar Montelius retratato num selo sueco.

lecções arqueológicas e os sítios mais importantes. Deste modo, Montelius tornou-se um dos primeiros arqueólogos a trabalharem à escala continental (Trigger, 1989:157), e sendo também um anti-evolucionista convicto considerava que a maior parte dos desenvolvimentos tecnológicos e culturais teriam tido lugar no Próximo Oriente sendo depois trazidos para a Europa (Daniel, 1981:114). A deslocação de informação ter-se-ia feito através de difusão e migração, atravessando os Balcãs e a Península Itálica. A tese difusionista de Montelius, que situa a origem da civilização europeia no Próximo Oriente, tirava claramente poder e importância aos países dominantes na altura, a Inglaterra, a França e a Alemanha, dando coesão e força aos nacionalismos emergentes dos países nórdicos.

Em 1880, Montelius pegou no sistema de Thomsen, desenvolveu-o e deu-lhe uma maior complexidade, dividindo o Neolítico em quatro fases, sem nome e apenas designadas pelo seu número, a Idade do Bronze em seis períodos e a Idade do Ferro em dez. Este novo sistema classificatório resultou de uma nova metodologia, com base no trabalho de seriação de Thomsen, e que consistia num método tipológico de correlação regional, que tinha também objectivos cronológicos. Durante as suas viagens, Montelius verificou que existiam variações na forma e decoração de várias classes de artefactos.

O seu trabalho foi levado a cabo examinando materiais provenientes de estruturas fechadas e seladas, como, por exemplo, sepulturas, de forma a estabelecer quais os artefactos que apareciam em associação e quais aqueles que nunca apareciam juntos. O resultado do seu estudo mostrou que existiam agrupamentos de artefactos que correspondiam a períodos de tempo relativamente curtos e que representavam subdivisões dos grandes blocos cronológicos denominados Idades por Thomsen. Esses agrupamentos podiam depois ser seriados, isto é, reorganizados cronologicamente com base em características semelhantes, resultando nas sequências acima referidas. Segundo Trigger (1989:158), Montelius acreditava que a sua sequência cultural europeia derivara directamente dos indícios materiais arqueológicos.

As sequências acima referidas, ainda que marcadas por um grau importante de evolucionismo, tinham em consideração a perspectiva difusionista da cultura, bem como a capacidade de descoberta, a inovação e subsequente contacto e difusão do centro para as zonas periféricas. Esta ideia implicava que nem todas as áreas da Europa se tivessem desenvolvido simultaneamente, tendo Montelius usado a cultura material de cada área para definir quais os artefactos que foram copiados ou trocados de uma região mais desenvolvida para outra mais primitiva, traçando assim o mapa geográfico do desenvolvimento civilizacional da Europa e do mundo mediterrânico.

Gordon Childe, segundo Glyn Daniel (1981:162) e Trigger (1989:168), foi o elemento que causou uma das transformações mais importantes do pensamento arqueológico do século XX, através do seu *The Dawn of European Civilization* em 1925. Esta transformação deu-se com a utilização do conceito de cultura arqueológica como uma das ferramentas metodológicas correntes de todos os arqueólogos europeus da Pré-História. Childe, de naturalidade australiana, estudou em Oxford com Sir Arthur Evans e John Myres. Tal como Montelius, Childe viajou por toda a Europa, recolhendo informação sobre a Pré-História local e visitando todos os museus arqueológicos.

Enquanto assistente bibliotecário no Royal Anthropological Institute of London, Childe publica *The Dawn of European Civilization* e quatro anos mais tarde, já como detentor da cátedra Abercrombry de Arqueologia na Universidade de Edimburgo, publica *The Danube in Prehistory*.

A definição de Gordon Childe de cultura arqueológica assentava nas ideias de Gustaf Kossinna (1858-1931) – a cultura reflecte necessariamente a etnicidade, logo, semelhanças e diferenças na cultura material espelham semelhanças e diferenças ao nível étnico. Childe, contudo, afastou-se da linha racista de Kossinna, aliás muito apreciada pelo governo nazi de Hitler, definindo o conceito de cultura em arqueologia como "certos tipos de vestígios – cerâmicas, utensílios, ornamentos, ritos funerários e habitações – que ocorrem sempre juntos" (Childe, 1929:V-VI). A perspectiva do investigador australiano marcava a ideia de que cada cultura tinha uma individualidade diferente do ponto de vista da composição da sua cultura material e que a definição dessas culturas não podia ser feita apenas com base em pressupostos cronológicos, como era o caso das Idades ou Épocas de de Mortillet ou Lartet. Os limites geográficos e cronológicos de cada cultura teriam que ser definidos de forma empírica com base no estudo da cultura material, da estratigrafia e subsequentes seriações. Um aspecto interessante do trabalho de Gordon Childe é a relevância dada ao significado histórico de cada tipo de objecto, que só se conhecia considerando a função que esse objecto tinha na cultura que o produzira. Childe definia uma cultura recorrendo a fósseis-directores. Estes eram, em geral, em número limitado, e como se disse antes, a sua funcionalidade era importante na sua atribuição como fóssil-director. Childe acreditava que alguns elementos, como a cerâmica e os ornamentos, sofriam alterações muito lentas que espelhavam os gostos e estilos locais, reflectindo características étnicas, enquanto que artefactos de carácter marcadamente funcional, como, por exemplo, pontas de projéctil, seriam objectos que facilmente seriam foco de difusão por troca ou por cópia entre grupos. Estes conjuntos de tipos de artefactos seriam, portanto, os ideais para estabelecer o contacto entre culturas e construir sequências culturais (Trigger 1989:171). O conjunto de pressupostos, con-

ceitos e metodologias acima referidos fizeram Childe concluir, tal como Montelius, que a cultura material relacionada com o desenvolvimento civilizacional se tinha difundido através da Europa, provindo do Próximo Oriente.

Childe, ao contrário dos pré-historiadores do século anterior, ia para além dos fósseis-directores. Claro que estes eram o seu recurso para estabelecer os contactos, difusão, troca e migração dos povos e da cultura material, mas Childe estudava também os outros artefactos para compreender o estilo de vida dos povos pré-históricos, tentando definir os aspectos económicos, simbólicos e sociais dessas culturas. Childe, tal como ele próprio referiu (1940:3 in Trigger, 1989:173), estava mais interessado nas pessoas que faziam os artefactos do que nos próprios artefactos, ao contrário dos seus antecessores científicos que olhavam para os artefactos como fósseis. Gordon Childe, transformou a arqueologia pré-histórica evolucionária numa arqueologia histórico-cultural, uma vez que esta poderia estudar, compreender e explicar os aspectos das culturas pré-históricas na sua diversidade temporal e geográfica.

Tal como Childe, Grahame Clark tinha também uma visão essencialmente funcionalista da arqueologia. Clark estudou na Universidade de Cambridge, onde acabou por ser professor a partir de 1935. A sua perspectiva funcionalista nasce com a influência da arqueologia nórdica e da sua perspectiva ecológica e ambiental, nomeadamente no que concerne aos estudos do Maglemosense, aspecto que interessava sobremaneira a Clark (1932), que fez o seu doutoramento e a maior parte da investigação da sua carreira no Mesolítico das Ilhas Britânicas. O segundo aspecto que influenciou a perspectiva funcionalista de Clark foi o seu conhecimento e interesse pelas teorias funcionalistas dos antropólogos sociais Bronislaw Kasper Malinowski (1884-1942) e Alfred Reginald Raddcliffe-Brown (1881-1955), respectivamente das Universidades de Londres e de Cambridge, lugar onde poderá ter havido contacto directo entre Clark e os dois antropólogos.

Segundo Daniel (1981:202), o trabalho de Grahame Clark foi "um esforço pioneiro, afastando de vez a Pré-História do velho paradigma das Três Idades/Quatro Idades/Cinco Idades em direcção ao estudo da vida e economia do homem pré-histórico". De facto, Clark considerava a arqueologia o estudo de como o homem vivia no passado. Para isso era necessário reconstruir os sistemas económicos, sociais, políticos e simbólico-religiosos para se compreender como estes vários elementos da cultura se relacionavam entre si. Como tal, Clark via a cultura como um sistema de adaptação, cuja função era garantir a estabilidade e sobrevivência da sociedade, não esquecendo que todos os sistemas que a compunham estavam em contacto com a ecologia do grupo, e que, portanto, esse meio ambiental criava limites naturais para o desenvolvimento do sistema cultural do grupo humano. Este

conceito de ecossistema em equilíbrio foi apresentado em 1952 na sua obra *Prehistoric Europe: The economic basis*, com base no modelo do botânico A.G. Tansley (1871-1955).

O autor britânico salientou também, de forma clara, que existem aspectos determinantes no estudo arqueológico, como o meio em que os sítios arqueológicos são formados e encontrados. Aspectos relacionados com as matérias-primas usadas pelos nossos antepassados pré-históricos são também elementos determinantes no estudo das economias pré-históricas, pois possibilitam uma melhor compreensão desse sistema do que de sistemas sociais ou religiosos, uma vez que a informação que se relaciona directamente com eles não se preserva facilmente. Clark afirmava que se devia recorrer à analogia etnográfica, mas, ao contrário dos evolucionistas do final do século anterior, essa analogia devia ser feita apenas ao nível do artefacto e não ao nível da cultura com a finalidade de definir o estádio de desenvolvimento tecnológico ou cultural do grupo.

Clark foi um dos elementos mais dinâmicos e influenciadores de uma nova perspectiva na arqueologia pré-histórica em Inglaterra. Esta nova perspectiva de tipo funcionalista, que analisava principalmente o sistema económico num contexto ecológico interactivo, trouxe para o seio da equipa arqueológica um conjunto de especialistas que, até aí, raramente eram consultados. Neste novo contexto científico da arqueologia pré-histórica que, entre outras especialidades, envolve arqueozoologia e paleobotânica, surge uma nova escola de paleoeconomia que estuda os aspectos económicos de disponibilidade e sazonalidade dos recursos naturais e a utilização desses mesmos recursos pelos grupos humanos.

No outro lado do Atlântico, Julian Steward, cuja área específica era a antropologia social, teve um impacto importante no mundo da investigação arqueológica da América do Norte. Steward estava essencialmente interessado em explicar a questão das mudanças culturais. Steward e Frank Setzler publicaram um artigo (1938) em que concluíam que o arqueólogo, tal como o antropólogo, devia concentrar-se na essência das transformações culturais, mencionando pela primeira vez a ideia de uma ecologia cultural, ou uma análise ecológica do comportamento humano. A perspectiva de Steward neste campo indicava que aspectos específicos do meio ambiente influenciam elementos primordiais ou nucleares da cultura e que, na sua opinião, eram elementos tecnológicos (Steward, 1949, 1955 e 1966), advogando, essencialmente, que ambientes diferentes teriam impactos diferentes no sistema tecnológico e que estes por sua vez condicionariam outros aspectos da cultura humana. Esta é, sem dúvida, uma perspectiva determinística da adaptação da cultura humana, mas que marca uma outra transformação teórica no seio da arqueologia pré-histórica – a de que a evolução humana é multilinear e não unilinear como se pensava anteriormente.

Segundo Steward, a investigação da evolução multilinear da cultura humana deveria ser levada a cabo através da comparação de várias sequências culturais contextualizadas no seu meio ambiente, de forma a se reconhecerem os padrões de desenvolvimento da evolução humana. Este tipo de estudo, no entanto, teria que levar os arqueólogos a concentrar a sua investigação na subsistência, na economia, na demografia e nos padrões de povoamento, deixando para segundo plano as questões relacionadas com as características estilísticas dos artefactos. Steward enfatizou três aspectos principais no seu estudo da ecologia cultural: o primeiro defende que adaptações semelhantes podem aparecer em culturas diferentes, desde que o meio ambiente seja semelhante; o segundo aspecto advoga que nenhuma adaptação cultural se manteve sem alterações durante muito tempo; e, finalmente, sustenta que transformações culturais numa dada área geográfica durante um período de desenvolvimento podem resultar ou em maior complexidade social ou em novos padrões culturais (Fagan, 1994:48).

Uma das consequências dos trabalhos de Steward, tal como de Grahame Clark, foi o interesse crescente por equipas multidisciplinares que se debruçavam sobre os aspectos gerais das problemáticas da economia, subsistência e povoamento, desenvolvendo os chamados estudos de *Settlement Pattern* – "padrões de povoamento". Alguns dos exemplos mais importantes foram os trabalhos de Gordon Willey no Peru com o chamado Virú Valley Program in Northern Peru (Willey, 1946 e 1953a), de Robert Braidwood no Iraque com o Iraq Jarmo Project (1974) e de Richard MacNeish no México com o Tehuacan Archaeological-Botanical Project (1964 e 1967).

No campo do desenvolvimento de metodologias, há duas áreas que parecem ser mais importantes: a **cronologia** e a **escavação**. No que respeita à primeira, nos trabalhos que efectuou no Egipto a partir de 1880, Petrie elaborou plantas das estruturas escavadas, procedendo raras vezes ao desenho de cortes estratigráficos. No seu entender, a existência de cortes não era de grande importância já que os sítios escavados correspondiam a ocupações de pequena duração (Trigger, 1989:197). Para além do seu interesse em registar informação detalhada sobre a escavação, Petrie desenvolveu também um sistema de seriação cronológica, baseando-se em sequências de tipologia de cerâmica pré-histórica, distanciando-se dos sistemas das subdivisões do Sistema das Três Épocas.

Quando começou o trabalho no Egipto, Petrie não tinha qualquer treino específico, pelo que decidiu implementar um sistema próprio de investigação. O seu sistema baseava-se em quatro princípios fundamentais:

- cuidado com os monumentos em escavação e respeito pelos futuros investigadores e visitantes dos sítios arqueológicos;

- descrição cuidadosa e meticulosa da escavação e de tudo o que lá foi encontrado;
- trabalho detalhado e minucioso dos planos e mapas dos monumentos e escavações;
- publicação completa de todos os resultados logo que possível.

Esta preocupação do detalhe e da minúcia foi depois ainda mais desenvolvida pelo general Augustus Lane Fox Pitt-Rivers. Pitt-Rivers era um evolucionista, o que se reflecte no seu trabalho de seriação e tipologia, metodologias que ele próprio desenvolveu em pormenor, ainda antes de se dedicar à arqueologia. O seu primeiro interesse no âmbito da cultura material foi o da história de mosquetes e armas de fogo. Pitt-Rivers criou uma metodologia para perceber e estudar como essas armas evoluíram. O trabalho foi feito através da organização dos objectos por tipologias com base na complexidade das armas em questão. Deste modo, este investigador construiu uma sequência evolucionária do desenvolvimento da tecnologia de armas de fogo, baseando a sua ideia no conhecimento que tinha das perspectivas darwinianas da evolução biológica.

Transportando a essência da evolução darwiniana para o seu trabalho, Pitt-Rivers via os objectos transformarem-se ao longo do tempo, de formas mais simples para formas mais complexas, à semelhança das adaptações das espécies biológicas, de forma que os artefactos podiam ser ordenados em séries tipológicas que representassem cada um dos estádios de evolução. Note-se que o seu trabalho é semelhante ao de Thomsen, Worsaae e Montelius, mas teve a sua origem no interesse e no estudo que Pitt-Rivers desenvolveu no caso das armas de fogo.

O trabalho de Pitt-Rivers com materiais pré-históricos terá sido genial, porque, ao contrário do que era habitual no seu tempo, este autor organizou grandes colecções de forma taxonómica, que acabaram por encontrar guarida no museu da Universidade de Oxford (Daniel, 1976:170), minorando a importância de aspectos cronológicos e geográficos. A metodologia de Pitt-Rivers fortaleceu o impacto que a analogia etnológica tinha no seio da arqueologia pré-histórica, dando uma maior importância à funcionalidade dos artefactos. Neste contexto, Pitt-Rivers não reconhecia o valor dos artefactos pela sua qualidade artística, mas sim pelo valor informativo que o conjunto de todos os artefactos de um sítio arqueológico podia trazer.

Talvez devido à convicção sobre o valor informativo do conjunto artefactual, Pitt-Rivers deu enorme atenção à metodologia de escavação, tendo sido o primeiro arqueólogo, em 1878, a registar a presença e forma de buracos de poste. Após o seu trabalho, rapidamente foi reconhecido o valor do registo de estruturas de madeira desaparecidas ou em decomposição

(Trigger, 1989:203). O interesse de Pitt-Rivers centrou-se em determinados sítios arqueológicos, e o seu trabalho de escavação nesses locais foi exaustivo e minucioso. O trabalho de escavação decorreu com o recurso a abertura de valas de sondagem longas e perpendiculares entre si, de forma a melhor registar toda a estratigrafia do sítio arqueológico. Pitt-Rivers escavava a totalidade do sítio arqueológico e, segundo Daniel (1981:140), registava a localização de todas as peças encontradas, recorrendo a plantas e cortes das zonas escavadas. Tal como Petrie, o resultado dos seus trabalhos, que começaram em 1880, foram publicados em detalhe e na sua totalidade entre 1887 e 1898.

Sir Mortimer Wheeler, como Pitt-Rivers, tinha uma formação militar e daí, nas palavras de Renfrew e Bahn (1991:30), a precisão militar que conferiu aos seus trabalhos de escavação. Foi Sir Mortimer Wheeler que, através da formação de vários arqueólogos, tornou os métodos usados por Pitt-Rivers e outros desenvolvidos por si próprio como o padrão de trabalho da arqueologia do mundo ocidental, tanto por europeus, como por norte-americanos, tendo sido ele o fundador do Instituto de Arqueologia da Universidade de Londres. O impacto do trabalho de Wheeler foi grande, principalmente em Inglaterra e na Índia, onde trabalhou como Director de Antiguidades de 1943 a 1947. Do ponto de vista metodológico, o trabalho deste pré-historiador teve como maior expressão a invenção da metodologia do controlo horizontal da escavação através da quadrícula e, seguindo Pitt-Rivers, o desenvolvimento da localização tridimensional dos artefactos encontrados em escavação.

Figura 9. Retrato de Sir Mortimer Wheeler.

Nos Estados Unidos da América, o tipo de metodologia desenvolvida por Sir Mortimer Wheeler começa a ser utilizado bastante mais tarde em arqueologia pré-histórica, porque até então poucos eram os sítios escavados com longas estratigrafias (Willey e Sabloff, 1993:123). Durante o seu trabalho de levantamento etnográfico no Sudoeste dos EUA, com os índios Zuñi, Kroeber encontrou um conjunto de sítios arqueológicos com muitas cerâmicas decoradas. O estudo destas cerâmicas levou Kroeber (1916) a desenvolver um método de seriação, com base na tipologia, dando como exemplo a moda parisiense de 1844 a 1919 (Kroeber, 1919), que era semelhante ao método desenvolvido na Europa. Contudo, enquanto que a seriação de Petrie e Montelius, tal como antes a de Thomsen, eram seriações contextuais, isto é, com base na presença-ausência de certos tipos, a seriação de Kroeber baseava-se na chamada seriação por frequência. Este modelo de seriação tem por base a frequência relativa de cada tipo, não se fundamentando apenas na mera presença/ausência desses tipos de cerâmica. A escolha da cerâmica, aliás partilhada por Petrie, deve-se ao facto de os caracteres estilísticos na cerâmica serem melhores indicadores de mudança do que qualquer outro tipo de artefacto na Pré-História. Segundo Willey e Sabloff (1993:109), Kroeber teria algum conhecimento do trabalho de seriação de Petrie, através do seu colega e ex-professor Franz Boas, conhecido como o "pai da antropologia nos EUA", de origem alemã e que estaria inteirado dos métodos desenvolvidos pelos arqueólogos nórdicos da época.

O trabalho de Kroeber influenciou várias gerações de arqueólogos nos EUA, principalmente através da divulgação do seu método, em 1917, por Leslie Spier, arqueólogo que também trabalhava na região dos Zuñi (Trigger, 1989: 200; Willey e Sabloff, 1993:111), e depois por James Ford, no Vale do Mississipi, a partir de 1930 (Trigger, 1989: 202; Willey e Sabloff, 1993:114).

Nesta fase da arqueologia americana, foi Alfred Kidder o investigador mais importante do ponto de vista de desenvolvimento de novas metodologias. Kidder, aluno da Universidade de Harvard, desenvolveu trabalho no Sudoeste americano no sítio arqueológico "Pueblo de Pecos" e no México, na civilização maia.

Kidder teve na sua formação académica influências importantes, tais como Alfred Tozzer (1877-1954) arqueólogo maianista, que dá o nome à Biblioteca de Arqueologia e Antropologia da Universidade de Harvard (esta é talvez a maior biblioteca de arqueologia do mundo), e de George Reisner (1875-1964), egiptólogo, especialista em métodos de campo e tido como o melhor escavador do início do século XX (Trigger, 1989:188).

A investigação de Kidder no Sudoeste americano teve lugar entre 1915 e 1929, período durante o qual desenvolveu o trabalho de escavação arqueológica com base em metodologia estratigráfica de grande escala que resul-

tou na publicação de *An Introduction to the Study of Southwestern Archaeology* (1924). Na sequência desta obra, Kidder puolica em 1931 *The Pottery of Pecos*, em que desenvolve o problema da seriação cronológica da cerâmica da região. A escavação dos vários sítios arqueológicos é descrita minuciosamente por Kidder. A estratigrafia foi analisada em pormenor, tendo sido a escavação realizada com o recurso à estratigrafia natural e, por vezes, à sua subdivisão artificial. A localização dos artefactos, principalmente das cerâmicas, era registada quanto ao seu posicionamento estratigráfico, tendo havido um cuidado especial na análise de zonas e sinais de remeximentos e alterações da estratigrafia original.

Figura 10. Alfred Kidder (à esquerda) com Emil Haury em Point Pines, Arizona durante a escola de campo da Universidade do Arizona (1947).
Fotografia de E. B. Sayles.

Com base nesta metodologia de escavação, Kidder construiu depois a seriação das cerâmicas, utilizando o método de Kroeber, com percentagens por tipos de cerâmica e por nível ou estrato arqueológico para cada unidade horizontal de escavação. A comparação entre todas as unidades de escavação permitiu a Kidder reconstruir a seriação local que foi depois a base para a sua periodização regional, e que, na sua estrutura principal, funciona ainda hoje como a divisão para a região do Sudoeste americano com três raízes étnicas e linguísticas conhecidas como *Basketmaker* (agora *Anasazi*), *Hohokam* e *Caddoan* (agora *Mogollon*).

Talvez o mais importante dos trabalhos de Kidder tenha sido a percepção privilegiada e visionária do que deve ser um trabalho de investigação arqueológica. Em 1931, Kidder diz que o método estratigráfico deve ser integrado num estratégia regional de integração crono-cultural, cuja aplicação deveria passar por cinco passos (Kidder, 1931:6-7):

- prospecção preliminar dos vestígios na região objecto do projecto de investigação;
- selecção dos critérios para estabelecer a ordem cronológica dos vestígios encontrados;
- estudo comparativo das características dos artefactos para organizar cronologicamente os sítios arqueológicos;

- localização e escavação de sítios arqueológicos cujas estratigrafias possam ser correlacionadas, para verificação da cronologia estabelecida no ponto anterior e, simultaneamente, obter uma colecção grande de artefactos que seja significativa e possa ser estudada posteriormente;
- nova prospecção e subsequente reorganização cronológica dos sítios com base na informação já existente, recorrendo, se necessário, a escavações, sondagens e datação de novos sítios com o intuito de resolver questões pendentes que tenham surgido durante a investigação de carácter regional.

Esta perspicácia e antevisão das questões científicas fizeram também com que Kidder utilizasse as fotografias aéreas da região de Pecos feitas pelo famoso aviador Charles Lindbergh (1902-1974). Sobre os registos fotográficos, Kidder afirmou: "Algumas das fotografias tiradas pelo coronel Lindbergh e sua esposa mostram claramente a relação que existia em tempos antigos entre fontes de água disponíveis, terra própria para agricultura e sítios de *habitat* facilmente defensáveis." (in Daniel, 1981:177). Foi o sentido visionário e a grande qualidade e dimensão do trabalho de Alfred Kidder que, com certeza, fizeram dele um dos mais importantes arqueólogos da Pré-História americana.

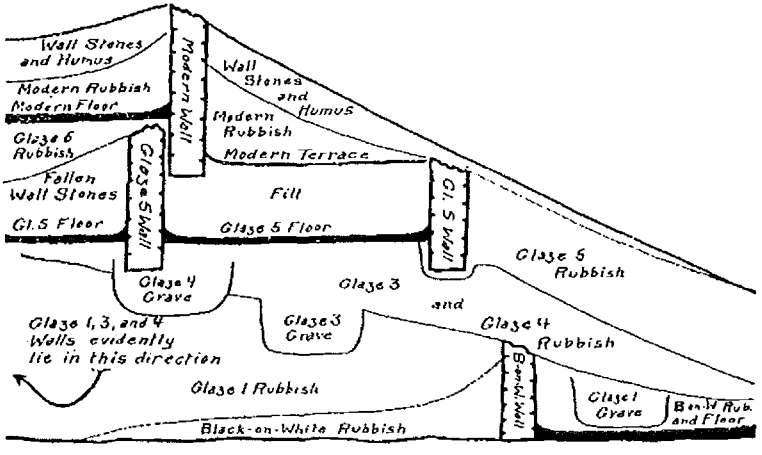


Figura 11. Estratigrafia do *Pueblo Pecos*, feita por Kidder (1924).

Na mesma região do Sudoeste americano teve lugar um outro desenvolvimento, sensivelmente durante o período em que Kroeber e Kidder

lá trabalhavam. Em 1904, Douglass, um astrónomo do Lowell Observatory em Flagstaff, iniciou o estudo dos anéis de crescimento do pinheiro da Ponderosa (*Pinus ponderosa*). O objectivo de Douglass era determinar o potencial da espécie como marcador do ciclo climático de 22 anos relacionado com actividades solares, para que se pudesse observar um registo antigo desse evento. Rapidamente descobriu que existe uma grande diversidade na espessura dos anéis de crescimento de cada árvore, mas que espécies diferentes apresentam o mesmo padrão. Douglass chegou ainda à conclusão de que aquele padrão resultava de agentes climáticos externos ao crescimento da árvore e que representavam regiões alargadas (Dean, 1997:33). Em 1914, Douglass tinha já criado uma sequência de anéis de crescimento referente aos últimos 500 anos com base nos pinheiros da região, estabelecendo simultaneamente uma correlação da espessura dos anéis de crescimento com a precipitação do ano anterior a esse crescimento (Douglass, 1914).

Figura 12. Andrew Douglass na exposição sobre dendrocronologia de 1940, Universidade do Arizona.

Durante as duas décadas seguintes, Douglass dedicou-se à elaboração de uma sequência suficientemente longa para poder datar os materiais provenientes dos sítios arqueológicos do Sudoeste americano. A quantidade de sítios arqueológicos e de materiais de madeira provenientes dos mesmos proporcionou a Douglass a construção de uma sequência de cerca de 600 anos, anterior à sequência desenvolvida por si em 1914. Em 1929, com base em madeiras encontradas no sítio de Whipple Ruin, no Arizona, Douglass pôde fazer a ligação entre as duas sequências que tinha construído e, pela primeira vez na história da arqueologia pré-histórica, foi possível datar absoluta e directamente um sítio arqueológico. Nesse ano Douglass publicou a sequência completa que lhe permitia datar pelo calendário as várias ocupações dos *pueblos* do Sudoeste americano, através daquilo que ficou conhecido como "the Douglass method" (Dean, 1997:33; Kuniholm, 2001:37).

Ainda no campo das datações, mas cerca de 40 anos mais, Willard Libby desenvolve o método do radiocarbono e dá início a uma nova fase da história da arqueologia. O texto de nomeação para o Prémio Nobel da Química

de 1960 reflecte bem a importância da descoberta de Libby: "Raramente uma única descoberta em química teve tanto impacto no pensamento de tantos campos da aventura humana" (Fundação Nobel 1964, in Taylor, 1997:65). Mas este pensamento não aparece apenas no mundo da química, surge também no mundo académico da arqueologia pela pena de Glyn Daniel, que compara a descoberta do radiocarbono com o estabelecimento da antiguidade do homem no século anterior (Daniel, 1981:181). Grahame Clark (1970:38) afirmou ainda que o radiocarbono possibilitou a construção de uma Pré-História mundial, já que, pela primeira vez, se deu a construção de uma escala cronométrica de valor universal. Mas de todas as referências, aquela que parece ser mais interessante no contexto da arqueologia moderna é a de Lewis Binford, (Gittens, 1984, in Taylor, 1997:66), que declarou que o desenvolvimento de cronologias com base no ^{14}C era responsável pela mudança na perspectiva dos arqueólogos, ocorrida no início dos anos sessenta, da construção de cronologias para a construção de teorias.

Figura 13. Vista geral de Pueblo Bonito, um dos sítios fundamentais na construção da primeira sequência dendroconológica.

O método desenvolvido por Libby, que permitiu uma nova visão do passado, integrando sítios e culturas arqueológicas numa escala cronológica que até aí era apenas virtual, teve, como seria de esperar, algumas resistências, nomeadamente quando indicava valores para idades de grande antiguidade de determinados sítios arqueológicos que se pensava serem bastante mais recentes. Também da parte de grupos religiosos se viram algumas resistências, sobretudo daqueles que mantinham uma perspectiva criacionista do mundo.

Figura 14. Retrato de Willard Libby.

O radiocarbono teve, sem margem para dúvidas, um enorme impacto na arqueologia. Contribuiu para o desenvolvimento de três aspectos essenciais da arqueologia: em primeiro lugar facultou a possibilidade da construção de cronologias de longas sequências culturais, tornando possível o estudo da evolução cultural de forma mais precisa e completa; permitiu o uso de uma só escala temporal que possibilitou a comparação entre culturas com contextos ambientais diferentes, e o estudo de graus e velocidades de evolução cultural; e, finalmente, possibilitou o estudo comparativo de culturas com a mesma cronologia, que tornou praticável a análise de factores de carácter funcional das diferenças e semelhanças entre culturas ou entre sítios arqueológicos.

Apesar de o radiocarbono ter sido o desenvolvimento metodológico mais importante deste período, no que respeita a métodos de datação absoluta não foi o único, e de entre outros, podem destacar-se também o arqueomagnetismo e o potássio-árgon. Estes, tal como métodos de outras áreas da química e da física e da biologia que se desenvolveram depois da II Guerra Mundial, permitiram um avanço enorme no mundo da arqueologia pré-histórica. O avanço não se deu apenas porque foi possível estabelecer novas cronologias mais rigorosas do passado ou definir as proveniências de certos artefactos ou matérias-primas de um sítio ou cultura arqueológica. Deu-se porque estes novos métodos, principalmente no caso dos cronológicos, são de carácter universal, mais seguros, permitindo comparações que, até então, não eram passíveis de se realizar com um mínimo de certeza científica.

Do princípio do século XX até cerca de 1960 viu-se uma evolução extraordinária no mundo da arqueologia pré-histórica, que passou não só por aspectos de desenvolvimento metodológico, mas também por transformações importantíssimas no campo teórico da disciplina. Contudo, esses desenvolvimentos não impediram que se fizessem críticas substanciais ao *modus faciendi* que vigorava no seio da arqueologia, e que se veio a alterar apenas na década de sessenta com a Nova Arqueologia. Esta mudança de perspectiva adivinhava-se já nos trabalhos de alguns autores, dos quais se deve destacar Walter W. Taylor e o seu "Método Conjuntivo" em 1948.

2.2. A arqueologia moderna: a fase explicativa

Walter Taylor, na sua tese de doutoramento, *A Study of Archaeology*, publicada em 1948, teceu fortes críticas ao estado da arqueologia, nomea-

damente no que diz respeito ao corpo teórico e aos objectivos da disciplina. Esse seu trabalho aparece na senda de um grupo de publicações que anunciavam já um certo descontentamento geral sobre a prática da arqueologia, principalmente nos EUA.

O descontentamento aparece explícito no artigo de Steward e Setzler (1938), no qual estes autores afirmaram que a grande maioria dos arqueólogos estava mais preocupada com detalhes e não com os objectivos fundamentais da arqueologia, aliás os mesmos que os da etnologia: a compreensão da cultura, da sua diversidade espacial e da sua transformação. Steward e Setzler sugeriam que os arqueólogos deveriam não só estudar os aspectos específicos de cada cultura como, por exemplo, as características da sua cultura material, mas também estudar o modo como essas características se inserem numa perspectiva geral e qual a sua relação com o meio ambiente onde estão inseridas.

Clyde Kluckohn, professor de Taylor na Universidade de Harvard, publicava em 1940 *The conceptual structure in Middle American Studies*, onde, concordando com Steward e Setzler, vai um pouco mais longe, afirmando que a arqueologia americana funcionava sem um corpo teórico explícito e sem formulações conceptuais. Neste contexto, Kluckohn, respondendo à sua própria pergunta "quais os objectivos da arqueologia?", oferece duas concepções teóricas possíveis: a primeira, de tipo histórico, em que o objectivo da arqueologia deve ser estudar e reconstituir eventos específicos e edificar sequências crono-culturais; a segunda, de tipo comparativo ou científico, em que a arqueologia deve ter como objectivo a observação dos dados de forma a identificar a diversidade e a organização do desenvolvimento dos processos culturais.

Na primeira parte do seu livro Taylor analisa o trabalho da maioria dos arqueólogos importantes da época, fazendo críticas cerradas ao modo como trabalharam, principalmente a Alfred Kidder enquanto representante da arqueologia tradicional. As observações de Taylor sugerem que os arqueólogos objecto de crítica afirmam que os seus objectivos são os da reconstituição da Pré-História ou mesmo a tentativa de chegar a perspectivas gerais do comportamento humano. No entanto, Taylor considera que nenhum deles o consegue fazer:

> "Aliás, e por razões que não são claras, eles têm pensado em 'reconstituição histórica' como uma mera crónica, uma ordenação de materiais de origem cultural numa sequência cronológica e, simultaneamente, têm tentado mostrar as suas derivações e relações culturais. Não têm conseguido ver, como Kroeber o afirmou, que: toda a História – qualquer que seja o campo – que tenha o seu valor, trata de aspectos como relações, funções, significados. Não é com certeza apenas o salientar eventos desligados e sem relação no espaço e no tempo, nem uma precisa

e minuciosa, ainda que árida, lista de nomes, datas e lugares. (1946, p.2).

Têm categorizado eventos e lugares, têm-nos etiquetado, mas não os investigaram nos seus contextos ou nos seus aspectos dinâmicos. Como resultado destas condições, a arqueologia americana não está de boa saúde. O seu metabolismo tornou-se ineficiente. Está a desperdiçar e não a assimilar os seus alimentos" (Taylor, 1967:92).

A crítica de Taylor era mais alargada. Um dos aspectos que salienta na sua crítica é a ideia de que a arqueologia tradicional tinha como interesse apenas obter e acumular dados, que ainda por cima não eram completos, dando-se apenas importância a determinados grupos de artefactos, como a cerâmica e os artefactos líticos, minorando ou menosprezando outras classes de artefactos arqueológicos. Taylor referiu também uma ineficiência na recolha e no registo da localização dos materiais arqueológicos durante a escavação, aspectos que tinham um impacto negativo no estudo do contexto cultural e ambiental, ignorando, portanto, aquilo que Taylor designava como função e configuração da cultura. Na sua opinião, os arqueólogos americanos limitavam-se a fazer listas de objectos e a notar as suas presenças e ausências, sem nunca relacionar sítios ou culturas com o objectivo de determinar as relações e afinidades culturais entre elas. Deste modo, as listas ou taxonomias acabavam por funcionar como um fim em si mesmas e não como meio de investigação para chegar a níveis teóricos necessários como, por exemplo, a definição de cultura e dos processos de transformação da mesma, ignorando, por conseguinte, o processo cultural. Este problema estaria também ligado ao facto de a maioria dos arqueólogos alvo de crítica ter uma perspectiva ateórica e unilinear da evolução cultural.

Um outro aspecto importante na obra de Taylor é desenvolvido no capítulo 4, no qual o autor aborda o conceito de cultura. Taylor realçou o facto de a maioria dos arqueólogos usar frequentemente os termos *cultura* e *cultural*, sem no entanto os definirem. Nesta lógica, Taylor define o conceito de cultura com base em três aspectos principais (Taylor, 1967:96-97): o primeiro é o facto de o termo cultura, tal como era usado, conter dois conceitos diferentes, um holístico e usado para distinguir fenómenos culturais de fenómenos naturais, e outro teórico ou de abstracção superior e que é partitivo, marcando apenas um segmento do conceito anterior como, por exemplo, *uma cultura*; o segundo aspecto define o âmbito da cultura como um fenómeno mental, consistindo em conteúdos da mente e não em objectos ou comportamentos observáveis; finalmente, o terceiro aspecto reporta-se ao facto de uma unidade ou aspecto cultural poder ser partilhado ou idiossincrático ou, por outras palavras, poder ser partilhado por um grupo de pessoas ou, pelo contrário, residir apenas na mente de um só indivíduo.

Na sequência destes três aspectos teóricos, Taylor dá-nos três níveis de conceptualização do termo *cultura* (Taylor, 1967:107 -108):

- como conceito descritivo, cultura é definida como todas as ideias e construções mentais que foram aprendidas ou desenvolvidas depois do nascimento;
- como conceito explicativo, cultura é o conjunto de ideias e construções mentais que servem para perceber e que reagem aos estímulos internos e externos do mundo empírico;
- como conceito partitivo, cultura é um sistema histórico de características culturais, que tem uma determinada coesão e que se limita como um segmento parcial do todo que é a cultura no seu sentido holístico, e cujas várias partes de cada segmento são partilhadas e assimiladas por todos os indivíduos que compõem esse grupo ou sociedade, ou por um grupo especial de indivíduos designado para isso.

Tendo em mente as críticas ferozes aos seus colegas, bem como a sua perspectiva e definição de cultura, Taylor propôs um método de trabalho para a arqueologia. A esse método chamou "Método Conjuntivo", no sentido em que alberga num único pacote um conjunto de métodos e de estratégias que permitem o desenvolvimento de todas as linhas de investigação para o estudo de um determinado problema arqueológico. O Método Conjuntivo dava especial atenção ao estudo intra-sítio, com o registo contextual de artefactos e estruturas e respectiva associação estratigráfica e com a observação de todo o tipo de dados, incluindo os arqueozoológicos e arqueobotânicos. Desta forma seria possível estudar aspectos funcionais e processuais da cultura e da sua evolução.

Como seria de esperar, *A study of Archaeology* não foi bem recebido pelo mundo académico e profissional da arqueologia americana, em parte devido ao ataque quase pessoal a arqueólogos que se destacavam na praça americana, e também porque havia a convicção de que, apesar do que Taylor sugeria poder estar correcto, os dados arqueológicos não o permitiam saber (Willey, 1953b: 361-362; Woodbury, 1954; Willey e Sabloff, 1993:164).

No início dos anos 60, e seguindo o percurso delineado por Taylor, Steward e outros, desenvolve-se a chamada *New Archaeology*. O termo aparece pela primeira vez na revista *Science*, num texto de Joseph Caldwell, em 1959. Nesse texto, Caldwell exprime a ideia de que existe uma nova arqueologia americana que se interessa cada vez mais pela dinâmica do processo cultural, dedicando-se a aspectos ecológicos e padrões de povoamento. As culturas começavam a ser olhadas numa perspectiva complexa, onde existe uma determinada configuração ou um determinado conjunto de "sistemas integrados funcionais". Caldwell assume uma posição que, segundo Trigger

(1989:295), pertence já à nova perspectiva teórica neo-evolucionista, que se consolida com o trabalho *Analytical Archaeology* (1968) do inglês David Clarke (1937-1976) e com os trabalhos, nos EUA, de Binford (1965, 1967, 1968a, 1968b, 1968c), nomeadamente *Archaeology as Anthropology* (1962) e *A consideration of Archaeological Research Design* (1964).

Nestes trabalhos, Binford acabou por definir as linhas de força da Nova Arqueologia, definidas de forma sintética por, segundo Willey e Sabloff (1993:224), quatro pontos principais:

- teoria evolucionária da cultura;
- perspectiva orgânica ou sistémica da cultura e da relação da cultura com a sua ecologia;
- ênfase na variabilidade cultural e no seu controlo estatístico;
- abordagem científica geral da arqueologia.

Não obstante, estas características podem ser expandidas a outras não menos importantes na definição da Nova Arqueologia:

- preocupação com a construção de uma estrutura teórica da arqueologia;
- abordagem funcional e contextual da cultural material e da cultura;
- desenvolvimento de projectos de investigação de carácter geral;
- utilização de novas e variadas metodologias e técnicas, tais como a etnoarqueologia, ecologia, ou a tecnologia informática, para possibilitar a reconstrução dos sistemas sociais já extintos, ou de outra forma para passar do passado dinâmico para o presente arqueológico estático;
- perspectiva positivista (*sensu* Salmon, 1992) da filosofia da ciência e utilização de raciocínio dedutivo, através do teste de hipóteses.

Binford entendia a cultura como o conjunto dos meios de adaptação extra-somáticos, definindo um sistema cultural "como um conjunto de articulações, constantes ou repetidas ciclicamente, entre os meios extra-somáticos de tipo social, tecnológico e ideológico disponíveis a uma população humana" (Binford, 1964). Estes vários meios são reflectidos na cultura material, pelo que podem ser recuperados arqueologicamente. O importante neste processo é identificar e tratar os artefactos como um produto combinado ou como uma expressão de subsistemas, operando independentemente mas, simultaneamente, de forma sistémica, dentro de um sistema cultural. Atendendo à sua definição de cultura, bem como ao objectivo da arqueologia acima delineado, a arqueologia deve tentar reconstituir a histó-

ria cultural, bem como o modo de vida passado, ao mesmo tempo que investiga os processos culturais. No contexto de uma ecologia cultural, Binford argumenta que a sua perspectiva não se insere num determinismo ambiental, mas que a cultura deve ser olhada num contexto ecológico, onde os aspectos sociais, biológicos, físicos, tecnológicos e ideológicos são vectores de adaptação cultural.

Figura 15. Fotografia de Lewis Binford.

Outro aspecto fundamental na perspectiva binfordiana é o da operacionalidade dos objectivos fundamentais da arqueologia. Esta operacionalidade faz-se através do recurso a novas metodologias para se poder testar hipóteses que poderão, após a sua comprovação ou negação, ser elevadas a leis do comportamento cultural. Nesta linha, Binford, tal como outros arqueólogos da Nova Arqueologia, nomeadamente Patty Jo Watson, Steven LeBlanc e Charles Redman (1971), apoia-se na escola positivista da filosofia da ciência, principalmente na abordagem do método lógico-dedutivo de Carl Hempel (1965).

Binford advoga, assim, um trabalho eficiente de preparação do projecto e de realização do mesmo através de programas científicos de amostragem, quer no caso da prospecção, quer no caso da escavação, recolha dos materiais no seu contexto, e identificação do mesmo e das suas funções. O autor define dois tipos de artefactos com base na sua variação de funcionalidade primária e secundária (Binford 1962). A funcionalidade secundária relaciona-se com o contexto social, enquanto que a primária é a sua função enquanto utensílio. Este arqueólogo argumenta que os objectos da cultura material reflectem três subsistemas interligados – o tecnológico, o social e o simbólico –, que são respectivamente reflectidos em três grupos de artefactos de funcionalidade primária: "tecnómicos", ou seja, aqueles que servem para adaptações ao meio físico, "sócio-tecnómicos", os que reflectem o subsistema social, e os "ideotécnicos", aqueles que servem o mundo simbólico (Binford, 1962, 1965). No seguimento da definição deste conjunto de conceitos, Binford acrescenta que só após a aquisição e estabelecimento de um conhecimento holístico das características funcionais e estruturais dos sistemas culturais poderá a arqueologia investigar as questões relativas a alterações evolutivas nos subsistemas social e ideológico. Para isso, Binford advogava, entre outras metodologias, o uso da etnoarqueologia.

A Nova Arqueologia foi o resultado de uma arqueologia antropológica nova, defendida por um grupo de jovens arqueólogos, na sua maioria alunos de antropólogos sociais de grande relevância no campo da antropologia cultural, como, por exemplo, Leslie White ou o próprio Julian Steward. A preocupação principal dos arqueólogos da Nova Arqueologia era a questão do conhecimento dos processos culturais, já que até esse momento pouco ou nada fora feito para se investigar de forma credível e científica essa questão. Uma das razões pelas quais se desenvolveu este interesse foi o facto de haver uma posição essencialmente optimista na concepção da práxis científica desses jovens arqueólogos, pelo que, e ao contrário do que até aí acontecia (lembremo-nos das críticas a Taylor), havia um grande optimismo, quase cândido, que acreditava profundamente no sucesso da explicação do processo cultural e na enunciação de leis da dinâmica cultural.

Como seria de esperar, o optimismo decresceu e, num espaço de tempo relativamente curto, fizeram-se sentir as primeiras críticas, salientando os aspectos fracos e inadequados do programa da Nova Arqueologia (Trigger, 1989:319; Willey e Sabloff, 1993:242). Deste modo, alguns seguidores da nova corrente de pensamento depararam-se com o insucesso da Nova Arqueologia para resolver a questão do conhecimento dos processos culturais, que, de algum modo, era o objectivo principal da corrente, transparecendo nos primeiros escritos que tal objectivo seria conseguido.

Assim, em meados dos anos 70, a Nova Arqueologia, naquilo que se poderá chamar uma segunda fase, vê emergir novas correntes de acção, das quais salientamos algumas. Um dos casos mais interessantes é o resultante de um grupo de investigadores da Universidade do Arizona, Jefferson Reid, William Rathje e Michael Schiffer. Este grupo tentou definir os limites e acção da arqueologia, chegando a uma concepção muito alargada da disciplina, definida por Schiffer (1976:4): "O objecto de estudo da arqueologia é a relação entre o comportamento humano e a cultura material em qualquer tempo ou qualquer lugar". De certo modo, esta definição apresenta a arqueologia como a ciência da cultura material e neste contexto surge em meados dos anos 70 o célebre projecto *Tucson Garbage Project*, liderado por Rathje (1974, 1978; Rathje e Harrison 1978). O projecto incidia sobre a composição do lixo urbano actual na cidade de Tucson e a percepção que os habitantes dessa cidade tinham da produção do seu próprio lixo. A questão que se coloca é saber se este projecto era, de facto, arqueologia. Parece claro que alguns aspectos não só pertencem ao campo da arqueologia, como lhe são únicos, enquanto que outros são claramente da ordem da sociologia, da ciência política e da nutrição.

No âmbito da definição dos limites da arqueologia, outras perspectivas apareceram nesta segunda fase da Nova Arqueologia. No extremo oposto à definição do grupo da Universidade do Arizona, encontramos a perspectiva

de Gumerman e Phillips (1978) que expressam a ideia de que a arqueologia se limita a ser uma simples técnica, e não uma disciplina em si mesma, já que a maior parte da metodologia que utiliza é proveniente de outras ciências (Willey e Sabloff, 1993:244).

Talvez a definição que mais se adequa ao presente seja a de Charles Redman e que se situa entre as duas, não negando que a arqueologia seja a ciência da cultura material, mas limitando-a: "o arqueólogo de hoje é o cientista social que estuda o comportamento humano e a sua organização social através da análise de artefactos resultantes de actividades humanas do passado" (Redman, 1973:20, in Willey e Sabloff, 1993:244).

As novas correntes dentro da Nova Arqueologia não se ficaram, no entanto, apenas pela questão da definição do conceito e dos limites da arqueologia. Mais importante foi a preocupação da operacionalidade da arqueologia na questão da passagem do passado dinâmico para o presente estático. Esta questão prende-se directamente com as limitações do registo arqueológico e a forma de as conhecer, estudar e interpretar. Neste âmbito de estudo, Lewis Binford e Michael Schiffer terão sido os principais inovadores daquilo que ficou conhecido como *Middle-Range Theory* ou *Bridging Theory* (Binford, 1977, 1978, 1981, 1983; Grayson, 1986; Raab e Goodyear, 1984; Schiffer, 1972, 1983, 1985; Thomas, 1986), e que pode ser traduzido como *Teoria de Alcance Médio* ou *Teoria de Ligação*.

O termo *Middle-Range Theory* foi aplicado por Binford à procura ou à investigação dos processos de formação do registo arqueológico. Na sua perspectiva, é absolutamente necessário que se tente conhecer e perceber quais os elementos dos sistemas do passado que formaram os padrões que são obtidos arqueologicamente. Por outras palavras, podemos afirmar que é necessário construir um conjunto de conhecimento e de metodologias que permitam fazer a ponte ou a ligação entre o passado dinâmico e o registo arqueológico do presente que se apresenta de forma estática. É a este conjunto de elementos, uns teóricos, outros metodológicos, que Binford chamou *Teoria de Alcance Médio* ou *Teoria de Ligação*.

Estes elementos podem e devem ser produzidos, segundo Binford, através daquilo que ele refere como "estudos actualistas" em contextos etnográficos e históricos, permitindo-nos observar directamente a ligação existente entre a dualidade do momento de partida dinâmico e o momento de chegada estático. A partir desses estudos, e utilizando o processo de analogia, é depois possível conhecer os processos que tiveram lugar no passado (Trigger, 1989:362; Willey e Sabloff, 1993;250).

Nota-se, contudo, alguma diferença de opinião em relação à condição do registo arqueológico. Schiffer vê o registo arqueológico como uma reflexão distorcida do sistema de comportamento humano do passado (Schiffer, 1976:12), enquanto que no pensamento de Binford esse registo não estará

nunca distorcido. Em qualquer dos casos, e como Schiffer afirma, é necessário compreender e estudar os sistemas que transformaram os dados culturais em registo arqueológico.

Para Schiffer (1976:12) os processos de tipo cultural e não cultural que foram responsáveis pela distorção acima referida são regulares e, consequentemente, investigáveis, já que deverá existir uma relação directa entre os restos arqueológicos e os sistemas culturais que os produziram. De facto, esta perspectiva fez com que Schiffer (1972) fosse o primeiro a estabelecer as linhas gerais no caminho do estudo dos processos de formação dos sítios arqueológicos (Stein, 2001:38).

O estudo dos processos de formação é feito com base em três grupos principais (Stein, 2001:39). O primeiro inclui os processo culturais que são responsáveis pela formação do registo arqueológico, especificamente no que diz respeito ao modo de procura e exploração dos recursos e consequente produção, uso, manutenção e abandono dos artefactos, criando determinados padrões no espaço ao nível intra- e inter-sítio. O segundo conjunto diz respeito também a processos culturais, desta feita àqueles que alteram o registo original, devido a actividades quer de pessoas contemporâneas da deposição, quer dos arqueólogos na altura da recolha dos dados, ou seja, a escavação arqueológica. O terceiro grupo inclui apenas os processos naturais que alteram, confundem ou preservam o registo original, como, por exemplo, acções geológicas e climáticas, e que dizem respeito às chamadas ciências exactas e naturais.

Os três conjuntos de acções podem resumir-se a dois processos fundamentais de transformações do registo arqueológico após a sua deposição: processos de formação culturais e processos de formação naturais, a que Schiffer deu o nome de *c-transforms* e *n-transforms*, respectivamente (Schiffer, 1987:7) e é também sobre este tema que Binford publica em 1981 o artigo "Behavioral Archaeology and the «Pompeii Promise»".

Binford (1979), ainda no contexto dos vários processos de formação, traz-nos um conceito importante para a arqueologia pré-histórica – *curation*, e que pode ser traduzido para português como *manutenção*. Este conceito permite estudar e perceber os fenómenos que dizem respeito ao processo de manutenção de matérias-primas ou artefactos, desde que se deu a sua exploração e aquisição como matéria-prima até ao momento do seu abandono como artefacto. Ainda que aquele conceito não tenha sido utilizado por Schiffer, este autor utilizou a mesma ideia de processo denominando-a **contexto sistémico**, descrito como um sistema pelo qual determinado elemento arqueológico passa durante a sua existência. Na sua totalidade, o sistema pode dividir-se em cinco processos: procura, produção, uso, manutenção e abandono. Uma das noções importantes do contexto sistémico é que esses processos acontecem em determinados espaços e que estes são lugares onde

a probabilidade de encontrar esses elementos arqueológicos é grande.

No que respeita aos "estudos ac-tualistas", há alguns trabalhos importantes, não só ao nível de *case studies*, mas também do ponto de vista teórico. No primeiro caso, temos os trabalhos de fundo de Lewis Binford (1978) com os Nunamiut, John Yellen (1977) com os !Kung e Richard Gould (1969, 1980) com os Yiwara. Do ponto de vista teórico, vários autores escreveram sobre o assunto. Um dos artigos mais interessantes sobre a questão é o de Heider (1967), no qual o autor aborda aspectos de utilização e manutenção de matérias-primas e de utensílios líticos, e que talvez tenha influenciado Binford no seu conceito de *curation*. Outros houve que se dedicaram de forma explícita e detalhada às questões teóricas e à validade da etnoarqueologia, podendo destacar-se Freeman (1968), Gould (1978, 1980, 1985), Gould e Watson (1982), Tringham (1978), Wobst (1978), Wylie (1982 e 1985) e, claro, Binford (1967, 1968, 1972).

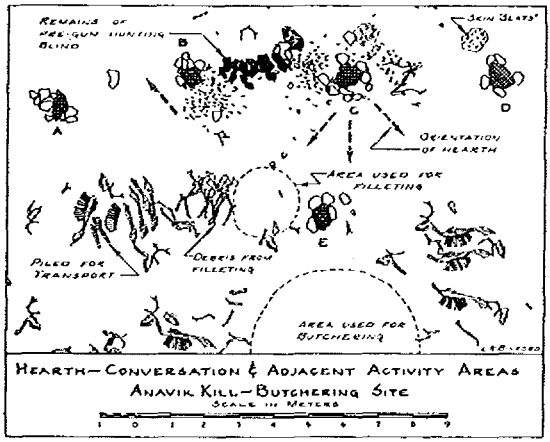


Figura 16. Exemplo de um dos mapas resultantes da análise da organização do sítio de caça de Anavik, dos Nunamiut, por Lewis Binford (1982:123).

Os trabalhos dos autores acima referidos, quer de âmbito teórico, quer prático, levantaram questões importantíssimas sobre vários aspectos da Pré-História, principalmente no que diz respeito a sociedades de caçadores-recolectores. As suas teses levantaram sérias dúvidas sobre algumas das ideias perfeitamente incorporadas da Pré-História tradicional, como o caso da caça de megafauna no Paleolítico Inferior africano ou da Península Ibérica, ou sobre a organização interna do Moustierense (veja-se o tão citado debate Binford-Bordes sobre a questão do Moustierense). Um dos aspectos mais importantes neste âmbito foi o de se frisar que a maioria dos arqueólogos se limita a uma só interpretação dos dados arqueológicos, esquecendo-se da importância que a equifinalidade tem em arqueologia. Quer isto dizer que os estudos actualistas, bem como todos os outros trabalhos dentro do campo da *Middle-Range Theory*, mostraram que, na sua maioria, os tra-

balhos arqueológicos não tinham em consideração várias possibilidades ou alternativas de explicação do mesmo fenómeno arqueológico. Mostraram também que, frequentemente, não foram utilizados ou analisados todos os dados existentes ou, ainda, que se falhou no recurso à bateria diversificada de métodos e técnicas, quer arqueológicas, quer de outras ciências, que poderiam ajudar a explicar os vários fenómenos dos processos de formação arqueológica.

No lado negativo da utilização dessas técnicas, principalmente no caso da etnoarqueologia, encontramos vários aspectos a relevar, nomeadamente aquilo que Wylie (1989) designou como o factor da "dependência da teoria"; a perspectiva uniformitária e universal dos acontecimentos; e a falta de uniformidade no comportamento humano. No primeiro caso, a etnoarqueologia, bem como outros aspectos da Teoria de Ligação, está dependente dos paradigmas ou pressupostos teóricos de quem desenvolve o trabalho. Os estudos etnoarqueológicos têm a vantagem de a informação obtida ser proveniente da observação directa e, como tal, a sua obtenção fica pouco sujeita ao impacto da interpretação do observador. Em contrapartida, é o observador (e os seus paradigmas teóricos) que decide quais os dados que devem ser utilizados na comparação ou analogia para se perceber o fenómeno pré-histórico.

O segundo problema no campo da etnoarqueologia é o facto de mediante a utilização da analogia etnográfica ser necessário pressupor que as regularidades e padrões encontrados no presente sejam idênticos aos do passado, pois só assim se podem tornar relevantes para explicar o passado. Esta posição axiomática assenta no princípio de que os processos do passado e do presente são os mesmos ou, por outras palavras, uniformes. Enquanto que este axioma é verdadeiro no caso dos processos naturais, não o será para o caso dos processos culturais – aspecto que se relaciona com o último problema, o da falta de uniformidade no comportamento humano.

Ainda no âmbito da etnoarqueologia, um dos problemas que podem surgir é o facto de ser particularmente difícil reconhecer ou separar quais as características humanas que são específicas de um determinado estádio de desenvolvimento tecnológico daquelas que são de carácter universal, ou ainda as que são intrinsecamente parte de toda a humanidade e aquelas que são características apenas de um determinado grupo. Tome-se como exemplo a perspectiva de Binford em relação à validade universal das suas observações no seio dos Nunamiut (Binford 1978, 1983). Será que todos os caçadores-recolectores do passado utilizaram e organizaram o espaço no interior dos seus campos ou desmancharam a carne da mesma forma que os Nunamiut? Bastará comparar a monografia de Binford (1978) com a de Yellen (1977) para se verificar que os processos de organização do espaço e exploração dos recursos naturais são tudo menos uniformes.

É neste tecido teórico, em que os aspectos problemáticos da *Middle-Range Theory* e das correntes neo-evolucionistas da arqueologia se encontram patentes, que surgem novas escolas com o intuito de suprir as faltas verificadas com a Nova Arqueologia e da sua herdeira, a arqueologia processual, e que se designam, em termos gerais, de pós-processuais.

Uma das primeiras reacções à Nova Arqueologia foi a de Ian Hodder (1982a, 1985, 1987). A sua crítica centrou-se sobre alguns pontos da arqueologia processual: as características da ciência e os seus fins explicativos exactos, as características da sociedade, o lugar dos valores em arqueologia, as questões sócio-políticas da disciplina e o seu lugar actual como modo de produção cultural de conhecimento (Shanks e Hodder, 1999:69).

No entanto, e tal como Trigger afirmou (1989:348), a maior contribuição de Hodder para o caso pós-processual foi a definição e construção daquilo que ele designou por *Contextual Archaeology*. A arqueologia contextual baseia-se na perspectiva de que a arqueologia deve examinar todos os aspectos internos possíveis de uma cultura arqueológica para que se possa conhecer o significado de cada um dos seus elementos ou partes. É uma perspectiva essencialmente diferente do paradigma processual na medida em que neste último para se responder a um determinado problema basta estudar apenas um determinado conjunto de variáveis do sítio arqueológico.

Um dos aspectos fundamentais do axioma da arqueologia contextual é o facto de a cultura material não ser só um reflexo de adaptações ecológicas, sociais ou económicas. A cultura material é também um elemento activo nas relações sociais internas e externas de um determinado grupo, devendo ser vista como se de um texto histórico se tratasse. Exemplo desse reflexo das relações sociais é o facto de haver grupos que usam a cultura material para marcar as diferenças com o objectivo de engrandecer o seu estatuto hierárquico, enquanto outros grupos usam a sua cultura material para minorar as diferenças extragrupo de forma a que possam utilizar os recursos naturais que não são seus (Hodder, 1982b:119-122). Hodder insta o mundo académico a investigar tópicos que, tradicionalmente no mundo da arqueologia processual, são evitados: cosmologias, estilos artísticos, simbolismo e religião.

Na perspectiva de Hodder, este tipo de investigação e interesse arqueológico só pode ser seguido utilizando uma arqueologia contextual. A arqueologia processual advoga também um cuidado especial no estudo do contexto arqueológico. De facto, uma das preocupações principais da *Middle-Range Theory* é o conhecimento do contexto arqueológico. Contudo, quando Hodder fala de contexto, a sua definição não se limita aos aspectos materiais ou empíricos do contexto de cada artefacto ou sítio arqueológico:

"O significado das coisas só se pode conhecer se o seu contexto de uso for considerado, se as semelhanças e diferenças entre as coisas forem levadas em conta. É frequente argumentar-se que uma vez que o significado das coisas é arbitrário, os arqueólogos não podem reconstruir o passado simbólico. Há duas maneiras pelas quais os arqueólogos podem superar este impasse. Primeiro, artefactos não são como palavras, pois têm funções materiais e estão sujeitos a processos físicos universais. Consequentemente, um machado que é usado para cortar uma árvore tem de ser feito de pedra com uma certa dureza e a acção de cortar a árvore deixará traços de uso. Um machado feito de calcário macio e sem vestígios de uso pode ser reconhecido, com base em critérios universais, como não sendo funcional para cortar árvores – um dos aspectos do seu significado já está, então, conhecido. Os arqueólogos pensam frequentemente na razão pela qual agentes pré-históricos construíram uma parede ou escavaram um fosso, usando argumentos de senso comum baseados em critérios universais. Neste tipo de trabalho, as características universais dos materiais são relacionadas com contextos específicos para se ver se são relevantes. Interpretação e dúvida fazem parte da decisão sobre quais os aspectos dos materiais que são úteis na determinação do seu significado. Em consequência, e como segunda solução, o arqueólogo vira-se não para as características universais dos materiais, mas sim para as semelhanças e diferenças internas desses materiais. Assim, talvez os machados de calcário sejam encontrados em inumações femininas, enquanto que os machados de pedra dura sejam encontrados em inumações masculinas. Este padrão interno não só apoiaria a ideia de que, neste caso, a dureza da pedra é relevante para o significado, mas traria também um outro elemento de significado – o de género. A tarefa do arqueólogo é andar à volta dos dados numa espiral hermenêutica, procurando relações e afinidades, e encaixando peças do puzzle. Será que o padrão dos restos faunísticos se correlaciona com os tipos de machados ou com os enterramentos do homem ou da mulher? E por aí fora. Quanto maior for o número de dados e de relações deste tipo, maior é a possibilidade de se fazerem afirmações sobre significado – por exemplo que machados de calcário seriam considerados de grande valor e estariam associados a contextos rituais femininos." (Shanks e Hodder, 1999:89).

A arqueologia pós-processual, contudo, não se limitou apenas ao problema do contextualismo de Hodder. Outras correntes apareceram e continuam a desenvolver-se principalmente no âmbito daquilo que Shanks e Tilley (1987a e 1989) designam por arqueologia crítica. Esta concentra-se, de certa forma, em aspectos que ultrapassam completamente o mundo da Arqueologia processual: o objectivo da arqueologia crítica é o de permitir ao arqueólogo fazer interpretações que sejam menos limitadas pelo pensamento dominante político, económico e social do seu próprio tempo, para que possa ser mais objectivo (Willey e Sabloff, 1993:301).

Um dos aspectos da arqueologia crítica é a chamada *Gender Archaeology* ou arqueologia do género. Esta preocupa-se com aspectos de preconceito sexual, tanto em termos de investigação, como em termos profissionais (Conkey e Spector, 1984; Gero e Conkey, 1991; Claassen, 1992). No primeiro caso, isto é, no que concerne a aspectos de preconceito sexual, existe uma perspectiva distorcida do passado devido a uma análise essencialmente feita sobre as actividades masculinas do passado, ou pelo menos julgadas masculinas. Assim, o interesse desenvolve-se na investigação de várias áreas, nomeadamente sobre as actividades e espaços femininos no passado e o reconhecimento das mesmas.

Outra corrente é a chamada *Cognitive Archaeology*, ou arqueologia cognitiva. Esta define-se como "o estudo de todos os aspectos da cultura antiga que são produto da mente humana: a percepção, descrição, e classificação do universo (cosmologia); a natureza do sobrenatural (religião); os princípios, filosofias, éticas e valores pelos quais as sociedades humanas são governadas (ideologia); as formas pelas quais aspectos do mundo, do sobrenatural e dos valores humanos são expressas pela arte (iconografia); e todas as outras formas de intelecto humano e comportamento simbólico que sobrevivem no registo arqueológico" (Flannery e Marcus, 1999:36-37). Ao contrário das outras arqueologias críticas, esta impõe uma perspectiva muito sóbria, porque, como argumentam Flannery e Marcus, se não for praticada apenas quando existem dados suficientes, pode tornar-se "numa espécie de *bungee jump* para o mundo da fantasia" (1999:37).

À corrente da arqueologia cognitiva, Renfrew e Bahn chamam arqueologia cognitiva-processual. Na perspectiva destes investigadores, esta corrente situa-se mais próxima do processualismo do que do pós-processualismo e, portanto, continua a enfatizar a importância da construção de generalizações dentro da sua estrutura teórica, recorrendo não só à formulação de hipóteses, mas também ao processo de as testar com os dados arqueológicos. Situa-se num campo completamente alheio ao da arqueologia crítica, principalmente na área do relativismo teórico, o qual parece ser o aspecto principal desta última corrente.

Como pontos principais da arqueologia cognitiva-processual temos o esforço de incorporar na visão tradicional da arqueologia processual os dados e consequente interpretação das esferas simbólico-cognitivas do passado; reconhece a importância e o papel da ideologia na dinâmica interna do processo cultural e dos conflitos internos das sociedades, pelo que lhes deve ser dada a devida atenção na interpretação arqueológica; segue a perspectiva contextualista de Hodder no que diz respeito à relação entre cultura material e dinâmica social; acredita ainda que a perspectiva positivista da corrente da Nova Arqueologia e subsequente arqueologia processual deve ser completamente desvalorizada, uma vez que se chegou à conclusão de que

as chamadas "leis do processo cultural" não têm a mesma veracidade que as leis das ciências naturais (Renfrew e Bahn, 1998:431-432).

Em suma, a arqueologia do final do século XX está marcada pela grande diversidade de correntes e pelo afastamento progressivo de um positivismo e da perspectiva neo-evolucionária da Nova Arqueologia. Parece claro que aspectos da área da cognição, como o simbolismo, a ideologia, a cosmologia e a iconografia, só para citar algumas áreas, surgem agora como um dos interesses principais da arqueologia. No entanto, enquanto alguns arqueólogos abordam esses problemas de uma forma objectiva, outros preferem uma posição relativista do processo, quer pré-histórico, quer de investigação. Daqui para o futuro talvez a direcção seja a da criação de uma estrutura, tanto científica, de ordem teórica, como social, que possa organizar e melhorar os trabalhos cada vez mais frequentes da arqueologia de contrato e do próprio ensino da arqueologia...

PARTE II

Arqueologia de Campo

O aspecto mais importante da arqueologia é o trabalho de campo. É evidente que este tem que estar fundamentado num corpo teórico, de que se viu a evolução, de forma muito sintética, nos capítulos 1 e 2, e que lhe dá a estrutura racional e a lógica ao nível das várias decisões que devem ser tomadas em cada um dos passos ou fases de um trabalho ou projecto arqueológico. Contudo, sem trabalho de campo não pode haver teoria. E esta só deve ser desenvolvida desde que possa ser aplicada sobre (ou com) os dados arqueológicos empíricos resultantes da prospecção ou escavação arqueológicas e é, de facto, muitas vezes indissociável o aspecto metodológico da arqueologia do seu fundamento teórico (veja-se, como exemplo, o caso da Teoria de Ligação no que diz respeito aos aspectos de processos de formação de sítio ou ainda o caso da etnoarqueologia). Se não houver qualquer aplicação teórica à realidade arqueológica, então, o exercício teórico não passa disso mesmo – um exercício ou entretém mental, cujo valor não é mais do que do que o de um balão cheio de ar quente...

Assim, a base da investigação arqueológica deve ser sempre o trabalho de campo e este deve assentar em vários níveis de decisão que, essencialmente, enformam um plano ou projecto de investigação. Lembremo-nos dos planos propostos por Petrie no Velho Mundo e por Kidder nas Américas no início do século xx e também dos trabalhos de Taylor com o seu "Método Conjuntivo" e da proposta de Binford, em 1964, sobre projectos de investigação. Apesar das diferenças nas perspectivas teóricas e metodológicas, reconhece-se em todos eles a necessidade de um plano de conjunto que assenta sempre no trabalho de campo e que nos surge como uma forma estruturante da investigação arqueológica. Para simplificar a questão da escolha de metodologia e organização do

trabalho, podemos utilizar o modelo de Schafer (1997:22) que nos propõe um conjunto de sete fases, começando pela formulação do problema, à qual se segue a implementação, a aquisição de dados, o seu processamento, a análise e interpretação, terminando o processo com a publicação dos resultados, podendo esta última fase resultar no início de um novo projecto

A elaboração de um projecto de investigação arqueológica depende, actualmente, de um conjunto de variáveis, muitas vezes independentes umas das outras, e que o podem limitar do ponto de vista dos objectivos. Raramente se dá a oportunidade, pelo menos em Portugal, de se processar um projecto de investigação numa área geográfica cujos conhecimentos de Pré-História são essencialmente inexistentes e que, portanto, deva incluir todo um plano, desde o reconhecimento do território até à análise dos materiais e respectiva síntese histórica, passando pela prospecção e escavação. Em Portugal, a maioria dos projectos de investigação arqueológica incide apenas sobre uma destas fases seguindo frequentemente o modelo tradicional – o trabalho desenvolve-se apenas num sítio arqueológico, com a sua escavação total através de mais de uma dezena de campanhas anuais com a duração de um mês cada. É pouco comum obter-se financiamento para um projecto de investigação cujo objectivo é a prospecção e localização de sítios arqueológicos, com excepção dos trabalhos de carta arqueológica. No caso de projectos de carta arqueológica, os objectivos não são científicos, o que não quer dizer que o trabalho não seja efectuado de forma científica, mas apenas e somente que os seus objectivos são apenas listar e registar a presença de sítios arqueológicos, sem uma pergunta específica de elucidação sobre o passado humano.

Quer um caso, quer outro, ou seja, quer os projectos que se dedicam apenas à localização de sítios arqueológicos, quer aqueles que se dedicam a um misto de localização e escavação, levantam uma questão que é importantíssima em arqueologia: a definição do conceito de sítio arqueológico. Como seria de esperar, a conceptualização de um sítio arqueológico é simples – qualquer um o consegue fazer – mas definir o que de facto é um sítio arqueológico torna-se substancialmente mais difícil. Como Orton (2000:67) o descreveu, "perguntem a um arqueólogo qual o seu conceito [o de sítio arqueológico] e, provavelmente, ele dirá qualquer coisa como 'não consigo defini-lo, mas reconheço um quando o vejo'." É mais ou menos comum utilizar-se o termo sem haver uma precisão definida do conceito, tomando o investigador como dado adquirido que "sítio arqueológico" tem o mesmo significado para toda a comunidade arqueológica. Contudo, houve autores que definiram o conceito, como o limite de sítio arqueológico. Nalguns casos, a definição é tão vaga que tem pouca utilidade. É exemplo disso a definição de Willey e Phillips

(1958:18) para quem sítio arqueológico é "a unidade espacial mais pequena utilizada por arqueólogos", até ao caso em que apenas um artefacto serve para delimitar a presença de um sítio arqueológico (Shott, 1985: tabela 1, in Orton 2000:68). A concepção de um sítio arqueológico é geralmente entendida como Feder a definiu: "Um sítio arqueológico é uma zona descontínua e delimitada onde seres humanos viveram, trabalharam ou aí tiveram qualquer actividade – e onde indícios físicos resultantes dessas actividades podem ser recuperados por arqueólogos." (1997:42). Apesar de esta definição ser bastante apropriada como conceito analítico e pedagógico e do ponto de vista teórico, terá uma utilidade bastante limitada no que diz respeito a questões do foro da prospecção ou mesmo da escavação. Isto deve-se, entre outros aspectos, à definição dos elementos que constituem o conceito de "sítio", como, por exemplo, a distância mínima que deve separar dois sítios arqueológicos – um metro, cem metros, um quilómetro? De facto, existe um grupo de arqueólogos que tende para que o conceito de sítio arqueológico seja uma unidade sem grande fundamento e com pouca importância do ponto de vista operacional, principalmente no que respeita à prospecção e interpretação: Robert Dunnell (1992) pensa no registo arqueológico como um espaço contínuo na paisagem, reflectindo o uso alargado do espaço geográfico e dos seus recursos naturais pelas comunidades humanas. Do mesmo modo, Thomas (1975) prefere também ignorar o conceito de sítio e definir o de registo arqueológico como um conjunto de variáveis contínuas de determinada região. Estas definições, tal como outras, são limitadas. Aquilo que parece ser mais pertinente é que a definição de sítio arqueológico dependa tanto da região e das suas características físicas, como da cronologia do próprio sítio ou ainda do objectivo do estudo a realizar. Tome-se como exemplo a descoberta, real, de um machado acheulense encontrado à superfície no Barranco das Quebradas, perto de Sagres. Para efeitos de escavação, dificilmente será razoável definir o local onde se encontrou este machado como um sítio arqueológico mas, por outro lado, para efeitos de carta arqueológica, este local deve ser tratado como um ponto no espaço e tem tanta importância como qualquer outro sítio do mesmo vale. Ao nível da ocupação do espaço, (*sensu* Dunnell) a presença do machado permite-nos tirar ilações importantes no que concerne à presença dos nossos antepassados durante o Paleolítico Inferior na área em questão. Este pequeno exemplo, bem como esta curtíssima reflexão sobre a questão do conceito de sítio arqueológico, serve apenas para demonstrar o tipo de problemas e de decisões que são tratadas nesta Parte II.

Assim, nesta segunda parte o interesse objectivo de estudo incide sobre as questões metodológicas da prospecção (capítulo 3) e da escavação (capítulos 4 e 5). O capítulo 3 trata as questões do reconhecimento e

prospecção arqueológicos, versando quer os aspectos relevantes do pontos de vista das decisões de amostragem, quer da investigação não intrusiva da diversidade intra-sítio, através de metodologias geoquímicas e geofísicas. Irá ainda abordar os aspectos tradicionais de trabalho e análise cartográfica necessários à localização dos sítios arqueológicos.

O capítulo 4 aborda os aspectos do trabalho de escavação e as várias metodologias possíveis, incluindo alguns dos aspectos mais recentes de levantamentos recorrendo a metodologias como o EDM (*Electronic Distance Measurement*). No capítulo 5 trata-se as questões relacionadas com a estratigrafia e com os processos de formação dos sítios arqueológicos, bem como aspectos relacionados com a geoarqueologia.

3

Técnicas de Prospecção Arqueológica

O presente capítulo vai tratar das questões da prospecção de reconhecimento ou de superfície, cartográfica e prospecção de subsolo, que inclui, entre outros aspectos, a prospecção geofísica e geoquímica. É interessante notar que nos vários manuais ou livros e artigos especializados sobre prospecção arqueológica não existe um modelo-padrão de abordagem ao trabalho, nem sequer sobre a organização de conceitos-base que se devem utilizar na prospecção. Assim, vai tentar-se aqui sintetizar as várias metodologias de prospecção, simplificando o modelo de trabalho e de abordagem num projecto que inclui prospecção arqueológica.

3.1. Prospecção de reconhecimento ou de superfície

Nas últimas décadas o trabalho de prospecção tem aumentado progressivamente, devido a projectos que incluíam a descoberta de novos sítios arqueológicos ou por obrigações legais portuguesas e da Comunidade Europeia relativas à defesa e protecção do património arqueológico. Nos últimos anos, Portugal viu um aumento significativo no número de trabalhos arqueológicos relativos a acções preventivas ou de emergência decorrentes de trabalhos de minimização de impacto em zonas de construção de empreendimentos públicos ou privados.

O aumento de trabalhos de prospecção ocorreu não só em Portugal, mas um pouco por todo o mundo, em parte devido a uma transformação dos objectivos gerais da arqueologia, aspecto, aliás, que se viu tratado no capítulo 2 (cf. trabalhos de Julian Steward, Alfred Kidder, David Clarke e Lewis Binford). Como consequência deste aumento nos trabalhos de prospecção arqueológica, verificou-se um aumento na diversidade nos

problemas e tipos de prospecção de superfície, essencialmente como resultado de decisões importantes no decurso dos próprios trabalhos de campo. Nas últimas décadas recorreu-se a metodologias estatísticas que simplificaram, até certo ponto, os trabalhos de prospecção. Simultaneamente, estas técnicas deram credibilidade e esclareceram sobre a validade dos resultados e das amostragens feitas.

Um aspecto importantíssimo no trabalho de prospecção é a tomada de consciência de que o trabalho está permanentemente incompleto e que um qualquer indivíduo nunca consegue fazer o levantamento completo, pois tem determinadas predisposições que lhe não permitem ver, ou que lhe truncam, a realidade observável. Este fenómeno é principalmente resultado de dois factores, um cultural e outro físico. O primeiro resulta do treino ou formação académica da pessoa; dificilmente um arqueólogo que se dedica à Época Romana ou Medieval vai localizar um sítio neolítico ou paleolítico devido às diferenças no tipo de cultura material existentes nos dois grupos cronológicos. Da mesma forma, um pré-historiador é bem capaz de passar por um sítio romano sem se dar conta disso. Este facto deve-se não a factores culturais, mais sim ao factor físico – a visão humana adapta-se a um certo tipo de informação, que neste caso pode ser denominada por escala ou tamanho. Torna-se, se não impossível, pelo menos muito difícil a uma pessoa procurar pequenos artefactos e estruturas, ou cerâmicas e líticos em simultâneo. Na prática do trabalho de prospecção, a tendência é achar-se aquilo para que se está treinado ou, como se diz na gíria, "aquilo para que se tem olho". E "aquilo para que se tem olho" é apenas o material com que se tem trabalhado, ou que à partida a pessoa se preparou para encontrar. Este aspecto é facilmente verificável pelos resultados das várias cartas arqueológicas e projectos de prospecção publicados. Na grande parte dos estudos efectuados em Portugal, o número de sítios encontrados de uma determinada cronologia em qualquer uma dessas publicações reflecte mais o interesse principal de quem fez o trabalho do que a realidade arqueológica. A título de exemplo, veja-se as Cartas Arqueológicas da Freguesia de Cachopo, Tavira (Maia, 2000) e do Alandroal (Calado, 1993), em que as cronologias ou tipos de sítios mais frequentes são, respectivamente, a Idade do Ferro e o Megalitismo, interesse principal dos respectivos autores dos trabalhos.

Outro exemplo deste fenómeno é, no Algarve, o caso do projecto *A Ocupação Humana Paleolítica do Algarve* (Bicho, 2003), que teve como objectivo localizar sítios arqueológicos não só de cronologia paleolítica, mas identificar as ocupações dos caçadores-recolectores da região, incluindo os sítios mesolíticos e neolíticos antigos. Assim, toda a metodologia e treino dos participantes naquele trabalho foram dirigidos para a locali-

zação de sítios de pequenas dimensões, de raros artefactos presentes na paisagem e para determinados contextos geológicos e geomorfológicos (Bicho, 2003). Como resultado, foram poucos os sítios de outras cronologias encontrados. Contrariamente a este resultado, as duas cartas arqueológicos publicadas dos concelhos de Vila do Bispo e de Lagoa (Gomes e Silva, 1987; Gomes *et al.*, 1995) apresentam uma grande diversidade de sítios e cronologias, uma vez que o objectivo do trabalho era o levantamento o mais completo possível do património arqueológico. Além disso, o facto de as equipas envolvidas serem diversificadas e de os seus autores mostrarem um interesse generalizado e experiência de trabalho de escavação em todas as cronologias, fez com que o equilíbrio dos resultados tenha sido plenamente conseguido.

Desta curta reflexão podemos concluir que a qualidade do resultado de uma prospecção depende de dois aspectos principais: o objectivo principal do projecto e a composição da equipa do trabalho de campo. Quanto ao objectivo, é necessário ter em conta se se pretende um levantamento completo ou apenas um levantamento dirigido a uma certa cronologia e com limites bem definidos. A partir da abrangência que se pretende dar ao projecto, organiza-se a equipa, que deve ser o mais inclusiva possível no primeiro caso, e o mais especializada possível no segundo.

A selecção da área de intervenção é também um aspecto importante para a prospecção. Existem três tipos de unidades de prospecção: geográfica ou natural, cultural e institucional. A primeira é definida por um sistema natural, por exemplo uma unidade geomorfológica como um vale, uma unidade topográfica como um cerro, uma unidade geológica como um afloramento calcário, ou uma unidade de vegetação. O segundo tipo de unidade de prospecção é o cultural, onde a cultura material é que define os limites da prospecção, como, por exemplo, estruturas megalíticas ou sítios paleolíticos. A terceira é do âmbito institucional e é completamente independente dos dois tipos anteriores. Uma prospecção pode ser institucional no sentido em que é limitada por uma fronteira arbitrária como, por exemplo, um distrito, concelho ou freguesia, sendo estes casos divisões políticas do espaço. Um outro tipo de limite institucional é o imposto por um trabalho de minimização, em que a área a prospectar é completamente independente de limites naturais ou culturais e depende de um projecto institucional que pode ser, como exemplo, uma estrada ou uma barragem e que, naturalmente, atravessa várias unidades naturais, bem como unidades culturais nas suas dimensões espacial e cronológica.

Do ponto de vista puramente científico, o objectivo principal de um projecto de prospecção não é encontrar sítios arqueológicos, mas sim compreender como é que o espaço e a paisagem foram utilizados e

explorados pelos grupos humanos no passado (Plog *et al.*, 1982:609; Feder, 1997:43). Como tal, o ideal seria escolher um limite cultural para a prospecção, significando neste caso o termo "cultural" uma determinada cultura (*e.g.*, Magdalenense) ou uma subunidade dessa cultura (*e.g.*, um dos seus padrões de povoamento). Na prática, este tipo de delimitação não é possível. No caso de uma escolha com base em unidades naturais, os problemas que se levantam são também de tipo cultural, uma vez que a unidade natural pode compreender em si várias unidades culturais, sejam elas diferentes culturas ou sítios de diferentes cronologias. Este é também o problema com que se depara o arqueólogo que trabalha numa unidade com limites institucionais.

Para minimizar os problemas acima expostos, num projecto de investigação os limites devem ser estabelecidos com a fusão de, pelo menos, duas das três unidades. Utilizando o exemplo acima referido do projecto que teve lugar no Algarve, a decisão sobre os limites do trabalho de prospecção recaiu sobre um conjunto de variáveis que passavam por uma unidade cultural – os caçadores-recolectores – e por unidades de tipo natural – as zonas de impacto da prospecção foram essencialmente aquelas marcadas por depósitos plistocénicos variados e por afloramentos calcários onde se podem encontrar grutas. Note-se que, apesar do título do projecto incluir a palavra Algarve, e este ser o centro dos trabalhos, a equipa nunca sentiu que essa divisão político-administrativa fosse limite real dos trabalhos de prospecção. Por várias vezes, no seguimento de uma unidade geomorfológica, a equipa fez prospecção no Alentejo. Este exemplo mostra também que o primeiro nível de decisão deve ser o cultural e o segundo o natural. É claro que estas decisões podem ser tomadas somente quando a área de prospecção depende da vontade do arqueólogo...

Quando finalmente se começa o trabalho de campo, é absolutamente necessário ponderar o conceito de sítio arqueológico. Este tema foi já abordado anteriormente, tendo ficado claro que a definição depende do tipo de trabalho que se vai efectuar. No entanto, quando se fala de prospecção, aquilo que se procura não é o sítio arqueológico, mas sim um ou mais elementos denominados por McManamon (1984:228) como *constituintes* do sítio arqueológico. Os constituintes apontados por esse autor são num total de cinco, dos quais três são detectáveis pela visão humana, enquanto que os outros dois são apenas observáveis com a ajuda de instrumentos. Estes últimos são designados por McManamon como *anomalias químicas* e *anomalias instrumentais*, sendo, respectivamente, as anomalias que aparecem como consequência de actividades humanas que alteram o solo e o subsolo, e as que podem ser medidas por meio de tecnologias como a resistividade eléctrica e o protomagnetismo, e

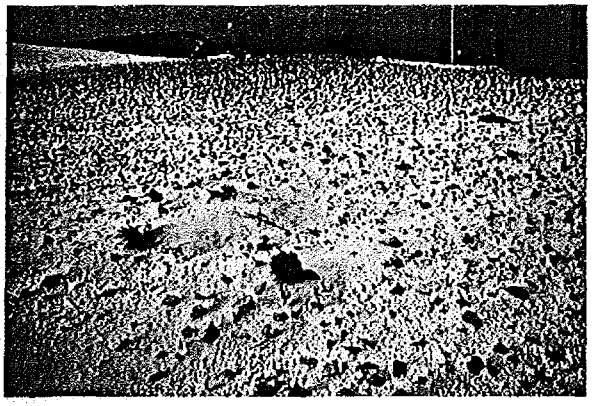


Figura 17. Artefactos expostos à superfície no sítio epipaleolítico de Palheirões do Alegra, Odemira.

que resultam de actividades humanas de construção de estruturas de *habitat*.

Os três constituintes passíveis de se localizarem pela prospecção humana são os *artefactos*, as *estruturas* e os solos *antrópicos*. No primeiro grupo incluem-se todos os objectos portáteis ou móveis que foram transformados e manufacturados por mão humana, bem como os restos deixados resultante dessa produção (Figura 17). Para além disso, estão incluídos neste grupo também todos os vestígios faunísticos e de flora resultantes das actividades humanas mas que não são utensílios e que Binford (1964) designou por ecofactos. Alguns destes vestígios orgânicos não evidenciam alterações antrópicas, mas como foram resultado das actividades humanas devem ser considerados um dos elementos de localização de uma mancha de ocupação humana e, logo, indicativos de um sítio arqueológico.

O segundo constituinte é o grupo das estruturas (Figura 18). Inclui estruturas de *habitat* que foram construídas e que se podem localizar facilmente, como muros ou lareiras. Um agrupamento de artefactos pode também ser considerado uma estrutura desde que a sua concentração forme uma unidade arqueológica, como é o caso de uma zona de lixeira, de um concheiro ou de uma zona de talhe de pedra. A inclusão do último exemplo, uma oficina de talhe de pedra, pode ser algo discutível uma vez que pode ser considerada como estrutura ou como um conjunto de artefactos. Note-se que do ponto de vista do trabalho de prospecção é completamente diferente localizar à superfície um artefacto isolado ou uma pequena oficina de talhe, já que a concentração de artefactos líticos no segundo caso faz com que este se assemelhe mais, como conceito e

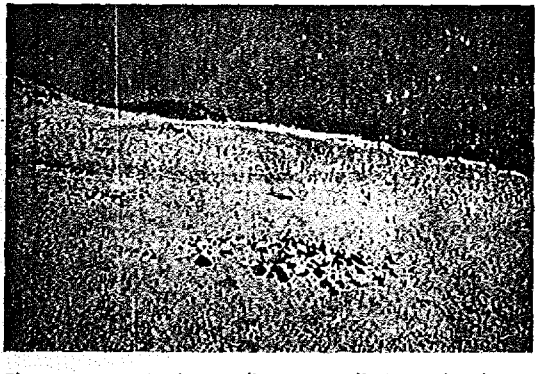


Figura 18. Lareira à superfície, em Palheirões do Alegra.

como conjunto visual, a uma estrutura como uma lareira do que a um simples artefacto.

O terceiro constituinte, os solos antropogénicos, é um dos elementos fundamentais na descoberta de sítios arqueológicos quando se fala de cortes (Figura 19). As actividades humanas levam a que se dê uma concentração bastante importante de produtos orgânicos nos solos. Como exemplo hipotético deste aspecto, podemos ter um sítio em areias que serviu como local de caça e de desmancho da fauna no qual, devido à acidez do solo, os restos faunísticos terão desaparecido por completo. O sinal de existência do sítio arqueológico será com certeza um horizonte de cor cinzenta a negro onde a fauna não está presente e a presença de artefactos no corte será escassa.

Nesta situação, o sinal mais importante da presença humana e, consequentemente, mais visível, será o da coloração do solo de origem antropogénica devido à presença de resíduos químicos provenientes de elementos orgânicos animais e, provavelmente, também de carvões, elemento que ajuda na intensidade da coloração do solo.

Após este conjunto de definições é necessário regressar à definição de sítio no âmbito do trabalho de prospecção. Um dos factores importantes na definição de sítio é o da percepção arqueológica da importância de um achado por quem faz prospecção. Durante o trabalho de prospecção, um arqueólogo, voluntariamente ou não, toma decisões sobre o valor de representação arqueológica daquilo que observa no seu trabalho de campo. A decisão sobre as classes de artefactos que para ele são importantes é a base da decisão do que é, ou não, um sítio arqueológico. No caso da prospecção arqueológica de períodos históricos ou mesmo proto-históricos, a questão é simplificada porque em muitos casos o constituinte principal é a estrutura.

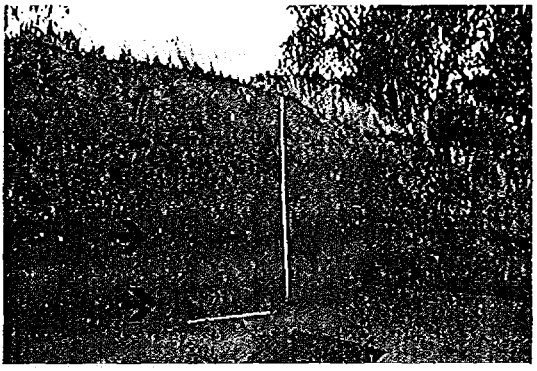


Figura 19. Solos de origem antropogénica no sítio Paleolítico de Cabeço de Porto Marinho, Rio Maior. As setas indicam os solos de cronologia Magdalenense.

Em sítios arqueológicos de cronologia pré-histórica raramente se encontram estruturas, pelo que ficamos limitados aos artefactos e aos horizontes antropogénicos. Contudo, e independentemente do número de artefactos, o local deve ser indicado como sítio arqueológico (a única dúvida que poderá persistir, se não existirem artefactos visíveis, é se o paleosolo é de origem antrópica ou não). Quando é evidente a presença de artefactos, a decisão da existência de um sítio arqueológico é mais problemática, uma vez que um simples artefacto pode ser insuficiente para a delimitação da presença de sítio. Se um local tiver, efectivamente, um só artefacto, deverá o local ser documentado como sítio arqueológico? A resposta é: depende do objectivo do projecto. Assim, se o projecto for de carta arqueológica, é necessário localizar o achado, mencionando explicitamente que se trata de um artefacto isolado. Do ponto de vista de protecção ou de minimização, este local não tem interesse, pelo que não é relevante indicá-lo como sítio arqueológico, sendo obrigatório, contudo, indicar a presença de artefactos isolados no local.

Num trabalho sobre povoamento e utilização do espaço, o artefacto isolado poderá ser tão importante como um qualquer outro sítio arqueológico de *habitat*. Naturalmente, a sua importância reside no factor da presença e da escassez de vestígios de cultura material, indicando que esse local foi um ponto de passagem com pouca importância no sistema de utilização do espaço dessa comunidade. O artefacto marca, assim, o confronto e a diferença entre esse espaço e aqueles que, por diversas razões, foram importantes para a comunidade.

O conceito de sítio arqueológico remete-nos, necessariamente, para o conceito de "não-sítio" (Thomas, 1975). Plog *et al.* (1982:613) definiram

"não-sítio" como uma zona que potencialmente se pode interpretar como de actividade humana, mas cuja cultura material não o consegue definir espacialmente. Este conceito opõe-se ao de "sítio" descrito como um local que potencialmente pode ser interpretado como resultante de actividade humana e cuja cultura material o define espacialmente (*cf.* outras definições distintas, nomeadamente a de Bernardes na sua tese de doutoramento, 2002).

A interpretação prende-se com a qualidade dos artefactos, pelo que, de novo, a questão da decisão e dos pressupostos e preconceitos do arqueólogo são um factor importante. A questão da cultura material depende, pois, do factor quantitativo. A definição de sítio arqueológico pode, portanto, depender do número de artefactos aí encontrados. A definição proposta por Plog *et al.* (1982:611), do Southwest Anthropological Research Group, delimita um sítio arqueológico desde que tenha, pelo menos, cinco artefactos por metro quadrado. Para além do número de artefactos, um outro aspecto que tem sido utilizado como definidor de se estar perante um sítio arqueológico é a presença de mais do que uma área de actividade humana dentro do mesmo local (Fuller *et al.*, 1976:68, in Plog *et al.*, 1982:611). Refira-se que esta definição tem uma boa aplicação quando se fala de ocupações de tipo sedentário. Tem, no entanto, muito menos sentido e rara aplicação no caso de sítios de caçadores-recolectores nos quais o tempo de ocupação é relativamente curto e, logo, o tipo e número de actividades é diminuto marcando muito raramente o registo arqueológico de forma vincada.

Ainda sobre a questão do número de artefactos necessários à determinação da presença de um sítio arqueológico, é de salientar que a quantidade de artefactos encontrados à superfície não reflecte necessariamente a sua densidade no subsolo. Um dos melhores exemplos deste caso é o sítio conhecido por Quinta do Sanguinhal, a sudeste de Rio Maior (Marks *et al.*, 1994). Este sítio foi localizado por C. Reid Ferring aquando de um reconhecimento geomorfológico do vale do Rio Maior. Aí foi encontrada uma cascalheira com vários artefactos de cronologia acheulense, incluindo dois bifaces em sílex. Esta cascalheira estava exposta num corte com cerca de dois metros de espessura e com cerca de 50 metros de comprimento, na parte de trás de uma área que tinha sido aberta para construção de uma fábrica, numa zona com um declive pouco acentuado. Durante a visita a esse local, para a recolha dos artefactos encontrados na cascalheira, procedeu-se também ao reconhecimento dos cortes laterais da área em questão e que representavam a deposição geológica posterior à cascalheira. Num desses cortes foi encontrada, a cerca de 80 cm abaixo da superfície, uma lasca de sílex com menos de 3 cm^2. Após prospecção da superfície local verificou-se que não existiam artefactos, mas que os depósitos

arenosos da proximidade tinham nódulos de sílex de tamanhos variados e com alguma qualidade. Apesar dos fracos indícios da existência de um sítio arqueológico, o coordenador do projecto, Anthony Marks, decidiu proceder a uma sondagem de meio metro quadrado. Durante a execução da sondagem encontrou-se uma pequena oficina de talhe de sílex gravettense, cujos vestígios se concentravam em cerca de quatro metros quadrados. Embora fosse uma pequena área, a densidade dos artefactos era bastante elevada, tendo sido contabilizados alguns milhares de artefactos (Figura 20).

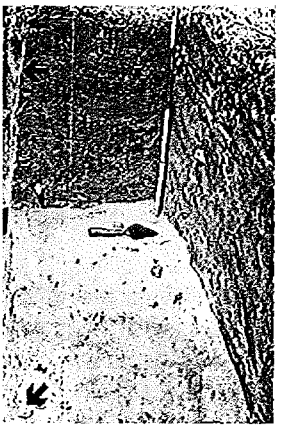


Figura 20. Quinta do Sanguinhal. A seta horizontal indica o corte encontrado na prospecção. Note-se que existe apenas um artefacto no corte, indicado pela seta inferior.

O interesse deste exemplo para o trabalho de prospecção pedestre é o de mostrar a importância do contexto geológico. Quer isto dizer que, se uma área tem apenas um artefacto à superfície (e este facto é muito comum em sítios pré-históricos), este local pode ser apenas avaliado como potencial sítio arqueológico com base no tipo de substrato geológico e na espessura do mesmo. É necessário ter em conta o tipo de movimentação vertical que os artefactos possam ter e como, infelizmente, existem poucos estudos sobre o assunto (*e.g.*, Leigh, 2001), este aspecto tem de decorrer da experiência do investigador. Mais uma vez, o caso do artefacto à superfície leva-nos à questão da definição de sítio arqueológico e sugere que a definição, pelo menos no caso do trabalho de prospecção arqueológica, deve ser pouco rígida para poder abrigar os casos idênticos ao da Quinta do Sanguinhal.

Durante o planeamento de um trabalho de prospecção devemos ter em consideração o grau de intensidade (Plog *et al.*, 1982:613). Este termo serve para designar o grau de detalhe com que uma determinada superfície, objecto de prospecção, é examinada independentemente do tamanho da área a prospectar (Bicho *et al.*, 1994:65). A realidade, no entanto, é que o grau de intensidade de uma prospecção acaba por ficar dependente do tamanho da área a prospectar. E este facto deve-se simplesmente ao aspecto soberano num trabalho deste tipo – o financiamento.

Uma prospecção de alta intensidade, ou seja, cuja análise da superfície é extremamente detalhada torna-se muito mais dispendiosa porque requer mais tempo e mais mão-de-obra especializada do que outra cujo grau de intensidade seja baixo. Mas, afinal, o que é o grau de intensidade

de uma prospecção? É, simplesmente, a distância entre os membros da equipa durante a prospecção pedestre. Uma prospecção com um grau alto de intensidade caracteriza-se por uma distância não superior a 10 metros entre cada pessoa. Em contrapartida, uma prospecção com um baixo grau de intensidade será marcada por uma distância superior a 100 metros entre cada elemento da equipa. A decisão por um ou outro tipo de prospecção, se dependente apenas de razões científicas e não de ordem financeira, deve ser tomada com base no tamanho mínimo do sítio arqueológico que pode ser encontrado.

Tomemos como exemplos hipotéticos duas prospecções cujo objectivo é conhecer o sistema de povoamento de determinada região, uma dedicando-se à Época Romana e a outra ao Paleolítico Superior. Na primeira podemos partir do princípio de que a maior parte dos sítios terá vestígios de estruturas e uma dimensão superior a 600 m^2 (cerca de 25 × 25m), enquanto que no segundo caso os sítios raramente terão áreas superiores a 600 m^2 e os mais pequenos poderão ter apenas quatro ou cinco metros quadrados cada. Deste modo, o grau de intensidade deve ser diferente em cada prospecção. Partindo do princípio de que as condições de visibilidade do solo eram perfeitas, no primeiro exemplo uma distância entre 25 e 50 metros entre elementos da equipa seria suficiente para localizar todos os sítios visíveis à superfície. Para se ter o mesmo grau de eficiência no caso do Paleolítico Superior, a distância não poderia ser superior a 10 metros. Se aqui se mantivesse uma distância de 50 metros entre os prospectores, haveria a possibilidade de existirem quatro ou cinco sítios, lado a lado, entre cada par de investigadores, sem que estes os localizassem.

Em resultado deste cenário teórico, poder-se-á dizer que quanto maior for a intensidade de uma prospecção, maior será a possibilidade de se encontrarem os sítios arqueológicos. Veja-se a Tabela 6, onde se apresentam os resultados recolhidos por Plog *et al.* (1982:615). Os valores das 12 prospecções, com circunstâncias ambientais semelhantes, reflectem bem o factor da intensidade na descoberta de sítios arqueológicos. Nestes casos a intensidade é dada através do número de pessoas-dia por milha quadrada. Quanto mais alto for esse valor, maior será o grau de intensidade da prospecção. Note-se as diferenças de valores entre Hay Hollow Valley, onde a intensidade foi a mais alta, e Hopi Buttes, onde a intensidade foi a mais baixa. A diferença no número de sítios pré-históricos reflecte, sem qualquer dúvida, o tipo de intensidade da prospecção.

A intensidade não é, no entanto, o único factor importante na descoberta de sítios arqueológicos durante a prospecção pedestre. Outros factores como a ***visibilidade*** do solo, o ***realce*** dos artefactos e a ***acessibilidade*** da área são igualmente importantes. A visibilidade do solo pode simplesmente definir-se como "o grau de detecção da presença de mate-

riais arqueológicos pelo observador num determinado lugar" (Schiffer *et al.*, 1978:6). De facto, a visibilidade não é mais do que o grau de exposição do solo e depende directamente das condições do meio ambiente, mais especificamente a da quantidade e tipo de coberto vegetal. Áreas com um coberto vegetal intenso e relativamente rasteiro têm um nível de visibilidade baixo, enquanto que áreas com coberto vegetal caracterizado por árvores esparsas têm uma visibilidade mais alta.

O realce dos artefactos pode ser definido pelos indícios visuais da cultura material de determinada cultura (Feder, 1997:47), ou seja, a facilidade que existe em detectar ou ver artefactos arqueológicos pelo prospector. O tamanho, a cor, a durabilidade e o exotismo das peças são elementos que podem ajudar a realçar um artefacto ou uma estrutura arqueológica durante a prospecção. Assim, podemos afirmar que um sítio com estruturas edificadas tem mais realce do que um sítio resultante apenas de uma actividade de talhe da pedra.

Tabela 6

Estimativas de densidade de sítios e de prospecção no Sudoeste Americano.

Localidade milha² por milha²	Área em por milha²	Pessoa/dia pré-históricos	Nº de sítios por milha²	Nº de sítios	Referência
Roosevelt Lake, Arizona	2,8	24,2	9,3	10,3	Fueller *et al.*, 1976
Horseshoe Reservoir, Arizona	1,7	38,2	37,0	37,0	Fueller *et al.*, 1976
Hopi Buttes, Arizona	82,0	1,0	2,6	2,6	Gumerman, 1969
Black Mesa, Arizona	48,5	30,3	16,3	24,4	Layhe *e tal.*, 1976
Star Lake,22,0 New México	26,8	6,0	11,9	Wait, 1977	
Hay Hollow Valley, Arizona, 1967	5,0	80,0	50,2	50,2	Plog, 1947a, b
Hay Hollow Valley, Arizona, 1968	5,0	80,0	65,0	65,0	Plog, 1947a, b
Chevelon Canyon, Arizona	3,0	40,0	39,0	39,0	Plog, 1947a
Paria Plateau, Arizona	61,3	6,0	6,4	6,4	Mueller, 1974
Lower Chaço River, New México	68,5	12,6	4,5	10,5	Reher, 1977
Bates Reservoir, Arizona	15,2	56,5	18,0	18,0	Debowoski *et al.*, 1976
Eastern Hueco Bolson, Texas	103,0	5,7	4,0	4,0	Whalen, 1977

O factor do realce dos artefactos parece estar ligado ao nível de desenvolvimento tecnológico e económico do grupo humano objecto de estudo, bem como ao seu aspecto demográfico. A cultura material de uma população de cariz nómada terá muito menos realce do que o de um grupo sedentário. Da mesma forma, a cultura material resultante de uma população de grandes dimensões terá um realce muito maior no solo do que o de uma população de pequenas dimensões. Podemos dar como exemplos o sítio Paleolítico de Vale Boi, perto de Vila do Bispo (Bicho, 2003), provavelmente o maior do país dessa cronologia, com cerca de 10 000 m^2 e representando cerca de 20 mil anos de ocupação, com um realce bastante baixo comparativamente com o de um sítio romano como Milreu, perto de Faro, com apenas poucas centenas de anos de ocupação mas com grandes estruturas, representando uma população bastante numerosa e com muitas actividades.

A acessibilidade é um elemento importante no que concerne ao aspecto prático da prospecção arqueológica; factores como o tipo, a qualidade e o número de estradas são importantes no resultado final de uma prospecção. Do mesmo modo, o tipo de coberto vegetal que permita (ou não) chegar a todos os pontos da área em consideração, bem como a presença de certas espécies animais (*e.g.*, gado taurino) que possam impedir o acesso a determinadas zonas, podem alterar radicalmente a validade do trabalho. Finalmente, existe ainda um outro factor importante no caso da acessibilidade durante a prospecção arqueológica: a propriedade dos terrenos. Nalguns casos, as áreas a prospectar encontram-se vedadas e, portanto, é necessário encontrar-se os proprietários para se conseguir autorização para se realizar o trabalho, não sendo sempre pacífico que aqueles cedam as necessárias autorizações para se proceder à prospecção.

Figura 21. Vale Boi. Vista geral do início dos trabalhos de escavação em 2002.

Um outro factor importante, apesar de não ser condicionante no trabalho de prospecção, é a característica climática da região. A eficiência de uma equipa de prospecção depende parcialmente das condições climatéricas durante o trabalho de campo: altas temperaturas ou muita precipitação são factores destabilizadores e que implicam necessariamente uma diminuição da qualidade e eficiência do trabalho de prospecção.

O último elemento fundamental no planeamento de uma prospecção é o da

amostragem. A questão da amostragem pode ser bastante complexa, como Orton demonstrou (2000). No caso da prospecção, principalmente no caso da Pré-história de Portugal, alguns conceitos serão suficientes para se poder compreender o problema e resolver as questões que possam advir da prática do trabalho de campo.

O primeiro conceito a abordar é o da extensão da cobertura a realizar, existindo duas hipóteses: total e parcial. Tal como no factor da intensidade, quanto maior for a área de trabalho, maior será o número de sítios encontrados e, portanto, se toda a área em questão for prospectada, maior será o número de sítios encontrados. Existe um lado negativo nesta opção: o do tempo e, consequentemente, o investimento necessário para se poder realizar uma cobertura total da área de trabalho; se a área não for muito extensa esta será a escolha ideal, principalmente se o grau de intensidade não for extremo.

Na prática, contudo, a área é sempre bastante grande e o interesse é o de realizar a prospecção com um grau de intensidade necessário para encontrar também os sítios de menor dimensão. Para este fim, surge a necessidade de se recorrer à amostragem, que pode ser feita de forma aleatória, sistemática ou estratificada (Plog, 1976; Plog *et al.*, 1982; Bicho *et al.*, 1994).

A amostragem aleatória utiliza um sistema de escolha arbitrária das zonas que deverão ser prospectadas dentro de área de estudo. Esta escolha passa pela utilização de uma tabela de números aleatórios ou um outro sistema que indique de forma não sistemática as parcelas que serão objecto do trabalho de campo. O que é importante é que a probabilidade de qualquer uma das parcelas ser escolhida seja a mesma. Um dos benefícios deste sistema prende-se com o facto de eliminar os pressupostos do arqueólogo sobre qual a área que tem mais ou menos sítios, fazendo com que todas elas tenham o mesmo potencial teórico. Porém, para pôr o sistema em funcionamento é necessário dividir a área a prospectar em parcelas de igual dimensão e numerar cada uma delas. A tabela de números aleatórios indicará depois quais as parcelas a prospectar.

No caso da amostragem sistemática também se deve proceder à divisão *a priori* das parcelas, ficando estas a distâncias iguais entre si. Este tipo de sistema é o indicado para projectos de mapeamento, de forma a mostrar o tipo de ocupação num determinado espaço. A título de exemplo, numa quadrícula numerada são objecto de trabalhos todos os quadrados múltiplos de quatro, ou seja, 4, 8, 12, etc.

A estratificação é uma técnica que se baseia na ideia de que existem vários tipos de unidades, geralmente de tipo natural, como terraços fluviais, solos ou estratos geológicos. Estas unidades devem ser divididas em parcelas e o mesmo número relativo de cada deve ser utilizado na área

a prospectar, fazendo com que o peso de cada unidade ou estrato seja igual. É também possível utilizar um número diferente de parcelas de cada unidade, de forma a dar mais peso a determinado estrato do que a outro. A amostragem por estratificação é utilizada quando se sabe à partida que o potencial de uma unidade, tanto no que concerne ao número como no que respeita à diversidade, é superior ao de outra. Por exemplo, num projecto em que o objectivo principal é a localização de sítios paleolíticos a prioridade deverá ser dada a zonas com grutas e terraços plistocénicos em vez de zonas de areias holocénicas.

Quando se trabalha com amostragem em prospecção devemos ter em consideração três factores: a ***fracção***, o ***tamanho*** da amostra e o ***formato*** da unidade ou parcela. Numa prospecção parcial, a fracção da amostra corresponde à percentagem que se vai prospectar do total da área em questão, enquanto que o tamanho da amostra designa o número de observações que se fazem. Utilizando um exemplo prático, podemos pensar numa área de 10 km^2 como a dimensão total da zona de intervenção. A fracção é de 10%, o que significa que apenas um décimo da área será coberta com prospecção pedestre. Este fragmento de 10% pode ser prospectado numa só parcela ou subdividido em dez localizadas em várias zonas do terreno (a sua localização depende do tipo de técnica de amostragem escolhida: aleatória, sistemática ou estratificada), ou seja respectivamente um bloco com 1 km^2 ou dez blocos com 0,1 km^2.

A manutenção do equilíbrio entre o tamanho e a fracção da amostra é importante, sendo necessário reflectir sobre dois aspectos relacionados com esta questão (Plog *et al.*, 1982:619). Em estatística a questão do tamanho da amostra é essencial, sendo a base da validade de certas inferências. A probabilidade que algumas inferências têm de ser aceites ou não aumenta com o tamanho da amostra. Se mantivermos um equilíbrio entre o tamanho e a fracção, significa que aumentando a segunda vamos necessariamente aumentar o número de parcelas a prospectar. Este aumento vai ter consequências nos aspectos logísticos da prospecção como, por exemplo, o transporte das equipas de parcela para parcela, o que causará um aumento de tempo e de encargos nos transportes.

O segundo elemento de reflexão é o facto de as inferências estatísticas em arqueologia, nomeadamente em prospecção arqueológica, terem um significado diferente do que na maior parte dos outros campos de conhecimento (Bicho, 1996). Numa amostragem feita para uma sondagem eleitoral, a fracção da amostra é bastante pequena (geralmente é inferior a 0,001%) e o tamanho da amostra é bastante grande (o número de eleitores que responderam ao inquérito). Este rácio entre os dois factores dá-se porque as características políticas da população são bem conhecidas. As características da população objecto da prospecção arque-

ológica nunca serão conhecidas como no caso das previsões eleitorais, pelo que é necessário ter em conta esse aspecto no caso do planeamento de uma prospecção. Este facto faz com que a *fracção* tenha que ser maior e o *tamanho* menor na prospecção arqueológica do que no caso da sondagem eleitoral.

Ainda no âmbito da validade estatística em prospecção arqueológica, é necessário marcar a diferença entre a fracção da área a ser prospectada (a percentagem que fará parte do trabalho de campo) e a percentagem de sítios encontrados relativamente ao número real de sítios existentes. A decisão de fazer uma fracção de 10% não significa que com o trabalho realizado se encontrem de facto 10% dos sítios existentes na área total da prospecção.

Tem sido dada alguma importância à questão do formato da parcela a prospectar (Mueller, 1974; Judge *et al.*, 1975; Plog, 1976; Orton, 2000). Tendencialmente, a morfologia das parcelas é quadrada ou rectangular (aquilo que a bibliografia anglo-saxónica denomina por "*transepts*") e, segundo Plog *et al.* (1982) e Orton (2000), o rectângulo parece ser mais eficiente do que o quadrado, ainda que a dimensão de cada um tenha também influência no resultado final. Ao que parece, a prospecção de parcelas mais pequenas obtém melhores resultados do que em parcelas maiores. Na opinião de Plog *et al.* (1982:625) o melhor resultado advém de parcelas que possam ser prospectadas por equipas de duas a quatro pessoas, em cerca de meio dia ou, no máximo, um dia.

No caso português a decisão do formato da amostra é muitas vezes dificultada pela divisão das propriedades, acabando, em geral, por ser essa a unidade de trabalho. Em muitas zonas do país as propriedades estão divididas devido a características topográficas, geomorfológicas e de tipos de solos, pelo que essas unidades são propícias a um sistema estratificado de amostragem para o trabalho de prospecção. O seu tamanho, contudo, aproxima-se daquele indicado por Plog *et al.* como sendo o melhor.

Após a tomada de decisões sobre os vários pontos abordados anteriormente, pode dar-se início ao trabalho propriamente dito. Este deve começar pela revisão da bibliografia, que no caso português é bastante boa. Existem várias cartas arqueológicas de concelhos e freguesias e, no caso do Algarve, três volumes que cobrem todo o Distrito de Faro. Actualmente a base de dados ENDOVÉLICUS de responsabilidade do Instituto Português de Arqueologia (IPA) está já disponível na internet (*http://www.ipa.min-cultura.pt*). Esta base de dados fornece-nos informação crucial sobre a localização dos sítios arqueológicos bem como a sua cronologia. Existe ainda todo um manancial bibliográfico que deve ser consultado e que se encontra disponível em várias bibliotecas especia-

lizadas, de entre as quais se destaca a do próprio IPA, a do Museu Nacional de Arqueologia, a dos Serviços Geológicos, agora Instituto Geológico e Mineiro, e a do Instituto de Arqueologia da Universidade de Coimbra. Outro elemento importantíssimo na prospecção são os informadores ocasionais que se encontram quer no trabalho de campo, quer nos intervalos da prospecção nas suas zonas afins.

O trabalho de campo deve ser executado de forma pedestre, pelo que os locais de distribuição e recolha das equipas são fundamentais. Para determinar a localização dos meios de transporte é conveniente efectuar-se um trabalho de análise cartográfica detalhado (o aspecto de cartografia será tratado mais adiante neste capítulo), de forma a racionalizar os recursos existentes.

Durante a prospecção pedestre, os vários elementos da equipa devem seguir, tanto quanto possível, em linha, paralelos uns aos outros para que possa haver entreajuda nos momentos de registo de sítios arqueológicos. O registo deve indicar a localização geográfica, o ambiente geológico e topográfico, bem como as características do coberto vegetal do sítio. Deve ainda indicar-se o tipo de artefactos e estruturas existentes, de forma a haver uma estimativa da cronologia do sítio, bem como o tamanho da área da dispersão dos achados. No seguimento deste trabalho deve ainda ajuizar-se sobre a questão da protecção e conservação do sítio arqueológico, sem esquecer de mencionar o seu potencial do ponto de vista científico. Em muitos casos é elaborado um formulário que inclua todos os aspectos necessários do registo de todos os achados da prospecção (Tabela 7).

O registo e localização não se devem limitar apenas aos sítios arqueológicos. É importante registar a localização de alguns recursos naturais como nascentes, poços naturais, fontes, ou de matérias-primas como tipos de rocha (*e.g.*, sílex, grauvaque, calcedónia, jaspe) ou argilas com qualidade para a produção de cerâmicas. Simultaneamente, é importante registar quais as áreas que não foram prospectadas devido ao coberto vegetal ou a outros acidentes naturais e, de preferência, indicar o grau de visibilidade existente em cada parcela de terreno durante a prospecção.

Durante a prospecção é frequente recolherem-se os artefactos encontrados à superfície. Isto levanta um problema que é o do transporte dos materiais no caso de serem em quantidade, volumosos e pesados. Para obviar este problema, é normal recolherem-se apenas as peças mais importantes. A recolha destes artefactos pode ser importante porque permite que, em local próprio, analisados mais detalhadamente pela equipa de investigação ou por outros investigadores. A sua recolha permite também que possam ser feitos desenhos e fotografias de qualidade.

Tabela 7

a) Exemplos de informação presente em fichas de prospecção.

A) Civilização Maia (adaptado de Willey and Sabloff, 1980):	B) Época Romana (adaptado de Bernardes, 2002).
1. Número de sítio	1. Nº
2. Foto aérea	2. Sítio
3. Designação anterior do sítio	3. Nº de identificação
4. Município	4. Topónimo
5. Vila	5. Lugar
6. Tipo de propriedade	6. Freguesia
7. Tipo de cultura agrícola	7. Concelho
8. Ambiente	8. Distrito
9. Localização (em relação a outros sítios arqueológicos)	9. DGN
10. Descrição do sítio	10. SubRegião
11. Área	11. Carta Militar Portuguesa
12. Altura	12. UTM
13. Cota	13. Altitude
14. Vegetação	14. Tipo de sítio
15. Topografia	15. Descrição
16. Solo	16. Área
17. Grau de erosão	17. Cronologia (absoluta e relativa)
18. Presença de terraços artificiais	18. Interpretação
19. Presença de estradas, edifícios e paredes modernas	19. Geomorfologia
20. Presença de alvenaria	20. Litogia
21. Outras evidências de construção	21. Recursos mineiros
22. Presença de cimento e estuque	22. Hidrografia
23. Outras estruturas habitacionais	23. Solos
24. Utensílios de transformação (moventes, dormentes, etc)	24. Capacidade dos solos
25. Artefactos em obsidiana	25. Ocupação actual dos solos
26. Artefactos em basalto	26. Observações
27. Cerâmicas	27. Referências bibliográficas
28. Fases culturais	
29. Enterramentos humanos	
30. Comentários	
31. Mapas, fotos	
32. Código	
33. Anotador	
34. Nº do saco de artefactos recolhidos	
35. Nº de saco de outros materiais recolhidos	
36. Data	

Tabela 7

b) Exemplos de ficha de prospecção – Época Romana

Num Sítio [Sítio] Nº ID [Nº ID]

Topónimos [Topónimos]

Lugar [Lugar] Freguesia [Freguesia] Concelho [Concelho]

Distrito [Distrito] CGN [CGN] SubRegião [SubRegião] Carta Militar 1:25 000 [Carta Militar]

UTM M [UTM M] UTM P [UTM P]

Tipo de Sítio [Tipo de Sítio] Altitude [Altitude]

Descrição [Descrição]

Área [Area]

Cronologia [Cron Relativa] [Cron Absoluta]

Def Natural [Def Natural]

Interpretação [Interpretação]

Geomorfologia [Geomorf]

Litologia [Litologia]

Rec. Mineiros [Rec Mineiros]

Hidrografia [Hidrografia]

Solos [Solos]

Apt Solos [Apt Solos]

Ocup. actual solos [Ocup Act Solos]

Observações [Observações]

Ref Bibliog [Ref Bibliog]

Independentemente das vantagens acima referidas, a recolha dos artefactos durante a prospecção provoca a remoção dos vestígios localizadores do sítio arqueológico. Assim, se se fizer uma recolha exaustiva dos artefactos, aliás como é tradição na Europa, será muito mais difícil localizar-se novamente o sítio. Por esta razão, tem sido defendida nas últimas duas décadas a não recolha dos materiais de superfície. Existe ainda uma outra razão pela qual se advogou esta perspectiva. A distribuição dos artefactos à superfície pode conter informação importante no que concerne à sua distribuição no subsolo e à organização intra-sítio. Durante uma prospecção raramente há tempo e condições para se proceder à recolha e localização das peças, pelo que se poderá perder informação importante para as tomadas de decisão no momento da escavação. Como é óbvio, em determinadas circunstâncias, a recolha dos artefactos deve ser feita principalmente nos casos de trabalhos de minimizações de impacto naqueles sítios arqueológicos em que não haverá escavação.

No caso de não ser feita uma recolha completa de superfície é importante fazer o levantamento de materiais das várias áreas que completam o sítio. Deste modo, não devem ser recolhidas peças apenas das zonas com maior frequência de materiais de superfície, devem ser também recolhidos materiais nas zonas de menos concentração. Se à superfície for visível qualquer organização espacial do sítio, esta deve ser tida em conta na recolha dos materiais de superfície. Neste caso, as questões do formato das unidades de recolha são importantes, tal como no caso da prospecção. No entanto, e ao contrário do trabalho de prospecção, o formato da unidade da recolha dos materiais, se esta for sistemática, deve ser o quadrado, organizando o espaço segundo uma quadrícula semelhante à da escavação, uma vez que essa quadrícula servirá também de controlo horizontal para o mapeamento do sítio arqueológico. Um exemplo desta técnica é o trabalho feito em Palheirões do Alegra por Raposo e Penalva (Raposo *et al.*, 1989).

Note-se que não se pretende apresentar uma "receita" de como fazer uma prospecção. Tentou-se somente focar os vários pontos de reflexão necessários a quem vai executar uma prospecção. Como já se disse acima, a decisão do investigador é o aspecto mais importante do trabalho arqueológico, e essa só pode ser tomada tendo em conta cada contexto específico, ou seja, considerando questões como o tamanho e qualificação da equipa, o contexto natural do espaço a ser prospectado e, claro, o financiamento existente e o tempo para executá-lo.

3.2. Cartografia e prospecção arqueológica

O uso de cartografia é um dos elementos fundamentais em arqueologia, nomeadamente durante o trabalho de prospecção arqueológica. Aqui abordar-se-á uma variedade de tópicos que incluem o tipo de mapas disponíveis, a leitura de mapas, os sistemas de projecção cartográficos e, ainda, questões relacionadas com o equipamento de localização e a sua utilização. Este tipo de informação é também essencial para a construção de mapas de síntese arqueológica que muitas vezes são publicados na apresentação dos resultados do trabalho de campo ou interpretação dos dados aí recolhidos.

Actualmente existem vários géneros de imagens que podem ser utilizadas por arqueólogos. O mais comum é o mapa tradicional que, como veremos mais à frente, tem uma grande diversidade de apresentações. Recentemente foram surgindo outros tipos de imagem e têm-se tornado cada vez mais eficientes e necessários no trabalho arqueológico, seja ele de campo ou de interpretação de dados. O tipo de imagem mais recente é o que resulta dos sistemas de teledetecção remota, provenientes do posicionamento e movimentação orbital de satélites de vários modelos. O terceiro exemplo de imagem é o resultante de fotografia aérea que, como vimos no capítulo 2, tem sido utilizada desde os anos 20 do século passado.

A teledetecção remota é o processo de obtenção de imagens da crosta terrestre a partir de altitudes orbitais ou suborbitais através da medição da energia electromagnética emitida pela Terra nos comprimentos de onda do espectro visível, ultravioleta e infravermelho (Feder, 1997; Casaca *et al.*, 2000). A importância deste tipo de imagem para a arqueologia reside no facto de registar blocos de imagem com informação de tipo geral referentes a zonas de grande dimensão, o que permite a visualização ou referenciação de padrões geográficos, geomorfológicos, zoológicos e botânicos, entre outros, que são fundamentais em estudos arqueológicos de âmbito regional. Infelizmente, independentemente das vantagens, estas imagens são, em geral, muito dispendiosas.

O primeiro satélite a emitir imagens de detecção remota foi o Landsat-1, lançado em 1972, operado pelo United States Geological Survey num programa designado Earth Resources Observation System. Desde essa data, foram lançados novos sistemas, agora designados por Landsat-4 e Landsat-5, que orbitam a Terra, demorando apenas 98,9 minutos por cada órbita executada, perfazendo cerca de 15 órbitas diárias, a cerca de 700 km de altitude. Ao fim de 16 dias cada um desses satélites regressa ao seu ponto original, fazendo com que qualquer ponto da superfície terrestre seja observado uma vez de oito em oito dias. A área

coberta em cada uma das imagens destes satélites é de cerca de 185 km E-W e 170 km N-S, sendo a sua melhor resolução a de uma estrutura ou objecto com 30 m² (Cracknell e Hays, 1991).

Presentemente, é a Earth Observation Satellite Company (EOSAT) que mantém o sistema Landsat em funcionamento, com uma cobertura mundial de 2,5 milhões de imagens, baseadas em duas coordenadas, denominadas *path* e *row* (linha e fiada). A primeira coordenada tem 233 linhas e corresponde às órbitas norte-sul dos satélites, enquanto que existem 248 fiadas de imagens na direcção este-oeste. Cada imagem de Landsat corresponde a um par de coordenadas *path* e *row*, correspondendo esse ponto ao centro da imagem (Napton e Greathouse, 1997:178).

O primeiro satélite europeu a fazer este tipo de trabalho de detecção remota foi o SPOT (Système Probatiore d'Observation de la Terre), que foi colocado em órbita pela França em 1982. Os últimos satélites SPOT a serem lançados observam cada ponto do globo terrestre cada 26 dias, tendo resolução multi-espectro e pancromática que permite visualizar um objecto com 10 m², permitindo uma perspectiva estereoscópica e sendo compatíveis com cartas de escalas de 1:100 000 e 1:50 000 (Napton e Greathouse, 1997:178-179; Casaca *et al.*, 2000:260).

Outro tipo de imagem de detecção remota é fornecida por sistemas de radar, que inclui, por exemplo, o SLAR (Side-looking Airborne Radar) que utiliza um sistema de microondas com uma resolução no solo que chega a atingir os três metros. Em Portugal estão disponíveis dois tipos de imagens por satélite no Instituto Geográfico Português, nas escalas 1:600 000 e 1:100 000, respectivamente com 1 e 53 folhas, ambas com o sistema de coordenadas rectangulares e utilizando a projecção Gauss (Figura 22).

A fotografia aérea é o método de imagem de teledetecção mais comum, nomeadamente em Portugal onde a sua utilização tem sido bastante comum para sítios de períodos históricos (Mantas, 1996). Em arqueologia são utilizados dois processos de aquisição fotográfica: um em que a câmara se encontra na vertical obtendo fotogramas ou fotografias verticais (Mantas, 1996:68), e outro em que as fotografias são oblíquas. As primeiras são geralmente obtidas por instituições como o recém-criado Instituto Geográfico Português, enquanto que as segundas são feitas por encomenda com pequenos aviões ou mesmo helicópteros. Para a obtenção destas fotografias devem ser feitos voos a várias altitudes entre os 700 e os 50 metros (Mantas, 1996:68).

As fotografias aéreas verticais são feitas a diversas altitudes, produzindo sequências de fotografias em que cada fotografia se sobrepõe à seguinte e à anterior em cerca de 1/3. Estas podem ser adquiridas em várias escalas (1:5000; 1:8000; 1:10 000; 1:15 000 e 1:33 000), o mesmo

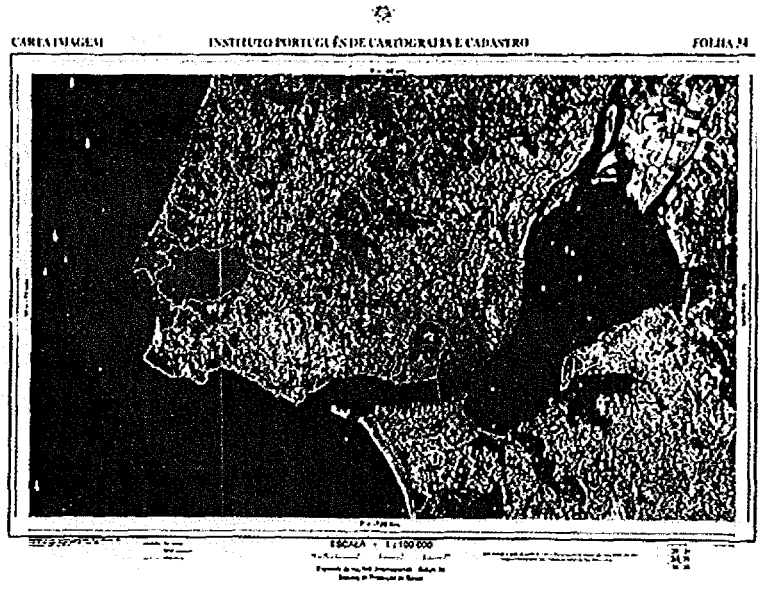


Figura 22. Exemplo de Imagem de satélite portuguesa, escala 1:100 000.

acontecendo com os ortofotomapas já com a topografia implantada (1:1000, 1:2000; 1:5000; 1:10 000 com 3768 folhas) em papel ou formatos digitais (Figura 23). Todos estes exemplos podem ser comprados *on line* em *www.igeo.pt* ou *www.snig.igeo.pt*. As fotografias aéreas são produzidas a preto e branco ou a cores, podendo ainda representar o infra-vermelho.

É também comum fazer-se fotografia aérea dos sítios arqueológicos. Esta fotografia é geralmente vertical, feita por pequenos aviões comerciais, balões ou mesmo utilizando parapentes. Nestes casos, os sítios arqueológicos devem ser preparados com localizações bem marcadas dos pontos mais importantes e de coordenação tridimensional do sítio. Devem ainda ser colocadas marcas que sejam bem visíveis em pontos a igual distância para que se perceba a escala e se possa relacionar várias áreas do sítio arqueológico.

No caso das fotografias oblíquas a interpretação é bastante difícil, como notaram Alarcão (1982:10) e Mantas (1996:66). No entanto, os elementos e modelos que permitem essa interpretação são relativamente simples e padronizados, desde que observados de uma certa distância, o que é conseguido através da fotografia aérea. Esta permite a identificação de estruturas (positivas ou negativas) revelando sítios arqueológicos

através da exposição de anomalias no contexto da cor e da sombra do solo que são invisíveis ao olho humano durante a prospecção pedestre.

A descrição dos efeitos que aparecem nas fotografias aéreas, bem como o seu significado foi descrito por Vasco Mantas de forma rigorosa e concisa:

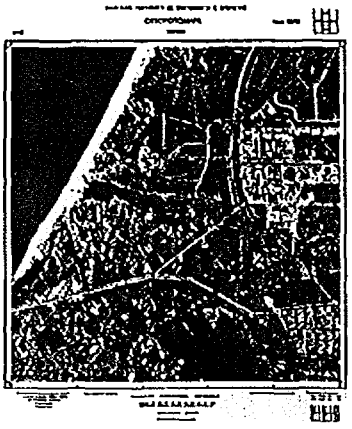


Figura 23. *Ortofotomapa*, escala 1:10 000.

"São três os indicadores principais: marcas de vegetação; marcas de solo; marcas de sombra. As marcas de vegetação são devidas a diferenças na cor e no crescimento das plantas, resultantes de alterações no solo onde crescem as culturas, nomeadamente do grau de humidade. Geralmente uma mancha escura bem definida indica um fosso, uma mancha mais vaga uma estrutura de terra e as marcas claras denunciam a presença de muros ou pavimentos. Há que ter em conta o tipo de culturas ou de vegetação natural, o tipo de solo e o clima local, factores que determinarão a época mais propícia à execução das fotografias, sem esquecer a necessidade de observar documentos ao longo do ano. As marcas ou índices de solo verificam-se quando estruturas artificiais foram total ou parcialmente niveladas. São visíveis, na maioria dos casos, depois das lavras, surgindo os fossos como uma mancha escura e as estruturas construídas sob a forma de manchas ou traços claros. As condições de observação são ideais depois da chuva e do vento e quando se verifica um degelo rápido. As marcas de solo, sobretudo as de humidade, podem transformar-se em marcas de vegetação, subdividindo-se em índices pedológicos (*soil-marks*) e índices higrométricos (*damp-marks*). As marcas de sombra, utilíssimas no estudo da topografia de uma estação, em especial em zonas planas e desertas, resultam da sombra provocada por micro-relevos existentes no solo ou da luz reflectida pelos mesmos, principalmente quando se trata de superfícies inclinadas. Dependem largamente do relevo e da altura do sol no horizonte e do ângulo de observação, perfeito quando a direcção da lua é perpendicular às estruturas. Relevos muito apagados só se tornam visíveis com o sol muito baixo no horizonte, de manhã e à tarde." (Mantas, 1996:67).

A importância da fotografia aérea na localização de sítios arqueológicos aumenta quanto maior for o número de estruturas existentes no sítio. Como consequência, sítios arqueológicos resultantes de caçadores-recolectores raramente podem ser detectados por esta técnica. A fotografia aérea é, no entanto, fundamental na prospecção de sítios

pré-históricos, mesmo que não os localize directamente. Este tipo de imagem permite o registo de determinados padrões, geológicos, topográficos ou outros, que por sua vez, e depois de implantados os sítios arqueológicos descobertos durante as primeiras fase de prospecção, nos vão permitir o reconhecimento dos padrões de povoamento e utilização do espaço (Figura 24). Numa fase posterior do trabalho de prospecção, a localização de novos sítios faz-se devido aos padrões de povoamento reconhecidos anteriormente nas fotografias aéreas ou ortofotomapas.

A cartografia tradicional, seja ela em papel ou em formato digital, continua a ser o instrumento mais utilizado pelo arqueólogo na prospecção arqueológica, bem como na sua interpretação. Existe um grande número de tipos de cartas e escalas. No caso português, a cartografia à venda inclui cartas topográficas, cartográficas, geológicas e temáticas como, entre outras, de solos, higrométricas e de temperatura. Estas cartas estão disponíveis no Instituto Geográfico Português (*www.igeo.pt*), Instituto Geográfico do Exército (*www.igeoe.pt*) e no Instituto Geológico e Mineiro (*www.igm.pt*).

As cartas geológicas estão publicadas em diversas escalas (1:25 000; 1:50 000, 1:100 000; 1:500 000 e 1:1 000 000) e contêm informação que compreende não só a geologia, mas também topografia e alguma informação hidrográfica. Existem também cartas temáticas, das quais se destacam a carta do Quaternário portuguesa.

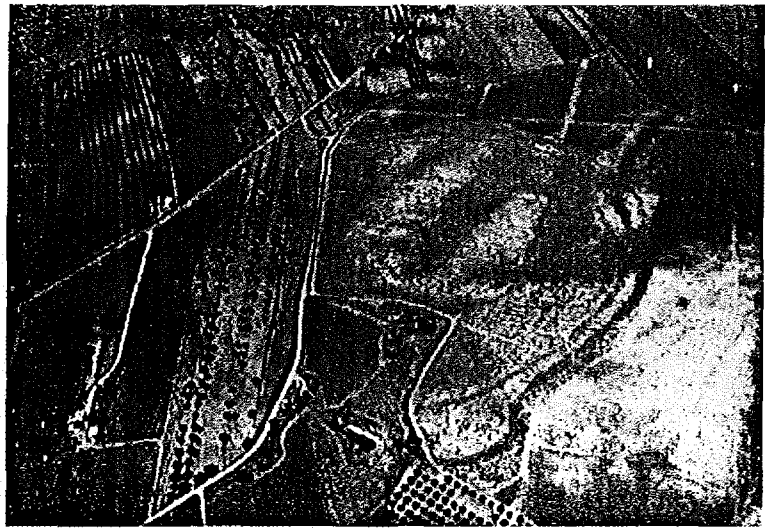


Figura 24. Fotografia aérea de 1997 do povoado calcolítico de Perdigões. Note-se as linhas escuras correspondendo a várias estruturas circulares.

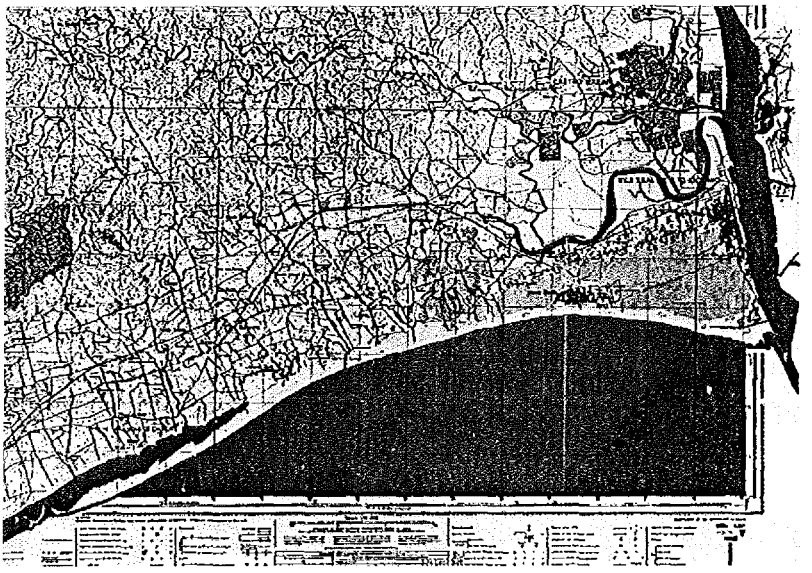


Figura 25. Carta Militar de Portugal, nº 600, Vila Real de St.º António.

As cartas topográficas têm a designação geral de Carta Militar Portuguesa, publicada pelo Instituto Geográfico do Exército na escala 1:25 000, com um total de 638 cartas que cobrem todo o território (Figura 25). A informação patente nestas cartas é fundamental para o trabalho arqueológico.

Além da informação topográfica com curvas de nível (também designadas isoipsas) equidistantes 10 metros, a toponímia é muito detalhada, bem como a localização de informação referente a estradas, fontes, poços, cortes, etc. Esta informação está assinalada nas cartas com uma simbologia própria (Figura 26). As cartas utilizam a projecção de Gauss, utilizando o elipsóide internacional, sendo o *datum* de Lisboa. Para além das coordenadas geográficas a partir dos *data* de Lisboa e Internacional (Greenwich), os sistemas de referência são as quadrículas Gauss e UTM. Outro elemento importante é a informação sobre a declinação magnética, com os dados relativos aos norte geográfico, cartográfico e magnético.

As cartas na escala 1:50 000, designadas por Cartas Corográficas, são publicadas pelo Instituto Geográfico de Portugal. No total são 175, utilizando o sistema de coordenadas UTM e geográficas, mas o intervalo destas últimas é apenas de um minuto. O sistema de projecção é o de Bonne. A equidistância das curvas de nível é de 25 metros. As outras cartas topográficas nas escalas 1:100 000, 1:200 000 e 1:500 000 são

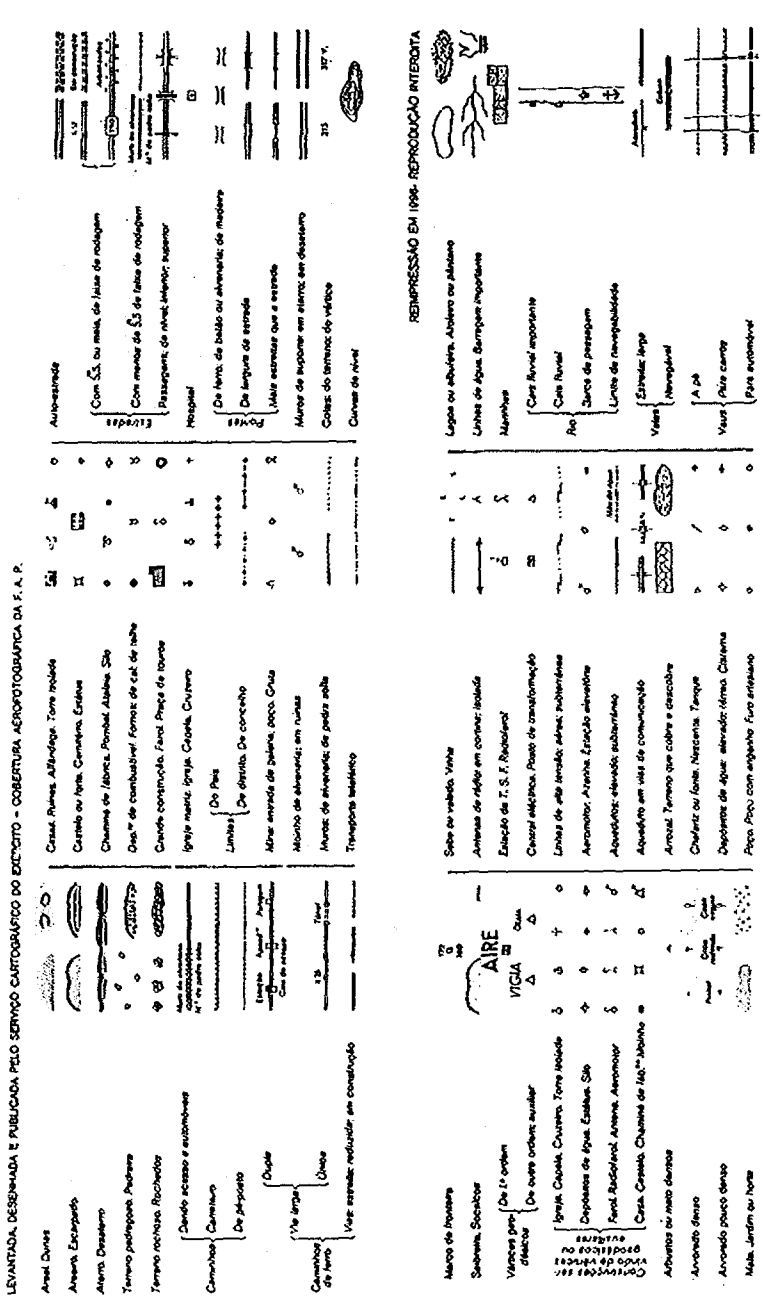


Figura 26. Legenda da Carta Militar Portuguesa, escala 1:25 000.

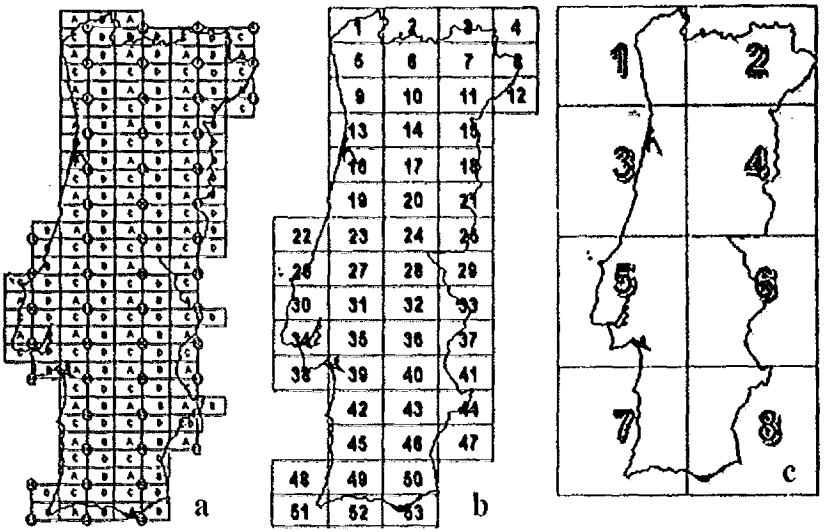


Figura 27. Organização e numeração das cartas topográficas, nas escalas 1:50 000 (a), 1:100 000 (b) e 1:200 000 (c).

idênticas às anteriores (Figura 27), mas têm respectivamente um total de 53, 8 e 1, tendo esta última curvas de nível a uma equidistância de 200 m. Existem ainda a Carta Hipsométrica de Portugal (1:600 000) e a Carta Administrativa de Portugal (1:600 000).

O Instituto Geográfico de Portugal publica ainda um tipo diferente de cartas que se denominam cartas cadastrais. Estas incluem vários tipos designados por Plantas Topográfico-cadastrais, Secções cadastrais e Folhas cadastrais. As primeiras existem nas escalas 1:1000, 1:2000, 1:2500 e 1:5000, e cobrem actualmente mais de metade do território continental. Este tipo de levantamento cadastral contém a representação altimétrica, assim como as estremas dos prédios em regime de cadastro geométrico da propriedade rústica. A nomenclatura obedece a um seccionamento geral.

As Secções cadastrais são Plantas Topográfico-cadastrais, sem referências altimétricas, que abrangem conjuntos de prédios representados sem seccionamento. Estas estão desenhadas em suporte transparente e podem ser adquiridas cópias heliográficas, em suporte opaco ou transparente. As escalas existentes são as mesmas das Plantas Topográfico-cadastrais num total de 23 300 secções.

As folhas cadastrais existem em certas áreas com cadastro predial. O conjunto de prédios e áreas sociais numerados segundo o posicionamento do seu centróide dentro da mesma unidade de referência constitui a folha

cadastral, que existem nas repartições de finanças das autarquias onde em alguns casos podem ser consultadas. As folhas são definidas pelo seccionamento quadrangular, correspondendo às unidades de referência de 1 km² (na escala 1:2000) ou a 0,25 km² (na escala 1:1000), ou seja, uma superfície de referência de 50 × 50 cm².

Estas folhas são ideais para o trabalho de prospecção pois têm a informação da divisão da propriedade, o que facilita o trabalho de campo no que respeita à organização das parcelas e das questões logísticas das equipas. Estas folhas têm, por vezes, informação relevante sobre o tipo de coberto vegetal e topografia que permite perceber a localização dos sítios arqueológicos.

De todas as cartas aqui referenciadas, é necessário detalhar alguma informação no caso das Cartas Militares Portuguesas (CMP), uma vez que são essas que, na maior parte dos casos, servem como base cartográfica para o trabalho de campo da prospecção. A questão das declinações, dos sistemas de coordenadas e da sua leitura e utilização são os aspectos mais importantes.

Nas CMP são utilizados quatro sistemas de coordenação diferentes: UTM, Gauss, coordenadas geográficas e coordenadas militares. Em arqueologia utilizam-se apenas os três primeiros.

O sistema UTM, Universal Transversa de Mercator, é um sistema de quadrícula que divide a superfície terrestre em áreas de igual dimensão e que utiliza medidas lineares universais (o metro), em vez de medidas

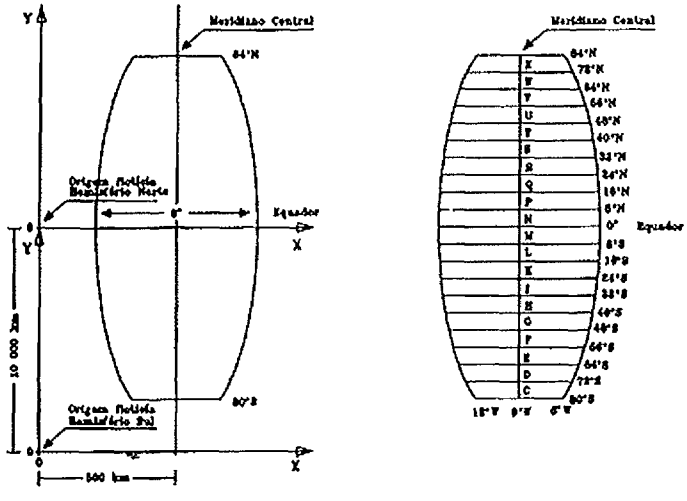


Figura 28. Sistema de paralelos da UTM.

angulares. Esta quadrícula cobre o hemisfério norte do Equador até ao paralelo 84, e o hemisfério sul até ao paralelo 80. Este espaço é dividido em paralelos de 8° (com excepção do último paralelo a norte que tem 12°), denominados por letras que se iniciam com C a sul e terminam com X a norte (Figura 28).

Um sistema de fusos (meridianos) atravessa os paralelos, dividindo-os em 60 cada um com 6°, numerados a partir do antimeridiano de Greenwich e crescendo para este. Cada um dos fusos tem um meridiano virtual central ao qual se atribui a localização de 500000 metros para que não haja pontos negativos a oeste do meridiano central. O segundo eixo de referência é o equador que, por razões semelhantes às do meridiano, se localiza ficticiamente a 10 000 000 metros de cada um dos seus pólos (Figura 29).

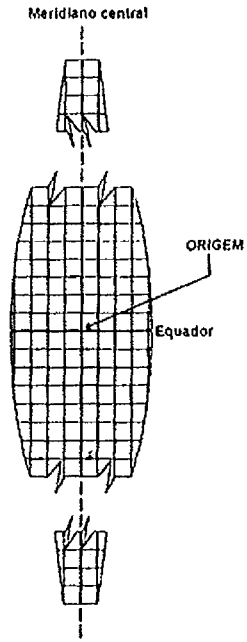


Figura 29. Esquema do fuso UTM.

Este sistema caracteriza-se por uma codificação alfanumérica, em que os primeiros dois algarismos indicam o número do fuso entre 01 e 60, e a letra uma zona entre dois paralelos entre C e X (Figura 30). Deste modo, o território continental de Portugal situa-se nas zonas S e T do fuso 29, com os códigos 29S e 29T. As terceiras e quartas letras indicam uma subdivisão desses espaços, designando quadrados com 100 km de lado. O quadrado de 100 km de lado que inclui a região de Lisboa tem a codificação 29SMC, o quadrado que está a norte tem a designação 29SMD, enquanto que o quadrado a este é o 29SND. No caso das CMP, cada um destes quadrados é dividido em quadrados de um quilómetro de lado com um sistema de numeração que aumenta na direcção norte e este. Cada um destes quadrados pode depois ser dividido aquando da referenciação de um ponto:

- 29S — designação a zona S situada no fuso 29.
- 29SMC — designação da referência situada na zona 29S e no quadrado MC de 100 km de lado.
- 29SMC90 — designação da mesma referência, mas com uma precisão de 10 km.
- 29SMC91 — *idem*, com precisão de 1 km.
- 29SMC916091 — *idem*, com precisão de 100 metros.

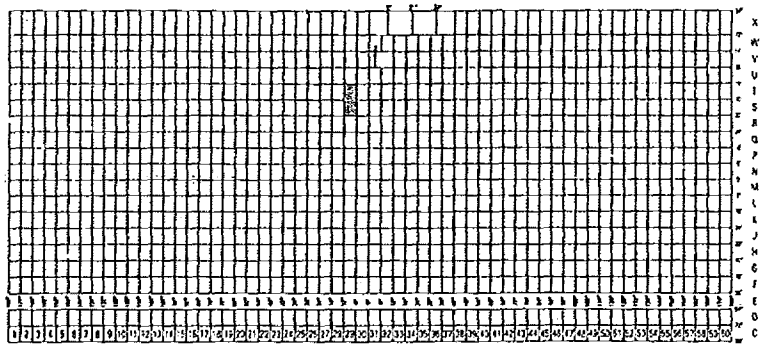


Figura 30. Sistema de fusos e paralelos em UTM.

A precisão pode chegar ao metro, o que utilizando o mesmo exemplo teria o seguinte código:

29SMC9160309143.

As CMP mostram a referência da zona e fuso, bem como do quadrado de 100 km de lado num rectângulo, na margem inferior, ao centro de cada folha. O resto da referência encontra-se nas margens do mapa em azul e refere-se à quadrícula da mesma cor que divide toda a carta, tendo cada um 4 cm de lado. A localização faz-se com a leitura das distâncias do ponto que se quer determinar ao vértice sudoeste do quadrado. Geralmente este tipo de medição é feita com a ajuda de um esquadro de coordenadas, mas também pode ser utilizada uma régua simples. A informação geral pode ser encontrada no centro da legenda das CMP (Figura 31).

O sistema Gauss que aparece nas CMP deriva do sistema Hayford-Gauss. Este sistema aparece pela primeira vez em Portugal em 1930, estabelecido pelo Instituto Geográfico e Cadastral (agora Instituto Geográfico Português – IGEO). Este sistema visa a conformidade entre as projecções cartográficas e os levantamentos topográficos, que noutros sistemas produzem deformações importantes nas figuras cartográficas. O sistema do IGEO utiliza o *datum* geodésico de Lisboa, enquanto que o sistema do informação geográfica do Exército sofreu uma translação para que todas as coordenadas no continente sejam positivas. O sistema de Gauss aparece nas CMP da mesma forma que as coordenadas UTM, mas a quadrícula não está presente fisicamente, estando apenas representados a castanho o início das linhas.

O sistema de Coordenadas Geográficas baseia-se no facto de a rotação da Terra ter uma duração de 24 horas. Para efeito deste sistema,

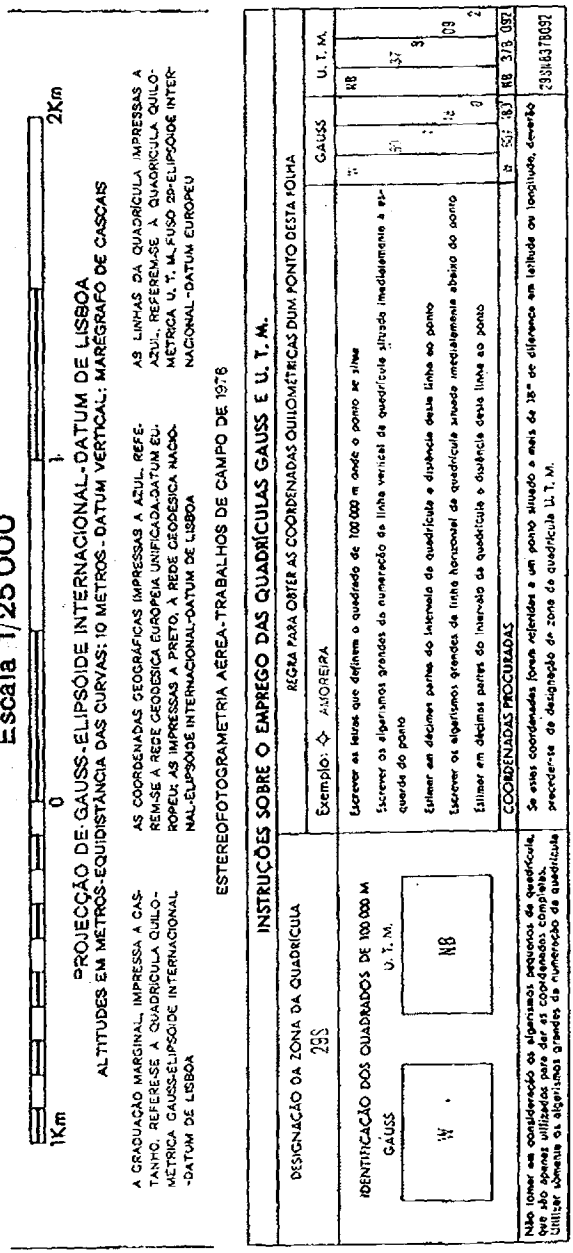


Figura 31. Legenda das CMP para leitura das coordenadas UTM e Gauss.

os pólos de rotação estão fixos e encontram-se identificados e localizados. O globo é depois dividido através de arcos que vão de pólo a pólo e que têm a designação de meridianos, medindo-se a longitude em graus, sendo 0 o meridiano de referência, que aumenta até 180° nas direcções este e oeste. O meridiano de referência é o de Greenwich, que passa pelo local do observatório astronómico com o mesmo nome, situado no Sul de Inglaterra. Este observatório, com a designação actual de Royal Observatory Greenwich, encontra-se sob a coordenação do National Maritime Museum e é apenas um museu, já que o verdadeiro observatório funciona presentemente na Universidade de Cambridge. A outra coordenada é a latitude, medida em paralelos de 0 a 90° a partir do Equador, respectivamente para sul e norte.

As coordenadas podem ser medidas por instrumentação vária, da qual se distingue o sextante, utilizado tradicionalmente pela marinha e, mais recentemente, pelo GPS, utilizado quer em terra, quer no mar.

A localização de um qualquer ponto na superfície do globo referencia-se através da intersecção de um paralelo e de um meridiano medido em graus, a partir do Equador para norte, ou para sul, e do meridiano de Greenwich para este ou para oeste. A distância correspondente a um grau de latitude é cerca de 115 km, um minuto a cerca de 1800 metros (ou uma milha náutica) e um segundo a cerca de 30 metros. A distância de um grau de longitude no equador é de cerca de 111 km, decrescendo nos pólos até próximo do zero.

As coordenadas geográficas encontram-se nas CMP na cercadura do mapa, a partir do meridiano de Greenwich e do de Lisboa, estando localizados respectivamente no exterior a azul e no interior a preto. As subdivisões impressas correspondem aos minutos, estando patentes as coordenados dos quatro cantos do mapa.

Para determinação da localização com a precisão ao segundo, deve proceder-se da seguinte forma com o recurso à interpolação gráfica (segundo o *Manual de Leitura de Cartas do Instituto Geográfico do Exército*, pp. 19-21):

1) traçam-se os meridianos e paralelos limites do quadrângulo de 1'× 1' que enquadra o ponto e anotam-se as respectivas latitudes e longitudes;
2) usando uma régua, determina-se qual a equivalência em mm dos segundos para a latitude e para a longitude (são em geral diferentes uma vez que as distâncias de um grau nos paralelos e nos meridianos não coincidem);
3) para determinar a latitude, coloca-se o zero da régua sobre o paralelo inferior fazendo com que o bordo graduado passe pelo

ponto a determinar de tal modo que a graduação 120 mm fique exactamente sobre o paralelo superior – o valor é o número de mm indicando pelo ponto em questão;

4) multiplica-se o valor da medida obtida em 3) pelo valor de 2), sendo o resultado o número de segundos;
5) para determinar a longitude repete-se o exercício de 3 e 4 com a diferença que devem ser utilizados os meridianos e não os paralelos.

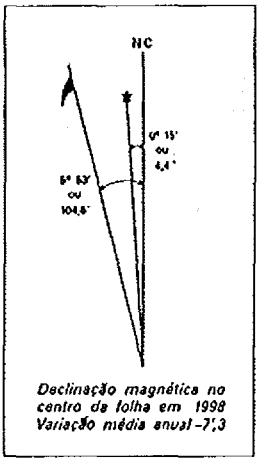


Figura 32. Declinação magnética na CMP n. 143.

Far-se-á o exercício contrário para se chegar a um ponto no mapa a partir das coordenadas geográficas.

Nas CMP aparece a informação do Norte Cartográfico, Norte Magnético e Norte Geográfico (Figura 32). O primeiro corresponde à direcção criada pela projecção cartográfica apresentada na carta e que é indicada pelas linhas verticais da mesma. O Norte Cartográfico é geralmente designado pelas letras *NC* ou *X*. A direcção do Norte Geográfico é a direcção da linha que une um qualquer local na Terra com o Pólo Norte e a que correspondem os meridianos. O Norte Magnético é indicado pela direcção presente na bússola e é geralmente representado por uma seta nos CMP. Existe uma diferença entre os três nortes, sendo que dois deles (Norte Cartográfico e Norte Geográfico) são estáticos e o outro (Norte Magnético) é dinâmico, e a diferença entre eles denominada Variação Magnética Anual. Este aspecto é importante devido à utilização de bússolas na localização dos sítios arqueológicos, uma vez que é necessário utilizar o sistema de orientação da bússola, que é magnético, para o sistema cartográfico do mapa. Nas CMP está indicado o valor da variação magnética anual, pelo que é necessário encontrar a diferença entre o momento de impressão do mapa e o ano em que se está a realizar o trabalho de campo. É importante notar que essa variação aparece em graus e nas suas subunidades, minutos e segundos, pelo que é preciso utilizar o sistema sexagesimal e não o decimal.

3.3. A utilização de instrumentos de localização

Na prospecção podem ser utilizados vários instrumentos para a localização e mapeamento de sítios arqueológicos, designadamente a

Figura 33. Bússola prismática de líquido, marca Brunton.

bússola, o GPS e os vários teodolitos, sejam eles pertencentes à nova geração das Estações Totais ou não.

O trabalho de localização e mapeamento de sítios arqueológicos executado com bússola tem que considerar dois tipos de informação: a direcção e a distância horizontal (Napton e Greathouse, 1997:198). A direcção é obtida com a bússola, enquanto que a distância horizontal pode ser determinada com o sistema de passos ou, de forma mais rigorosa, utilizando outros instrumentos como o teodolito. Apesar da introdução de novas tecnologias, nomeadamente o GPS, a bússola continua a ser um dos instrumentos mais importantes em arqueologia. Não só permite a localização de sítios arqueológicos, mas também é muitas vezes utilizada durante a escavação arqueológica no que concerne à orientação da quadrícula ou de sondagens. Por esse motivo, uma bússola deve fazer parte dos instrumentos do arqueólogo.

Existem vários tipos de bússola, dos quais se podem destacar a Bússola Prismática de Líquido e a Bússola de Reconhecimento. A primeira (Figura 33) tem essa denominação porque a agulha magnética está incorporada num disco que flutua num líquido que a mantém sempre horizontal. O detalhe angular é dado por incrementos de 1 grau. A bússola prismática de líquido vem geralmente com um clinómetro, que pode ser bastante útil na determinação das distâncias verticais ou elevação.

A bússola de reconhecimento é menos precisa do que a anterior, uma vez que os incrementos são de dois em dois ou mesmo de cinco em cinco graus (Figura 34). Uma das razões que levam a uma menor precisão destas bússolas é o facto de não haver controlo da horizontalidade quando se mede o azimute (ângulo entre a direcção de referência, geralmente o norte magnético, e o ponto de que se quer conhecer a direcção). Este problema pode ser resolvido facilmente com a compra de dois níveis de bolha de ar, que se colam na placa de base da bússola, um em cada direcção, permitindo assim que quando se mede o azimute, a bússola esteja horizontal e a agulha magnética esteja completamente livre de forma a apontar o norte magnético sem qualquer problema.

A medição do azimute deve ser feita de forma o mais rigorosa possível e, neste sentido, o primeiro passo deve ser a compensação da declinação magnética, dependendo esta da variação magnética anual. Geralmente a bússola tem um pequeno parafuso que permite essa compensação. No caso das bússolas prismáticas de líquido, a determinação da

direcção deve fazer-se com o alinhamento da ranhura da ocular, o retículo da tampa e o alvo. Quando estes três elementos estão alinhados pode ler-se, em graus, o mostrador da bússola.

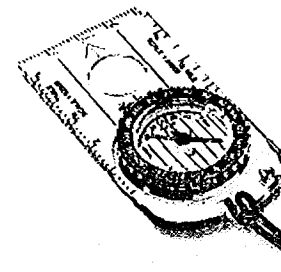


Figura 34. Bússola de Reconhecimento, marca Silva.

A leitura dos azimutes nas bússolas de reconhecimento é feita de forma diferente, uma vez que estas não têm ocular. A forma mais precisa consiste em pousar a bússola sobre o mapa, colocando, simultaneamente, a aresta do lado direito da base da bússola no ponto onde se está e no alvo; deve segurar-se o mapa e a bússola, sem os deixar mexer, de forma a deslocar o mostrador superior para que os meridianos do mostrador e o N apontem na direcção do norte cartográfico. A direcção corresponde ao azimute indicado pela seta de direcção (geralmente estas bússolas têm a indicação *read bearing here*).

A localização de um determinado ponto no mapa deve ser feita seguindo determinados passos, que têm a denominação de intersecção inversa. Esta faz-se segundo a intersecção de, pelo menos, dois azimutes, preferencialmente três, a partir do ponto a localizar. Uma vez que as medições dos azimutes são completamente manuais, os erros são frequentes. A utilização de três azimutes diminui substancialmente o erro de localização de um ponto no mapa. A intersecção deve ser feita com a escolha de três pontos bem visíveis no terreno e localizáveis no mapa. Para cada um desses pontos é feita a leitura do azimute, a qual deve depois ser invertida (por exemplo, se a leitura é de 90° passa a 270°). Os azimutes devem depois passar a linhas no mapa. Se se medir apenas dois azimutes, o ponto que se quer localizar está na intersecção das duas linhas. No caso de haver três azimutes, as linhas raramente intersectarão num ponto, formando um triângulo, cujo centro corresponde ao ponto que se quer localizar.

Quando se tem o recurso de uma fita métrica a determinação da distância horizontal é simples. No caso da prospecção arqueológica existem dois problemas no uso da fita métrica. Primeiro porque uma fita de 50 m, a única que tem utilidade no mapeamento de um sítio arqueológico, é relativamente pesada para ser carregada durante um dia inteiro. O segundo ponto deve-se ao facto de, por vezes, as distâncias serem bastante maiores do que 50 metros, pelo que a fita de 50 m se torna insuficiente. Existe um outro método bastante mais simples e rápido – o chamado método dos passos. A sua precisão é muito menor do que a da fita métrica, mas no tipo de localização e mapeamento que se faz de um

sítio arqueológico durante a prospecção, a informação é de carácter geral –apenas para ilustrar o tipo de sítio e dar uma ideia das dimensões e dispersão dos artefactos e estruturas.

O método dos passos consiste na contagem dos passos para se determinar a distância. Antes de se iniciar o trabalho de prospecção, deve ser feito um teste simples para se poder conhecer o tamanho dos passos e poder medir as distâncias. Este teste consiste na marcação de uma zona direita com 50 metros de distância. Os vários elementos da equipa devem fazer esta distância três vezes, contando o número de passos que dão, fazendo depois a média entre as três passagens. Depois de ser encontrada a média para os 50 m, deve ser encontrada a média para os 10 metros, sendo o resultado obtido a unidade utilizada para o trabalho de determinação de distância. Estes testes devem ser feitos num andar natural e descontraído, sem ser apressado ou exagerado.

No campo, o passo depende parcialmente de outras variáveis como o tempo, o clima, e o coberto vegetal. Enquanto que para esses elementos não há solução, no caso das alterações topográficas existe uma tabela conversora (Tabela 8) que permite diminuir substancialmente o erro resultante dessas diferenças de terreno.

Quer a localização, quer a distância horizontal podem ser facilmente medidos por GPS. O GPS, ou Global Positioning System, foi desenvolvido pelos serviços militares dos EUA. Trata-se de um sistema de satélite que permite a determinação de uma localização exacta durante 24 horas por dia, independentemente da zona da Terra ou do clima, ao contrário dos sistemas tradicionais como o sextante. O GPS é um sistema de navegação e posicionamento por rádio, também conhecido por NAVSTAR (NAVigation by Satellite Timing And Ranging), composto por um grupo de 24 satélites com duas órbitas terrestres diárias a cerca de 20 000 km, emitindo tempo e posicionamento GPS de grande precisão.

Os primeiros satélites para GPS foram postos em órbita entre 1978 e 1985, num total de 11 e encontram-se neste momento inactivos. Foram

Tabela 8

Tabela conversora de passos em terreno inclinado
(adaptado de Napton e Greathouse, 1997:201).

Inclinação %	Para cima		Para baixo	
	Nº passos	Retirar	Nº passos	Retirar
10	6	1	-	-
20	3	1	6	1
30	2	1	2	1

substituídos pelos actuais 24 (21 activos e três de substituição), entre 1989 e 1996, estando desde 2001 a ser substituídos por um outro grupo de satélites mais avançados e com mais autonomia.

A base do sistema GPS é o tempo preciso, para o qual os satélites GPS se encontram equipados com quatro relógios atómicos, dois de rubídio e dois de césio, com um erro inferior a um segundo por 300 000 anos. Medindo o intervalo de tempo entre a transmissão e a recepção dos sinais do satélite, o receptor GPS calcula a distância entre si e o satélite, estando localizada na superfície do globo. Quanto maior for o número de satélites, maior será a precisão da localização.

Figura 35. GPS (marca Garmin).

Até recentemente, e devido a questões de segurança nacional, os serviços militares do Exército americano tinham dois tipos de acesso à precisão do GPS: o SPS (Standard Positioning Service) e o PPS (Precise Positioning Service). Este último servia os militares, enquanto que o segundo servia o grupo civil, ao qual era imposto um erro na medição da localização por GPS que variava entre 15 a 100 metros. Isto significa que num determinado momento o erro podia ser só de 15 metros, enquanto que noutro momento poderia ser de 100 m. Actualmente, está acessível apenas o PPS, pelo que não existe nenhum factor de erro, dependendo este da qualidade do receptor, podendo nalguns casos o erro ser de poucos centímetros.

Os GPS podem dar informação sobre a direcção, a localização em coordenadas geográficas ou em UTM, a velocidade de movimento, a distância a um determinado ponto e estimar o tempo de chegada a esse mesmo ponto. São instrumentos ideais para a localização de sítios arqueológicos; podem ser utilizados para a medição de certas distâncias dentro do sítio e servir no seu mapeamento preliminar. Geralmente, quando se liga um GPS num determinado local, este demora cerca de 10 minutos a estabelecer contacto com vários satélites, ou a "inicializar". Após este procedimento, a localização é automática e instantânea. É conveniente referir-se que, quando se inicia um GPS numa determinada área, é necessário escolher o *datum* de referência, bem como o tipo de unidades e de sistema de coordenadas, uma vez que a maior parte dos GPS têm uma lista longa de cada um desses elementos.

Existem dois níveis de qualidade de GPS: uns que têm erros de poucos centímetros, custando várias dezenas de milhares de euros, sendo as suas dimensões as de uma pequena mala portátil, geralmente transportado às costas como se de uma mochila se tratasse; e um outro grupo de

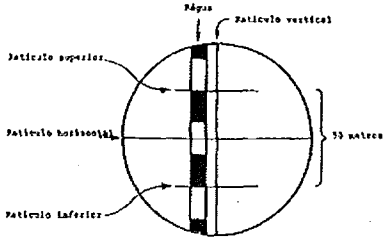


Figura 36. Exemplo de medição de distância num teodolito tradicional.

instrumentos, com erros de vários metros, com o formato e dimensão de um telemóvel, sendo o seu custo de poucas centenas de euros (Figura 35). A capacidade dos tipos de aparelhos é muito diferente, mas no que concerne a prospecção arqueológica é de todo o interesse ter um GPS do último tipo, na medida em que se torna de transporte fácil e leve, dando a localização de um sítio arqueológico com um erro de apenas cinco ou seis metros, o que é suficientemente preciso para a sua localização no mapa e também para a sua relocalização.

Existem dois tipos de teodolitos para a medição directa das distâncias: aqueles que usam a taqueometria e a nova geração, os DEM (Distanciómetros electromagnéticos), que usa a medição electrónica das distâncias. A taqueometria é um método já usado pelos Egípcios, baseando-se no seguinte princípio: olhando por um tubo na direcção de uma barra vertical, quanto maior for a distância entre os dois objectos, maior será a secção vista da barra vertical. Com base neste princípio, na luneta do teodolito é montado um sistema interior de fios ou cabelos do retículo que formam uma cruz no centro do teodolito. Sobrepostos a esta cruz existem ainda dois retículos horizontais montados a poucos milímetros do centro da cruz, distância esta denominada factor-K. Quem olha através da luneta do teodolito verá estas linhas sobrepostas à régua com a escala métrica. A maior parte dos teodolitos tem um factor-K de 1:100, o que significa que se a medida entre os dois retículos for de 30 cm a distância real é de 30 m (Figura 36).

Todos os teodolitos usam um sistema que permite medir os ângulos azimutal e zenital (ou, numa forma menos técnica, os ângulos horizontais e verticais) entre o centro do instrumento e o ponto que se quer medir. Com o auxílio da taqueometria podemos depois localizá-lo no espaço. As modernas estações totais, com DEM, permitem a localização tridimensional automática de qualquer ponto, medindo e calculando os ângulos azimutal e zenital. Devido ao DEM, com o recurso a um laser de infravermelhos permitem também medir a distância horizontal do centro do instrumento ao ponto a medir. Esta medição é feita com o envio de um feixe laser da estação total ao ponto alvo, onde é reflectido com a ajuda de um sistema de espelhos montados num círculo, formando um prisma (Figura 37). Medindo o tempo que demora o envio e regresso do feixe, a estação total calcula a distância horizontal. Assim que obtém este valor, a estação total

calcula as coordenadas geralmente denominadas *X*, *Y* e *Z*. Estas são depois armazenadas na memória do aparelho, podendo em qualquer momento ser enviado este ficheiro para um computador em formato *ASCII* ou *DXF*. A distância que o DEM pode medir depende do número de prismas que o sistema tem mas, geralmente, com um só prisma, e em situações climáticas normais, é possível obter medidas a 1,5 km com apenas erros na ordem dos 0,5 mm.

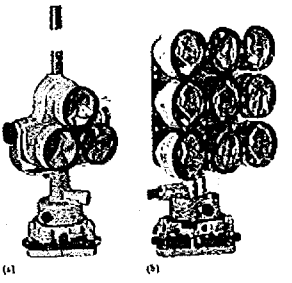


Figura 37. Conjuntos de prismas, respectivamente com a) três e b) nove prismas.

Existem, em Portugal, várias marcas (Leica, Sokkia e TOPCON) e vários modelos de estações totais (Figura 38). Na aquisição de um destes aparelhos deve ter-se em conta vários factores como, por exemplo, a precisão, o tempo de leitura, o tipo de saídas de ligação a outros instrumentos, nomeadamente ao computador, e os respectivos *interfaces* de *software*.

Um aparelho com características apropriadas à arqueologia será aquele que tem uma precisão ou resolução de "5 segundos" (McPherron e Dibble, 2002: 41). O factor velocidade não é tão importante no caso da arqueologia, mas deve também ser ponderado, uma vez que em determinados casos pode ser necessário uma certa celeridade, principalmente naqueles sítios onde o número de artefactos a coordenar tridimensionalmente é na ordem das centenas por dia. Os aspectos das saídas de ligação e *software* são importantíssimos, para que haja a possibilidade de ligação directa da estação total ao computador, de modo a poder tratar os dados recebidos de forma eficiente e rápida.

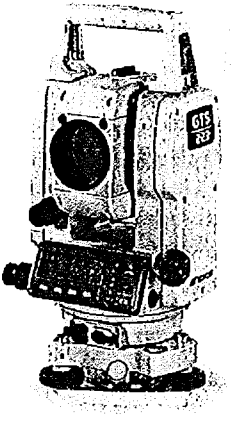


Figura 38. Estação Total utilizada em Arqueologia, da marca TOPCON.

Em suma, este tipo de tecnologia é extremamente eficiente na arqueologia porque permite fazer a localização rápida de um sítio arqueológico em relação a um marco geodésico, fazer a topografia do sítio arqueológico, bem como o levantamento tridimensional dos artefacto ou estruturas durante as escavações, tudo isto com apenas duas pessoas, uma que trabalha com a estação total e outra que segura no prisma. De facto, em determinadas alturas é possível fazer o trabalho apenas com uma pessoa, desde que o prisma, que na sua versão

miniprisma pode ter apenas 3 cm de diâmetro e pouco mais de 50 g, seja colocado no sítio a medir sem o perigo de cair ou de se mover. Além destes aspectos, o risco de erros diminui consideravelmente com o uso de estações totais, principalmente se forem usadas certas técnicas de utilização do aparelho abordadas no capítulo seguinte.

3.4. A prospecção arqueológica de subsolo

A prospecção de subsolo faz-se recorrendo a variadas técnicas, algumas no âmbito da detecção remota. De facto, este termo, detecção remota, de um ponto de vista estrito deveria ser usado apenas nos casos em que a instrumentação usada não tocasse o solo, como por exemplo a fotografia aérea ou a imagem de satélite, já tratadas anteriormente. Contudo, é frequente em arqueologia denominar como detecção remota aqueles métodos que não são intrusivos e que pertencem ao grupo das metodologias geofísicas de análise do subsolo. Todas estas técnicas se caracterizam pela emissão de um determinado tipo de energia electromagnética – electricidade, luz, calor, ondas de rádio ou ondas magnéticas – que por sua vez são emitidas e/ou captadas pelos vários instrumentos, de forma a registar anomalias do subsolo, correspondentes aos vários constituintes arqueológicos presentes no sítio.

Dessas várias técnicas deve destacar-se a prospecção magnética, a resistividade eléctrica, a condutividade electromagnética e o GEORADAR, que serão tratadas aqui por serem as mais comuns na detecção e mapeamento de sítios arqueológicos pré-históricos. Outra técnica não intrusiva que será abordada também nesta secção é a prospecção geoquímica. Os métodos intrusivos, como as sondagens com sonda geológica, serão tratados no capítulo seguinte, que versa as várias questões da escavação arqueológica.

Qual o valor e o interesse das técnicas de detecção remota para a arqueologia? Têm principalmente a vantagem de não ser invasivas e, portanto, não ser destrutivas. Vários métodos tradicionais utilizados na detecção de estruturas ou níveis arqueológicos como a utilização de sondas geológicas ou de barras de metal, apesar do seu muito limitado espectro horizontal, podem ser bastante destrutivos, principalmente naqueles casos em que existem materiais de grande fragilidade como ossos ou vidros.

Os métodos abordados nesta secção evitam a destruição e permitem uma perspectiva geral do sítio e dos seus constituintes antes da escavação. Esta informação permite que a estratégia de escavação, logo, de destruição, seja mais contida, minimizando os estragos e tornando mais eficiente a obtenção dos resultados necessários para se poder interpretar e conhecer

o sítio arqueológico. Estes métodos têm custos que podem ser relativamente elevados, principalmente se for necessário adquirir equipamento. No entanto, na maior parte dos casos, é mais fácil e melhor a integração de especialistas no projecto, ou mesmo a contratação dos serviços de um especialista, o que diminui consideravelmente os custos destes métodos. Com a inclusão no projecto das prospecções geoquímicas ou geofísicas as despesas derivadas do trabalho de escavação diminuem.

Pode-se, portanto, dizer que as técnicas de detecção remota em arqueologia não só aumentam a eficiência do trabalho arqueológico, como também melhoram a qualidade científica no que respeita à análise do potencial arqueológico do sítio, permitindo uma interpretação mais correcta dos vestígios e, na maioria parte dos casos, diminuindo os custos gerais do projecto.

3.4.1. A Prospecção geoquímica

A prospecção geoquímica, apesar de não ser intrusiva, necessita da recolha de algum sedimento superficial. Estas amostras de sedimento são, em geral, pequenas (no máximo alguns gramas) e servem para apontar ou delimitar anomalias antropogénicas (Feder, 1997:59). A actividade humana reflecte-se em alterações químicas do solo, quer através de deposição de materiais orgânicos quer inorgânicos. A prospecção geoquímica não se limita apenas à superfície, podendo ser aplicada numa diversidade de casos, como em cortes, referenciando aí as diferenças estratigráficas, ou utilizada em solos de *habitat*, estruturas, ou em enterramentos. No entanto, até ao presente, o esforço principal tem sido no sentido de identificar áreas de funcionalidade dentro do espaço do *habitat*, principalmente no que concerne a actividades de tipo doméstico (Heron, 2001:567). As zonas de extracção de minérios e de agricultura constituem outro dos focos de interesse na geoquímica em arqueologia.

Uma vez que a maior parte dos elementos químicos provenientes das actividades humanas já existe no solo em percentagens variadas, é a imposição de novas quantidades ou de padrões diferentes que é objecto da identificação e análise da prospecção geoquímica (Heron, 2001:567). Por esta razão, o emprego da geoquímica em arqueologia não é fácil (Feder, 1997:59), principalmente porque não existe um padrão único de referência do ponto de vista numérico (McManamon, 1984:237) e porque o resultado final que é medido provém de uma mistura de vários processos diferentes (a deposição natural de elementos químicos no solo, o resultado de actividade humana, da iluviação e eluição, bem como do próprio processo de erosão dos solos). Assim, a prospecção geoquímica é, em

geral, levada a cabo em conjunção com outras análises, nomeadamente a susceptibilidade magnética.

A maior parte das prospecções geoquímicas centra-se no estudo dos fosfatos, apesar de outros elementos como o azoto, o magnésio, o carbono e o cálcio serem, por vezes, analisados (Renfrew e Bahn, 1991:87; Feder, 1997:59). Em geral, a presença anormalmente alta destes elementos químicos resulta de uma actividade humana que tenha utilizado materiais orgânicos. Enquanto que os materiais orgânicos desaparecem devido aos vários processos de erosão, elementos como o fósforo resistem ao tempo, permanecendo na zona onde os elementos orgânicos tinham originalmente sido utilizados ou depositados. A prospecção geoquímica permite, pois, a localização de estruturas ou actividades que não são visíveis através de outros processos, incluindo os geofísicos.

Vários factores, incluindo o da cadeia alimentar, contribuem para a presença de fosfatos em todos os seres vivos sob a forma de ácidos nucleicos e fosfolípidos. A proporção deste composto químico no solo é muito variável e depende de um conjunto alargado de factores, incluindo o tipo de vegetação e o grau de riqueza de fosfatos nessas espécies, bem como do tipo de bactérias e outros organismos que podem sintetizar os fosfatos orgânicos procedentes de outros organismos vivos.

A prospecção geoquímica dos fosfatos baseia-se no princípio de que quantidades maiores de fosfatos no solo, para além do que é o normal ou padrão para essa área, resultam de actividades humanas. As grandes quantidades de fosfatos estão associadas a determinadas funções, das quais se podem destacar aquelas que envolvem a deposição de lixo orgânico e de cinzas ou enterramentos, devido à presença de fosfato de cálcio dos ossos e de fósforo orgânico dos tecidos moles (Heron, 2001:566). Para a detecção destes fosfatos, são recolhidas amostras de sedimento superficial com base numa quadrícula que pode variar entre os 25 cm de lado, em cada quadrado, até aos 10 metros (Renfrew e Bahn, 1991:87; Heron, 2001:566).

A concentração de fosfatos é medida na solução por absorção atómica por colorimetria, na qual se emprega uma reacção secundária que forma um complexo azul. A maioria dos testes feitos no terreno, com a ajuda de pequenos *field kits*, utiliza um sistema colorimétrico idêntico ao acima descrito. A extracção dos fosfatos pode ser feita sequencialmente, ou seja, fraccionando os vários tipos de fosfatos inorgânicos, como se fez no caso do sítio arqueológico do Agroal (Lillios, 1992). Contudo, o valor arqueológico deste método é ainda difícil de determinar (Heron, 2001:567). O recurso à extracção da totalidade dos fosfatos com o uso de ácido fluorídrico, sendo o resultado independente do estado de mineralização do solo, constitui uma outra técnica.

Da pequena descrição referente à prospecção geoquímica dos fosfatos, note-se que estas técnicas de análise adaptadas à arqueologia estão ainda numa fase de experimentação devido à falta de padrões de comparação, apesar de a sua utilização ter tido início nos anos 20 (Renfrew e Bahn, 1991:87; Heron, 2001:568). Pelo menos do ponto de vista teórico, esta é uma área que precisa de alguma expansão e, de facto, podemos ver um desenvolvimento neste tipo de técnicas como, por exemplo, no caso da susceptibilidade magnética, com as suas várias potencialidades, e que tem sido já aplicada em Portugal em diversas circunstâncias (Ellwood *et al.*, 1994, 1998, 2001) (Figura 39).

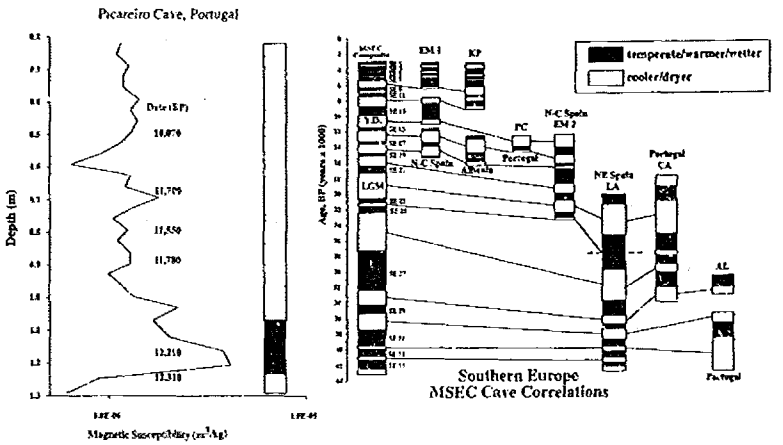


Figura 39. a) Curva de susceptibilidade magnética da Lapa do Picareiro; b) Integração climática e cronológica de várias grutas com ocupação paleolítica da Europa, formando uma só curva comparativa de susceptibilidade magnética (adaptado de Ellwood *et al.*, 2001).

3.4.2. A prospecção geofísica

A prospecção geofísica, tal como a geoquímica, tem vantagens que devem ser referidas. O facto de não ser intrusiva e, portanto, extremamente eficaz na protecção e conservação de sítios arqueológicos é, sem dúvida, um dos aspectos mais importantes. Mas outro, não menos importante, é a sua eficiência na localização de estruturas ou mesmo níveis arqueológicos subterrados, diminuindo assim sensivelmente os custos de escavação e melhorando o tipo de informação disponível antes e durante a escavação, permitindo uma melhor percepção do sítio e uma tomada de decisões mais informada.

Vão aqui ser focados quatro métodos geofísicos: os métodos Magnéticos, a Resistividade Eléctrica, a Condutividade Electromagnética e o GeoRadar (Ground-Penetrating Radar – GPR). Existem dois grupos principais de técnicas geofísicas de prospecção arqueológica (Kvamme, 2001:356; Nishimura, 2001:546; Feder, 1997:60-61); um grupo designado activo porque envia determinada energia para o solo, registando depois a "resposta" reflectida pelo solo, como é caso do GPR ou da resistividade eléctrica; o outro grupo é denominado passivo, porque regista apenas as propriedades naturais presentes no solo como é o caso da magnetometria.

A utilização dos métodos geofísicos segue essencialmente os mesmos princípios dos geoquímicos. Um dos conceitos mais importantes é o da "quase-superfície", já que esta área é o foco principal dos vários métodos geofísicos. A quase-superfície é representada pelos cerca de 2 metros de superfície, pois é aí que se encontra a maioria dos sítios arqueológicos. A instrumentação referida tem grande capacidade de penetração, como veremos mais à frente, mas, por outro lado, tem um uso restrito em arqueologia e que varia de método para método, estando ainda dependente do tipo de solo e das suas propriedades físicas e químicas.

Outro princípio geral a ter em conta em situações de uso dos métodos geofísicos é o facto de, independentemente do método utilizado, as anomalias registadas pela prospecção geofísica serem o resultado de contrastes entre os materiais arqueológicos e os depósitos naturais geológicos onde eles se encontram depositados. Na prática, este princípio parte da ideia de que se os materiais arqueológicos tiverem propriedades físicas diferentes das do sedimento que as envolve, então será possível identificá-los, uma vez que é possível registar o contraste em termos de características magnéticas, resistência à passagem de corrente eléctrica ou ainda a sua capacidade de reflectir as ondas radar. Estes contrastes são denominados anomalias, até ao momento em que são identificados os seus significados arqueológicos (Kvamme, 2001:356; Nishimura, 2001:543-544).

Uma vez que estas anomalias só podem de facto ser verificadas através da sondagem arqueológica, e os seus padrões são extremamente variados, dependendo tanto dos materiais arqueológicos subterrados, como do tipo de solo e das suas características físicas (compactação, espessura até ao substrato rochoso, acidez, etc.), quer ainda da potência do contraste entre umas e outras, não existe uma só resposta ou uma só interpretação dos resultados da prospecção geofísica. Consequentemente, a qualidade dos resultados deste tipo de trabalho arqueológico depende da experiência do geofísico, bem como da discussão dos resultados com o arqueólogo que, em princípio, domina o aspecto cultural, podendo dar informação que possa ser usada como base de analogia para assim se entenderem os resultados da prospecção geofísica.

As técnicas de trabalho de campo são semelhantes em todos os métodos, mudando apenas a aparelhagem consoante o método. A prospecção geofísica concentra-se sempre numa área que pode ser maior ou menor, dependendo do objectivo: o mapeamento completo de um sítio ou apenas o mapeamento de uma determinada estrutura. A área é organizada segundo uma quadrícula que controla a localização e o uso dos aparelhos. A quadrícula tem, em geral, 10 x 10 m ou 50 x 50 m, sendo os seus lados marcados por cordas ou fios que servem de orientação ao trabalho de medição. Cada corda tem o comprimento do lado da quadrícula, estando marcada de metro a metro, ficando as cordas colocadas com um determinado espaçamento, que servirá como base da distância entre os pontos a serem medidos. Com esta marcação clara do terreno, os instrumentos são movidos ao longo das cordas, efectuando as medições em cada ponto à distância pré-determinada. Esta metodologia resulta numa matriz que, dependendo dos objectivos, pode ter intervalos entre 2 m até 10 cm, sendo o mais frequente a distância de 1 m.

Quando uma quadrícula está prospectada, estabelece-se uma outra, contígua à primeira, repetindo-se o trabalho efectuado na primeira quadrícula. Vegetação e inclinações do terreno podem tornar o trabalho de medição complexo, principalmente nos casos em que a instrumentação é pesada e precisa de ser deslocada com o auxílio de um transporte.

• *Métodos magnéticos*

Os métodos magnéticos medem pequenas variações nas propriedades magnéticas da superfície terrestre. Estas propriedades existem devido à presença de óxidos de ferro como a hematite e a magnetite nos depósitos geológicos de compostos químicos com ferro. O grau de magnetismo do solo é denominado **susceptibilidade magnética**. Os materiais que tenham sido expostos à cozedura ou a altas temperaturas, principalmente aqueles que contenham argilas, tendem a ter altos teores de propriedades magnéticas, que são designadas magnetismo termoremanescente (Kvamme, 2001:357; Nishimura, 2001:546). Devido a estas características, a prospecção magnética é apropriada para a localização de estruturas pré-históricas como fornos ou lareiras, principalmente aquelas que foram feitas em argila, ou outras estruturas resultantes de actividades humanas e que tenham a inclusão de argilas e o seu cozimento, uma vez que o sinal termoremanescente é bastante forte. No caso de períodos históricos, os artefactos em ferro podem também ser uma fonte importante de anomalias magnéticas, podendo causar dificuldades na leitura e interpretação dos resultados (Kvamme, 2001:357).

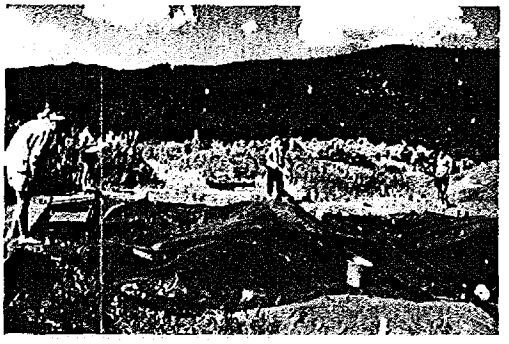


Figura 40. Uso de um Magnetómetro de Protões numa prospecção geofísica para localização do Kiwa, no sítio de Pot Creek Pueblo, Novo México.

São três os tipos de aparelhos que fazem a leitura do campo magnético na arqueologia. O mais antigo e também mais comum é o Magnetómetro de Protões (Figura 40). Este tipo de instrumentos tem uma grande precisão, permitindo medir 0,1 nT e demorando cerca de 5 segundos por cada leitura (Kvamme, 2001:358). Devido a variações diurnas do campo magnético, é geralmente usado um segundo aparelho localizado fora da quadrícula que é utilizado como referência. Por cada ponto que é medido na quadrícula é feita, simultaneamente, uma medição pelo magnetómetro de referência, sendo utilizado o valor de diferença entre os dois resultados obtidos para construir o mapa do magnetismo local.

Os dois tipos de aparelho mais recentes são os gradiómetros (césio e *fluxgate*), que têm uma maior sensibilidade que os aparelhos antigos, e nalguns casos foram desenvolvidos especialmente para a arqueologia (Kvamme, 2001:358; Nishimura, 2001:546). Estes aparelhos são bastante rápidos permitindo oito a dez medições por segundo, com uma precisão superior a 0,1 nT e nalguns casos são completamente computorizados, tendo incorporada uma memória que lhes permite gravar mais de 15 000 leituras (Kvamme, 2001:358).

Figura 41. Uso de um gradiómetro, FM36 da Geoscan Research.

Ao contrário do magnetómetro, estes aparelhos não lêem o valor total do campo magnético (Figura 41). Em vez disso, medem o gradiente vertical do campo magnético onde a leitura é feita. Isto é conseguido através de diferença (ou gradiente) entre dois sensores, colocados verticalmente a meio metro de distância um do outro, o que elimina os problemas da variação diurna do campo magnético (Kvamme, 2001:358).

A unidade de medição do campo magnético é o nanoteslas (nT; 10^9 Tesla, sendo o Tesla a unidade de medida da indução magnética equivalente à indução uniforme que, incidindo numa superfície com 1 m^2, produz através dela um fluxo de indução magnética total de 1 Weber). Na maior parte da Europa o desvio do campo magnético é entre os 40 000 e os 60 000 nT (Weimouth, 1986:341). A maioria das anomalias magnéticas de teor arqueológico é por volta dos 5 nT, as diferenças no solo variam cerca de 0,001 nT, enquanto que as variações diurnas podem variar entre 40 a 100 nT num espaço de poucas horas. Neste contexto, os aparelhos de magnetometria são extremamente sensíveis para poder detectar estas várias diferenças e anomalias.

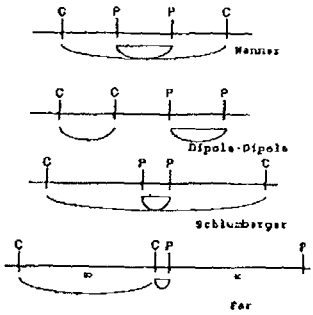
Devido à dimensão destas diferenças, são vários os factores que podem alterar os resultados. Por essa razão, os operadores dos magnetómetros e dos gradiómetros não devem ter objectos de metal consigo e as leituras só são válidas desde que haja distância suficiente (algumas dezenas de metros) de vedações ou portões de metal, fios eléctricos e de alta tensão e carros.

Estes aparelhos têm um alcance máximo de penetração vertical de cerca de 3 metros nos sítios arqueológicos (Kvamme, 2001:358), mas na maior parte dos casos a leitura faz-se apenas até cerca de 1,5 m de profundidade, uma vez que os sensores dos gradiómetros teriam que ser ajustados para poderem fazer a leitura a uma maior profundidade (Nishimura, 2001:547).

• Resistividade Eléctrica

O método da Resistividade Eléctrica assenta na ideia de que determinados materiais oferecem uma maior resistência à passagem da corrente eléctrica do que outros. Com base neste princípio, é possível enviar uma determinada corrente pelo solo, medi-la e a partir desse resultado inferir a presença de artefactos ou estruturas subterradas, caso existam anomalias nas leituras efectuadas (Figura 42). O sistema tem dois eléctrodos de corrente contínua (um que envia e outro que recebe) e dois eléctrodos de potencial que medem a voltagem. O resultado, seguindo a lei de Ohm, é a resistência do solo à passagem da corrente eléctrica, de acordo com o rácio da voltagem-corrente, sendo medido na unidade Ohm/m.

Figura 42. Exemplo de um resistivimetro, RM15 da Geoscan Research.



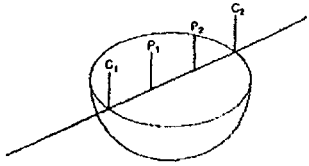


Figura 43. Configurações dos eléctrodos na resistividade eléctrica.

A posição dos eléctrodos é variável, tendo várias designações e resultados diferentes. A configuração tradicional é a de Wenner, em que os quatro eléctrodos estão separados pela mesma distância ao longo de uma linha da quadrícula, sendo os dois exteriores os de corrente (C) e os dois interiores os de potencial (P) (Figura 43). Outra configuração bastante comum é designada por Dupla, em que os dois pares de eléctrodos funcionam independentemente, ou seja, um eléctrodo de corrente e um de potencial são colocados no solo a uma determinada distância fora da zona de prospecção, enquanto que os outros dois são movidos de ponto para ponto. A distância entre eléctrodos marca a profundidade da resistividade, sendo, teoricamente, idêntica à distância entre os eléctrodos formando semicírculos verticais (Kvamme, 2001:359). Assim, se os eléctrodos estiverem a um metro de distância, a leitura feita corresponde à resistividade do metro superior de solo. Quanto maior for a distância entre os eléctrodos, maior será a profundidade da leitura. Uma das razões pelas quais estas duas configurações são utilizadas é o facto de os aparelhos estarem disponíveis comercialmente.

Existem duas outras configurações, Dipole-Dipole e Schlumberger mas, em geral, não são utilizadas em arqueologia, porque as variações na resistência de contacto entre os eléctrodos e o solo em que são fixados são grandes, afectando os resultados. Outro aspecto que contribui para que seja rara a sua utilização em arqueologia é o facto de as alterações topográficas terem uma influência nos resultados de forma que a sua interpretação se torna difícil (Nishimura, 2001:545-546).

A vantagem do método tradicional de Wenner reside no facto de ser mais sensível e de maior precisão do que a configuração Dupla. Este aspecto deve-se à proximidade entre os dois segmentos dos dois pares de eléctrodos. Em contrapartida, a proximidade, bem como a sua sensibilidade, faz com que o sistema leia duas vezes a mesma anomalia, projectando-a no mapa ou no perfil final com a presença de dois picos (Clark, 1975:298). Trata-se de um problema que não acontece com as configurações Dipole-Dipole e Dupla (Figura 44), porque cada um dos segmentos dos dois pares de eléctrodos está separado por uma distância que não lhe permite ter a sensibilidade suficiente para reconhecer duas vezes a mesma estrutura. Nesta última configuração existem outros aspectos positivos. Por exemplo, a diversidade geológica local tem um impacto menor do que na configuração Wenner, em que as diferenças locais são também "lidas" pelo voltímetro ligado aos eléctrodos de potencial; ou ainda o facto de as leituras serem independentes da orientação dos eléctrodos, e uma vez que só se movem dois eléctrodos, um de corrente e um de potencial (os outros dois estão estacionários), o trabalho faz-se de forma muito mais rápida e com maior liberdade, não sendo necessário fazê-lo em linha, como no caso da configuração de Wenner.

Teoricamente, na configuração Wenner seria necessário mover os quatro eléctrodos. Na prática, contudo, o processo é bastante mais simples, uma vez que é possível mover apenas um eléctrodo para cada leitura, movendo o primeiro da linha e colocando-o em último, e rodando as ligações à bateria e ao voltímetro (Clark, 1975:299). É comum usar as duas configurações num mesmo projecto, uma vez que enquanto a configuração Wenner é mais adequada para zonas restritas com um objectivo específico, como, por exemplo, uma só estrutura, a configuração Dupla é mais eficiente num espaço de maiores dimensões, como é o caso de todo um sítio arqueológico.

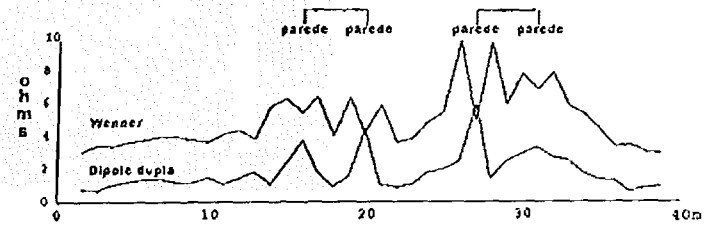


Figura 44. Exemplos de perfis com as configurações Wenner e Dipole-Dipole.

O aparelho da resistividade eléctrica é composto actualmente por um pequeno computador que recebe e grava cerca de 30 000 leituras, permitindo nalguns casos um número maior de eléctrodos que faz simultaneamente uma série de leituras a distâncias diferentes, o que na prática pode significar 20 leituras por minuto (Kvamme, 2001:361). Este esquema permite ainda o mapeamento do solo a várias profundidades.

A informação relativa a várias profundidades fornece um conjunto de dados a três dimensões, conhecido como tomografia de resistividade, que permite a análise de relações verticais e horizontais de sedimentos, estruturas e estratigrafia, dando assim uma perspectiva da transformação do local através dos tempos.

Um aspecto importante na detecção da resistividade eléctrica é o teor de humidade presente no solo. De facto, a passagem da corrente eléctrica efectua-se através do movimento dos iões na água presente no solo. Por esta razão, em situações em que o solo está demasiado seco, é necessário humedecê-lo para que se possa dar a passagem da corrente. Diferentes materiais têm resistividades distintas, o que permite que o método seja utilizado em arqueologia. Um exemplo simples é o facto de rochas ou pedras terem uma maior resistividade do que areias ou argilas que façam parte do depósito geológico onde se encontra o sítio arqueológico. A

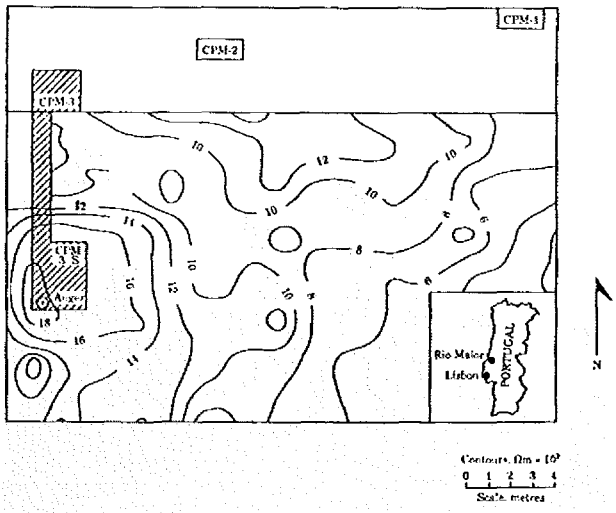


Figura 45. Resultado da prospecção por resistividade eléctrica em Cabeço do Porto Marinho, onde foi possível localizar zonas com estruturas de combustão (CPM 3S) e zonas sem níveis arqueológicos (Ellwood, *et al.*, 1994:781).

compactação de um determinado depósito sedimentar pode também alterar a resistividade eléctrica. No primeiro caso, qualquer estrutura de pedra ou mesmo um grande conjunto de artefactos líticos originará uma anomalia na resistividade eléctrica de determinado local. No segundo caso, será a diferença de compactação no sedimento entre, por exemplo, o preenchimento de um fosso ou de uma vala e o depósito circundante que fará a anomalia na resistividade local (Aitken, 1974:267-268).

Este é um método muito eficiente no caso de sítios arqueológicos de cronologia pré-histórica, tendo sido já utilizado em Portugal, no sítio paleolítico de Cabeço do Porto Marinho, Rio Maior (Ellwood *et al.*, 1994) (Figura 45).

• *Condutividade electromagnética*

O princípio da condutividade electromagnética é essencialmente inverso ao da resistividade eléctrica e os instrumentos são completamente diferentes. No método da condutividade são utilizados dois elementos (ou bobinas), colocados separadamente, sendo um transmissor e o outro receptor. O elemento transmissor envia sinais electromagnéticos que induzem uma corrente no solo, criando um campo magnético secundário, que é captado pelo receptor.

Em geral, estruturas com grande resistividade têm baixa condutividade (*e.g.*, paredes, fundações, areia seca), enquanto que elementos com baixa resistividade mostram alta condutividade (*e.g.*, o preenchimento com alto teor de humidade de uma vala). A condutividade electromagnética é medida em milisiemens (mS) por metro (10^{-3} siemens), sendo a relação com a resistividade eléctrica dada pela fórmula mS/m=1000/Ohm/m (Kvamme, 2001:362).

Alguns dos instrumentos permitem fazer duas leituras por segundo enquanto deslizam sobre o terreno, estando as duas bobinas separadas por 1 metro. A condutividade do solo é medida como uma média ponderada relativa a 1,5 m de espessura de sedimento, quando é utilizado no modo vertical, e 0,75 m no modo horizontal. Outros aparelhos medidores de condutividade têm uma maior distância entre as bobinas permitindo, portanto, uma maior penetração no solo.

Contrariamente ao método da resistividade eléctrica, o medidor de condutividade é extremamente sensível a metais, uma vez que estes são bons condutores. Este facto, tal como no caso da prospecção magnética, tem algumas desvantagens, principalmente no que diz respeito à definição do que é artefacto e do que é lixo mineral. Contudo, a condutividade proporciona outras vantagens, como por exemplo o facto de não estar dependente do teor de humidade para se fazer a prospecção, o que acontece no caso da resistividade eléctrica (Kvamme, 2001:362).

Figura 46. Condutivímetros electromagnéticos da marca *Geonics Limited*. a) EM38 e b) EM31.

Uma vez que o medidor de condutividade não tem cabos ou vários elementos espalhados pelo terreno (Figura 46), esta técnica de prospecção é muito rápida, e alguns destes instrumentos permitem a leitura da susceptibilidade magnética da superfície, o que aumenta a eficiência do medidor de condutividade.

• ***GeoRadar***

O GeoRadar ou Ground-Penetrating Radar (GPR) utiliza uma tecnologia completamente diferente dos métodos tratados anteriormente. O princípio que coordena o GPR é o de que se forem propagados impulsos electromagnéticos em direcção ao solo, cerca de 40% desses mesmos impulsos ou ondas serão reflectidos. O remanescente penetra no subsolo, sendo reflectido parcialmente, dependendo do que aí se encontra. Se esta reflexão for mostrada em sequências temporais com diversas cores dependentes da força do sinal, o resultado será visualmente semelhante ao de um corte estratigráfico da zona prospectada (Nishimura, 2001:547). O tempo que demora a reflexão de cada impulso indica a profundidade a que se encontra o objecto ou estrutura arqueológica (Kvamme, 2001:363).

Os impulsos estão no espectro das microondas, sendo a antena receptora do georadar capaz de receber ondas entre as dezenas de MHz até cerca de 1000 MHz. Significa isto que a capacidade de recepção do georadar se aproxima da frequência dos receptores normais de rádio e de televisão, o que causa por vezes problemas se o GPR for operado junto a zonas urbanas. Conforme os impulsos são transmitidos para o solo, a sua velocidade de dispersão e reflexão altera-se dependendo dos materiais (e das suas propriedades eléctricas) que se encontram no subsolo. Elementos com pouca resistividade apresentam níveis de reflexão importantes, como seja o caso

de metais. Deste modo, o sinal do GPR tende a atenuar-se em casos com maior condutividade como, por exemplo, em solos húmidos, ou em profundidade. Determinados iões, presentes em argilas ou sedimentos com sais minerais, tendem também a diminuir a penetração dos sinais do GPR (Kvamme, 2001:363; Nishimura, 2001:549). Contudo, os sinais conseguem marcar muito bem as diferenças de densidade no subsolo, tais como buracos de poste, ou artefactos de grande densidade como artefactos líticos ou de metal (Nishimura, 2001:547; Feder, 1997:61). A força do sinal reflectido é também resultado da dimensão da estrutura enterrada, relativamente ao tamanho e onda do sinal enviado pelo GPR.

O número de impulsos enviados e recebidos pelo GPR é na ordem das várias centenas por metro se o GPR demorar cerca de 10 segundos a percorrer um metro (Figura 47). Esta velocidade de aquisição representa uma enorme quantidade de dados que não é comparável à dos outros métodos já tratados, mas, em contrapartida, é também mais difícil de interpretar.

Uma das vantagens do GPR é o facto de o aparelho mostrar a informação de imediato, ao contrário dos outros métodos que precisam do apoio de um computador para os dados poderem ser apresentados em forma de mapa e interpretados. A visualização de estruturas nos resultados do GPR indicam a sua presença, mas por vezes é necessário "calibrar" as profundidades dessas estruturas, uma vez que os resultados do GPR não indicam qual a profundidade absoluta das imagens obtidas. Para isso, deve-se recorrer às sondagens manuais para se saber a escala a que as imagens do GPR foram obtidas (Kvamme, 2001: 364).

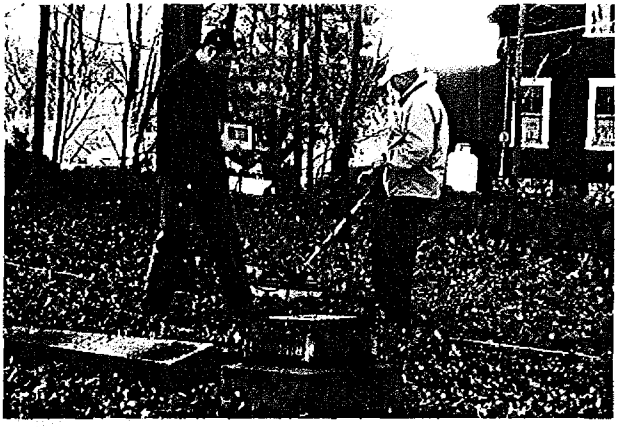


Figura 47. Exemplo de GPR, modelo SIR 3000, produzido por Geophysical Survey Systems.

A apresentação dos resultados do GPR é geralmente feita por aquilo que é denominado "fatias horizontais de tempo" (*horizontal time slices*), uma vez que por cada leitura existe um corte mostrando cada um dos elementos marcadores do tempo (Kvamme, 2001: 364-365; Nishimura, 2001:550). A junção dessas várias fatias horizontais de tempo permite ter um conhecimento alargado do sítio arqueológico nas duas dimensões – tempo e espaço – através daquilo a que Nishimura chama as fatias de tempo topogmficamente alteradas (Nishimura, 2001:551). A relação das eficácias entre os vários métodos aqui citados pode ser vista na Tabela 9, que permite comparar vantagens e desvantagens de cada método em várias circunstâncias.

Tabela 9. Características dos métodos de prospecção geofísicos (segundo Kvamme, 2001:360, Table 13.1).

	Magnetismo	Resistividade	Electromagnetismo/ Condsutividade	GPR
Unidades	nT	Ohm/m	mS/m	nS
Profundidade<1,5 m	0,25-2 m 300 MHz: 1-9 m	0,75-6 m	500 MHz: 0,5-3 m	
Intensidade normal	1/m	1/m	1/m	> 1 m entre linhas.
Alta intensidade	16/m	4/m	4/m	5-1 m entre linhas
Tempo (quadrícula de 20 x 20m)	20-30 min	45 min	20 min	60 min
Área/dia 0,5-1 ha	0,5 ha	0,5-1 ha	0,25-0,4 ha	
Sensibilidade ao metal	ao ferro apenas	nenhuma	sim	sim
Situações a evitar materiais ígneos muito secos	Material metálico e saturados com sais minerais. glaciares (moreias)	Superfícies muito secas, sedimentos sedimentos muito saturados ou	Material metálico, sais e depósticos rochosos	Argilas muito condutivas.
Efeitos da presença de árvores são invisíveis nos dados	Impedem a prospecção e dão anomalias positivas	Impedem a prospecção e dão anomalias negativas	Impedem a prospecção e raízes dão anomalias	Impedem a prospecção.
VantagensRapidez, lareiras e outras áreas queimadas são detectáveis	Boas definições de estruturas, identificação de profundidades	Rapidez, uso fácil	Perfis verticais, estratigrafia, resultados imediatos	
Desvantagens	Profundidade limitada, necessidade de zonas sem vegetação ou vegetação rasteira, problemas com metais, velocidade de passo deve ser constante, custos altos, processamento obrigatório dos dados antes da interpretação	Contacto dos eléctrodos com o solo é lento, existência de cabos, processamento obrigatório dos dados antes da interpretação	Detalhe espacial limitado, problemas com metais, deve manter-se um ângulo constante em relação ao chão, necessidade de áreas sem vegetação, processamento obrigatório dos dados antes da interpretação	Grande equipamento, processamento complicado dos dados, interpretação complexa, velocidade de passo deve ser constante,custos altos
Quantidade diária de dados	grande	pequena	pequena	grande
Complexidade do processamento	moderada	baixa	baixa a moderada	alta

4

A Escavação Arqueológica

Até agora, foram abordadas apenas formas de detecção arqueológica não intrusivas. Este capítulo vai analisar as questões da chamada arqueologia intrusiva, isto é, os problemas relacionados com as sondagens e escavações arqueológicas. Estes dois métodos de trabalho de campo têm objectivos diferentes e bem definidos e devem ser geridos cuidadosamente pelo arqueólogo.

As sondagens servem para a confirmação da existência de depósitos arqueológicos após a localização de artefactos numa determinada superfície ou quando são encontrados inclusos num corte. As sondagens podem servir ainda para determinar a extensão de um horizonte arqueológico ou para se conhecer a estratigrafia e a importância de um sítio. Estes aspectos são fundamentais para se fazer uma primeira avaliação da preservação e interesse do sítio no âmbito de um projecto científico ou de um trabalho de minimização ou de salvamento. Existem metodologias adequadas para cada um destes problemas, devendo nalguns casos ser usada uma metodologia mista para se obter o máximo de informação e se poder determinar qual a decisão mais acertada para o trabalho em mãos.

A escavação arqueológica, por outro lado, serve uma função principal, ainda que possa ter dois objectivos distintos: a investigação e a minimização de impactos patrimoniais. Enquanto que no primeiro deve ser sempre respeitada a questão do testemunho – isto é, a escavação não deve nunca ser integral – ficando um fragmento do sítio arqueológico como testemunho – no segundo caso a intervenção poderá ter que ser completa e o sítio ser escavado na sua totalidade. É preferível a sua destruição de forma controlada através da escavação arqueológica, à destruição anárquica e absoluta das retro-escavadoras.

4.1. O equipamento

O equipamento necessário para o trabalho de campo intrusivo tem características muito diversas, dependendo de variáveis como, por exemplo, o objectivo dos trabalhos, a metodologia de escavação ou o tempo que o arqueólogo tem para terminar o trabalho. De qualquer modo, a decisão sobre quais as ferramentas a utilizar deve ser tomada tendo em conta a ideia do equilíbrio entre a rapidez de execução e o nível de precisão dos trabalhos que depende, directamente, do estado de preservação do sítio e do tipo de pacote geológico onde se encontra o contexto arqueológico a escavar (sobre esta questão veja-se Barker, 1996:100). Na prática, o arqueólogo deve escavar com as ferramentas mais eficientes que tiver ao seu dispor, sem que com isso se perca qualquer informação. Assim, e dando um exemplo hipotético, deve ser utilizada uma retro-escavadora para retirar as camadas sobrepostas aos níveis arqueológicos e não um colherim. Contudo, ao chegar-se ao nível arqueológico, e se este estiver completamente preservado, o colherim ou mesmo instrumentos mais pequenos devem ser utilizados na escavação. Na mesma lógica, se determinado nível arqueológico se encontrar remexido e parcialmente destruído e o objectivo for recolher os artefactos, então não deve ser o colherim o instrumento a utilizar, mas sim a pá. A decisão sobre o equipamento de escavação está, portanto, directamente ligada à metodologia da escavação.

A variedade de instrumentos usados em escavação arqueológica é enorme. Mesmo naqueles casos em que por razões de acesso ou de peso é necessário limitar ao mínimo a quantidade e/ou o tamanho do equipamento, a diversidade necessária, por um lado, e a especificidade, por outro, obrigam a que haja um número considerável de ferramentas.

Podemos dividir o equipamento necessário ao trabalho de escavação arqueológico em dois grupos principais – o equipamento pesado e o de mão. No primeiro grupo incluem-se pás, picaretas, enxadas, serras de podar, crivos, carrinhos de mão, entre outros, e a maquinaria de levantamento topográfico, como o nível, o teodolito ou a estação total, e o equipamento informático, cada vez mais utilizado, como o computador e a impressora portáteis.

O segundo grupo integra os utensílios de pequenas dimensões, que nos países anglo-saxónicos são muitas vezes pessoais e não do projecto como é tradicional no caso português. Estes utensílios são, entre outros, os colherins, pincéis, fitas métricas, martelos, picos, tesouras de podar, vassouras, pás de lixo, níveis de bolha de ar, prumos, canetas e lápis de variado tipo, de entre os quais convém salientar as canetas de tipo permanente à prova de água, etc.

De facto, é habitual cada arqueólogo ter uma caixa de ferramentas (muito) própria, em que existe equipamento "inventado" por si para responder a necessidades específicas de um determinado sítio arqueológico. Esse equi-

pamento acaba por integrar a utensilagem normal desse arqueólogo. Um desses exemplos é o caso de um raspador em metal utilizado normalmente na limpeza de navios e que foi adoptado pela equipa de Luís Raposo no trabalho de escavação do sítio paleolítico da Foz do Enxarrique, em Vila Velha de Ródão, para raspar os siltes endurecidos que embalam o nível arqueológico moustierense. Outro exemplo é a utilização do aspirador nasal de bebés durante a escavação pela equipa de Bicho na Lapa do Picareiro, Alcanede, para limpar as partículas finas da desagregação e erosão dos calcários em redor dos ossos.

A utilização de todas essas ferramentas deve ser sempre coordenada com um outro tipo de instrumento fundamental nas escavações arqueológicas – o crivo – que será tratado mais adiante em detalhe.

4.2. Sondagens arqueológicas

Como já se afirmou anteriormente, a questão das sondagens é um elemento fundamental no exercício da arqueologia intrusiva. Mesmo no melhor dos mundos, isto é, naquele caso em que tempo e dinheiro não são elementos de restrição e em que se pode proceder a um trabalho detalhado de prospecção geofísica e geoquímica, existem casos em que esses métodos não respondem às questões sobre dispersão e extensão dos sítios arqueológicos. Nestes casos e, de facto, na maior parte dos sítios arqueológicos, é necessário recorrer ao trabalho de sondagens arqueológicas.

É, talvez, interessante lembrar o que Sir Mortimer Wheeler dizia sobre a questão das sondagens (ou, como ele as designava, "escavação de controlo" – *Control Pit*):

"O seu objective é providenciar ao investigador um mínimo possível de remexímentos do nível, e poder antecipar a natureza e possível dimensão das camadas que se encontram a ser escamadas pela equipa. É um vislumbre do futuro..." (Wheeler, 1954:66).

Figura 48. Início dos trabalhos de sondagem no sítio paleolítico da Praia da Galé, Albufeira.

As sondagens podem, como já foi referido, tomar várias formas, dependendo do seu objectivo e do tempo que o arqueólogo tem para proceder a esse tipo de trabalho. Como se disse acima, os objectivos das sondagens são sempre a obtenção de informação referente a um sítio arqueológico, no que respeita à sua extensão, determinação dos seus limites físicos, à sua estratigrafia, integridade e qualidade do seu contexto, bem como à sua importância cultural. Todos estes aspectos podem ser respondidos em dois âmbitos muito diferentes da arqueologia: o da investigação científica e o da minimização patrimonial. Apesar das necessidades nestas duas vias, em geral, serem diferentes devido principalmente ao factor tempo, o tipo de trabalho desenvolvido é semelhante, de modo que as questões serão abordadas como se não houvesse separação entre esses dois mundos.

As sondagens, de qualquer tipo, são potencialmente mais destruidoras, ou pelo menos mais problemáticas, do que a escavação em área. Este aspecto prende-se com dois factos: o primeiro é que quando se inicia a sondagem ainda não há conhecimento do que se vai encontrar, pelo que a possibilidade de destruição de um determinado contexto é bastante elevada; o segundo é referente à dimensão da sondagem, geralmente uma pequena área, que pode não revelar padrões gerais do sítio, mas apenas pequenas parcelas muito específicas dentro de determinado contexto, correndo o arqueólogo o risco de estar a escavar uma determinada estrutura ou unidade arqueológica sem o notar, destruindo assim a sua unidade contextual. Este aspecto força a necessidade de se ter em conta o tamanho da sondagem, bem como o tipo de metodologia empregue.

É necessário conseguir-se um equilíbrio entre o tamanho da sondagem e o nível de detalhe que esta pode fornecer. Antes de se iniciar uma intervenção há que considerar o potencial arqueológico no que respeita ao tipo

Figura 49. Monumento n. 7 de Alcalar, após a reabilitação pelo IPPAR.

de artefactos e estruturas que aí podem ser exumados e que, naturalmente, se relacionam directamente com a cronologia do sítio arqueológico. Num sítio de cronologia da Pré-História recente com estruturas como, por exemplo, num tholos (Figura 49) ou num recinto amuralhado do calcolítico, a sondagem deve ser suficientemente ampla (pelo menos 4 m²) para que seja possível escavar no caso de aparecerem no seu seio estruturas. Uma sondagem com estas dimensões num sítio paleolítico poderia escavar todo o sítio – veja-se o exemplo da Quinta do Sanguinhal, já mencionado anteriormente, em que o nível arqueológico não tinha mais do que 4 m². Deste modo, é possível utilizar determinados modelos que, em geral, se podem aplicar com um mínimo de risco. Podemos afirmar que quanto mais antigo for o sítio pré-histórico, mais pequena terá que ser a sondagem. No caso dos sítios da Pré-História Antiga, a dimensão normal utilizada pela maioria dos arqueólogos é a sondagem com 1 m² (Figura 50), área suficiente para revelar a estratigrafia e, com algum cuidado, chegar a profundidades de mais de dois metros, mesmo em areias dunares. Uma sondagem com estas dimensões é também reveladora do tipo de materiais arqueológicos, pelo que, geralmente, resulta numa amostra significativa de artefactos que podem definir, frequentemente, a cronologia dos horizontes arqueológicos existentes. Este tipo de sondagem pode ser aplicado a quase todos os sítios, com excepção de sítios marcados pela presença de estruturas de *habitat* edificadas ou ainda em locais onde existem grandes blocos de rocha, sendo nestes casos mais pertinente a realização de sondagens de 2 por 2 metros ou 2 por 1 metros. Estas áreas têm dimensão suficiente para que o técnico possa trabalhar e interpretar com maior facilidade a estratigrafia e as características arqueológicas da área em questão.

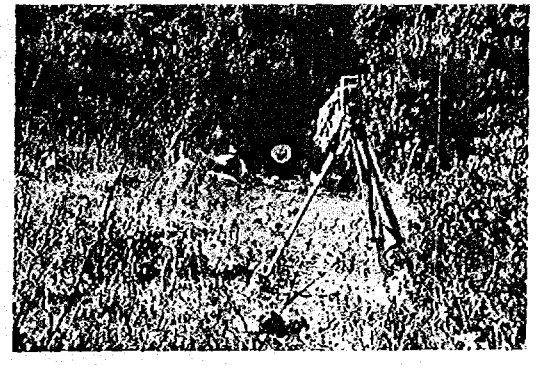


Figura 50. Sondagem de 1 m² em Vale Boi. Note-se que o arqueólogo que está a trabalhar tem 1,85 m de altura e está de pé. Esta sondagem atingiu os 2,5 m de profundidade.

A escavação destas sondagens deve usar uma metodologia que permita conhecer o contexto arqueológico e geológico dos sítios, mas que simultaneamente seja de tipo expedito. A melhor forma de proceder é escavar usando níveis artificiais com uma determinada espessura. Esta espessura depende directamente da concentração vertical e horizontal dos artefactos, podendo, à partida, ser de 10 cm por nível. Os níveis podem depois ser alterados para espessuras superiores ou inferiores se, respectivamente, não houver artefactos ou se a frequência destes for muito alta.

Apesar deste tipo de metodologia ser o que mais frequentemente se utiliza, existem outras formas de sondagem, cujos objectivos e resultados são diferentes. A melhor metodologia alternativa, para além da sondagem tradicional, é a utilização de uma sonda geológica manual, por vezes conhecida como sonda holandesa (Figura 51). A utilização deste instrumento no meio arqueológico tem a vantagem de ter um investimento inicial relativamente reduzido, sendo inferior a € 500. Além disso, permite um transporte fácil, pois é bastante leve e pode-se transportar em módulos, sendo constituída por um balde que penetra no solo, uma barra horizontal para se segurar e uma série de barras verticais que se encaixam umas nas outras, aumentando a profundidade a que se pode recolher amostras de solo. O balde, que termina em duas lâminas helicoidais separadas e opostas, permite recolher, juntamente com o sedimento, artefactos que sejam inferiores a 1,5 cm de espessura e cujo comprimento não seja superior a 4 cm. Esta metodologia é muito útil e eficiente em locais onde os níveis arqueológicos não estejam a profundidades superiores a 1,5 metros. O seu uso é, em geral, muito rápido, permitindo a sondagem de um sítio arqueológico do tamanho de um campo de futebol em menos de um dia, se os sedimentos não estiverem muito endurecidos.

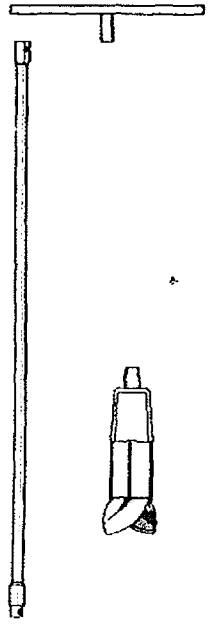


Figura 51. Sonda geológica manual.

Esta abordagem é especialmente adequada para a delimitação da área de um sítio arqueológico, conquanto o nível arqueológico não esteja demasiado profundo. Como é evidente, o número de artefactos obtidos nestas sondagens é bastante baixo, pelo que a amostra é claramente insuficiente para que se possa chegar a conclusões de tipo cronológico ou mesmo da frequência de artefactos. Este último aspecto deve-se ao facto de, na maior parte das vezes, a sonda não só não recolher artefactos, mas também os empurrar para fora do seu curso vertical. Aquilo que

a sonda permite fazer facilmente é o reconhecimento da estratigrafia e a existência de solos de origem antropogénica, resultantes da ocupação arqueológica. Foi uma metodologia utilizada em Portugal nalgumas escavações, tendo-se revelado extremamente eficiente. No sítio do Cabeço de Porto Marinho, já referido anteriormente, após o trabalho de prospecção geofísica que revelou anomalias várias no local, Brooks Ellwood utilizou a sonda geológica, confirmando não só a existência de áreas com grande estruturas de combustão que o método da resistividade eléctrica tinha já previsto, mas também a estratigrafia existente com os seus múltiplos níveis de ocupação, separados por bandas horizontais essencialmente estéreis (Ellwood *et al.*, 1994). O outro caso foi o sítio neolítico de Ribeira de Alcantarilha, no Algarve, onde a sonda (Figura 52), com grande sucesso, serviu para localizar os limites do concheiro (Bicho, 1998).

Antes de se iniciar uma sondagem deve ter-se em conta sua localização e dispersão de forma a servir o objectivo geral do trabalho. A escolha das áreas a serem sondadas está associada, como é natural, às zonas em que o potencial arqueológico parece maior. Contudo, as sondagens não devem ficar limitadas a essas zonas. Muitas vezes, a concentração dos artefactos à superfície indica não a zona do sítio arqueológico que se encontra selada, mas sim uma área que sofreu processos de erosão e mostra o nível arqueológico à superfície já semidestruído. Havendo o objectivo de definir os limites físicos do horizonte arqueológico, é necessário sondar também as zonas com pouco potencial arqueológico, de forma a encontrar as áreas exteriores a esse horizonte.

Quando se fazem sondagens para se avaliar o interesse e importância de um sítio arqueológico, é necessário não só conhecer as áreas em que houve a maior parte das actividades diárias das comunidades que aí residiram, mas

Figura 52. Trabalho com a sonda geológica manual em Ribeira de Alcantarilha.

também aquelas que reflectem as zonas que não foram ocupadas preferencialmente durante o uso desse sítio. Estas últimas são geralmente onde se encontram menos artefactos e estruturas, mas que ajudam a compreender a organização intra-espacial de um sítio arqueológico. Finalmente, é de referir que alguns autores (*e.g.*, Deetz, 1967:13-14) são apologistas da existência de uma sondagem que sirva de controlo estratigráfico, localizada fora da área do horizonte arqueológico. Este tipo de sondagens serve de facto para melhor se compreender a questão da formação do sítio arqueológico, comparando-se a área que sofreu o impacto antropogénico com aquela que foi objecto apenas dos processos geomorfológicos naturais.

Nos estudos geomorfológicos é necessária, por vezes, a abertura de várias sondagens ou de várias valas de sondagem. Nestes casos, é geralmente mais fácil recorrer-se ao uso de maquinaria pesada já que as valas necessitam de ser longas e bastante fundas, o que arrastaria os trabalhos para além do que habitualmente é possível. Assim, e para protecção do próprio sítio arqueológico, as valas de sondagem devem ser feitas, tanto quanto possível, fora da zona arqueológica. Contudo, por razões de ordem prática ou de ordem científica pode ser necessário fazer essas valas na área do contexto arqueológico. Teoricamente seria preferível escavarem-se estas valas à mão mas pontualmente existem restrições de tempo que obrigam a que os trabalhos se façam com maquinaria pesada. Nesta situação, deve haver um arqueólogo que possa acompanhar de perto a remoção dos sedimentos, por forma a verificar a presença de artefactos e os recolher. Existem excelentes profissionais de maquinaria que removem películas relativamente finas de solo, por vezes inferiores a 10 cm de espessura, permitindo que se separe e diferencie horizontes arqueológicos. Neste contexto de trabalho é ainda possível construir crivos de grande dimensão para que o sedimento retirado pela retro-escavadora possa ser colocado por ela nesses crivos, procedendo-se a uma crivagem grosseira mas imediata, uma vez que a malha desses crivos não pode ser fina.

Com o "vislumbre do futuro", como Wheler o denominou, proporcionado pelo trabalho das sondagens, o conhecimento do sítio arqueológico permite uma decisão mais ajuizada e mais racional da metodologia de escavação arqueológica.

4.3. As escavações arqueológicas

Com o conhecimento proveniente do trabalho de sondagens, muitas vezes designado como escavação vertical (Fagan, 1994:198; Hester, 1997:77), o arqueólogo pode finalmente preparar a intervenção de fundo, ou escavação horizontal. Estes termos, escavação horizontal e vertical, são aplicados de-

vido ao objectivo que cada um deles tem. Enquanto que as sondagens e valas de sondagens são usadas para que haja um controlo vertical ou cronológico do sítio, a escavação horizontal ou em área serve para recuperar informação, através do controlo horizontal do horizonte arqueológico, sobre a organização do espaço dentro do sítio arqueológico.

O controlo horizontal da escavação em área de sítios pré-históricos pode ser feito de várias formas. O método tradicional implica a constituição de uma quadrícula, formando unidades com a mesma dimensão, geralmente quadradas e com um ou dois metros de lado. A implantação da quadrícula no terreno pode ser feita com o uso do teodolito ou da estação total. Pode ainda ser implantada manualmente, seguindo uma metodologia muito simples. A base do método é o conhecido teorema de Pitágoras (num triângulo rectângulo, o quadrado da hipotenusa é igual à soma do quadrado dos catetos). Um quadrado de um metro de lado estabelece-se com a implantação de duas cavilhas a uma distância de um metro. Cruzam-se duas fitas métricas, respectivamente a partir de cada uma das cavilhas, respectivamente uma com um metro e outra com 1,414 m. O local de intersecção é o ponto da terceira cavilha. A quarta dista um metro das duas cavilhas mais próximas, perfazendo assim o quadrado. Este método serve essencialmente para a implantação de sondagens.

Para a implantação de uma quadrícula numa área deve ser usado um outro método que, de certa maneira, é ainda mais simples. É necessária uma

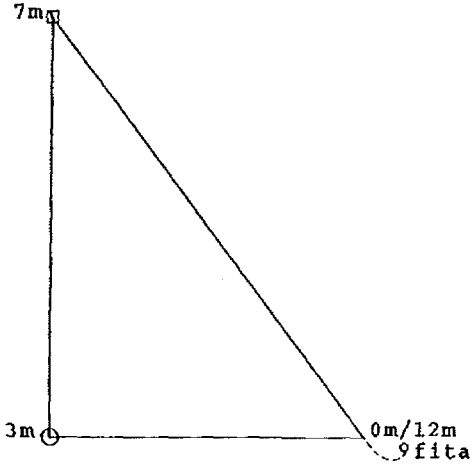


Figura 53. Esquema simples de iniciar a implantação de uma quadrícula de 3 x 4 m de lado.

fita métrica de 20 metros. Coloca-se uma cavilha no zero da fita, esticando-a até aos três metros. Nesse ponto coloca-se outra cavilha, esticando-se a fita até aos sete metros e de novo até aos 12 metros, unindo este ponto ao zero. Quando a fita estiver completamente esticada, está formado um triângulo rectângulo perfeito, base para a implantação de uma quadrícula com 12 metros quadrados com 4 por 3 metros (Figura 53).

Em muitos casos não se dá a escavação completa da área da quadrícula, deixando ou um corredor, com cerca de 50 cm de largura entre os quadrados, denominado banqueta ou testemunho, ou apenas um pequeno espaço no canto de cada quadrado onde se encontra a estaca de madeira. Enquanto que no segundo caso não se conhecem vantagens para além de manter permanentemente a sinalética divisora da quadrícula, aspecto que parece desnecessário uma vez que existem fios à superfície marcando esses limites, o primeiro caso tem duas razões de ser importantes. Foi um método desenvolvido por Sir Mortimer Wheeler para escavações de grande escala no Próximo Oriente e depois em Inglaterra. As banquetas serviam, simultaneamente, como testemunhos estratigráficos que permitiam a correlação entre várias áreas dentro do mesmo sítio arqueológico, e como passagem para os carros de mão com o sedimento escavado que era transportado para os crivos. Este método só tem lógica se o sítio arqueológico tiver uma grande extensão e várias áreas abertas, porque senão as banquetes servem apenas para encobrir características de disposição horizontal. Por vezes aqueles 50 cm que não se escavam são o elemento necessário para se compreender a estratigrafia de um sítio, por isso no final da escavação essas banquetas são geralmente removidas.

Um exemplo onde 50 cm de testemunho fizeram uma enorme diferença foi no sítio paleolítico de Cabeço de Porto Marinho. Este sítio espalha-se por uma área bastante grande, havendo ocupações humanas de várias cronologias, estaando organizadas num esquema de estratigrafia vertical e horizontal (Marks *et al.*, 1994). Foram abertas várias áreas neste sítio, numeradas sequencialmente, tendo-se feito, nalguns casos, valas de ligação entre as áreas. Nos *loci* CPM II e CPM III, separados por apenas três metros, havia um conjunto de três ocupações paleolíticas em cada um, o que fez com que durante o primeiro ano de escavações se pensasse que eram os mesmo três níveis arqueológicos, porque tinham sensivelmente as mesmas cotas. Contudo, após a análise preliminar das indústrias líticas ficou claro que em CPM II estas ocupações eram, respectivamente de baixo para cima, Gravettense, Magdalenense Antigo e Magdalenense Final, enquanto que em CPM III eram Gravettense, Gravettense Final e Magdalenense Final. Em anos sucessivos foi-se estreitando o testemunho entre os dois *loci*, mas foi apenas no último ano de trabalhos que ficou resolvida a questão estratigráfica. No último meio metro de ligação entre as duas áreas final-

mente apareceu o desnível topográfico que permitia compreender a diferença entre os dois *loci*, correspondendo o nível inferior de CPM II ao nível médio de CPM III (Gravettense), sendo o nível superior o mesmo nos dois *loci*, isto é, Magdalenense Final.

A organização e a designação das unidades de escavação podem ser muito variadas. A designação comum em Portugal é construída por um sistema alfanumérico, em que cada quadrado é designado por uma letra e um número, num processo idêntico ao do jogo da batalha naval. É um sistema bastante simples, permitindo sempre o aumento da quadrícula em qualquer direcção, através do incremento unitário no sentido negativo e positivo no caso dos números e do desdobramento das letras (ex. AA23). Uma das vantagens deste sistema é a percepção rápida da localização de qualquer quadrado no espaço da escavação, principalmente se houver alguns quadrados assinalados com a sua designação.

Outro processo de denominação da quadrícula assenta na distância real ao *datum*. Cada quadrado é denominado com dois números, correspondendo estes à distância em metros do quadrado ao *datum* em cada um dos dois eixos cartesianos. Uma versão mais complicada deste método é usada nos EUA, em que o sítio arqueológico é dividido em quatro com uma cruz, assentando o *datum* no centro geográfico do sítio. Cada um dos eixos da cruz marca a direcção norte-sul e este-oeste, formando quatro quadrantes designados pela sua localização geográfica – quadrantes NE, NO, SE e SO. Assim, para além do conjunto de dois números existe a designação do quadrante, por exemplo N4E1 (Figura 54).

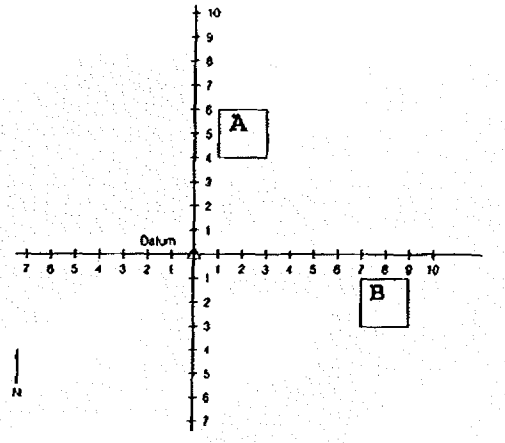


Figura 54. Exemplo de uma quadrícula americana com unidades de escavação de 2 x 2 m, sendo a designação de A N4E1 e a de B S1E7.

Independentemente da sua área ou da sua morfologia, a importância da designação das unidades de escavação consiste em três aspectos (McPherron e Dibble, 202:110):

- indicar a localização relativa de determinada unidade;
- ajudar a saber quando é que a unidade foi objecto de trabalhos;
- melhorar a eficácia da etiquetagem e marcação dos artefactos.

Assim, existem duas desvantagens claras no sistema numérico. A primeira é que a designação de um determinado quadrado pode ser tão longa (por exemplo, 120,5-110,5) que é de difícil tratamento, memorização e, consequentemente, utilização, no que respeita à marcação dos artefactos. A segunda desvantagem prende-se com o facto de a designação numérica não ser de facto de um quadrado ou unidade de escavação, mas sim de um dos seus cantos. Assim, o coordenador dos trabalhos tem que tomar outra decisão arbitrária, que é escolher qual dos cantos serve para designar o quadrado, aspecto que leva geralmente ao aparecimento de alguns erros durante a escavação, principalmente nos primeiros dias de trabalho de cada escavador.

Existem outros processos de organização do espaço numa escavação arqueológica cuja aplicação depende das características do sítio. Num desses métodos – o dos quadrantes – aplicado a espaços megalíticos com mamoas, o sítio é dividido em quatro por uma cruz formando quadrantes. A escavação inicia-se em dois dos quadrantes, localizando-se estes em cantos opostos, por exemplo quadrantes SO e NE. Desta forma, obtém-se uma pers-

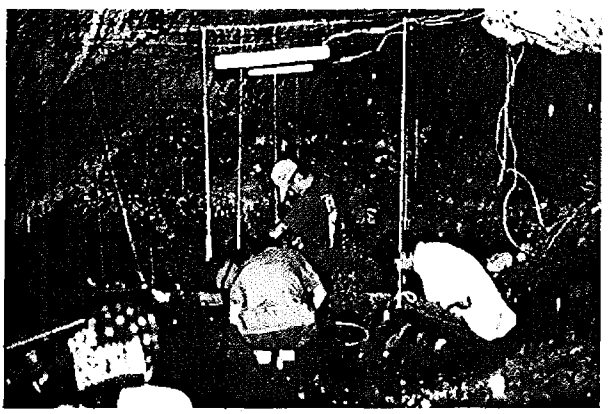


Figura 55. Quadrícula aérea com unidades de 1m² na Lapa do Picareiro, Fátima.

pectiva estratigráfica completa do sítio arqueológico, uma vez que existem dois cortes, um no eixo este-oeste e outro no eixo norte-sul.

O outro processo de organização do espaço de escavação, utilizado apenas em sítios cujas estruturas de *habitat* formam unidades físicas diferenciadas, designa-se por escavação por unidade arquitectural. Nestes casos, em vez de existirem quadrículas ou quadrantes montados, cada um dos espaços arquitecturais serve de unidade de escavação. Por vezes, a sua dimensão pode ser grande, pelo que é conveniente subdividirem-se com uma quadrícula ou por quadrantes internos.

A razão da subdivisão destas unidades prende-se com a necessidade de uma maior definição e precisão da informação horizontal e vertical referente à proveniência dos artefactos, estruturas e camadas estratigráficas, ou seja, com um maior e mais rigoroso controlo vertical e horizontal do sítio arqueológico.

4.3.1. Questões de precisão da escavação arqueológica nos vectores tempo e espaço

O elemento primordial numa escavação arqueológica é a definição de um *datum* (Napton e Greathouse, 1997:208), muitas vezes denominado por *ponto zero*. Tradicionalmente, este *datum* servia apenas como base para todas as medições referentes à topografia da escavação. Era, geralmente, implantado imediatamente fora da zona de escavação e era-lhe atribuído designado um valor arbitrário. Este valor é normalmente 100, para que não haja cotas negativas; simplifica o procedimento no campo trabalhar-se apenas com números positivos, diminuindo, desta forma, o erro humano durante a escavação. Sempre que possível o *datum* deve ser relacionado com um marco geodésico para que todas as cotas obtidas durante o trabalho de escavação tenham altitudes absolutas em relação ao nível do mar.

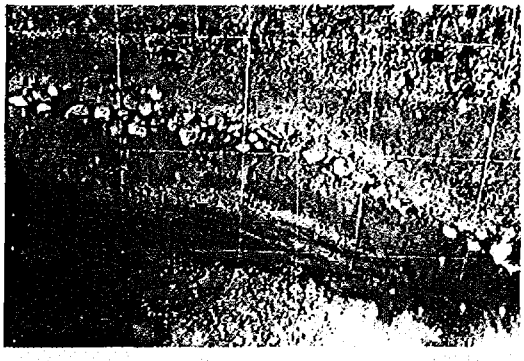


Figura 56. Corte norte do sítio gravettense da Terra do Manuel, Rio Maior. Os depósitos representados neste corte têm duas origens: acima da cascalheira são depósitos de vertente, sendo o resto parte de um terraço fluvial.

É o *datum* que nos dá a base para o controlo vertical de toda a escavação. Este pode ser usado mais ou menos frequentemente, dependendo da metodologia empregue no trabalho de escavação. No caso de uma estratigrafia primordialmente antropogénica devem utilizar-se como unidades verticais ou estratigráficas as chamadas **unidades de estratificação**, enquanto que numa estratigrafia essencialmente geológica se utilizam as **camadas naturais** (Figura 56). As unidades estratigráficas correspondem sempre a blocos de tempo, maiores ou menores, mas que se encontram individualizados no sítio arqueológico. O problema que se levanta neste processo é a espessura de cada uma dessas camadas ou unidades, podendo cada uma delas referenciar um bloco grande de tempo, testemunhando assim um conjunto de ocupações ou actividades sucessivas. Cada unidade deve ser separada e individualizada, apesar de, por vezes, não haver nada no preenchimento de cada uma delas que permita separar durante a escavação esses vários momentos de actividade humana. Note-se que, muitas vezes, é possível, *a posteriori*, com a análise dos artefactos tanto no que concerne à sua tipologia, como no que respeita à sua frequência, individualizar cada momento. Contudo, esse trabalho pode ser feito, se não na sua totalidade, pelos menos parcialmente, durante a escavação. Para isso recorre-se à subdivisão das camadas naturais ou das unidades de estratificação.

A subdivisão das camadas ou unidades faz-se, tradicionalmente, através da utilização dos chamados níveis artificiais, já mencionados na secção anterior referente à sondagem arqueológica. Os níveis artificiais podem ser de espessuras variadas, sendo as mais comuns 5 e 10 cm.

A escavação por níveis artificiais pode ser feita com medições a partir da superfície do sítio arqueológico ou em relação a um *datum*. No primeiro caso, o processo é simples e rápido, uma vez que o escavador pode fazê-lo sozinho utilizando uma fita métrica, medindo da base do seu quadrado à superfície do mesmo junto ao corte, devendo para isso utilizar sempre os mesmos pontos para realizar a medição. Contudo, esta operação pode conduzir a erros quando o sítio arqueológico está localizado numa vertente. A superfície apresenta-se inclinada e o escavador tem que decidir qual o lado onde vai medir a espessura do nível escavado. Neste contexto, o arqueólogo tem de decidir se a escavação dos níveis artificiais é horizontal ou, pelo contrário, se acompanha o declive inicial da superfície. No primeiro caso, a escavação torna-se mais simples e, teoricamente, as ocupações humanas tendem a utilizar nas suas actividades diárias espaços que são essencialmente horizontais, pelo que os níveis horizontais se coadunam melhor com a estrutura funcional humana. Contudo, o declive à superfície reflecte, com certeza, as irregularidades do subsolo, incluindo aquelas resultantes das actividades humanas. Assim, se o declive for mínimo, os níveis artificiais de escavação poderão ser horizontais, mas se o declive for acentuado, os níveis

devem seguir a inclinação do terreno até encontrarem uma alteração na inclinação das camadas naturais.

Outra forma de medir a espessura de cada nível artificial escavado é com o recurso a equipamento topográfico como o nível ou o teodolito. Para utilizar este equipamento são necessárias duas pessoas – o escavador que segura na régua e o operador do nível. Com este método é, em geral, mais eficiente ter um elemento da equipa permanentemente a operar o equipamento topográfico.

O processo de subdivisão das camadas naturais possibilita assim um maior controlo da diversidade vertical do sítio arqueológico, estabelecendo desta forma unidades analíticas para o estudo da estratigrafia e para o estudo dos artefactos. Apesar de todos os benefícios que o método dos níveis artificiais traz, uma nota sobre a sua utilização em escavação arqueológica. Só existem benefícios quando os níveis artificiais são utilizados naqueles sítios arqueológicos onde não é possível distinguir-se qualquer divisão estratigráfica ou então em consonância com a estratigrafia natural, devendo esta ter primazia na individualização estratigráfica. Se os níveis artificiais não respeitarem a estratigrafia natural ou arqueológica, vão necessariamente misturar camadas ou unidades estratigráficas...

A utilização de níveis artificiais, por vezes, não dá a precisão suficiente para uma compreensão rigorosa da estratigrafia do sítio arqueológico, havendo a necessidade de o controlo vertical ser ainda mais rigoroso. Nestes casos recorre-se à localização tridimensional de artefactos. Este processo é aquele que mais informação fornece ao arqueólogo, uma vez que dá um controlo absoluto dos artefactos, quer verticalmente, quer horizontalmente. Um dos inconvenientes desta metodologia é a sua morosidade. Para cada artefacto exumado, é necessário obter 3 medidas, uma das quais, a cota, necessita do apoio de uma segunda pessoa, como aliás já foi anteriormente referido. É também necessário criar um sistema de descrição e registo, bem como um sistema de etiquetagem que identifique singularmente cada um desses artefactos coordenados tridimensionalmente. É frequente que este registo tenha a informação codificada, que é depois marcada em cada uma das etiquetas que identificam cada peças. O registo deve conter informação diversa, incluindo o código do sítio, a unidade de escavação, a camada e o nível artificial, uma descrição sucinta do artefacto, a informação das três coordenadas, conhecidas por X, Y e Z. Para além destes dados, é comum ter também outro tipo de informação, como, por exemplo, a orientação e a inclinação da peça e um espaço para observações, bem como para a data em que o artefacto foi recolhido e registado (Figura 57). Esta última informação deve também constar na etiqueta a juntar ao artefacto, porque permite corrigir alguns erros humanos (que sempre acontecem) resultantes do manuseamento e produção das etiquetas no campo.

LAPA DO PICAREIRO – 1996

N°	Descrição	X	Y	Z	Inc.	Dir.	Observações
LP. E4.F1.1	frag. de mandíbula de javali	95	25	185	H	-	
LP. E4.F1.2	dente de javali	95	23	185	H	N/S	
LP. E4.F1.3	dente de veado	94	25	185	H	-	
LP. E4.F1.4	dente de veado	95	24	185	H	-	
LP. E4.F1.5	fragmento de quartzito	13	70	182	H	-	
LP. E4.F1.6	fragmento de osso longo	10	75	182	H	N/S	

Figura 57. Excerto da folha de registo dos trabalhos de 1996 na Lapa do Picareiro. Neste caso específico, os materiais referem-se ao quadrado E4, camada F, nível artificial 1.

A utilização deste método pressupõe um determinado conceito de artefacto ou, pelo menos, de artefacto que deva ser objecto do trabalho de coordenação tridimensional. Na maior parte dos sítios arqueológicos é impossível coordenar tridimensionalmente todos os artefactos devido ao seu número, havendo a necessidade de se decidir quais os artefactos que não devem ser coordenados. Assim, dois critérios presidem geralmente a esta decisão: a qualidade e a dimensão do artefacto. No primeiro caso, o responsável pelos trabalhos arqueológicos pode decidir que só determinadas peças devem ser coordenadas. Estas geralmente são escolhidas devido às suas características como fóssil-director de uma determinada cultura ou devido à sua função como indicador cronológico. Este tipo de critério reduz substancialmente os benefícios da coordenação tridimensional, como se poderá verificar mais adiante.

O critério da dimensão do artefacto é o mais relevante, principalmente porque se relaciona com determinados aspectos culturais das ocupações humanas que se estão a escavar. No caso dos artefactos líticos e, como princípio, são coordenadas todas as peças que possam ter sido instrumentos, retocados ou não. Assim, as lascas devem ser localizadas, enquanto que as esquírolas podem ser recuperadas no crivo. Esta divisão tecnológica e funcional dos artefactos traduz-se depois em dimensão uma vez que não se torna prático coordenar cada artefacto que aparece durante a escavação. Com este modelo em mente, o arqueólogo deve então decidir qual a dimensão média de uma esquírola, dimensão essa que serve de padrão para os artefactos que não são localizados tridimensionalmente. Ora, este aspecto levanta um outro problema, desta feita de cariz tecnológico. Aquilo que é considerado como esquírola, ou seja, resultante do lascamento de uma peça, é com-

pletamente diferente, em termos de dimensão, entre o Paleolítico Médio e o Paleolítico Superior ou o Mesolítico. O tamanho médio de uma esquírola do Paleolítico Superior ou do Mesolítico é claramente inferior ao tamanho médio da do Paleolítico Médio. No primeiro caso, é comum a coordenação de todas os artefactos superiores a 1 cm, enquanto que no segundo caso a dimensão limite são os 2,5 cm, dimensão, aliás, tida tradicionalmente no Moustierense como separadora das lascas e das esquírolas.

Perante a existência de outro tipo de artefactos, como as cerâmicas ou a fauna, os critérios são diferentes. Por exemplo, para a fauna é frequente o critério ser uma dimensão arbitrária, semelhante ao dos artefactos líticos, que pode não ser seguido de forma absoluta quando aparecem ossos inteiros. Quando a fauna é malacológica, é razoável que se coordenem todas as peças inteiras. No caso das cerâmicas, a localização deve ser feita de acordo com critérios meramente dimensionais, sendo os dois centímetros o limite mínimo. A este critério pode ser adicionado o critério da decoração, sendo que nesta circunstância todos os fragmentos de cerâmica decorados devem ser coordenados tridimensionalmente.

As duas coordenadas horizontais, X e Y, podem ser obtidas manualmente de duas maneiras diferentes. A mais frequente é a utilização de um dos cantos da quadrícula, designado, para isso, pelo responsável, como ponto zero. A partir desse ponto estabelecem-se os dois eixos das coordenadas cartesianas, a partir dos quais se obtém a distância do artefacto a cada eixo.

O outro método, apesar de ser mais simples no que respeita à obtenção das duas medidas, torna-se mais complexo ao nível da análise. Consiste na localização da peça através do uso de uma triangulação. Determinam-se dois dos cantos da quadrícula, medindo-se a distância destes ao artefacto, permitindo assim conhecer a sua localização absoluta. Este método diminui consideravelmente os erros humanos resultantes das medições. Uma vez que o canto do quadrado está bem determinado, e muitas vezes fisicamente marcado com uma cavilha ou estaca, não são precisas estimativas. O inverso sucede no caso da medição das coordenadas X e Y, quando se recorre às medições a partir dos eixos. Este processo leva a erros constantes, principalmente porque o escavador faz uma estimativa da paralela a um dos eixos de cada vez que tira uma coordenada.

A medição do Z, ou cota, também pode ser feita manualmente com a utilização de um nível de bolha de ar colocado numa régua ou num fio. Estes devem estar assentes num ponto exterior ao quadrado, e geralmente um dos seus cantos é marcado por uma cavilha ou estaca, cuja cota é medida antes da escavação da quadrícula. O escavador necessita apenas de esticar e nivelar a linha ou o nível de carpinteiro, medindo a distância vertical do nível até ao artefacto que se encontra na base da escavação, adicionando o resultado da medição à cota da estaca, obtendo o Z para o artefacto. É um

método bastante rápido e económico, porque pode ser executado apenas por uma pessoa. Infelizmente, o nível de precisão é bastante baixo.

A medição do Z dos artefactos pode também ser feita com o auxílio de um nível topográfico ou de um teodolito, havendo neste caso a necessidade da presença de, pelo menos, dois elementos da equipa, como foi já descrito anteriormente. Contudo, o nível de precisão aumenta substancialmente, pelo que sempre que for possível é de recorrer a este método.

A coordenação tridimensional dos artefactos tem grandes vantagens na escavação arqueológica. A principal vantagem é o facto de permitir fazer, após a escavação, uma redefinição ou alteração da estratigrafia antropogénica, principalmente em sítios sem estruturas. É frequente existirem sítios pré-históricos com camadas naturais com alguma espessura e nas quais, durante a sua escavação, não é possível notar, a olho nu, alterações da frequência ou da tipologia dos artefactos, principalmente se estes forem raros. Com a implantação em duas dimensões, uma vertical e outra horizontal, em corte, é muitas vezes possível observar-se padrões de frequência que durante a escavação não foram notados. Um exemplo deste facto é o da Camada E da Lapa do Picareiro, já anteriormente referida. Esta camada, datada entre 10 e 11500 bp, apresenta-se muito homogénea com uma espessura máxima de 70 cm, muito compactada, composta por siltes e argilas de cor clara acinzentada (5YR7/1 a 6/1) com alguns clastos de pequena dimensão, com muitos fragmentos de carvão de pequena dimensão, e alguns artefactos líticos e fauna. Durante a escavação, a dispersão vertical dos artefactos líticos e da fauna parecia ser homogénea em toda a camada. Quando se implantaram em corte os artefactos tornou-se evidente a presença de três níveis arqueológicos, que foram depois datados, verificando-se a existência de hiatos temporais entre eles, apesar da deposição ter continuado sem alterações.

A maior parte destas questões aparece na escavação tradicional. Com o emprego das novas tecnologias, um número razoável de problemas desaparece, pelo menos no que diz respeito a aspectos de precisão e de eliminação do erro humano nalgumas fases da escavação arqueológica. Um destes exemplos é a utilização das estações totais na escavação arqueológica.

4.3.2. A Estação Total na escavação arqueológica

O uso de estações totais na escavação arqueológica vem responder a alguns problemas inerentes às várias metodologias empregues e, talvez mais importante, diminuir consideravelmente o erro humano que advém das várias fases de escavação, medição, etiquetagem e registo. O processo de utilização do DEM (Digital Elevation Model) existente nas estações totais permite uma grande simplificação de muitos dos passos decorrentes das metodologias tradicionais, já que numa única operação nos dá as três di-

mensões relativas a um só ponto do sítio arqueológico. Este sistema foi usado pela primeira vez por Harold Dibble (1987) e a sua equipa, em França, tendo depois esse autor desenvolvido tecnologias próprias juntamente com Shannon McPherron para a escavação arqueológica (Dibble e McPherron 1988; McPherron e Dibble 2002). Actualmente, o *software*, designado por *EDM* e *Plot*, está disponível no seu *site* (http://www.oldstoneage.com).

A primeira questão que se levanta com a utilização de uma estação total é a preparação do sítio arqueológico para a escavação. O primeiro passo é a implantação da quadrícula no terreno. Quando se liga a estação total, depois desta estar nivelada horizontalmente, o *software* da máquina estabelece de imediato uma grelha tridimensional do espaço.

Nesta grelha, o centro óptico da estação está localizado num ponto com as coordenadas 0, 0 e 0, denominadas por ela como NEZ (norte, este e Z ou elevação), também conhecidas no meio arqueológico como Y, X e Z, sendo o eixo do Y considerado automaticamente aquele para onde a estação está a apontar quando se liga. Contudo, depois de ligar a máquina é possível reorientá-la e marcar de novo o eixo do Y. É esse o eixo que servirá de guia quando se liga a estação todos os dias antes de se iniciar a escavação. Com

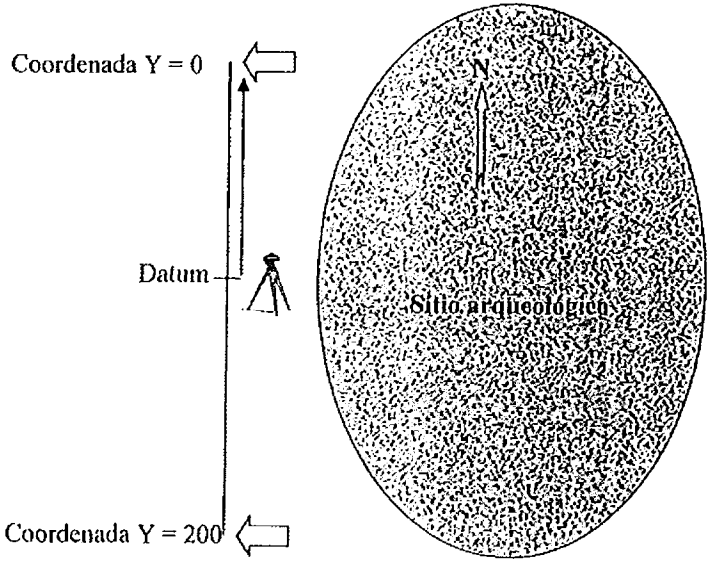


Figura 58. Início do trabalho com uma estação total para implantação da quadrícula.

este eixo definido, que geralmente aponta para norte, mimetizando a metodologia tradicional de uma quadrícula direccionada a norte, a quadrícula está pronta para ser montada fisicamente no solo (Figura 58). Em determinadas situações é melhor apontar o eixo Y de forma diferente, nomeadamente em grutas ou abrigos, em que o eixo dos Y deve ser escolhido em virtude da morfologia das suas paredes, isto é, este eixo deve ser paralelo à parede das grutas ou abrigos.

As estações totais, tal como a maior parte dos teodolitos tradicionais, têm a opção de se trabalhar em graus e grados. É em geral mais fácil trabalhar no sistema decimal, pelo que se aconselha a opção dos grados.

Para se escolher a orientação do eixo Y deve primeiro ser escolhido o *datum* geral do sítio. Este deve ser perto da zona a escavar, permitindo a escolha da orientação do eixo Y. Ao contrário dos níveis topográficos, o *datum* não tem que ficar num ponto mais alto do que a área a escavar, uma vez que a barra, que serve de suporte aos primas, pode ser elevada em qualquer altura, sendo o valor do comprimento dessa barra digitado na estação total e incorporado automaticamente na computação dos valores finais.

Com o *datum* escolhido, é, então, necessário escolher o eixo dos Y, marcando-o fisicamente com três pontos em linha. O primeiro é o próprio *datum*, que serve de centro; os outros dois são colocados com cavilhas de metal ou em cimento, um para cada lado, isto é, um a norte do *datum* e outro a sul, a qualquer distância. Estes pontos servem simultaneamente como base para a montagem diária do eixo e respectiva verificação. Este procedimento, de fácil execução, deve seguir alguns passos essenciais:

- colocar a estação por cima do *datum* e nivelá-la;
- ligar a máquina e apontá-la para a cavilha a norte, marcando o zero;
- rodar a estação e apontá-la para a cavilha a sul, verificando se ela lê 200 grados (ou 180° no caso de se estar a trabalhar em graus); se sim, a estação total está pronta a funcionar, com a grelha virtual montada. Se a leitura for diferente de 200 grados, é então necessário recomeçar porque a estação não está exactamente por cima do *datum*.
- após estes 3 passos é necessário digitar a altura do centro óptico da estação em relação ao *datum* físico que se encontra abaixo desta. Mede-se com uma fita métrica da marca indicadora do centro na estação até ao *datum*, digita-se depois essa informação no Z da máquina, sendo automaticamente computada a *altura do instrumento*. Outra forma, mais precisa, de obter o Z da estação, é tirar a cota de um ponto já conhecido e, dessa forma, através da diferença entre a altitude real desse ponto e a cota medida sabe-se qual o Z da estação.

Seguidamente, é necessário alterar a informação básica da estação total, ou seja preparar o ficheiro do sítio arqueológico. Este tem como base a ideia de que o centro óptico da estação está localizado no ponto 0,0,0 da grelha virtual. Se esta for a solução escolhida, torna-se o processo mais simples com a alteração dessas coordenadas para 100, 100, 100, uma vez que se evitam valores negativos, ainda que McPherron e Dibble (2002:69) apontem para a necessidade pontual de se utilizarem os valores 1000, 1000, 100. Os valores 100, 100, 100, colocam a máquina a 100 metros a norte, a 100 metros a este e a 100 metros acima do ponto zero da grelha virtual. O ideal é conhecer-se a altitude absoluta do *datum*, para que em vez de 100 se altere o valor do Z para a sua altitude real acima do nível do mar. É o caso do *datum* do sítio de Vale Boi, cujas coordenadas são 100, 100, 34,5, correspondendo esta última à altitude real do *datum*, medida em relação ao marco geodésico de Vale de Boi, localizado a umas centenas de metros a sudoeste do sítio arqueológico.

Com a determinação das três coordenadas no ficheiro da estação, é possível então implantar a quadrícula. De facto, e uma vez que existe uma grelha virtual e que a estação localiza tridimensionalmente qualquer ponto, não haveria necessidade da existência física de uma quadrícula no que concerne a medição da proveniência dos artefactos ou mesmo da delimitação dos extremos do horizonte arqueológico. Contudo, a presença de uma quadrícula impõe os limites físicos das áreas a escavar, e identifica proveniências gerais ao nível da unidade de escavaçã,o o que simplifica e ajuda, posteriormente, o trabalho de análise dos materiais arqueológicos (veja-se McPherron e Dibble, 2002:108, para uma discussão mais detalhada sobre esta questão). A implantação da quadrícula deve ser feita com o recurso à estação total e não manualmente, por causa dos erros resultantes de diferenças de elevação do terreno e ópticos. Este trabalho faz-se com a estação através de miradas sucessivas até à colocação das cavilhas no ponto correcto.

Com a utilização da estação total não é necessário que todas as unidades tenham a mesma dimensão, desde que haja coordenação tridimensional dos artefactos e estruturas. A questão da denominação é semelhante à da escavação tradicional, ainda que no caso de um esquema misto de unidades de escavação, como, por exemplo, a utilização de áreas com quadrículas e de áreas mais pequenas sem quadrículas, a simplificação através de uma designação simples com uma letra ou um algarismo possa ser benéfica na gestão do sítio arqueológico.

No caso de as unidades de escavação terem uma área grande, surge o problema da localização e proveniência dos artefactos não coordenados tridimencionalmente que são apanhados no crivo. Para responder a esta questão, McPherron e Dibble (2002:110-120) formulam dois conceitos referentes ao registo de proveniência, designados respectivamente proveniência

de pontos (*point proveniencing*) e **proveniência de agrupamentos** (*aggregate proveniencing*). Enquanto que o primeiro é conhecido e utilizado na coordenação tridimensional de artefactos, o segundo, apesar de ser utilizado em todas as escavações, não é conceptualizado como um sistema. A proveniência de agrupamentos não é mais do que o estabelecimento da localização de um conjunto de artefactos. Este conjunto deve-se, na maior parte dos casos, a escolhas arbitrárias como, por exemplo, o material encontrado no crivo, provindo de um nível artificial de 5 cm de espessura. Neste caso, todos os artefactos encontrados no crivo têm a mesma proveniência, designada pela unidade de escavação, a camada natural e o nível artificial de onde provieram. Como resultado temos um conjunto de peças, cujo sistema de proveniência tem uma escala de localização completamente diferente do sistema de coordenação tridimensional. É possível transformar este bloco com 0,05 m^3 (o nível artificial escavado) num ponto tridimensional comparável com os da proveniência dos artefactos (veja-se McPherron e Dibble, 2002:116). Contudo, este processo faz com que possa haver um erro de localização da ordem do meio metro, o que se torna ridículo quando se trabalha com uma estação total que tem uma precisão superior a 1 mm. A forma de resolver este problema é criar no campo unidades mais pequenas de escavação, a que correspondam proveniências de agrupamentos. Existem dois processos simples de criar estas unidades de agrupamento. Um deles consiste na utilização de quadrantes dentro de cada quadrado, escavados em níveis artificiais de 5 cm ou menos de espessura. Neste caso, o erro torna-se inferior a 25 cm. O segundo processo é aquele que McPherron e Dibble (2002:121) designaram por *bucket shots* ou **coordenadas de balde**. Este sistema simples fornece grande eficácia e precisão à escavação e à respectiva aquisição de proveniência. Utilizando um modelo de balde, idêntico em toda a escavação, cada conjunto de artefactos corresponde ao volume de sedimento de um balde. Quando o balde está cheio, tiram-se as coordenadas do ponto médio da zona escavada que encheu o balde.

As vantagens do sistema de coordenadas de balde são as seguintes:

- cada agrupamento de artefactos é relativamente pequeno, o que simplifica o tratamento e embalagem de cada um destes grupos, principalmente naqueles sítios com grande quantidade de artefactos;
- como a unidade é volumétrica, é possível usar cada um destes agrupamentos para comparações de frequência de artefactos, tanto dentro do próprio sítio como entre sítios;
- o sistema de localização é idêntico ao utilizado na coordenação dos artefactos, pelo que é comparável com este, para mais quando o erro é

apenas de alguns centímetros – de cada metro quadrado com 5 cm de espessura são obtidos entre 7 a 9 baldes, o que significa que o erro de proveniência é sempre inferior a 10 cm.

Em qualquer tipo de proveniência levanta-se o problema da designação e do tipo de dados que devem ser registados no ficheiro da estação total. Este ficheiro é relativamente limitado, principalmente nas máquinas mais baratas. Contudo, existem vários campos de dados, o que permite nalguns casos, e quase automaticamente, acrescentar novos dados. É o caso do número de identificação do registo que deve ser sequencial, e que a própria estação actualiza com cada registo novo. Há, depois, espaço para um código que pode identificar o tipo de material registado – por exemplo, artefacto lítico, concha, osso, cerâmica, balde, etc. Existe ainda um campo que pode ser utilizado para a indicação da proveniência respeitante à unidade, camada e nível artificial. Esta informação deve depois ser transposta para a etiqueta que se junta ao saco, contendo o artefacto ou o conjunto de artefactos resultantes da crivagem de cada balde.

A informação obtida é arquivada num ficheiro ASCII, que é enviado para um computador (Tabela 10). Este ficheiro pode depois ser transformado em ficheiro .xls (excel) ou .mdb (access), com o potencial de servir como base de dados durante a triagem inicial e a análise dos artefactos (Tabela 11).

Um dos problemas mais frequentes cometidos durante a escavação é o erro humano no momento do registo das etiquetas e da numeração dos artefactos. Um processo simples de eliminação deste erro é a produção de etiquetas em folhas, numeradas sequencialmente, antes do trabalho de escavação. Estes números correspondem aos números produzidos automaticamente pela estação total, pelo que desta forma não aparecem números repetidos ou a falta doutros na sequência produzida.

Um escavador pode, ocasionalmente, esquecer-se de colocar a etiqueta dentro do saco, mas mesmo esse erro é imediatamente detectado, porque é necessário cortar da folha cada etiqueta numerada e confrontá-la com o número atribuído pela estação. Se estes dois dados não forem iguais, então existe um saco sem etiqueta, tornando-se fácil a sua localização e correcção imediata do erro.

Em alguns casos é desejável que para um só artefacto haja mais do que um conjunto de coordenadas tridimensionais. É, por exemplo, o caso de um artefacto de grandes dimensões, que com a obtenção de várias coordenadas tridimensionais, nomeadamente das extremidades do artefacto, permite o registo e conhecimento da sua orientação e inclinação. É possível acrescentar uma letra no campo relativo ao número de identificação e repetir o número para que ao se ler o ficheiro se possa de imediato reconhecer as duas miradas do mesmo artefacto.

Tabela 10.

Fragmento do ficheiro ASCII (números 1325 a 1335), dos trabalhos realizados em Vale Boi em 2002.

Detail	1325	A	205.00740	104.37600	9.3500		1.5000	0.000	-0.300	99.2670	90.7010	33.8180
Detail	1326	A	205.10160	104.54840	9.2640		1.5000	0.000	-0.300	99.2600	90.7890	33.7990
Detail	1327	A	205.37320	104.38160	9.3540		1.5000	0.000	-0.300	99.2130	90.7010	33.8170
Detail	1328	A	215.65220	107.65180	7.4510		1.5000	0.000	-0.300	98.2000	92.8250	33.5670
Detail	1329	B	142.79220	91.03360	8.8690		1.5000	0.000	-0.300	106.8710	94.5320	35.7050
Detail	1330	A	205.21360	104.47120	9.2390		1.5000	0.000	-0.300	99.2460	90.8150	33.8120
Detail	1331	A	205.56980	104.61280	9.2010		1.5000	0.000	-0.300	99.1980	90.8580	33.7940
Detail	1332	A	210.31040	107.68400	6.9640		1.5000	0.000	-0.300	98.8850	93.1770	33.6220
Detail	1333	A	205.70220	104.68520	9.1860		1.5000	0.000	-0.300	99.1810	90.8760	33.7850
Detail	1334	A	213.01700	106.73300	8.4470		1.5000	0.000	-0.300	98.2940	91.7750	33.5680
Detail	1335	A	215.71180	107.79040	7.2790		1.5000	0.000	-0.300	98.2350	92.9940	33.5720

Tabela 11. O mesmo ficheiro da Tabela 10, mas transformado em .xls, com informação suplementar.

Número	Tipo	N	E	Z	Artefacto	Mat. prima	Proveniência
1325	A	99.267	90.701	33.818	Osso		G24.9
1326	A	99.26	90.789	33.799	Fragmento	Quartzo	G24.9
1327	A	99.213	90.701	33.817	Mexilhão		G24.9
1328	A	98.2	92.825	33.567	Lasca	Quartzo	H22.9
1329	B	106.871	94.532	35.705	Crivo		AZ20.9
1329	B	106.871	94.532	35.705	Ponta de parpallo	sílex	AZ20.9
1330	A	99.246	90.815	33.812	Lasca	Quartzo	G24.9
1331	A	99.198	90.858	33.794	Osso		G24.9
1332	A	98.885	93.177	33.622	Fragmento	Quartzo	H21.7
1333	A	99.181	90.876	33.785	Osso		G24.9
1334	A	98.294	91.775	33.568	Buril	sílex	H23.8
1334	A	98.294	91.775	33.568	Raspadeira	sílex	H23.8
1335	A	98.235	92.994	33.572	Dente		H22.9

A estação total pode também ser empregue no desenho de cortes e de estruturas, ou ainda na recolha de amostras para datação ou outro tipo de análises.

De uma forma geral, pode afirmar-se que a utilização de uma estação total numa escavação arqueológica aumenta a velocidade de escavação e, simultaneamente, o nível de precisão da localização dos artefactos e estruturas, diminuindo consideravelmente os erros humanos que tão frequentemente ocorrem nas fases de coordenação, registo e etiquetagem.

4.3.3. A crivagem

O processo de crivagem é fundamental na escavação arqueológica. Infelizmente, é impossível recolher durante a escavação todos os artefactos e fauna existentes num determinado sítio. Na base deste problema estão factores extrínsecos e intrínsecos à vontade do coordenador dos trabalhos. Durante a escavação não são visíveis todos os artefactos, principalmente os de dimensões mais pequenas, pelo que não são registados individualmente. Geralmente, este erro deve-se ao facto de os sedimentos poderem dissimular por completo o artefacto, principalmente em sítios com pouca visibilidade como as grutas. É da responsabilidade do coordenador dos trabalhos a decisão sobre a dimensão do artefacto que deve ser coordenado individualmente, aspecto já antes mencionado. Na sequência dessa decisão, há um grupo de artefactos que se deixa propositadamente ir para o crivo. Quer num caso quer noutro, o processo de crivagem torna-se importantíssimo para a qualidade e quantidade dos dados obtidos resultantes da escavação arqueológica.

Existem vários tipos de crivos, uns que podem ser manuseados individualmente, outros por duas pessoas. Qualquer que seja o crivo, deve ser o mais leve e o mais confortável possível para o seu utilizador. Tradicionalmente usam-se crivos cujas armações são feitas de madeira e, por isso, bastante pesadas. Contudo, quando os crivos com armação de madeira estão integrados numa estrutura o seu uso torna-se quase ideal mas, infelizmente, nem sempre é possível transportar esse modelo de crivos para o sítio (Figura 59). Nestas situações devem ser

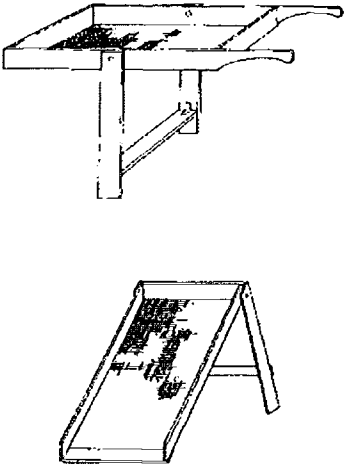


Figura 59. Exemplos de crivos individuais.

utilizados crivos de tamanhos médios ou pequenos e bastante leves, para que se possam transportar facilmente, podendo ser de plástico. Nos trabalhos de escavação, por exemplo, da Lapa do Picareiro, sítio já mencionado anteriormente, devido à sua localização a mais de 500 metros de altitude com um acesso pedestre muito estreito e extremamente inclinado, tiveram que ser usadas baterias de crivos de plástico. Estes, de origem francesa, redondos e com cerca de 60 cm de diâmetros, estão à venda nos supermercados de ferramentas, disponíveis numa grande diversidade de tamanhos de malha. Apesar de o seu preço não ser de descurar, a verdade é que o seu fácil manuseamento e transporte justificaram a sua compra (Figura 60).

O tamanho da malha dos crivos é importantíssimo uma vez que está directamente relacionado com o tipo de artefactos que se espera encontrar num determinado sítio arqueológico. Se os artefactos mais pequenos tiverem 2 cm, a malha do crivo deve ser apenas ligeiramente mais pequena. Se, contudo, forem artefactos mais pequenos, a malha deve acompanhar o seu tamanho. Nos casos em que existem artefactos com poucos milímetros, o ideal é utilizar uma bateria com dois crivos, tendo o de cima uma malha que recupera as peças maiores, e o de baixo malha pequena para apanhar os artefactos, carvões e mesmo microfauna e sementes, se as houver. O crivo de cima, nestes casos, deve ter uma malha superior a 5 mm, enquanto que o crivo inferior pode ter uma malha de 1 mm, sobretudo se a crivagem for feita sem o recurso a água.

Quando as condições o permitem é importante recorrer a uma crivagem a água. Esta técnica permite distinguir mais facilmente o que são artefactos e fauna daquilo que é sedimento, facilitando a sua triagem. Em muitas situações, é comum levar-se para o laboratório o sedimento para que seja criva-

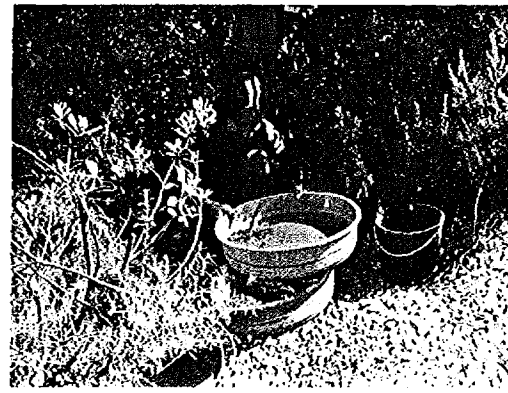


Figura 60. Sistema de crivagem utilizado na Lapa do Picareiro, com dois crivos com malha diferente, uma de 6 mm e a outra de 1 mm.

do com água. Se for impossível por causa do seu volume, é conveniente crivar-se pelo menos uma amostra significativa para se saber qual a fracção que se perde. Pode ainda levar-se para o laboratório apenas o material que fica retido no crivo mais pequeno, sendo depois este crivado de novo, desta vez a água. O resultado, ainda que de qualidade inferior, quando comparado à crivagem total a água, permite recuperar todos os materiais de dimensão superior a 1 mm, e mesmo alguns de dimensões inferiores. A classe que mais sofre neste sistema é a fracção mais pequena da microfauna.

A flutuação é outro sistema de crivagem a água, vantajoso, sobretudo, para a recolha de materiais orgânicos. Existem máquinas próprias que permitem a recuperação destes materiais através de um processo de circulação eléctrico ou manual de água, muitas vezes em sistemas fechados, num tanque com vários crivos de malhas diferenciadas que recuperam os materiais orgânicos (Figura 61). Estas máquinas têm três inconvenientes: são de difícil transporte; necessitam de uma quantidade de água razoável, mesmo aquelas que utilizam o sistema fechado; e o seu preço é na ordem dos milhares de euros. A flutuação é um processo importantíssimo quando existem carvões, sementes ou microfauna. Se não for possível adquirir-se este equipamento, o processo pode ser reproduzido parcialmente de forma artesanal num depósito não muito fundo com água a correr com alguma pressão, colocando-se pequenos volumes de sedimento em crivos grandes dentro do depósito e agitando bem. Os materiais orgânicos, principalmente os de origem vegetal, vêm à superfície, pelo que depois só é preciso apanhá-los com um coador de cozinha comum. Como seria de esperar, este processo não é tão eficaz como o da máquina de flutuação, mas pelo menos permite recuperar algum material.

4.3.4 O registo

Toda a escavação arqueológica é essencialmente inútil se não houver registo dos resultados obtidos. Da escavação resulta sempre um conjunto artefactual, mas se esse conjunto não tiver o seu registo da proveniência horizontal e vertical, e se não se souber qual a relação dos artefactos com o contexto arqueológico e geológico, estes passam apenas a ser peças com interesse estético e não científico.

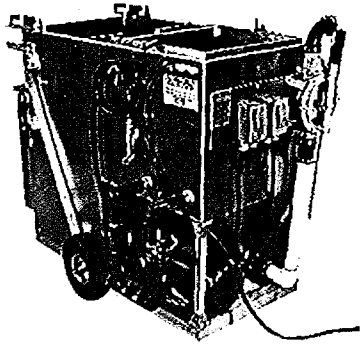


Figura 61. Exemplo de uma máquina de flutuação para recuperação de materiais orgânicos.

No decurso de uma escavação pode fazer-se vários tipos de registo, nomeadamente o registo tridimensional dos artefactos, já anteriormente abordado em detalhe. Semelhante a este tipo de registo, existe um outro que é muito comum e que serve de listagem para os sacos com artefactos provindos do crivo. Conforme os sacos vão sendo fechados após a crivagem de um determinado nível ou camada, é-lhes atribuído um número sequencial, devidamente registado num diário específico para esse fim. Para cada nível pode haver mais do que um saco, em resultado da divisão dos artefactos por tipos gerais: líticos, cerâmicas, fauna, etc. Cada entrada no diário deve fornecer a informação da proveniência e do tipo de material de cada saco. Trata-se de um registo muito útil quando existe grande quantidade de material, servindo essa informação para que não se percam ou se misturem materiais ou sacos. Este processo é significativamente melhorado se os sacos do crivo forem lavados no mesmo dia da sua recolha, uma vez que possíveis erros são apanhados de imediato.

Pode-se, também, para além disso usar o registo gráfico feito por desenho e fotografia. A fotografia deve ser a cores, de preferência em dois suportes diferentes. Tradicionalmente deveria ser usada a fotografia e o diapositivo. Actualmente é aconselhável utilizar-se o diapositivo e a tecnologia digital. Esta última simplifica o registo, principalmente no que concerne ao seu arquivo e manipulação, tanto na elaboração de relatórios, como na produção científica. Para além de documentar os trabalhos de escavação, a fotografia deve duplicar também o trabalho de desenho.

Quanto ao registo gráfico de desenho, existem três modalidades distintas: o desenho de estruturas, o desenho de cortes e plantas várias, das quais se destaca a do sítio arqueológico, e o desenho de base de níveis artificiais. Este último é usado quando existem números elevados de artefactos em cada nível artificial, em camadas homogéneas e onde não é sendo possível separar as várias ocupações humanas que as preencheram. No caso em que existe um nível arqueológico bem conservado e distinto, o desenho da planta mostrando a distribuição e organização espacial é importante. Geralmente faz-se esse registo em papel milimétrico na escala 1:10 e, por vezes, usa-se um sistema simplificador com recurso a uma ferramenta designada por janela, quadro ou esquadro. Este objecto é apenas um caixilho quadrado com um metro de lado, geralmente em alumínio, atravessado por um conjunto de fios ou elásticos de dez em dez centímetros, formando uma quadrícula. A quadrícula é formada por quadrados de 10 cm. De lado, que permitem desenhar a planta de forma rápida na escala 1:10 no papel milimétrico sem o uso de fitas métricas. Como seria de esperar, este sistema não tem um nível de precisão muito alto, mas com a passagem a uma escala diferente, os erros existentes perdem o seu significado, principalmente quando equacionados com a eficiência do sistema que permite um grande ganho de tempo, podendo ser executado por qualquer elemento da equipa, mesmo

aquele com pouca prática ou com alguma falta de jeito para o desenho. Este tipo de registo perde alguma importância com o uso das estações totais. uma vez que toda a informação do ponto de vista de proveniência e respectivas cotas é incluída no registo automático da máquina, principalmente se se utilizarem os sistemas de vários pontos de proveniência por peça e da proveniência de baldes. Com este conjunto e com o recurso aos programas de computador apropriados, é possível no laboratório produzir informaticamente estas plantas, aspecto que simplifica e agiliza o trabalho no campo. As plantas dos sítios arqueológicos são importantíssimas porque permitem compreender toda a informação de proveniência dos artefactos e estruturas exumados e conhecer o contexto topográfico da zona onde se encontra o sítio arqueológico (Figura 62).

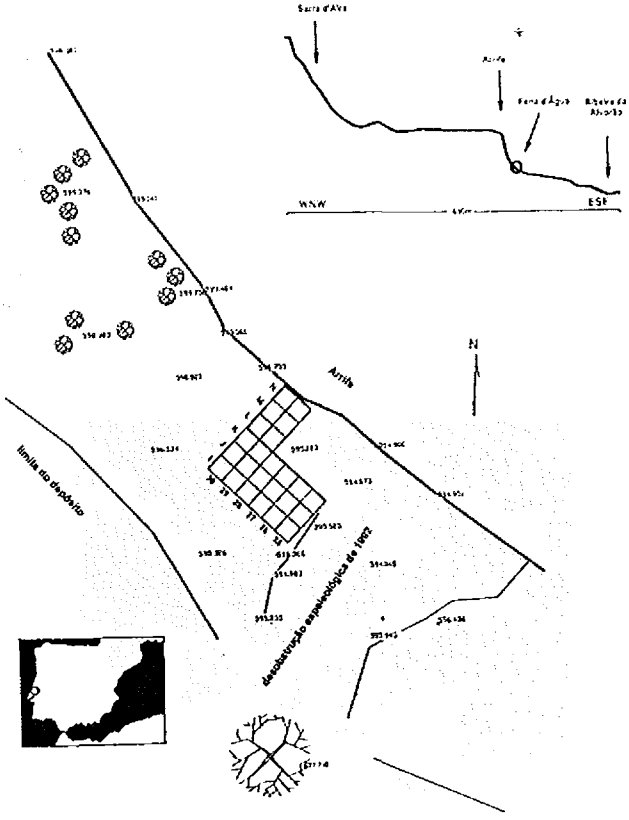


Figura 62. Exemplo de uma planta muito completa referente ao Abrigo da Pena d'Água, Torres Novas (Carvalho, 1998:42).

As plantas são feitas em escalas diferentes, dependendo do tamanho da área. Como é evidente devem conter o registo da quadrícula, sondagens, acidentes naturais ou estruturas antropogénicas existentes à altura do início dos trabalhos. A topografia é fundamental para que melhor se possa interpretar o contexto do sítio arqueológico. Note-se, uma vez mais, que a estação total simplifica este trabalho, uma vez que fornece automaticamente as três coordenadas de localização de um determinado ponto. O levantamento topográfico de um sítio arqueológico com uma dezena de milhares de metros quadrados pode ser feito numa manhã por duas pessoas.

O terceiro tipo de registo gráfico são os cortes. Existem dois tipos de cortes, um de base estratigráfica e outro de tipo topográfico. Este último serve para se conhecer determinados elementos naturais como a topografia de um vale, que de forma simples e esquemática se visualiza imediatamente (Figura 63).

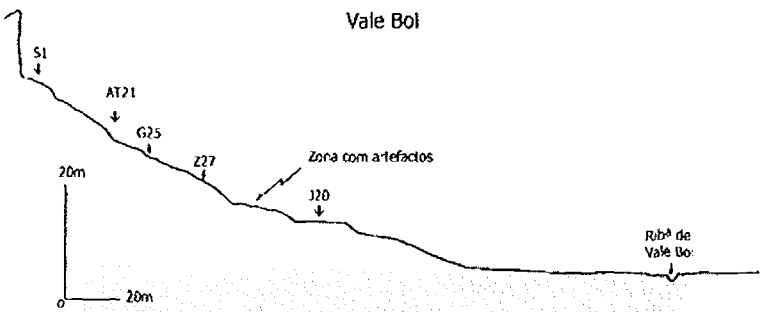


Figura 63. Corte do Vale da Ribeira de Vale Boi, Vila do Bispo.

Os cortes de tipo estratigráfico são a base da interpretação cronológica e, muitas vezes, também espacial de um sítio arqueológico (Figura 64). A sua fundamentação é a base de todo o trabalho arqueológico, daí que deva seguir modelos simples de visualização, correspondendo à interpretação do arqueólogo, de preferência com a ajuda de um geólogo. O corte estratigráfico pode também ter uma grande diversidade de escalas de apresentação, sendo por vezes preferível a produção de uma variedade de cortes, um geral e vários de pormenor, para que se possa perceber melhor a complexidade estratigráfica.

A produção de cortes estratigráficos levanta alguns problemas que se prendem com a própria questão dos estudos estratigráficos, nomeadamente o problema da denominação das camadas. A designação das camadas consiste, geralmente, em números ou letras, ainda que em alguns casos as camadas possam ser designadas por alguma particularidade da sua própria

constituição como, por exemplo, "camada das areias brancas" ou "camada dos siltes amarelos". Este último processo tem uma vantagem em relação ao método numérico ou alfabético, uma vez que não confunde ou altera a ordem das camadas quando estas são apresentadas na sua versão final.

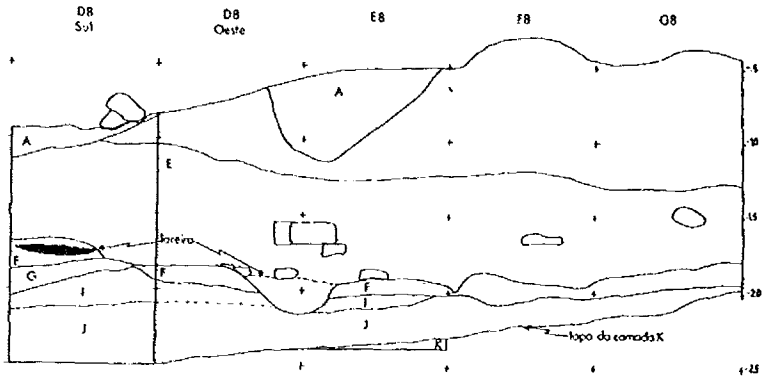


Figura 64. Corte estratigráfico simplificado da Lapa do Picareiro.

A versão final da estratigrafia de um sítio arqueológico deve ser apresentada como se de um processo histórico se tratasse, pelo que se deve iniciar esta descrição pela camada mais antiga. Contudo, quando se começa uma escavação, é comum iniciar a denominação das camadas pela letra A ou pelo número 1, representando estes a última camada. Assim, quando se faz a versão final, esta ou fica com as designações invertidas (do mais pequeno para o maior) ou há a necessidade de mudar todas as designações das camadas, invertendo-as, aspecto que levanta problemas práticos como, por exemplo, a marcação já existente de artefactos.

A limpeza e descrição das camadas, bem como a recolha de amostras, sejam elas para datação ou para inclusões orgânicas (microfauna, carvões, polens, etc.), devem seguir o mesmo processo, isto é, da camada mais antiga para a mais recente. Esta metodologia deve ser seguida para evitar que haja misturas com sedimentos provenientes das camadas superiores quando estas são limpas. Do ponto de vista metodológico, aquele procedimento pode ser de importância fundamental no caso da descrição das cores (de preferência feita com um código internacional de cores como o Munsell color chart) e das recolhas de carvões para efeitos antracológicos e de datação por C14, uma vez que evita a mistura de sedimentos de épocas posteriores.

4.4. A questão da estratigrafia em arqueologia

A estratigrafia é a base de todo o estudo arqueológico, uma vez que nos permite definir contextos, identificar unidades arqueológicas que têm uma cronologia definida e que são, portanto, o alicerce da cronologia arqueológica. Com esta premissa em mente, pode facilmente perceber-se que a interpretação estratigráfica é necessariamente difícil. Como re ultado dessa dificuldade e complexidade podem surgir erros fundamentais no estudo de um sítio arqueológico.

Na primeira parte deste capítulo abordámos alguns aspectos que estão relacionados com a estratigrafia do sítio arqueológico, designadamente as questões da metodologia de escavação que permitem identificar as diferentes unidades estratigráficas. A questão do controlo vertical da escavação foi tratada nos seus três vectores principais: a utilização de camadas naturais, de níveis artificiais e a proveniência tridimensional. Foram ainda tratadas as questões do registo gráfico, nomeadamente no que concerne aos desenhos e fotografias de cortes.

Pode, assim, dizer-se que as questões de representação, registo e de metodologia para aquisição dos dados para se proceder à estratigrafia foram já abordadas. Falta agora tratar as questões da execução da interpretação da estratigrafia.

Neste sentido, urge definir dois conceitos para o trabalho arqueológico, muitas vezes mal interpretados e confundidos: a estratigrafia e a estratificação. **Estratificação** é o conjunto de processos de formação, acumulação e deposição de sedimentos em camadas, enquanto que **estratigrafia** é o estudo e o registo dos processos de estratificação. Note-se que enquanto a estratificação segue leis de ordem natural, no caso da geologia, e uma mistura de leis físicas com processos antropogénicos, no caso da arqueologia, o segundo conceito depende, principalmente no caso da arqueologia, da interpretação de quem a está a observar (O'Brien e Lyman, 2000:142). É talvez por isso que Phillips *et al.* (1951) definiram estratificação como sendo aquilo que se encontra ou se observa, e estratigrafia o que se faz com a estratificação (*in* Adams e Valdez Jr., 1997:236).

Neste pequeno preâmbulo à questão dos conceitos ficou claro que existe um aspecto importantíssimo no estudo da estratigrafia arqueológica: é que esta, ao contrário da estratigrafia geológica, tem que incorporar no seu estudo dois grupos de processos de formação, um de ordem natural e outro de ordem antropogénica a que, muitas vezes, infelizmente, não se aplica o mesmo tipo de leis. Para dificultar a tarefa do arqueólogo, a estratigrafia arqueológica tem vários graus de impacto antropogénico, raramente fáceis de perceber. Um sítio paleolítico tem muito pouco impacto antropogénico no processo de estratificação, mas algum impacto na formação de solos,

enquanto que um sítio calcolítico, especialmente se considerarmos um local fortificado, terá um impacto antropogénico enorme relativamente ao geológico (Figura 65). É possível, assim, chegar a um axioma que diz que, em geral, quanto mais recente for o sítio arqueológico mais impacto antropogénico terá no seu processo de estratificação, e quanto mais antigo for menos se fará sentir esse impacto, aproximando-se assim de um evento puramente geológico no que diz respeito aos processos de deposição estratigráficos.

A estratigrafia geológica é condicionada por alguns princípios fundamentais e universais, dos quais alguns já foram abordados no primeiro capítulo: os princípios da sobreposição, da horizontalidade, da continuidade, da identidade paleontológica e da associação.

O **Princípio da Sobreposição**, bastante simples na sua concepção, explicita que uma camada sedimentar é mais recente do que aquela que ela recobre (Dercourt e Paquet, 1986:220). Isto significa que, se não tiver havido qualquer alteração após a sua deposição, a camada mais antiga está por baixo e a mais recente estará a cobri-la. Note-se, contudo, que este princípio tem duas condicionantes importantíssimas – a primeira prende-se com o facto de não ter havido alterações posteriores à deposição dessas camadas e que está ligada ao princípio da continuidade, e a segunda com o facto de as camadas terem sido depositadas horizontalmente e que se prende com o princípio da horizontalidade original.

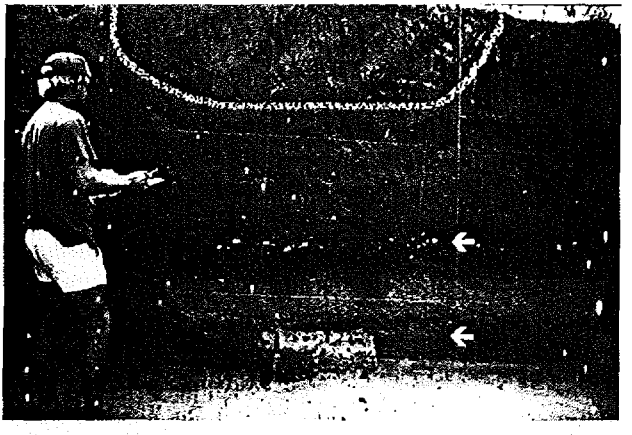


Figura 65. Neste corte do Cabeço do Porto Marinho, Rio Maior, apesar dos processos de estratificação serem na sua maior parte de origem geológica, é possível notar-se dois solos de origem antropogénica (indicados pelas setas) e uma camada de origem antropogénica devido ao trabalho recente com um arado, cujas marcas são bem visíveis no corte (no interior da oval).

O **Princípio da Continuidade** afirma que uma camada sedimentar, limitada por uma bacia deposicional, é depositada continuamente de forma homogénea em todas as direcções, espalhando-se até se dissipar ou delir ou até encontrar a base original da bacia onde se formou, sendo todos os seus pontos da mesma idade. O **Princípio da Horizontalidade** afirma que sedimentos formados em meio aquático se depositam em camadas horizontais e paralelas à superfície terrestre, sendo que qualquer superfície em declive foi causada por inclinação posterior à sua deposição.

Estes três princípios são fundamentais uma vez que nos dão uma estrutura de deposição que possibilita conhecer os processos de estratificação e erosão no âmbito de geomorfologia. Os processos de estratificação podem agrupar-se em conjuntos principais, com base na origem e meios físicos: fluvial, lacustre, marinho, dunar, coluvionar e eruptivo, através da sedimentação, vulcanismo, metamorfismo, tectónica, e respectivos processos de erosão. Todos esses temas são do âmbito da geologia e geomorfologia e não devem ser tratados aqui, tal como não devem ser tratados pelo arqueólogo na escavação mas sim por um especialista que deverá integrar o projecto de investigação.

Existe, contudo, um conceito que resulta de alguns desses fenómenos geomorfológicos, fundamental para o arqueólogo ao interpretar a estratificação que se lhe apresenta: o de estratigrafia invertida. Este fenómeno resulta, na maioria das vezes, de eventos tectónicos e de erosão. Esta possibilidade, que afecta as características dos vários princípios já apresentados, tem que ser tomada em conta. Será que numa estratificação com origem antropogénica é possível existir uma estratigrafia invertida? De facto, e por muito estranho que à primeira vista possa parecer, a estratigrafia invertida não é possível num contexto cuja origem seja antropogénica.

Atente-se primeiro na aplicação dos três princípios já definidos à arqueologia. O princípio da sobreposição é aplicado integralmente no caso da arqueologia (O'Brien e Lyman, 2000:147), mas com algumas condicionantes dependentes do grau de acção antropogénica no processo de formação e deposição no sítio arqueológico, que resultam do facto de os princípios da horizontalidade e da continuidade estarem extremamente limitados nos casos em que o grau de impacto antropogénico é maior. O princípio da continuidade, apesar da deposição de camadas poder imitar o processo natural, frequentemente não pode ser aplicado devido a fenómenos de construção. Em resultado desse mesmo grupo de fenómenos, o princípio da horizontalidade também raramente se aplica em estratigrafias de origem cultural.

Não se podem encontrar estratificações invertidas em estratigrafias culturais porque qualquer processo cultural de inversão de uma estratigrafia se deve a uma acção humana, propositada ou não, que altera a ordem das ca-

madas existentes. Esta acção pode resultar na inversão da posição vertical dos artefactos, isto é, artefactos mais antigos aparecem-nos por cima de artefactos mais recentes. Este facto, contudo, não é o da inversão da estratigrafia, mas tão-somente o da alteração da localização desses artefactos, uma vez que:

> "Estes depósitos e *interfaces* arqueológicos, depois de criados, podem ser alterados ou destruídos no processo contínuo de estratificação. O processo de estratificação arqueológico não é um processo reversível. Assim que uma unidade de estratificação, quer ela seja uma camada ou um *interface*, esteja formada, será, a partir desse momento, apenas objecto de alteração e de erosão: não pode ser depositada de novo." (Harris, 1979:34).

A sua redeposição teve origem numa actividade humana, ela própria representada por uma nova camada dessa estratificação. Este processo pode ser representado esquematicamente pela seguinte sucessão estratigráfica:

1) deposição da camada A, caracterizada pelos artefactos de tipo 1 e com uma cronologia paleolítica;
2) deposição da camada B, caracterizada pelos artefactos de tipo 2, e de cronologia neolítica;
3) abertura de vala a partir da superfície da camada B, por uma comunidade calcolítica removendo primeiro a camada B e depois a A, depositando os materiais removidos por cima da camada B e formando uma nova camada designada C. Esta não é mais do que as camadas A e B invertidas.

Se a situação aqui representada fosse resultante de processos naturais denominar-se-ia invertida, mas como resulta de processos antropogénicos, a camada C mais não é do que uma terceira fase de actividade humana. Este fenómeno faz com que muitos arqueólogos pensem neste exemplo como se de uma estratigrafia invertida se tratasse, o que não é o caso. O argumento da inversão assenta no pressuposto de que se conhece a ordem correcta do aparecimento e uso de certos tipos de artefactos, esquecendo o aspecto realmente importante neste processo: o de existir, ou não, uma relação sistemática entre o momento em que a camada foi depositada e o seu conteúdo (Dunnel, 1981:75; O'Brien e Lyman, 2000:146).

Esta questão leva-nos, naturalmente, ao conceito de contexto arqueológico e que se prende com os dois princípios que não foram ainda abordados, o da identidade paleontológica e o da associação. O **Princípio da Identidade Paleontológica** diz que duas camadas que contenham os mesmos fósseis têm a mesma idade, enquanto que o **Princípio da Associação** determi-

na que é possível atribuir dois cortes diferentes à mesma camada com base na comparação da sua litologia. Os dois princípios podem ser integralmente transportados para a arqueologia e, nomeadamente, para os processos de estratificação antropogénica. O Princípio da Associação serve a arqueologia, não só no que diz respeito à própria litologia das camadas, mas também no que respeita a toda a composição da mesma, nomeadamente no que concerne aos artefactos, remetendo-nos imediatamente para o Princípio da Identidade Paleontológica. Este princípio, por sua vez, assenta no conceito muito importante de fóssil-director.

O **fóssil-director**, em geologia, é aquele que tem uma existência relativamente curta, mas uma distribuição alargada e que, por isso, é facilmente reconhecido. A sua função é caracterizar e definir um determinado período e, consequentemente, permitir a sua identificação. Em arqueologia, o fóssil-director não tem só uma função cronológica, que aliás vimos no capítulo 2, mas também indicador da cultura, no sentido arqueológico do termo (Raposo, 1993: 21).

A integridade do contexto arqueológico só pode, portanto, ser verificada e entendida através de um conjunto de processos e de características que se baseiam nos princípios da associação e da identidade paleontológica, integrando a manutenção do conceito de fóssil-director, e do princípio da sobreposição. Contudo, este conjunto de princípios deve ser visto à luz do axioma acima enumerado sobre o impacto antropogénico na estratificação dos sítios arqueológicos.

4.4.1. A Matriz de Harris

É no contexto da importância do impacto antropogénico da estratificação de sítios arqueológicos que em 1973 Edward Harris desenvolve uma nova ferramenta analítica. Esta é conhecida por **Matriz de Harris**, tendo sido publicada pela primeira vez em 1975 (Harris, 1975). A necessidade do desenvolvimento de tal ferramenta deve-se à necessidade que Harris teve de organizar e visualizar num só documento a informação patente em milhares de páginas de notas resultantes da escavação do sítio histórico denominado Lower Brook Street, na cidade de Winchester, em Inglaterra (Harris 1979:116). Para isso, Harris desenvolveu um conjunto de ideias e conceitos fundamentais para a construção da Matriz.

Os dois conceitos fundamentais desenvolvidos por Harris foram o de Unidade Estratigráfica Arqueológica (UEA) e o de *interface*. O conceito de ***interface*** surge com a necessidade de identificar determinados momentos no processo de estratificação (Harris, 1979:34 e capítulo 6), como por exemplo a separação entre dois depósitos ou camadas (*layer interfaces* – ***interfaces***

de camadas), ou a abertura de uma vala ou fosso (*feature interface* – ***interface* de estruturas**), e que de uma certa forma correspondem aos conceitos de **discordância** (alteração do princípio da horizontalidade através de fenómenos tectónicos) ou de **descontinuidade** (um momento de erosão ou de não deposição entre duas camadas geológicas horizontais, marcado por uma superfície visivelmente irregular e erodida) geológicas. Harris incluiu ainda um outro tipo de *interface*, designado por ***interface* de períodos**, que não tem uma aplicação directa em estratigrafia, uma vez que se limita a coligir outros *interfaces* e depósitos já assinalados, mas que, como conjunto, podem identificar uma determinada fase ou período de utilização desse sítio arqueológico.

O conceito de UEA (Unidade de estratificação arqueológica) difere do de estrato ou camada geológica porque inclui, para além dos vários tipos de depósito arqueológico, os *interfaces*, correspondendo estes a uma actividade humana, ainda que de tipo subtractivo. Segundo Harris (1979:36; para uma discussão mais actualizada veja-se também Roskams – 2001:155) existem três tipos de depósitos arqueológicos:

- camadas de material depositado ou acumulado horizontalmente;
- estruturas (negativas) do tipo dos buracos de poste ou de fossos, que cortam as camadas;
- estruturas (positivas) construídas como, por exemplo, muros ou paredes, e à volta das quais as camadas se depositam.

Com base nestes conceitos, Harris partiu do princípio de que havia apenas três relações possíveis entre duas unidades de estratificação arqueológicas: sobreposição (uma UEA assenta directamente na outra), correspondência (as duas UEAs correspondem a um só depósito) e independência (as duas UEA são completamente independentes, sem qualquer relação física entre si). Estes três tipos de relação entre UEA foram depois ilustrados por Harris (1979:46), sendo essa simbologia (Figura 66) utilizada na construção de um diagrama de matriz estratigráfica relacional, onde estão patentes, graficamente, todos os depósitos arqueológicos, bem como os *interfaces* de estruturas (Figuras 67 e 68).

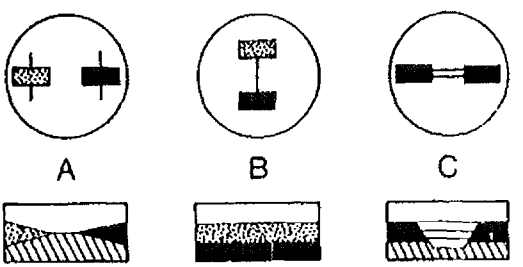


Figura 66. Esquema de relação entre depósitos, segundo Harris, 1979:46.

A metodologia de Harris teve tanto sucesso que é utilizada como norma nos

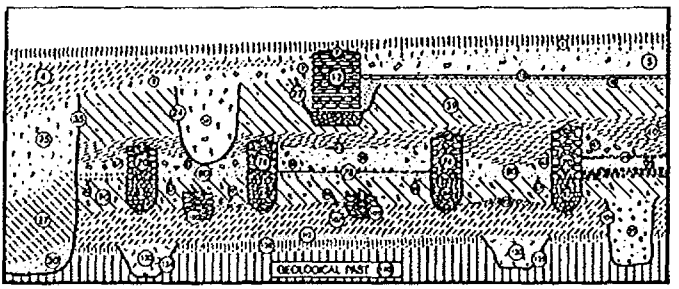


Figura 67. Corte estratigráfico elaborado por Harris (1979:58) salientando com linhas e designações numéricas os *interfaces* de estruturas.

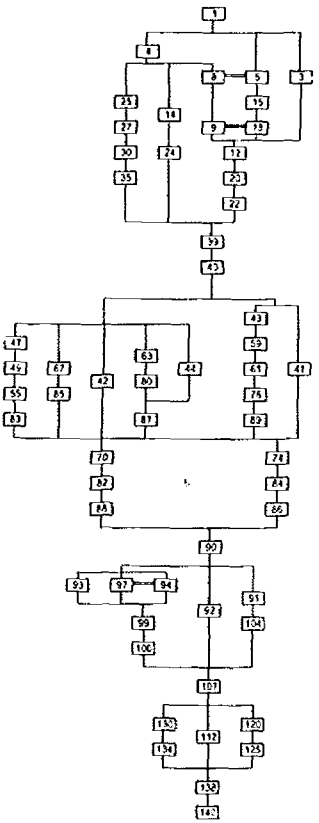


Figura 68. Matriz de Harris do corte estratigráfico da Figura 67.

trabalhos urbanos em Inglaterra, e devido à sua qualidade difundiu-se o seu uso por todos os continentes. Este facto pode-se verificar com o volume organizado em 1993 por Harris *et al.*, versando as questões de estratigrafia arqueológica. Nesse volume aparecem contributos de vários países da Europa, EUA, México, Belize e Austrália, provando o impacto que a Matriz, com algumas variantes, teve no seio da arqueologia mundial. Como seria de esperar, contudo, este método de tratamento da estratigrafia teve alguns críticos, havendo especialmente dois que vale a pena referir. Martin Carver afirma que a Matriz de Harris é apenas uma descrição directa das relações entre UEA e que isso pode levar a anomalias (Carver, 1990:97, in Brown e Harris, 1993:17).

As anomalias têm que ver com o factor tempo, uma vez que a Matriz de Harris não incorpora esse vector no seu diagrama. Assim, Carver propõe a utilização de uma nova matriz, designada **Matriz de Carver** (Figura 69), em que a dimensão tempo é representada de forma relativa, para que a leitura da sequência estratigráfica seja mais clara.

O desenvolvimento da metodologia apresentada por Harris e por Carver é mais recentemente ampliado e detalhado por Roskams. Este apresenta uma série de alterações à matriz inicial de Harris, onde é possível representar vários aspectos contextuais (Roskams, 2001:256), dos vários tipo de depósitos arqueológicos, ou mesmo a integração de vários desses aspectos (Roskams, 2001:263 e 265) (Figuras 70 e 71).

William Farrand (1984) também levanta críticas fortíssimas a Harris. Farrand é geólogo de formação e um dos primeiros especialistas a dedicar-se à geoarqueologia. Na sua crítica, este autor, que tem alguns fundamentos científicos certíssimos, torna-se um fundamentalista, perdendo de vista a necessidade e o objectivo de Harris e da sua Matriz. Um desses aspectos é o facto de Harris acreditar que a maior parte dos sítios arqueológicos e respectivas estratificações são resultado de actividades antropogénicas e por isso não seguem as leis e os princípios da geologia (Harris, 1979:86). Neste caso, a crítica de Farrand tem todo o sentido, uma vez que em toda a obra de Harris este aspecto transparece claramente, apesar de não haver nunca uma afirmação inequívoca sobre isso. Contudo, aquilo que se torna evidente ao longo de *Principles of Archaeological Stratigraphy*, de Harris, é que não há qualquer descrição detalhada dos processos de formação geológica que podem ter lugar na origem da estratificação de um sítio arqueológico. Este facto é, aliás, natural, atendendo ao tipo de escavação arqueológica que era levada então a cabo por Harris: arqueologia urbana de períodos históricos, onde os processos geológicos eram essencialmente um factor inexistente ou minoritário na estratificação desses sítios.

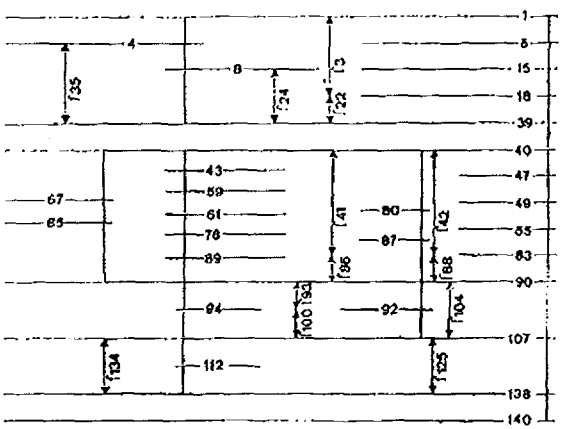


Figura 69. Matriz de Carver do corte estratigráfico da Figura 67 (Brown III e Harris, 1993:17).

Qual a conclusão mais moderada a retirar deste problema? Talvez a de que temos duas metodologias paralelas, adaptadas respectivamente a contextos diferentes devido ao grau do impacto antropogénico existente em cada sítio arqueológico. Por um lado, o uso da Matriz de Harris (e posteriores alterações) no estudo da estratificação de um sítio arqueológico paleolítico é um exercício inútil que limita severamente uma metodologia que se deve aproximar do estudo geológico puro seguindo os princípios naturais, mas que tem particularidades e necessidades próprias. Por outro lado, o uso cego

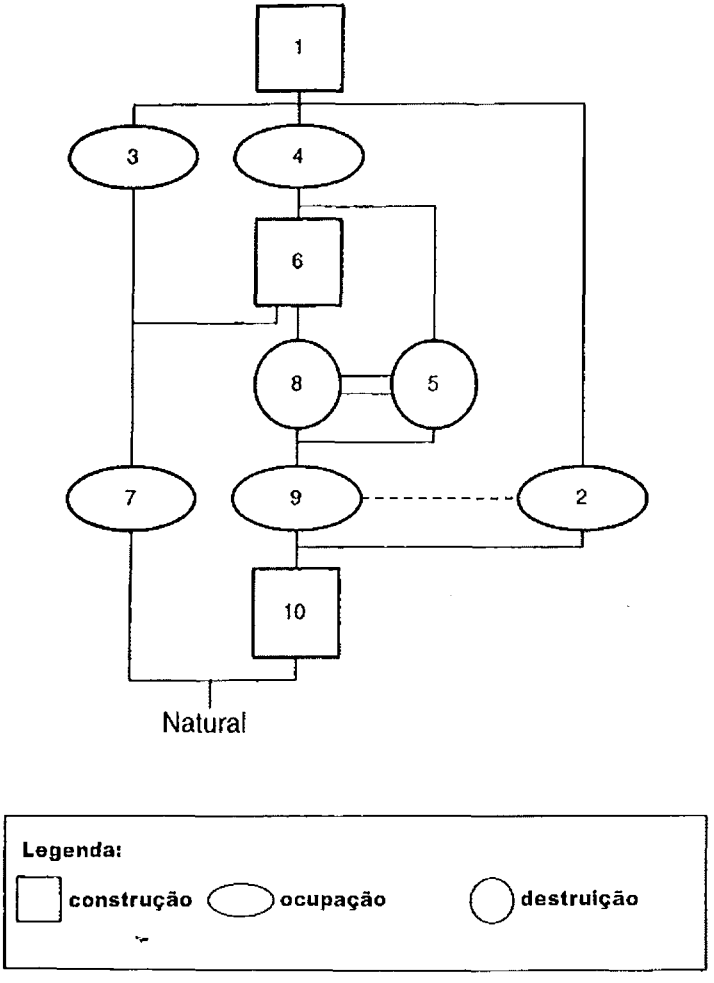


Figura 70. Matriz de Harris com alterações de forma a mostrar o tipo de depósitos (Roskams, 2001:263).

de uma metodologia essencialmente geológica, como a que se deve utilizar em Pré-História Antiga, num sítio urbano histórico vai limitar toda uma interpretação histórica absolutamente necessária à compreensão desse sítio arqueológico. Em suma, cada arqueólogo deve utilizar a metodologia que mais se adequa ao sítio arqueológico que está a escavar. É necessário ser-se suficientemente flexível para, no caso de um sítio com um processo de estratificação essencialmente geológico, chamar o geoarqueólogo para que este possa utilizar as metodologias próprias da sua especialidade. Em contrapartida, deve ser-se suficientemente maleável para que, ao escavar um sítio com estruturas e uma estratificação complexa, se recorra à Matriz de Harris, lembrando-nos de que o grau do impacto antropogénico pode ser tão forte que os processos de estratificação não são meramente os naturais, mas que se está a trabalhar com princípios próprios e únicos da arqueologia. Esta perspectiva, contudo, deve ser claramente transmitida pelos docentes aos futuros profissionais de arqueologia, para que eles próprios não se tornem cegos à importância da metodologia na escavação e estratigrafia arqueológicas.

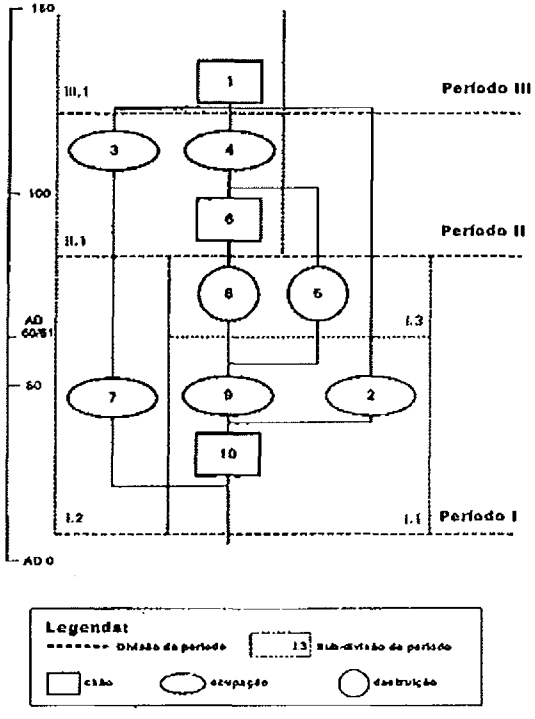


Figura 71. Matriz de Harris desenvolvida de forma a mostrar o tipo de depósitos e a cronologia (Roskams, 2001:265).

PARTE III

A Medição do Tempo: Cronologia em Arqueologia Pré-Histórica

O tempo é um dos dois vectores principais em arqueologia. De facto, e independentemente de se trabalhar numa perspectiva histórica ou numa perspectiva antropológica, sem a dimensão tempo não haveria arqueologia. O conceito e a importância do tempo, contudo, têm tido uma evolução marcante na história da arqueologia, como se pretendeu salientar na primeira parte deste trabalho.

A arqueologia, como ciência, afirmou-se à custa da definição da antiguidade humana, que surgiu porque o tempo se "alargou". O processo de afirmação da arqueologia deu-se porque determinadas técnicas e conceitos foram desenvolvidos em diversos contextos por arqueólogos. Talvez o aspecto principal deste processo tenha sido o facto, já salientado anteriormente, desse desenvolvimento ter ocorrido dentro do âmbito da arqueologia como método próprio, procurando responder às suas necessidades históricas, teóricas e metodológicas.

Parece ter sido claro para os primeiros pré-historiadores que a forma de medir o tempo era uma das ferramentas essenciais em arqueologia. As primeiras técnicas organizaram apenas sucessões de eventos, dando assim os primeiros métodos de datação relativa à arqueologia. Em Portugal, como no resto do mundo, um desses métodos, a tipologia, é ainda o fundamento para uma atribuição cronológica imediata dos achados arqueológicos. A utilização da seriação, método elaborado a partir dos conceitos da tipologia e bastante fidedigno, tornou-se um imperativo na organização cronológica de espaços circunscritos, com carácter regional e também de sítios com múltiplas ocupações, um pouco por todo o mundo desde o início do século passado. Interessante, no entanto, é o facto desse mesmo método nunca ter sido utilizado em Portugal. Esta lacuna metodológica talvez se deva ao facto de, até muito recentemente, a arqueologia portuguesa ter assentado apenas na

escavação do sítio arqueológico como unidade de investigação e, como tal, a tipologia e a estratigrafia serem suficientes para fornecer a informação cronológica não absoluta.

Enquanto que nos EUA a questão da cronologia absoluta se desenvolvia a passos largos com os esforços de Douglass na dendrocronologia, desde a segunda década do século XX, a Europa teria que aguardar quase 40 anos para que a descoberta de Libby se fizesse sentir. De facto, o advento do método do radiocarbono vem transformar para sempre a Pré-História. O aspecto curioso é que este impacto fundamental, a quem já alguém chamou revolução (Hedges, 2001:5; Renfrew, 1973:48; Taylor; 2001:25), já aconteceu por três vezes: primeiro com a descoberta do método, depois com a calibração de mesmo e, por fim, com a utilização do acelerador de partículas (AMS).

O impacto da descoberta do radiocarbono foi descrito por Daniel (1967:266) como sendo tão importante para a arqueologia no século XX como o desenvolvimento do conceito da antiguidade humana o foi no século anterior. Clark (1970:38) afirmou que a importância do radiocarbono reside no facto deste ter tornado possível a construção de uma Pré-História mundial, uma vez que finalmente existia uma cronologia geral assente em postulados de carácter universal, que atravessava e se sobrepunha a fronteiras locais e regionais.

De facto, com a introdução do radiocarbono, a arqueologia mudou radicalmente. Porém, o radiocarbono não solucionou todos os problemas, uma vez que a sua escala cronológica, apesar de universal, tem limites marcadamente estreitos na sua incursão ao passado. Desde a invenção do radiocarbono, novos métodos foram descobertos e desenvolvidos, alguns com grande sucesso, outros com menos. Repare-se, contudo, que apesar do número de métodos de datação absoluta existentes e utilizados agora em arqueologia ser perto de uma dezena, nenhum deles consegue abarcar toda a escala cronológica do passado humano.

Muitos são os casos de projectos arqueológicos em que vários métodos são utilizados, resultando numa complexa rede de datações e desvios-padrão, muitas vezes com resultados inconciliáveis. Não é o arqueólogo que produz os resultados dos vários métodos, chamando, para o efeito, os especialistas e laboratórios vários. Porém, deve ser ele que escolhe as amostras ou as áreas de onde essas devem ser retiradas, e deve ser ele que interpreta os resultados, em conjunto com esses especialistas. Infelizmente, é muito comum as datações serem consideradas à letra, como um simples número mágico dando a data exacta de determinado evento. Este erro facilmente entra no fluxo da produção científica e se torna uma certeza inabalável, apenas porque alguém não teve uma atitude suficientemente crítica em relação ao resultado de uma amostra enviada para um laboratório.

É necessário frisar, mais uma vez, que apesar de a arqueologia ser a ciência social e humana mais próxima, teórica e metodologicamente, das ciências chamadas exactas, o aspecto fundamental do seu exercício é o da interpretação crítica dos dados. Este mesmo processo tem que ser feito no caso dos resultados das datações absolutas, antes, durante e após a publicação desses mesmos resultados.

A terceira parte deste manual incide, assim, sobre vários métodos de datação relativa e absoluta, tratando em maior detalhe aqueles que mais facilmente podem ser aplicados no caso da Pré-História portuguesa e aqueles que pela sua importância metodológica merecem um maior destaque, apesar de não poderem ser utilizados em Portugal.

5

Métodos de Datação Relativa: Tipologia e Seriação

A questão da datação arqueológica inicia-se com um capítulo dedicado a métodos de datação relativa. Quer isto dizer que os resultados dos métodos tratados neste capítulo não nos dão uma data, isto é, um ponto específico no tempo. Permitem apenas a ordenação relativa e cronológica de dois ou mais momentos formando, portanto, uma determinada sequência, cujo princípio e o fim não estão localizados numa escala temporal definida, como é o caso do calendário solar que é utilizado por todos nós. Em oposição, os métodos de datação absoluta, também referidos por vários autores como métodos cronométricos (O'Brien e Lyman, 2000:8; Taylor e Aitken, 1997), dão-nos o tempo que decorre entre dois eventos, bem como uma data de calendário indicando quando é que o evento teve lugar e, por vezes, quanto tempo é que durou esse evento.

Note-se, contudo, que o termo absoluto neste contexto está fundamentalmente errado, uma vez que, de facto, uma datação absoluta é sempre relativa a uma determinada escala temporal – "datações absolutas são expressas como pontos numa escala padronizada de medida de tempo" (Dean, 1978:226).

Como seria de esperar, sempre que é possível o arqueólogo recorre aos métodos de datação absoluta, pelas razões inerentes a esses métodos acima referidas. Mas estes métodos nem sempre estão disponíveis, daí que seja necessário recorrer-se a métodos que permitam, pelo menos, estabelecer a ocorrência desses eventos de forma sequencial.

Para estabelecer essas sequências arqueológicas existe uma grande diversidade de métodos de datação relativa. A maior parte provém de outras ciências, principalmente aquelas que se inserem no domínio da geologia e da climatologia. Esses serão tratados no próximo capítulo.

O presente capítulo focará apenas dois métodos que se relacionam – a tipologia e a seriação – e que foram desenvolvidos por arqueólogos para responder a questões de cronologia arqueológica. O aspecto interessante é

que estes dois métodos aparecem na região circum-mediterrânica e nas Américas quase ao mesmo tempo, tentando resolver o mesmo tipo de questões básicas de cronologias e de sequências culturais, sendo estas últimas, na sua maioria, ainda hoje utilizadas.

De facto, quer a tipologia quer a seriação ancoram-se, na prática, num outro método de datação relativa que é a estratigrafia, baseando-se na utilização dos *princípios* da sobreposição e da associação. A estratigrafia é, como se viu anteriormente, fundamental no processo de organização cronológica de um sítio. Estes três métodos, para além de serem a coluna vertebral da arqueologia (O'Brien e Lyman, 2000:6), são também essenciais à maior parte das análises arqueológicas resultantes de uma escavação e devem ser do conhecimento de todos os estudantes e profissionais de arqueologia. A tipologia, a seriação e a estratigrafia são, tal como o radiocarbono, aplicáveis universalmente e, logo, dos mais úteis. Porém, são também os métodos de datação que se prestam a mais erros e a maiores equívocos (O'Brien e Lyman, 2000:6).

A fundamentação cronológica nos três métodos, principalmente nos casos da seriação e da estratigrafia, baseia-se na definição do contexto de proveniência. Ora, o problema da proveniência tem sido tratado de forma explícita nas últimas três décadas, através do estudo dos processos de formação do sítio arqueológico, onde se inclui também a tafonomia.

Os processos de alteração do registo arqueológico, tenham eles origens naturais ou antrópicas, foram desenvolvidos teoricamente por, entre outros, Schiffer e Binford, como se viu no capítulo 2. De facto, o estudo destes processos tem-se desenvolvido de forma exemplar, principalmente devido à perspectiva crítica dos arqueólogos e dos especialistas que com eles trabalham. Alguns desses casos serão tratados especificamente na secção seguinte desta obra, sendo apenas necessário frisar aqui que esses aspectos são um dos factores a terem conta antes de se iniciar o trabalho de datação, seja ela relativa ou absoluta.

Do ponto de vista teórico da utilização destes métodos de datação relativa, as questões relacionadas com os processos de formação do sítio devem estar resolvidas antes da produção dos resultados da ordenação cronológica. Se não estiverem, essa ordenação terá muito pouca ou nenhuma base de sustentação científica.

A tipologia, como método de datação relativa, assenta na definição de tipo. Este tem tido ao longo dos tempos várias definições. Presentemente parece ser consensual a definição dada por Thomas (1998:235), segundo a qual um tipo é a unidade básica de classificação arqueológica, definido por um conjunto consistente de atributos. Thomas (1998:235), no entanto, deixa claramente expresso que tipos de artefactos são categorias idealizadas criadas pelos arqueólogos para poder organizar e perceber a cultura materi-

al do passado (sobre este tema vejam-se as discussões por Rice, 1987:275--277; Shepard, 1980:307; Phillips *et al.*, 1951:66; e Eiroa *et al.*, 1999:21--22).

Usando a perspectiva de Thomas, é necessário explicar por que é que se usa a tipologia e a organização de artefactos por tipos. Em arqueologia, a classificação deve sempre responder a uma pergunta concreta (Willey e Sabloff, 1993:120) – existe uma grande diversidade de formas de classificar os artefactos como, por exemplo, através da sua matéria-prima, da sua cor, do seu peso, da sua função, etc., ou de, simultaneamente, um conjunto de variáveis (veja-se sobre este tema Sinopoli, 1991:44). A pergunta ou questão que preside à classificação vai definir a escolha de uma ou mais variáveis. Se assim não for, a classificação de, por exemplo, uma indústria lítica por cores é tão válida como a classificação com base na morfologia do artefacto. Consequentemente, a definição de um conjunto de tipos tem que servir determinada função. E como afirmou Thomas, cada um dos tipos é um conjunto de categorias conceptualizadas pelo arqueólogo, mas que se formam em redor de tendências centrais denotadas num conjunto de artefactos (O'Brien e Lyman, 2000:23). Na prática, quer isto dizer que quando se afirma que determinado artefacto é de tipo A, significa que se criou uma categoria conhecida como tipo A caracterizada por um conjunto de atributos que são, na sua maior parte, partilhados pelos artefactos pertencentes a esse tipo. Assim, pode afirmar-se que as classificações de artefactos são essencialmente arbitrárias e, como tal, nenhuma tipologia é inerente aos materiais arqueológicos (Brew, 1946:46). Assim, existem vários géneros de tipos: morfológicos, funcionais, descritivos e cronológicos ou temporais (Thomas, 1998: 235-246; O'Brien e Lyman, 2001:23-24; Renfrew e Bahn, 1991:98). Independentemente da função do tipo utilizado, as classificações ou tipologias devem seguir duas condições essenciais (Sinopoli, 1991:46): a primeira é que devem ser repetíveis, ou seja, deve ser possível a outro arqueólogo, com a mesma ou outra colecção semelhante, usando os mesmos critérios, chegar à mesma classificação; e devem ser verificáveis, isto é, passíveis de se comprovar por via estatística.

No âmbito da datação relativa, é o tipo cronológico que interessa reter. É este tipo que, tal como foi dito anteriormente, aparece designado por fóssil-director, e que surge através da paleontologia – o fóssil-director serve como marcador t mporal, como já foi referido no capítulo anterior. Mas como se torna possível a determinado artefacto marcar uma época (e raramente uma data), isto é, uma etapa de tempo limitada?

Em teoria, qualquer artefacto pode ser usado como marcador temporal porque, sem excepção, todos eles formam uma curva unimodal de frequência, correspondendo o início da curva à sua invenção (ou introdução numa

determinada área), o meio da curva a um aumento progressivo na sua utilização, e o fim da curva ao respectivo decréscimo dessa utilização até ao seu desaparecimento completo. É esta curva que nos possibilita usar certos tipos como marcadores temporais, tal como os paleontólogos usam com a mesma função algumas espécies que se extinguiram em determinada região. Na prática, nem todos os artefactos (ou todas as espécies) servem como marcadores, porque a sua curva unimodal, ou seja, a sua presença e frequência, estende-se por um período tão alargado na escala de tempo absoluto que não se torna eficiente para marcar um pequeno evento na grande escala temporal. Logicamente, para que um tipo possa funcionar como marcador temporal tem que ter uma existência relativamente curta, sendo efectivo, geralmente, apenas num espaço restrito.

Do ponto de vista funcional, portanto, o tipo cronológico é aquele que tem uma duração curta num espaço regionalmente circunscrito. Não obstante, esta definição não é suficiente para que a tipologia funcione por si só como método. De facto, os atributos de um tipo, juntamente com a estratigrafia e com os princípios da sobreposição e da associação, permitirão a sua utilização como método de datação relativa. Mas, a tipologia, por si só, pode funcionar como método de datação, desta feita com base num postulado simples usado diariamente por qualquer pessoa, e que advém da perspectiva darwiniana de evolução do mais simples para o mais complexo. O'Brien e Lyman (2000:65) afirmam que a metodologia, como a tipologia, que emprega perspectivas de desenvolvimento evolucionário incluem geralmente um incremento de complexidade tecnológica e as transformações artísticas dos motivos passam de elementos naturalistas a elementos estilizados com o tempo. Existem duas ideias subjacentes ao método de datação relativa por tipologia referenciadas claramente por Renfrew e Bahn (1991:104):

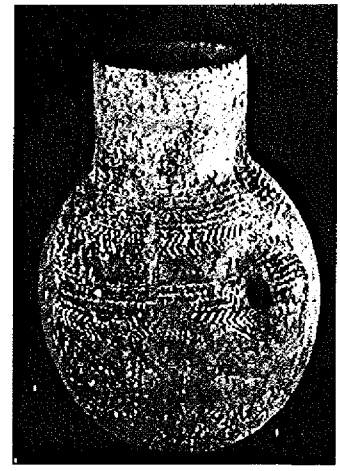


Figura 72. Vaso cardial de Santarém, exemplo de um tipo fóssil-director da Pré-história portuguesa, indicando uma ocupação local no Neolítico Antigo.

- produtos de uma determinada região e época podem ser reconhecidos e individualizados através do seu estilo, isto é, através da sua morfologia e decoração, que reflectem certas características das sociedades que os produziram (Figura 72);

- as alterações de estilo, ou seja a morfologia e a decoração dos artefactos, são geralmente graduais, evoluindo de características simples para mais complexas.

Estas duas ideias, que presidem ao uso da tipologia com funções cronológicas, funcionaram de forma perfeita no século XIX, com Montelius, como vimos anteriormente, e com outros arqueólogos, na Europa e nas Américas. Desde cedo se verificou que existem padrões claros no tipo de artefactos que se encontram nos sítios arqueológicos e que estes, sendo parecidos quer morfologicamente, quer decorativamente, são com certeza de idade semelhante. Este conceito básico é razoável, servindo de forma eficaz como ferramenta cronológica no princípio do século XX. Deste modo, numa situação em que existem vários artefactos de idade desconhecida, devem agrupar-se aqueles que são mais semelhantes, organizando-os numa sequência que parte do mais simples (mais antigo) para o mais complexo (mais recente). Exemplo disso é um grupo de bifaces e de lâminas de sílex, cuja complexidade do aspecto conceptual volumétrico da produção laminar leva a que estas últimas sejam imediatamente julgadas como mais recentes. A correlação de lâminas com Paleolítico Superior e bifaces com Paleolítico Inferior coaduna-se perfeitamente com a realidade pré-histórica e também com o próprio método. Porém, existem alguns problemas, porque cerca de 2% da debitagem resultante da produção de um biface são lâminas...

Note-se que este método possibilita também, em certos casos, uma datação absoluta por comparação ou associação. A partir do momento em que determinado tipo de artefacto esteja claramente datado, sabe-se de imediato a datação de um artefacto semelhante proveniente de outro sítio, conquanto este esteja dentro da mesma região. Os melhores exemplos deste método são os casos das Pontas de Parpalló e da cerâmica cardial. As primeiras não só indicam uma ocupação solutrense, mas também a fase final, enquanto que a cerâmica cardial marca a presença do Neolítico Antigo. São, no entanto, raros os casos em que um certo tipo possa ter essa função, já que alguns dos tipos arqueológicos têm uma longevidade que atravessa vários períodos culturais.

Aparentemente, não haveria qualquer problema com este método mas, infelizmente, os seus postulados nem sempre são verdadeiros ou universais, facto que se deve a três problemas principais. O primeiro é a existência de uma equifinalidade na produção dos artefactos, ou seja, a existência de vários processos para se chegar a um mesmo produto artefactual; o segundo prende-se com a aparência, uma vez que esta nem reflecte sempre a complexidade da produção de artefacto veja-se por exemplo a crítica detalhada nos trabalhos de Raposo e colaboradores sobre indústrias macrolíticas do Sul de Portugal (*e.g.*, Raposo e Silva, 1984; Raposo e Penalva 1987; Penalva

e Raposo, 1987); finalmente, a dificuldade que por vezes existe em atribuir um artefacto a um tipo quando ele está perto do limite da definição desse mesmo tipo – este problema acontece devido à sua diversidade interna que apresenta uma certa variação, até que esta é tão marcada que se torna noutro tipo (Shepard, 1980:308).

A tipologia, porém, se não puder ser usada individualmente serve como base do método de seriação. Aqueles tipos definidos com um objectivo cronológico são agora usados de forma mais concreta e objectiva, juntamente com os tipos morfológicos e funcionais, uma vez que de certa forma todos eles marcam aspectos históricos e antropológicos (tempo e espaço).

A **seriação**, na sua definição mais simples, "é o arranjo de fenómenos ou dados numa série com base num princípio consistente de ordenação" (Willey e Sabloff, 1993:108) ou como Marquardt (1982:408) disse, "é uma técnica analítica descritiva, cujo propósito é a ordenação de unidades comparáveis numa só dimensão (isto é, ao longo de uma linha que corresponde) de forma a que a posição de cada unidade reflicta a sua semelhança com as outras unidades".

Numa forma mais perceptível, seriação não é mais do que uma técnica descritiva que ordena coisas numa coluna ou linha (O'Brien e Lyman, 2000:60) e cujo exemplo mais antigo é o da organização das colecções do Museu Nacional da Dinamarca por Thomsen. Como se viu no primeiro capítulo, Thomsen construiu uma sequência de artefactos, com base no pressuposto evolucionário de que aqueles se desenvolveram a partir da Idade da Pedra, passando pela do Bronze e chegando à do Ferro. Esta seriação não é mais do que o método da tipologia, de que se falou anteriormente, a funcionar com base no grau de complexidade tecnológica dos fósseis-directores cronológicos.

Numa perspectiva mais complexa e simultaneamente característica da arqueologia, seriação pode definir-se como "o procedimento de construir uma cronologia através da disposição de restos locais da mesma tradição cultural, para se conseguir obter o padrão mais consistente dos seus principais traços culturais" (Rouse, 1967:157). O aspecto principal desta definição reside exactamente na questão dos principais traços "culturais", ou seja, nas características ou atributos intrínsecos aos artefactos que são utilizados para construir a seriação e que formalmente constituem os atributos de um determinado tipo.

As várias definições de seriação, apesar da sua exactidão, não são suficientes para definir o método em si e daí a utilização do exemplo de Thomsen para ilustrar um tipo de seriação quando, de facto, ele se limitou a utilizar o método da tipologia para organizar cronologicamente os artefactos que tinha. O equívoco na utilização do termo seriação deve-se à existência de vários modelos ou técnicas de seriação. O'Brien e Lyman (2000) têm a pre-

ocupação de analisar a questão em detalhe, definindo com alguma clareza os vários modelos de seriação, que se apresentam na Figura 73.

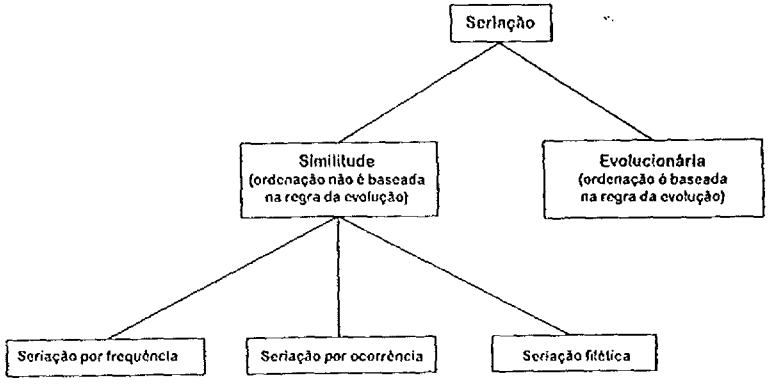


Figura 73. Diagrama taxonómico da seriação, segundo O'Brien e Lyman, 2000:64.

Na óptica desses autores, existem dois modelos principais " a seriação por similitude e a seriação por evolução (O'Brien e Lyman, 2000:64). Esta última não é mais do que o método de datação relativa acima designado como tipologia, sendo um tipo de seriação marcado pela ideia de que o desenvolvimento é linear e direccional, baseado na regra de progresso evolucionário.

Quanto à seriação por similitude, assenta no princípio de que o desenvolvimento não é sempre necessariamente linear nem segue a regra do progresso evolucionário. Existem três técnicas diferentes: de ocorrência, de frequência e filética. Este último termo foi escolhido por O'Brien e Lyman na tentativa de marcar a diferença de outro termo, a filogenética, cujo significado é muito semelhante. As diferenças residem no facto de o conceito de filogenética estar directamente relacionado com descendência genética, aspecto que quando usado em arqueologia no âmbito de artefactos tem sido muito criticado; e porque o termo filogenética denota a presença de ramificações genéticas, enquanto que o termo filético apenas marca a presença de uma linhagem (O'Brien e Lyman, 2000:65).

A seriação por similitude envolve a ordenação de objectos com base nos seus atributos. Quanto maior for o número de atributos partilhados por dois artefactos, mais próximos eles estarão nessa ordenação; pelo contrário, quanto menos atributos eles partilharem entre si, mais afastados eles estarão nessa ordem. O princípio inerente a este método é o de que a afinidade, nas características formais, denota proximidade temporal, e se relaciona directamente com dois conceitos importantíssimos na questão da seriação – continuidade hereditária e continuidade histórica.

Estes dois conceitos não devem ser confundidos, apesar da sua coexistência frequente. A continuidade hereditária está marcada pela presença de uma ligação de linhagem ou ligação de tipo genético, enquanto que a continuidade histórica só existe se houver contacto temporal. Os dois conceitos devem ser clara e convenientemente demarcados pois a sua confusão conceptual e analítica tem levado a erros crassos no seio da arqueologia.

A continuidade hereditária implica necessariamente a continuidade histórica, porque tem de haver um contacto temporal para haver transmissão genética – quanto mais semelhantes são duas coisas, maior é a probabilidade do grau de relação entre elas. A continuidade histórica não compreende necessariamente a hereditária, ainda que esta seja provável, pela simples razão de que a continuidade histórica é apenas uma sucessão cronológica de formas (O'Brien e Lyman, 2000:66). Quando se dão transformações e surgem novos tipos, estes não têm necessariamente que surgir a partir de formas pré-existentes – é o caso das importações, em que uma nova forma aparece havendo continuidade histórica mas não continuidade hereditária. Desta forma, a continuidade hereditária é uma das explicações possíveis para a continuidade histórica, ou, de outra forma, é uma entre várias explicações para a semelhança entre objectos.

Essa semelhança, contudo, pode também advir de desenvolvimentos convergentes que produzem atributos semelhantes. A questão das relações de similitude homólogas e análogas é um dos problemas com que a análise e a interpretação arqueológica se debate continuamente.

As relações de similitude homólogas dependem de relações directas ou genéticas, enquanto que as análogas são resultado de convergências culturais. A questão das relações de similitude relaciona-se com o chamado conceito da área-era, em que se tenta medir o tempo através da dispersão de traços culturais (O'Brien e Lyman, 2000:82). Este conceito assenta em três princípios:

- a dispersão de traços culturais é feita em todas as direcções a partir do ponto de origem, tal como as ondas originadas pela queda de uma gota de água num corpo líquido;
- a dispersão de todos os traços culturais é feita à mesma velocidade em todas as direcções;
- quanto maior for a área geográfica onde se regista a existência de determinado traço cultural, maior será a sua antiguidade.

O conceito de área-era, apesar de ter bases verdadeiras, ou seja semelhanças de carácter homólogo, está longe de incluir todo o problema da diversidade cultural, como, por exemplo, aspectos que resultam de convergência (as semelhanças de carácter análogo), invenção ou ainda difusão.

Kroeber, um dos primeiros arqueólogos a desenvolverem a seriação por similitude, fez notar a diferença entre os dois tipos de similitude. Com algum optimismo, Kroeber (1931:152-153) afirmou que não haveria razões para se pensar que o método da seriação não conseguiria ultrapassar a questão através de uma análise clara e intensiva da forma de identificar e separar os dois tipos de similitude. Segundo Steward (1929:493-494), seria necessário observar um grupo de variáveis para se poder identificar as similitudes com uma só origem (homólogas) e aquelas com mais do que uma origem devido a invenção, convergência ou migração (análogas):

- a singularidade dos traços culturais (este aspecto era observado através do grau de complexidade dos traços culturais, isto é, quanto maior fosse a sua complexidade menor a probabilidade de ter várias origens);
- a presença possível de um traço cultural ancestral na região;
- a quantidade de outros traços culturais comuns;
- a proximidade geográfica dos sítios arqueológicos onde se encontram esses traços culturais; como é evidente, quanto maior o número de traços comuns numa área com muitos sítios arqueológicos, maior é a probabilidade de a similitude ser de tipo homólogo.

São estes vários conceitos que se relacionam com a propinquidade temporal e espacial, que geram a seriação filética de que falam O'Brien e Lyman e que aparecem pela primeira vez nos trabalhos de Flinders Petrie com a datação de alguns milhares de sepulturas egípcias (Petrie, 1901, in O'Brien e Lyman, 2000:84). Petrie ordenou essas sepulturas com base nas cerâmicas aí encontradas. Na sua opinião era possível ordenar esses artefactos porque as suas formas ocorriam em séries de desenvolvimento e de degradação (Petrie, 1899:297, in O'Brien e Lyman, 2000:85). Uma vez estabelecida uma destas séries para um determinado tipo de artefacto, podia servir como escala para se ve-

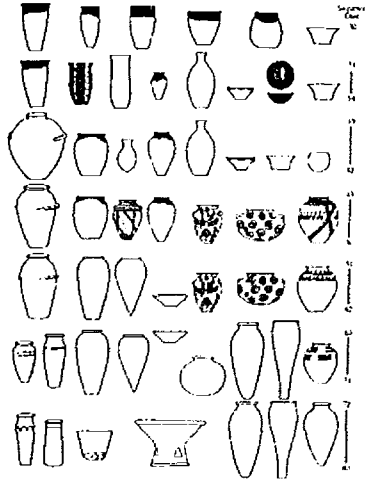


Figura 74. Seriação filética de cerâmicas provenientes de sepulturas egípcias, por Flinders Petrie (segundo O'Brien e Lyman, 2000:86).

rificar o aparecimento ou desaparecimento de outros tipos e assim se construir um esquema complexo de associações de tipos, sempre com base na primeira seriação de tipo filético.

A ilustrar este tipo de seriação veja-se a figura 74, resultante do trabalho de Petrie, onde o autor organiza uma série de tipos, de forma sequencial, em períodos designados numericamente do 30 (mais antigo) ao 80 (mais recente). O esquema assenta na sequência de tipo filético, ou seja, do desenvolvimento da forma ou de um atributo (visto quase como se de uma evolução biológica se tratasse) do tipo que aparece na coluna do lado esquerdo. A evolução foi verificada através da morfologia das asas; no primeiro caso (período 35-42) a asa tem uma clara funcionalidade prática uma vez que o recipiente é bastante grande e pesado, tornando-se, com o tempo, um mero motivo decorativo (período 63-71).

Os recipientes foram depois a base, através da associação contextual com outros artefactos, para a criação da ordenação cronológica que se apresenta na figura 75. O trabalho de seriação filética de Petrie está bem ilustrado através da designação que ele próprio fazia do resultado do seu método, chamando a estas sequências de artefactos "genealogias", aliás como se pode observar pela figura 75.

Em resumo, a seriação filética, tal como os outros tipos de seriação por similitude, assenta no processo de medir e avaliar a semelhança dos fenómenos a seriar. No caso da seriação filética, a semelhança avaliada é ao nível dos atributos característicos a um tipo de artefactos – quanto maior for o número de atributos partilhados por dois artefactos, maior será a relação entre os dois, e mais perto devem ser colocados na ordenação cronológica dos mesmos.

A diferença fundamental entre a seriação filética e os outros dois métodos de seriação por similitude, ocorrência e frequência, é o facto de o nível de semelhança não ser o atributo dos artefactos, mas sim os atributos das colecções ou indústrias como unidades de análise. A semelhança é avaliada pela presença/ausência de tipos de artefactos em cada colecção ou indústria (seriação por ocorrência, designada também seriação por incidência por Marquardt, 1982:409) ou pela frequên-

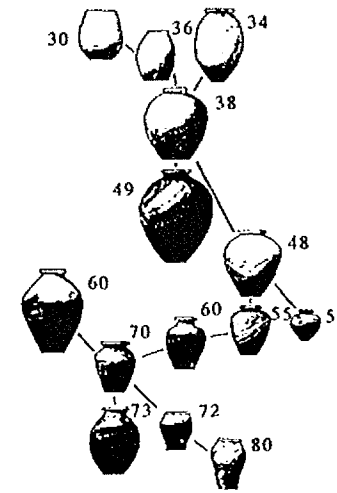


Figura 75. "Genealogia" de recipientes cerâmicos estabelecida por Petrie (in O'Brien e Lyman, 2000:88).

cia relativa desses tipos (seriação por frequência, designada por Marquardt, 1982:410, como abundância).

No seguimento desta avaliação, quanto maior for o número de tipos iguais presentes (ou a frequência idêntica dos mesmos, no caso da seriação por frequência) maior a semelhança entre colecções e mais próxima será a sua relação temporal e, portanto, mais próximas estarão na seriação. Neste método de seriação, tal como nos outros, o aspecto fundamental é o da inexistência de quebras absolutas na frequência com alterações radicais no tipo de artefactos, ou aquilo que pode ser tido como uma linha de tempo contínuo e um desenvolvimento gradual do atributos dos artefactos. Nesta perspectiva, é necessário relembrar o conceito de tipo histórico ou cronológico que antes se mencionara.

Os tipos ocorrem apenas durante um pequeno segmento do contínuo temporal, tendo assim uma "distribuição normal" do ponto de vista estatístico. A distribuição é representada por uma curva unimodal, quer numa perspectiva absoluta, quer relativamente aos outros tipos (O'Brien e Lyman, 2000:116) que, como já se referiu anteriormente, são produto da análise arqueológica. Essa curva representa o início do aparecimento de um determinado tipo, aumentando a sua frequência até um pico máximo, que pode não ser no centro da sua curva de existência temporal, a partir do qual diminui até deixar de existir. De facto, tal como Sinipoli afirmou (1991:74), o pressuposto fundamental da seriação assenta na natureza da mudança ou evolução artefactual: pressupõe-se que determinado artefacto é introduzido num sistema sócio-económico, e que a sua popularidade ou uso aumenta gradualmente, correspondendo este período ao pico da curva unimodal que se descreveu acima. O período de popularidade começa a diminuir até que o uso desse tipo desaparecerá completamente. Este tipo de frequências pode ser ilustrado ou numa tabela de duas entradas ou num diagrama, designado por "curvas de barco". No gráfico o eixo vertical corresponde ao tempo e o eixo horizontal indica a percentagem relativa de cada tipo num determinado momento.

Para se construir um gráfico é necessário calcular as percentagens de cada tipo dentro de cada unidade analítica, ou seja, dentro de cada colecção. Cada uma das colecções pode representar um sítio arqueológico (de superfície ou não), horizontes ou ocupações arqueológicas, ou ainda níveis artificiais de escavação de um sítio arqueológico, sendo possível comparar entre si todos estes tipos de unidades arqueológicas. Cada uma destas unidades analíticas deve corresponder a uma linha do gráfico, totalizando 100% (Figura 76).

Considere-se um exemplo hipotético, utilizando objectos verdadeiros – as chapas de matrícula dos automóveis portugueses dos últimos 25 anos. Neste período houve quatro tipos distintos de chapas de matrícula para os automóveis portugueses, que podem ser descritos da seguinte forma (sem estarem organizados temporalmente):

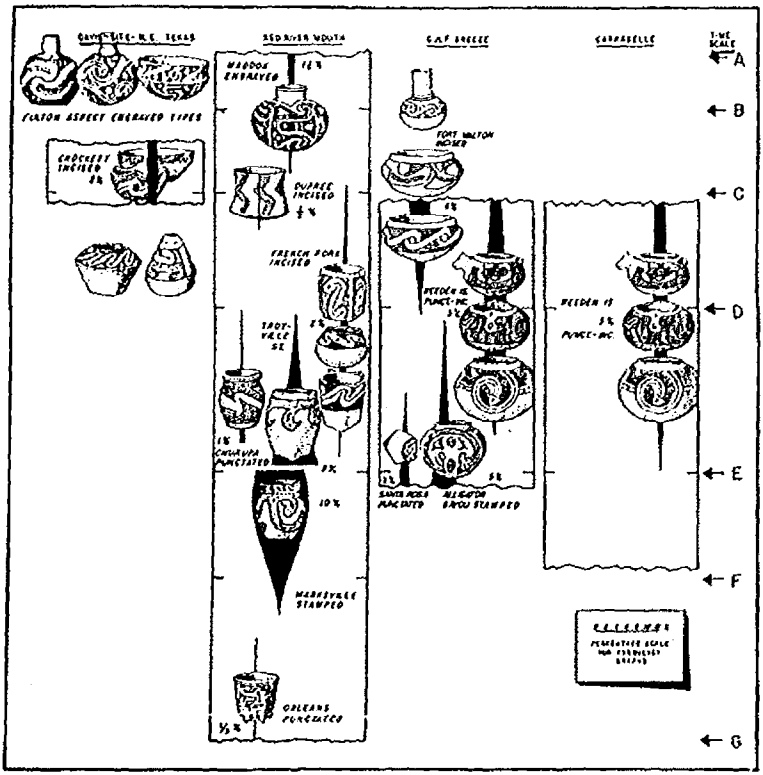


Figura 76. Exemplo de uma seriação com representação dos tipos cerâmicos. Esta seriação, construída por James Ford em 1952, correlacionou as sequências regionais do Nordeste do Texas, Louisiana e Florida (in Willey e Sabloff, 1993:167).

Tipo 1 – chapa branca com uma série de letras e números pretos, e com uma secção lateral com indicação da data do lado oposto ao do conjunto de estrelas; a série alfanumérica é formada por 3 pares, sendo os dois primeiros de números e o último de letras.

Tipo 2 – chapa branca com uma série de letras e números pretos; a série é formada por 3 pares, sendo o primeiro de letras e os seguintes de números;

Tipo 3 – chapa preta com uma série de letras e números brancos; a série alfanumérica é formada por 3 pares, sendo o primeiro de letras e os seguintes de números;

Tipo 4 – chapa branca com uma série de letras e números pretos; a série é formada por 3 pares, sendo os dois primeiros de números e o último de letras; tem ainda uma secção lateral azul com conjunto de estrelas amarelas.

Se tivéssemos cinco conjuntos hipotéticos de matrículas distanciados no tempo, estes seriam marcados pelas frequências da Tabela 12, sabendo-se que o conjunto D se encontrava em sobreposição ao conjunto E. A seriação destes conjuntos daria o resultado presente na Tabela 13 e na Figura 77. Note-se que, se não houvesse a sobreposição dos conjuntos D e E, não seria possível saber qual a direcção da seriação ou, de outra forma, qual o conjunto mais antigo e qual o mais recente. De acordo com esta seriação o Tipo 3 será o mais antigo, enquanto que o Tipo 1 é o mais recente.

Tabela 12.

Frequência em percentagens dos tipos de matrículas por conjuntos.

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	total %
Conjunto A	0	48	43	9	100
Conjunto B	55	7	1	37	100
Conjunto C	0	18	76	6	100
Conjunto D	5	37	5	53	100
Conjunto E	0	42	12	46	100

Tabela 13.

Seriação dos cinco conjuntos de chapas de matrícula. O eixo vertical reflecte o tempo, enquanto que o eixo horizontal reflecte o espaço.

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	total %
Conjunto B	55	7	1	37	100
Conjunto D	5	37	5	53	100
Conjunto E	0	42	12	46	100
Conjunto A	0	48	43	9	100
Conjunto C	0	18	76	6	100

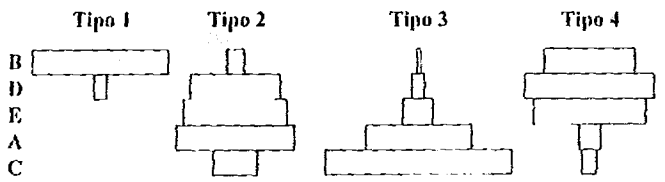


Figura 77. Diagrama da seriação das matrículas de automóveis.

Ford (1962:42 e Fig. 8) descreveu uma técnica simples para se obterem bons resultados na seriação. Faz-se através da transposição de cada uma das unidades analíticas para tiras de papel, utilizando todas a mesma escala e sendo as percentagens de cada tipo apresentadas em barras horizontais. Quando as curvas formadas pelas barras horizontais de cada tipo têm o mesmo padrão de curva unimodal, obtém-se a seriação cronológica do conjunto de unidades analíticas utilizadas (Figura 78).

Para além de incluir todos os tipos, indicar o aumento de frequência e o seu declínio, a seriação assenta em dois princípios simples: cada unidade analítica constitui uma amostra representativa da totalidade dos tipos existentes em si; e reflecte uma extensão limitada de tempo e de espaço. De facto, quanto menor for essa extensão, mais preciso e correcto será o resultado da seriação. Logicamente, se as amostras tiverem uma proveniência muito variada e distante entre si, a seriação pode estar a avaliar a variabilidade geográfica e não a cronológica.

Para O'Brien e Lyman (2000:118), existe um outro princípio que a seriação deve respeitar – o de que todas as colecções devem pertencer à mesma tradição cultural. Este princípio é respeitado, segundo eles, se se respeitar os dois primeiros princípios. Parece evidente que este princípio nem está correcto, nem é necessário para o bom funcionamento do método. Existem dois argumentos lógicos para refutar a posição desses autores. Em primeiro lugar, se este método for levado a cabo numa área cujos conhecimentos sejam ainda incipientes, pode não haver dados suficientes para definir a presença de uma ou mais tradições – é a própria seriação utilizada que vai ajudar a resolver essa questão; segundo, porque uma seriação pode, pelo menos teoricamente, incidir no momento de transição entre duas tradições culturais.

Em teoria, e como já se afirmou anteriormente, a seriação é uma metodologia que pode ser usada com qualquer tipo de artefacto, já que todos eles, sem excepção, seguem o

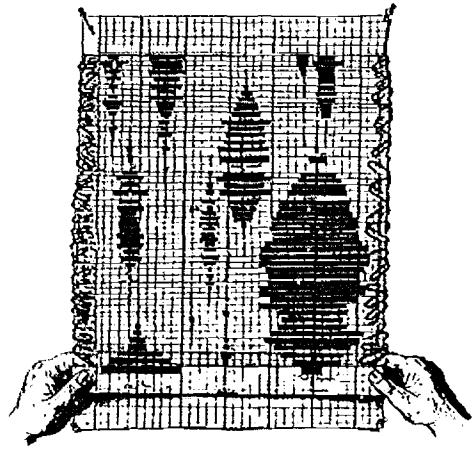


Figura 78. Ilustração preparada por James Ford para exemplificar o aspecto prático da construção de um diagrama resultante da seriação (in Thomas, 1998:248).

princípio fundamental da curva unimodal. A questão é definir quais os artefactos que demonstram ter uma existência suficientemente curta para que se possa delimitar essa curva no segmento de tempo que corresponde ao conjunto de unidades analíticas ou colecções com que se trabalha.

Em Pré-História, são poucos os tipos de artefactos que podem ser utilizados na seriação cronológica. Este facto deve-se à simples razão da evolução artefactual ser marcada pela alteração nos atributos ao nível dos tipos ou dos grupos (O'Brien e Lyman, 2000:109). Há cerca de uma década, Biers referiu que

> "Pode dizer-se que a característica particular ou distintiva que faz um objecto ser notado é o seu estilo. Uma mudança na sua aparência, ou nos detalhes ou atributos desta, é tida como mudança ou desenvolvimento estilístico (...) Quando se observam diferenças na aparência de dois objectos do mesmo tipo, estão a observar-se alterações estilísticas." (Biers, 1992:25).

Ora este aspecto é importante no que concerne a seriação, porque a evolução artefactual é lenta e bastante estável no que toca a aspectos tecnológicos e mais rápida e instável no caso dos decorativos ou estilísticos (veja-se a discussão sobre esta matéria de Plog, 1982, de Rice, 1987:244--245 e de Shepard, 1980:314-315). Podemos a título de exemplo olhar para a moda da decoração pessoal, na qual a tecnologia se mantém bastante estável, mas os atributos da moda mudam de ano para ano, ou mesmo de estação para estação. No entanto, existem modas que têm durações mais longas do que apenas um ano. É o caso de alguns penteados, como o penteado *punk* com a «crista» ou os óculos clássicos da *Ray-Ban*, que tiveram grande aceitação, respectivamente durante os anos 70 e 80.

Assim, apenas algumas classes de artefactos podem servir para a construção de seriações. São aqueles que se revestem de uma marca claramente estilística e que, por isso, apresentam elementos decorativos que simbolizam e individualizam, seja um determinado grupo ou sociedade, our um indivíduo dentro desse grupo – aquilo que Sackett denominou o estilo isocréstico (1977 e 1982). Nem todas as classes de artefactos podem ter essa funcionalidade, quer devido à matéria-prima com que são fabricados, quer devido ao objectivo com que foram produzidos. Em geral, raros são os artefactos líticos que podem ser utilizados em seriação. A pedra lascada não se presta à obtenção de elementos decorativos, devido à sua falta de plasticidade. Contudo, existem elementos líticos que podem ser utilizados na seriação como, por exemplo, as pontas de projéctil; potencial, aliás, que Weissner (1983) demonstrou através dos seus estudos etnoarqueológicos com os San do deserto do Calaári. Os elementos tipológicos não funcionais (por vezes denominados estilísticos) presentes em material lítico muitas vezes

servem para individualizar um grupo dos demais que usam determinado ecossistema, pelo que a carga simbólica e decorativa tende a aparecer nesses artefactos – veja-se o exemplo dos fácies Solutrense Cantábrico e Mediterrânico com a presença de diferentes tradições de pontas bifaciais e de pedúnculo lateral. É de notar, contudo, que este tipo de artefactos tem uma frequência muito baixa no contexto de um sítio arqueológico, e, logicamente, nunca estas pontas foram utilizadas numa seriação devido à inexistência de amostras que permitam traçar uma seriação com significado.

O grupo de artefactos mais utilizado em seriação é a cerâmica. Esta, de grande plasticidade, é facilmente decorável e reflecte todo um cenário cultural, desde aspectos funcionais a simbólicos, passando por sociais e políticos (Plog, 1982). Necessariamente, um grupo mais ou menos alargado de cerâmicas, dentro de um horizonte arqueológico, vai espelhar modas que se revelam perfeitas para a sua utilização em seriação. Numa determinada amostra de cerâmicas, haverá necessariamente alguns tipos, provavelmente minoritários, que estão decorados. Apesar de serem minoritários, são em geral numericamente significativos para que possam ser usados na seriação, formando vários tipos identificáveis e suficientemente importantes para que reflictam as alterações e evoluções estilísticas dentro de determinado grupo. Neste caso, contudo, existe um número de artefactos de cerâmica comum que tende a ser excluído deste estudo devido à pouca informação cronológica que lhes é inerente.

No sentido de tornar a seriação mais inclusiva, tem sido usado ocasionalmente um outro método tipológico – é o chamado variedade-tipo (*Type-variety method*) posto em prática pela primeira vez em 1958 por Wheat, Gifford e Wasley (in Sinopoli, 1991:52; ver também Rice, 1987:284). Neste método, a designação **tipo** indica uma classe alargada de cerâmicas, definida por um conjunto pequeno de atributos. As **variedades** relacionam-se com os tipos através de alguns atributos menores. A variedade está limitada geográfica e temporalmente (daí a sua utilidade na seriação), sempre dentro do âmbito do tipo, enquanto que o tipo tem uma dispersão muito maior nessas duas dimensões. A variedade têm que ter uma diversidade pequena no que concerne ao acabamento da superfície do pote, aos seus elementos decorativos ou mesma à pasta em relação ao seu tipo.

O principal aspecto do método variedade-tipo reside no facto de ajudar a elaborar um sistema estruturante ao nível regional para a descrição de cerâmicas, para que cerâmicas de várias áreas possam ser comparadas e organizadas geográfica e cronologicamente. Nesta técnica, os tipos são designados por um sistema binário terminológico. O primeiro termo designa a região e o segundo indica um atributo estilístico, nomeadamente o tipo de decoração ou o tratamento da superfície. A variedade tem apenas uma designação que reflecte determinada característica dessa variedade, como o

nome do sítio onde aparece, um elemento decorativo ou um elemento tecnológico. Em termos muito genéricos, transportando este método para a Pré-História portuguesa, poderíamos designar como tipo a cerâmica campaniforme, sendo exemplos de variedades a taça tipo Palmela e os vasos em formato de campânula invertida.

Enquanto que o método de datação relativa da tipologia tem sido frequentemente utilizado no estudo da Pré-História portuguesa, a seriação nunca o foi. De facto, após o trabalho de Petrie descrito acima ou o do inglês John Evans sobre moedas romanas (O'Brien e Lyman, 2000:84-94), a seriação raramente foi utilizada na Europa. Esta lacuna metodológica em Portugal deve-se muito provavelmente a dois factores. O primeiro relaciona-se com o facto de uma percentagem muito alta das cerâmicas pré-históricas portuguesas não apresentar elementos decorativos e, por isso, não existirem os tipos mais eficientes para a construção de uma seriação. O segundo factor é a existência de um conhecimento cronológico suficientemente bom, com base na tipologia, que permitiu, na maioria dos casos, uma atribuição cronológica a um conjunto de artefactos, mais ou menos precisa mas suficientemente exacta sem recurso a métodos de datação absoluta. Contudo, seria interessante experimentar o método que, com certeza, teria alguma utilidade na organização dos tipos cerâmicos pertencentes à faixa cronológica que vai do Neolítico Médio ao final do Calcolítico.

6

Climatoestratigrafia e Geocronologia

O problema da datação em arqueologia resolveu-se apenas parcialmente com a utilização da estratigrafia, tipologia e seriação artefactual. De facto, relacionado com a estratigrafia, mas fora do âmbito directo de conjuntos artefactuais, existe um conjunto de métodos frequentemente utilizados, principalmente no caso da Pré-História antiga. Estes métodos de datação dependem, em quase todos os casos, de uma associação entre a estratigrafia e um método de datação absoluta, servindo este último como âncora calendárica para a determinação da idade ou do período de tempo a que se refere determinado evento geológico ou climático.

Os eventos que são a base dos métodos de datação objecto deste capítulo prendem-se com o arrefecimento geral do globo, com início há cerca de 2,5 milhões de anos. O arrefecimento, que se reflectiu marcadamente no registo geológico, transparece através do aparecimento da Idade Glaciária, também designada por Quaternário (Lowe e Walker 1997; Shackleton *et al.*, 1984), exactamente a era da escala geológica na qual se dá o aparecimento da humanidade.

No âmbito das alterações físicas do globo terrestre aparecem na bibliografia dois termos, geocronologia e climatoestratigrafia (Aitken e Stokes, 1997; Holliday, 2001; Lowe, 2001), reunindo o conjunto de métodos composto pelos ciclos glaciários, sequências polínicas, varvas, moreias, estádios isotópicos do oxigénio (OIS), susceptibilidade magnética, polaridade magnética e, finalmente, a dendrocronologia. Existem, no entanto, outros termos usados para nomear e agrupar os métodos acima referidos: métodos geológicos (Hester, 1997:342), métodos dependentes de parâmetros climáticos (Soares, 1996:109; Renfrew e Bahn, 1991:109) e estratigrafia (Rapp e Hill, 1998:153), todos eles no contexto daquilo que Holliday denomina a geociência (Holliday, 2001:4).

Alguns destes métodos baseiam-se em conceitos pensados ainda no século XIX, sendo o ponto de sustentação, de facto, a perspectiva de que existe uma ciclicidade de determinados fenómenos, todos eles dependentes de factores climáticos, ou, em alternativa, das forças motrizes que impulsionam a evolução climática terrestre. Um desses elementos foi desenvolvido pelo astrónomo sérvio Milutin Milankovitch em 1924 (Hedges, 2001:10), dando lugar à conhecida perspectiva denominada "Teoria de Milankovitch", secundada mais tarde pelo trabalho de Emiliani (1955) sobre a evolução da temperatura durante o Plistocénico com base no rácio dos isótopos de oxigénio.

6.1. Os ciclos de Milankovitch

As variações climáticas gerais do globo terrestre parecem ter tido origem nas alterações da disposição geométrica dos corpos celestes mais próximos, a Lua e o Sol, e principalmente na relação da posição deste último com a Terra. Esta teoria foi primeiro referida pelo escocês James Croll, em meados do século XIX (Holliday, 2001: 16; Lowe, 2001:10). Foi, contudo, Milankovitch que perto de uma centena de anos mais tarde acabou por elaborar a teoria astronómica da variação climática da Terra, também conhecida por Teoria de Milankovitch, e que serviu de base para a compreensão do fenómeno como actualmente é conhecido.

A Teoria de Milankovitch consiste na afirmação de que o clima terrestre tem variações estruturais de longa duração, dependendo estas de alterações regulares e previsíveis da geometria da órbita e eixo terrestres, com consequências directas na direcção da força da gravidade do planeta. Há três elementos orbitais que têm impactos directos na variação climática da Terra (Aitken e Stokes, 1997:12; Holliday, 2001:17; Lowe, 2001:10):

- a excentricidade;
- a obliquidade;
- a precessão dos equinócios.

A excentricidade é o fenómeno de variação da geometria da órbita da Terra em redor do Sol e que se altera de uma forma mais circular para uma forma mais elíptica seguida do fenómeno inverso. A duração destes ciclos orbitais é de cerca de 100 000 anos. O fenómeno da **obliquidade** refere-se ao grau de inclinação do eixo de rotação terrestre em relação ao seu plano orbital (actualmente é de cerca de 23°30', mas a sua variação oscila entre os 21°39' e 24°36') com ciclos de cerca de 41 000 anos. **A precessão dos equinócios** é o movimento retrógrado dos pontos equinociais resultante do

movimento cónico lento do eixo de rotação da Terra em torno de uma posição média, ou seja a oscilação do eixo terrestre em redor do seu ponto médio. Aquela oscilação origina uma mudança constante nas estações do ano, dependendo da aproximação da Terra ao Sol, bem como da obliquidade e excentricidade, fenómenos referidos acima. O ciclo do fenómeno da precessão equinocial é de entre 19 000 e 23 000 anos.

Os ciclos de 19 a 23 mil anos foram os responsáveis pelas variações climáticas do Pliocénico anterior a cerca de 2,6 MA, os ciclos de 41 000 anos tiveram um maior impacto nos ciclos glaciário-interglaciário da primeira metade do Quaternário, enquanto que os de 100 000 anos parecem ter dominado principalmente a segunda parte do Quaternário (Ruddiman *et al.*, 1986; Shackleton *et al.*, 1990; Holliday, 2001; Lowe, 2001:17). Existem outros factores importantes na alteração climática da Terra, como as emissões eruptivas, a circulação das águas oceânicas e a instabilidade dos gelos polares, tendo estes impactos menores nos ciclos climáticos do globo.

Segundo Milankovitch, a combinação dos ciclos daqueles três fenómenos astronómicos da Terra está na origem das variações climáticas de longa duração do planeta que têm como elemento principal a alteração da temperatura da superfície terrestre. E esta é, por sua vez, directamente dependente do grau de radiação solar. A quantidade de radiação, por seu turno, depende da excentricidade da órbita terrestre, enquanto que a forma como essa radiação se distribui pela superfície terrestre depende das outras duas variáveis, a obliquidade e a precessão.

Estes fenómenos foram determinados através da definição de fórmulas matemáticas cuja precisão tem aumentado desde a sua elaboração inicial por Milankovitch, principalmente como resultado da grande quantidade de dados climáticos obtidos desde a sua formulação. De facto, os primeiros dados que vieram confirmar inequivocamente a Teoria de Milankovitch foram resultantes dos estudos da variação dos isótopos de oxigénio feitos em sequências marinhas de grande profundidade nos anos 50 e 60 (Emiliani, 1955; Aitken e Stokes, 1997:2; Lowe, 2001:10).

6.2. A Idade Glaciária

O Quaternário, a mais recente e actual era geológica, está marcado pela presença do que tradicional e popularmente se designa pela Idade dos Gelos. Esta época, também designada por Plistocénico devido às suas alterações climáticas cíclicas, pode ser utilizada como método de datação, uma vez que o início e o fim das suas várias fases estão convenientemente datados ou, de outra forma, ancorados na escala calendárica solar. De facto, o Plistocénico é o primeiro dos dois períodos do Quaternário, sendo o segun-

do o Holocénico, que corresponde à última interglaciação ainda em desenvolvimento. Estes dois períodos do Quaternário são subdivisões da periodização geológica que se conhece desde o século XIX.

A **periodização geológica** ou "escala geocronológica é composta por divisões estratigráficas padrão, baseadas em sequências de formações rochosas (escala cronoestratigráfica) e calibradas em anos (escala cronométrica)" (Harland *et al.*, 1990:1, in Holliday, 2001:7). A **cronoestratigrafia** é a organização de rochas ou sedimentos com base na sua relação cronológica. A **bioestratigrafia** e a **litoestratigrafia** são técnicas que podem ajudar a construir a cronoestratigrafia e são, respectivamente, a organização de depósitos geológicos através das suas características biológicas, isto é, através dos seus conteúdos fósseis animais e vegetais, e litológicas.

Existe alguma diversidade na definição temporal dos períodos geológicos que concernem à arqueologia pré-histórica. Apesar de existir uma forte tendência para manter a divisão entre Plistocénico e Holocénico, esta é apenas arbitrária e útil principalmente para a arqueologia. Numa perspectiva meramente geológica, o Holocénico é somente o último estádio interglaciário do Plistocénico, não havendo diferenças estruturais entre um e outro períodos, ou mesmo entre o Holocénico ou qualquer outra interglaciação anterior (Holliday, 2001:9). A sua existência como unidade cronoestratigráfica serve particularmente a Pré-História, período em que se dão acontecimentos tecnológicos, económicos e sociais directamente relacionados com a produção de alimentos e com a domesticação. Do ponto de vista geológico, está bem definido o momento de separação entre o Plistocénico e o Holocénico.

O Quaternário encontra-se marcado por uma tendência climática de arrefecimento moderado, já no fim do Cenozóico, que se caracteriza por um arrefecimento importante da crosta terrestre. Este arrefecimento está marcado por várias fases denominadas glaciações, que se alternam com períodos de aquecimento designados interglaciações. Durante esses longos períodos de aquecimento (interglaciários) e de arrefecimento (glaciários), que correspondem, respectivamente, a regressões e transgressões das calotes de gelo polares, existiram períodos mais curtos de arrefecimento (estadiais) e de aquecimento (interestadiais). Estes parecem ter durado entre 500 a 1000 anos cada, dentro de ciclos climáticos com duração de 10 a 15 000 anos denominados "Ciclos de Bond", inferiores aos de 100 000 e 41 000 anos, referidos anteriormente, (Holliday, 2001:17).

A questão principal no contexto de uma definição do que é o Quaternário depende de uma utilização padrão do tempo geológico. Esta definição foi objecto de encontros e associações internacionais (Congresso Internacional de Geologia e Associação Internacional de Ciências Geológicas – o corres-

pondente ao UISPP [Union Internationale des Sciences Préhistoriques et Protohistoriques] em Arqueologia), com base em cortes, cuja utilização para esse fim é acordada internacionalmente.

A primeira tentativa de definição do limite padrão entre o Pliocénico e o Plistocénico, ou seja, o início do Quaternário, foi em 1948. Mas foi só em 1972 que um corte geológico foi apresentado como base dessa transição. Este corte, situado em La Castella (Itália), foi proposto no início do século XX para tal efeito. Após vários problemas, foi aceite internacionalmente um outro corte, também em Itália, em Vrica (Holliday, 2001:11), que serve de referência ainda hoje. O limite padrão é definido pela presença de algumas espécies de fauna marinha adaptadas a águas frias na zona do Mediterrânico.

A definição cronométrica deste limite tem sido muito diversificada, com estimativas dos 400 mil anos até aos 4 milhões de anos (MA) (Haq *et al.*, 1977), mas com base no corte de Vrica o momento de transição entre o Pliocénico e o Plistocénico está neste momento definido como 1,8 MA, no final do evento normal de polaridade magnética denominado Olduvai (Pasini e Colalongo, 1997), apesar desta definição ser ainda muito contestada. As razões da controvérsia assentam principalmente em questões climáticas, relacionadas com fases de arrefecimento, pelo que existem investigadores que advogam o início do Plistocénico para um momento entre os 3 e os 2 MA, mais concretamente para o início da época de polaridade inversa denominada Matuyama, há cerca de 2,6 MA (Holliday, 2001:11).

A baliza temporal entre o Plistocénico e o Holocénico também não é pacífica. A contestação desta baliza deve-se a várias razões, entre as quais o facto de as alterações registadas neste evento serem caracterizadas por uma grande diversidade regional, nomeadamente no que diz respeito à fauna, flora e clima. Como consequência, existem investigadores que argumentam no sentido de que essa fronteira geológica deve ser considerada diacrónica, dependendo o seu momento da região que se analisa (Watson e Wright, 1980). Apesar da validade desta proposta, ela vai contra a definição do conceito de cronoestratigrafia, segundo o qual os critérios devem ser universais, daí que tenha sido acordada arbitrariamente a data de 10 000 BP em 1969 num congresso do INQUA (International Quaternary Association). Note-se, porém, que esta data se deve apenas ao facto de constituir um número redondo e simples (Hopkins, 1975:10), sensivelmente a meio do final do Último Máximo Glaciário e do pico do aquecimento durante a fase atlântica, já no Holocénico e também após um pico muito frio, o Dryas III, que teve lugar por volta dos 10 400 BP.

Com a definição do Plistocénico estabelecida, facilmente se verifica que este tem uma subdivisão tripartida, o Plistocénico Inferior, Médio e Superior. O Plistocénico Inferior encontra-se balizado pelo fim do evento Olduvai e o fim de Matuyama, isto é, sensivelmente entre 1,8 e 0,7 MA,

enquanto que o Plistocénico Médio teve o seu fim por volta dos 115 000 anos, correspondendo ao OIS (*Oxygen Isotope Stage*) 5e. Nas duas últimas fases do Plistocénico, incluíam-se quatro glaciações, denominadas, da mais antiga para a mais recente, Günz (0,9 e 0,7 MA), Mindel (0,6 e 0,48 MA), Riss (380 000 e 115 000 anos) e Würm (85 000 e 10 000 anos). Actualmente, estas designações são pouco utilizadas, com excepção dos pré-historiadores. A sua rara utilização deve-se, por um lado, ao número de ciclos glaciações-interglaciações ser muito superior aos quatro descritos tradicionalmente (Aitken e Stokes, 1997:4) e, por outro, aos intervalos de tempo reconhecidos para cada uma dessas glaciações serem muito grandes, havendo outras periodizações muito mais precisas, nomeadamente a resultante do estudo da variação dos isótopos de oxigénio (OIS) e a zonação polínica.

6.3. Variação isotópica do oxigénio

Os resultados mais detalhados sobre evolução climática resultam do estudo dos sedimentos oceânicos de grande profundidade e dos gelos selados nos glaciares. Quer num caso quer noutro, o que permite esse registo preciso da evolução climática é o facto de a sedimentação e deposição se fazerem de forma contínua e lenta (Holliday, 2001:14). As bacias oceânicas retiveram um registo contínuo e completo do passado climático num só ambiente estanque, ao contrário do que aconteceu nos depósitos terrestres, marcados por uma grande diversidade de contextos geológicos, sempre regionais e parciais. Por isso, os sedimentos oceânicos de grande profundidade apresentam um registo completo do longo e complexo processo cíclico do clima terrestre, enquanto que os gelos dos glaciares nos mostram registos exactos dos níveis de precipitação, temperatura, composição atmosférica e actividade vulcânica (Holliday, 2001:14).

Para a construção de uma periodização ou escala de referência, o elemento primordial é a variação isotópica do oxigénio. Esta variação está inscrita em fósseis de microfauna marinha, geralmente foraminífera, que se encontram nos sedimentos finos argilosos do fundo oceânico e começaram a ser estudados nos anos 50, com a obtenção de colunas sedimentares marinhas (*deep sea cores*).

Alguns microorganismos marinhos formam, durante a sua vida, esqueletos rígidos à base de carbonatos e sílicas. Um dos elementos químicos destes compostos é o oxigénio, provindo este directamente da água em que esses microorganismos vivem. Deste modo, e devido à formação dos esqueletos, os fósseis desses organismos reflectem as variações isotópicas do oxigénio, existentes devido à evolução climática.

O mecanismo base deste fenómeno é conhecido como **fraccionamento isotópico**. No caso do oxigénio, existem três isótopos, ^{18}O, ^{17}O e ^{16}O, sendo o

primeiro o mais pesado e comum. Apesar de os isótopos terem comportamentos químicos semelhantes, nalguns casos como o da evaporação, em geral dependente de temperatura, as reacções são diferentes entre os isótopos pesados e os isótopos leves, dando-se o enriquecimento ou empobrecimento dos últimos. A diferença ou rácio entre ^{18}O e ^{16}O é expressa pela grandeza δ, e representa o desvio na quantidade de ^{18}O, numa determinada amostra, em relação à quantidade presente expresso em permilagem (PDB, ou Pee Dee Belemnite, carbonato fóssil marinho – *Belemnitella americana* – é proveniente de uma formação com o mesmo nome de idade cretácica que se encontra localizada no estado americano da Carolina do Sul) no padrão internacional acordado.

O fenómeno do fraccionamento isotópico, no caso do oxigénio, que permite o estudo da evolução climática é a evaporação. Quando esta se dá, tende a remover as moléculas mais leves do $H^{16}O$, deixando o isótopo pesado, ^{18}O, na água, aumentando assim a sua frequência relativa. Durante as fases de glaciação, as calotes de gelo polares expandem-se, a água dos mares é removida por evaporação, concentrando-se o ^{16}O nos gelos dos glaciares, enquanto que o ^{18}O se concentra nas águas salgadas oceânicas, tornando-a "isotopicamente pesada". No momento das interglaciações, quando a temperatura sobe e os gelos se derretem, o ^{16}O retorna às águas dos oceanos, tornando-as "isotopicamente leves" (Lowe, 2001:11).

Nos primeiros estudos de variação isotópica, feitos no início dos anos 50 (Emiliani, 1955) e considerados uma verdadeira revolução na área dos estudos climáticos (Rapp e Hill, 1998:104), a variação foi conceptualizada como reflectindo temperaturas da água onde os *foraminifera* se tinham formado (Aitken e Stokes, 1997:10; Holliday, 2001:14). Contudo, estudos mais recentes provaram que essas variações não eram resultantes das alterações de temperatura, mas sim do desenvolvimento do volume glaciário e que, por essa razão, reflectiam a evolução global paleoclimática. O volume de gelo dos glaciares aumenta nos momentos de glaciação e diminui nas interglaciações havendo um desequilíbrio da quantidade de água nos mares e fazendo com que o rácio $^{18}O/^{16}O$ se altere tanto nos mares como nos glaciares.

Para a composição de um quadro de periodização com base na variação isotópica do oxigénio são necessárias duas condições (Lowe, 2001:11): uma forma de datar os horizontes principais da sequência para que se conheça a duração do tempo de vários destes ciclos; e uma base matemática para calcular a consistência e a periodicidade dos ciclos. Segundo Lowe (2001:11), estas duas condições estão preenchidas uma vez que a primeira condição foi satisfeita com o uso de outros métodos de datação como o radiocarbono e o paleomagnetismo, enquanto que a segunda se verificou através de análise espectral dos dados, mostrando esta ciclos de 100, 41, e entre 24000 e 19000 anos, idênticos, portanto, aos ciclos apontados anteriormente pela Teoria de Milankovitch, o que veio provar que o mecanismo primordial da

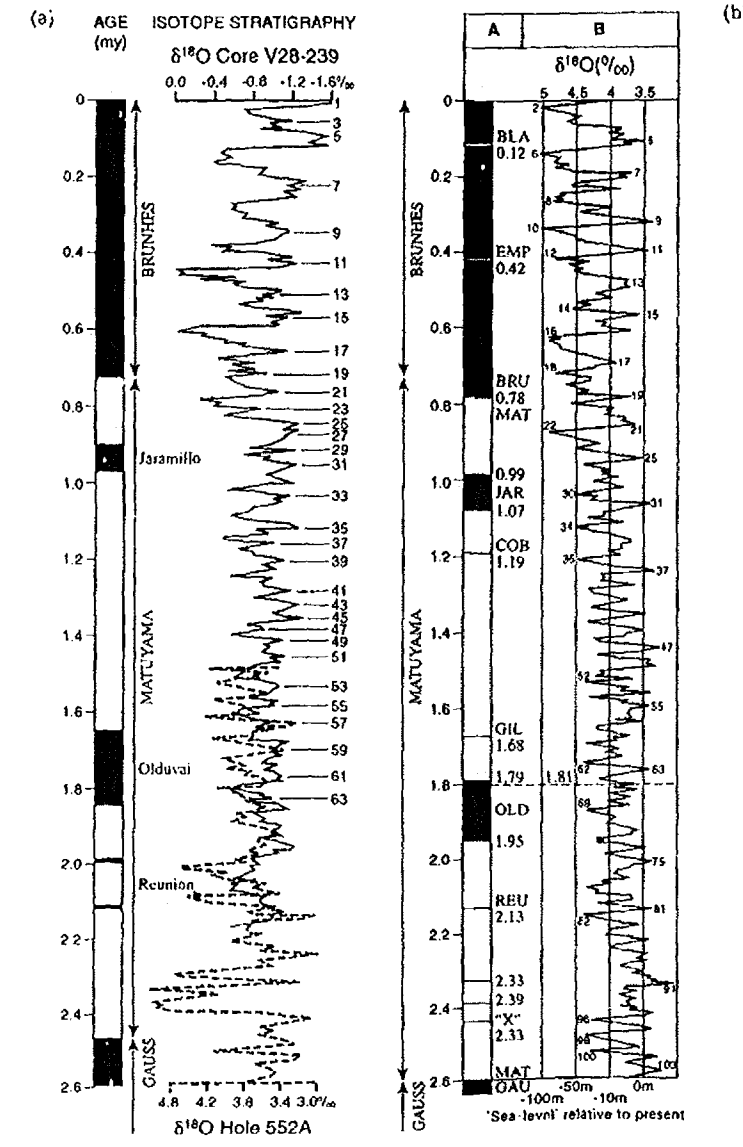


Figura 79. a) Perfil composto das colunas sedimentares V28-239 e Hole 552A comparada com b) curva isotópica do oxigénio de ODP (677). Os números em cada curva são OIS. A escala paleomagnética (à esquerda de cada curva OIS) em a) é construída com base em datações radiométricas e em b) com base na escala cronológica orbital (segundo Lowe, 2001:12).

evolução climática é, de facto, o conjunto de fenómenos astronómicos cíclicos da Terra.

Com este conjunto de fenómenos é possível construir uma curva que reflecte os picos correspondentes ao avanço e recuo dos glaciares e que, indirectamente, reflecte as variações gerais de temperatura, com momentos quentes e regressão dos glaciares e, consequentemente, aumento do ^{16}O nas águas oceânicas, seguidos por momentos frios (glaciações) e expansão dos glaciares e aumento de ^{18}O nas águas dos mares. Cada um destes picos corresponde a um estádio, formando aquilo que se designa por OIS ou *Oxygen Isotope Stage*. Estes estádios são numerados a partir do 1, no presente (OIS 1, correspondendo ao interglaciário holocénico), aumentando gradualmente para o passado (Figura 79). Os estádios designados por números ímpares são quentes, enquanto que aqueles que são pares correspondem a momentos frios ou glaciações. Contudo, existem alguns erros nessa classificação.

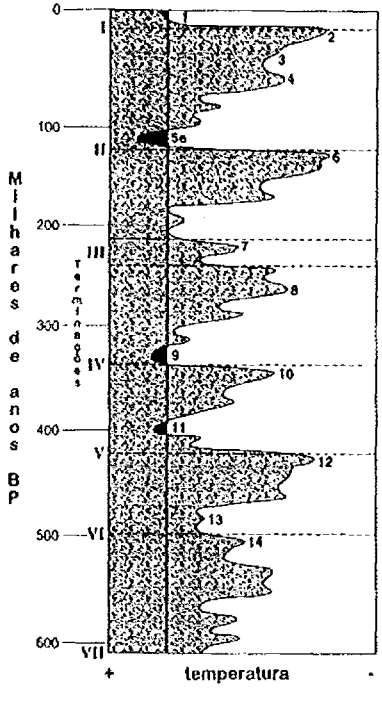


Figura 80. Representação esquemática da variação isotópica do oxigénio dos últimos 600 mil anos. A numeração árabe corresponde aos OIS, enquanto que a numeração romana corresponde aos momentos de terminação das glaciações. Note-se que o volume de gelo (representado pelo área sombreada) aumenta conforme a temperatura diminui (adaptado de Lowe, 2001:13).

Na definição inicial do esquema *Oxygen Isotope Stage*, o OIS-3 foi considerado incorrectamente um período interglaciário. De facto, o período que medeia OIS-5 e OIS-2 (cerca de 130 000 a 18 000 anos) está mais bem representado estratigraficamente nas várias colunas sedimentares analisadas do que o período anterior, devido à compressão deste último. Assim, o OIS-5 é subdividido em cinco subestádios, de *a* a *e* (estes são também conhecidos como horizontes e são designados alfabeticamente, ainda que haja por vezes indicações numéricas para esses horizontes – Aitken e Stokes, 1997:12). Neste momento, apenas o estádio 5e é considerado como sendo u na interglaciação (também conhecida como *Eem* ou interglaciação Riss-Würm), enquanto que os restantes subestádios de OIS-5, OIS-4, OIS-3 e OIS-2 são de facto variações isotópicas da última glaciação (Figura 80). O início de cada estágio interglaciário é abrupto, pelo que cada um destes é agora denominado *Termination*, numerados do mais recente para o mais antigo.

6.4. Polaridade magnética

Como se sabe, existe um campo magnético da Terra que é marcado por um fluxo constante que tem variações, quer na sua força, quer na sua direcção, dependentes de um conjunto de influências geofísicas externas (Lowe, 2001:13 e 14). A origem deste campo magnético é uma força dinâmica provocada pelo núcleo central fluido do interior do planeta (Barendregt, 1984:102). Os pólos magnéticos variam de localização geográfica (a declinação magnética de que se falou aquando da prospecção devido à utilização de cartografia) e, por vezes, dá-se uma inversão completa na polaridade, significando isto que o pólo magnético que se encontra presentemente a norte passa a ser no sul e vice-versa.

A força, declinação, inclinação e polaridade do campo magnético terrestre denominam-se "Magnetismo Natural Remanente" ou NTR (*Natural Remanent Magnetism*), reflectindo um conjunto de variações (Barendregt, 1984:106; Lowe, 2001:14). Estas variações magnéticas recentes, na ordem de minutos ou mesmo graus, podem ser registadas por instrumentos e registos históricos. No caso de variações antigas, podem ser verificadas no registo estratigráfico geológico e arqueológico, denominando-se este tipo de estudo **magnetoestratigrafia**. Os estudos magnetoestratigráficos são possíveis essencialmente porque cristais e partículas sedimentares finas tendem a alinhar-se na direcção do campo magnético prevalecente. Assim, em formações de origem vulcânica, os cristais que são ricos em elementos ferromagnéticos tendem a alinhar-se durante o arrefecimento, enquanto que em sistemas de sedimentação lacustre as partículas finas alinham-se durante os momentos de suspensão, mantendo depois esse mesmo alinhamento magnético.

Existem três vias de estudo das características magnéticas litológicas e sedimentares: a susceptibilidade magnética, tema da próxima secção; o arqueomagnetismo, um dos temas a abordar no último capítulo desta segunda parte; e, finalmente, a Inversão da Polaridade Magnética ou paleomagnetismo, tema principal desta secção.

A inversão da polaridade, acima mencionada, tende a dar-se em eventos rápidos e repentinos, demorando em média cerca de 10 000 anos (Barendregt, 1984:104; Lowe, 2001:14). À situação de polaridade magnética actual convencionou-se chamar "Normal", enquanto que a configuração oposta é designada como "Inversa". Cada uma destas configurações tende a manter-se durante longos períodos de tempo, designados por **Épocas** de polaridade, com durações de várias centenas de milhares de anos (a actual dura já há cerca de 800 000 anos). Dentro de cada Época ocorrem momentos de inversão com durações muito mais curtas e que se designam por **Eventos**. Para além destes fenómenos, existem ainda as chamadas **Excursões**, que são fenómenos de migração superiores a 45° da posição dos pólos.

Uma vez que estes fenómenos de inversão da polaridade magnética se encontram registados em mais de 60 estratigrafias de origem vulcânica localizadas na Europa, África e América (Barendregt, 1984:105), foi possível elaborar uma escala (Figura 81), com base em datações pelo método do potássio-árgon, que chega aos 5 MA (Stenberg, 1997:346; Lowe, 2001:14). Contudo, enquanto que as três últimas inversões, isto é Brunhes/Matuyama há 0,73 MA, Matuyama/Gauss há 2,47 MA e Gauss/Gilbert há cerca de 3,41MA, estão datadas inequivocamente, os fenómenos mais antigos não são tão precisos porque o número de datações é inferior. Os Eventos e Excursões também não têm datações tão seguras como a das Épocas e as suas idades são obtidas por interpolação.

A escala de polaridade magnética pode também ser detectada nas colunas sedimentares marinhas, desde que estas sejam suficientemente longas e que não tenham sido depositadas demasiado devagar, pois nesses casos provocam uma compressão sedimentar que não se coaduna com o paleomagnetismo. Nos casos em que é possível reconstruir uma escala, os resultados são comparáveis com os da variação isotópica do oxigénio, podendo assim ser construída uma escala integrada designada SPECMAP (Lowe, 2001:15) e que serve como padrão cronológico.

A escala SPECMAP pôde ser elaborada porque se torna possível correlacionar os fenómenos da variação isotópica e da inversão paleomagnética, uma vez que são, de forma geral, sincrónicos. Foi desenvolvida por Imbrie *et al.* em 1984, tendo sido utilizada a escala temporal astronómica, e os seus ciclos idênticos ao da variação isotópica do oxigénio, para uma maior precisão e calibração das curvas obtidas por paleomagnetismo e pela variação isotópica do oxigénio. Exemplo desta

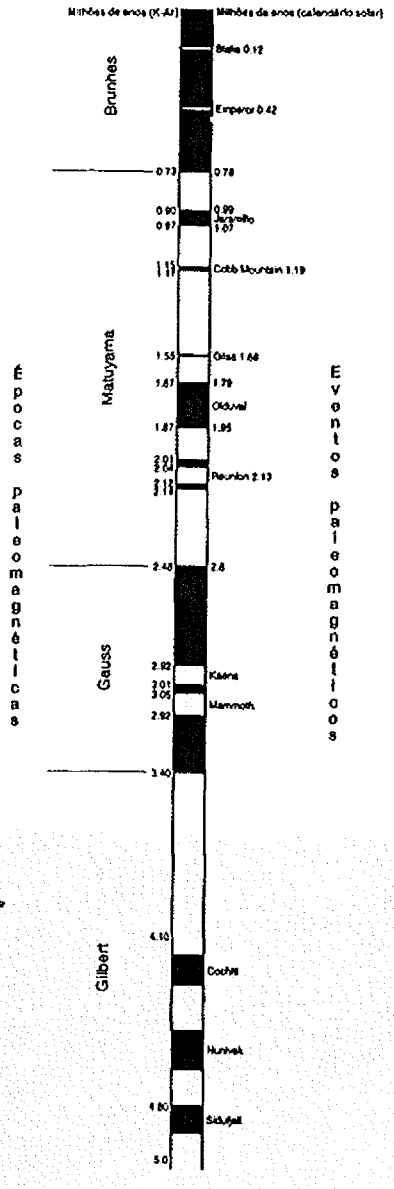


Figura 81. A escala paleomagnética para os últimos 5 MA. Os segmentos escuros indicam polaridade normal, enquanto os claros indicam polaridade invertida. Datas radiométricas aparecem à esquerda, e as datas calibradas em relação ao calendário orbital aparecem à direita (adaptado de Lowe, 2001:15).

calibração é a relocalização temporal da fronteira Brunhes/Matuyama, que o método potássio-árgon coloca em 0,73 MA, enquanto que a escala SPECMAP a coloca próximo dos 800 000 anos (Lowe, 2001:16). Uma outra curva, mais detalhada, foi depois construída para os últimos 300 000 anos por Martinson *et al.* (1987) (Figura 82), com grande interesse para a Pré-História europeia.

6.5. Susceptibilidade Magnética

A susceptibilidade magnética pode ser utilizada como método de datação porque o clima, através de fenómenos como a pedogénese, afecta directamente a susceptibilidade magnética dos sedimentos e, portanto, torna-se possível "ancorar" a curva resultante deste tipo de análise a outras curvas climáticas que estejam datadas (Sternberg, 2001:76). De facto, este fenómeno acontece com os elementos magnéticos como a magnetite encontrada nos loesse das latitude norte da América, Europa e Ásia, onde a susceptibilidade magnética tem sido utilizada com muito sucesso para correlacionar sequências e as variações isotópicas do oxigénio (Rapp e Hill, 1998:156).

Actualmente, na Europa, está a ser desenvolvido por Ellwood um processo semelhante para ambientes fechados, isto é, para grutas, (Ellwood *et al.*, 1998 e 2001). A susceptibilidade magnética dos sedimentos forma-se nestes enquanto estão no exterior, mantendo a assinatura magnética depois de terem sido depositados no interior das grutas, servindo estas como protecção a futuros fenómenos pedogénicos (o que não acontece aos sedimentos

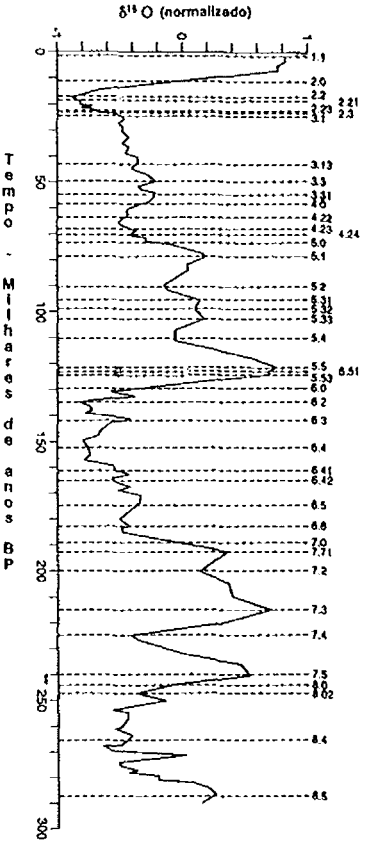


Figura 82. Curva de OIS para os últimos 300 mil anos, com base na calibração calendárica orbital (adaptada a partir de Martinson *et al*, 1987:19).

exteriores, que sofrem uma acção contínua pedogénica, transformando por isso o grau de susceptibilidade magnética ao longo do tempo). No caso da Europa mediterrânica, os processos de pedogénese formam quantidades elevadas de minerais magnéticos, nomeadamente a magnetite e hematite, principalmente durante aqueles períodos em que o clima é relativamente quente e húmido (Ellwood *et al.*, 2001:434).

Devido à existência destes fenómenos é possível recolher sedimento marcado magneticamente de um corte estratigráfico oriundo de uma gruta. As amostras de sedimento são de pequena dimensão, correspondendo a cerca de 1 cm^3, que depois são levadas para o laboratório, onde é feita a determinação da susceptibilidade magnética. Com a obtenção da determinação é depois possível traçar uma curva de aumento e diminuição de susceptibilidade, que corresponde à evolução de temperaturas e humidade ao longo dos tempos. Ellwood construiu uma curva destas, integrando os resultados de várias grutas da Europa mediterrânica, nomeadamente as cavidades portuguesas, a Gruta do Caldeirão e a Lapa do Picareiro. Essa curva chega até cerca de 44 000 anos e foi datada através de resultados obtidos pelos trabalhos arqueológicos levados a cabo em cada uma dessas cavidades, principalmente através de radiocarbono. Os resultados mostraram que a curva obtida com base na susceptibilidade magnética dos sedimentos cársicos é idêntica ao dos OIS (Figura 39).

Desta forma, a obtenção da susceptibilidade magnética de uma sequência sedimentar cársica permite, através da comparação com a curva geral criada por Ellwood *et al.* (2001:458-460), datá-la parcial ou totalmente.

6.6. Varvas e loesse

O registo geológico encontra-se marcado por muitos tipos de deposições. Uma destas formas caracteriza-se pela sua ciclicidade ou ritmo, deixando camadas muito finas lamelares todos os anos, designadas por varvas (termo com origem na palavra sueca *varvig* cujo significado é "laminado").

O processo das varvas foi descoberto em 1878 pelo geólogo sueco, o barão Gerard de Geer (Renfrew e Bahn, 1991:117, embora Aitken e Stokes (1997:8) afirmem que a descoberta das varvas por de Geer foi feita apenas em 1912). Este método baseia-se na variação anual da deposição de sedimentos em lagos. Em geral, durante os meses de Inverno depositam-se as partículas mais finas e os precipitados químicos, enquanto que nos meses de Verão são depositados os sedimentos de maior calibre. Os dois tipos de sedimentos representam, portanto, um ciclo anual. Neste processo de formação geológica, os sedimentos menos finos, isto é areias e siltes, resultam do derreter dos gelos do Inverno nas estações quentes e que correm para os

lagos. No Inverno seguinte são então depositados os sedimentos mais finos, as argilas, com teor orgânico bastante mais alto. A variação anual é representada por uma sucessão de cores mais claras para os sedimentos do Verão, e mais escuras para os sedimentos finos do Inverno. Este fenómeno é visível a olho nu, pelo que cada par de sedimentos claro-escuro assinala a passagem de um ano. A espessura de cada varva reflecte o grau de fusão dos glaciares; logo, em verões muito quentes a espessura pode atingir as dezenas de centímetros, enquanto que em anos especialmente frios podem ser representados por camadas com espessuras inferiores a 1 milímetro (Aitken e Stokes, 1997:7). Este método tem sido utilizado não só na região báltica, mas também na América do Norte, com sequências que chegam a atingir o início do Holocénico (Rapp e Hill, 1998:155).

A espessura total da sequência e a espessura parcial das varvas permite que numa dada região se construa uma série que pode chegar até a cerca de 13 000 anos, como é o caso da Suécia. Contudo, devido a alterações do topo das sequências, derivadas da bioturbação e perturbações antrópicas, muitas vezes essas sequências têm que ser "ancoradas" ao calendário através de um outro método de datação independente. Geralmente quando as camadas escuras de Inverno têm um teor orgânico suficiente recorre-se ao radiocarbono através de uma datação por AMS (ver próximo capítulo). Porém, nalguns casos, nomeadamente na zona escandinava, os elementos orgânicos são de origem secundária, logo a datação por radiocarbono das varvas não é inequívoca, sendo preferível utilizar-se a datação de turfeiras vizinhas, uma vez que podem ser relacionadas estratigráfica e cronologicamente (Aitken e Stokes, 1997:8).

Figura 83. Corte do sítio pré-histórico de Vore, no estado de Wyoming, EUA. Note-se a quantidade de fauna nos cortes, toda ela de bisontes.

Uma das aplicações mais interessantes do método das varvas foi feita por Reher e Frison no sítio pré-histórico de Vore, no Wyoming, EUA (Figura 83). Este sítio arqueológico é uma armadilha para búfalos numa zona lacustre, onde existe uma sequência de varvas. As cinco camadas superiores com fauna encontram-se no seio das varvas, tendo sido possível àqueles autores (1980:55) definir que os eventos de caça tiveram lugar com intervalos entre 11 a 34 anos e que, com o recurso a datações por radiocarbono, tipologia e dendrocronologia, a sequência das varvas começou com os primeiros cinco anos do século XVI.

Para além das varvas existe outro tipo de depósitos cíclicos chamado loesse. O loesse é um material calcário poroso formado por siltes de origem eólica, parcialmente endurecido devido a um processo pedogénico conhecido por loessificação (Aitken e Stokes, 1997:5). Este tipo de depósito encontra-se na Ásia, principalmente Rússia e China, onde está bem documentado, nas latitudes setentrionais da América do Norte, bem como nas da Europa. A indicação climática é dada pela presença de níveis de paleosolo formados durante as interglaciações aquando da estabilização dos solos de superfície, separados pela deposição do loesse durante as glaciações. Assim, os loesse correspondem a momentos frios e ventosos, ou seja, quando não existe cobertura vegetal e o vento empurra os siltes, depositando-os.

As sequências dos siltes depositados devem ser depois "ancoradas" através de métodos de datação independentes. Os mais frequentes são o paleomagnetismo, o potássio-árgon e a termoluminescência (Rapp e Hill, 1998:156). Outro método que possibilita a correlação entre sequências e, consequentemente, a datação rápida desde que uma delas esteja "ancorada", é a susceptibilidade magnética de que se falou anteriormente. O método da susceptibilidade magnética possibilita a caracterização e individualização das sequências de loesse e paleosolos, devido à presença abundante de magnetite, possibilitando assim a construção de uma curva magnética que pode depois ser comparada e correlacionada com outras sequências, bem como com as curvas do OIS (Aitken e Stokes, 1997:7; Rapp e Hill, 1998:156).

6.7. Biocronologia

A biocronologia é frequentemente utilizada em Pré-História, principalmente nos casos em que a cronologia dos sítios seja mais antiga do que o limite real do radiocarbono ou de outros métodos radiométricos. De facto, em muitos casos de sítios arqueológicos com Paleolítico Inferior onde, muitas vezes, não é possível aplicar os métodos de datação absoluta, recorre-se à biocronologia. Nestes casos a metodologia é simples, pelo menos ao nível

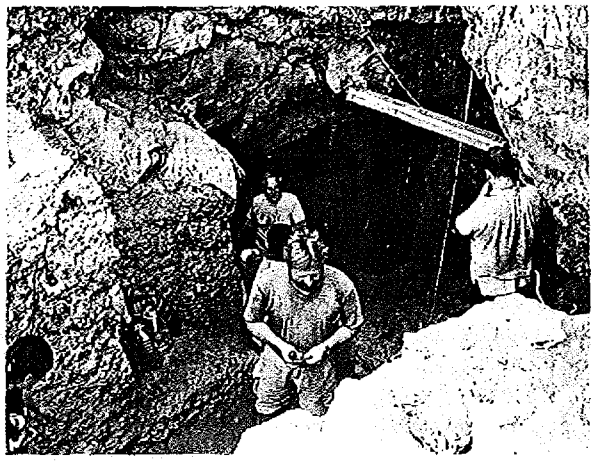


Figura 84. *Vista geral da Gruta da Galeria Pesada, Almonda, 2001.*

teórico, uma vez que funciona apenas com o recurso ao princípio da identidade paleontológica, já discutido anteriormente, baseando-se na extinção de espécies, quer animais quer vegetais. A presença de certas espécies permite uma datação mínima ou máxima, sendo possível atribuir-se um determinado sítio ou nível arqueológico a um dos momentos da cronoestratigrafia geológica. É o caso da ocupação acheulense da Galeria Pesada, parte do Complexo da Gruta do Almonda (Figura 84), escavada por Antony Marks. Na gruta da Galeria Pesada, a presença de algumas espécies animais permitiu atribuir inequivocamente essa ocupação humana a momentos anteriores à última glaciação.

Mas não é só o caso da extinção de certas espécies que permite uma datação do registo arqueológico. Os registos polínicos são igualmente uma fonte importantíssima de datação e, também, de periodização climática. Este foi um dos primeiros métodos que permitiram perceber que a antiga periodização da Idade Glaciária estava muita incompleta.

Como se sabe, a vegetação é um dos elementos biológicos que mais reflectem a variação climática. Com a sua presença em sequências geológicas, em turfeiras e outros contextos sedimentares com graus de acidez elevada é possível reconstituir com um bom grau de exactidão a evolução climática regional. Este caso deve-se ao facto de a polinização produzir grandes quantidades de grãos e esporos que, em geral, se espalham e preservam facilmente em determinados contextos sedimentares. A sua identificação é também relativamente simples, sendo possível identificar-se alguns conjuntos vegetacionais, que reflectem determinadas condições climáticas.

Em geral, a presença de árvores é indicativa de condições quentes e a presença de certas espécies permite uma maior precisão no que diz respeito a temperaturas e grau de humidade, como, por exemplo, a presença de pinheiros no início dos interglaciários, seguido da chamada floresta de carvalhos, composta por carvalhos, freixos e aveleiras, nos casos das regiões temperadas (Aitken e Stokes, 1997:4).

O estudo destes conjuntos polínicos que aparecem "sucessiva e sincronicamente em várias regiões" (Soares, 1996:110) permitiu a definição de cronozonas, marcando momentos singulares na evolução climática e estabelecendo uma sequência e uma periodização (Aitken e Stokes, 1997:5), que foi datada com o recurso a outros métodos de datação, nomeadamente o radiocarbono.

Desta forma foi possível estabelecer a presença de uma série de interestadiais que nos servem agora como indicadores climáticos e, simultaneamente, como tabela cronológica, na qual é possível "ancorar" sítios, níveis e mesmo períodos arqueológicos. Esta periodização, muito mais completa do que a mera sucessão de glaciações, mostra a presença de um conjunto alargado de interestadiais durante a última glaciação, dos quais se podem destacar o Hengelo, Denekamp, Bolling e o Allerod e os estadiais antes do início do Holocénico, Dryas I, II e III, marcando os momentos frios de expansão das calotes de gelo polares entre *circa* 14 000 e 10 000 anos BP (Tabela 14).

6.8. Dendrocronologia

A dendrocronologia tem dois componentes principais na sua actividade científica: a datação absoluta de determinados eventos e a reconstituição paleoclimática. Foi já descrito no capítulo 2 o aparecimento do método de datação, com os trabalhos de Andrew Douglass no Sudoeste norte-americano no início do século XX. Desde essa fase, contudo, a dendrocronologia sofreu alterações importantes e desenvolvimentos fundamentais para a sua aplicação no caso da datação arqueológica.

A dendrocronologia não é mais do que o estudo dos anéis de crescimento das árvores. De facto, certas espécies de árvores têm o seu crescimento marcado por anéis anuais, que se desenvolvem entre o anel do ano anterior e a casca exterior da árvore. Estes anéis são marcados por dois sectores, um que corresponde à fase de crescimento da Primavera e outra à do Verão. A primeira é também conhecida como madeira antiga (*early wood*) e a segunda como madeira recente (*late wood*) (Dean, 1997:34; Kuniholm, 2001:33). O anel anual da madeira recente é marcado pela presença de uma impressão característica resultado de uma terminação abrupta de crescimento. Por vezes, existem marcas de madeira recente dentro do crescimento da

madeira antiga, não apresentando esta a marca abrupta de final do crescimento anual, formando aquilo que é designado por anéis falsos ou duplos (Dean, 1997:34-35).

Existem dois tipos de grupos de árvores com crescimento de anéis anuais: as chamadas "sensitivas" e as "complacentes" (Figura 85). Enquanto que as árvores complacentes não podem ser usadas na datação dendrocronológica devido ao facto de os anéis de crescimento não apresentarem qualquer diversidade na sua morfologia, nas de tipo sensitivo cada anel tem características diferentes ou assinaturas ao nível da sua espessura e da sua densidade, que permitem a sua identificação e individualização. É a diversidade morfológica destes anéis que possibilita a sua individualização e que permite que se faça a correlação de datação entre várias árvores.

Em dendrocronologia, a correlação de datação baseia-se na existência de características da estrutura dos anéis que permitem à identificação em vários anéis de árvores que cresceram simultaneamente (Dean, 1986:133--134). Isto significa que apenas a contagem de anéis não assegura o efectivo funcionamento do método.

Na opinião de Kuniholm (2001:35), também não é suficiente a ligação de uma só assinatura ou identificação de características especiais em várias árvores com um só anel. A razão pela qual não basta a identificação de características de um só anel deve-se ao facto de raramente as mesmas características morfológicas aparecerem em dois ou mais anéis que não sejam

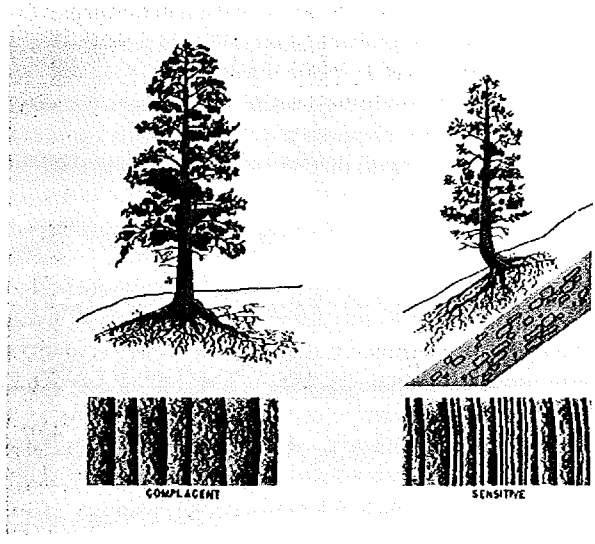


Figura 85. Séries de anéis de árvores complacentes e sensitivas.

contemporâneos. Como consequência deste fenómeno, para se construir uma série dendrocronológica sem erros é preferível haver a comparação de, pelo menos, 100 anéis e de várias assinaturas, aspectos que, aliás, devem ser também utilizados na datação de amostras de madeira, de forma a evitar os erros resultantes dos "anéis falsos".

Tabela 14. Esquema cronoestratigráfico do Quaternário Superior (adaptado de Straus, 1991:190 e de Aitken e Stokes, 1997:6).

OIS	Divisão Alpina glaciar	Divisão Geral	Zonação polínica	Data BP
1	Holocénico	Pós glaciário	Subboreal Atlântico Boreal Preboreal	5000-3000 8000-5000 9000-8000 10000-9000
2	Würm IV	Tardiglaciário	Dryas III Alleröd Dryas II Bölling	 11800-10800 13000-12400
		Pleniglaciário Superior	Dryas Ic Prebölling Dryas Ib Angles Dryas Ia Lascaux	 14500-14000 15500-15000 18000-16500
		Último Máximo Glaciário	Laugerie	20000-19000
	Würm III		Tursac Kesselt	24000-23000 29000-27000
3	Würm II	Interpleniglaciário	Arcy Cottés Hengelo Moershoofd	31500-30000 36000-34500 40000-38000 46000-44000
			Glinde Oerel	51000-48000 58000-54000
4		Pleniglaciário Inferior		
5a 5b 5c 5d	Würm I	Glaciário Antigo	Odderade Brörup	84000-74000 105000-92000
5e	Riss-Würm	Última Interglaciação	Eem	128000-118000

As características morfológicas dos anéis são resultado de vários factores climáticos, dos quais se destacam a temperatura (em regiões frias) e a precipitação (em regiões quentes), ou a combinação entre eles (em regiões temperadas). Porém, estes últimos são mais difíceis de reconhecer porque os sinais não são tão evidentes (Dean, 1997:37). As áreas marcadas pela variabilidade desses dois factores são aquelas em que a dendrocronologia tem melhor possibilidade de funcionar. Estas encontram-se por várias zonas do globo, sendo as principais as zonas de latitude norte superior aos 60°, o Sudoeste americano, o Norte da Europa e a bacia do Mediterrâneo Oriental (Kuniholm, 2001:36).

O método de datação dendrocronológico baseia-se, portanto, na elaboração de séries longas de anéis (Figura 86) que possibilitam a comparação das amostras obtidas arqueologicamente. Secções completas de árvores são a melhor forma de construir essas séries. Contudo, por vezes não é possível cortar uma árvore viva ou um tronco encontrado num sítio arqueológico. Para obter essa secção, existe uma ferramenta que permite retirar uma amostra completa da secção com apenas cerca de 1 cm de espessura, não prejudicando a árvore ou a madeira encontrada em contexto arqueológico. Durante a obtenção da amostra é de evitar zonas com imperfeições como os nós, e deve incluir-se obrigatoriamente o alburno, zona de cor clara da madeira entre os anéis de crescimento e a casca da mesma, geralmente marcada por pequenos orifícios por onde passa a água ou a seiva bruta da árvore. No caso da datação, se o alburno está presente, torna-se possível datar a amostra com a precisão do ano em que a árvore foi cortada (Figura 87:a). Contudo, se aquele estiver presente apenas de forma incompleta, então a datação terá uma margem de erro que poderá ser de vários anos (Figura 87:b). Se uma amostra não tiver qualquer fragmento de alburno a datação será apenas um resultado *terminus post quem*, isto é, uma idade máxima anterior ao evento de derrube da árvore (Figura 87:c). Após a obtenção da amostra, esta deve ser tratada para que as características de todos os anéis estejam visíveis e possam ser comparados com os das séries já existentes.

Existem séries construídas para várias áreas, tendo cada uma diferentes balizas cronológicas. Na Europa, para as zonas do Atlântico Norte, a cronologia com base no carvalho atinge os 10 479 anos, que se liga a uma série com base em pinheiros e que estende a cronologia em cerca de 2 mil anos. Na bacia do mar Egeu, a série com base em *Quercus, Juniperus* e *Pinus* chega aos 6500 anos. Na América do Norte a série mais longa atinge os cerca de 10 000 anos, utilizando para isso várias espécies de pinheiros e abetos, enquanto que a zona andina tem uma série com mais de 3500 anos (Dean, 1997:46; Kuniholm, 2001:38-39).

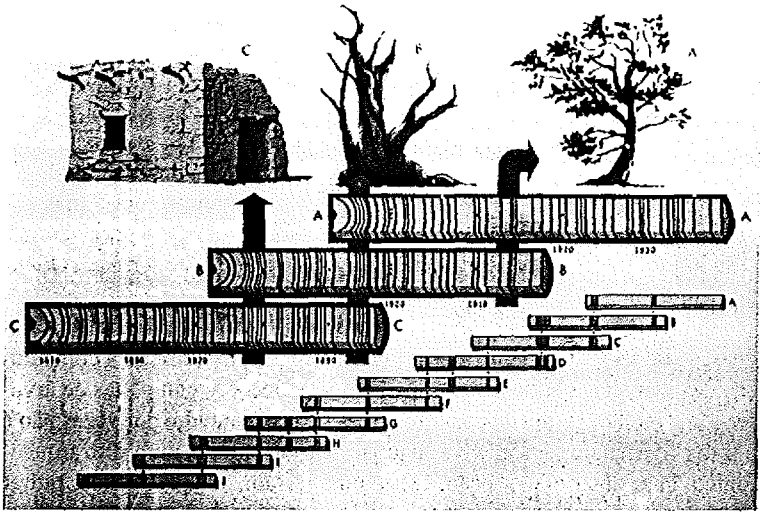


Figura 86. Esquema de construção de uma série cronológica em dendrocronologia, a partir de uma amostra retirada de uma árvore em 1930.

Das perto de 600 espécies de árvore testadas para a utilização na dendrocronologia, cerca de 180 podem ser utilizadas. Estas pertencem a um grupo alargado de espécies de árvores, como pinheiros (*Pinus*), carvalhos

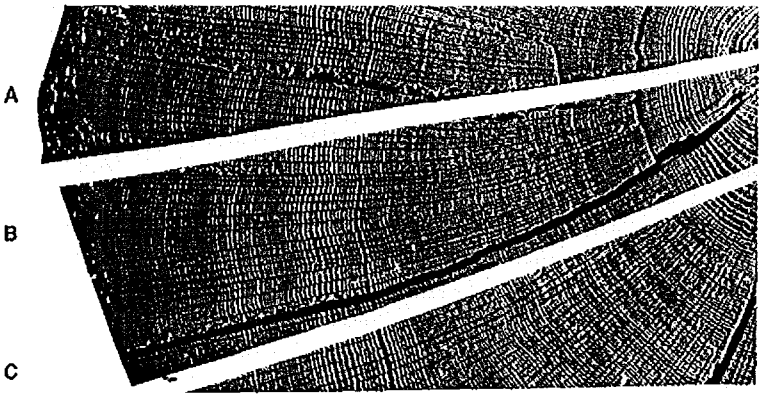


Figura 87. Exemplos de vários tipos de amostras de um carvalho grego (segundo Kuniholm, 2001:38).

(*Quercus*), abetos (*Abies* e *Piceas*), juníperos (*Juniperos*), larícios (*Larix*), choupos (*Populus*), áceres (*Acer*), vidoeiros (*Betula*), cedros (*Cedar*) e cicutas (*Tsuga*) (Kuniholm, 2001:39).

O método da dendrocronologia contempla alguns problemas (Kuniholm, 2001:36). Um dos principais é a reutilização de madeira já velha, havendo um hiato temporal entre o momento de abate da árvore (que é datado pela dendrocronologia) e o uso da mesma; o desbaste completo para fabricação de um objecto, impossibilitando assim a identificação das características dos anéis de crescimento; a importação de madeiras de climas diferentes; o recurso a secagem da madeira antes desta ser utilizada (aspecto que traz maiores consequências no caso da História da Arte, quando se quer datar determinado quadro, sendo a datação do momento do abate da árvore e não do momento da pintura); a má qualidade da amostra, quer devido à ausência do alburno, quer devido à madeira ser de espécies complacentes ou ainda devido à presença de imperfeições na madeira. Como é evidente, a lacuna principal deste método é a inexistência de uma série de comparação. Infelizmente é o caso de Portugal.

7

A Datação Absoluta Radiométrica: Radiocarbono, Potássio-Árgon, Séries de Urânio, Luminescência, Ressonância de Spin e Rastos de Fissão

O capítulo anterior abordou uma diversidade de métodos de datação que se situam, do ponto de vista teórico, entre os métodos de datação absoluta e os métodos de datação relativa, designados nalguns casos como métodos de datação derivativa (Aitken, 1990:2), de correlação (Colman, *et al.*, 1987, in Sternberg, 1997:324) ou de procuração (*proxy*) (Holliday, 2001). As diferentes nomenclaturas devem-se à circunstância de apesar de todos os métodos, com a excepção da dendrocronologia, possibilitarem a atribuição de uma data ou de um momento entre duas datas para um determinado fenómeno, a datação resulta de uma calibração da sua ciclicidade por um método de datação absoluta radiométrico.

Este capítulo vai abordar a questão da datação radiométrica. O conjunto de métodos radiométricos é aqui dividido em dois grandes grupos. O primeiro, tema da primeira parte deste capítulo, trata três métodos, o radiocarbono, o potássio-árgon e as séries de urânio. Todos eles se baseiam num fenómeno físico de decaimento isotópico de determinado elemento químico, respectivamente os isótopos ^{14}C, ^{40}K e ^{235}U e ^{238}U.

O segundo grupo, constituído também por três métodos, trata o sistema de exposição à radiação de certos elementos, geralmente devido a um contexto de decaimento. Os métodos são a termoluminescência (com TL e OSL), a ressonância de Spin e rastos de fissão.

Todos os métodos radiométricos têm problemas semelhantes relacionados principalmente com o tamanho dos erros decorrentes das amostras, resultando não numa data absoluta, mas sim numa faixa temporal que pode ser menor ou maior, aumentando a possibilidade desse resultado estar correcto.

Esse, contudo, não é o único problema que aqueles métodos nos colocam, pois apresentam também incorrecções no seu relógio interno. Enquanto que existem determinados elementos que apresentam uma ciclicidade absolutamente correcta (e daí a sua utilização em determinadas tecnologias como, por exemplo, os satélites utilizados para o sistema de GPS) e que lhes permite ter um calendário mais preciso do que o próprio calendário astronómico, outros métodos há cujo relógio atómico apresenta desvios do calendário astronómico.

Os desvios estão geralmente relacionados com factores intrínsecos ao contexto das amostras, como a temperatura no caso da termoluminescência ou da ressonância de Spin electrónico. No caso do radiocarbono, existe uma diferença entre o calendário astronómico e o calendário do radiocarbono devido ao próprio processo de formação do ^{14}C.

Os métodos de datação focados neste capítulo, isto é, aqueles que dependem directamente do decaimento de um determinado isótopo, seguem, em geral, três regras básicas de funcionamento (Schwarcz, 1997:162). A primeira regra indica que o espectro de tempo para que determinado isótopo possa ser utilizado em datação é apenas de cerca de 6 a 10 vezes a sua meia-vida, e pouco menos do que um décimo da mesma como limite mínimo. O termo **meia-vida** refere o tempo necessário para que metade dos átomos de determinado isótopo num certo conjunto se desintegre; por exemplo, se houver 100 000 átomos do isótopo de radiocarbono, sendo a sua meia-vida de 5730 anos, este seria o tempo que 50 000 átomos demorariam a desintegrar-se.

A segunda regra dita que é necessário conhecer-se a quantidade do isótopo no momento da formação da amostra que se vai datar. Por exemplo, é necessário no caso do método de potássio-árgon que a amostra no momento de formação não tenha qualquer teor de árgon, devendo este aparecer apenas com o decaimento do potássio. No caso de isso não acontecer, diz-se que a amostra está contaminada (Schwarcz, 1997:162)

Finalmente, a terceira regra diz que a amostra que vai ser datada deve constituir um sistema fechado (Rink, 2001:391), isto é, que não deve haver trocas com o exterior, devendo a presença de todos os isótopos lá existentes resultar da formação da amostra e da desintegração dos seus constituintes químicos.

7.1. Métodos com base no decaimento isotópico

7.1.1 Radiocarbono

O método de datação absoluta por radiocarbono foi, como já se disse anteriormente, descoberto por Willard Libby ainda nos anos 40 do século passado, o que lhe valeu o Prémio Nobel da Química em 1960. O método assenta nas propriedades físico-químicas do carbono, que, como se sabe, é um dos elementos químicos constituintes de todos os organismos. Apresenta-se na natureza em forma de três isótopos, o ^{12}C, o ^{13}C e o ^{14}C, sendo os dois primeiros isótopos estáveis e o último radioactivo, também conhecido como radiocarbono.

A formação natural de radiocarbono é um efeito secundário da radiação cósmica actuando na alta atmosfera (Soares, 1996:116; Taylor, 1997:66 e 2001:2). O radiocarbono é formado pela acção de baixa energia térmica no nitrogénio (anteriormente conhecido na língua portuguesa por azoto). Quando se forma, o ^{14}C rapidamente sofre um processo de oxidação, formando $^{14}CO_2$, isto é, dióxido de carbono radioactivo, o qual se dispersa pela atmosfera terrestre por via dos ventos estratosféricos (Taylor, 2001:24), chegando finalmente a toda a superfície do globo.

A maior parte deste $^{14}CO_2$ é absorvido pelos oceanos (cerca de 85%), enquanto que cerca de 1% é incorporado na bioesfera terrestre, principalmente através do processo de fotossíntese. Animais e plantas que dependem directamente ou indirectamente de plantas fotossintéticas estão em equilíbrio com a atmosfera no que concerne à quantidade de ^{14}C; isto é, devido ao processo metabólico todos os organismos vivos têm a mesma quantidade relativa de ^{14}C em relação a ^{12}C que existe na atmosfera (Figura 88).

É necessário dizer-se que sendo o ^{14}C radioactivo e instável, está em constante desintegração. Porém, devido ao seu processo de formação contínuo, existe um equilíbrio entre a sua taxa de formação e a sua taxa de desintegração, também conhecida como declínio ou decaimento (Soares, 1996:116-117).

O processo de substituição que acontece na atmosfera dá-se também nos organismos enquanto eles estão vivos: apesar de haver o decaimento de ^{14}C no organismo, este é compensado pela dieta diária. Contudo, o processo de incorporação termina quando os processos metabólicos cessam, isto é, quando o organismo morre. A partir desse momento não se dá mais a absorção de novo ^{14}C continuando, porém, o seu processo de decaimento radioactivo. A diminuição de radiocarbono faz-se através do decaimento beta (β), com um determinado ritmo, a chamada meia-vida. O valor desta, no caso do ^{14}C, é de 5730±30 anos. Uma datação de radiocarbono é, assim,

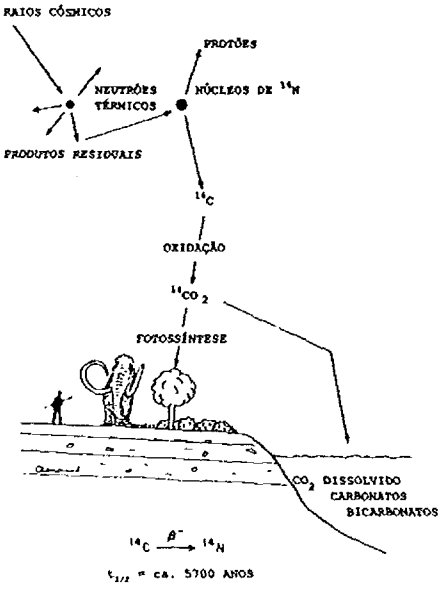


Figura 88. Diagrama do processo de produção, distribuição e decaimento do radiocarbono (segundo Taylor, 1997:67).

baseada na quantidade residual de ^{14}C e na comparação com a sua concentração inicial.

Existem vários pressupostos para que se possa utilizar o método do radiocarbono com base no princípio de que o calendário do radiocarbono é semelhante ao astronómico (Taylor, 1997:66):

- a concentração de ^{14}C nos vários reservatórios de carbono tem-se mantido constante ao longo dos tempos;
- a concentração de radiocarbono é a mesma em todos os pontos do globo (o que resulta na universalidade do método, uma vez que o factor geográfico não tem qualquer implicação no resultado – Soares, 1996:117);
- o rácio entre os isótopos de carbono não foi alterado na amostra a não ser pelo decaimento do ^{14}C, a partir da morte do organismo de que resultou a amostra;
- a meia-vida do radiocarbono não se alterou;
- os níveis naturais de ^{14}C podem ser medidos correctamente e com precisão.

Os resultados das análises de radiocarbono, que resultam numa estimativa da idade de uma amostra, são geralmente expressos por aquilo que se designa por **datação convencional de radiocarbono**.

A datação convencional assenta num conjunto de parâmetros importantes, descritos por Stuiver e Polach em 1977 (in Taylor, 2001:24) e que são, para além do pressuposto a) descrito acima:

- o uso da chamada meia-vida de Libby de 5538±30 anos (valor que se utilizou desde os primeiros trabalhos de Libby e descoberto por ele), apesar do valor correcto da meia-vida ser de 5730±30 anos;
- o uso de um padrão de referência para simular o teor do radiocarbono na atmosfera e, portanto, definir a quantidade de ^{14}C correspondente ao "presente" com base no valor de 95% de actividade do ácido oxálico distribuído pelo United Sates Institute of Standards and Technology, conhecido anteriormente por US National Bureau of Standards ou NBS;
- o uso da data de 1950 como padrão zero para todas as datações de radiocarbono;
- a actividade da amostra deve ser normalizada para um rácio $^{13}C/^{12}C/^{13}C$) – 25‰ de forma a considerar os possíveis efeitos do fraccionamento.

Uma das razões da existência dos parâmetros transcritos prende-se com o facto de existir o fraccionamento isotópico. Este dá-se porque, como se explicou anteriormente em relação ao oxigénio, as velocidades de reacção são diferentes, resultando em concentrações finais diferentes de cada isótopo numa mesma amostra. No caso do radiocarbono, os materiais orgânicos vão ter uma determinada composição isotópica resultante do processo de fraccionamento aquando dos processos que estiveram na sua origem (Soares, 1996:117). Devido a esse processo, para todas as mostras é medido o ^{13}C, não devendo a diferença ser superior a 3‰, partindo-se para isso do princípio de que o valor do fraccionamento do ^{14}C é o dobro do ^{13}C (Soares, 1996:117).

Outra razão importante para trabalhar com base nos parâmetros é o facto de o teor de radiocarbono, devido a actividades antrópicas, não se ter mantido constante nos últimos séculos, principalmente devido à queima de combustíveis a partir da Revolução Industrial (efeito industrial ou Suess – Taylor, 1997:69) e à actividade nuclear do último século (efeito da bomba atómica, nuclear ou efeito Libby – Taylor, 1997:69). Em consequência destas e outras actividades humanas tornou-se necessário determinar o padrão referente ao presente com base no ácido oxálico.

Cada datação de radiocarbono deve ser expressa para que se conheça o seu erro ou grau de incerteza. Uma vez que existem limites estatísticos relacionados com a contagem do teor de ^{14}C de cada amostra, que são a origem principal do grau de incerteza, o valor desse grau de incerteza é denominado erro estatístico e corresponde ao desvio-padrão. Este é, geralmente, apresentado como um sigma ($\pm 1\sigma$) ou convencionalmente designado como ± 1 desvio-padrão. Isto significa que existem 68,3% de possibilidades de a data obtida estar no intervalo de tempo abrangido pelo $\pm 1\sigma$ do resultado. Do ponto de vista estatístico, a possibilidade de o resultado estar dentro do intervalo de tempo pode aumentar, desde que esse intervalo seja alargado. É o caso de um intervalo que tenha $\pm 2\sigma$ e que corresponde a cerca de 95% e o intervalo de $\pm 3\sigma$ que tem uma possibilidade de 99,7% de conter o resultado obtido. Soares (1996:118) faz notar que nos casos em que os materiais são muitos antigos, os erros podem não ser simétricos, sendo a assimetria marcada por um maior $+\sigma$ e, consequentemente, um menor $-\sigma$ (Tabela 15).

Tabela 15. Tamanho do erro padrão (± 1 sigma) para datações convencionais de radiocarbono do Laboratório da University of Waikato.

	Magnitude do erro-padrão
Idade da amostra (anos)	**Precisão Standard**
500	50
1000	55
5000	65
10 000	85
20 000	170
30 000	350
40 000	900
50 000	2700

Para além do erro analítico ou experimental, resultante do processo de contagem isotópica da amostra, existem ainda dois erros que devem ser abordados. Um deles reside no aspecto analítico do procedimento. Os laboratórios podem cometer determinados erros de carácter sistemático, dependentes da metodologia e equipamento de cada laboratório. Para se comparar o impacto do erro é comum proceder-se a comparações interlaboratoriais em que um conjunto de várias amostras é datado por vários laboratórios. A análise dos resultados permite quantificar o erro e avaliar a qualidade de cada laboratório (Tabela 16).

Finalmente, existe ainda outro tipo de erro no resultado que surge independentemente do método e do laboratório e advém do facto de existirem determinados reservatórios de carbono com um maior teor inicial. Perante esta situação é necessário corrigir o desfasamento entre aquilo que é considerado o padrão zero do radiocarbono e a idade aparente da amostra, denominado "Efeito do Reservatório Oceânico" (Soares, 1993). O Efeito do Reservatório Oceânico faz-se sentir de forma maior em amostras provenientes de ambientes lacustres e marinhos. As amostras provenientes desses ambientes apresentam geralmente um efeito de envelhecimento. O reservatório não é idêntico em todos os locais, sendo necessário proceder a uma série de análises de materiais ao nível regional para quantificar o efeito do reservatório. Em Portugal, A. Monge Soares tem sido o elemento principal neste tipo de trabalho, tendo chegado à conclusão de que os resultados das amostras provenientes da costa portuguesa devem ser corrigidos com a subtracção de 380±30 anos. Ao nível internacional está disponível uma base de dados do reservatório oceânico para todo o mundo (http://www.qub.ac.uk/arcpal/mari).

Tabela 16. Exemplo da comparação dos resultados de um laboratório (Universided de Waikato) com a norma internacional (2001 Fourth International Radiocarbon Intercomparison – FIRI).

Amostra FIRI	FIRI valores preliminares consensuais	Resultados da University of Waikato
A/B (madeira Kauri)	0,244 ± 0,002 pmC*	0,216 ± 0,045 pmC
C (Turbidito)	18173 ± 11 yr BP	18219 ± 69 yr BP
D/F (Madeira datada/ ou dendrocronologia)	4508 ± 3 yr BP	4544 ± 26 yr BP
E (Ácido húmico)	11778 ± 7 yr BP	11809 ± 69 yr BP
C/J (Cevada)	110,69 ± 0,09 pmC	110,77 ± 0,23 pmC
H (Madeira datada/ ou dendrocronologia)	2232 ± 5 yr BP	2256 ± 30 yr BP
I (Celulose datada/ ou dendrocronologia)	4485 ± 5 yr BP	4438 ± 51 yr BP

*Os resultados de FIRI para a amostra A/B é a média dos valores de AMS (Accelerator Mass Spectroscopy) e GPC (Gas Proportional Counting) dos vários laboratórios.

Apesar de o primeiro postulado de Libby (o teor de radiocarbono na atmosfera tem-se mantido constante) estar na base de todas as datações, verificou-se desde cedo que, de facto, esse não era o caso. O passado sofreu importantes alterações no teor de radiocarbono, detectadas no início dos anos 60 através da datação de amostras de origem principalmente egípcia, das quais se conhecia a idade, ficando provando que havia uma diferença notória entre o calendário astronómico e o calendário do radiocarbono (Taylor, 1997:71). Nessa década, dados resultantes de datações vieram confirmar a hipótese de um investigador holandês, Hessel de Vries, que afirmara em 1958 que não se deveria supor que havia equivalência entre um ano solar e um ano do radiocarbono (Taylor, 1997:71). Durante as décadas seguintes, os dados resultantes do radiocarbono e de outros métodos de datação absoluta, bem como informação climatológica e histórica, permitiram reconhecer aquilo que se designa por "variação secular" do radiocarbono. Estas variações, independentes do decaimento do radiocarbono, apresentam aparentemente dois tipos de tendência de ciclicidade (Taylor, 1997:71), e estão bem identificadas para o Holocénico, sendo designadas por "Efeito de Vries" (Taylor, 2001:26 e 27).

Estas variações encontram-se dependentes da variabilidade do campo geomagnético da Terra, uma vez que a quantidade de radiação cósmica depende daquela. Como se viu no capítulo anterior, o campo geomagnético terrestre está em constante alteração, pelo que houve uma variação importante na formação do radiocarbono na atmosfera terrestre e, consequentemente, no teor de ^{14}C nos organismos vivos. Esta variação tem sido formalmente definida com o recurso a datações de anéis de árvores que foram datadas também por dendrocronologia. As espécies de árvores foram principalmente a sequóia gigante da Califórnia (*Sequoia gigantea*), o carvalho europeu (*Quercus* sp.) e uma espécie de pinheiro (*Pinus longaeva*; então designado *Pinus aristata*). No início da década de 70 havia já uma série de curvas de calibração (Figura 89) que não eram, contudo, tidas como universais (Soares, 1996:120), e que não ultrapassavam o limite do Holocénico.

Sabe-se que apesar do progresso nas curvas de calibração, existem fases com menor e maior erro, sendo claro que a curva para a primeira fase do Holocénico é menos precisa do que a curva para o período de 5000 ao presente (Taylor, 2001:27) devido às variações do teor de radiocarbono ou "Efeito de Vries".

Durante a década de 90 foram desenvolvidas curvas de calibração aceites universalmente que se estendem até cerca de 25 000 BP no calendário do radiocarbono, correspondendo a uma idade no calendário solar de cerca de 28 000 Cal BP [calibrados – Before present]. O trabalho começou com a publicação dos trabalhos de Bard *et al.* (1993a e 1993b) e de Edwards *et al.*

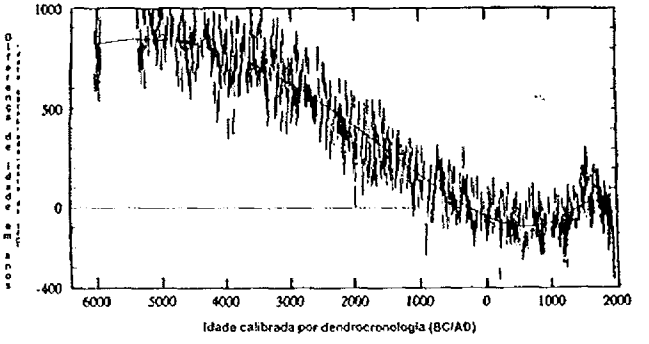


Figura 89. Curva de calibração do radiocarbono com base nos resultados da dendrocronologia, mostrando o desvio em relação ao calendário solar (segundo Taylor, 1997:72).

(1993), para os quais recorreram à datação de corais através do método de séries de urânio.

Existem estimativas para épocas mais remotas elaboradas com base nas tendências observadas dos trabalhos com a dendrocronologia e séries de urânio, bem como com dados resultantes de datações por termoluminescência de origem australiana, que indicam diferenças entre os 3500 e 5000 anos para o período ante- 26 000 Cal BP (Taylor, 2001:26) (Figura 90), mas que alguns autores tendem a menosprezar devido a resultados contraditórios provindos de outras regiões (Plicht *et al.*, 2004).

A calibração faz-se hoje em dia com o recurso a programas informáticos que estão disponíveis na Internet; assim, um desses programas pode ser descarregado a partir de vários endereços, nomeadamente a partir do Laboratório de Radiocarbono da Universidade de Oxford (http://www.rlaha.ox.ac.uk/orau/o6_ind.htm). Em alternativa, é possível fazerem-se as calibrações de datações de radiocarbono *on-line* no portal do laboratório de Radiocarbono da Universidade de Washington (http://depts.washington.edu/qil/calib) ou ainda a partir do portal oficial do Radiocarbono (http://www.radiocarbon.org)

Como resultado do processo de calibração, actualmente segue-se uma norma de apresentação das datações, na qual a designação "BP" ou "BC/ /AD" corresponde às datações antes de serem calibradas, enquanto que os resultados calibrados devem ter as designações "cal BP", "cal BC" ou "cal AD" (ver as recomendações resultantes em 1993 do I Congresso de Arqueologia Peninsular, Porto – Vol. VI das Actas do congresso).

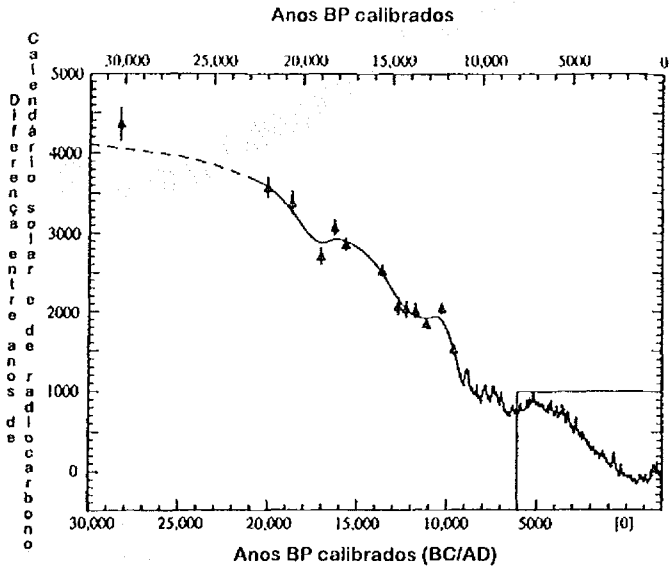


Figura 90. Caracterização do desvio do radiocarbono no Pleistocénico Superior final e Holocénico em relação ao calendário, resultando das datações por séries de urânio e dendrocronologia (segundo Taylor, 1997:74).

No final da década de 70 deu-se um desenvolvimento importantíssimo na datação pelo radiocarbono, no que já se designou a terceira revolução do radiocarbono (a primeira foi a descoberta do método e a segunda foi a calibração dos resultados – Taylor, 1997:70). Este desenvolvimento é a utilização de uma nova técnica, a espectrometria de massa por acelerador, também conhecida como AMS (*accelerator mass spectrometry*). Na datação convencional a técnica utilizada é a da contagem de decaimento, isto é, a medição da concentração isotópica é feita através da contagem dos eventos de decaimento num espectrómetro de cintilação (Figura 91), comparando de-

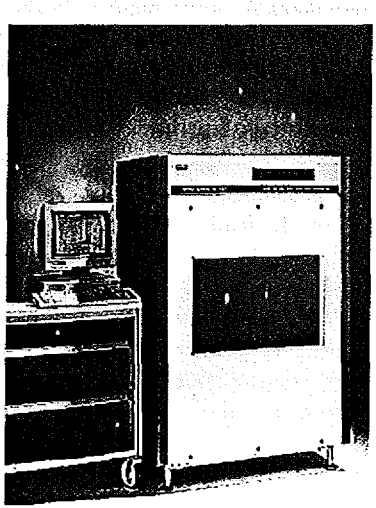


Figura 91. Espectrómetro de cintilação Wallac 1220 Quantalus.

pois o resultado da contagem do ^{14}C com o de um padrão testado analiticamente em condições experimentais. Este processo faz-se com a contagem de partículas beta (β), ou seja, electrões carregados negativamente e emitidos pelo núcleo do átomo de ^{14}C quando se dá a desintegração.

No caso do AMS (Figura 92), a contagem não é a das partículas, mas sim a dos átomos existentes de cada um dos isótopos de carbono. É possível efectuar esta contagem uma vez que cada um dos isótopos tem uma massa diferente. Os átomos de carbono são ionizados, isto é, transformados em iões, o que lhes permite serem acelerados em vácuo, onde são influenciados por um campo electromagnético. Com este processo, e devido às características diferentes na massa de cada isótopo, estes são separados através do grau de deflexão aquando da sua passagem pelo campo magnético. Depois deste momento é necessário fazer-se a contagem dos átomos de cada um dos isótopos para se conhecer a sua concentração relativa (Soares, 1996:118; Taylor 1997:79).

A nova técnica de datação assumiu de imediato três vantagens em relação ao processo tradicional: a) redução substancial no tamanho da amostra; b) diminuição no tempo de contagem; e c) aumento do limite temporal do método. Enquanto que as primeiras vantagens eram claras e inequívocas (veja-se a Tabela 17), a terceira é bastante mais problemática devido a pro-

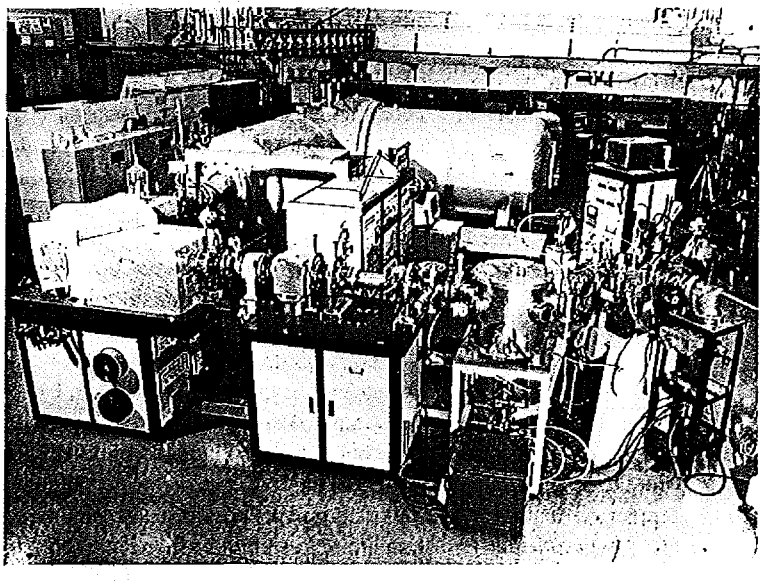


Figura 92. AMS do Laboratório da Universidade de Toronto.

cessos de microcontaminação da amostra com carbono moderno, principalmente durante a sua preparação.

Os limites do método parecem ir de 300 a entre 40 000 e 60 000 anos (Taylor, 2001:25), tendo sido obtidos resultados de perto de 70 000 anos por AMS, mas com evidentes problemas na sua validade devido ao factor já mencionado anteriormente de microcontaminação (Taylor, 1997:82).

Tabela 17. Pesos de material necessários para datação por radiocarbono, segundo o Laboratório da Universidade de Waikato.

	Peso em seco		
Material	Datação de radiocarbono (peso ideal)	Datação de radiocarbono (peso mínimo)	AMS (peso mínimo)
Madeira	8-12 g	1,0 g	10 mg
carvão	8-10 g	1,0 g	10 mg
Carbonatos	35 g	5,0 g	30 mg
Húmus	–	5-10 g	0,5 g
Osso	100-200 g	50 g	0,5 g
Sedimento lacustre	30-100 g	10-20 g	1 g

No processo de datação por radiocarbono, bem como em qualquer outro método, um dos aspectos mais importantes é o da recolha de amostras. Como se disse acima, as amostras para radiocarbono devem ser de origem orgânica, quer animal quer vegetal como, por exemplo, ossos, conchas, carvão ou sementes. A quantidade necessária para cada um deles é bastante diferente como se pode ver na Tabela 17.

A colheita da amostra deve ser feita com algum cuidado para eliminar a possibilidade de contaminação, a qual se pode dar em dois momentos diferentes: antes e durante a recolha da amostra. No primeiro há que contar com problemas resultantes dos processos de formação geológica e do sítio, como a presença de águas que permitam a dissolução de minerais ou a formação de concreções minerais que possam alterar a composição isotópica da amostra, quer por aumento, quer por subtracção dos vários isótopos.

Durante a recolha, a contaminação da amostra pode dar-se através de inclusão de fragmentos mais recentes que estejam junto ao local onde ela foi obtida. Pode ainda dar-se por adição de carbono recente proveniente de óleos da epiderme do colector ou de tintas e papel das etiquetas, ainda que geralmente o tratamento da amostra elimine o carbono recente.

Para prevenir a contaminação durante e recolha, a amostra deve ser preferencialmente colhida com o recurso a objectos metálicos e depositada em

sacos ou caixas de plástico, frascos de vidro ou envoltas em folha de alumínio. Os recipientes devem depois ser rotulados de forma clara, com a proveniência da amostra e, de preferência, com um código específico para cada amostra. Se por acaso a amostra estiver húmida, deve deixar-se secar antes de se fechar o recipiente. É aconselhável que a embalagem seja depois colocada dentro de um saco, ele próprio rotulado de novo com a mesma informação.

Para cada amostra deve ser anotada informação complementar que serve depois para preenchimento da ficha necessária para submissão da amostra ao laboratório de radiocarbono (ver Tabela 18). A informação deve conter aspectos relacionados com a recolha, com o autor da recolha e com o contexto geológico e tafonómico da mesma. Para além desses aspectos, é também importante salientar-se se existe a possibilidade de se recolher mais material para essa amostra, no caso de a quantidade de material enviada ao laboratório não ser suficiente.

O problema principal com as datações de radiocarbono advém do conhecimento (ou falta deste) do contexto de deposição da amostra. Por isso deve ser prestado um cuidado especial ao contexto geológico e à sua relação com a localização da amostra no momento da sua recolha. A amostra deve preferencialmente ser recolhida *in situ*, ainda que por vezes tenha que ser na superfície ou próximo desta. Em alguns casos a amostra é recolhida de uma área relativamente grande como, por exemplo, uma unidade de escavação. Tanto quanto possível, é sempre melhor reduzir a área de recolha da amostra ou, idealmente, retirá-la de um contexto arqueológico selado e definido espacialmente, como é o caso de uma lareira. É absolutamente necessário que haja uma identificação cuidada e detalhada de elementos que possam perturbar a inviolabilidade do contexto: raízes, tocas ou outro tipo de remeximentos. Se existirem estes problemas na zona da recolha das amostras é preferível que estas não sejam utilizadas para datação.

No caso de solo húmico, a recolha da amostra deve respeitar alguns cuidados especiais para que a idade aparente da amostra corresponda, de facto, ao momento arqueológico que se quer datar. Na maior parte das vezes em que se datam sedimentos lacustres, estes correspondem ao nível de ocupação humana. Contudo, no caso dos sedimentos de origem fluvial a situação é mais complicada porque as correntes arrastam muitas vezes madeiras e carvões de idade mais antiga que estavam já depositados anteriormente noutras zonas. Quando se faz essas colheitas de amostras é importante verificar-se qual a origem sedimentar da amostra para que se evite uma datação com idade anterior à do nível arqueológico. Outro aspecto a ter em atenção é o da localização da amostra. No caso de sedimentos é preferível que se recolha de uma maior extensão horizontal, mas que esta seja claramente toda da mesma idade ou sincrónica, evitando a recolha de materiais verti-

Tabela 18. Exemplo de formulário para datações de radiocarbono preenchido para o sítio neolítico de Ribeira de Alcantarilha.

UNIVERSITY OF WAIKATO — WK
RADIOCARBON DATING LABORATORY
Sample Record Sheet — For Radiocarbon Lab use only

Please use a separate form for each sample, unless there are multiple samples from one site location.
Acknowledge:
Age:

---

1. **SUBMITTER:** Nuno Ferreira Bicho
Address: UCEH-Universidade do Algarve
Campus de Gambelas, 8000 Faro
Portugal
Collector: Nuno Bicho, Paulina Rei

Date submitted: 10/98
Date collected: 6/98
Collector sample code no:
RA.F12.2.5

---

2. **GEOGRAPHIC LOCATION:** Ribeira de Alcantarilha, Alcantarilha, Algarve, Portugal

National grid ref: UTM — Lat: 4110.5 Long: 558.2 *(Degrees and Minutes)*

---

3. **NATURE OF SAMPLE:** Marine shell

- *if charcoal or wood: young-lived? species?:*
- *if tree: small or large? from outer part? species?*
- *if shell: marine (estuarine or off-shore?) or terrestrial? species?* marine shell (ruditapes decussata)

WEIGHT OF DRIED SAMPLE: 125 gr — DEPTH INTERVAL: 7 cm 31.63-31.70 (see section)

---

4. **ARCHAEOLOGICAL IDENTIFICATION:** Shellmidden
(e.g. midden, grave dwelling, artefact etc)

ENVIRONMENT:
GEOLOGICAL *(e.g. bog, glacial, marine, etc):* clays
CHEMICAL *(e.g. limestone, hardwater, pH etc):* limestone
Condition of sample at time of collection: *(e.g. crushed, waterlogged etc):* dry

POSSIBLE CONTAMINANTS:
Any visible root penetration in sample collection area?: no
Evidence of leaching or humus infiltration in profile?: no

5. Stratigraphic drawing with clearly indicated sample position(s) and other environmental details:

Collector code no.	Diagram	Depth	Lithology
see attached section			

STATEMENT OF STRATIGRAPHY:
In situ in layer 2, spit 5 (see attached section).

CORRELATION WITH CULTURE *etc:*
The sample could come from a neolithic shellmidden.

ESTIMATE AGE: **AGE LIMITS** From: 6,800 To: 6,300 bp

Basis of estimate: One sample has been dated (W-k5851 with a result of 6,540±60 bp)

NATURE OF INVESTIGATION:
Salvage excavation

HOW WAS SAMPLE COLLECTED AND TREATED:
By hand and placed in a plastic bag.

	Answer Yes or No
Have you submitted all the sample collected:	no
Can you collect more material:	yes
Other material(s) from same horizon:	yes
Material(s) from adjacent horizons:	no
Preservative or fungicide used: (if yes give details)	no
Other Radiocarbon dates pertinent to this sample:	yes (see above)

RESULT TO BE SENT TO:
Nuno Bicho

SIGNIFICANCE OF SAMPLE:
Confirmation of chronostratigraphy.

calmente dispersos. É sempre melhor que a amostra seja homogénea, pelo que no caso de conchas deve ser escolhida apenas uma espécie por amostra. No caso de carvão é aconselhável fazer-se a identificação antracológica para que se mantenha o mais possível a homogeneidade das espécies que compõem a amostra, descartando alguns fragmentos de carvão se existir grande diversidade de espécies.

Havendo um conjunto de amostras do mesmo sítio é preferível que estas sejam do mesmo tipo e que sejam obtidas na mesma coluna sedimentar, isto é, no mesmo quadrado, para que haja um melhor controlo vertical e estratigráfico da relação entre as amostras. Este processo permite uma melhor avaliação dos resultados, principalmente se houver datações do mesmo contexto estratigráfico feitas por vários laboratórios. Infelizmente, raros são os casos que permitem este tipo de situação. Finalmente, deve ser abordado um outro aspecto relativo à interpretação dos resultados da datação por radiocarbono.

É necessário ter em mente que, apesar de ter havido uma recolha perfeita da amostra, de esta ter vindo de um contexto selado, homogéneo e delimitado horizontalmente, a data pode ser consideravelmente mais antiga do que o nível arqueológico onde ela foi recolhida e, para todos os efeitos, utilizada. É o caso de uma amostra retirada de madeira ou carvão, cuja proveniência seria de uma árvore já morta antes da sua utilização antrópica, ou de um utensílio que foi reutilizado. Nestes casos a datação é um *terminus post quem*, ou seja, o limite máximo da idade desse nível arqueológico, e não um *syn quem*, isto é, a idade sincrónica do nível.

O facto de uma amostra ser de vida curta ou não é fundamental em determinadas situações como, por exemplo, no caso da neolitização, em que madeiras mais antigas teriam sido utilizadas nos vários sítios arqueológicos. Nesta situação a idade aparente das amostras arqueológicas é anterior ao da idade real das ocupações humanas que se pretendem datar, como Zilhão tão bem demonstrou num trabalho recente sobre o aparecimento do Neolítico na Península Ibérica (Zilhão, 2002).

Por último, a questão dos preços das datações. Os preços variam consideravelmente de laboratório para laboratório, bem como entre uma datação de tipo convencional e uma por MAS, sendo esta última bastante mais cara. Antes de se investir no processo de datação de um sítio, devem ser escolhidas criteriosamente as amostras e aquilo que se vai datar. Depois, o segundo aspecto a ter em consideração é o tratamento que o laboratório vai dar a essas amostras e a preocupação que tem em discutir as várias possibilidades e respectivas consequências para cada amostra, bem como os respectivos custos. Finalmente, é importante saber-se o tempo que cada laboratório vai demorar para produzir o resultado. Convém ter presente que, se em alguns casos não há qualquer pressa, noutros o resultado de uma datação pode

decidir o caminho e a estratégia de uma escavação. Existem laboratórios que têm a possibilidade de obtenção de datação em tempo expresso, mas, como se pode calcular, estas têm custos superiores às datações convencionais. Geralmente o tempo de espera para o resultado de uma datação convencional é de entre 8 a 15 semanas, podendo uma datação expresso ser obtida em 3 dias úteis.

Existem laboratórios puramente comerciais, como é o caso do *Beta Analytic*, (http://www.win.net/~analytic/) ou do *Geochron Laboratories* (http://www.geochronlabs.com) que têm um nível de qualidade bastante alto. A par destes há laboratórios de investigação, geralmente ligados a universidades, que prestam também serviços exteriores, de tanta ou melhor qualidade que os laboratórios comerciais.

Em Portugal existe um laboratório de análise de radiocarbono, instalado no Instituto Tecnológico e Nuclear, em Sacavém, que funciona desde meados dos anos 80, sob orientação do Prof. Doutor João Peixoto Cabral e mais recentemente coordenado pelo Eng. António Monge Soares. O trabalho do laboratório tem estado muito ligado aos institutos que regulamentam as actividades arqueológicas, isto é, por ordem cronológica, o IPPC, o IPPAR e o IPA.

7.1.2. Potássio-Árgon

No conjunto de métodos de datação absoluta radiométrica por decaimento existem dois tipos de situação. Um, como o radiocarbono, em que o relógio atómico se baseia apenas no decaimento, denominando-se por isso relógio de decaimento, designação que se deve ao facto de ocorrer a desintegração de um determinado isótopo, sendo a diminuição da quantidade desse isótopo aquilo que serve de base para a contagem isotópica e da qual resulta uma data.

O segundo tipo é designado por relógio de acumulação e integra vários métodos como o potássio-árgon e as séries de urânio (Walter, 1997:99). Este sistema baseia-se na acumulação, a partir do zero, de um determinado isótopo, num certo período de tempo, dentro de um sistema fechado, a partir da desintegração de um outro isótopo existente. Neste processo, ao contrário do radiocarbono, quanto mais antiga for a amostra, mais fácil se torna a datação porque a quantidade do isótopo a medir vai aumentando. Como é evidente, e ao contrário do que acontece com o radiocarbono, quanto mais recente for a amostra, mais problemas existem na obtenção de um resultado fiável porque o teor do isótopo a medir é muito pequeno. Como resultado deste facto, estes métodos têm pouca utilidade para datações recentes.

O esquema teórico do funcionamento destes métodos é relativamente simples. É necessário fazer-se a contagem dos átomos existentes do novo isótopo formado, bem como do isótopo que sofreu a desintegração. A soma dos dois é a quantidade inicial existente na amostra. Conhecendo-se a quantidade de cada isótopo permite saber-se o rácio de desintegração, logo a idade da amostra, uma vez que, e tal como no caso do radiocarbono, se conhece a meia-vida, isto é, a velocidade de desintegração dos isótopos.

Existem, contudo, algumas condições necessárias para se poder realizar a datação. A primeira é que, de facto, a amostra tenha estado ou sido formada num sistema fechado, onde não tenha havido trocas químicas, ou seja, a subtracção ou aumento dos dois isótopos que servem de base ao processo. A segunda é que no momento zero (momento do início da formação da amostra) esta não contenha qualquer teor do isótopo que se forma com o decaimento. Porém, na maior parte dos casos existe sempre alguma quantidade desconhecida desse isótopo, mas que pode ser revelada através de análises laboratoriais (Dalrymple, 1991, in Walter, 1997:100). No método de potássio-árgon, este factor não ocorre tornando assim o processo de datação mais simples.

A base do método de potássio-árgon foi teorizada pela primeira vez em 1937 por von Weiszäcker, que afirmou que o isótopo de Árgon, ^{40}Ar, era gerado pela desintegração radioactiva do isótopo de potássio ^{40}K e que, consequentemente, minerais antigos com potássio deveriam ter quantidades de árgon passíveis de ser medidas (Walter, 1997:98). Esta ideia foi depois confirmada cerca de 10 anos mais tarde por Aldrich e Nier (1948) quando detectaram em vários minerais concentrações de árgon superiores ao teor existente na atmosfera.

Quando este método começou a ser utilizado nos anos 50, foi essencialmente desenvolvido para poder responder a questões levantadas pela origem da evolução humana. Os resultados provaram a sua grande qualidade, motivo pelo qual se deram desenvolvimentos importantes na datação para efeitos de calibração de eventos geológicos e climáticos.

O método de potássio-árgon funciona porque o potássio é um elemento frequente na formação de rochas e cristais. Quer o potássio quer o árgon têm três isótopos na natureza, respectivamente ^{39}K (93,2%), ^{40}K (0,012%) e ^{41}K (6,7%), ^{36}Ar (0,34%), ^{38}Ar (0,03%) e ^{40}Ar (99,6%). Os isótopos de potássio ^{39}K e ^{40}K são estáveis, enquanto que o terceiro, ^{41}K, é radioactivo, produzindo, pela sua desintegração ^{40}Ar, com uma meia-vida de 1,25 MA. O ^{40}Ar não é, contudo, o único isótopo que é produzido pela desintegração do ^{40}K. De facto, um outro isótopo, o ^{40}Ca (cálcio) corresponde a cerca de 90% da desintegração do ^{40}K através da emissão de partículas β. A razão pela qual o cálcio não pode ser utilizado para datações é o facto deste ser muito comum, existindo naturalmente nas mesmas rochas e cristais onde se

encontra o ^{40}K, não respeitando assim uma das condições necessárias para a utilização do métodos – a inexistência do novo isótopo no momento de formação do cristal.

A melhor origem para uma amostra para datação por ^{40}K-^{40}Ar é a vulcânica. A razão deste facto deve-se ao processo de difusão de árgon (Ar) quando é aquecido. Assim, qualquer quantidade de árgon presente num determinado cristal ou rocha desaparecerá se for aquecida – é o que acontece com depósitos de origem vulcânica. Quando se dá uma erupção, com temperaturas superiores a 800° C (Walter, 1997:101), o árgon aprisionado nas rochas até esse evento, devido à desintegração de ^{40}K, elemento muito comum em rochas vulcânicas, difunde-se, deixando a rocha sem ^{40}Ar. Continuando o processo de desintegração de ^{40}K, a partir do arrefecimento dessas rochas até entre 500° e 150° C, começa a formar-se de novo o ^{40}Ar (Walter, 1997:102). Por conseguinte, torna-se possível datar uma amostra de rocha vulcânica, sendo o seu limite cronológico cerca de um mínimo de 100 mil anos até, pelo menos teoricamente, o início do globo terrestre.

Este processo data sempre o momento de arrefecimento após o evento de origem vulcânica, não havendo qualquer problema mesmo que a amostra sofra uma redeposição ou seja incorporada por um processo sedimentar (Rapp e Hill, 1998:164). Os problemas deste método residem assim num possível *reaquecimento do material que compõe a amostra, caso que pode acontecer* se houver um segundo evento vulcânico, depositando-se o novo lençol de magma muito próximo do anterior. Este caso pode ser evitado com uma cuidadosa recolha da amostra, dando-se especial atenção à questão do contexto e relação da amostra com o nível arqueológico. Na grande maioria dos casos, o evento vulcânico pode apenas datar o momento anterior ou posterior da ocupação humana. Os casos em que isso não acontece podem ser rapidamente descritos, sendo estes sempre famosos, mesmo para o público não especializado – o caso das cidades romanas de Pompeia e Herculano que foram destruídas pela erupção do Vesúvio no ano de 79 da nossa era, e o caso Laetoli, na Tanzânia, onde pouco depois de ter havido uma erupção vulcânica e se ter depositado uma camada de cinzas, por lá passou um grupo de hominídeos, provavelmente Australopitecus, que aí deixou as suas pegadas.

O método de análise obriga a dividir a amostra em duas alíquotas, utilizadas respectivamente para a medição do teor de ^{40}K e do ^{40}Ar. Enquanto que o primeiro é medido com o recurso à absorção atómica ou fotometria de chama, o árgon é geralmente medido através da fusão da amostra num sistema de extracção por vácuo, por meio de um espectrómetro de massa, ao qual se segue a medição do teor de cada isótopo por meio de diluição isotópica (Walter, 1997:103). Devido a este processo de divisão das alíquotas, que devem ter rigorosamente a mesma composição, as melhores amostras de

origem vulcânica são obsidianas, lavas de grão fino e minerais simples como os cristais.

Em meados da década de 60, Merrihue (Merrihue, 1965; Merrihue e Turner, 1966, in Walter, 1997:106) desenvolveu um outro método, designado por ^{40}Ar-^{39}Ar, que usa o mesmo conjunto de princípios e pressupostos do ^{40}K-^{40}Ar, mas utiliza um sistema diferente de contagem do potássio. Neste método o potássio e o árgon são medidos numa só amostra. Antes da análise, a amostra é irradiada por neutrões de alta energia num reactor nuclear. Este processo vai converter o ^{39}K em ^{39}Ar, isótopo este que não ocorre na natureza e que só é produzido em reactores nucleares. A irradiação da amostra vai libertar os três isótopos naturais de árgon, mais o isótopo produzido artificialmente, sendo todos eles contados por espectrometria de massa. O teor de ^{39}Ar é indicativo da quantidade de potássio presente na amostra, permitindo desta forma chegar ao rácio entre ^{40}Ar-^{39}Ar da amostra, obtendo-se uma data quando o rácio da amostra é comparado com o de uma amostra padrão de idade conhecida (Walter, 1997:106).

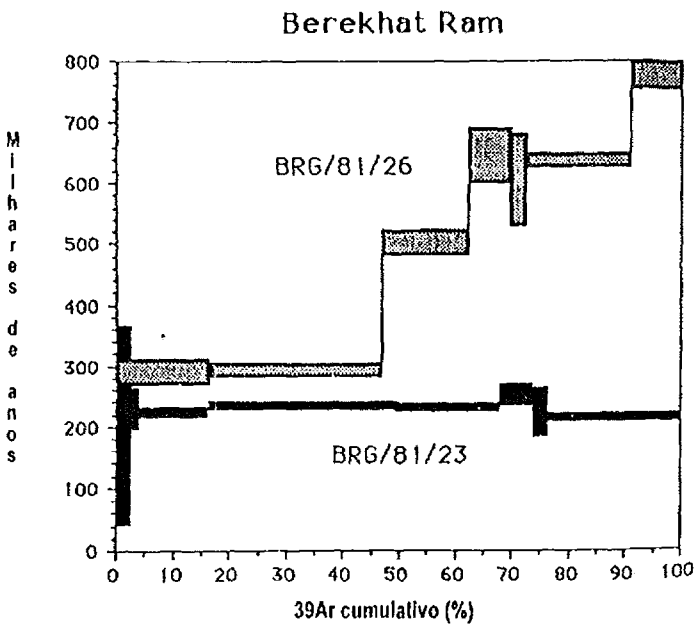


Figura 93. Datações por ^{40}Ar- ^{39}Ar de Berekhat Ram, sítio acheulense de Israel, mostrando um resultado fidedigno (BRG/81/23) e um com problemas (BRG/81/26), provavelmente devido a aquecimento após a formação da amostra (figura de Feraud *et al.*, in Walter, 2001:112).

A grande vantagem deste método reside no facto de o rácio ^{40}Ar-^{39}Ar ser obtido apenas num só fragmento da mostra (Rink, 2001:394), juntamente com o teor de K. Outras vantagens do método incluem a diminuição do tamanho da amostra, uma maior precisão devido a uma diminuição dos vários passos analíticos necessários e, por fim, o próprio método servir de avaliador da validade do resultado. A vantagem resulta do sistema de aquecimento da amostra para recolha e medição do árgon. O aquecimento, até à libertação completa do árgon, é feito por incrementos, aumentando a temperatura em cada incremento e medindo a libertação do árgon em cada um destes incrementos, permitindo assim um cálculo da respectiva idade. Se o resultado for o mesmo para cada incremento então a datação é válida e a amostra manteve a sua integridade (Figura 93, BRG/81/23), ou seja, manteve-se como um sistema fechado sem alteração isotópica para além daquele que resultou do decaimento do potássio. Se, pelo contrário, a data muda para cada incremento (Figura 93, BRG/81/26) significa que o sistema esteve exposto ao exterior e terá havido alterações isotópicas sendo, portanto, o resultado erróneo (Walter, 1997:111). A probabilidade de uma datação estar correcta num determinado intervalo de tempo é apresentada da mesma forma que no radiocarbono, isto é com um determinado desvio-padrão, que pode ter erros de apenas 0,5%.

7.1.3. Séries de Urânio

O método de datação das séries de urânio é um dos métodos tradicionais para complementar o de radiocarbono, nomeadamente porque tem um espectro temporal muito mais alargado do que o do radiocarbono, chegando até cerca de 500 mil anos (Rink, 2001:392). Para além disso, possibilita não só a datação directa dos níveis arqueológicos, através da utilização de amostras de ossos, dentes e conchas, como indirecta através de depósitos químicos, como por exemplo travertines, que se encontram em camadas geológicas que selam os depósitos arqueológicos, tanto por acima, como por baixo. Finalmente, o facto de o método das séries de urânio ter auxiliado o desenvolvimento da construção de uma curva de calibração para o radiocarbono, como se referiu acima, para o período anterior às séries dendrocronológicas, ajudou na sua credibilização no seio arqueológico. Além disso, sabe-se hoje que o relógio atómico do urânio é muito mais preciso do que o do radiocarbono. Não obstante, existem também alguns problemas com este método de datação, como se verá adiante.

Este método de datação assenta no processo de decaimento radioactivo de 3 isótopos de urânio, formando duas séries, uma delas começando no ^{238}U e outra no ^{235}U (Figura 94). Tal como no caso do método de potássio-

árgon, as séries de urânio formam um novo isótopo, através do lugar decaimento isotópico. Contudo, no caso do Urânio, este novo isótopo vai também desintegrar-se e dar lugar a um novo elemento. É essa a razão do termo séries, uma vez que existe uma sequência de decaimentos e formação de novos isótopos, como aparece ilustrado na figura 94.

A série que se inicia com ^{238}U passa pelo ^{234}Th (Tório) e depois para ^{234}U. Este isótopo tem uma meia-vida de 248 mil anos, dando lugar ao ^{230}Th, que por sua vez tem uma meia-vida de 75 200 anos. O limite do método é, como se referiu anteriormente, de cerca de 500 mil anos desde que seja usada espectrometria de massa. Através da contagem dos isótopos por via de espectrometria de partículas alfa, esta série de urânio tem um limite apenas de cerca de 350 anos (Latham, 2001:63).

A segunda série, menos usada do que a descrita acima porque o isótopo é menos frequente do que o ^{238}U, começa com ^{235}U, dando lugar a ^{231}Th, que por sua vez decai para ^{231}Pa (Protactínio), com uma meia-vida de 34 300 anos. O seu limite é de cerca de 300 mil anos.

Tanto uma série como outra acabam, de facto, em isótopos de chumbo, respectivamente ^{206}Pb e ^{207}Pb, eles próprios servindo para um outro método de datação com base no decaimento do urânio para os mencionados isótopos estáveis de chumbo. Este método, contudo, não tem aplicação na arqueologia porque a sua intervenção cronológica sai da escala de tempo da evolução humana devido à lentidão da formação dos isótopos de chumbo (Schwarcz, 1997:161).

O material mais comum que se forma contendo urânio são os cristais de calcite ou outro tipo de carbonatos de cálcio como a travertine, geralmente formados em ambiente cársico através da precipitação dos carbonatos pelas

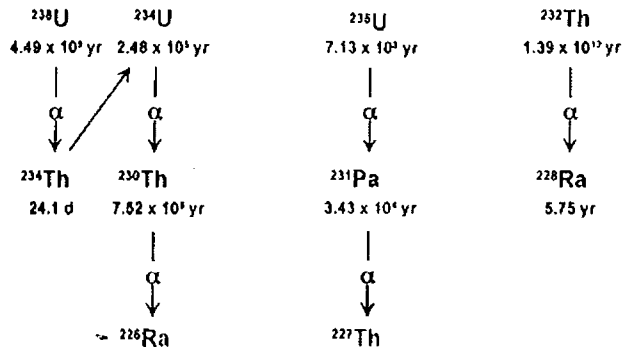


Figura 94. As séries principais de urânio, mostrando os respectivos decaimentos (adaptado de Latham, 2001:64).

águas subterrâneas, provenientes da erosão dos calcários locais. Nestes encontram-se quer o ^{238}U e ^{235}U, quer os outros isótopos resultantes do seu decaimento. Contudo, enquanto os isótopos de ^{238}U e ^{235}U são solúveis na água, os outros isótopos não são. Como resultado, encontram-se os isótopos de urânio na água que fornece os carbonatos para a formação das travertines ou de espeleotemas (estalactites e estalagmites). A partir do momento em que estes isótopos estão integrados na nova formação, ou seja, num sistema fechado, inicia-se o processo de desintegração das séries descritas acima. No caso da utilização de espeleotemas e de travertines coloca-se o mesmo problema que foi já referenciado para o método de potássio-árgon, isto é, a datação não data directamente a ocupação arqueológica. Fornece sim, limites máximos e mínimos de idade para o nível arqueológico, ou seja, respectivamente, *terminus post quem* e *terminus ante quem* para esses níveis arqueológicos.

Em dentes, a concentração de urânio parece dar-se antes do momento de morte do animal, pelo que os dentes funcionam como sistemas fechados. O mesmo parece não ser o caso de ossos, onde grande parte do teor de urânio é continuamente depositado após o momento do enterramento do material.

No caso de conchas, estas adquirem o seu teor de urânio durante o processo de crescimento, quer por formação de cálcio, quer por formação de aragonite. A partir do momento da morte do molusco dá-se o início do processo de formação dos isótopos resultantes da desintegração do urânio. Infelizmente, por razões que não são ainda conhecidas, os resultados das amostras de conchas apresentam, em geral, anomalias, podendo os resultados ser equívocos.

O método das séries de urânio funciona de forma efectiva apenas quando respeita duas condições fundamentais:

- no momento de formação, a amostra deve estar livre de isótopos resultantes da desintegração do ^{238}U e ^{235}U;
- a amostra deve funcionar como um sistema fechado desde o momento de formação até ao momento em que se dá a contagem dos isótopos; este aspecto é particularmente importante, uma vez que existe, pelo menos nalguns casos, a possibilidade de incorporação de detritos de outra idade que podem conter isótopos alogénicos e a contaminem. Esta última condição é aquela que traz problemas à datação de dentes, ainda que, segundo McKinney (1992), os resultados dessas datações sejam fidedignos.

Apesar dos vários problemas, este método de datação tem sido frequentemente usado na Pré-História portuguesa, havendo datações para vários

sítios, principalmente de cronologia acheulense e moustierense, como é o caso da Gruta da Figueira Brava, Foz do Enxarrique, Gruta do Escoural e do Complexo da Gruta do Almonda.

7.2. Métodos com base na exposição à radiação

Os métodos de datação radiométrica com base na exposição à radiação são caracterizados pela interacção entre uma determinada amostra e a radiação (Rink, 2001:394). Ao contrário dos métodos radiométricos tratados anteriormente, nos quais é essencial que a amostra seja um sistema fechado, no caso dos métodos ora tratados – luminescência, ESR e traços de fissão – a questão principal é saber se os elementos a serem datados foram ou não objecto de exposição a determinada radiação. Importa saber ainda qual a intensidade da radiação e a duração da exposição, já que os minerais essenciais ao funcionamento destes métodos estão em constante exposição ao efeito de radiações que alteram o momento zero.

Ao contrário do radiocarbono, em que o processo de decaimento vai diminuindo a quantidade de ^{14}C, nos métodos que vão agora ser objecto de descrição o número de efeitos acumulados, devido ao decaimento de determinado elemento, vai aumentando progressivamente com o tempo. Este facto, e tal como no caso dos métodos que funcionam segundo um relógio de acumulação (séries de urânio e potássio-árgon), permite um melhor resultado na datação, pelo menos teoricamente, já que quanto mais antiga for a amostra a datar maior será o efeito do número de fenómenos acumulados.

Estes efeitos de acumulação podem ser detectados quer por via de análises à escala atómica, quer por meio de microscopia. De qualquer forma, um dos aspectos essenciais nestes métodos é o facto de o produto final (a datação) ser o resultado de uma relação entre a velocidade de acumulação dos efeitos físicos e a quantidade de exposição à radiação pela amostra. Geralmente a acumulação é expressa em doses de radiação, ou seja, a medida da quantidade de energia depositada por unidade de massa num determinado material (Rink, 2001:394).

7.2.1. Luminescência

Os princípios básicos da luminescência e de ESR assentam num processo de acumulação de electrões nas imperfeições espalhadas dentro de estruturas cristalinas de certos minerais (Grün, 2001:49; Rink, 2000:396). Devido a este fenómeno, estes métodos são por vezes denominados Datação por Retenção de Energia ou *Trapped Charge Dating* – TCD (Grün, 2001:47;

Aitken, 1997:186). Os electrões acabam por ficar retidos nessas imperfeições da rede cristalina do mineral em questão, devido ao processo de equilíbrio das cargas atómicas dentro do mineral. Quando um mineral é formado ou quando é exposto a determinado nível de radiação e todos os electrões estão no seu estado normal, desencadeia-se a ionização dos átomos devido à emissão de uma variedade de radiação (α, β e γ) por determinados elementos radioactivos (*i.e.*, o Urânio, o Tório ou o Potássio). Como consequência, electrões com carga negativa vão soltar-se dos átomos ao nível da banda de valência, para serem transferidos para um nível superior de energia, na banda condutora do cristal, onde alguns ficam retidos em pequenas imperfeições da sua estrutura (Grün, 2001:49; Rink, 2000:397).

Quanto mais tempo passa a partir do momento zero, ou seja, o momento em que se deu a formação do cristal ou em que houve um equilíbrio atómico dentro da estrutura cristalina, maior será o número de electrões separados do seu átomo e presos nas imperfeições dos cristais, correspondendo esse número à dose de radiação acumulada também chamada paleodose. A paleodose pode ser definida de várias formas. Uma das suas definições é a quantidade de radiação nuclear induzida artificialmente em laboratório para igualar a quantidade de luminescência natural presente na amostra (Aitken, 1997:185; Grün, 2001:48), sendo a unidade internacional de medida da dose o *gray* (Gy). Uma outra forma de definição de paleodose (também conhecida por dose-equivalente, dose de radiação antiga, dose-total, dose-acumulada, ou ainda dose arqueológica), e que, de certa forma, é mais simples e evidente, é a dose de radioactividade que a amostra recebeu desde o momento em que foi formada (Grün, 1997:220).

O processo de datação no caso da luminescência faz-se com a exposição do cristal à luz ou a uma alteração térmica. A exposição vai desalojar os electrões presos fazendo com que retornem a um nível de energia mais baixo e, consequentemente, ao seu estado fundamental de equilíbrio atómico, (Rink, 2001:397), e emitindo energia sob a forma de raios ultravioleta (a luminescência). A intensidade da emissão da luminescência de uma amostra é proporcional à quantidade de electrões que foram libertados durante a exposição à radiação pelo cristal, ou seja, à paleodose.

No processo de datação existem alguns factores importantes relacionados com a velocidade da dose de acumulação ou absorção da energia pela amostra (dose anual ou velocidade da dose). Um dos mais importantes é o da sensibilidade da amostra, uma vez que existem vários tipos de radiação que interferem no processo. Para além das radiações α e β, que são inerentes à amostra, a radiação resultante dos sedimentos em redor da amostra, existe ainda radiação cósmica que pode afectar a dose anual (Aitken, 1997:185; Grün, 2001:52-55). Após o cálculo do valor da interferência das várias radiações (Rink, 2001:398), a idade da amostra é simplesmente o

resultado da equação paleodose/dose anual (Aitken, 1997:185; Grün, 2001:51).

A luminescência tem dois ramos principais de actuação. O primeiro baseia-se na exposição à radiação térmica e o segundo na radiação óptica. O primeiro caso tem a denominação de **termoluminescência**, usualmente conhecido por TL, enquanto que o segundo é geralmente chamado OSL (*Optically Stimulated Luminescence* – **luminescência opticamente estimulada**). Com a TL, a amostra é aquecida para se poder medir a paleodose ou quantidade natural de luminescência presente na amostra. No caso da OSL a emissão da radiação no laboratório é feita por exposição a vários comprimentos de luz, nomeadamente a raios infravermelhos, e por essa razão é também conhecida por PSL (*Photon stimulated luminescence*) e PL (*Photoluminescence*).

Através da TL é possível datar um conjunto alargado de tipos de amostras que permitem incluir a maior parte dos sítios pré-históricos, designadamente a cerâmica, o sílex e outras rochas calcinadas, calcite estalagmítica e sedimento de origens eólica e aquática. De facto, são todas aquelas amostras que contêm cristais de quartzo (ou sílica, que em si mesma é principalmente formada por diferentes tipos de quartzo) e que sofreram exposição à radiação de forma a libertar todos os electrões aprisionados nas imperfeições cristalinas, ou seja, acertar o relógio atómico a zero.

No caso da cerâmica, os cristais inclusos nas argilas utilizadas para a produção da cerâmica são expostos a radiação térmica no momento da cozedura, levando a que o "relógio atómico da termoluminescência" seja reposto a zero. A partir do arrefecimento da cerâmica, a emissão de radiação por elementos como o urânio e o potássio faz com que se reinicie o processo de ionização dos electrões, acima descrito, nos cristais de quartzo e de feldspato presentes na argila. Com a medição desta, a datação resulta do aquecimento em laboratório da amostra.

Ainda que a base da datação da cerâmica seja, na sua essência, simples, o procedimento e o seu resultado não são nem simples nem inequívocos. A razão desta complexidade advém do facto de cada uma das várias radiações que induzem a luminescência natural da mostra poder ter impactos diferentes uma vez que cada tipo de radiação (α β e γ) tem diferentes características e capacidades de penetração na amostra. Cada radiação tem também capacidades diferentes de produção de luminescência, aspectos aliás, directamente ligados ao tamanho da amostra e à quantidade exterior que se lhe pode remover para minimizar o impacto de radiações recentes (Aitken, 1997:186; Grün, 2001:54-55).

Para minorar o impacto de radiações cósmicas e modernas na amostra, é necessário ter-se alguns cuidados especiais na sua recolha. A amostra deve estar a 30 cm de profundidade e estar selada numa zona em que o sedimento

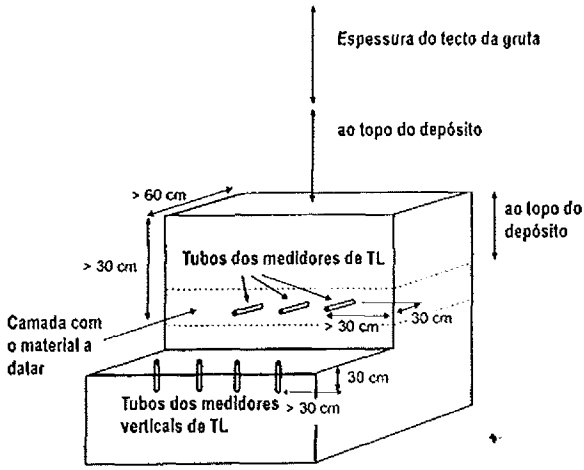


Figura 95. Diagrama de colocação dos dosímetros de TL (segundo Rink, 2001:398).

seja homogéneo, pelo menos com cerca de 30 cm de diâmetro em todas as direcções em redor da amostra (Figura 95).

Em qualquer caso, é necessário proceder-se à medição da radioactividade dos raios gama, através de dois processos. O primeiro é feito *in situ*, recorrendo-se a um espectrómetro portátil de raios gama (Figura 96). Este processo permite a medição imediata no campo, sendo esta feita num local, de forma protegida das radiações cósmicas imediatas, nomeadamente da luz solar, com as mesmas características da zona em que foi recolhida a amostra no que concerne ao tipo de sedimento e à profundidade e posição estratigráfica.

Para isso, deve ser feita uma abertura horizontal no corte, geralmente usando uma sonda geológica manual, onde se procede à medição a, pelo menos, 30 cm do corte. Esta medição demora cerca de 1 hora. Uma segunda forma de proceder à medição da radioactividade local é através da implantação de cápsulas com grande sensibilidade à luminescência, que devem ficar alojadas no corte durante cerca de 1 ano (Aitken, 1997:188). Quer num caso quer noutro, a utilização desses dispositivos,

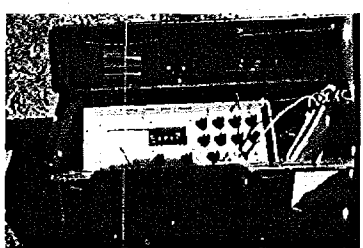


Figura 96. Exemplo de um espectrómetro portátil de raios gama.

bem como a avaliação do tipo de problemas que a estratigrafia local pode trazer, deve ser feita por um técnico especialista em luminescência, pelo que a sua presença no terreno é essencial, pelo menos uma vez em cada sítio.

Quando não é possível ter a presença do especialista no campo, contorna-se a questão através da recolha de um bloco de sedimento, em condições análogas às da medição por cápsula ou por espectrómetro, acima descrita. Neste caso, é fundamental ter-se especial cuidado em relação à distância da amostra, à superfície e ao corte.

A amostra a datar deve ser composta por entre 6 a 12 fragmentos de cerâmica para se poder obter uma datação significativa para cada nível arqueológico. Cada um destes fragmentos deve ter pelo menos 10 mm de espessura por 30 de comprimento e de largura. Devem ser colocados dentro de um invólucro fechado e selado de cor opaca, de forma a não permitir a passagem da luz. O procedimento descrito permite também manter a humidade da amostra constante para que possa ser medida em laboratório, uma vez que essa variável é também importante para a definição da paleodose.

A preparação da amostra inclui a remoção da fatia exterior de todos os fragmentos que compõem a amostra, com uma espessura de cerca de 2 mm, sempre em contexto de luz fraca e vermelha por forma a não a afectar. Depois deste processo, a amostra é esmagada para a obtenção de grãos individuais de quartzo e de feldspato, que serão depois aquecidos a temperaturas na ordem dos 500° C a uma velocidade de 10° por segundo. A luminescência, que resulta desse aquecimento, é depois comparada com a luminescência provocada por doses conhecidas de radiação a outros fragmentos da amostra (Aitken, 1997:191).

O segundo tipo de amostra utilizada em TL é o sílex queimado. Nas últimas duas décadas, este método tornou-se rapidamente o mais utilizado em TL (Grün, 2001:58), principalmente no que concerne ao estudo de sítios do Paleolítico Médio, para os quais outros métodos de datação radiométrica se tornam de difícil utilização (Rink, 2001:405). O sílex é uma rocha siliciosa (SiO_2) e, como foi já afirmado anteriormente, é essencialmente composto por quartzo, sendo este material depois utilizado na datação de forma semelhante ao da cerâmica. Existem, contudo, especificidades no que respeita à datação por TL de sílex queimado, nomeadamente, o do tamanho da amostra e dos cuidados a ter com ela.

Um fragmento de sílex, para poder ser datado por TL, tem que ter estado exposto a temperaturas na ordem dos 400° a 450° C. O aspecto de peças de sílex pode apresentar um forte calcinamento sem elas terem estado, de facto, expostas a essas temperaturas. É recomendável, portanto, que sejam recolhidas várias amostras por cada nível arqueológico de forma a ter cerca de 6 amostras com as condições necessárias. No sílex, tal como nas cerâmi-

cas, a luz solar pode interferir no resultado, pelo que, a exposição à luz solar destas peças deve ser a menor possível, já que o sílex é ainda mais sensível do que as cerâmicas. Após a recolha, as amostras devem ser colocadas em recipientes estanques à luz, como sacos de plástico pretos, caixas de rolos de fotografia, etc. As amostras de sílex devem ter pelo menos 1 x 2 x 1,5 cm (Rink, 2001:404), tendo as dimensões da amostra diminuído para metade desde meados da década de 90. A recolha deve incluir, preferivelmente, um bloco de sedimento com cerca de 10 cm de diâmetro em redor da peça (Figura 97).

A contaminação das amostras pela luz solar, como se disse acima, é geralmente rápida, mas pode ser minorada quanto maior for o tamanho do artefacto. Em contrapartida, quanto maior for mais tempo necessita de ter estado exposto às altas temperaturas, provenientes, geralmente, de lareiras pré-históricas. A preparação das amostras de sílex é semelhante à da cerâmica: a partir da peça procede-se à remoção de uma lâmina de 2 mm de espessura, seguida da sua fractura para recolha de grãos individuais.

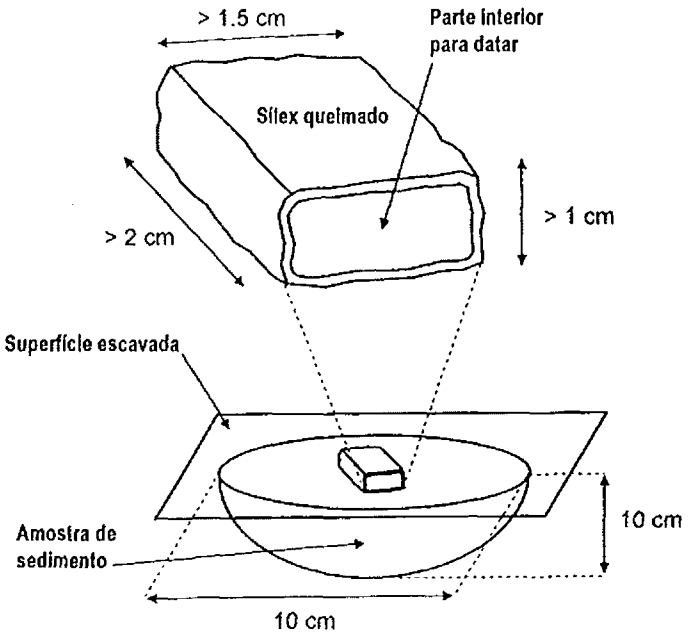


Figura 97. Diagrama mostrando as condições necessárias para recolha de amostras de sílex para TL (segundo Rink, 2001:404).

A calcite é outro material passível de ser datado por TL. Está presente em espeleotemas e em travertines. A possibilidade desta matéria ser datada deve-se ao facto de, no momento de formação do cristal, a quantidade de luminescência ser nula, acumulando-se esta com o desenrolar do tempo, uma vez que o cristal está exposto a vários elementos, nomeadamente o urânio e o potássio. Um dos problemas que a calcite coloca na datação é o fenómeno de recristalização, que ocorre frequentemente e que faz com que o relógio atómico da luminescência retorne ao zero.

Para além dos três materiais acima nomeados, pode usar-se para datação por TL também sedimento, ou melhor, grãos individuais de quartzo e de feldspato presentes no sedimento. Durante a sua deposição ou enquanto estão na superfície de um depósito, a luz solar faz com que o relógio atómico em cada cristal se mantenha a zero. A partir do momento em que os cristais são cobertos por mais sedimento, o relógio interno começa a contar, e o processo de aprisionamento dos electrões recomeça de novo. Com o aquecimento artificial dos grãos dá-se a libertação da luminescência, tornando possível a medição da luminescência da mesma forma que nos casos apresentados anteriormente.

Mais recentemente, a datação de sedimentos começou a ser feita através do recurso a OSL, em vez de TL, mudança que se deve a vários factores (Grün, 2001:58), dos quais se destacam dois:

- o método de datação por OSL utiliza o mesmo processo de reposição do relógio a zero, ou seja, a exposição à luz e não ao calor, como a TL;
- os sinais de OSL são mais sensíveis à luz do que à TL, o que significa que o relógio fica a zero apenas com alguns minutos de exposição solar; a TL necessita de mais de 10 horas a atingir o mínimo da luminescência, que nunca chega a ficar a zero (Rink, 2001:407).

A questão mais importante no caso do recurso ao método da OSL é a recolha das amostras. De um modo geral deve seguir os aspectos considerados acima para o sílex e para a cerâmica. O objectivo é recolher grãos de quartzo ou de feldspato, sem que sofram qualquer exposição à luz solar. Para isso deve seguir-se um conjunto de regras ainda mais restritas do que nos casos da recolha de sílex cerâmica. A forma mais fácil é recolher as amostras através da inserção de tubos, de preferência de plástico, com pelo menos 5 cm de diâmetro, na zona de onde se vai retirar a amostra. O sedimento deve ficar bem compactado dentro desse tubo, sendo as suas extremidades fechadas para precaver a alteração da localização dos grãos individuais dentro do tubo, bem como a sua exposição à luz solar. No caso deste procedimento não ser possível, a amostra pode ser recolhida directamente

para um invólucro opaco, a partir da base da escavação ou do seu corte. Para isso, deve fazer-se a recolha durante a noite, removendo a zona exposta ao sol durante o dia. Em alternativa, pode seguir-se este mesmo processo, durante o dia, desde que a zona onde se está a recolher a amostra esteja coberta com um material opaco, como, por exemplo, manga espessa de plástico preto (Figura 98).

A questão do tamanho da amostra é interessante, uma vez que difere radicalmente dos outros casos. Em princípio, a recolha de um só tubo é suficiente, uma vez que dele podem ser retirados vários grãos de quartzo ou de feldspato para serem datados. Um dos problemas que se colocam com a datação por OSL é saber-se até que ponto é que cada um desses grãos foi objecto de exposição à radiação solar depois de ter sido depositado. Pode, portanto, ser duvidosa a datação de um conjunto de grãos, uma vez que pode ter havido um nível diferente de exposição por parte dos vários grãos que compõem uma recolha de sedimento, o que se reflectirá na média de exposição desse conjunto, sendo o resultado da datação diferente do da idade verdadeira da camada a ser datada. Por esta razão, recentemente começou a utilizar-se a datação grão a grão: os resultados são depois comparados obtendo-se a média para esses conjuntos eliminando aqueles casos que estão muito afastados do valor do desvio-padrão do conjunto (Aitken, 1997:208-209). Este procedimento pode também resolver problemas singulares na estratigrafia devido a remeximentos por bioturbação de grãos individuais de quartzo (Forrest *et al.*, 2003).

Em geral, quer a TL quer a OSL apresentam vários problemas, dos quais se pode destacar o caso da precisão. Em TL e OSL, a precisão do método de datação é claramente inferior ao de outros métodos, sendo o erro na ordem dos 5 a 10%. Isto faz com que estes métodos sejam utilizados naqueles casos em que o limite do radiocarbono é ultrapassado e esse método deixa de ser eficaz ou nos casos em que não há materiais orgânicos no sítio ou nível arqueológico e, por isso, o radiocarbono não pode ser utilizado.

Em alguns casos, incluindo datações de amostras portuguesas, os resultados obtidos apresentam valores que não se adequam ao contexto cultural de onde provieram as amostras e que, portanto, não são facilmente explicáveis uma vez que, pelo menos do ponto de vista técnico, estão correctos. A título de exemplo, veja-se os sítios do Gato Preto em Rio Maior e Fonte Santa em Torres Novas, datados por TL com sílex queimado. O primeiro sítio tem características tecnológicas e tipológicas que o incluem no Proto-Solutrense, enquanto que o segundo parece pertencer ao Gravettense Final, apresentando ambos um conjunto de datações vários milénios mais antigas do que seria de esperar, respectivamente com médias ponderadas de 38100±3900 e 37500±3200 (Marks *et al.*, 1994; Zilhão, 1995).

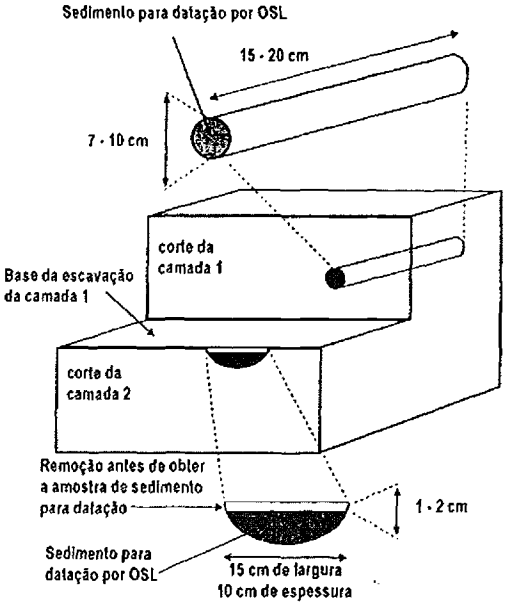


Figura 98. Diagrama mostrando as condições necessárias para recolha de amostras de sedimento para datação por OSL (segundo Rink, 2001:409).

Apesar das desvantagens evidenciadas, os métodos TL e OSL permitem a datação de um conjunto amplo de materiais e têm um limite cronológico de datação muito superior ao do radiocarbono, o que possibilita a datação de vários sítios que sem o recurso àqueles métodos ainda estariam por datar. É o caso do sítio do Paleolítico Médio de Conceição, perto do Seixal, que não tem quaisquer indícios de material orgânico e, portanto, foi datado por OSL (Raposo e Cardoso, 1997).

O caso da OSL levanta as questões já antes discutidas, relativamente a outros métodos, no que concerne à situação do contexto da amostra. De facto, com a OSL nunca se data directamente o contexto arqueológico, pois o resultado é necessariamente o de um momento anterior ou posterior ao da ocupação humana, ou seja marca apenas o *terminus post quem* e o *terminus ante quem*. Quanto aos limites, são aparentemente bastante amplos, indo das poucas centenas de anos (Rink, 2001:397) até aos cerca de 250 mil anos no caso da OSL e entre 400 000 e 500 mil anos no caso da TL, dependendo do tipo da amostra (Rink, 2001:388).

Finalmente, é importante salientar que em Portugal é possível datarem-se materiais por TL e OSL, a partir do laboratório presente no Instituto

Tecnológico e Nuclear, programa que funciona em conjunto com o IPA. Deste programa conjunto resulta anualmente um concurso que permite a datação de materiais resultantes dos projectos de investigação do Plano Nacional de Trabalhos Arqueológicos.

7.2.2. *Ressonância de Spin electrónico*

Este método, também conhecido por ESR (*Electron Spin Resonance*) ou EPR (*Electron Paramagnetic Resonance*), foi desenvolvido na década de 70, tendo sido utilizado pela primeira vez na Gruta de Akiyoshi no Japão, para datar um espeleotema (Grün, 1997:217). Como já se disse acima, este método é análogo ao do conjunto da luminescência, uma vez que pertence ao grupo do TCD (Datação por Retenção de Energia).

O sistema de ionização dos electrões carregados negativamente, bem como o processo de aprisionamento nas imperfeições das estruturas cristalinas, é o mesmo da luminescência. A diferença reside no facto de esses electrões formarem campos paramagnéticos que podem ser medidos através de um espectrómetro de ressonância de Spin (Grün, 1997: 218; 2001:48), dando esses campos lugar a um sinal linear de ESR característico, que aumenta consoante a idade da amostra (Figura 99). Contudo, esse sinal é bastante mais fraco do que a luminescência, permitindo que o limite mínimo

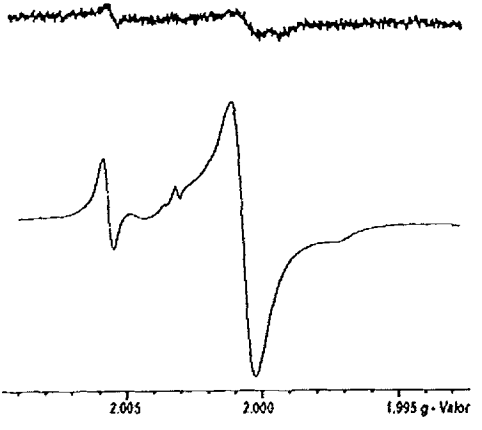


Figura 99. Exemplos de sinais de ESR de duas espelotemas, a de cima recente, e a de baixo antiga, mostrando a diferença no sinal devido à diferença de idades. Note-se que a intensidade da resonância do Spin electrónico aumenta no sentido vertical (adaptado de Grün, 1997:220).

de datação da ESR seja substancialmente mais pequeno do que o da TL ou da OSL – enquanto que estes métodos podem datar uma amostra com apenas uma centena de anos, uma amostra para ESR tem que ter pelo menos cerca de 10 mil anos (Rink, 2001:397).

A intensidade dos sinais ESR é proporcional ao número de electrões presos na estrutura cristalina, e esse número é o resultado de três variáveis: a quantidade de radioactividade (dose anual), a sensibilidade (o número de imperfeições que podem reter os electrões) e a duração da exposição à radioactividade (a idade da amostra) (Grün, 1997:218).

A datação por ESR tem que obedecer a um conjunto de condições para que o resultado seja correcto. Segundo Grün (1997:219) é necessário que: a amostra tenha sido reposta a zero, isto é, que no momento a datar tenha havido exposição a um fenómeno de aquecimento ou de luz, resultando na libertação de todos os electrões presos nas imperfeições do cristal, apagando todos os sinais anteriores de ESR na amostra; o sinal de ESR aumente progressivamente com a dose de radiação laboratorial; o número de imperfeições, que podem reter os electrões livres no cristal, seja constante ou, pelo menos, que a sua alteração seja calculável; não tenha havido qualquer processo de recristalização da amostra; e que o sinal de ESR não deve mostrar indícios de diminuição, não podendo nunca ser contaminado ou alterado durante a preparação da amostra.

A equação que dá o resultado final neste método é idêntico ao da luminescência:

Idade = paleodose/dose-anual

Tal como no caso da luminescência, a dose-anual é estabelecida com a medição de cada um dos vários tipos de radioactividade (α, β e γ), resultante de elementos como o urânio ou o potássio. A amostra é limpa através da remoção dos 2 mm exteriores de forma a eliminar a zona que foi objecto de radiação α e β. Após essa remoção, o resto da amostra é reduzido a pó, sendo depois peneirado para uniformizar a fracção mais fina que será utilizada para a datação. Desta serão formados cerca de 10 conjuntos com cerca de 30 mg cada, no caso do esmalte de dentes, e de 150 mg para carbonatos e sílex. Cada um destes conjuntos ou alíquotas será depois exposto à radiação gama de fonte laboratorial calibrada. Passadas cerca de duas semanas a amostra é levada ao espectrómetro de ressonância de spin, no qual é determinada a paleodose da amostra.

São vários os materiais datáveis por ESR. O mais comum e também o que aparentemente tem melhores resultados é o esmalte dentário, proveniente da fauna encontrada nos sítios arqueológicos. Este esmalte é constituído principalmente por puro fosfato de cálcio (Rink, 2001:399) e parece ser bastante resistente a alterações diagenéticas, principalmente em ambientes cársicos.

Elementos em contacto com o esmalte dentário, como o sedimento, ou a dentina (camada interior do dente, inferior ao esmalte), emitem as radiações que provocam alteração do *sinal* de ESR do esmalte, pelo que este tipo de amostra deve sofrer a remoção da sua parte exterior. Por esta razão, nem todos os dentes podem ser utilizados devido ao seu tamanho. Os melhores dentes são os de espécies de algum porte: bovídeos, equídeos e cervídeos. Devem ser escolhidos os dentes que têm um esmalte bastante espesso (Figura 100), com pelo menos 0,5 mm e com dentina de 1,5 mm de espessura (Rink, 2001:402). A recolha das amostras deve seguir critérios semelhantes aos do da TL, e de preferência mantendo sedimento agarrado ao dente (Rink, 2001:401).

Uma das limitações deste método é o facto de poder haver um limite no número de imperfeições da rede cristalina de determinada amostra. Como é evidente, neste caso não haverá mais electrões retidos nessas imperfeições, pelo que o resultado da datação será inferior ao da idade real da amostra (Grün, 1997:219).

Após o cálculo do impacto das doses externa e interna de radiação, existe um outro problema na datação do esmalte dentário. Os dentes tendem a incorporar urânio no seu seio durante o processo de diagénese (denominado na bibliografia como U – *uptake*). Este processo complica a determinação da paleodose, uma vez que a presença do urânio faz aumentar a radioactividade interna da amostra aumentando, portanto, o sinal de ESR. Como é impossível proceder-se à determinação exacta do impacto do urânio na amostra, existem dois modelos analíticos que dão origem a dois resultados diferentes (Rink, 2001:402). Estes são denominados *early uptake* (EU), que resulta de um modelo em que a acumulação de urânio é feita pouco tempo depois do enterramento da amostra; e *linear uptake* (LU), resultando de uma acumulação contínua do Urânio pela amostra. Aparentemente nenhum dos modelos oferece melhores garantias de um resultado fidedigno, sendo a verdadeira idade da amostra provavelmente entre os dois resultados (Grün, 1997:229). Contudo, desde que a concentração de urânio seja inferior a 2 ppm na dentina, a diferença entre os resultados dos dois modelos será inferior a 10% (Grün, 2001:56). Quanto maior for o valor da acumulação de urânio maior será a diferença entre os resultados dos dois modelos, podendo em casos-limite o resultado do LU chegar a ser o dobro do de EU. Como consequência, o erro (o chamado desvio-padrão destas datações) é geralmente bastante grande, muitas vezes superior a 25%.

Mais recentemente, foi desenvolvida uma nova metodologia que combina a informação de ESR com a resultante de séries de urânio (Rink, 2001:403; Grün, 2001:56). Neste procedimento a amostra é datada pelos dois métodos, sendo assim possível verificar-se se a acumulação de urânio se deu num só breve momento, após a deposição do dente, ou se, pelo con-

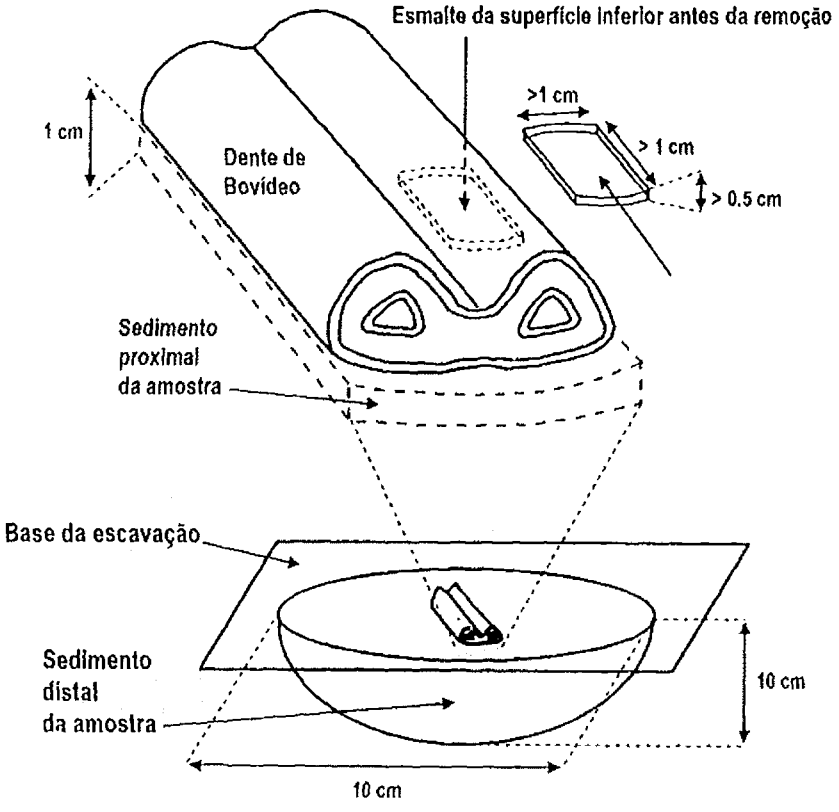


Figura 100. Diagrama mostrando a metodologia de recolha de dentes para ESR (segundo Rink, 2001:401).

trário, se deu num processo longo e gradual. Infelizmente, cada dente constitui um caso diferente e, portanto, será sempre necessário utilizar este método para aumentar a certeza do resultado.

Outro material que pode ser datado por ESR são as espelotemas. A grande vantagem da utilização das espeleotemas é que basta apenas uma pequena quantidade de material. No lado das desvantagens está o facto de o método estar ainda pouco desenvolvido, e de não se conhecer ainda o seu limite cronológico, que poderá ser, ao que parece, superior a 350 mil anos (Rink, 2001:404). No caso das espelotemas, segue-se o procedimento do cálculo da paleodose, uma vez que a dose interna de radiação é quase exclusivamente resultante do urânio. Infelizmente, a dose externa tem variadas origens num contexto cársico e é absolutamente necessário medir-se a ra-

diação local através de capsulas ou espectrómetro de radiação gama (Grün, 1997:244). Também a travertine segue um processo semelhante ao das espeleotemas, não sendo, contudo, o processo tão linear. A travertine tem um limite cronológico inferior ao do radiocarbono, o que a torna essencialmente inútil para a arqueologia já que existem outros métodos mais seguros e mais económicos.

As conchas, podem também ser utilizadas para a datação por este tipo de métodos, já que o carbonato de cálcio pode ser uma fonte de luminescência e de ESR. Infelizmente, as conchas sofrem frequentemente fenómenos de recristalização, resultando muitas vezes em datações muito mais recentes do que a verdadeira idade da amostra (Rink, 2001:404; Grün, 1997:249). Outro problema das amostras de conchas é a sua espessura, impossibilitando a remoção do exterior que aumenta a segurança referente a contaminação dos elementos exteriores à amostra.

7.2.3. Traços de fissão

O método de datação dos traços de fissão baseia-se na acumulação de deterioração estrutural do cristal, devido à desintegração por fissão natural interna do urânio e do tório (Rink, 2001:394). A deterioração aparece sob a forma de pequenos traços ou rastos nos cristais nos quais decorreu a desintegração dos isótopos radioactivos. Com recurso a um microscópio electrónico, os rastos podem ser contados um a um numa determinada área, rondando o seu comprimento os 10 a 20 μ (.01 a .02 mm).

A datação por traços de fissão é possível devido à desintegração do isótopo ^{238}U, elemento cujas propriedades radioactivas foram já descritas no método das séries de urânio. Na técnica dos traços de fissão, a desintegração deixa marcas visíveis em determinados cristais e vidros de origem vulcânica. Neste método não é necessário o recurso à contabilização do novo isótopo que se forma. Recorre-se em vez disso à contagem dos traços residuais resultantes da fissão nuclear dos átomos de Urânio (Westgate *et al.*, 1997:129), ou seja, resultantes da cisão do átomo em dois (Soares, 1996:114). Estes traços ficam presentes e intactos até haver um novo fenómeno de aquecimento do cristal, momento em que o relógio atómico volta ao zero e os traços desaparecem. Dependendo do tipo de mineral, as temperaturas podem ser da ordem dos cerca de 100° C (o caso da apatite), ou bastante mais, como no caso do zircão ou da obsidiana, que parece ser superior a 300° C (Westgate *et al.*, 1997:131). A partir do momento do aquecimento do cristal, recomeça de novo o decaimento do urânio. A repetição do processo de fissão e de deterioração do cristal deixa como marcas pequenos traços de fissão. A equação que permite conseguir a idade da amostra

relaciona o número de traços de fissão por volume com o número de eventos de decaimento previstos por átomo de Urânio, por unidade de tempo num determinado volume (Rink, 2001:395). Esta última variável é muitas vezes comprovada experimentalmente em laboratório.

Os minerais passíveis de serem datados são, entre outros, o zircão, a apatite e a obsidiana, porque têm teores elevados de urânio. Estes materiais podem ser encontrados não só em contextos vulcânicos (o caso da obsidiana), mas também em argilas utilizadas para produzir cerâmicas (o caso do zircão). Apenas uma pequena parte da amostra colhida é geralmente suficiente para se proceder à datação. A sua dimensão depende também da idade da amostra, uma vez que a quantidade de traços tem que ser suficientemente grande para ter significado estatístico. Geralmente, com amostras com mais de um milhão de anos um só cristal é suficiente para se obter uma datação. Com amostras mais recentes, é necessário recorrer-se a vários cristais (Rink, 2001:395).

Um dos aspectos a ter em consideração no recurso a este método de datação é o facto de, apesar de não haver uma remoção completa dos traços de fissão com o aumento de temperatura parcial da amostra, este aumento pode apagar alguns dos vestígios e diminuir o comprimento desses mesmos rastos. Assim, existe a necessidade de se verificar se a amostra sofreu ou não qualquer tipo de aquecimento em fase posterior à sua formação (Westgate *et al.*, 1997:131).

É esta a razão pela qual é necessário haver grande cuidado na recolha das amostras. Deve-se, portanto, evitar zonas que possam ter sido potenciais áreas de exposição térmica, caso contrário os resultados podem apresentar uma idade aparente da amostra bastante mais recente do que a sua idade real.

A precisão dos resultados deste método é relativamente pobre, isto é, entre os 10 e os 20%, pelo que não tem qualquer interesse usá-lo em contextos recentes, pois existem outros métodos que permitem maior precisão, oferecem mais segurança e são, em geral, bastante mais económicos. Contudo, nos casos em que a idade está para além do limite máximo desses métodos, como o radiocarbono ou as séries de urânio, a precisão é menos importante do que a localização temporal da amostra. Assim, quando se fala na ordem de grandeza de várias centenas de milhares ou mesmo milhões de anos (mesmo com desvios-padrão de várias dezenas de milhares de anos), o método de datação por traços de fissão torna-se uma escolha ideal.

8

Outros Métodos de Datação

Os dois capítulos anteriores centraram-se nas questões relacionadas com dois grupos de métodos de datação, os métodos de datação derivativa e os de tipo radiométrico, respectivamente. Esses métodos de datação foram descritos porque todos eles têm aplicação directa em contextos pré-históricos. Contudo, alguns dos métodos descritos não podem ser usados em Portugal. Entre os métodos que não se podem usar na Pré-História portuguesa contam-se, entre outros, o potássio-árgon, o loesse e a dendrocronologia, mas que tradicionalmente têm tido uma figura de relevo no estudo da Pré-História. Veja-se, por exemplo, o caso do método do potássio-árgon, que contribuiu de forma decisiva na atribuição de uma cronologia a sítios arqueológicos africanos e asiáticos do Paleolítico Inferior e, consequentemente, possibilitou o estudo da evolução humana.

Neste capítulo vão ser abordados três métodos de datação que não foram tratados nos capítulos anteriores porque se não enquadram nas várias condições acima descritas (*e.g.*, não são utilizados em Portugal, ou não são métodos tradicionais): a hidratação da obsidiana, o arqueomagnetismo e a racemização dos aminoácidos. Os dois primeiros são, claramente, métodos de datação de tipo derivativo, o terceiro caso é um método de datação absoluta cuja utilização é relativamente recente e, tal como a hidratação da obsidiana, está ainda severamente condicionado devido a vários factores, como adiante se verá.

8.1. A hidratação da obsidiana

A obsidiana é um tipo de vidro vulcânico que aparece, em geral, devido a um arrefecimento rápido após a erupção e respectiva deposição. Este tipo de rocha é frequentemente utilizado para a produção de utensílios pré-his-

tóricos porque é muito simples de talhar e os seus gumes são muito afiados e resistentes. O método da hidratação da obsidiana não tem aplicação em Portugal, pois este tipo de matéria-prima não existe no nosso território.

Este método foi utilizado pela primeira vez em datação arqueológica em 1960 por Friedman e Smith, com base na observação de Ross e Smith (1955 – in Friedman *et al.*, 1997:298) de que a obsidiana tinha propriedades físicas que permitiam a sua hidratação por água da atmosfera. A hidratação deixa uma fina banda na face exterior (exposta à atmosfera) da obsidiana que pode ser observada e medida através da utilização de microscópio óptico após o corte de secções do artefacto que servem de amostra com a sua aposição em lâminas delgadas. Quando um artefacto é removido do núcleo, a hidratação inicia-se na nova face exposta, sendo esta a que é utilizada para a medição da banda hidratada no artefacto de obsidiana. Assim, este método data directamente o momento em que o artefacto foi fabricado.

De facto, a água é um dos elementos naturais dos óxidos que compõem a obsididana, em geral entre 0,1 e 2% do seu peso. Contudo, com alterações de pressão aquando da erupção, bem como devido a alterações da temperatura durante a sua formação, a água tende a desaparecer e a obsidiana torna-se hiposaturada e, naturalmente, receptiva a um aumento de água na sua estrutura (Ambrose, 2001:82). O método baseia-se assim na receptividade da rocha absorver água provinda do seu ambiente de deposição. O resultado é a formação de uma banda de hidratação, com maior ou menor espessura, reflectindo o tempo de exposição da peça à água que existe no seu ambiente geológico.

A fórmula básica que determina a datação por hidratação da obsidiana é

$$x^2=kt,$$

em que x é a espessura da hidratação, k a velocidade de hidratação e t o tempo de exposição. De certa forma, esta fórmula é semelhante a outras mencionadas anteriormente, como a do radiocarbono, que reflecte processos de datação radiométrica com base no decaimento de elementos químicos. Nestes casos, a velocidade de decaimento é conhecida (denominada meia-vida), pelo que o resultado dessas datações permite datar de forma absoluta uma determinada amostra. A hidratação da obsidiana, contudo, aproxima-se mais dos métodos de ESR ou da luminescência, já que a velocidade de hidratação está dependente de um conjunto de variáveis exteriores à amostra. No caso vários factores independentes da hidratação da obsidiana fazem com que o método só possa ser utilizado localmente e com que a velocidade de hidratação da obsidiana tenha que ser medida independentemente por um outro método. Isto significa que a hidratação da obsidiana é um método de datação derivativa, podendo também ser utilizado como

forma de datação relativa, já que a comparação dos resultados de hidratação de várias amostras permite assinalar a ordem da sua produção enquanto utensílios (Ripp e Hill, 1998:162).

A hidratação da obsidiana depende em primeiro lugar da temperatura do meio ambiente onde a amostra se encontra depositada, sendo no entanto possível datar amostras de superfície. Testes feitos em obsidiana submetida a várias temperaturas mostraram que a diferença de apenas um grau Celsius poderia alterar a velocidade de hidratação em cerca de 10% (Ambrose, 2001:83), e que a velocidade aumenta para o dobro com uma diferença de apenas 6° C (Friedman *et al.*, 1997:309); o que significa que a velocidade de absorção da água pela obsidiana não é linear. Para complicar o processo, o aumento de temperatura provoca um maior aumento relativo do que a diminuição da temperatura causa decrescimento da velocidade de absorção.

No sentido de resolver este problema foi delineada uma estratégia: o globo terrestre foi dividido em 7 zonas de **temperaturas de hidratação efectivas** (*effective hydration temperatures* – Ambrose, 2001:83). Estas 7 zonas substituíam a medição local, tendo cada uma delas uma curva de temperatura com base em vários bancos de dados de termografia actuais, em registos de paleotemperaturas como, por exemplo, o registo das curvas isotópicas do oxigénio retiradas das colunas de sedimentos oceânicas.

O nível de humidade existente em redor da amostra a ser datada parece estar também relacionado com a temperatura (Friedman *et al.*, 1997:313; Ambrose, 2001:83). É de assinalar, no entanto, que a própria diferença de profundidade pode alterar tanto a temperatura média ambiente como a humidade, que é também um factor importante.

Outra das variáveis importantes na variação da hidratação é a composição química da obsidiana (Friedman *et*

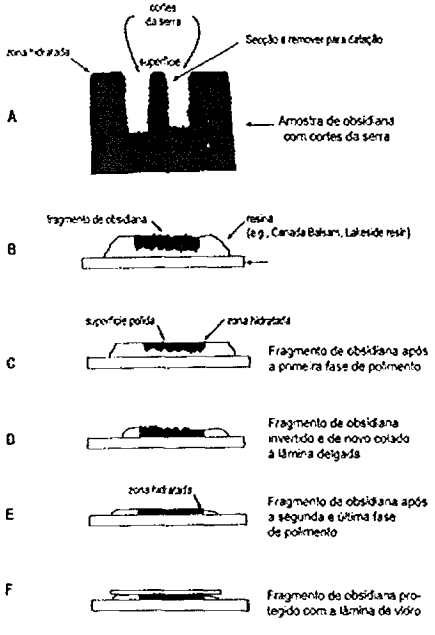


Figura 101. Diagrama da preparação da lâmina delgada com a obsidiana (segundo Friedman *et al.*, 1997:301).

al., 1997:311; Ambrose, 2001:83). A obsidiana é composta por um conjunto de componentes, dos quais se destacam o O (oxigénio), Si (silício), Al (alumínio), Na (sódio), K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio) e Fe (ferro). Ainda que aparentemente este grupo de elementos resulte numa velocidade uniforme de hidratação, a relação deste conjunto com os restantes elementos (de tipo vestigial) pode alterar a velocidade de hidratação.

Em princípio, a velocidade de hidratação é apenas uma no caso de uma mesma fonte de proveniência de obsidiana já que os seus elementos constituintes são os mesmos. Contudo, parece que, se existirem duas ou mais erupções, a velocidade de hidratação de cada uma das obsidianas provenientes de erupções distintas pode ser diferente porque cada erupção subsequente pode alterar a composição química da obsidiana, já que decorre um processo de erosão e contaminação resultante da remoção de fragmentos da chaminé vulcânica (Friedman *et al.*, 1997:312).

A preparação da amostra deve ser feita com a execução de uma lâmina delgada, seguindo um procedimento homogéneo. O procedimento começa com dois cortes paralelos, diagonais ao gume da peça. Seguidamente, a zona entre os cortes, com entre 0,5 e 1 mm de espessura, é retirada e colocada num meio resinoso, que endurece e torna a amostra durável e resistente. Após a secagem dessa resina, a amostra é lixada com pó de diamante muito fino. Quando a face lixada está perfeitamente lisa, é colada com a resina à lâmina de vidro. Depois, a outra face é lixada e quando a amostra tem entre 0,08 e 0,1 mm é também coberta por uma nova lâmina de vidro, ficando assim pronta para a análise microscópica (Figura 101).

A análise da lâmina delgada faz-se porque a zona hidratada da obsidiana aparece com uma maior densidade, que é visível com luz normal no microscópio. A diferença entre a zona hidratada e a não hidratada é patente, e basta medir a espessura da primeira, que se distingue através de uma linha escura que separa as duas partes da obsidiana. Um dos problemas existentes com esta medição é que, por vezes, e apesar da dureza da obsidiana, o gume da peça que serviu para retirar a amostra está erodido ou fragmentado, tornando difícil a leitura inequívoca da espessura da banda de hidratação, especialmente quando a espessura dessa banda é muito pequena (como é o caso do exemplo dado), geralmente entre os 3 e os 5 µm.

A precisão destas medidas é importantíssima, mas, segundo Friedman *et al.* (1997:304), é frequente encontrar-se erros importantes na medição da espessura da banda hidratada, que chegam a ser da ordem dos 0,6 µm. Segundo Ambrose, quanto mais antiga é a amostra, maior é a importância da precisão, uma vez que por 0,1 µm de erro pode equivaler a um desvio cronológico superior a 3,5%, numa amostra com 10 000 anos.

O limite cronológico deste método parece ser bastante alargado, já que foram datadas peças com mais de 120 000 anos provenientes de um sítio arqueológico no Quénia (Rapp e Hill, 1998:163). Os casos da Nova Zelândia, com a sua Pré-História de duração curta de cerca de 900 anos (Ambrose, 2001:89), e do mundo pré-colombiano maia são talvez os melhores exemplos de utilização deste método (Friedman *et al.*, 1997:316; Rapp e Hill, 1998:163).

Finalmente, resta afirmar que apesar do grande potencial deste método, uma vez que possibilita datar directamente o evento da ocupação humana (aspecto que é raro na maior parte dos outros métodos discutidos anteriormente), a hidratação da obsidiana levanta grandes problemas, principalmente devido à falta de uniformidade existente na velocidade de hidratação e no controlo de diversos factores: a temperatura ambiente e a sua evolução, a profundidade da amostra, da humidade e ainda o possível aquecimento da amostra. Resta ainda salientar que este método, tal como a maioria dos outros, é destrutivo, mas, ao contrário deles, a amostra analisada fica preservada, podendo o resultado ser sempre novamente verificado.

8.2. Arqueomagnetismo

O arqueomagnetismo, como se referiu no capítulo 3, é um dos campos de estudo do paleomagnetismo. Ao contrário do estudo da inversão da polaridade magnética que tem uma aplicação universal, o arqueomagnetismo pode ser aplicado apenas regionalmente.

Existem, como se referiu antes, determinadas variações no campo magnético da Terra, que fazem com que a intensidade, a inclinação e a declinação desse campo magnético estejam em constante alteração (Rapp e Hill, 1998:170). Essas variações foram registadas historicamente num passado relativamente recente, mas não abrangem períodos mais remotos. Contudo, esse registo existe na natureza, presente em determinados minerais de tipo ferromagnéticos, que adquirem uma magnetização permanente, também chamada remanescente (Sternberg, 1997:324). Assim, é apenas necessário medir esse registo.

A hematite e a magnetite são os principais minerais com capacidades de magnetização. Esses minerais ficam, respectivamente, magnetizados paralelamente ao campo magnético da Terra a 680° e 580° C, através do que se designa por **magnetização termoremanescente** (TRM – *Thermoremanent Magnetization* – Sternberg, 2001:73). Podemos encontrar hematite e magnetite quer em estado natural em rochas vulcânicas ou argilas, quer em contextos artificiais em argilas cozidas ou queimadas.

Outro processo de magnetização dos minerais é conhecido como DRM ou PDRM, significando respectivamente magnetização remanescente deposicional (*Depositional Remanent Magnetization*) e magnetização remanescente pós-deposicional (*Post-Depositional Remanent Magnetization*) (Sternberg, 1997:324). Nestes casos, a magnetização dos minerais faz-se, como o nome indica, no momento da sua deposição, quando os minerais se alinham naturalmente de forma paralela ao campo magnético da Terra (é esta a base da datação por paleomagnetismo e das várias utilizações da susceptibilidade magnética).

A base do método implica a construção de uma curva de referência da declinação do campo magnético regional. A elaboração da curva faz-se mediante a recolha de inúmeras amostras e da sua datação independente através de métodos como o radiocarbono ou a dendrocronologia. Como é evidente, muitas destas amostras provêm de contextos arqueológicos e nem sempre é inequívoca a sua datação. Isto significa, no caso de uma datação por arqueomagnetismo, que o que é relevante é a última utilização do forno ou lareira, enquanto que a datação por outro método muito dificilmente poderá datar esse evento específico, mas sim um qualquer outro momento da ocupação do sítio arqueológico. Na realidade, este problema espelha-se no facto de a datação independente da curva arqueomagnética não ser feita sem problemas. Apesar dos dois problemas existentes na construção das curvas (*i.e.*, um número suficiente de amostras e a sua respectiva datação independente) existem presentemente várias áreas do globo onde se pode utilizar o arqueomagnetismo, chegando a precisão do método a erros máximos de 25 anos.

A construção das curvas resulta num diagrama com localização geográfica, onde é aposta uma linha que representa a curva de variação secular arqueomagnética. Os valores que são medidos em cada amostra são implantados na curva de forma a conhecer-se a sua cronologia (Figura 104). Os valores não são apenas os da declinação magnética, mas também os da intensidade magnética que permitem reduzir drasticamente o erro e, consequentemente, aumentar a precisão do resultado (Sternberg, 1997:329). Contudo, a dificuldade de obter o segundo valor leva a que muitas vezes isso não seja feito.

As amostras são recolhidas segundo um protocolo importante. De cada local a ser datado é necessário recolher 8 a 12 amostras de uma mesma estrutura que tem necessariamente de estar *in situ*. Estas amostras podem ser recolhidas de lareiras, fornos ou outras estruturas que tenham sido sujeitas a fogo, com temperaturas superiores a pelo menos 580° C. Cada amostra deve ter aproximadamente um mínimo de 25 cm^3. Para cada uma das amostras deve ser feita uma leitura do azimute com uma bússola, e esta marcada com uma seta direccionada a norte no exterior da amostra que geralmente

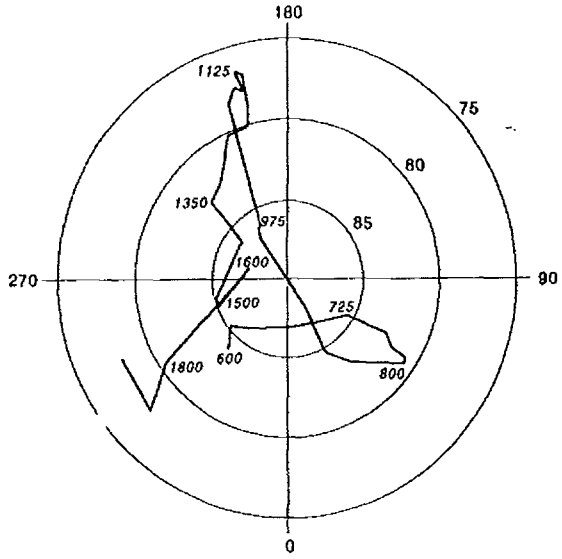


Figura 102. Curva de variação secular arqueomagnética do Sudoeste Americano. O norte geográfico encontra-se no centro da figura. A longitude encontra-se assinalada por 0, 90, 180 e 270°, enquanto que a Latitude está marcada pelos valores 75°, 80° e 85° (segundo Eighmy 1991, in Sternberg, 1997:330).

está envolvida numa carapaça de gesso ou plástico. É normal que a recolha de amostras de uma estrutura chegue a levar um dia de trabalho, uma vez que é uma tarefa lenta e necessita de uma precisão bastante grande para que não haja erros. Infelizmente, parece ser bastante frequente o erro dos resultados devido à falta de experiência de quem recolhe as amostras (Sternberg, 1997:326).

As amostras são depois recolhidas e levadas para o laboratório, onde a intensidade e a declinação são medidas e comparadas com as curvas de variação secular magnética regional. Para além da informação registada na amostra é necessário também a informação respeitante à localização da recolha.

O resultado das amostras, que é de facto uma média do conjunto da cerca de uma dezena de amostras recolhidas em cada estrutura, tem que ser depois interpretado pelo laboratório, uma vez que as curvas se cruzam em determinados momentos do passado, tendo também esta interpretação que ter em conta os erros resultantes da leitura do azimute. Outro problema que existe no método de arqueomagnetismo é a variabilidade na elaboração das curvas seculares de variação magnética que, como se viu acima, assenta em

problemas vários de que se destacam incertezas ao nível da idade das amostras e mesmo da direcção magnética de cada uma delas. Também como se fez notar acima, o resultado de uma datação arqueomagnética é feito com base na interpretação dos vários valores obtidos. O resultado deste conjunto de variáveis é que a interpretação de uma mesma amostra pode resultar em várias datações diferentes, dependendo da curva utilizada e do modelo de interpretação do especialista (Stenberg, 2001:75).

8.3. Racemização dos aminoácidos

O método de datação absoluta da racemização dos aminoácidos é bastante recente, tendo sido experimentado há menos de 30 anos. Este método assenta no princípio básico de que conchas, ossos e dentes são compostos por dois grupos de matérias, um de tipo mineral, à base de cálcio, e outro de tipo orgânico. O grupo orgânico é composto principalmente por proteínas (Hare *et al.*, 1997:261). Estas, por sua vez, são biopolímeros complexos formados fundamentalmente por sequências de aminoácidos, sendo estes compostos por grupos aminos (contendo nitrogénio, NH_2 e suas variantes) e por grupos carboxilo (COOH – carbono, oxigénio e hidrogénio).

A partir da morte dos organismos vivos, a síntese proteica acaba e começa um ciclo diagenético dessas moléculas, alterando, com o tempo, a sua morfologia e constituição químicas. No processo de modificação, interagem vários factores decisivos, destacando-se a temperatura e a água.

A água actua nos aminoácidos, através da hidrólise, quebrando os elos de ligação pépticos das moléculas de aminoácidos. A variação da temperatura pode fazer com que esse ciclo diagenético seja mais rápido ou mais lento (Hare *et al.*, 1997:264; Rapp e Hill, 1998:161-162).

De facto, a grande diversidade de aminoácidos existentes em tecidos calcificados, como os ossos, os dentes e as conchas (Tabela 19), parece apresentar uma diferença de estabilidade em termos das suas reacções à temperatura. Na década de 60 foi confirmada por Vallentyne (1964, 1968 e 1969, in Hare *et al.*, 1997:265) a presença de três grupos com níveis de estabilidade diferentes, denominados **relativamente estáveis** (glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina e ácido glutâmico), **relativamente pouco estáveis** (ácido aspártico, fenilalanina e lisina) e **pouco estáveis** (treonina, serina, tirosina e arginina).

Os dois processos diagenéticos dos aminoácidos acima descriminados e utilizados para datação são conhecidos como **racemização** e **epimerização**. Nos organismos vivos, os aminoácidos aparecem com uma determinada morfologia em que à luz polarizadora é visível uma forma designada por L

(de *levo*, ou esquerda) (Figura 103). Após a morte do organismo, e com o processo de diagénese dos aminoácidos, a forma L transforma-se lentamente em D (de *dextro*, ou direita), até que haja um número idêntico de moléculas do mesmo aminoácido ou equilíbrio numérico entre as formas L- e D- (Rapp e Hill, 1997:161; Renfrew e Bahn, 1991:137). O processo de passagem de uma forma a outra é designado por racemização ou epimerização, dependendo do número de átomos de carbono, que neste caso se denominam quirais porque servem de centro à transformação óptica de L para D. A datação baseia-se, assim, no rácio D/L.

A velocidade de racemização, bem como os potenciais efeitos contaminadores do ambiente de deposição e sedimentação das amostras são os fenómenos mais importantes na utilização do método de datação por racemização dos aminoácidos. Como se disse anteriormente, a temperatura e a humidade são os fenómenos que mais podem alterar a velocidade de racemização dos aminoácidos. Assim, é geralmente necessário conhecer-se a temperatura ambiente da zona imediata de onde provém a amostra para depois se calibrar a velocidade de racemização com outro método de datação absoluta (Hare *et al.* 1997:272).

Este processo torna-se complicado porque depende não só da temperatura e da humidade, mas também do potencial de absorção que o material das amostras tem. Assim, enquanto que o osso é claramente problemático devido à sua grande porosidade, os materiais menos porosos como as conchas, onde os aminoácidos se encontram nos cristais de calcite e, portanto, mais protegidos, parecem ter resultados mais fidedignos (Rapp e Hill, 1998:162).

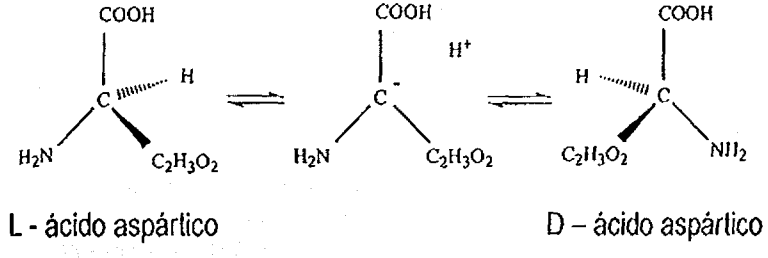


Figura 103. Representação das formações L- e D- do Ácido Aspártico (adaptado de Hare *et al.*, 1997:267).

Tabela 19. Lista de aminoácidos presentes em tecido calcificado (segundo Hare *et al.*, 1997:263).

Aminoácido	Código-3 letras	Código-1 letra
Alanina	Ala	A
Arginina	Arg	R
Ácido Aspártico	Asp	D
Asparagina	Asn	N
Cistina	Cys	C
Ácido Glutâmico	Glu	E
Glutamina	Gln	Q
Glicina	Gly	G
Histidina	His	H
Hidroxilisina	Hyl	-
Hidroxiprolina	Hyp	-
Isoleucina	Ile	I
Leucina	Leu	L
Lisina	Lys	K
Metionina	Met	M
Fenilalanina	Phe	F
Serina	Ser	S
Treonina	Thr	T
Triptofano	Trp	W
Tirosina	Tyr	Y
Valina	Val	V

A aplicação deste método de datação é muito diversificada devido à grande quantidade de materiais que pode datar. Apesar da datação sobre ossos ser geralmente problemática, pode, contudo, dar resultados que ultrapassam o limite máximo do radiocarbono e, por isso, tem sido utilizado no passado (Hare *et al.*, 1997:273).

Para se proceder à datação de conchas deve-se, em primeiro lugar, dividi-las em marinhas e de água doce. As conchas de espécies de água doce parecem dar muito bons resultados no que concerne a correlação estratigráfica. Em cronologia absoluta, contudo, o seu limite é apenas 350 anos. Este limite deve-se a uma velocidade de racemização e de epimerização

inicial muito alta dos aminoácidos que estão presentes, o ácido aspártico e a isoleucina (Hare *et al.*, 1997:280). Em contrapartida, a racemização dos aminoácidos das conchas marinhas, após a sua calibração por radiocarbono e por séries de urânio, designando-se por **aminocronologia**, tem excelentes resultados (Hare *et al.*, 1997:276). Note-se, no entanto, que aspectos relacionados com a espessura da cobertura sedimentar das conchas pode trazer problemas relacionados com a variação de temperatura ambiente. Embora as conchas encerrem em si potenciais problemas no âmbito da datação, a racemização e epimerização dos aminoácidos de conchas marinhas permitem datações superiores a 400 mil anos.

Em sítios arqueológicos de ambientes áridos e semiáridos de África, Austrália e Ásia, é comum encontrar-se vestígios de cascas de ovos de grandes aves como a avestruz. Estes vestígios, que resultam quer de alimentação, quer da utilização dos ovos como recipientes ou ainda de restos de produção de ornamentos pessoais, podem ser datados por racemização ou epimerização dos seus aminoácidos. Tal como acontece com as conchas, os aminoácidos da casca de ovo estão contidos nos cristais de calcite e a sua contaminação é essencialmente nula, e a sua diagénese é bastante lenta, permitindo a datação até cronologias bastante antigas da ordem dos 100 mil anos.

8.4. Processos de datação – perspectiva geral

Nos últimos capítulos reviram-se os aspectos fundamentais dos métodos de datação absoluta que directamente dizem respeito à Pré-História e, sempre que possível, abordando exemplos portugueses. Como se viu, a diversidade de métodos é, actualmente, bastante grande, cobrindo não só uma extensão cronológica, cujas balizas vão do presente até ao passado mais longínquo da evolução humana (Tabela 20), mas também utilizando uma diversidade de materiais que permite datar quase todos os sítios arqueológicos (Figura 104).

Foi o desenvolvimento tecnológico recente que permitiu ter um espectro tão alargado de possibilidades para a datação de contextos arqueológicos. Contudo, em Portugal existe ainda um número importante de sítios que não estão datados na sua totalidade ou se estão datados é de forma insuficiente. Qual a razão deste facto, tendo em atenção a diversidade de métodos de datação absoluta existente? São várias as possibilidades e de ordem distinta, nomeando-se, entre outras, as contextuais e as financeiras. Alguns sítios arqueológicos, por exemplo, não podem ser datados, uma vez que lhes falta o tipo de materiais passíveis de serem utilizados como amostras. A questão económica é extremamente relevante no caso português onde

materiais vulcânicos	vidro	obsidiana	sedimentos não queimados	sílex e pedra queimados	escória	cerâmica ou terra aquecida	calcite estalagmítica	conchas	esmalte de dentes	osso, chifre, marfim ou dentes	madeira, plantas, sementes, etc.	
											●	Dendrocronologia
					◕	○	○	◕	●	●	●	Radiocarbono
●												Potássio-Argon
◑							●	◑	◑	◑		Séries de Urânio
●	◕	◕			◕							Rastos de fissão
◑			●	●	○	●	◕					Luminescência
○				○		○	●	◑	◕	○		ESR
								◑	◑	◒		Racemi. dos Amino-ácidos
		◑										Hidratação da obsidiana
◑			◑			◑	○					Arqueomagnetismo

Figura 104. Aplicabilidade dos métodos de datação aos diversos tipos de materiais. *O maior ou menor preenchimento dos círculos indica o grau de fiabilidade desse tipo de datação* (Segundo Aitken, 1990, in Soares, 1996:110).

muitas vezes os projectos são subfinanciados (ou porque o investigador faz um orçamento inferior ao necessário porque sabe que as instituições não lhe concedem a totalidade necessária, ou porque as instituições financiadoras apenas subsidiam parcialmente o projecto) e, como tal, o investigador vê-se na situação difícil de ter de escolher entre escavar o sítio arqueológico ou datá-lo – como é evidente, não se pode datar sem se escavar e, portanto, aquilo que invariavelmente sucede é que o processo de datação do sítio arqueológico fica a aguardar até se conseguirem fundos para tal. Veja-se o caso da Gruta do Caldeirão, cujo último ano de trabalhos de campo foi em 1988, tendo sido poucas as datações obtidas até esse momento. Depois disso, o autor desses trabalhos, João Zilhão, tem feito um esforço sistemático para conseguir datar os vários níveis arqueológicos que não foram então datados, resultando em informação cronológica importante que se está a revelar ainda hoje.

Tabela 20. Limites e erros dos métodos de datação principais (modificado a partir de Rink, 2001:387-388).

Método	Materiais	Limites cronológicos(Ka)	Erro(%)
Radiocarbono	madeira carvão osso conchas sementes	0,2-40	1-2
Potássio-Árgon	feldspatos	10->10,000	1-2
Séries de Urânio (sistema fechado) $^{234}U+^{230}Th$	calcite	0,1-350	2-3
Séries de Urânio (sistema fechado) $^{234}U+^{230}Th$	osso dente	0,1-	1-5
Séries de Urânio (sistema fechado) $^{234}U+^{230}Th$	corais	0,1-800	1-5
Séries de Urânio (sistema aberto) $^{234}U+^{231}Pa$	calcite	0,1-200	1-5
Séries de Urânio (sistema aberto) $^{234}U+^{231}Pa$	osso dente	0,1-300	1-5
ESR	concha espelotemas esmalte dentário quartzo queimado: sedimento rocha	5-200 10-500 10-2000 10-500 10-500	10-20 20-30 20-50 10-20 20-30
TL	sílex queimado sedimento feldspato	1-500 4-400 1-800	5-10 10-20 10-20
OSL	quartzo	0,5-200	10-20
IRSL	quartzo	0,5-250	5-15
Traços de Fissão	zircão obsidiana	1-4000	5-10

Um segundo aspecto importante que pode explicar a ausência de datações arqueológicas é aquilo que se pode designar por desconfiança face a alguns métodos de datação absoluta. A desconfiança não existe no caso do radiocarbono, mas é frequente em todos ou quase todos os outros métodos de datação. A falta de confiança deve-se, principalmente, à equivocidade não só dos resultados, mas também dos métodos em si, problema muitas vezes agravado pela posição pouco esclarecida do especialista que produz a data. E note-se que o termo "produz" não é inocente, já que os princípios e condições são tão maleáveis que muitas vezes os resultados estão mais dependentes da interpretação do que seria de esperar e, por conseguinte, os resultados são pouco fidedignos. Tendo em mente este problema e adicionando-o ao custo de muitas centenas ou milhares de euros, o arqueólogo responsável pelo projecto prefere poupar o pouco dinheiro que tem e aplicá-lo à escavação, datando o sítio arqueológico da forma tradicional, isto é através de perspectivas estilísticas, como a tipologia ou a seriação. Como já vimos, também estes métodos de datação relativa levantam problemas, mas estes são conhecidos, e pelo menos adequam-se à estrutura estabelecida sem colocar questões insolúveis, aspecto que pode acontecer com a utilização de novos métodos.

Finalmente, alguns dos métodos utilizados não resultam numa cronologia do nível arqueológico em si, isto é, para o evento cultural que se quer datar. Resultam em momentos anteriores e posteriores (respectivamente datações *terminus post quem* e *terminus ante quem*), como o caso das datações por OSL ou por séries de urânio em travertine, cuja diferença temporal entre aquilo que se datou e o momento arqueológico é desconhecida, tornando assim a datação absolutamente inútil ou, pelo menos, retirando algum do seu significado e importância – é o caso das datações por OSL do sítio moustierense da Conceição. Este aspecto é suficiente para que o arqueólogo não queira investir em datações cujo significado pode ser questionado por si e pelos seus colegas.

É, contudo, necessário ultrapassar estes obstáculos e investir de forma séria na datação dos sítios portugueses – quer daqueles que estão a ser escavados ou que venham a ser objecto de trabalhos, quer daqueles que foram escavados no passado. Só através da construção de um *corpus* suficiente alargado de datações poderemos verificar quais os resultados problemáticos e quais os métodos e em que situações é que estes podem trazer resultados suspeitos. É este procedimento que permitirá resolver algumas questões cronológicas e mesmo culturais que existem no seio da Pré-História portuguesa e que, simultaneamente, permitirão a visualização de novos padrões até então desconhecidos. Como é evidente, o arqueólogo não pode acreditar piamente nas datações como se de lei se tratassem ou fossem, de facto, absolutas – existe sempre uma margem de erro nos seus resultados, e esta deve entrar sempre na equação e na interpretação dos resultados, tendo tanta importância como a data que é apresentada pelo laboratório...

PARTE IV

A Reconstrução Paleoecológica em Arqueologia

O tempo e o espaço são os dois vectores mais importantes no estudo da Pré-História. De facto, o espaço é um dos elementos mais determinantes na evolução cultural humana e, em muitos casos, também na evolução física da espécie humana, aliás como na maior parte das outras espécies orgânicas.

Naturalmente, a espécie humana, principalmente nas suas origens, reagia ao espaço que a circundava através da adaptação biológica e cultural, adaptação essa que lhe permitiu ser o que é hoje. Quanto maior for o recuo cronológico no objecto da investigação, maior é a dependência da espécie humana em relação ao seu meio ambiente. Com a evolução física do corpo – e cultural da sociedade humana – a fragilidade da espécie em relação ao seu meio diminuiu consideravelmente até a um momento em que o controlo exercido começou a mudar de "mãos", isto é, a passar o papel de dependência do Homem para o ambiente. Esta inversão gradual na dependência é iniciada na nossa história pelo desenvolvimento e consolidação do processo de produção de alimentos. Depois desse momento, passa-se a uma fase em que a sociedade controla o seu meio ambiente de forma a poder subsistir através dos seus próprios meios – o papel determinante do meio ambiente vai diminuindo progressivamente até ao presente, sendo este processo já posterior à Pré-História.

Devido à importância do meio ambiente e da ecologia durante a Pré-História na compreensão e estudo da sociedade humana dos primórdios existe a necessidade absoluta de em arqueologia pré-histórica se investigar o meio ambiente, através da reconstrução da paleoecologia desses períodos.

A forma tradicional de reconstrução paleoecológica consiste na utilização dos dados provenientes de estudos independentes da arqueologia, como, por exemplo, da paleontologia. Esta perspectiva, ainda que útil, mostra-se bastante limitada, já que é enquadrada teoricamente como se o conjunto do

mundo animal e vegetal não sofresse o impacto, por muito pequeno que possa ser, da comunidade humana. Quer isto dizer que o estudo de determinado paleoconjunto faunístico de uma região, numa perspectiva tradicional ou paleontológica, se limita a estudar as espécies presentes como conjunto estático independente da acção humana. Ora, no âmbito de uma investigação da Pré-História, o estudo da ecologia deve ser feito primeiramente como se de uma ecologia humana se tratasse, estando o Homem no ponto fulcral do estudo, verificando-se e reconstituindo-se as características ambientais locais e regionais, nomeadamente os aspectos climáticos, a composição faunística e o tipo de vegetação e qual a relação com a espécie humana.

É necessário frisar que ao longo dos tempos a comunidade humana e a sua cultura tiveram sempre um impacto importante na ecologia regional das áreas habitadas, aspectos que se podem revelar através dos vários casos de extinção animal ou vegetal resultado do impacto do Homem. Em contrapartida, a evolução física e transformação cultural da espécie humana (e as que a precederam) foi, sem dúvida nenhuma, o resultado do contexto ecológico das regiões habitadas por essas espécies. Assim, parece lógico que o estudo da reconstrução paleoambiental tenha que ser efectuado como eixo condutor da investigação na Pré-História, isto é, não separando os dados ambientais da relação que esses possam ter com as comunidades humanas do passado e do impacto que a espécie humana tem na sua ecologia.

Por esta razão, a arqueologia desenvolveu as suas próprias metodologias e técnicas para investigar a questão da paleoecologia humana, foco desta secção. A Parte IV debruça-se, pois, sobre o tema da reconstrução paleoecológica (e não apenas da reconstrução paleoambiental), estando dividida em três capítulos principais: a formação da paisagem e da orogenia, a fauna e a cobertura vegetal. No primeiro abordar-se-ão os elementos e técnicas que permitem a reconstrução da paisagem, nomeadamente os aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos, incluindo a topografia, e a importância que estes têm no estudo da Pré-História. O segundo capítulo vai analisar a questão das faunas, as várias metodologias de estudo, e as teorias relativas às análises zooarqueológicas. O último capítulo será de estrutura semelhante ao segundo, mas incidindo sobre o mundo vegetal.

9

A Formação da Paisagem e da Orogenia

O estudo da paleoecologia assenta na formação e evolução da paisagem que, necessariamente, envolve alterações em duas esferas naturais da superfície terrestre: a física e a biológica (Rapp e Hill, 1998:89; Holliday, 2001:20). Esta última é o tema dos próximos dois capítulos, foco, respectivamente, da zooarqueologia e da arqueobotânica.

O tema do presente capítulo é a questão da alteração e evolução da paisagem física e a sua relação com o clima (Tabela 21). A evolução da paisagem é estudada principalmente pelas chamadas geociências: entre outras, pela geologia, geomorfologia, sedimentologia e pela pedologia.

Na reconstrução paleocológica existem problemas complexos, principalmente porque os dados são muitas vezes insuficientes, quer no que diz respeito ao ambiente, quer no que se refere à sua precisão cronológica mas, sobretudo, porque são difíceis de interpretar e de sintetizar quando são comparados (Wise, 2001:111). Um outro aspecto relevante desta complexidade é o facto de, apesar de por vezes existirem dados, ser difícil relacionar esses dados com as variáveis que os controlaram e originaram.

No caso da arqueologia pré-histórica existe uma subdisciplina que se ocupa deste vasto campo – a geoarqueologia (Pollard, 1999). O termo geoarqueologia tem sido usado desde os anos 70 na bibliografia arqueológica para designar um conjunto variado de tipos de investigação que decorrem no âmbito das técnicas das geociências aplicadas a contextos arqueológicos (Rapp e Hill, 1998:1), tendo sido também utilizado o termo "geologia arqueológica" (Waters, 1992:4). Por esta razão existem várias definições para os dois termos, sendo presentemente mais utilizadas as perspectivas de Butzer e de Rapp. No início da década de 80, Karl Butzer (1982:35) definiu geoarqueologia como uma "investigação arqueológica que utiliza métodos e perspectivas das geociências". Uns anos mais tarde, Rapp descreveu a geoarqueologia como uma "actividade arqueológica com a ajuda de

Tabela 21.

Fontes de informação para a reconstrução paleoclimática.

Glaciológicas
Isótopos de oxigénio e hidrogénio
Características físicas dos gelos e composição sedimentar
Geológicas
Marinha
Microfósseis
Isótopo de oxigénio em foraminífera
Geoquímica e mineralogia sedimentológica
Polens
Mineralogia das argilas
Terrestre
Depósitos glaciares
Depósitos peri-glaciares
Depósitos eólicos
Depósitos fluviais e aluviais
Depósitos lacustres e de turfeiras
Depósitos cársicos
Solos
Biológicas
Dendrocronologia
Pólen
Fitólitos
Corais
Madeiras e carvões e respectivos fósseis
Microfauna
Macrofauna
Históricas
Registos meteorológicos e climáticos

(com base em Holliday, 2001:21).

metodologia geológica" (Gifford e Rapp, 1985:15), perspectiva, aliás, que nos aparece nos recentes volumes dedicados à geoarqueologia (Waters, 1992; Rapp e Hill, 1998 – veja-se também o capítulo de grande qualidade redigido por Angelucci, 2003, na obra recente dedicada ao CIPA). A geologia arqueológica está remetida para aquela actividade geológica exercida num contex-

to arqueológico que se limita à descrição da geologia local sem que haja uma integração desses dados, metodologias e perspectivas na interpretação arqueológica. A diferença entre as duas definições não é grande, residindo principalmente na perspectiva de uma arqueologia contextual definida por Butzer (1978, 1980, 1982), em que os vários elementos da ecologia humana (clima, paisagem, fauna, flora e a cultura humana) interagem entre si. Este sistema serve para explicar a transformação e evolução da cultura humana (Figura 105), e os dados obtidos pela geoarqueologia são integrados nas interpretações arqueológicas com vista a definir e investigar as questões dos processos de formação do registo arqueológico, permitindo na sua sequência a reconstrução paleoecológica que inclui necessariamente os aspectos da formação paisagística local e regional.

Rapp e Hill definiram a geoarqueologia como a "aplicação de conceitos, técnicas e conhecimento das geociências, ao estudo de artefactos e de processos envolvidos na criação do registo arqueológico" (1998:1-2), afirmando esses autores que o elemento essencial nesta perspectiva é que as interpretações arqueológicas resultam do uso de métodos ou perspectivas que provém das geociências.

Nesta linha de pensamento, Waters (1992:12) afirma que os três objectivos elementares da geoarqueologia são o contexto cronológico (estratigrafia e geocronologia) do sítio arqueológico, os processos de formação do regis-

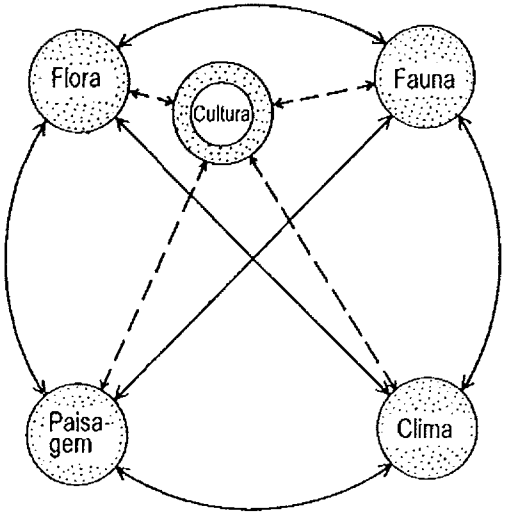


Figura 105. Modelo geral do sistema ecológico humano (adaptado de Waters, 1992:5).

to arqueológico e o contexto paisagístico dos sítios arqueológicos. De facto, o tema deste capítulo restringe-se apenas a este último elemento da geoarqueologia, embora os dois primeiros aspectos, o desenvolvimento da cronologia e o estudo dos processos de formação do registo arqueológico, tenham também um contributo importante na reconstrução paleoecológica.

No caso do estudo da formação do registo arqueológico, usa-se um número alargado de técnicas de investigação que se utilizam também no estudo da reconstrução paleopaisagística. Isto deve-se ao facto de a base de estudo para os dois casos ser o conjunto das subdisciplinas da geologia, nomeadamente a geomorfologia (estudo da origem, evolução e morfologia do relevo terrestre), sedimentologia (o estudo das características e processos de formação de depósitos sedimentares) e a pedologia (estudo da formação dos solos) e que, por isso, são muitas vezes inseparáveis no estudo da formação do registo arqueológico. Esses serão os temas principais a analisar no presente capítulo, deixando outros aspectos, principalmente os que se relacionam com as alterações pós-deposicionais para o capítulo dedicado à formação do registo arqueológico.

Os aspectos relativos à geocronologia, também ela parte da geoarqueologia, foram parcialmente tratados no capítulo 6. Contudo, essa abordagem foi feita no sentido de dar a conhecer os conteúdos relacionados com o estudo da cronologia e não aqueles que reflectem os aspectos paleocológicos. Assim, serão examinadas essas técnicas de forma sucinta, desenvolvendo-se depois em mais detalhe os aspectos relacionados com a formação sedimentar, pedológica e geomorfológica, explicando-se a sua relação com a evolução paisagística.

9.1. A geocronologia e a reconstrução paleocológica

Os métodos de datação geocronológica contêm vários elementos relevantes para a reconstrução paleoecológica, dos quais se destaca a questão da formação dos glaciares ou glaciologia, e os aspectos relacionados com os vários ciclos astronómicos que regem o clima (como, por exemplo, o paleomagnetismo), o reflexo dessas variações no rácio isotópico do oxigénio e os depósitos cíclicos como as varvas e o loesse.

A glaciologia dá-nos informação importante para a reconstrução paleoecológica, incluindo elementos referentes a variações de temperatura, linhas de costa, temperaturas da água do mar e da atmosfera e a dispersão dos glaciares. De facto, a temperatura e a precipitação são duas das variáveis mais importantes na questão do estudo da paleoecologia, aliás como se pode observar na relação entre o Tabela 22 e a Figura 106, onde se pode verificar o impacto que essas variáveis têm na paisagem (Ritter, 1986:52-53).

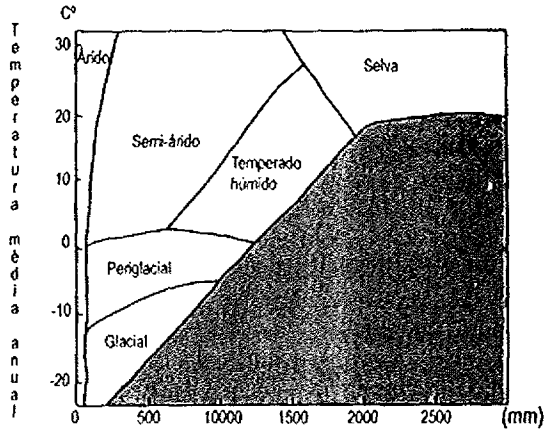


Figura 106. Sistemas climáticos e a sua relação com os factores da precipitação e temperatura (adaptado de Ritter, 1986:52).

Tabela 22. Sistemas geomorfológicos e respectivas características paisagísticas (adaptado de Ritter, 1986:53).

Tipo de Sistema	Processos geomorfológicos dominantes	Características da Paisagem
Glaciário	Glaciação Nivação Acção eólica	Crateras de erosão glaciar Topografia alpina Moreias
Periglaciário	Crioclastia Solifluxão Acção fluvial	Lobos, encostas e terraços de solifluxão Planícies de acumulação glácio-fluvial
Árido	Dessecação Acção eólica Acção fluvial	Dunas e playas Bacias de deflação Barrancos e vertentes
Semiárido	Acção fluvial Erosão mecânica Acção coluvionar	Leques Barrancos e vertentes com elementos coluvionares de grandes dimensões
Temperado húmido	Acção fluvial Pedogénese Acção coluvionar	Vertentes ligeiras cobertas por solos Bacias fluviais Extensos depósitos fluviais
Floresta tropical	Erosão química e pedogénese Acção coluvionar Acção fluvial	Vertentes muito inclinadas e cristas de separação entre bacias Solos muito desenvolvidos Recifes

A variação da linha de costa é um dos principais aspectos na reconstrução paleoecológica. O mundo oceânico e marinho foi, desde sempre, um dos nichos ecológicos mais usados pela espécie humana, e a sua influência é de grande importância no que diz respeito às alterações paisagísticas, quer da zona costeira, quer do interior, como se poderá perceber quando abordarmos as modificações geomorfológicas. Um dos aspectos mais interessantes é o efeito que a alteração na linha de costa tem na quantidade de superfície terrestre existente. A evolução da quantidade de superfície terrestre depende de dois factores essencialmente independentes – o isostatismo e o eustatismo.

O **isostatismo**, conceito desenvolvido por C. Dutton, no Colorado, baseia-se na ideia de que, devido a diferenças de densidade, existe um equilíbrio relativo entre os vários compartimentos da crosta terrestre. Na prática, esta ideia reflecte o facto de existirem alterações na linha de costa devido ao levantamento e abaixamento das placas terrestres relativamente ao nível da água. Esta variação acontece devido a dois fenómenos dependentes da densidade. O primeiro fenómeno é a actividade tectónica que origina alterações fundamentais na densidade regional terrestre através da modificação da superfície com deslizamentos, falhas e a acção vulcânica (Ritter, 1986:38). O outro elemento é a expansão das calotes polares, com a colocação de grandes quantidades de gelo sobre a superfície terrestre que, naturalmente, altera o seu peso e densidade, isto é, a sua massa, fazendo com que haja alterações na submersão das placas continentais.

Este último factor está relacionado com a questão do **eustatismo**, fenómeno da alteração do nível das águas devido a um aumento ou diminuição da quantidade de água presente no seu estado líquido no globo terrestre. Esta variação (cf. capítulo 6) é de carácter cíclico e tem repercussões importantíssimas na questão paleoecológica. No que respeita à alteração na linha de costa, ocorre devido à diminuição ou aumento do volume de água que se encontra no seu estado líquido. Note-se que, ao diminuir o volume, devido à quebra de temperatura atmosférica, a água concentra-se no seu estado sólido, expandindo as calotes polares. Quando se dá este fenómeno, aumenta a densidade terrestre, fazendo com que as placas continentais, onde se encontra localizado esse gelo, submerjam parcialmente. Quer isto dizer que o grau de descida da linha de costa não depende apenas directamente da diminuição do volume de água, mas também do facto de a própria crosta terrestre também se afundar devido à concentração dos gelos que estão por cima. O efeito paralelo faz com que a descida do nível das águas não seja tão marcada como seria de esperar caso não actuasse o fenómeno do isostatismo (Ritter, 1986:56). Em contrapartida, se no momento de subida das águas, devido ao degelo das calotes polares, não se derem alterações isostáticas, a subida das águas faz com que se dê a submersão da região

costeira. Este fenómeno nunca se dá de forma isolada, pelo que, geralmente, a retracção das calotes polares dá lugar a actividades isostáticas, responsáveis pela presença das chamadas praias elevadas ou praias fósseis das zonas costeiras (sobre a questão da localização de sítios arqueológicos neste tipo de praias veja-se Raposo, 1993:60). O estudo da flutuação da linha de costa portuguesa tem sido desenvolvido principalmente pela equipa de Alveirinho Dias (Dias, 1985; Dias *et al.* 2000). Como se verá na secção seguinte, a alteração da linha de costa tem um impacto importantíssimo na paisagem do interior devido a variações geomorfológicas nos cursos fluviais.

A importância das alterações da linha de costa pode ser verificada em determinados regiões e momentos da Pré-História como, por exemplo, no caso da primeira ocupação da Península Ibérica. Esta poderá ter sido concretizada através da passagem do Estreito de Gibraltar, num momento em que o nível do Mediterrâneo estaria bastante mais baixo, expondo corredores terrestres que teriam facilitado a passagem de África para a Europa. Outro exemplo é a transgressão marinha da zonação polínica do Atlântico que deu lugar às adaptações mesolíticas dos Vales do Tejo e do Sado.

A expansão e retracção dos glaciares deixaram ainda vestígios variados fundamentais para a reconstrução paleoecológica a uma escala regional. Para além dos aspectos da morfologia dos vales que permitem a localização dos glaciares, contamos ainda com depósitos que permitem a detecção do avanço e recuo do glaciar, sendo este o caso das moreias no Norte da Europa (geralmente são sedimentos e clastos de diversos tamanhos que foram empurrados pela deslocação da frente glaciar e depositados nas suas franjas, permanecendo aí após a retracção do glaciar). Outro tipo de testemunho que merece uma nota sobre a importância na reconstrução paleoambiental, a uma escala local, e desta feita ao nível dos ciclos anuais, é o caso das varvas.

Nos ambientes lacustres do Norte da Europa dá-se um fenómeno de deposição sedimentar que marca a diferença entre o Verão e o Inverno. Durante os meses frios do ano depositam-se partículas mais finas, enquanto que os sedimentos maiores, resultado do derreter dos gelos do Inverno, são depositados nos meses mais quentes, formando este conjunto um ciclo anual que serve como base para a geocronologia descrita anteriormente. Em contrapartida, no Inverno seguinte são então depositados os sedimentos mais finos, geralmente argilas com um alto teor orgânico, e que se caracterizam marcadas por uma cor mais escura. A reconstrução paleoambiental decorre desta sucessão de cores mais claras dos sedimentos do Verão, e mais escuras dos sedimentos finos do Inverno, através da análise da espessura relativa de cada varva. A espessura reflecte o grau de fusão dos glaciares e, portanto, o grau de alteração da temperatura e da duração das estações frias e quentes por ano.

A sedimentação oceânica tem também uma origem parcialmente de tipo glaciar. Aquela, contudo, e ao contrário das varvas, revela-nos alterações paleoclimáticas numa escala muito maior, isto é, reflecte uma variação ao nível mundial O fundo oceânico caracteriza-se pela presença de sedimentos muito finos, com um teor elevado de microfauna formada principalmente por foraminíferos. Estes fósseis foram já objecto de análise aquando da descrição da variação isotópica do oxigénio, devido ao fenómeno do fraccionamento isotópico.

Com o fraccionamento isotópico do oxigénio dão-se respostas diferentes a fenómenos ambientais como a evaporação, já que o ^{16}O e o ^{18}O reagem de forma diferente a esse fenómeno. Quando se dá a evaporação existe a tendência para que as moléculas mais leves de $H^{16}O$ sejam removidas, aumentando assim a frequência relativa de ^{18}O na água. Com a expansão das calotes de gelo polares, a água dos mares é removida por evaporação, concentrando-se o ^{16}O nos gelos. Em contrapartida dá-se o aumento relativo do ^{18}O nas águas salgadas oceânicas. No momento das interglaciações, quando a temperatura sobe e os gelos se derretem, o ^{16}O retorna às águas dos oceanos e dá-se uma inversão do rácio $^{16}O/^{18}O$. A alternância no rácio de $^{16}O/^{18}O$ encontra-se marcada em algumas espécies de foraminífera presente nos sedimentos recolhidos nas colunas sedimentares oceânicas. O seu estudo possibilita a reconstrução não só da temperatura, mas também do grau de evaporação e dos fenómenos eólicos que condicionam ambas as variáveis.

Este mesmo cenário está presente nos gelos, onde é também possível investigar a variação do rácio $^{16}O/^{18}O$ com a obtenção de colunas sedimentares glaciares. A par deste tipo de análises, é possível reconstituir a variação das temperaturas com base nos fósseis dos foraminíferos. Este processo baseia-se no facto de haver espécies diferentes adaptadas a diversas temperaturas, densidades e salinidades (Renfrew e Bahn, 1991:197).

Para a escala mundial, são muitas vezes usados os chamados **modelos gerais de circulação**, (*General Circulation Models* – CRM), que se baseiam em modelos climáticos de simulação construídos por computador (Holliday, 2001:20). Estes modelos centram-se na estrutura tridimensional atmosférica, com base em leis físicas, como a termodinâmica e podem responder a questões relacionadas com a evolução climática, porque o clima resulta de interacções complexas entre a atmosfera, a bioesfera, crioesfera e os oceanos, sendo a radiação solar a principal fonte de energia que comanda este sistema (Wise, 2001:112).

Os CRM resultam, geralmente, em modelos que simulam, em determinadas zonas de grande escala e em determinados momentos, um conjunto de variáveis que incluem precipitação, temperatura atmosférica, circulação eólica e, por vezes, a temperatura da superfície oceânica (veja-se os exemplos de CLIMAP, 1976 e de COHMAP, 1988).

Estes modelos encontram-se amplamente discutidos. Alguma informação sobre o assunto pode ser obtida também em vários portais electrónicos (http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk do Intergovernmental Panel on Climate Change ou ainda em http://www.nerc.ac.uk/environmental-data/data/directory.htm do British Oceanic Data Centre).

9.2. A geomorfologia, sedimentologia e a reconstrução paleoecológica regional

A base da investigação geomorfológica passa pelo estudo dos sedimentos, sistemas sedimentares e processos de erosão locais, nomeadamente da formação de solos. É, assim, necessário começar pela definição de alguns destes conceitos para que se possa perceber o funcionamento dos vários sistemas sedimentares:

- ambientes costeiros, nos quais os sedimentos são acumulados pelos fenómenos das marés e das ondas;
- ambientes eólicos, onde os sedimentos são transportados pelos ventos e acumulados em dunas e loesse, e devido a fenómenos de deflação formam-se concentrações de seixos de várias dimensões;
- ambientes aluviais, em que os sedimentos são transportados pela acção da deslocação da água e depositados pela mesma em meandros, deltas e vales fluviais;
- ambientes lacustres, onde os sedimentos são depositados no interior dos lagos e em seu redor devido ao fenómeno da gravidade, vento e decomposição dos materiais orgânicos, principalmente de origem vegetal;
- ambientes cársicos, nos quais os sedimentos são transportados por água, gravidade e vento e se depositam em sistemas fechados ou parcialmente fechados;
- ambientes coluvionares, onde os sedimentos se depositam graças ao fenómeno da gravidade em zonas de declive;
- ambientes de nascente, com a acumulação de sedimentos junto à surgência das águas da nascente.

A presente secção é baseada em bibliografia que trata especificamente os fenómenos geomorfológicos e sedimentológicos específicos e, por isso, próprios para a arqueologia pré-histórica. Estes são *Principles of Geoarchaeology. A north American Perspective* de Michael Waters (1992),

Geoarchaeology. The earth-science approach to archeological interpretation de George Rapp e Christopher Hill (1998), *Sediments in Archaeological Context* organizado e compilado por Julie Stein e William Farrand (2001) e *Alluvial Geomorphology*, por A. Brown (1997). Para complementar alguma da informação, foram ainda utilizadas obras de carácter geral: *Process Geomorphology* de Dale Ritter (1986), *Origin of Sedimentary Rocks* de Harvey Blatt, Gerard Middleton e Raymond Murray (1972), e *Superfície da Terra* de Arthur Bloom (1988). Finalmente, foi também utilizado um extenso glossário geológico disponível na internet, presente no portal do Instituto Geológico e Mineiro (http://www.igm.pt/almanaque/lexico_sedim/lexico.htm).

9.2.1. Os sedimentos

O primeiro aspecto a definir é a diferença entre sedimento e solo, pois não são sinónimos e têm origens muito diferentes. Sedimentos são todas as partículas orgânicas ou inorgânicas acumuladas por processos naturais ou artificiais, formadas a partir de quatro processos naturais de acumulação e deposição dos sedimentos (Waters, 1992:16): a acumulação mecânica de partículas sólidas por processos como a água, o vento ou a gravidade; a precipitação química de cristais dissolvidos na água; a decomposição e acumulação de materiais orgânicos; a deposição de materiais com origem vulcânica. Cada um destes processos dá lugar a um tipo específico de sedimento, respectivamente, sedimentos clásticos ou detríticos, químicos, orgânicos e sedimentos piroclásticos.

Os solos são o resultado da erosão e alteração química dos sedimentos e rochas que constituem um determinado depósito (veja-se a descrição de Angelucci, 2003a). Se determinado depósito se mantiver estável vai, com toda a certeza, sofrer acções pedogénicas, dando lugar a um novo tipo de sequência, marcada desta vez não por processos de deposição sedimentar, enumerados acima, mas por uma sequência de solos sobreposta à sequência sedimentar, e que pode mascarar a estrutura anterior de forma a desaparecerem os *interfaces* cronológicos (Figura 107).

Os depósitos sedimentares são formados, principalmente, por um conjunto de processos que se iniciam com a desagregação química ou mecânica de determinadas rochas, seguindo-se o transporte e deposição das partículas resultantes dessa desagregação e, finalmente, dando-se alterações pós-deposicionais desses depósitos, onde estão incluídas as alterações pedogénicas.

Enquanto que a desagregação química se faz através do contacto das rochas com a água, oxigénio e dióxido de carbono, a desagregação mecâni-

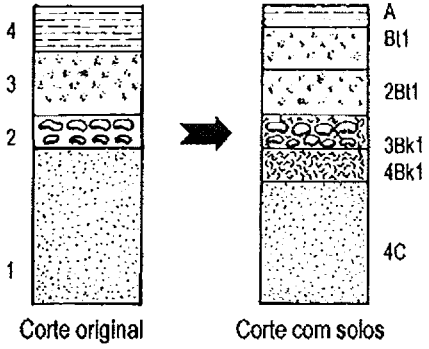


Figura 107. Exemplo de uma transformação pedogénica (adaptado de Waters, 1992:41).

ca das rochas, resultando em sedimentos de tipo clástico e químico, dá-se devido a vários fenómenos. Entre a desagregação mecânica destacam-se a erosão com origem eólica e aquosa, e a expansão e contracção das zonas superficiais rochosas. De entre estes últimos processos, a actividade da água quando se solidifica e liquidifica devido a alterações de temperatura, o ciclo de aumento e diminuição da temperatura diária, o crescimento de raízes e a acção de fogo são os mais importantes.

O grau de desagregação das rochas depende directamente da temperatura e da precipitação. Segundo Waters (1992:17), a desagregação química é maior quando ambos os factores, isto é, a temperatura e a precipitação, têm valores elevados, enquanto que a desagregação mecânica se dá de forma mais violenta em zonas em que a precipitação é pouco frequente e as temperaturas se situam entre os -7° e os -15° C.

Após a desagregação mecânica e química das rochas dá-se o seu transporte em contextos dinâmicos de água (quer em estado sólido, quer em líquido), vento e através da acção da gravidade. O tamanho das partículas a serem movimentadas depende do grau de energia de cada um desses processos e, naturalmente, quanto maior for o nível de energia maiores serão as partículas e maior será a distância do seu transporte. Como resultado, sistemas sedimentares diferentes resultam em sedimentos de tipo diferente. Assim, determinadas características dos sedimentos são importantes para se conhecer o meio de transporte e de sedimentação. É o caso da textura, tamanho e morfologia das partículas, bem como a sua homogeneidade e estrutura do depósito.

A divisão do tamanho das partículas pode seguir vários sistemas, contudo, existe uma tabela internacional, chamada escala de Wentworth-Udden (medida em unidades Fi (ϕ), que utiliza uma escala logarítmica de mm).

Esta escala divide a dimensão das partículas em quatro grupos principais, do maior para o mais pequeno, calhau (partículas maiores do que 2 mm), areia (entre 2 e 0,0625 mm), siltes (entre 0,0625 e 0,0039 mm) e argila (partículas inferiores a 0,0039 mm), que por sua vez são depois subdivididos (Tabela 23).

As partículas maiores do que os 2 mm, isto é, maiores do que a areia, indicam, em geral um nível de energia bastante alto, frequentemente em meio aquoso, no momento da deposição. Este sistema leva também à possibilidade de remeximento e abrasão mecânica de outros depósitos, como é o caso do fenómeno de cheia. As areias, que na sua maior parte são compostas por grãos de quartzo, são depositadas por sistemas fluviais, costeiros, praias lacustres e depósitos eólicos de superfície (dunas) ou em contextos cársicos. Os sedimentos finos, isto é, os siltes e as argilas, tendem a ser depositados em ambientes aquosos de baixa energia, como sejam as planícies aluviais. No caso da origem eólica, o nível de energia tem que ser alto, produzindo diversos tipos de dunas siltosas, como é o caso do loesse.

A calibragem do balastro é um aspecto importante na análise dos sedimentos. Faz-se com base num sistema que divide o tipo de sedimento em 7 categorias, de muito bem calibrado a muito mal calibrado (Figura 108), utilizando para isso a média da dimensão da partícula recorrendo ao sistema de Fi como unidades do desvio-padrão (Tabela 24). Esta variável, em conjunto com a dimensão das partículas, pode indicar o tipo de sistema que esteve na origem da deposição dos sedimentos (Figura 109).

A morfologia da partícula é importante porque pode reflectir o tipo de erosão sofrida desde a desagregação da rocha-mãe. Esta questão é tratada quer pela esfericidade do grão, quer através da sua angulosidade. Esta última divide-se em seis categorias, como se pode observar na Figura 110. A questão da proveniência da partícula, sugerida pela sua morfologia, torna-se muito mais consistente quando adicionada ao seu estudo mineralógico.

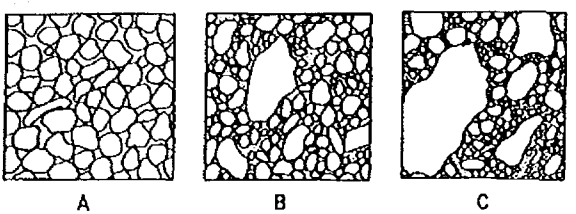


Figura 108. Exemplos de classes de calibragem. A – muito bem calibrado; B – moderadamente calibrado; C – muito mal calibrado (adaptado de Waters, 1992:24).

Tabela 23. Classificação do balastro segundo com a escala de Wentworth.

Milímetros	Classes de Wentworth	Fi (ϕ)
	Bloco	
256		-8
	Catlhau	
64		-6
	Seixo	
4		-2
	Grânulo	
2		-1
	Areia muito grosseira	
1		0
	Areia grosseira	
0,5		1,0
	Areia média	
0,25		2,0
	Areia fina	
0,125		3,0
	Areia muito fina	
0,0625		4,0
	Silte grosseiro	
0,0312		5,0
	Silte médio	
0,0156		6,0
	Silte fino	
0,0078		7,0
	Silte muito fino	
0,0039		8,0
	Argila	

Tabela 24. Classes de calibragem de acordo com o desvio-padrão

Desvio-padrão (em unidades ϕ)	Classes de calibragem
< 0,35	muito bem calibrada
0,35 - 0,50	bem calibrada
0,50 - 0,71	moderadamente bem calibrada
0,71 - 1,0	moderadamente calibrada
1,0 - 2,0	pouco calibrada
2,0 - 4,0	muito pouco calibrada
> 0,40	mal calibrada

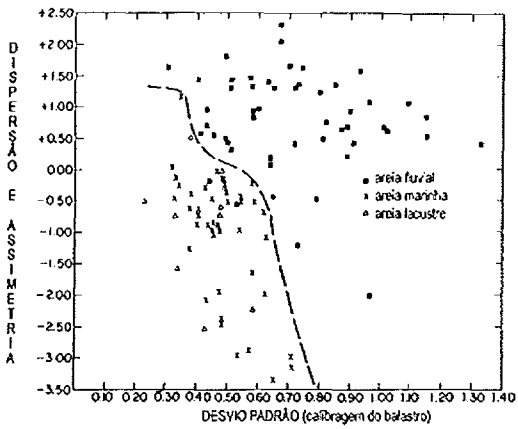


Figura 109. Gráfico mostrando a diferença entre sedimentos de várias origens com base no desvio-padrão da calibragem dos sedimentos (segundo Blatt *et al.*, 1986:60).

Os sedimentos químicos são também muito importantes, quer no que diz respeito ao estudo geológico quer ambiental. Ao contrário dos sedimentos clásticos, os químicos são formados no, ou perto do depósito onde são encontrados. O sistema, já parcialmente descrito quando atrás se falou do método de datação por séries de urânio, segue um processo de precipitação de várias elementos químicos, principalmente sob a forma de iões e óxidos que são solúveis na água e que se dispersam globalmente através do transporte das águas de superfície do globo terrestre.

Em determinados ambientes, esses elementos químicos, dissolvidos nas águas, são precipitados nos sedimentos devido a reacções químicas inorgânicas e orgânicas, precipitando esses novos conjuntos e transformando-os em partículas sólidas no sedimento (Waters, 1992:29). Os sedimentos químicos mais comuns são os carbonatos à base de cálcio e de magnésio, representando ambientes variados como margas e tufos lacustres, travertines cársicas e calcários marinhos. Como resultado da evaporação da água forma-se outro tipo de sedimentos químicos – os cristais como a calcite ou o sal-gema – que são em geral indicadores climáticos.

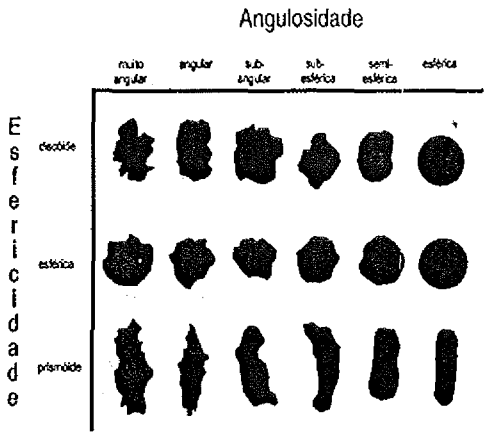


Figura 110. Diagrama mostrando as classes de angulosidade e arredondamento (adaptado de Rapp e Hill, 1998:42).

Os sedimentos orgânicos ou carbonosos são formados pela decomposição de animais e plantas (e daí a presença de carbono), aspecto que é fundamental na formação de solos. Em determinados contextos, o material orgânico chega a atingir perto dos 100% do depósito e, por isso, torna-se extremamente útil na reconstrução paleoclimática. Esta situação é geralmente indicadora da presença de turfeiras, que resultam de condições lacustres ou de ria. Os materiais orgânicos tendem a destruir-se através da oxidação, a não ser que se dê a sua cobertura rápida, indicando, portanto, a sua presença uma sedimentação rápida e imediata após a sua deposição, com condições anaeróbias que não possibilitam a actividade microorgânica de destruição (Rapp e Hill, 1998:29).

9.2.2. A formação dos solos

Uma vez que todos os minerais têm, por definição, uma estrutura química diferente, os processos de decomposição (química) e de desintegração (física) são naturalmente diferentes de mineral para mineral. A decomposição deve-se ao facto destes minerais não serem quimicamente estáveis, pelo que a sua decomposição vai assegurar a formação de novos elementos geológicos mais estáveis (Ritter, 1986:65).

A água é o elemento principal no processo de decomposição química dos minerais que, devido à sua acidez natural, faz com que haja trocas químicas, nas quais os minerais assimilam iões de hidrogénio e água, dissolvendo por sua vez catiões no líquido aquoso. O processo não se limita a este simples aspecto. Há duas acções principais: a presença de uma variedade de iões na água, capturados na atmosfera e na sua passagem pela superfície e que actuam nos minerais presentes nos depósitos geológicos; e a acção de processos orgânicos que envolvem o metabolismo de microorganismos e da decomposição de matéria vegetal, adicionando gases e ácidos orgânicos aos depósitos e que vão reagir com os minerais aí existentes.

Existem, assim, quatro factores principais de formação pedogénica (Waters, 1992:41; Rapp e Hill, 1998:29; Angelucci, 2003:57-58), que se dão através de um conjunto de processos, nomeadamente a oxidação e redução, solução, hidrólise, troca iónica, mobilidade, lixiviação, acidez e fixação (Ritter, 1986:68-77):

- adição de material orgânico, resultante da decomposição vegetal e animal e de partículas provindas da atmosfera e da superfície aos solos através da água das chuvas;
- transformação de substâncias do solo, como a matéria orgânica que se transforma em húmus e de certos minerais que se transformam em argilas, óxidos e iões;
- mobilidade vertical de materiais no solo, nomeadamente as partículas mais finas – alguma matéria orgânica e constituintes químicos dissolvidos como o cálcio ou o ferro são transportados para baixo através dos espaços verticais presentes entre as partículas de maior dimensão do depósito, parando este processo quando a água desaparece por evaporação ou absorção, dando lugar à precipitação ou acumulação desses materiais – este processo de movimentação vertical para baixo designa-se por eluviação (ou iluviação) – podendo acontecer o movimento vertical oposto devido à subida dos lençóis de água;
- remoção de constituintes do solo através da lixiviação completa de minerais que acabam por se acumular nos lençóis de água (Figura 111).

Há três aspectos importantes na descrição dos vários tipos de solo: a textura, já discutida anteriormente e que designa as dimensões das partículas que compõem o solo, neste caso todas inferiores a 2 mm; a cor, geralmente designada de forma padrão num sistema alfanumérico, a partir do catálogo de cores de *Munsell*, no qual a cor (vermelho, amarelo, verde e azul), a sua intensidade e o tom são registados (por exemplo, 5YR 3/3 para o castanho avermelhado escuro); e a estrutura do solo, caracterizando o tipo de agregação dos sedimentos e minerais no depósito (Figura 112) em granular, prismático, maciço, de grão individual, aglomerado e laminado.

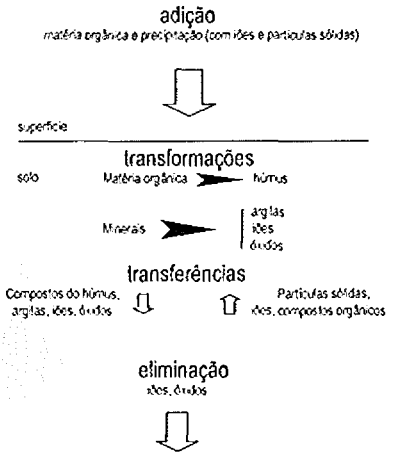


Figura 111. Os quatro processos principais de formação pedogénica (segundo Waters, 1992:42).

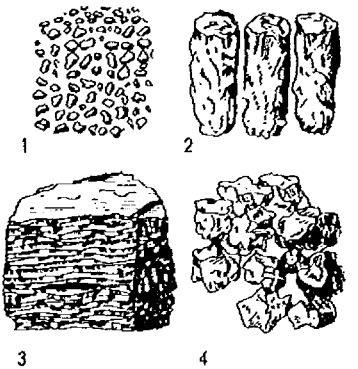


Figura 112. Tipos de estrutura pedogénica: 1 – granular; 2 – prismático; 3 – laminado; 4 – aglomerado.

O conjunto dos quatro sistemas de formação pedogénica descritos acima acaba por fazer com que se acumulem determinados elementos a profundidades distintas, formando horizontes pedológicos distintos. Cada um dos horizontes tem um grupo de características dependentes não só das suas particularidades minerais e biológicas, mas também climáticas. São reconhecidos seis horizontes diferentes, designados pelas letras maiúsculas *O*, *A*, *E*, *B*, *C* e *R*, sendo rara a presença de todos num só lugar. De facto, e em geral, estão presentes apenas, e de cima para baixo, os horizontes A, B e C (Figura 113 – veja-se também Angelucci, 2003:58 e 59).

- O horizonte A é a zona onde se acumulam os materiais resultantes da decomposição orgânica de superfície, sendo ainda o horizonte de onde são removidos os constituintes sólidos e solúveis pela passagem da água. Este horizonte pode ser designado também por O, dependendo esta designação da quantidade de material orgânico, que deve ser em grande quantidade, como é o caso de zonas florestadas.
- O horizonte E ocorre por baixo do A. É caracterizado pela presença de minerais, como o quartzo, resistentes à decomposição química, que formam uma camada de cor cinzenta clara de onde foram removidos, por lixiviação, todos os outros minerais como o ferro, o alumínio e as argilas.
- O horizonte B é aquele onde se vão acumular os materiais oriundos da superfície e do horizonte A (ou O) e E. Desta forma, o horizonte B é marcado pela presença e acumulação de argilas, componentes ferruginosos, alumínio, carbonatos de cálcio, sílica, sais minerais, matéria orgânica ou combinações de

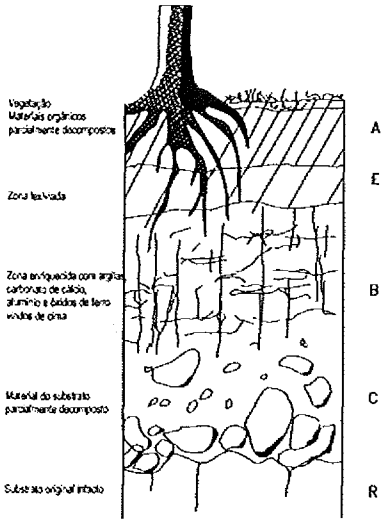


Figura 113. Uma secção típica com solos. O horizonte R decompõe-se, formando o C. Com a acumulação de material orgânico dá-se a formação do horizonte A. Subjacente está o E, onde se deu a eluviação dos minerais pesados, concentrando-se estes no horizonte B, junto com os carbonatos de cálcio (segundo Rapp e Hill, 1998:31)

todos estes materiais. Quanto à cor, o horizonte B vai ter cores características, como o vermelho, o preto e o verde, que dependem dos minerais presentes

- O horizonte C é o sedimento original, anterior aos vários processos diagenéticos presentes nos horizontes que o cobrem. Por último o horizonte R corresponde ao substrato rochoso.

Tabela 25. Classificação dos horizontes pedológicos

Horizontes	Características
O	Acumulação de matérias orgânicas, de origem animal e vegetal, depositadas sobre um solo mineral, geralmente de cor escura. Tem que ter mais de 30 % de material orgânico no caso de na sua composição existir >50% de minerais argilosos ou >20% de material orgânico no caso de não ter minerais argilosos.
A	Horizonte mineral que se forma ou à superfície ou por baixo de um horizonte O. Caracteriza-se pela presença de materiais orgânicos húmicos misturados com minerais, dominando o solo a fracção mineral. A sua cor é frequentemente mais escura do que os horizontes que lhe subjazem.
E	Horizonte de cor clara com areias e siltes, e ausência de argila e de determinados minerais como o ferro e o alumínio, bem como matéria orgânica.
B	Horizonte dominado pela ausência da estrutura sedimentar original, e pela concentração por eluviação de vários materais como argila, ferro, alumínio, sílica, gesso, húmus e carbonatos. Existem vários tipos de horizontes B: Bh — acumulação de matéria orgânica Bhs, Bs — acumulação de matéria orgânica e compostos de ferro e alumínio Bk — acumulação de carbonatos de cálcio Bo — concentrações residuais de compostos de ferro e alumínio Bq — acumulação de sílica Bt — acumulação de argila Btn — acumulação de argilas com alto teor de sódio Bw — desenvolvimento de cor vermelha e estrutura, perda de carbonatos, sem aparente acumulação de material de eluviação By — acumulação de gesso Bz — acumulação de outros sais minerais
C	Horizonte, excluindo a rocha de base, menos afetado pela pedogénese, sem qualquer característica presente nos horizontes B a O, e que geralmente corresponde ao sedimento original sem estar alterado pela pedologia, e onde a estrutura e textura sedimentares originais estão presentes ou pouco alteradas.
R	Rocha consolidada, subjacente a qualquer tipo de horizonte pedológico.

(adaptado de Ritter, 1986:88, e Waters, 1992:46-47).

Cada um dos horizontes pedogénicos pode ainda subdividir-se. Cada subdivisão demarca-se por características próprias e é designada por letras minúsculas colocadas como sufixos (Bt, Bh, Bw ou Bk – ver Tabela 25). Se houver diferenças de cor, estrutura ou textura num determinado horizonte, devem ser notadas com uma designação numérica como por exemplo Bw1, Bw2, Bw3. Paralelamente, se houver variações significativas litológicas ou de tamanho, devem ser registadas com um número a servir de prefixo, que será independente do horizonte pedológico. Por exemplo, se num qualquer horizonte B existirem três camadas litológicas diferentes, estas devem ser denominadas B, 2B e 3B; se por acaso as características litológicas do horizonte 3B forem as mesmas do horizonte que lhe subjaz, nesse caso o numeral deve ser o mesmo, isto é, 3C (ver Figura 107).

A descrição feita até ao momento tratou a questão das características dos solos, mas não a sua cronologia. De facto, existe um grupo específico que interessa à reconstrução paleoambiental. São os chamados paleosolos, ou solos formados na paleopaisagem. Estes solos dividem-se em três grupos, designados por solos cobertos (aqueles que após a sua formação foram cobertos por novas camadas sedimentares), solos relíquia (aqueles que nunca foram cobertos e que ainda se encontram à superfície) e solos exumados (aqueles que já estiveram cobertos, mas que presentemente se encontram à superfície devido à erosão da camada que os cobria) (Ritter, 1986:107).

9.2.3. A geomorfologia dos ambientes costeiros

Os ambientes costeiros são aqueles que limitam grandes massas de água como os oceanos ou os grandes lagos da América do Norte. Destes espaços grandes e abertos resulta uma diversidade complexa de sedimentos depositados por uma variedade de processos sedimentares. Os depósitos mais frequentes são os cordões de dunas da antepraia, os depósitos de praia, as barreiras ou ilhas-barreira e deltas. Os fenómenos eustáticos podem fazer com que estas estruturas naturais sejam cobertas aquando da subida do nível das águas, ou torná-las isoladas, transformando-as em linhas de costa abandonadas com a descida das águas.

Este movimento cíclico da linha costeira traz informação importantíssima para a reconstrução paleoecológica uma vez que essa alteração no nível das águas modifica radicalmente a paisagem, ainda que essa alteração possa acontecer lentamente. Uma vez que a zona de transição entre a terra e o mar é extremamente rica e produtiva do ponto de vista da economia humana, é uma zona que tem tido um impacto antrópico fortíssimo, principalmente a partir do momento em que o sedentarismo se tornou uma das linhas de força da estrutura social e económica da comunidade humana.

Os ambientes costeiros são, do ponto de vista geomorfológico, uma das paisagens mais dinâmicas que existem. Esta dinâmica deve-se a um conjunto diverso de processos, que funcionam simultaneamente (o eustatismo, o isostatismo e sedimentação e erosão), que subordinam a energia eólica bem como os fenómenos marinhos das correntes, marés e das ondas, cujo impacto na costa pode acontecer em escalas cronológicas longas, de milhares de anos, ou escalas muito curtas, de uma simples estação do ano ou de eventos catastróficos como um *tsunami*.

Mesmo em momentos e regiões onde existe um equilíbrio geomorfológico, as zonas costeiras estão em constante transformação, porque os fenómenos de sedimentação e erosão são constantes, e muitas vezes cíclicos com curta duração, nas praias costeiras. Este tipo de fenómeno pode ser visto nalgumas praias do concelho de Vila do Bispo, como a Boca do Rio ou o Zavial, onde as areias são levadas todos os invernos, ficando as rochas à mostra; no final da Primavera ou início do Verão, o mar traz de novo as areias, cobrindo as rochas e blocos e formando as praias.

As zonas costeiras caracterizam-se pela presença de dois tipos: as costas expostas e as abrigadas. As primeiras são aquelas onde as ondas são grandes, formadas e empurradas pelos ventos, onde a energia é extremamente elevada e, por isso, são zonas de grande erosão como as zonas rochosas. Como seria de esperar, a sedimentação nestas zonas é principalmente feita de sedimento grosseiro, enquanto que a matéria orgânica é composta por grandes fragmentos de madeira.

Em contrapartida, as costas abrigadas são aquelas onde a acção das ondas não se faz sentir devido à refracção das mesmas, e onde a sedimentação e erosão se faz à custa da força das marés, processos de baixa energia que acumulam sedimentos finos próprios de estuários e de sapais. Contudo, é muito frequente coexistirem os dois tipos de zonas costeiras, como é o caso das rias de Faro e de Aveiro.

Como se disse acima, as ondas são um dos factores principais no processo de formação das zonas costeiras. Em geral, as ondas formam-se nas zonas abertas das massas de água e têm uma morfologia característica: são formadas por uma depressão, o ponto mais baixo da superfície entre duas ondas e a crista, ou seja o ponto mais alto de uma onda relativamente à superfície da água em estado calmo; o comprimento da onda (a distância que medeia duas cristas); e a altura da onda (a distância vertical que separa a crista da depressão). Paralelamente a este conjunto de características das ondas, directamente por baixo, existe a coluna de água que se move num movimento circular e que quase desaparece conforme aumenta a distância à crista da onda. O movimento acaba por desaparecer quando se aproxima de terra, no momento em que a altura da água diminui, fazendo com que o movimento circular se deforme e a crista da onda suba e se enrole até que se

dá a sua rebentação. Nesta fase, empurra a água para terra, levando e trazendo o sedimento grosseiro e forma a chamada zona de espraiamento (Figura 114).

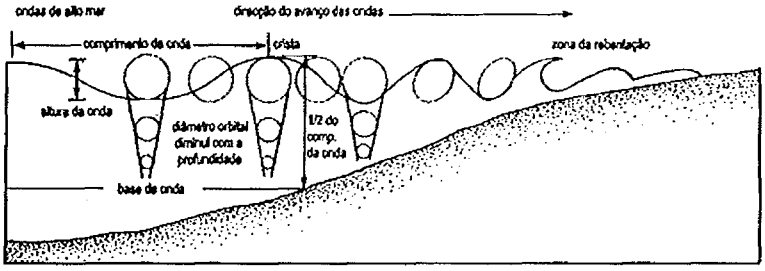


Figura 114. Diagrama da formação e morfologia das ondas (adaptado de Waters, 1992:250).

Quando as ondas se dirigem obliquamente para a costa tendem a gerar um movimento de deriva litoral, durante o qual a água se move paralelamente à costa. O resultado deste movimento é o transporte de sedimento com a corrente que acaba por ser depositado em baías costeiras.

As marés têm também uma função importante no que respeita ao transporte e erosão de sedimentos costeiros. Ocorrem dois ciclos de marés completos por dia, devido às forças gravitacionais da lua e do sol. O movimento é muito simples, dando-se a deslocação de um grande corpo de água em direcção à lua, fazendo esta a maré-cheia, enquanto que a metade oposta, puxada também na mesma direcção, provoca a maré vazia. O volume de água que se move neste conjunto de duas massas de água é conhecido por prisma mareal. A diferença entre a maré-cheia e a maré vazia é denominada por amplitude de maré.

As marés afectam o ambiente costeiro de três formas:

- a subida e descida cíclica e constante da água faz com que haja deslocação e deposição de sedimentos do fundo do mar;
- as marés provocam processos erosivos que deslocam sedimentos verticalmente na margem costeira;
- as ondas deixam de actuar na zona intermarés, dando lugar à actividade eólica se a amplitude da maré for muito grande.

Os processos costeiros abordados acima resultam numa variedade de ambientes e paisagens costeiras que pode ser agrupada em três grupos distintos:

- zonas costeiras de erosão, geralmente marcadas por áreas rochosas que se encontram em zonas expostas à actividade de alta energia das ondas e onde se dá um processo de erosão fortíssimo através do desgaste das falésia rochosas. Geralmente, na base dessas falésias encontra-se um entalhe, cuja cornija pendente acaba por se desmembrar. Os blocos que daí resultam desagregam-se continuamente, formando o sedimento mais fino que se espalha através da acção das ondas e das correntes. Este fenómeno acaba por formar a chamada bancada de erosão litoral;
- zonas costeiras submersas que têm geralmente configurações irregulares, sendo assinaladas pela presença de baías ou estuários. Os estuários tendem a cobrir a zona jusante do vale fluvial pleistocénico que presentemente está coberto por sedimentos e água devido à transgressão marinha holocénica. É comum que estas áreas se caracterizem por zonas de sapal e sejam extremamente ricas em fauna e flora aquática. Os sedimentos dos estuários resultam principalmente dos processos sedimentares fluviais, que serão tratados mais à frente.
- zonas costeiras de deposição são as áreas onde se dá a deposição dos sedimentos, entre outros aqueles que foram removidos das zonas costeiras de erosão. Estas zonas são resultado não só dos processos costeiros descritos acima, formando ambientes costeiros como as praias, as ilhas-barreira e as planícies de entre-maré, mas também de processos fluviais e eólicos, e por combinações entre eles, geralmente formando as zonas deltaicas e os cordões litorais arenosos.

Cada um destes ambientes presentes nas zonas costeiras de deposição tem características diferentes no que diz respeito à granulometria e calibragem dos sedimentos, bem como à estrutura da estratificação e presença de paleosolos.

As **praias** são zonas onde o declive da planície costeira é pouco acentuado, onde o sedimento é muito abundante, propício para transporte pelo fluxo forte das ondas, mas onde a amplitude das marés é relativamente moderada. A acção da água faz-se sentir diferenciadamente em três zonas da margem costeira:

- a antepraia, espaço que medeia as dunas costeiras ou as falésias e a linha de água no momento das marés-cheias. Esta zona está, em geral, seca e é inundada apenas durante as maiores marés do ano ou nos momentos de tempestade, deixando areias e siltes acumulados nessa zona;
- a praia intertidal que tende a descer suavemente para o mar e é marcada pela acção das ondas e seu refluxo, criando na face da praia depósitos

muito característicos com sedimentos. Estes sedimentos mostram uma estratificação cruzada de areias, seixos e fragmentos de conchas, geralmente inclinadas para a costa;

- a face-de-praia é a zona que se estende da linha da baixa-mar até ao nível de base da ondulação normal. A granulometria dos sedimentos tende a diminuir conforme a distância aumenta da praia.

As **ilhas-barreira** são corpos alongados de areia, paralelos à linha de costa, separados de terra por uma zona lagunar ou de sapal (Figura 115). A face virada para o mar é essencialmente idêntica à da praia descrita acima, mas a zona da antepraia está coberta por dunas. A morfologia destas estruturas depende da amplitude das marés e da actividade das ondas. Onde a actividade das ondas se faz sentir com mais força as ilhas-barreira tendem a ser mais longas e estreitas com raras barras, enquanto que onde a amplitude das marés é predominante as ilhas tendem a ser mais pequenas e mais largas, cortadas por inúmeras barras. Enquanto que no primeiro caso as lagunas e sapais têm salinidades bastante altas, no segundo o nível de salinidade é normal, semelhante ao do mar aberto, já que este penetra de forma abundante na zona dos sapais.

As **planícies de entre-maré**, como os sapais, são plataformas de sedimentos finos depositados pela ciclicidade das marés, correspondendo à amplitude máxima das mesmas. Este tipo de situação desenvolve-se em estuários, como o do Arade ou a margem sul do Tejo ou as rias já mencionadas. Estas zonas são marcadas por canais meândricos complexos que resultam da paisagem da água enquanto as marés baixam, expondo as superfícies onde muitas vezes se acumula vegetação. Quando a maré sobe, dá-se a deposição de sedimentos finos que incluem areias finas, siltes e argilas, que formam uma estratificação laminar, marcada pela presença de conchas e concentrações de areias grosseiras, bem como pela presença de bioturbação devido a fauna marinha.

Os **cordões litorais arenosos** são linhas de dunas paralelas à costa que no caso da formação de ilhas-barreira aparecem presentes em duas linhas (uma na ilha e outra na interior, separadas pelos sapais). Geralmente têm alguns metros de altura com larguras que podem chegar às várias centenas de metros, enquanto que o seu comprimento é muitas vezes da ordem dos muitos quilómetros, como no caso da costa alentejana a sul de Sines. Este tipo de formação é mais frequente junto a zonas onde existem estuários e onde a acção das ondas é moderada e a amplitude das marés não se faz sentir de forma acentuada. O sedimento tem origem na planície costeira nos momentos de descida do nível do mar. Os sedimentos transportados e depositados por via eólica são, em geral, bem calibrados, com características semelhantes às das praias marinhas intertidais, com a presença de areias de calibre fino e médio, deixando as partículas mais pequenas nas orlas dos

cordões que acabam por ajudar à formação dos sapais quando a paisagem assim o permite. Uma vez que a granulometria e a calibragem são semelhantes no caso das dunas e das praias, a característica que permite separar a origem destes sedimentos é a presença de estratificação laminada cruzada. É também característico destes cordões arenosos a presença de paleosolos.

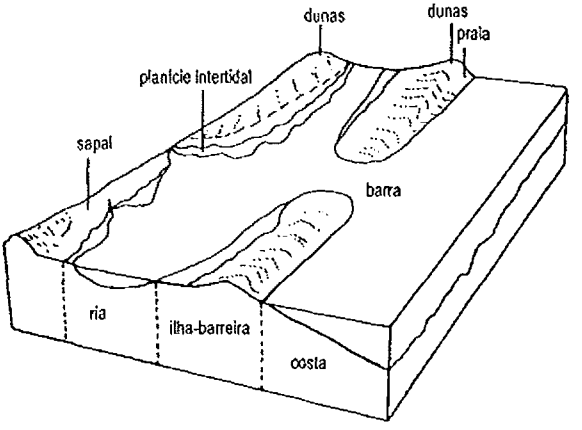


Figura 115. Diagrama de um ambiente de tipo ilha-barreira (adaptado de Waters, 1992:258).

Para além dos já referidos, existe ainda um ambiente costeiro denominado **delta**. É um ambiente que deposita sedimento a uma velocidade superior à do mar para transportar esse mesmo sedimento, o que acontece nos outros regimes aluviais. Uma das zonas do delta fica na zona da amplitude intermarés, enquanto que outro fica acima dela. O processo de distribuição do sedimento aluvial é semelhante ao do fenómeno das planícies de entre-maré, onde o estuário do rio abre canais meândricos por entre o sedimento, durante a baixa-mar, fazendo um sistema de pequenos leques sedimentares que completam o delta e que são formados independentemente e em momentos diferentes. Nos momentos em que não se dá sedimentação nesses leques, a energia costeira, isto é as ondas e as marés, transportam esses sedimentos e depositam-nos noutros ambientes costeiros.

9.2.4. Os ambientes eólicos

Os depósitos eólicos formam-se devido à erosão, transporte e deposição de sedimentos pelo vento. Este fenómeno acontece em áreas onde exis-

te sedimento que não está consolidado e em que o vento é suficientemente forte para transportar essas partículas. A acção eólica é preponderante onde não existe vegetação já que o vento pode atacar os sedimentos de superfície que não estão cimentados. Este conjunto de factores é mais frequente em zonas áridas desérticas, sejam elas frias ou quentes. O fenómeno de erosão e transporte de sedimento pelo vento pode ocorrer também em zonas húmidas, mas acontece, geralmente, no seio de vales fluviais que expuseram depósitos de sedimentos arenosos e que estão disponíveis para serem transportados localmente pelo vento. Este fenómeno de transporte só se pode dar desde que o vento seja suficientemente forte, característica comum em vales fluviais.

As características mais importantes do vento enquanto factor de erosão são a direcção, a velocidade e o grau de turbulência. Em zonas com grandes amplitudes térmicas, a direcção é predeterminada devido às diferenças de temperatura locais existentes no ar. A direcção do vento é responsável pelo tipo de estratificação dos depósitos.

A velocidade do vento é o fenómeno que controla quais as partículas que vão ser transportadas e quais as que ficam estacionárias, diminuindo a velocidade conforme diminui a distância ao solo devido à fricção deste. A turbulência vai influenciar a questão do arrastamento das partículas, bem como da sua erosão, afectando no seu todo o tipo de morfologia da superfície terrestre.

O arrastamento das partículas não depende apenas da velocidade e do grau de turbulência. Depende também de fenómenos como a humidade e a compactação do solo. Por esta razão o tamanho das partículas arrastadas não tem uma relação directa com a velocidade do vento. De facto, as partículas que mais facilmente são transportadas têm uma dimensão entre 0,1 e 0,84 mm. Não são levadas pelo vento nem as partículas mais pequenas – porque geralmente formam agregados mais duros e mais compactados devido à humidade – nem as maiores porque o vento não tem força para as transportar. O tipo de vegetação interfere obrigatoriamente no transporte de partículas sedimentares pelo vento, já que uma maior cobertura vegetal impede a deslocação das partículas tal como impossibilita a sua remoção da superfície. Quando as partículas estão em movimento com o vento em suspensão, assim que aquele começa a perder a sua velocidade, dá-se um fenómeno diferente. As partículas começam a mover-se verticalmente na direcção da superfície terrestre até que ocorre o seu impacto com o solo. Com este resulta a saltação – fenómeno através do qual as areias finas e médias caem no chão e ressaltam, atingindo outras partículas. Este fenómeno faz com que haja um arrastamento ou rolamento de partículas maiores, com a granulometria das areias grosseiras e mesmo pequenos seixos. A suspensão geralmente transporta apenas as partículas mais finas, isto é, argilas e siltes.

Diferentes tipos de sedimentos dão origem a depósitos distintos: os mais finos formam os loesses, enquanto que as areias dão lugar às dunas. O transporte das partículas mais finas deixa ficar concentrações residuais de seixos ou mesmo de elementos maiores.

As dunas são morfologicamente marcadas por uma crista, uma face de deslizamento (também conhecida por face de sotavento) e a superfície dunar do lado de onde bate o vento. Esta última tem um declive suave com um ângulo de 10° a 15°, enquanto que a face de deslizamento tem uma inclinação com ângulos entre os 30° e os 35°. As dunas apresentam várias dimensões; a mais pequena, denominada *riple*, é inferior a 1 metro e desenvolve-se devido ao arrastamento e saltação de partículas a partir de uma depressão.

As dunas são formadas em zonas onde a velocidade do vento diminui devido a qualquer tipo de barreira natural como uma árvore ou a margem de um canal. Após a sua formação, a duna tende a deslocar-se com a direcção do vento, a não ser que a sua superfície se tenha estabilizado com a cobertura vegetal. Este movimento das dunas forma dois tipos de depósito: depósitos de avalanche e de acreção (Figura 116).

Os depósitos de acreção formam-se no lado da superfície dunar. São caracterizados por estratificação laminar fina (1 a 4 mm de espessura para cada lâmina) horizontal ou com uma ligeira inclinação semelhante à da superfície dunar e são compostos por areias finas. A superfície dunar é constituída pela formação de séries consecutivas de pequenas *riple* que originam uma estratificação entrecruzada.

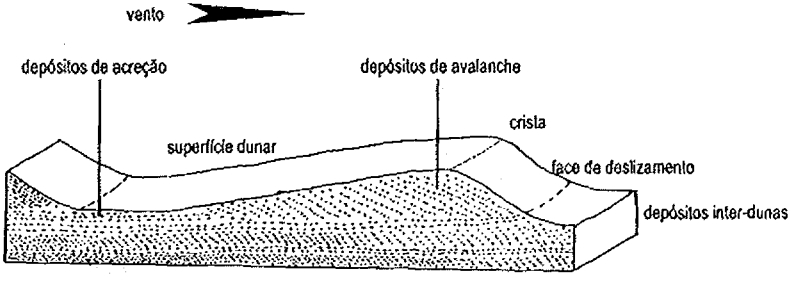


Figura 116. Diagrama da formação dunar (adaptado de Waters, 1992:189).

Depósitos de avalanche são aqueles que se formam no lado mais inclinado da duna, também conhecido por face de deslizamento. Devido aos fenómenos de saltação e deslizamento, grãos de areia vão juntar-se à crista da duna alterando o ângulo acima nomeado. Quando esse ângulo ultrapassa os 35°, a crista desprende-se e cai criando uma língua de areia. Como este

fenómeno não se dá em toda a extensão da crista simultaneamente, as pequenas avalanches de areia vão empurrando a duna a favor do vento e formando uma estrutura de estratificação entrecruzada com inclinações da ordem dos 30° a 35° e com uma espessura entre os 1 e os 5 cm. Os pequenos feixes de estratificação entrecruzada formam conjuntos de estratos oblíquos que chegam a atingir os 2 metros de espessura e estão separados por superfícies de erosão. As superfícies de erosão têm origem na alteração da direcção e velocidade do vento, bem como na mudança na morfologia da duna (existem perto de uma dezena de tipos de duna, mas que aqui não foram objecto de descrição).

9.2.5. Ambientes fluviais e aluviais

Os ambientes fluviais e aluviais são aqueles onde a paisagem é dominada pela presença de um corpo de água corrente limitado por um canal, independentemente do seu tamanho, ou seja, qualquer rio, ribeira ou riacho que seja responsável pela erosão, transporte e deposição de sedimentos. Em geral, estas acções podem ser observadas em depósitos de corrente de canal, leques aluviais e deltas, sendo todos estes sedimentos denominados aluvio ou aluvião.

Toda a água fluvial tem a sua origem numa bacia de drenagem que inclui, para além das várias linhas de água e nascentes respectivas, o sistema topográfico mais elevado marcado por vertentes que, por um lado, separam várias bacias de drenagem e, por outro, ajudam a recolher e a formar os pequenos vales que compõem a bacia de drenagem (Figura 117). As linhas de água são geralmente organizadas segundo uma ordem de grandeza que se baseia na descarga de água, ou taxa de escoamento (volume de água que passa num canal num determinado período de tempo e é em geral medido em metros cúbicos por segundo), e na sua relação umas com as outras ao nível regional.

Figura 117. Diagrama de uma bacia de drenagem, estando a crista de separação entre bacias representada pelo linha a tracejado.

A descarga é a consequência directa da quantidade de precipitação e do volume de degelo das neves (onde esta exista). Como esses dois factores não são constantes, mas sim sazonais e diferentes nas várias regiões, os rios são classificados segundo a variação da sua descarga: **perenes** aqueles que têm água todo o ano devido principalmente ao nível dos lençóis de água subterrâneos; **sazonais** aqueles cuja corrente de água existe apenas nas estações do ano húmidas devido à subida do nível freático; **efémeros** aqueles onde a água corre apenas quando há precipitação elevada.

O tipo de descarga é o factor principal no sistema de erosão, transporte e deposição dos sedimentos aluviais. O arrastamento das partículas é iniciado quando a força da corrente é mais forte do que a força da gravidade, sendo o tamanho das partículas e a velocidade da corrente os dois factores principais que coordenam a erosão e transporte dos sedimentos em ambiente fluvial (Figura 118). Tal como no caso da erosão e transporte eólico, as areias são as mais facilmente erodidas, enquanto que as partículas maiores e as menores sofrem um processo de erosão mais lento e difícil devido, respectivamente, ao seu peso, à sua compactação e coesão. A partir do momento em que as partículas mais pequenas, como os siltes e as argilas, estão em movimento precisam de um nível de energia de transporte muito menos elevado do que o das outras partículas, uma vez que estão em suspensão na água. Para se manter o transporte, quanto maior for a partícula mais alta terá

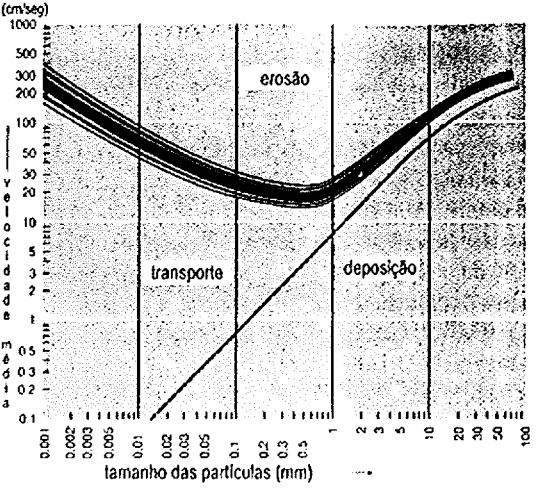


Figura 118. Diagrama mostrando a velocidade necessária para o transporte de partículas (adaptado de Ritter, 1986:216).

de ser a energia necessária para a manter em movimento. Por isso, a maior parte dos sedimentos transportados por energia fluvial são areias, siltes e argilas, enquanto que os seixos e calhaus dependem, geralmente, de situações especiais de grande energia como grandes rios ou momentos de cheia. Tal como no caso dos processos eólicos, também nos ambientes fluviais se verifica a existência de transporte das areias por saltação no metro acima do leito do canal; e de tracção, junto ao leito, para as partículas maiores do que as areias.

Os rios podem ter várias morfologias, dependendo de adaptações a factores como a quantidade e tamanho da carga sedimentar transportado pelo canal, o volume e variação da descarga e o declive do leito do rio. As morfologias existentes são quatro – os canais rectos (os mais raros), entrelaçados, anastomosados e meândricos (Figura 119) – e podem aparecer num só rio.

Os sistemas de canal entrelaçados são muito frequentes e tendem a caracterizar-se por leitos largos, entrecurtados pela presença de bancos e línguas de areia ou seixos. É exemplo desta formação a zona do Tejo junto a Santarém. Os canais entrelaçados aparecem devido à existência de canais pouco profundos e inclinação marcada dos leitos fluviais, onde existe uma grande abundância de sedimentos de maiores dimensões (areias e seixos) que estão aptos a serem erodidos e transportados e, por fim, depositados relativamente perto do seu ponto de origem. Este sistema dá-se devido a alterações do regime de descarga.

Existem três tipos de bancos e línguas: bancos laterais, junto às margens do canal; bancos transversos, mais largos do que compridos, cortando a direcção da corrente; bancos longitudinais, compridos e formados pelos materiais de maior granulometria, essencialmente paralelos à di-

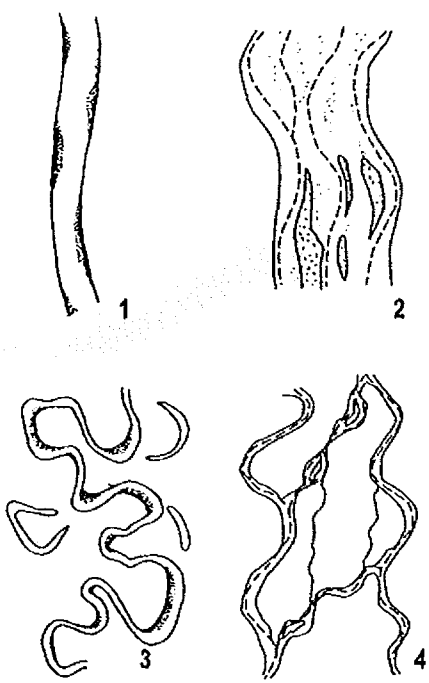


Figura 119. Exemplos de configurações fluviais: 1 – recto; 2 – entrelaçado; 3 – meândrico; 4 – anastomosado (adaptado de Waters, 1992:123 e de Brown, 1997:65).

recção da corrente da água. Os bancos longitudinais tendem a ser erodidos a montante para serem depositados a jusante, sendo que dentro de um banco o tamanho das partículas diminui de baixo para cima e de montante para jusante.

Os rios anastomosos são, aparentemente, semelhantes aos sistemas entrelaçados. Contudo, as diferenças residem no facto de conterem bancos de sedimento bem marcados, estáveis e cobertos por vegetação (e por isso geralmente denominados ilhas), bem como terem canais de água mais profundos e completamente individualizados, que transportam sedimentos em suspensão (argilas e siltes) e, finalmente, por terem uma planície de cheia bem desenvolvida onde, por vezes, aparecem pequenas turfeiras – é o caso do Tejo junto a Alhandra.

As ilhas são formadas por sedimentos finos transportados por suspensão devido ao facto de a inclinação do leito do rio ser pequena. Geralmente as margens do leito do rio estão marcadas pela presença de rebordos marginais que estabilizam as margens, limitando a largura do leito e fazendo com que haja acumulação vertical de sedimentos que formam as ilhas.

Os sistemas meândricos são os mais complexos e, também, os mais interessantes do ponto de vista da geoarqueologia. São caracterizados por conterem um canal simples, mas muito sinuoso – a zona do Tejo a montante de Vila Franca de Xira constitui um exemplo do sistema meândrico. Este canal é marcado pela presença de sedimentos difíceis de erodir por causa da sua compactação e coesão, transportando em suspensão sedimentos finos. A descarga nestes sistemas é constante, não havendo alterações radicais de nível como nos casos anteriores e, por isso mesmo, a inundação das margens é pouco frequente.

O sistema meândrico é, assim, marcado por dois regimes de descarga; um normal que acontece a maior parte do ano e que corre dentro do canal do rio, e outro que ocorre sazonalmente, em momentos em que a descarga aumenta rapidamente devido a um nível de cheia com origem num aumento de precipitação pontual, e que vai ultrapassar o limite que o canal tem, dando-se o alagamento da planície de cheia.

O regime de descarga normal é o responsável pela erosão dos bancos laterais do canal e subsequente deposição desses depósitos, fazendo com que haja uma migração do leito do rio lateralmente e para jusante. O processo de erosão do canal faz-se onde a corrente é mais forte, isto é, no lado côncavo de cada curva do canal, depositando depois a jusante o sedimento no lado convexo das curvas (chamados bancos de meandro), formando aquilo que se designa por um **depósito de acreção lateral**.

As diferenças de velocidade em pontos diferentes da largura do rio e o sistema de erosão e deposição dos sedimentos fazem com que a secção do leito do rio não seja simétrica (Figura 120). Na zona mais funda do leito do

rio, onde a velocidade da água é maior, dá-se a erosão e a deposição do balastro de maiores dimensões, isto é, os seixos e calhaus, que formam um depósito residual de fundo que é transportado apenas durante os períodos de cheia mais forte. Os sedimentos mais finos, como as areias, siltes e argilas, são depositados apenas nos bancos de meandro, separando-se verticalmente em virtude da diminuição da corrente, conforme esta se aproxima da superfície; como resultado, dá-se a concentração das partículas mais pequenas, em cima, e das areias em baixo.

A estrutura destes sedimentos é tipicamente a de uma estratificação oblíqua devido à constante mudança de direcção e de velocidade da corrente. Por vezes, dá-se a abertura de um pequeno canal, por trás do banco de meandro, que se alarga alterando completamente o canal, e formando aquilo que se designa por lago em ferradura (*oxbow lake*). O lago em ferradura forma-se porque a deposição de sedimentos fecha o canal em dois pontos (antes e depois do banco de meandro) do antigo leito do rio através do abandono de uma curva do leito do rio (Figura 121). A sedimentação do lago em ferradura faz-se apenas nos momentos de cheia ou através dos processos naturais conhecidos em ambientes lacustres. Por conseguinte, um lago em ferradura apresenta uma estratigrafia marcada por seixos e sedimentos grosseiros na sua base, seguidos de areias e por fim dos sedimentos mais finos (argilas e siltes).

Quando se dá o galgamento das margens do canal, a água espalha-se rapidamente arrastando todo o tipo de sedimentos. Contudo, uma vez que consoante aumenta a distância ao canal menor é a velocidade da água, os elementos de maior dimensão, isto é, seixos e calhaus, são depositados em zonas adjacentes ao leito normal do rio, formando rebordos ou diques naturais, enquanto que o sedimento transportado por suspensão, nos limites da extensão das águas, acaba por ficar depositado na planície de inundação, naquilo que se designa por **depósitos de acreção vertical**. Este sistema dinâmico faz com que a paisagem se altere progressivamente atra-

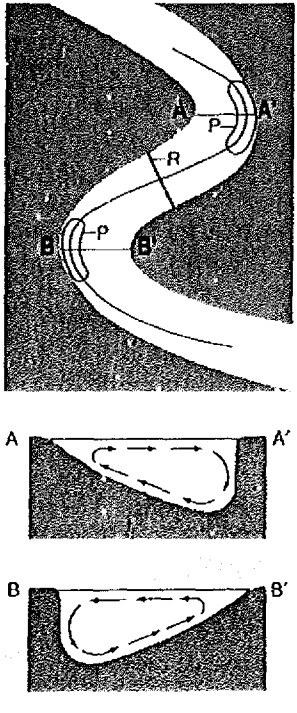


Figura 120. Modelo tradicional de fluxo helicoidal nos meandros fluviais (segundo Ritter, 1986:235).

vés da migração do canal do rio, devido à erosão e deposição dos sedimentos antigos depositados na planície aluvial.

Por último, existe outro tipo de depósitos fluviais – os terraços – que são frequentes em sistemas fluviais. Caracterizam-se por uma plataforma com um ligeiro declive para o centro do vale e limitada por um talude na margem do rio e pela parede do vale ou por um outro talude mais antigo (Figura 122). Estes terraços são bastante estáveis e não são objecto de inundações, podendo ser modificados por erosão ou deposição eólicas ou coluvionares.

A formação de terraços é feita através do preenchimento de um vale, que depois é cortado pelo rio, formando um canal mais estreito e mais profundo, resultante duma ruptura do pendor (*knickpoint*) a jusante (geralmente por causa de alterações do nível do mar), e que acaba por estabilizar a uma altitude mais baixa do que aquela existente antes. Com esta alteração, a antiga planície aluvial deixa de fazer parte do leito do rio, formando assim os terraços estáveis acima do leito de cheia do rio. Para criar um novo terraço, o rio tem que subir e criar novos depósitos de acreção, que serão depois cortados novamente e vão dar origem a um novo canal do rio, localizado topograficamente mais abaixo.

Os terraços fluviais podem ainda formar-se através da erosão de superfícies antigas, que são cortadas pelo rio. O rio tende a deixar uma fina camada de areias por cima dos depósitos antigos não fluviais, que formarão depois o terraço. O processo repete-se, deixando para trás um escarpamento

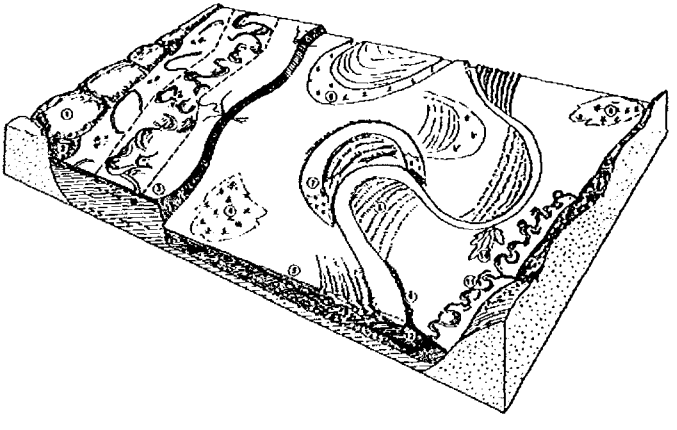


Figura 121. Exemplo de um sistema meândrico, mostrando o lago em ferradura (7), o depósito de acreção (8), uma zona do canal já abandonada e preenchida (6), bem como um terraço aluvial (3), onde se encontra um pequeno leque (2). Outros elementos representados são duas pequenas turfeiras (4), pequenos tributários do canal principal (10 e 11) e o preenchimento de aluvião do paleocanal (12) (segundo Gladfelter, 2001:102).

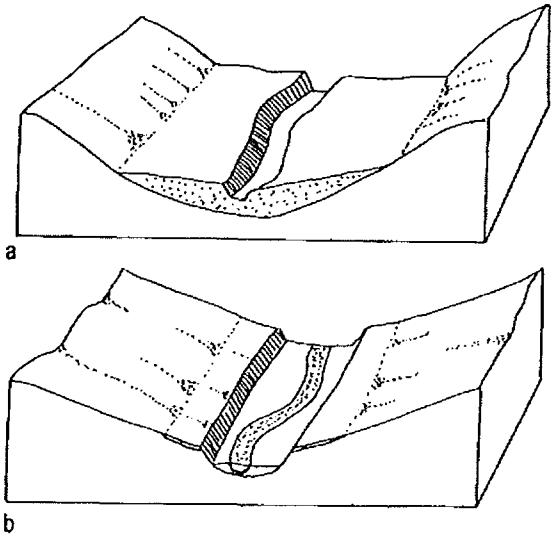


Figura 122. Exemplos de formação de terraços fluviais: a) de deposição; b) de erosão (adaptado de Waters, 1992:150 e de Ritter, 1986:269).

em degraus que são os terraços de erosão (Figura 122 b). Por essa razão, estes terraços são denominados de **erosão**, enquanto que os outros são conhecidos por **terraços de deposição**.

9.2.6. Ambientes lacustres e de nascente

Os ambientes lacustres existem em todos os tipos de regiões climáticas. Os lagos são massas de água de dimensão variada, em bacias fechadas ou que são fechadas pela presença de um obstáculo natural como a presença de um glaciar.

Os sedimentos lacustres podem ser detríticos ou clásticos e orgânicos. Enquanto que os últimos são endógenos, isto é, são formados no lago, a maior parte dos sedimentos detríticos provém dos rios que para lá afluem ou tem uma origem eólica. Os sedimentos mais grosseiros são depositados na zona de confluência entre o rio e lago, formando muitas vezes um delta interior. Os sedimentos finos em suspensão são espalhados pela superfície do lago por causa da acção das ondas lacustres e diferenças de pressão devido às amplitudes verticais térmicas das águas. Como seria de esperar, esses sedimentos finos depositam-se no fundo dos lagos de forma lenta e relativamente homogénea, formando uma estrutura laminar que é denominada por

varvas e que foi já tratada anteriormente. Também os depósitos das margens lagunares foram já abordados, uma vez que são essencialmente idênticos aos costeiros, pelo menos nos casos dos lagos de grandes dimensões.

Junto às margens dos lagos de água doce ou salobra formam-se frequentemente margas, resultantes da deposição de conchas e de detritos calcários onde exista a precipitação de carbonatos de cálcio, sejam eles de origem orgânica ou não. Em situação semelhante, podem ainda desenvolver-se turfeiras na sequência da formação de ambientes anaeróbios, não havendo assim actividade bacteriana que possa destruir o material orgânico vegetal aí existente (Figura 125).

As *playas* são depressões pouco profundas, sem qualquer outra fonte de água que não a precipitação. Aparecem geralmente em contextos de ambientes secos ou desérticos, muitas vezes rodeadas de dunas arenosas. A água nas *playas* não é perene porque, como se disse, depende das chuvas, significando por isso que, geralmente, a *playa* se enche sazonalmente e, devido ao fenómeno da evaporação, acaba por ter o seu leito a descobert se não houver humidade e chuva suficiente para o encherem de novo.

Durante os períodos em que o lago de *playa* tem água, as suas margens estão cobertas de vegetação que rapidamente morre após a evaporação da água. Neste contexto de evaporação sazonal e da presença de vegetação, a sedimentação deste tipo de lagos faz-se com sedimentos finos detríticos e por precipitação de minerais, frequentemente com estratificação laminar. Geralmente os sedimentos finos chegam ao lago por via eólica ou por forças coluvionares, ficando suspensos na água. Quando esta evapora, os sedimentos depositam-se no leito do lago, onde acabam por se precipitar os sais que estão dissolvidos na água. A ciclicidade destes fenómenos deixa uma estratificação clara de sucessivas camadas finas de areias finas, siltes e argilas e evaporitos. Os depósitos são facilmente erosíveis, pelo que é frequente

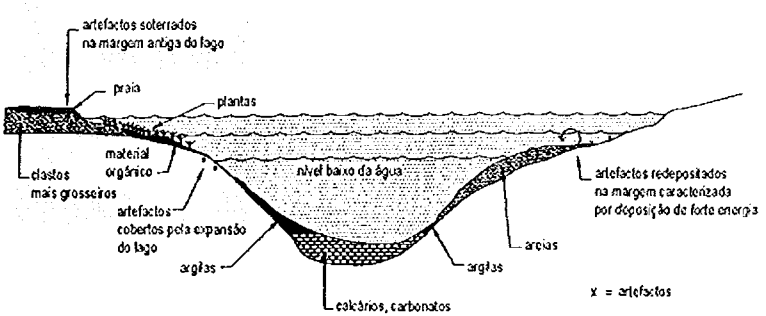


Figura 123. Diagrama dos sedimentos formados em ambiente lacustre (segundo Rapp e Hill, 1998:58).

Figura 124. Exemplo de uma *playa* cheia durante o Inverno (Vale Santo, Vila do Bispo).

algumas destas camadas desaparecerem na sua totalidade, com excepção dos clastos de maiores dimensões, como seixos ou calhaus. Estes contextos ficam frequentemente marcados pela presença de paleosolos bem desenvolvidos.

Uma formação semelhante à *playa* é a dolina. Esta é formada em ambiente cársico. É uma depressão fechada que existe devido ao abatimento subterrâneo de calcários ou dolomites (Figura 124). Esta depressão enche-se de água, formando um lago semelhante à *playa*. Dependendo da quantidade de água abastecedora da dolina, o lago pode tornar-se sazonal num sistema idêntico ao da *playa*.

As nascentes são, geralmente, locais muito circunscritos, onde a água surge vinda de aquíferos através de uma abertura no ambiente rochoso. Paralelamente às nascentes existem os furos artesianos, que sobem verticalmente provindos do lençol freático devido à grande pressão exercida pela quantidade de água aí existente. Junto à surgência existem depósitos residuais de seixos e outros sedimentos de grande dimensão resultantes da alta energia do fluxo aquífero, enquanto que as partículas mais finas (os siltes e a argilas) em suspensão vão ser depositadas nas margens do pequeno lago que se forma a partir da nascente. O ambiente é, neste caso, semelhante ao lacustre, com a formação de margas e turfeiras dependendo da zona do lago, do nível das águas e da cobertura vegetal existente. Entre as camadas laminares dos sedimentos aparecem, por vezes, finas películas de areia mais grosseira, resultantes de alterações na energia do fluxo à saída da surgência.

9.2.7. *Ambientes cársicos e coluvionares*

Os ambientes cársicos são fundamentais na reconstrução paleoecológica humana, ainda que tradicionalmente, no campo da ecologia, não sejam am-

bientes preferenciais para o estudo da reconstrução paleoclimática. Este facto deve-se à preservação orgânica das grutas e abrigos, bem como ao facto de terem sido frequentemente utilizados pelas comunidades humanas ao longo dos tempos. Já se verificou, contudo, a importância que estes ambientes têm na reconstrução paleoambiental, pelo menos no que diz respeito ao fenómeno da susceptibilidade magnética.

As observações do ponto 9.2.7. vão versar outros aspectos, mais ligados aos processos de formação geológica dos ambientes cársicos. Seria razoável separar as grutas e lapas dos abrigos sob rocha. A razão da separação deve-se ao facto de as grutas serem objecto de acção cársica contínua, com a deposição de sedimentos finos, como os siltes e argilas, devido à passagem de águas vindas do interior. Por outro lado, os abrigos são frequentemente sujeitos não aos fenómenos cársicos activos, mas sim aos processos de deposição coluvionar. É por esta razão que nesta secção se vão abordar os sistemas coluvionares.

Um dos aspectos importantes dos ambientes cársicos é o tipo de rocha. Geralmente, grutas e abrigos estão relacionados com afloramentos calcários ou dolomíticos, ainda que se encontrem noutros tipos de rocha, como o quartzito ou os xistos. A morfologia das cavidades depende do tipo de inclinação e da estabilidade das suas paredes e tecto. A formação é também muito diferente, dependendo de processo de abertura ser interno ou externo. Em geral, os abrigos têm uma formação externa (Figura 125), enquanto que as grutas são formadas pela abertura de surgências internas (Figura 126).

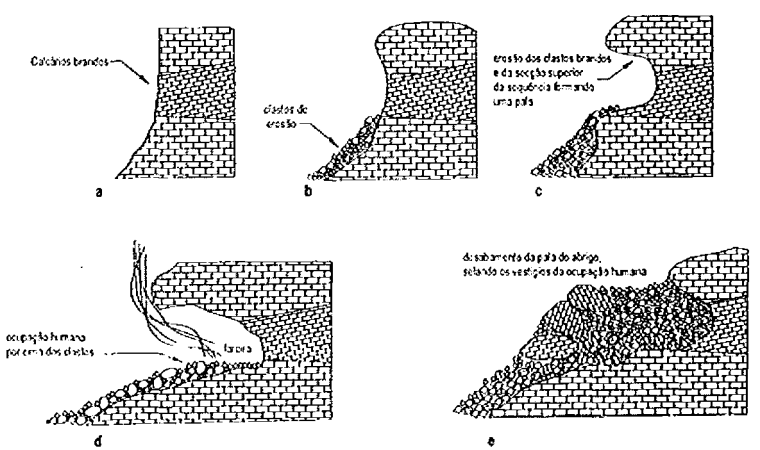


Figura 125. Diagrama mostrando a formação de um abrigo (adaptado de Laville *et al.*, 1980:50 e Rapp e Hill, 1998:68).

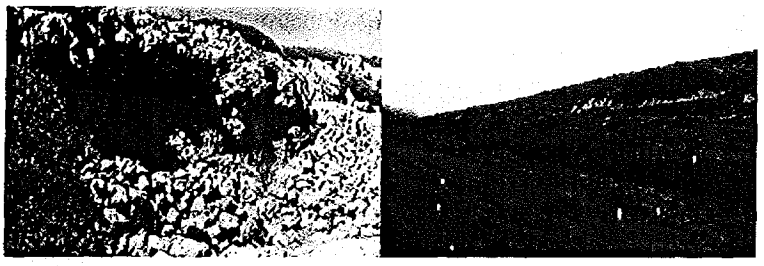


Figura 126. Exemplos de gruta e abrigo, ambos na Costa Vicentina. (Gruta do Cerro da Atalaia e Abrigo do Barranco das Quebradas – Vila do Bispo).

O preenchimento do interior das grutas depende directamente da distância e da diferença de altitude em relação à linha de água mais próxima, uma vez que esta é uma das fontes principais de sedimento. O tamanho e ângulo da pala da entrada são também factores a considerar no preenchimento da cavidade, uma vez que a protuberância da pala pode impedir ou facilitar a entrada e subsequente deposição de sedimento eólico exterior. O mesmo problema se levanta com a dimensão do cone de detritos que se forma por causa da erosão da pala. Estes dois aspectos, juntamente com a orientação da entrada em relação ao sol e à direcção do vento, são factores fundamentais no que diz respeito ao microclima da cavidade.

Dados estudados por Collins (1991) e o estudo tradicional de Laville *et al.* (1980) parecem sugerir que os abrigos têm uma vida de utilização relativamente curta, porque são preenchidos rapidamente, isto é, em menos de 25000 anos.

Como já se referiu acima, os sedimentos de gruta podem ser de dois tipos: endógenos e exógenos. Estes últimos resultam não só da actividade de surgências internas, mas também de deposição de sedimentos eólicos, fluviais, coluvionares e também de actividades antrópicas; enquanto que os sedimentos endógenos resultam das actividades de dissolução, crioclastia ou gelifracção e queda de clastos das paredes e tecto da cavidade.

O estudo da formação do preenchimento das grutas e dos abrigos deve ser feito com base numa análise diversificada sedimentológica, que deve incidir sobre vários aspectos, dos quais se destacam:

- a granulometria total acumulada (que revela a natureza e origem do sedimento, e também o seu processo de deposição – este é um dos processos que podem ser usados para identificação de hiatos na sedimentação, através da alteração na calibragem dos sedimentos);
- o arredondamento e porosidade dos clastos, bem como a sua relação com a fracção de carbonato de cálcio nos sedimentos mais finos (re-

velando este trabalho o tipo de fenómenos de erosão química existentes pós-deposicionais – por exemplo, se o nível de $CaCO_3$ for inferior ao que seria de esperar, nesse caso terá havido fenómenos de solução dos carbonatos em água corrente devido a lixiviação – e, consequentemente, níveis de temperatura e humidade presentes na cavidade, bem como aspectos relacionados com o pH);

- o estudo da fracção dos minerais pesados, nomeadamente o zircão, turmalina, augite ou horneblenda (este estudo permite conhecer a origem de determinados sedimentos e, logo, saber-se qual o fenómeno de transporte deles, isto é, energia eólica, fluvial ou coluvionar).

Formações pedológicas são raras nos casos das grutas e ocorrem de forma incipiente apenas porque as águas que penetram na cavidade podem ter algum nível de acidez natural ou porque ajudaram na decomposição de algum material orgânico, podendo assim atacar o ambiente calcário da gruta através da solução de minerais do corpo aquoso e consequente precipitação. O mesmo não é verdade no que respeita aos abrigos, uma vez que estão parcialmente em contacto com os factores que provocam a formação pedológica anteriormente discutida. Note-se, no entanto, que a presença de paleosolos nos abrigos, bem como noutros contextos sedimentares, é indicativa de uma estabilidade da superfície e da presença de vegetação, dado importante na reconstrução paleoecológica.

Nas cavidades cársicas, e mesmo nos abrigos, é frequente a formação de depósitos ditos resultantes da acção cíclica do congelar e degelar da água das paredes e tectos, cujo sedimento é denominado por *éboulis*. Este elemento sedimentar é formado por clastos de variadas dimensões que caem das paredes e tectos das cavidades resultando da acção do gelo que provoca contracções e dilatações de fissuras onde a humidade e água em estado líquido estão presentes (Laville *et al.*, 1980:51).

Contudo, parece haver outras explicações para estes clastos, uma vez que estão presentes em vários pontos do globo ou em momentos em que o frio não se podia ter feito sentir e, naturalmente, não podia ter havido fenómenos de crioclastia (acção do gelo). No caso português, a Lapa do Picareiro parece ser um exemplo da presença de *éboulis* sem uma origem crioclástica. A maioria dos depósitos no interior da cavidade é *éboulis*, ou seja, clastos angulares com entre 1 e 20 cm de diâmetro. Embora seja possível argumentar, ainda que não seja provável, que os níveis magdalenenses da lapa tenham sido objecto de crioclastia, tal não é possível para os níveis holocénicos, cujos vestígios mais recentes cobertos por *éboulis* datam da Idade do Bronze. Farrand (2001:42-43) levantou as mesmas objecções, relativamente a vários sítios norte-americanos e asiáticos, apresentando duas soluções para a presença de *éboulis*:

- a presença de fissuras nos calcários das cavidades resultantes de fenómenos tectónicos que, devido a alterações de temperatura e humidade, acabam por se partir e cair em forma de *éboulis*;
- a erosão por hidratação, em que a hidratação das paredes (o mesmo processo de captação de água pelas rochas devido à sua porosidade, fenómeno que foi descrito em relação à datação por hidratação da obsidiana) provoca a formação de zonas fracas que acabam por se fracturar, caindo em forma de *éboulis* no chão da cavidade.

Outro aspecto importante na reconstrução paleoecológica em ambientes cársicos é identificar pausas na sedimentação e acumulação de clastos. É o caso da presença de travertines nas cavidades, que indicam uma paragem na sedimentação e aumento da erosão química dos clastos de calcário e das paredes e tecto da gruta com a precipitação dos carbonatos de cálcio.

A definição de hiatos sedimentares pode ser feita com base em alterações na calibragem dos sedimentos (aspecto já referido anteriormente) e na sua angulosidade, bem como na presença de $CaCO_3$ (a diminuição do tamanho dos sedimentos e respectiva angulosidade, e a fracção de carbonatos de cálcio indicam um momento de pausa na sedimentação e um aumento na erosão química e mecânica dos sedimentos).

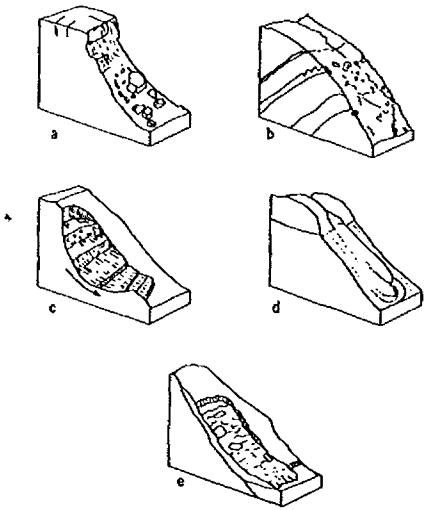


Figura 127. Exemplos de sistemas de formação coluvionar por: a) desabamento; b) reptação; c) deslizamento; d) solifluxão e fluxo; e) escorregamento (adaptado de Waters, 1992:231).

Os fenómenos coluvionares são aqueles em que o movimento dos sedimentos se dá de cima para abaixo, por causa da influência da energia gravítica do planeta, por vezes com a ajuda de outros processos como os tectónicos. Estes movimentos têm lugar nas mais variadas situações (de grandes desmoronamentos à queda de pequenos blocos, e movimentos de simples grãos de sedimento) e a amplitude temporal dos acontecimentos é bastante variada, isto é, pode demorar de apenas alguns segundos até a acontecimentos quase permanentes mas invisíveis a olho nu.

No que respeita aos sistemas de formação coluvionar existem cinco tipos principais (Figura 127):

- desabamentos (*Fall*) são os movimentos em que se dá a queda de clastos de dimensões variadas a partir da fragmentação dos bordos das falésias e escarpas, acumulando-se na base das mesmas em depósitos de sopé de talude e escombreiras;
- escorregamentos (*Slide*) são movimentos de fragmentação de secções de vertentes, cujos depósitos escorregam ao longo de planos de estratificação ou de uma superfície deposicional. Geralmente estes sedimentos encontram-se espalhados por uma área muito maior do que no caso dos desabamentos, deixando marcas claras na superfície da vertente e arrastando todo o tipo de sedimentes presentes na encosta;
- deslizamentos rotacionais (*Slump*) acontecem quando um bloco de sedimento ou rocha se solta e escorrega uniformemente deslizando sobre o substrato ao longo de uma superfície, tal como no caso dos escorregamentos, mas onde o topo da secção em movimento desce, formando uma escarpa côncava na parte de cima da encosta, e projectando-se a sua base por cima do sopé da vertente;
- solifluxão (no caso de paisagens geladas) e por fluxo (também denominadas por fluxo de terra ou fluxo de lama – *Flow*) acontece quando os sedimentos estão saturados de água e se dá o seu escorregamento encosta abaixo, em geral lentamente e mantendo a coerência dos depósitos em movimento (acontece também, quando a deslocação é mais rápida, dar-se um remeximento dos depósitos);
- por reptação ou rastejamento (*creep*) é o fenómeno coluvionar em que o movimento das partículas na vertente é extremamente lento. O movimento dá-se à superfície e no metro subjacente, diminuindo o processo de reptação com a profundidade. Este processo desenvolve-se devido a vários factores, nomeadamente a acção de animais e plantas, a hidratação dos solos e consequente secagem, e ao próprio rolamento dos sedimentos devido à força da gravidade.

Os depósitos de coluvião são todos mal calibrados apresentando o balastro uma grande diversidade, e não havendo vestígios importantes de erosão mecânica. Por outro lado, as formações pedogénicas são frequentes nos depósitos de vertente, principalmente naqueles que se formaram por reptação.

10

A Fauna

Se esta secção (Parte IV) abordasse exclusivamente a reconstrução paleoambiental, o presente capítulo debruçar-se-ia apenas sobre os diversos tipos de animais e respectivas espécies que poderiam fornecer informação sobre o paleoambiente. Na sequência dessa informação, seria tratado também o tipo de informação que resultaria da análise de cada uma dessas espécies e o tipo de dados paleoambientais.

No entanto, e como se frisou anteriormente, o objectivo da secção em que se insere o capítulo 10 é a reconstrução paleoecológica, logo, o objectivo deste capítulo é bastante mais alargado do que o que foi acima exposto. Lembra-se aqui que ecologia é "o estudo do ambiente natural, particularmente no que diz respeito à relação entre organismos e o que os rodeia." (Ricklefs, 1973:11). O significado prático deste conceito é que um estudo de ecologia foca os aspectos da vida de uma determinada espécie, nomeadamente o seu local de *habitat*, quando, onde e como é a sua alimentação, quais as relações sociais intracomunidade e de dependência com outras espécies animais ou vegetais e quais as relações com outras espécies suas competidoras ou predadoras. Portanto, e em geral, quais as condições que lhes permitem desenvolver-se, adaptar-se ou desaparecer (Reitz e Wing, 1999:85 e 97) num determinado meio físico. De facto, a informação resultante da análise da fauna é fundamental para se conhecer o paleoambiente pré-histórico, principalmente no que diz respeito à microfauna. Contudo, parece não ser menos importante o sistema ecológico humano durante esse período, pelo que um dos objectivos principais deste capítulo é a chamada zooarqueologia.

O termo zooarqueologia, segundo Valente (2000:6), tem uma aplicação idêntica à dos termos arqueozoologia ou osteoarqueologia, preferindo a autora o uso de arqueozoologia, por ser um termo mais frequentemente usado na comunidade arqueológica portuguesa. Contrariamente a essa escolha,

o termo zooarqueologia parece ser o mais correcto no âmbito aqui utilizado. Esta perspectiva assemelha-se à de Rapp e Hill (1998), Waters (1992) e de Butzer (1978, 1980, 1982) em relação aos termos geoarqueologia e geologia arqueológica. O último termo serve para designar um conjunto de técnicas aplicadas em contexto arqueológico, enquanto que geoarqueologia é uma perspectiva própria dentro do âmbito da arqueologia, incluindo um conjunto de técnicas, métodos e teorias que servem para interpretar o contexto arqueológico. Da mesma forma, arqueozoologia põe a tónica na zoologia (ver o debate sobre este assunto em Reitz e Wing, 1999:3; também o exposto por Cardoso, 1996:78-79 e por Moreno-Garcia *et al.* 2003:192), isto é, deixa transparecer a utilização de técnicas de estudo das faunas, especificamente a identificação e composição taxonómica das colecções aplicadas aos contextos arqueológicos, sem qualquer desenvolvimento de perspectivas metodológicas ou teóricas de análise e interpretação dos resultados do ponto de vista arqueológico. Este aspecto é, aliás, relevante na observação de Valente, quando afirma que arqueozoologia é o termo utilizado tradicionalmente pela comunidade portuguesa – é natural, uma vez que os estudos de arqueofaunas só se fazem numa perspectiva zooarqueológica muito recentemente, pelo que se confundem as duas perspectivas sob uma mesma designação. Por estas razões, parece mais correcto deixar o termo arqueozoologia para o estudo mais tradicional das faunas e utilizar zooarqueologia para o estudo das faunas numa perspectiva paleoecológica e perfeitamente integrada na interpretação arqueológica, com métodos e corpo teórico próprios.

A razão da opção de incluir aqui o objecto de estudo da zooarqueologia deve-se ao facto de a reconstrução paleoecológica da espécie humana incluir a sua interacção com a comunidade animal com a qual coabitava. Neste âmbito, a necessidade de se estudar a fauna não deve ficar limitada à listagem de espécies nem ao seu valor como indicadores climáticos. Deve-se observar qual era, na paisagem, a interacção das várias espécies, incluindo a humana. Esta perspectiva deve incluir estudos como o da quantificação dos restos, dos padrões de mortalidade e da sazonalidade, entre outros.

No âmbito do trabalho arqueológico e da reconstrução paleoecológica, a fauna pode dividir-se em três grupos principais, segundo o seu tamanho geral: microfauna, mesofauna e macrofauna. Nos dois primeiros casos, a fauna pode ainda subdividir-se em vertebrada e invertebrada. Na macrofauna incluem-se apenas os vertebrados.

Os invertebrados são extremamente abundantes e diversificados, mas nos contextos arqueológicos existem apenas alguns grupos ou classes importantes. Destes devem destacar-se os insectos, os moluscos e os crustáceos. No caso dos vertebrados as classes importantes são os peixes, as aves, os répteis, os anfíbios e os mamíferos.

10.1. Os insectos

Os insectos (termo aqui usado na sua definição popular, isto é, incluindo as classes dos insectos, quilópodes e dos aracnídeos), tal como outros tipos de fauna, podem trazer alguns problemas de contexto, uma vez que são facilmente transportados por outros animais, dando possivelmente indicações climáticas erróneas. Contudo, a sua presença (a não ser por razões de remeximento ou contaminação da estratigrafia original) indica, pelo menos, o tipo de paleoecologia regional existente num dado momento. Os insectos têm uma grande diversidade de *habitats*, desde os terrestres aos aquáticos (água doce, salobra e de ambientes marinhos). Comparados com outros animais, os insectos raramente estão presentes em paleodepósitos e, quando existentes, a metodologia de escavação arqueológica só excepcionalmente se preocupa em recuperá-los. Apesar disso, aparecem em vários tipos de depósitos sedimentares pré-históricos, nomeadamente aqueles que correspondem a ambientes lacustres (especialmente nas suas margens), fluviais e de turfeiras (Rapp e Hill, 1998:99). Este facto deve-se a uma decomposição rápida em ambientes anaeróbios devido à presença de fungos, sendo excepção as zonas com climas muito secos ou muito frios (Robinson, 2001:123), onde se dá uma actividade fúngica muito limitada. Nos ambientes anaeróbios, o exoesqueleto da maior parte dos insectos é suficientemente resistente para poder ser encontrado em paleodepósitos, já que não existem aí organismos que decomponham o elemento principal da sua composição – a quitina. Uma das condições necessárias para a presença de fósseis de insectos é a presença de depósitos ligeiramente ácidos ou neutros (Robinson, 2001:123). Outros processos de preservação destas classes são a mineralização através da infiltração de fosfato de cálcio no interior do corpo dos insectos, que preenche o interior no exoesqueleto, e a desidratação do animal, sempre em zonas muito quentes e secas, excepto se por acaso foram queimados (Robinson, 2001:123).

A recolha desta fauna é bastante trabalhosa e dispendiosa, uma vez que a amostragem de sedimento tem que ser feita com cuidado, geralmente com grande precisão no que diz respeito à estratigrafia. Cada amostra deve ter entre 1 e 10 kg e deve estar separada do local de outra amostra entre 5 e 20 cm. O sedimento deve depois ser crivado com uma mistura de água e parafina e em crivos com malhas de 0,2 mm. Os restos faunísticos geralmente separam-se facilmente dos sedimentos através da sua flutuação. Após a separação, faz-se a sua identificação, frequentemente recorrendo ao auxílio de uma lupa binocular (Robinson, 2001:124).

A reconstrução paleoecológica com insectos assenta em alguns factores importantes. O primeiro é que o fenómeno de evolução e alteração genética tem sido raro, pelo menos desde o início do Plistocénico (Rapp e Hill,

1998:99), logo a forma de adaptação às flutuações climáticas e ambientais tem sido a migração (Robinson, 2001:125-126). Como consequência, parece que as associações entre determinadas espécies e certos ambientes e climas têm permanecido as mesmas desde há muito tempo. Os insectos, portanto, são bons indicadores climáticos, principalmente porque a sua adaptação se faz a um conjunto de características ambientais que se encontra apenas em áreas muito restritas, o que se deve ao facto de muitas das espécies de insectos terem necessidades muito específicas em termos de reprodução e da nutrição que as suas larvas necessitam para se alimentarem (Renfrew e Bahn, 1991:217).

Para se obterem resultados com maior grau de precisão e de garantia nas interpretações, na década de 80 passou a utilizar-se o **método da mutualidade na amplitude climática** (Atkinson *et al.*, 1986 e 1987, in Robinson, 2001:127). Este método pressupõe que a tolerância climática de cada espécie seja a mesma no presente e no passado. Usando duas variáveis de temperatura (temperatura máxima e amplitude térmica) é construída uma rede composta por um número variado de espécies que permite reproduzir um determinado ambiente. Comparando um conjunto de espécies (e quanto maior for esse conjunto, melhor) de um paleodepósito com os resultados desta rede é possível chegar-se a um tipo de ambiente padrão, que reflecte o ambiente que for utilizado pelo maior número de espécies.

Os insectos são também bons indicadores de alterações antropogénicas do ambiente. Uma vez que os insectos estão, geralmente, associados a um tipo de alimentação, isto é, a um conjunto de plantas ou animais, quando estes são transportados de um local para outro, como no caso da neolitização, dá-se o aparecimento de novas espécies de insectos. Outro caso é o da transformação de uma zona rural em zona urbana. A introdução de estruturas que não existiam ou que existiam em pequena quantidade, como latrinas ou estruturas em madeira, atrai novas espécies. Do mesmo modo, efeitos de desflorestação trazem também alterações nas espécies de insectos presentes em determinadas zonas.

Figura 128. Exemplo de arte rupestre levantina com motivos pictóricos de insectos (Beltran, 1968).

Finalmente, resta notar o uso dos insectos como recurso económico. Apesar de raro no espaço ocidental, em determinadas culturas os insectos servem como alimento, aspecto que poderá ter acontecido também na Europa, mas cujo hábito terá desaparecido. Contudo, o uso de recursos secundários provenientes dos insectos, como o mel das abelhas, terá sido frequente desde muito cedo, atestado pela figura 128, do neolítico do Levante espanhol na qual se pode observar uma figura humana a recolher mel rodeada por um enxame de abelhas. Para além do uso dos insectos ou materiais resultantes da sua actividade como alimentos, poderão ter sido usados outros materiais. É o caso da cera das colmeias das abelhas e produtos semelhantes de outras espécies que podiam ser utilizadas como selantes ou cola. Outros produtos obtidos de insectos são corantes e drogas, possivelmente com fins medicinais (Thomas e Mannino, 2001:435-436).

10.2. Aves, peixes, répteis e anfíbios

As aves são um dos conjuntos faunísticos mais interessantes mas, infelizmente, menos estudados em contextos arqueológicos. A diversidade do grupo das aves é muito alargada, aspecto que se destaca ainda mais pelo facto de haver informação de fontes secundárias que podem esclarecer sobre a presença deste tipo de animais e, muitas vezes, fornecer dados para a identificação ao nível da espécie (Figura 129). É o caso com a presença de penas ou fragmentos de casca de ovo, ou ainda, em casos mais raros, de pegadas. A presença de guano pode também ser indicadora da presença de aves numa determinada região (Renfrew e Bahn, 1991:258). As aves têm características físicas muito particulares, nomeadamente a morfologia do seu esqueleto. Este caracteriza-se pela sua grande leveza, sendo alguns dos ossos mais importantes ocos para diminuir o peso e proporcionar uma maior flexibilidade para o voo. Esta característica faz com que a sua preservação seja mais difícil do que a de ossos de outros animais.

Dois aspectos relativos às aves parecem ter um interesse especial no caso da reconstrução paleoecológica. O primeiro é o facto de as aves terem, na sua maioria, restrições apertadas do ponto de vista ecológico, pelo que a sua identificação pode facilmente demarcar um determinado tipo ecológico e ambiental. O outro é o facto de a capacidade de mobilidade lhes permitir, em frequentes casos, a migração sazonal e a procura da ecologia correcta adaptada à espécie. Neste contexto, o estudo das aves torna-se, de facto, muito interessante porque a sua presença pode indicar vários aspectos ambientais e dar também pistas importantes para o tipo de adaptação da comunidade humana ao seu meio ambiente.

É comum a comunidade humana aproveitar-se da migração sazonal das aves para explorar este recurso alimentar, o que geralmente se prende com espécies que funcionam em grupo formando bandos de migração (Jones e O'Connor, 2001:419). Este recurso, quando presente em sítios arqueológicos, é frequentemente representativo de uma ocupação sazonal, paralela à da presença das aves que aí foram caçadas (Rapp e Hill, 1998:102). Como existem algumas espécies de aves que são características de determinada paisagem, a sua presença é indicadora do ambiente. Um outro aspecto importante no estudo das aves é o facto de serem objecto da intervenção humana no que diz respeito à sua domesticação. Assim, a presença de certas espécies é indicadora da domesticação e, consequentemente, de um determinado tipo de ecologia humana.

Do ponto de vista da ecologia humana pré-histórica, podemos dizer que existem dois grupos principais de aves, as voadoras e as não voadoras. Esta divisão deve-se às diferenças na estratégia de exploração pela comunidade humana. As estratégias de caça são fundamentalmente diferentes para um grupo ou para outro, aspecto que se particulariza dependendo das características do voo das aves, principalmente nos momentos de pousar e desco-

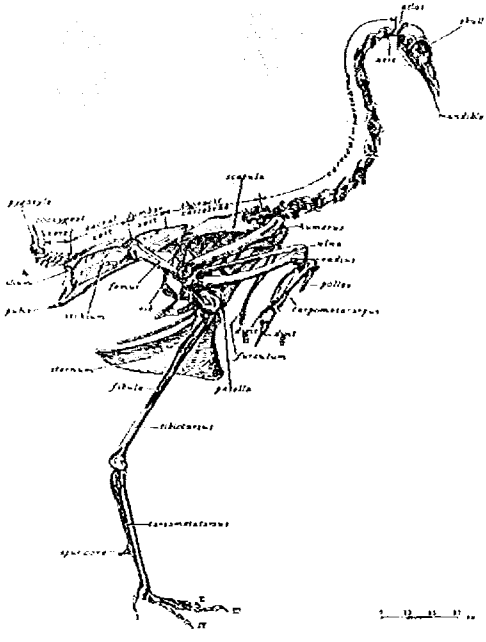


Figura 129. Exemplo da anatomia esquelética de um peru selvagem (segundo Olsen, 1968:119).

lar. No que concerne ao tipo de descolagem, existem dois grupos principais de aves. Um tende a levantar quase na vertical, enquanto que o outro efectua uma linha quase paralela ao solo antes de levantar. Como é evidente, as técnicas de caça são diferentes nos três casos (as não voadoras, como os fasianídeos ou as corredoras, e os dois tipos de aves voadoras) e devem estar adaptadas para cada tipo de ave.

A questão da reprodução é também interessante e relaciona-se quer com o tipo de adaptação avícola, quer com as estratégias da comunidade humana, particularidades, aliás, que se aplicam a outros grupos animais. Por um lado, existem espécies que se reproduzem com pouca frequência e lentamente, mantendo o nível demográfico estável e próximo do nível de equilíbrio ecológico, geralmente inferior ao da capacidade dos recursos locais. Esta estratégia, designada **estratégia de tipo K**, é marcada por um período de crescimento lento, dependendo a cria da protecção dos progenitores (Jones e O'Connor, 2001:421). Por outro lado, existe a estratégia denominada **estratégia de tipo R**, ou oportunista, na qual a reprodução é feita frequentemente e em grande quantidade e com um crescimento muito rápido. Este processo permite manter o equilíbrio ecológico, porque geralmente a taxa de mortalidade é também muito alta, correspondendo esta estratégia a espécies cuja esperança de vida é, em geral, menor do que a das outras espécies.

A dualidade de estratégias de reprodução é também um factor importante na exploração desses recursos pela comunidade humana, uma vez que a sua (possível) dependência de uns e de outros recursos é muito diferente. No caso das espécies em que a taxa de crescimento é rápida, a dependência pode ser claramente maior do que no outro caso. No entanto, a exploração desses recursos pode levar a que se dê a extinção, local ou regional, dessa mesma espécie, podendo este facto ocultar as verdadeiras características paleoecológicas, quer devido à grande abundância, quer devido à ausência dessas espécies avícolas.

Os peixes são pouco indicativos de alterações climáticas a grande escala, mas reflectem transformações locais ao nível da paisagem (Figura 130). As adaptações piscícolas dependem de dois factores principais, a salinidade e a temperatura. Infelizmente para os estudos paleoambientais, as espécies ictiológicas têm grande capacidade de tolerância às alterações ambientais.

Apesar da amplitude alargada de tolerância à variação das condições aquíferas, no contexto arqueológico os peixes dividem-se em três grupos principais: de água doce, água salgada e anádromos. Esta divisão tripartida dos peixes deve-se à diversidade de técnicas piscatórias da comunidade humana e à localização da utilização e exploração dos recursos alimentares ictiológicos. A reconstrução paleoecológica tem, necessariamente, que integrar esse género de dados. O género de ambiente onde os peixes podem ser apanhados é, sem dúvida nenhuma, informação importante que possibi-

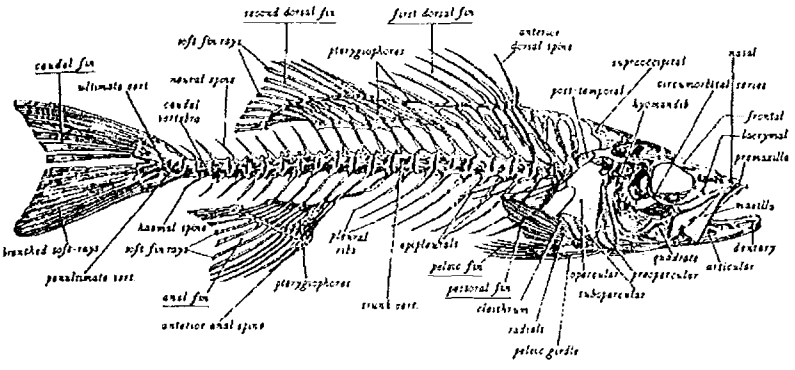


Figura 130. Exemplo da anatomia esquelética de um peixe (Olsen, 1968:2).

lita a reconstrução paleoecológica da comunidade humana. Se num determinado sítio arqueológico se verificar a alteração de um conjunto de espécies ictiológicas da água doce para um conjunto de espécies adaptadas a água salgada ou salobra, a interpretação mais simples é a da alteração da paisagem com a substituição de um ambiente puramente fluvial ou lacustre por um ambiente costeiro.

A presença de espécies anádromas, por outro lado, torna por vezes a reconstrução paleoecológica mais complicada, porque a amplitude da mobilidade e de tolerância à diversidade de temperaturas e salinidades dessas espécies faz com que não haja apenas uma interpretação dos dados, mas sim várias possibilidades interpretativas dos mesmos. Um exemplo desta dificuldade está presente na análise preliminar da colecção ictiológica recuperada dos níveis paleolíticos da Lapa do Picareiro. A maioria dessa colecção é composta por elementos vertebrais de peixes da família dos clupeídeos, englobando esta família, entre outras espécies, o arenque e as sardinhas. William Belcher, o especialista em ictiologia, identificou preliminarmente a espécie como sendo a sardinha, espécie que desova apenas nos estuários dos rios. No entanto, e devido à localização da lapa a cerca de 50 km da costa, colocou-se de imediato a dúvida quanto a essa espécie porque a quantidade de ossos presente na cavidade indicava um número alargado de espécimens. No caso de ser sardinha (ou de outras espécies cuja desova é feita na costa ou em estuários) obrigaria a técnicas especiais no seu transporte, bem como alguma rapidez para que se não estragassem durante a viagem. Aquilo que seria lógico é que os ossos encontrados na Lapa do Picareiro pertencessem a outras espécies da mesma família mas que, e ao contrário das sardinhas, fossem anádromas, como a savelha ou o sável. Assim, as várias centenas de vértebras de peixe presentes no Picareiro provavelmente pertencerão a uma ou mais espécies anádromas (Bicho *et al.*, 2000).

Infelizmente não existem ainda respostas certas para este problema. A falta de respostas deve-se, por um lado, ao facto de serem raros os zooarqueólogos especialistas em ictiologia e, por outro, ao facto de serem raras as colecções comparativas ictiológicas em Portugal. A única excepção de valor é a colecção composta pelo CIPA, alojada nas instalações do Instituto Português de Arqueologia e cuja lista pode ser consultada pela internet, no portal do Instituto.

Relacionado com esta questão parece estar o facto de serem raros os depósitos onde se encontra esta fauna, não só porque a sua preservação é rara devido à fragilidade da maioria desses ossos, mas também porque na sua maior parte as técnicas de recuperação de pequenos achados não se praticam com a frequência necessária (Higham, 2001:362; Jones e O'Connor, 2001:416), isto é, o recurso a crivagem utilizando uma malha entre 1 e 2 mm de espessura. Contudo, o material que se pode recuperar em sítios arqueológicos é bastante diverso, desde as vértebras às escamas, passando pelos otólitos, alguns destes revelando também informação importante para se estudar as questões da sazonalidade.

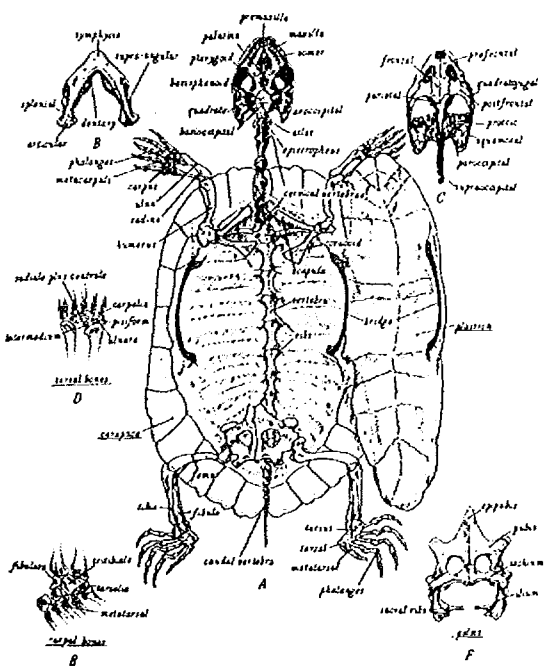


Figura 131. Exemplo da anatomia esquelética de uma tartaruga (segundo Olsen, 1968:21).

Os **répteis** e **anfíbios** caracterizam-se por uma grande estabilidade morfológica desde antes do Plistocénico (Figura 131). Tudo parece apontar para uma grande adaptabilidade ao meio ambiente, pelo que o nível de importância destes animais é relativo na reconstrução paleoecológica (Rapp e Hill, 1998:102). Não obstante, as diferenças climáticas, principalmente aquelas que estão relacionadas com a temperatura e a humidade, parecem afectar de algum modo as populações de répteis e anfíbios. Um dos aspectos interessantes relacionados com os répteis é que a complexidade animal do passado foi, aparentemente, diferente da actual. Significa isto que as composições das comunidades animais eram diferentes das que hoje se conhecem na mesma situação ambiental (Rapp e Hill, 1998:102).

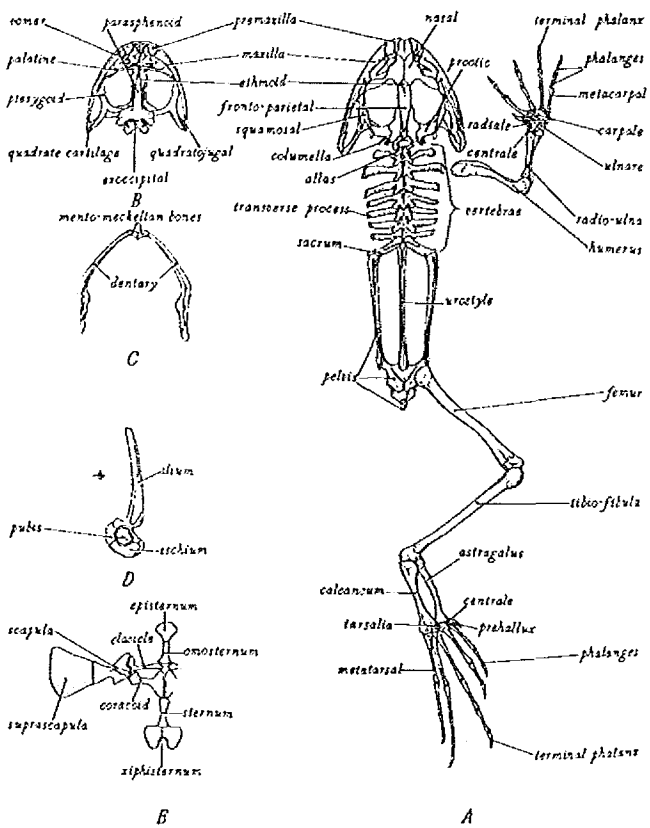


Figura 132. Exemplo da anatomia esquelética de um batráquio (segundo Olsen, 1968:19).

Apesar dessas restrições, a verdade é que este conjunto de espécies pode ajudar na reconstrução ambiental, principalmente por razões de morfologia esquelética (Figura 132). No caso dos répteis, as diferenças de temperatura têm consequências na dimensão adulta de algumas espécies – o calor tende a desenvolver o tamanho de alguns animais, enquanto que o frio provoca o resultado contrário. Esta variação na dimensão dos adultos pode ser também o resultado de stress devido aos predadores ou competidores pelos recursos alimentares dessas espécies, incluindo o próprio Homem (Pregill, 1986). Além dos aspectos relacionados com a temperatura, é necessário frisar o facto de haver algumas espécies que são terrestres enquanto que outras são aquáticas. A presença de umas ou de outras num arqueosítio indica um contexto ecológico muito diferente, como, por exemplo, quando se fala de animais como as tartarugas terrestres e aquáticas (Stiner, 1994:174).

A presença de répteis e anfíbios em sítios arqueológicos pode ter várias origens. A mais frequente é a presença nos depósitos como resultado da intrusão individual feita pelo seu próprio pé, muitas vezes vindos de momentos cronológicos mais recentes, utilizando esses depósitos como possível fonte de recurso alimentar ou de local de protecção e dormida. Note-se que a adaptação funcional desses animais ao frio, através da hibernação, pode trazer muitos elementos para uma colecção arqueológica, não pertencendo eles ao contexto cronológico original, principalmente em sítios onde existem estruturas de *habitat* que são compostas por clastos e rochas (O'Connor, 2000:126).

Noutros casos, os répteis foram introduzidos nos depósitos como presas de vários predadores, dos quais se devem destacar as aves de rapina e a própria comunidade humana, que, em momentos frequentes e numa variedade de áreas, caçou e consumiu esse animais. Destes casos, o exemplo que parece ser mais interessante é o da presença da tartaruga terrestre (*Testudo* sp.) em vários contextos do Paleolítico Médio, como na Gruta Nova da Columbeira, na Gruta da Figueira Brava (Cardoso, 1996:83) e na Gruta de Ibn Ammar (Bicho, 2003, Stiner, 2003).

10.3. Os moluscos, crustáceos e equinodermes

Há uma grande variedade de moluscos, sendo os mais representados em sítios arqueológicos, dentro do grupo dos invertebrados e, por vezes, na totalidade da colecção faunística, como é o caso dos concheiros. É comum dividir-se o grupo dos moluscos em três grandes classes: marinhos, de água doce e terrestres, sendo estes dois últimos muitas vezes tratados em conjunto.

As espécies de água doce incluem bivalves e gastrópodes, enquanto que o grupo dos terrestres só inclui os gastrópodes, ou seja, caracóis. Estes dois

conjuntos de moluscos são muito importantes na reconstrução paleocológica devido à grande sensibilidade climática de algumas das espécies, no que diz respeito à temperatura, humidade e, também, a aspectos ecológicos como o tipo de substrato, a presença de cálcio ou a cobertura vegetal (Claassen, 1998:122; Preece, 2001:142). Este facto permite o reconhecimento das condições locais ecológicas, ajudando a reconstruir a paleoecologia local e regional, através do registo de alterações como a modificação do curso fluvial ou a introdução de um ambiente lacustre.

Os moluscos terrestres e de água doce podem ainda documentar alterações climáticas importantes de longo prazo. Esta possibilidade deve-se à pouca tolerância de certas espécies a alterações ecológicas, como a temperatura ou a quantidade e tipo de cobertura vegetal, havendo assim espécies adaptadas a baixas temperaturas ou a zonas desérticas. Quando estes elementos climáticos e ecológicos se modificam, os moluscos reagem através de uma alteração na sua distribuição geográfica, acompanhando assim as condições ecológicas. As alterações podem dar-se tanto em latitude e longitude como em altitude (Preece, 2001:137). O trabalho de Callapez (1992, 2002 e 2003) sobre os moluscos da Gruta do Caldeirão é um exemplo de um estudo detalhado sobre este tipo de fauna em contexto português. Naquela gruta foram documentadas alterações importantes do ponto de vista ecológico regional durante o final do Plistocénico e início do Holocénico do *hinterland* da Estremadura.

Em consequência das alterações ecológicas pode também dar-se, ainda que mais raramente, a extinção de uma determinada espécie, principalmente se não conseguiu alterar a sua distribuição geográfica à velocidade necessária ou se sofreu alterações importantes na presença de espécies competidoras ou predadoras.

Existem vários tipos de moluscos marinhos, nomeadamente, os gastrópodes (*e.g.*, búzios e caracóis), bivalves (*e.g.*, amêijoas e semelhantes), escafópodes (dentálio) e cefalópodes (*e.g.*, lulas, chocos e polvos) que, juntamente com os crustáceos (*e.g.*, caranguejos, camarões) e com os equinodermes (ouriços-do-mar), são indicativos da ecologia humana dos arqueosítios.

Estas espécies parecem dar alguma informação do ponto de vista de alterações climáticas gerais (Claassen, 1998:130), já que algumas espécies são sensíveis a alterações da temperatura da água e da sua salinidade (Claassen, 1998:127) No caso português, contudo, as espécies malacológicas aparentam ter alguma resistência ou tolerância a essas alterações, pois as espécies marinhas que aparecem nos sítios arqueológicos parecem ser independentes da sua cronologia (Bicho 2002, 2002b). Ao contrário do que parece afirmar Callapez (2003), a presença daquelas espécies de aspectos paleogeográficos, isto é, das características físicas do meio ambiente, no-

meadamente do tipo de substrato existente num determinado local ou da própria distância do arqueosítio à linha de costa.

A questão do tipo de *habitat* é essencial na reconstrução paleoecológica da comunidade humana, uma vez que permite mostrar a diversidade de ambientes marinhos e costeiros explorados e, portanto, a sua presença em determinados locais. No sítio arqueológico de Vale Boi, Vila do Bispo, por exemplo, a alteração de frequência diacrónica das espécies marinhas malacológicas parece reflectir mais a variação da linha de costa relativamente ao sítio arqueológico do que as mudanças climáticas de temperatura (Stiner 2003, Bicho *et al.* 2003).

As espécies marinhas permitem o registo da presença de certos ambientes deposicionais como, por exemplo, substratos lodosos, arenosos, ou rochosos, determinando aqueles a presença de paisagens de estuário, ría ou mar aberto com fundos rochosos ou arenosos. Também esta informação permite, depois, perceber quais as actividades económicas e o tipo de exploração de recursos e de padrão de ocupação do território que tiveram lugar, bem como as alterações no sistema tecnológico das comunidades humanas, já que determinados recursos necessitam de tecnologias específicas de apanha ou recolha, preparação, transporte e mesmo de armazenamento.

10.4. Os mamíferos

No que respeita à fauna presente em sítios arqueológicos e paleontológicos, os mamíferos são quase sempre numerosos. Entre os mamíferos podem destacar-se alguns grupos, nomeadamente a microfauna (que inclui uma grande diversidade de roedores, insectívoros e quirópteros), os lagomorfos (coelhos e lebres), carnívoros, herbívoros, primatas e cetáceos.

Algumas espécies são bons indicadores climáticos, sobretudo as espécies mais pequenas (Rapp e Hill, 1998:100), uma vez que são as mais sensíveis à temperatura, especialmente à mais alta, correspondendo ao Verão (Stiner, 1994:74). Todavia, algumas espécies de média e grande dimensão também são bons indicadores climáticos, como é o caso das renas, hipopótamos ou mamutes. Esse facto acontece, segundo Stiner (veja-se sobre o mesmo tema Yalden, 2001:147), devido ao processo de regulação da temperatura interna dos mamíferos:

> "Quanto maior for o animal, menor será a probabilidade de a sua distribuição geográfica ser determinada pela temperatura média, quanto mais não seja devido à relação entre uma maior massa corporal (cuja função de aumento é cúbica) e a superfície corporal (cuja função de aumento é ao quadrado), e que lhes permite conservar melhor o calor." (Stiner, 1994:73).

Tal como os outros animais, objecto de discussão anteriormente (10.1 a 10.3), também os mamíferos parecem indicar variações climáticas que se apresentam latitudinalmente, e através de gradientes entre paisagens costeiras e *hinterlands* (também chamados gradientes de vegetação). Estes aspectos estão directamente relacionados com a temperatura e a humidade e, por isso, as ecologias de latitudes altas parecem ser menos tolerantes às grandes variações climáticas, como as glaciações, pelo menos no que diz respeito ao número de espécies de mamíferos que habitam essas latitudes.

Para o estudo dos mamíferos de médias e grandes dimensões (Figuras 133 e 134), parece ser mais importante o registo de conjuntos de espécies indicativas de determinados ambientes, nomeadamente de florestas de tipo mediterrânico ou atlântico, zonas de vegetação aberta e rasteira, ou mesmo a espessura da cobertura de neve no solo. Existe uma grande diversidade de espécies que apesar de não terem problemas em relação a características climáticas preferem manter-se circunscritas a certas paisagens devido a factores de preferência alimentar ou da própria defesa individual. No primeiro caso pode dar-se como exemplo o javali, espécie muito tolerante às alterações climáticas, mas que prefere determinados tipos de alimentos existentes principalmente nas florestas de carvalhos; no segundo caso, o veado europeu (*Cervus elaphus*), que apesar de suportar bem temperaturas negativas próximas dos -20° C, tende a evitar zonas com grandes espessuras de neve, porque se torna aí mais vulnerável ao ataque dos seus predadores, como o lobo, já que a sua capacidade de fuga é muito limitada pela espessura da neve (Yalden, 2001:148). Outro factor importante na relação animal/ambiente é a adaptação a certas características topográficas, sendo exemplo o cavalo ou a cabra-montês. Ambos têm uma grande tolerância à temperatura, mas enquanto que o primeiro tem uma clara preferência pela planície (Cardoso, 1993), a cabra-montês habita zonas de topografia irregular (Bicho, 1998b). Finalmente, no caso dos carnívoros, a distribuição geográfica de algumas espécies parece ser controlada pelo factor temperatura, mas na maior parte dos casos deve-se mais à frequência de espécies concorrentes, ou à presença/ausência e abundância das próprias espécies que lhes servem de alimento.

Apesar da sua rara presença em sítios arqueológicos portugueses, os cetáceos (baleias e golfinhos) e os pinípedes (focas e leões marinhos), pela sua variedade, são também muito interessantes para a reconstrução paleoecológica. Algumas das espécies que incluem estas duas ordens taxonómicas são extremamente sensíveis a temperaturas e, portanto, bons indicadores climáticos; dependendo da temperatura das águas do mar altera-se a sua distribuição geográfica. A presença de cetáceos e pinípedes em sítios arqueológicos não só ajuda a delinear os aspectos gerais climáticos, como também contribui para a reconstrução paleoecológica local e regional

humana, uma vez que são necessárias determinadas tecnologias para se poder caçar esses animais. Em Portugal, o caso mais interessante é o da Gruta da Figueira Brava, na zona de Sesimbra, onde foram encontradas várias espécies de cetáceos e pinípedes em associação com um nível moustierense (Antunes *et al.*, 1991).

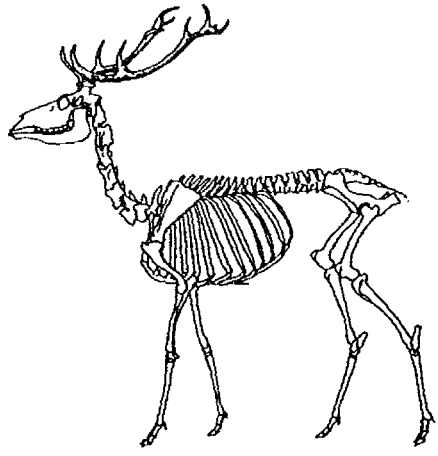


Figura 133. Exemplo simplificado da anatomia esquelética de um cervídeo.

Os **lagomorfos**, que incluem, nomeadamente, os coelhos e as lebres, parecem ser algo sensíveis às alterações das temperaturas, preferindo as zonas quentes para se desenvolverem e reproduzirem mais facilmente. É este também o padrão de reprodução sazonal, que, apesar de se poder realizar em qualquer altura do ano, é mais frequente durante a Primavera e o Outono (Hockett e Haws, 2002). Desta forma, a presença de lagomorfos é extremamente interessante para a reconstrução paleoecológica já que para além de fornecer alguns dados sobre a evolução climática geral possibilita também, através da curva etária da população presente no arqueosítio, o estudo da sazonalidade dessa ocupação, relacionando-se, como é evidente, os dois factores para que a interpretação paleoecológica seja o mais sustentada possível.

Note-se ainda, quanto aos lagomorfos, a importância da cobertura vegetal e do substrato rochoso, uma vez que a preferência destas espécies recai sobre uma cobertura vegetal abundante. Do ponto de vista paleoecológico, a existência de grande número de coelhos ou lebres num local arqueológico pode indicar uma ocupação humana continuada na zona e, provavelmente, sugerir um conjunto de técnicas de caça que inclui a uti-

lização de armadilhas individuais ou colectivas, nas quais a rede pode ter sido um instrumento fundamental. A título de exemplo, vestígios encontrados na camada F-G da Lapa do Picareiro indicam que foram apanhados centenas de coelhos num período relativamente curto, tendo sido aí preparados numa única estrutura de combustão (Bicho *et al.*, 2003).

A **microfauna**, em comparação com outros tipos de fauna, apresenta padrões de importância acrescentada para a reconstrução paleoecológica, facto que se deve à sensibilidade extrema dos pequenos roedores, insectívoros e quirópteros a um determinado conjunto de factores climáticos e geográficos. Destes devem destacar-se a temperatura, a humidade e o tipo de cobertura vegetal.

Tal como noutras espécies, as espécies de microfauna tendem a variar a sua distribuição geográfica dependendo das alterações climáticas, movendo-se quer verticalmente na topografia, quer latitudinalmente, devido às variações de temperatura e dos outros factores acima discriminados. A grande diferença entre a microfauna e a meso- e macrofaunas é que a sua resposta a alterações climáticas e paisagísticas é, em geral, muito rápida, ficando essa resposta marcada no registo arqueológico com a variação da frequência relativa de espécies ou mesmo com a ausência e aparecimento delas.

Ao contrário da macrofauna, que é frequentemente resultado de acumulação antrópica, a presença de microfauna em sítios arqueológicos é sempre consequência de processos naturais de deposição. Com a acumulação parcial ou total da fauna de maiores dimensões por razões antrópicas, a frequência relativa das espécies não reflecte, com certeza, a veracidade da composição faunística local ou regional, pois está triada, do ponto de vista da diversidade de espécies, pela acção humana. Contrariamente a esta situa-

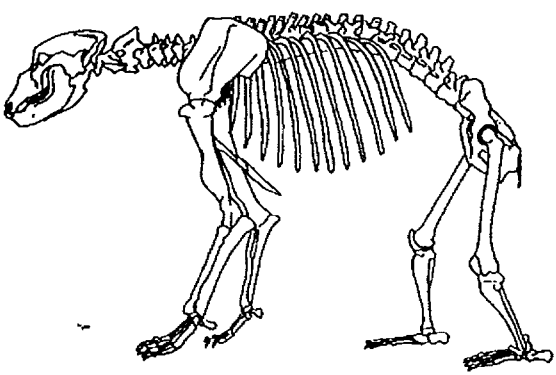


Figura 134. Exemplo da anatomia esquelética de urso.

ção, a microfauna acumula-se nos arqueosítios devido a processos naturais, seja através de restos deixados pelos seus predadores, seja através da sua própria utilização do espaço, fenómeno, aliás, muito frequente. A acumulação destes animais por predadores tem problemas do mesmo tipo que os da deposição antrópica de outras faunas, ainda que numa escala inferior. Contudo, a acumulação de restos num arqueosítio utilizado como *habitat* por esses pequenos animais é muito reveladora do tipo de ambiente e paisagem existente em redor desse local.

No caso específico da microfauna, principalmente dos roedores e dos insectívoros, é necessário ter um cuidado especial na sua contextualização e associação, uma vez que essas espécies tendem a produzir tocas com alguma profundidade e, portanto, a contaminar ou causar remeximentos na estratigrafia devido a intrusões em momentos muito posteriores.

Deve ainda ser tido em conta o facto de alguns dos restos de microfauna serem o resultado das regurgitações de aves de rapina, como as corujas e os mochos. Apesar do contexto e associação estratigráfica serem claramente inequívocos, o conjunto pode reflectir uma realidade que não é necessariamente a local, mas sim a regional. De qualquer modo, a microfauna é o grupo de espécies faunísticas que, na prática, melhor serve para reconstruir aspectos paleoambientais locais, e que, naturalmente, pode ajudar a completar o cenário geral da paleoecologia regional de uma comunidade humana – veja-se os casos da Lapa do Picareiro (Bicho *et al.*, 2003) e da Gruta do Caldeirão (Póvoas, *et al.*, 1992).

10.5. A análise faunística

Após a perspectiva geral sobre a importância da fauna na reconstrução paleoecológica, falta agora compreender-se como é que grande parte da informação é obtida a partir do registo arqueológico, ou seja, o sistema analítico que permite estudar e avaliar os restos faunísticos encontrados nos arqueosítios.

Existe um conjunto de problemas ou questões que são importantes na análise da fauna arqueológica. O problema fundamental é compreender-se o ciclo por que passou o conjunto faunístico desde o momento da morte do animal até ao momento em que os seus ossos são estudados pelo zooarqueólogo. Este ciclo, tradicionalmente visto como relativamente simples, ganhou, nas últimas décadas, uma complexidade enorme que corresponde a todo um processo de acontecimento de fenómenos naturais e antrópicos pelo qual os ossos passaram. Aspectos como o tipo de técnica de caça, o local de abate e de desmancho dos animais, o processo de transporte dos animais e a escolha das unidades anatómicas a transportar, o seu consu-

mo posterior, o respectivo abandono dos restos, os processos de diagénese e conservação durante o período de deposição e, por fim, o seu resgate dos depósitos, formam o todo que é designado por **tafonomia** e que se tornou uma das subdisciplinas mais importantes na área da arqueologia (Brain, 1981; Gifford, 1981; Klein e Cruz-Uribe, 1984; Lyman, 1994).

Todo esse processo tem como objectivo três aspectos principais, delineados por Valente:

> "Na prática, a arqueozoologia (nos seus objectivos gerais) procura, primeiro, o reconhecimento e descrição das espécies animais, sua abundância, idade, sexo; depois, o estabelecimento das relações entre o grupo humano e as espécies animais (a origem da sua presença no sítio arqueológico e a utilização que delas foi feita); e, por fim, a obtenção de dados que contribuam para a compreensão do comportamento dos grupos humanos do passado." (Valente, 2000:19).

Este conjunto de ideias sumaria claramente a razão pela qual o estudo faunístico é tão importante para a reconstrução paleoecológica das comunidades humanas. Assim, através da análise de determinados aspectos, essencialmente anatómicos, determinam-se as espécies presentes no sítio arqueológico ou, de outra forma, a composição taxonómica presente no sítio. No processo de identificação recorre-se a colecções comparativas e passam-se todos os ossos por um escrutínio detalhado, observando-se as suas características anatómicas e morfológicas (Moreno-Garcia *et al.*, 2003), o que permite a atribuição de cada osso, quando a preservação é boa, a uma área específica do esqueleto. É aconselhável e pertinente a identificação do osso em questão, ou qual a parte do osso presente e o lado do corpo a que pertence, isto é, a "identificação do elemento" (Reitz e Wing, 1999:149). Após essa primeira fase é depois possível, utilizando uma colecção comparativa (veja-se o exemplar trabalho feito pela equipa do CIPA na construção de uma osteoteca – Moreno-Garcia *et al.* 2003:b), atribuir-lhe uma espécie ou, pelo menos, um género ou uma família, como se pode ver com o exemplo do veado europeu:

- Família: *Cervidae* (cervídeos)
- Género: *Cervus*
- Espécie: *Cervus elaphus*.

Por vezes não é possível chegar-se a qualquer um dos níveis de identificação. Nesses casos, é útil tentar-se a identificação ao nível da Ordem (*e.g.*, carnívoros ou cetáceos) e depois uma subdivisão por dimensão da espécie com base na espessura e dimensão geral dos fragmentos faunísticos presentes.

É ainda durante a fase de identificação do elemento que devem ser analisados os aspectos concernantes ao estado do osso, nomeadamente as alterações da superfície resultantes da morte e desmancho do animal (marcas de corte, *roeduras*, *mordeduras* e *puncturas* – veja-se Valente, 2000:29), tenham eles sido por via antrópica ou devido a outros predadores. Podem ainda aferir-se aspectos relacionados com o tratamento da caça para consumo posterior ou imediato (por exemplo, intensidade e frequência da calcinação dos ossos e presença de fracturas concoidais em ossos longos), os vestígios de abrasão sedimentar ou de fracturas ou esmagamento dos ossos por pressão estratigráfica ou queda de clastos e, ainda, vestígios de erosão superficial devido à acção de raízes ou de ácidos gástricos, devido à sua ingestão.

Na sequência das identificações taxonómicas e dos elementos, deve seguir-se a determinação do sexo e da idade dos animais, muitas vezes relacionadas com o momento da morte, isto é, com a sazonalidade da ocupação humana do arqueosítio. Em suma, a análise faunística, com a determinação dos diversos factores acima referidos, serve como base à interpretação de fenómenos humanos como as técnicas de caça, o grau de mobilidade e sedentarismo, técnicas de armazenamento e de arrecadamento e até processos de domesticação.

A questão da determinação da idade de um animal através da observação dos seus ossos faz-se com base em aspectos morfológicos:

- a forma e a porosidade dos ossos;
- a fusão epifisial e sutural craniana (que tendem a ocorrer por fases, havendo uma fase pré-fusão, fusão inicial e completa – Reitz e Wing, 1999:161);
- erupção dentária (dentes diferentes nascem em momentos diferentes do crescimento na maior parte dos animais);
- desgaste das coroas dos dentes (quanto mais tempo passa, maior é o desgaste da coroa do dente devido ao uso, aspecto que é mais marcado no caso dos herbívoros devido à erosão provocada pelas fibras vegetais);
- estruturas incrementais (como exemplo pode salientar-se o caso das conchas dos moluscos que apresentam anéis de crescimento anuais e dos dentes de alguns herbívoros que exibem certas características morfológicas, e que são anéis de desenvolvimento anuais identificativos das alturas do ano – Klevezal 1996; Gordon 1988; Lieberman *et al.* 1990).

A atribuição do sexo é mais difícil, uma vez que a maior parte dos atributos não aparece nos restos presentes no registo arqueológico. Contudo,

alguns dos aspectos salientados anteriormente para a idade, em conjunção com outros factores, principalmente a variável da dimensão, permitem a identificação do sexo – em geral o macho tem dimensões superiores à fêmea.

Para além da determinação do sexo e idade, há outros elementos ou morfologias específicas que podem ser importantes na reconstrução paleoecológica, nomeadamente as hastes (no caso do veado), os chifres (no caso dos caprídeos), o osso peniano ou báculo (presente em certas espécies de canídeos ou nos cetáceos), ou a morfologia dos ossos pélvicos (diferentes, por exemplo, nos cervídeos e nos caprídeos, devido às características do canal do nascimento).

Como se disse acima, estes factores estão também relacionados com as questões da sazonalidade, revelando aspectos da ecologia humana como, por exemplo, a altura da ocupação e exploração dos recursos de determinada zona, a variação intercalada no uso de certas espécies ao longo do ano e, consequentemente, aspectos relacionados com a mobilidade ou ausência da comunidade humana. Os aspectos principais nos estudos de sazonalidade são:

- as análises às estruturas incrementais que geralmente apresentam colorações diferentes para os momentos de crescimento durante as estações quentes e frias, como é o caso dos anéis de crescimento das conchas e dos dentes dos herbívoros ou ainda nas escamas e de otólitos de peixe;
- a presença de certos elementos anatómicos, como as hastes dos cervídeos, que crescem durante a Primavera e caem no Outono (e que são muitas vezes ingeridas pelos próprios animais para equilíbrio interno de cálcio), significando a sua presença no sítio arqueológico que a sua caça foi feita nesse período;
- a fusão epifisial, como no caso dos ossos longos dos coelhos (Hockett e Haws, 2002) ou da segunda falange dos javalis (Bull e Payne, 1983); a presença ou o grau de fusão desses elementos pode determinar a idade dos animais e uma vez que a época de reprodução é conhecida, permite saber-se qual a altura do ano em eles foram abatidos.

Qualquer dos sistemas de análise para determinação da sazonalidade da morte tem que ser baseado num outro elemento fundamental da análise zooarqueológica – a quantificação dos restos faunísticos (as fontes portuguesas principais são Cardoso, 1996:84 e 85; Valente, 2000:30 e 31, enquanto que as internacionais mais importantes são Binford, 1978; Klein e Cruz-Uribe, 1984; Lyman 1987 e 1994; Stiner, 1994; Reitz e Wing, 1999).

O elemento básico de quantificação dos restos faunísticos é o chamado **número total de restos** ou NTR (internacionalmente designado por NSP –

Number of Specimens). Esta variável corresponde à totalidade de restos faunísticos analisados e divide-se em duas outras variáveis, o **número de restos não determinados**, ou ND, e no **número de restos determinados**, ou NRD (NISP – *Number of Indentified Specimens*). O NRD corresponde aos espécimens (osso, dente ou fragmento de qualquer um deles encontrado num sítio arqueológico – Grayson, 1984:16) identificados ao nível taxonómico e da região anatómica do animal. Estas variáveis permitem, por um lado, uma observação do estado de preservação dos ossos através do rácio entre o NRD e o ND e, por outro, permitem a base de uma outra variável importantíssima – o **número mínimo de indivíduos** ou **NMI** (MNI – *Minimum Number of Individuals*). Esta variável representa o número mínimo de animais de uma determinada espécie presente no sítio e, portanto, permite incluir todos os restos dessa espécie encontrados no sítio. A contabilização do NMI é geralmente feita utilizando dois critérios, o dos dentes e o dos outros ossos no caso dos vertebrados – e é um cálculo muito mais complexo do que o das variáveis anteriores e que não representa a realidade. Os restos presentes podem, de facto, ter origem num número muito maior de animais do que o NMI indica, ou podem ainda representar apenas partes dos animais que tenham sido trazidas para o arqueosítio. Contudo, o NMI tem uma função essencialmente analítica que permite estimar a quantidade mínima de recursos alimentares trazidos para o sítio, possibilitando a interpretação da quantidade de pessoas presentes ou do tempo que o sítio foi ocupado ou ainda comparar a fauna de diversos sítios.

Ainda no caso dos vertebrados, é necessário ter em conta não só a idade mas também a dimensão dos ossos, o local de proveniência e o número total de elementos anatómicos presentes no animal. Um modo básico de obtenção do NMI assenta no princípio da simetria anatómica: pode "separar-se os elementos anatómicos mais abundantes de uma espécie encontrados (geralmente os fragmentos distais da tíbia) em componentes dextros e sinistros e usar-se o valor maior como unidade de cálculo" (White, 1953:397) – por exemplo, havendo 5 fémures esquerdos e 4 direitos, o valor do NMI será de 5. Muitas espécies animais encontradas nos arqueosítios são marcadas pela assimetria anatómica, destacando-se destas alguns répteis e os gastrópodes. No caso deste últimos, para se determinar o NMI devem ser contados os espécimens inteiros, aos quais deve ser adicionada a contagem de elementos anatómicos específicos como os vértices das conchas ou os fragmentos distais do canal sifonal.

Como se viu acima, a aplicação do NMI tem alguns problemas, não só ao nível da sua determinação, mas também por aquilo que representa – os espécimens encontrados no sítio arqueológico provavelmente não representam animais inteiros porque só foram trazidos do local de caça partes anatómicas desses animais. O NMI está ligado, por conseguinte, com outros as-

pectos, dos quais se destacam os conceitos de **número mínimo de elementos** ou NME (*Minimum Number of Elements* – MNE), os elementos (osso ou dente completo pertencendo ao esqueleto de um animal, sendo única e exclusivamente uma unidade anatómica – Grayson, 1984:16) e ainda o de **unidade animal mínima** ou UAM (*Minimum Number of Animal Units* – MAU), conceitos esses que, de certa forma, se desenvolveram devido a enunciação do chamado **Efeito Schlepp** (Perkins e Daly, 1968).

O Efeito Schlepp é um conceito que permite explicar a variação da presença relativa das várias partes anatómicas de um animal nos sítios arqueológicos. O termo foi proposto por Perkins e Daly, referindo-se a um sítio neolítico da Turquia, recorrendo a um verbo de origem alemã, *schlepp* (que significa arrastar ou puxar). O termo foi apropriado por causa da abundância relativa de ossos provenientes das áreas distais das pernas, que teriam sido arrastados para o arqueosítio devido à facilidade com que se poderiam agarrar. Este conceito foi depois desenvolvido para significar a ideia de que os caçadores poderiam desmanchar a carne no local de caça ou abate, consumindo determinadas partes nesse mesmo local, nomeadamente aquelas com preservação limitada, como alguns dos órgãos (coração e fígado), transportando para o acampamento permanente ou de longa duração as unidades anatómicas com mais interesse do ponto de vista alimentar (como por exemplo, os presuntos, onde o rácio carne/osso é bastante alto) ou artefactual (o caso dos perónios, também conhecidos por fíbula, bem como os metapodos que podem servir para o fabrico de instrumentos em osso).

Com este conceito, o NMI perde o seu interesse, e a importância do animal passa para a parte anatómica do mesmo – isto é, o **NME**, com o qual se mede o número e o tipo de grupos de elementos anatómicos presentes no sítio arqueológico. Esta variável serve não só para se reconstituir o tipo de decisões humanas tomadas ao nível do transporte e aproveitamento da carne, mas também permite conhecer qual o possível responsável pela presença desses restos no arqueosítio. Este estudo baseia-se no facto de cada predador, principalmente o Homem, os canídeos e os hienídeos, ter o seu próprio padrão de utilização e transporte dos elementos anatómicos dos ungulados (Stiner, 1994:20).

Ao contrário de Perkins e Daly (1968) e também de White (1953), Binford tem uma perspectiva diferente da realidade do uso e transporte da caça. Em 1978, Binford desenvolve um outro conceito, a **UAM**. Este consiste na divisão do número mínimo de espécimens diferentes referentes a uma zona anatómica, pelo número de elementos existentes no animal (Reitz e Wing, 1999:215). Por exemplo, 3 fragmentos distais de úmeros indicam a presença de 3 úmeros, neste caso o NME, que será depois dividido pelo número de úmeros presentes no corpo, isto é 2, resultando, portanto, um UAM de 1,5 para os úmeros (exemplo retirado de Lyman, 1994:227). Na

sequência deste trabalho, Binford desenvolve ainda o conceito de **índices de utilidade** que seguem a mesma linha de raciocínio do Efeito Schlepp. A ideia básica de Binford é a de que partes diferentes do corpo de um animal têm potencial diferente ao nível da sua utilidade – a utilidade de cada parte anatómica pode determinar o que o caçador transporta (ou não) do local de caça para o local de consumo, podendo, contudo, o seu valor não ser só alimentar. Assim, Binford desenvolveu o **índice geral de utilidade** (*General Utility Index* – GUI) e depois o **índice geral modificado de utilidade** (*Modified General Utility Index* – MGUI). Estes dois índices foram desenvolvidos pelo autor (Binford, 1978) a partir do estudo dos Nunamiut, esquimós do Alasca, com base na anatomia da ovelha e da rena, nomeadamente no que diz respeito às quantidades e pesos de ossos, carne, tutano, gordura e pele para cada área anatómica dessas espécies, chegando assim ao índice de utilidade das várias zonas anatómicas.

O problema dos padrões de mortalidade é também importante na quantificação faunística. Este é um dos métodos utilizados para a determinação da origem das acumulações faunísticas, ou seja, se a morte foi natural ou induzida por predadores e quais foram os predadores. Para se compreender este tipo de fenómeno é necessário primeiro olhar-se para os parâmetros de uma população. Uma vez que a mortalidade é um fenómeno que se dá de forma contínua, num **coorte** (conjunto de animais nascido numa mesma altura), conforme o tempo passa diminui o seu número de animais. Como resultado, o padrão de mortalidade desse conjunto é, por razões de estatística e probabilidade, representado por uma curva que, após o primeiro ano, se mantém essencialmente estável com tendência para diminuir progressivamente. Esta curva de mortalidade de um coorte acaba por representar um padrão ligeiramente diferente numa população inteira, designado como "Normal", sendo representada por uma curva bimodal, em que a taxa de mortalidade é superior naquelas classes etárias mais fracas fisicamente, ou seja, os mais novos e os mais velhos. Esta curva é também designada por "Curva em U" e é perfeitamente normal dentro de um contexto natural ecológico de mortalidade. Este tipo de taxa de mortalidade deve-se a um conjunto de variáveis das quais a mais importante é o impacto dos predadores nos animais com menos capacidade de fuga – os mais velhos e os mais novos.

Existe outro padrão de mortalidade, nomeadamente aquele em que o agente elimina um grupo alargado num só momento, denominado **curva de tipo catastrófico**, também conhecida por curva em L. Nesta situação, uma dada população é totalmente eliminada, espelhando, portanto, a curva demográfica ou estrutura em vida dessa mesma população – uma curva com um desvio claro positivo, isto é, uma curva em que o número de mortos diminui conforme a idade da classe etária aumenta. É, portanto, um padrão

em que a morte não é selectiva e que resulta numa maior taxa de mortalidade relativa dos adultos do que no caso anterior, em que a morte é selectiva.

Estas ocorrências dão-se na natureza com eventos como as cheias ou secas violentas e rápidas, podendo também ter origem antrópica com o uso de armadilhas como as redes ou no caso de toda a manada ser empurrada para uma falésia, resultando numa morte em massa de todo o grupo. Contudo, geralmente não é assim que se pratica a caça antropicamente. De facto, seja por armadilhas ou por caça à mão, esta faz-se a animais isolados e, na sua maioria, a adultos ou quase adultos, uma vez que são esses que fornecem de uma só vez grande quantidade de carne de grande valor energético e calórico, aspecto ao qual se pode juntar o interesse de elementos como as hastes no caso dos veados, que podem servir para o fabrico de instrumentos.

Apesar de o cenário teórico ser relativamente claro, a realidade é algo diferente. Primeiro, porque para se manter o tipo de padrão de mortalidade normal, é necessário que haja uma relação uniforme e constante entre a taxa de mortalidade e a da natalidade, o que raramente acontece. Segundo, porque, apesar de os predadores terem escolhas preferenciais do ponto de vista da idade da presa, esta é diferente de espécie para espécie, quer no que diz respeito à presa, quer no que diz respeito ao predador (veja-se Lyman 1994:127 e seguintes; Stiner, 1994:288 e seguintes; Valente, 2000:73).

Na prática pode-se observar a existência de três tipos de curvas de mortalidade (Figura 135):

- a primeira, que não é de tipo selectivo, causa a morte em massa, e tem origem natural através de eventos de tipo catastrófico, e antrópico, sendo o Homem o único predador que a causa num só evento, ainda que o uso cumulativo do mesmo grupo de presas por qualquer outro predador, que não o homem, possa ter o mesmo efeito;
- a segunda é de tipo selectivo e faz-se sentir de forma pronunciada nas classes etárias com menos vigor físico, ou seja, os muito novos e muito velhos, presas fáceis para os predadores (incluindo o Homem); esta mortalidade deve-se também a outros factores como acidentes, doenças e nutrição deficiente;
- a terceira possibilidade é claramente selectiva, onde a frequência dominante de morte baixa nas classes etárias que correspondem aos adultos, casos aliás raros na natureza, mas muito comuns em contextos arqueológicos (Stiner, 1994:279).

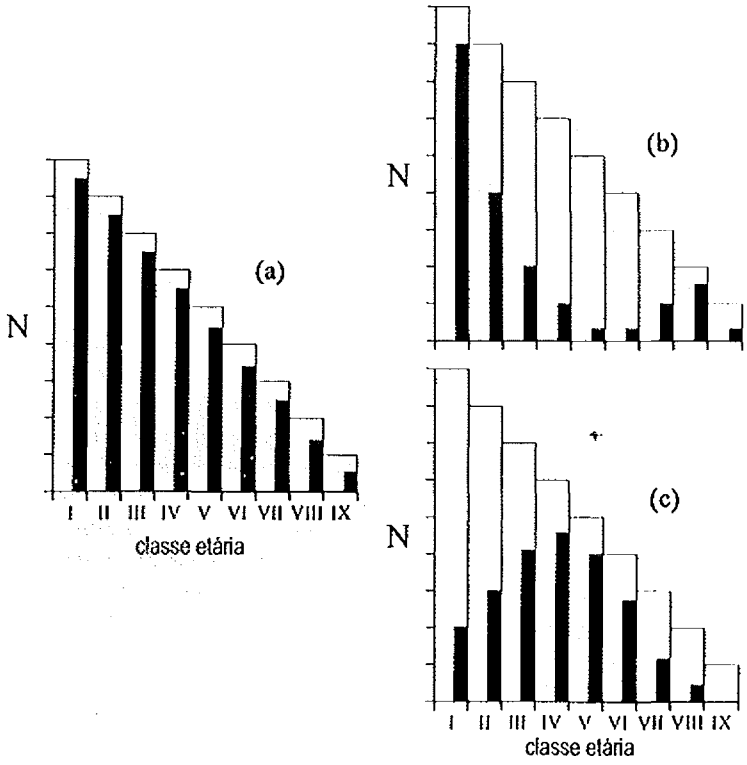


Figura 135. Curvas de mortalidade em a) forma de L; b) em U; c) com predominância de adultos (adaptado de Stiner, 1994:276).

Stiner desenvolveu um outro tipo de análise e apresentação gráfica do conjunto de curvas de mortalidade, onde permite a alocação de qualquer dos três tipos de curvas de mortalidade e da relação imediata entre sítios num só diagrama, utilizando para isso apenas três classes etárias, jovens, adultos e velhos (Figura 136). Este diagrama ilustra de modo claro a relação entre a estrutura em vida de uma determinada população e a curva de mortalidade observada, podendo chegar-se rapidamente a conclusões, principalmente porque se torna possível incluir também no diagrama o tipo de mortalidade resultante de vários predadores.

Finalmente, resta abordar a questão da tafonomia. Como se disse no início deste capítulo, a tafonomia é a ciência que estuda o processo ou conjunto de eventos que se sucedem desde que o animal é caçado até ao momento em que os seus restos são analisados pelo zooarqueólogo. Estão, as-

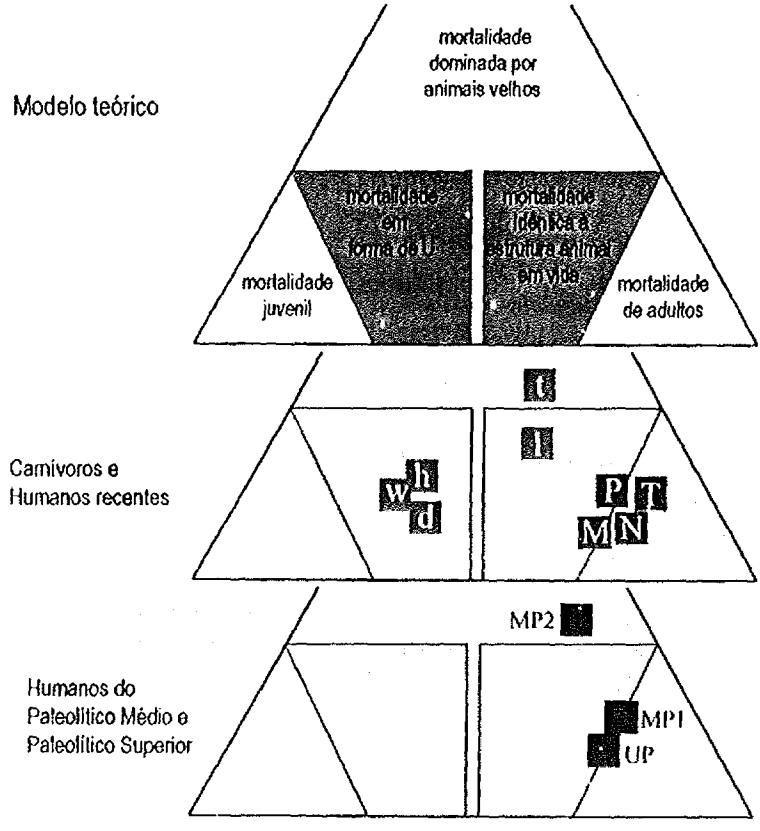


Figura 136. Vários modelos e valores médios observados em padrões de mortalidade de ungulados criados pelo Homem e outros predadores. O sombreado representa variações naturais na estrutura etária das populações vivas de ungulados e, portanto, padrões de mortalidade não-selectiva (painel direito); padrões de mortalidade causados por atrito como, por exemplo, doenças, acidentes e malnutrição (painel esquerdo). Predadores estão representados por letras: (t) tigre, (l) leões, (h) hienas, (w) lobos e (d) dingos. Cada canto do gráfico representa uma tendência para o grupo etário assinalado. Os quadrados com a maiúscula, no nível intermédio, representam culturas humanas holocéncias (P) paleoíndio e arcaico dos EUA, (M) agricultores do Mississipiense dos EUA, (N) esquimós Nunamiut e (T) caçadores modernos em parques naturais. MP1 refere-se à média para a maioria das faunas do Paleolítico Médio de Itália (100-33 K anos) que é muito semelhante à do Paleolítico Superior (UP). MP2 refere-se a um pequeno conjunto de colecções do Paleolítico Médio da costa italiana dominado exclusivamente por elementos anatómicos cranianos de adultos velhos (adaptado de Stiner, 2005).

sim, incluídos neste conjunto de eventos todos os elementos tratados anteriormente, nomeadamente os padrões de mortalidade e as suas causas, o estado e conservação da fauna, e as condições da superfície dos ossos, o tipo de sedimento e impacto nos ossos.

Segundo Lyman, é necessário diferenciar dois conceitos importantes em tafonomia: o **processo tafonómico**, definido por este autor como a acção dinâmica de uma força ou evento físico que altera a carcaça ou o esqueleto de um animal; e o **efeito tafonómico**, que é o resultado estático da acção do processo tafonómico sobre a carcaça do animal (Lyman, 1994:35).

O processo tafonómico pode organizar-se em três vectores ou dimensões principais:

- o dos objectos (ossos), podendo estes ser adicionados, removidos ou apenas mantidos no mesmo lugar desde a sua deposição num determinado contexto;
- o do espaço, em que os restos faunísticos podem ser movidos ou não dentro de um certo contexto, cujo limite é o espaço onde se encontra a colecção faunística;
- o da modificação, em que o osso pode ser modificado por processos externos – ser partido, queimado ou dar-se a sua mineralização.

Os sistemas pelos quais se podem dar os efeitos tafonómicos são vários: mortalidade (já tratado anteriormente), desarticulação, dispersão, fossilização e modificação mecânica.

A desarticulação estuda os processos que levam à desarticulação e desassociação dos ossos da carcaça, nomeadamente os fenómenos relacionados com o Efeito Schlepp, os processos de decomposição através do desaparecimento dos tecidos moles do corpo, seja por acção física devido à remoção dos tecidos por bactéria e outras espécies, seja por causa da acção química dessas mesmas espécies.

A dispersão dos ossos que compõem a carcaça refere-se aos processos que afastam os ossos da sua posição inicial e que originalmente dependem da desarticulação. De imediato segue-se um outro conjunto de factores, na sua maior parte naturais e que incluem o movimento de ossos devido à acção de animais (carnívoros ou aves de rapina), ou acções geomorfológicas como é o caso do transporte fluvial. Finalmente, a dispersão pode dar-se devido ao transporte ou acção antrópica sobre esses restos faunísticos. Alguns destes factores estão intimamente relacionados com variáveis como a topografia, o substrato geológico, a densidade do osso, bem como o seu tamanho e a sua morfologia.

O processo da fossilização compõe-se de todas as acções de alteração química que se dão nos ossos após a sua deposição. O tipo de sedimentos, o

contexto e o ambiente de deposição são os factores principais neste processo, que podem alterar significativamente qualquer osso ao ponto de o destruir. Como já se verificou no capítulo anterior, estes processos encontram-se relacionados com o clima, a temperatura, a humidade e a precipitação, o ambiente sedimentar e os respectivos processos pedogénicos e ainda a própria porosidade do osso.

Por fim, a modificação mecânica marca as alterações na estrutura física e morfológica dos restos. É o caso de qualquer fragmentação ou abrasão, como marcas de corte, fragmentação dos ossos para o consumo de tutano ou por queda de clastos, abrasão da superfície devido à deslocação de sedimento ou clastos em redor do osso, ou ainda a acção de raízes ou do suco gástrico como se relatou anteriormente. Estes processos estão dependentes principalmente da estrutura óssea dos restos, quer à escala macroscópica, quer microscópica.

Finalmente, resta referir um último aspecto, de grande importância no estudo da tafonomia: o da equifinalidade. As alterações ou modificações presentes nos restos faunísticos podem ser resultado de um ou mais processos tafonómicos diferentes. Quer isto dizer que em muitas situações processos tafonómicos diferentes podem produzir os mesmos efeitos tafonómicos. Por causa destes factores é necessária a investigação desenvolvida e diversificada de todas as possíveis causas de alteração do contexto zooarqueológico.

11

A Cobertura Vegetal

A questão do estudo da cobertura vegetal em períodos pré-históricos, e ao contrário do estudo da fauna, segue perspectivas metodológicas que são predominantemente biológicas (em vez de culturais). Apesar de a comunidade humana poder ter um impacto importante e, por vezes, decisivo no tipo de vegetação existente num determinado local, principalmente após o Neolítico com a desflorestação devido à agricultura ou à pastorícia, a vegetação não se altera radicalmente durante a Pré-História Antiga, a não ser por razões de natureza climática e ambiental. Por este motivo, o estudo da Pré-História no que concerne ao aspecto da paleovegetação privilegia a vertente natural do desenvolvimento e evolução da cobertura vegetal, uma vez que grande parte das espécies vegetais são bons indicadores climáticos, permitindo, por isso, a reconstrução paleoecológica.

Tal como foi notado por Renfrew e Bahn (1991:207), as plantas situam-se na base da cadeia alimentar e, portanto, podem-nos dar informações relevantes sobre o tipo de nichos ecológicos que se desenvolveram em seu redor, reflectindo não só o tipo de animais, mas também as condições climáticas e as características dos solos locais e regionais. Tal como com determinadas espécies animais, alguma vegetação é sensível às variações climáticas, reflectindo-se essa sensibilidade especialmente em alterações na altitude e latitude das ocupações e distribuição de cada espécie vegetal.

Um dos aspectos importantes no estudo da paleobotânica é, como na zooarqueologia, o da construção e desenvolvimento de uma colecção comparativa. Esta deve ser feita para qualquer um dos métodos aplicados ou conjunto de elementos utilizados. Cada um destes tem a sua própria metodologia para a formação e elaboração da colecção comparativa (Mateus *et al.*, 2003) e que é idêntica no que concerne à extracção de elementos comparativos com o da obtenção dos dados arqueológicos, que veremos depois.

Este capítulo irá abordar diversos conjuntos de dados paleoambientais, que se podem dividir em dois grupos principais: microbotânica (polens, fitólitos e diatomáceas) e macrobotânica (carvões e madeiras – antracologia –, caroços, sementes e frutos – carpologia).

11.1. Os restos microbotânicos

Como se referiu acima, a microbotânica engloba um grupo de fontes paleoambientais que é composto por três tipos de dados, os **polens**, os **fitólitos** e as **diatomáceas**. Estas últimas são algas unicelulares marinhas e de água doce, da classe das bacilariofíceas, que têm a envolvê-las um pequeno invólucro com paredes de sílica extremamente resistentes, denominado frústulo e que, ao contrário das outras espécies vegetais que se desintegram facilmente, sobrevive em depósitos sedimentares. As paredes silificadas das diatomáceas são formadas por duas partes idênticas, denominadas epiteca (parte superior) e hipoteca (parte inferior), ambas marcadas por desenhos complexos que permitem identificar mais de 16 000 espécies existentes.

Com base na sua simetria e morfologia, as diatomáceas são divididas em dois grupos; um que apresenta gravuras radiais e se caracteriza pela circularidade, o outro marcado por um alongamento destas algas unicelulares ornamentado com figurações lineares, muitas vezes em espinha (Figura 137).

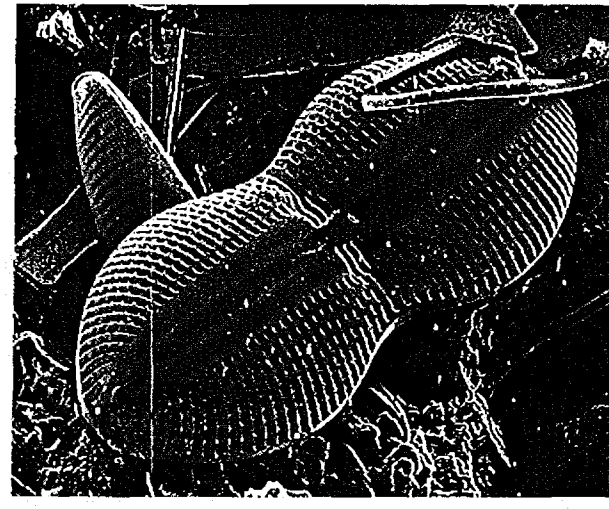


Figura 137. Exemplo de uma diatomácea (*diploneis heemskerkiana*).

As diatomáceas são muito sensíveis a alterações ambientais, modificando-se a composição das suas comunidades devido a variações da salinidade, alcalinidade e consoante o tipo de nutrientes existentes na água (Renfrew e Bahn, 1991:211). Como se conhecem os tipos de *habitat* de cada espécie ou grupo de espécies e sabe-se qual a sua resistência a variações das condições ambientais, as diatomáceas, que se estudam em detalhe há já mais de 200 anos, permitem de forma simples uma reconstrução ambiental.

A partir da composição e frequências das diatomáceas é possível obter dados sobre a variação no nível das águas, sejam elas lacustres ou marinhas, reflectindo em detalhe as sequências de regressão e transgressão nesses ambientes (Rapp e Hill, 1998:95).

Tal como noutros contextos ambientais, existem alguns problemas tafonómicos na deposição destes pequenos seres unicelulares que, nalguns casos, são idênticos às de outros conjuntos vegetais como os polens. O vento e as correntes fluviais podem transportar as diatomáceas do seu local de deposição original e, por isso, alterar a composição vegetal dando origem a uma interpretação errada do paleoambiente (Rapp e Hill, 1998:95). É o caso de sedimentos lacustres onde se depositaram diatomáceas e que se encontram expostos à acção eólica. Esta pode transportar os pequenos frústulos e incluí-los em sedimentos marinhos, alterando assim a composição que deveria ser exclusivamente marinha e que assim passa a ser semelhante a uma composição de tipo continental.

As diatomáceas podem, para além de servir como indicadores paleoclimáticos, ser usadas de outras formas no estudo da arqueologia pré-histórica. Como se dá a sua acumulação em ambientes lacustres e em zonas pantanosas, as diatomáceas acabam por se transformar em depósitos sedimentares designados por diatomitos e que podem servir como matérias-primas para as comunidades humanas. Podem, por isso, servir como indicadores de proveniência no caso da cerâmica, já que as diatomáceas estão presentes em argilas e, assim, identificar a sua fonte.

Os **fitólitos** são pequenos corpos siliciosos que se formam dentro das células de determinadas plantas e que se caracterizam por morfologias variadas que, tal como no caso das diatomáceas, permitem a sua identificação. O reconhecimento da existência dos fitólitos em depósitos arqueológicos foi feito desde muito cedo, em 1908 (Renfrew e Bahn, 1991:211), apesar de estes pequenos elementos serem conhecidos já no final do século XIX. Pouca atenção foi dada, contudo, a este tipo de informação até às últimas décadas do século XX, resultando num desenvolvimento tardio do estudo dos fitólitos, fazendo com que subsistam ainda alguns problemas metodológicos no campo da análise fitolítica (Rapp e Hill, 1998:93).

A formação dos fitólitos, cuja designação significa plantas de pedra, deve-se à deposição de sílica dissolvida nos líquidos absorvidos pelas plan-

tas proveniente dos solos. A sílica concentra-se em determinadas partes do organismo das plantas (por exemplo, entre ou dentro das próprias células), geralmente nas zonas da planta à superfície do solo. A diversidade de formação e deposição fitolítica relaciona-se com o tipo da planta, e este facto permite a identificação das plantas representadas pelos fitólitos encontrados nos sítios arqueológicos. Raramente se torna possível a identificação ao nível da espécie e é, por vezes, difícil a identificação do género. Note-se que a formação de fitólitos não se dá em todos os tipos de plantas, estando limitada a certas famílias como as Poáceas, as Aráceas, Ciperáceas, Pináceas ou as Musáceas, bem como todo o tipo de gramíneas.

Quando a planta morre (ou se destaca a secção na qual se formou o fitólito) dá-se a sua incorporação nos sedimentos locais, onde se desintegra a parte orgânica da planta e sobrevive a secção mineral, isto é, o fitólito. Este é resistente à oxidação, tal como as diatomáceas, mas é destruído em ambientes ácidos e, por isso, não é preservado nas amostras para análises polínicas, uma vez que estas envolvem um tratamento com ácido, geralmente hidroclorídrico.

O tratamento e extracção de fitólitos envolvem a remoção de materiais orgânicos da amostra de sedimento. A remoção faz-se com tratamento térmico, denominado oxidação seca. Geralmente leva-se a amostra a um forno a temperaturas que devem exceder os 500° C, ou procede-se ao tratamento químico (oxidação por via húmida) com água oxigenada ou com ácido nítrico.

A amostra de sedimento deve ter alguns gramas – na melhor das hipóteses pode ter apenas 10 g (Delhon *et al.*, 2003:52) – sendo os fitólitos obtidos da fracção entre os 2 e os 100 µm. Geralmente são removidos os carbonatos antes da colheita dos fitólitos no sedimento seco. A amostra examinada deve ter pelo menos 200 fitólitos, sendo estes montados em lâminas delgadas com o auxílio de glicerina, sendo depois analisados com o recurso a um microscópio, permitindo a glicerina uma observação a três dimensões da morfologia dos fitólitos (Delhon *et al.*, 2003:52).

Os fitólitos são classificados em 10 grupos morfológicos principais, os quais têm sido descobertos e descritos nas últimas décadas. A sua nomenclatura não é idêntica para todos os autores (veja-se, por exemplo, Rapp e Hill, 1998:93 e Delhon *et al.*, 2003:52), mas a sua descrição é essencialmente a mesma. As formas principais são as alongadas, em leque, apontadas, rectangulares, sinusóides, esféricas e cilíndricas. Em geral, cada uma destas formas é produzida por famílias diferentes – por exemplo, as formas alongadas, apontadas e em leque são produzidas pela família das Poáceas, enquanto que as formas sinusóides são produzidas pela subfamília panico (como por exemplo o painço), havendo determinadas formas que podem ser produzidas por várias famílias em simultâneo (Rapp e Hill, 1998:94) (Figura 140).

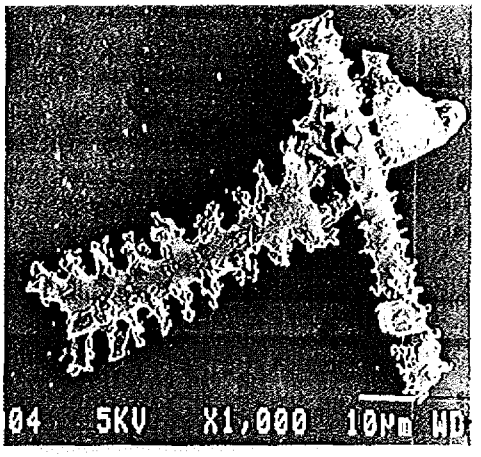


Figura 138. Exemplo de um fitólito da espécie *Triticum monococcum* (extraído de http://webpub.byu.net/tbb/).

A apresentação dos resultados é feita de acordo com um gráfico que mostra a importância relativa de cada família ou espécie em cada momento da estratigrafia local ou regional (Figura 139).

Independentemente das vantagens, a análise fitolítica, apresenta também alguns problemas. Algumas das formas são produzidas por várias famílias, tornando impossível a identificação do tipo de plantas que se encontra presente no depósito. Ainda na questão da identificação, levanta-se o problema de existirem espécies que não produzem qualquer tipo de fitólitos.

O facto de as identificações raramente serem feitas ao nível da espécie levanta questões no que concerne à reconstrução paleoecológica. Contudo, a análise fitolítica apresenta alguns aspectos que, contrariamente ao caso dos polens, são positivos: os fitólitos aparecem frequentemente bem preservados em solos e paleosolos dando uma perspectiva do cenário local (Delhon *et al.*, 2003:58). Por estas razões, diversos autores tendem a preferir que o trabalho de análise fitolítica se faça em conjunção com a análise polínica ou antracológica.

Dentro dos métodos de reconstrução paleobotânicos, sejam eles micro- ou macrobotânicos, o mais importante para a reconstrução paleoecológica em arqueologia pré-histórica tem sido a **palinologia**. Esta, apesar de não reflectir de forma inequívoca o cenário paleoambiental, é ainda um dos métodos que melhor permitem reconstruir o tipo de oscilações diacrónicas na paisagem vegetal de uma determinada área.

A palinologia aparece no início do século XX com os trabalhos de Axel Blytt, Johan Rutger Sernander e Lennart von Post em turfeiras na Escandinávia (e que deu origem ao chamado sistema de Blytt-Sernander), a base da zonação polínica do Holocénico europeu. O estudo palinológico assenta no facto de os grãos de pólen apresentarem uma protecção exterior muito dura e rígida, denominada exina, com uma grande resistência, permitindo-lhe a preservação em determinados sedimentos.

As exinas têm, tal como os fitólitos, uma morfologia própria e bem identificativa que, ao contrário dos fitólitos, é geralmente característica ao nível da espécie (Figura 140). A quantificação de cada um destes tipos de exinas num determinado depósito permite a reconstrução paleoecológica local e regional, geralmente apresentada nos chamados diagramas polínicos (Figura 141).

A melhor preservação destes elementos orgânicos faz-se em ambientes ácidos ou anaeróbios como as turfeiras ou depósitos lacustres nos quais não se dá actividade bacteriana e onde a deposição e cobertura é fácil, relativamente rápida e limpa de remeximentos e alterações pós-deposicionais.

A análise polínica baseia-se num conjunto de princípios básicos. Destes deve destacar-se a seguinte ideia: todas as plantas produzem pólen, sendo possível estabelecer uma relação entre a produção relativa de cada uma das espécies e a paisagem vegetal; cada espécie produz quantidades diferentes de pólen (e como já se viu, a sua morfologia é também diferente) e no cômputo geral é importante que se tenha em consideração a abundância absoluta de cada espécie (Rapp e Hill, 1998:91).

É necessário ter em consideração nos estudos polínicos a forma de dispersão dos grãos de pólen. Esta pode ser feita pelo vento (que é uma das formas mais importantes), pela água, pelos animais, incluindo o próprio Homem, e pela gravidade (Mateus, 1996:101; Mateus *et al.*, 2003). As plantas que utilizam os insectos como via para a sua polinização produzem números pequenos de grãos de pólen, que podem chegar a cerca de 100 000 por ano (Rapp e Hill, 1998:91). As espécies que recorrem à força do vento para a polinização tendem a ter grandes produções, por vezes na ordem dos biliões de grãos por ano, que se espalham consoante a intensidade do vento. Segundo Tauber (1965, in Mateus, 1996:101) devem ser agrupadas em três categorias diferentes dependentes da velocidade do vento (a seguir definidas no modelo de Jacobsen e Bradshaw). A água serve de polinizadora, daí que uma determinada amostra reflicta necessariamente um conjunto de proveniências e diferentes formas de polinização e de produção de pólen. A morfologia e o tamanho do pólen são aspectos importantes do estudo polínico. Estas duas variáveis são importantes no que respeita à deslocação e ao local da deposição do pólen.

Pelas várias razões apontadas, Jacobsen e Bradshaw (1981) desenvolveram um modelo segundo o qual advogam que deve ser feita uma distin-

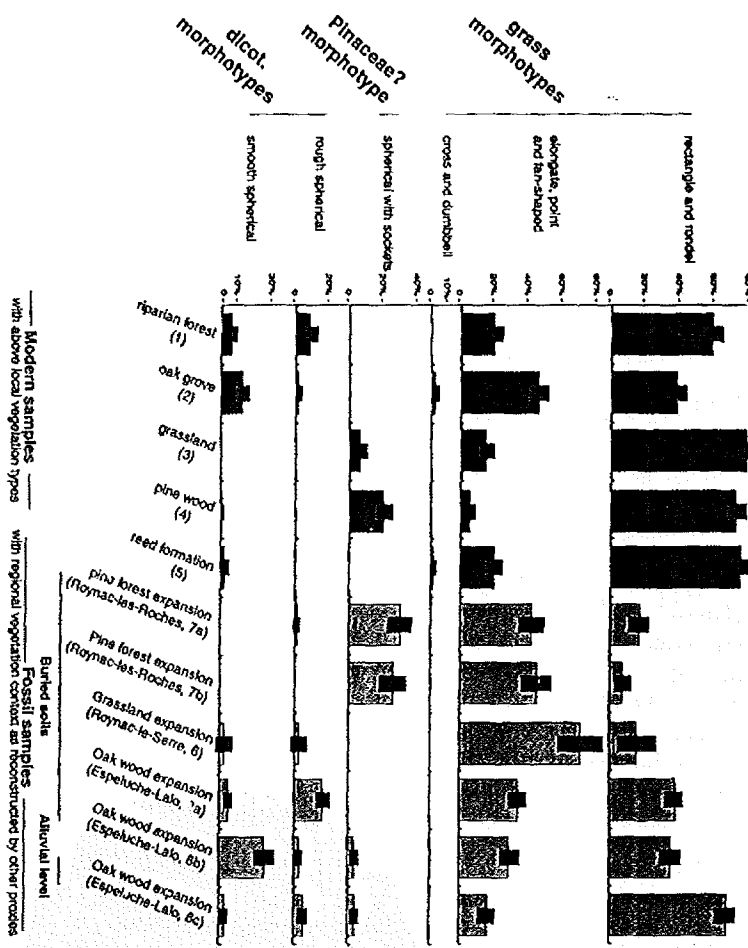


Figura 139. Diagrama de frequências relativas de fitólitos modernos (barras cinzentas claras) e fósseis (barras cinzentas escuras) da região do Reno (Delhon, *et al.*, 2003:55).

ção entre três componentes polínicas, uma local (pólen produzido por vegetação localizada a menos de 20 metros do local onde a amostra foi recolhida), outra extralocal (produção localizada entre 20 e várias centenas de metros do local de amostragem) e, por fim, uma regional (produção feita a grandes distâncias) (Mateus, 1996:101; Dumayne-Peaty, 2001:384), dependendo cada uma delas da morfologia dos polens, da força e direcção dos ventos,

das águas e dos animais que os transportaram, bem como com a produção e abundância absoluta de cada espécie.

Este último aspecto é importante porque, em cada amostra, certas espécies estarão necessariamente sobrerepresentadas, enquanto que outras se apresentam subrepresentadas devido à escala de produção e emissão de polens. Na interpretação final que é levada a cabo com base nos diagramas polínicos os problemas de sobre- e subrepresentação devem ser levados em conta para a elaboração da reconstrução paleoecológica de uma determinada região.

Em sítios arqueológicos (e não de turfeiras ou ambientes lacustres) é importante a sua localização, a sua orientação em relação ao vento ou às linhas de água que possam ter transportado o pólen. No caso de grutas e abrigos (onde devido ao tipo de ambiente calcário raramente se dá a preservação de pólen) é necessário dar-se atenção também à morfologia e orientação da entrada, uma vez que esta pode impedir a deposição de certos polens, truncando de modo efectivo a diversidade e a frequência relativa de certas espécies que podem estar presentes no exterior da cavidade.

A reconstrução paleoecológica faz-se com o recurso a analogias de situações actuais, isto é, conhecendo-se conjuntos polínicos actuais de uma determinada região que espelhem um ecossistema vegetal determinado presume-se que uma paleoamostra com frequências polínicas semelhantes reflicta uma paisagem idêntica. Em qualquer outro caso, incluindo o da analogia arqueológica, as situações actuais não são necessariamente idênticas às do passado, mesmo que o resultado dessas situações o sejam, designadamente, no caso da palinologia, os diagramas polínicos.

A questão da interpretação, bem como a da construção do diagrama polínico, deve ter em conta aspectos de alterações pós-deposicionais, que apesar de não serem muito relevantes no caso dos depósitos naturais, podem sê-lo em depósitos com origens mistas, isto é, natural e antrópica. Veja-se o caso da famosa Gruta de Shanidar, no Iraque, onde foi encontrado um esqueleto muito comple-

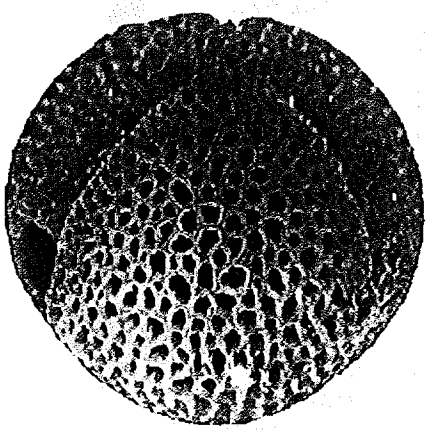


Figura 140. Exemplo de pólen *Cistus populifolius* L. Foto: Paula Queiroz (Mateus *et al.*, 2003)

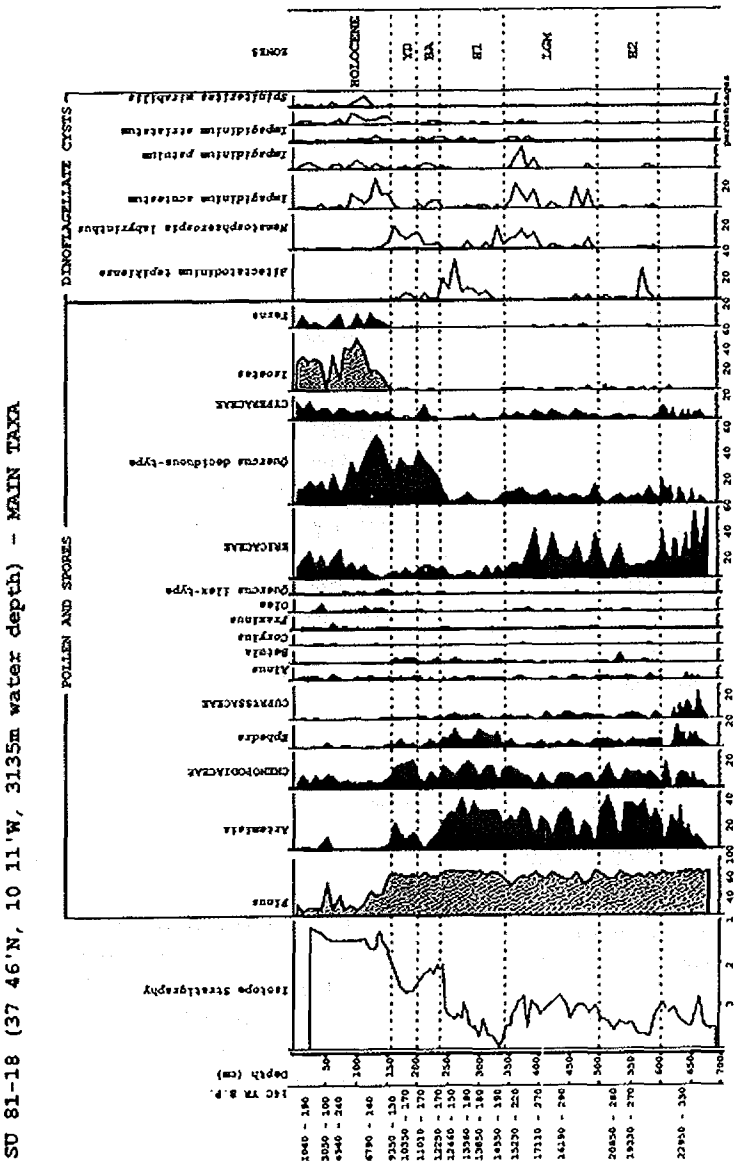


Figura 141. Exemplo de um diagrama polínico de uma coluna de sedimentos (SU 81-18) obtida ao largo do Algarve (Turon *et al.*, 2003:91).

to de Neandertal coberto por um conjunto de lajes. Nos sedimentos que envolviam os restos ósseos do neandertal foram encontrados numerosos grãos de pólen de flores (Solecki, 1963, 1975). A interpretação original desta associação foi que se tratava de um enterramento intencional com recurso a elementos simbólicos, dados pela presença de flores na sepultura. Mais recentemente essa interpretação foi revista (*e.g.*, Rowley-Conwy, 1993), chegando-se à conclusão de que as lajes que cobriam o esqueleto não tinham sido depositadas antropicamente, mas teriam sido o resultado da queda de blocos calcários do tecto da gruta, sendo a presença do pólen resultado da polinização que se deu durante a escavação do sítio e que por isso contaminou os paleosedimentos com polens modernos.

A extracção e contagem dos grãos de pólen são procedimentos muito lentos e necessitam de grande precisão para impedir erros de classificação ou de contaminação. No caso das turfeiras e de outras origens naturais, as amostras são retiradas de colunas de sedimentos, que são geralmente divididas ao meio longitudinalmente (Mateus, 1996:104). Uma das metades é utilizada para a obtenção de polens, enquanto que a outra serve para outro tipo de análises, nomeadamente a datação dos sedimentos. Esta é importantíssima, pois permite determinar a evolução diacrónica da alteração da paisagem vegetal regional. As colunas de sedimentos são amostradas com intervalos variados, mas que vão, em geral, dos poucos milímetros até aos 10 cm. Cada uma das amostras é passada por crivos de pequena dimensão, em geral com malhas de cerca de 5 µm, e depois preparada com o recurso a processos químicos e físicos (veja-se Mateus, 1996 e Mateus *et al.*, 2003, para detalhes sobre este processo). Este processo destina-se a eliminar a ganga sedimentar presente junto a cada pólen, permitindo assim uma maior clarificação das características morfológicas da exina e um aumento numérico relativo dos polens por área de observação. O exame polínico tem de ser feito com recurso ao microscópio óptico de grande potência, devendo a amostra ter várias centenas de grãos de pólen para ser estatisticamente significativa. As amostras são montadas em lâminas delgadas, seladas com parafina, permitindo a mobilidade dos grãos, fazendo-se pressão sobre a lamela de cobertura com uma agulha fina para uma melhor identificação.

É a identificação que permite reconhecer as presenças relativas de cada espécie e numa sequência diacrónica permite a construção do diagrama polínico. O diagrama mostra um conjunto de curvas de frequência relativa de cada espécie ao longo de um eixo que corresponde à cronologia da sequência deposicional de onde foram obtidas as amostras. A presença e ausência de certas espécies, bem como a sua importância na totalidade da amostra, permite reconstruir o ambiente vegetal de determinada zona, aspecto que se torna complexo pelas razões acima expostas. Contudo, devido a desenvolvimentos teóricos e metodológicos da disciplina (que recorrem a

amostragens diversas no mesmo depósito, compensando assim a diversidade local – análise tridimensional de polen), primeiro por Turner (1965) e depois pela escola holandesa dirigida por C. Janssen, e descritos por Mateus recentemente (1996:107-108), têm sido dominados e minorados. Assim, as reconstruções paleovegetais aproximam-se cada vez mais da realidade paisagista do passado, como se pode ver nos vários exemplos publicados por Mateus *et al.* (2003).

O problema complica-se no caso dos sítios arqueológicos, uma vez que, e ao contrário das turfeiras, os locais que podem permitir a obtenção de amostras são muito limitados. Uma das formas de contornar o problema é a obtenção de amostras no sítio arqueológico e em locais exteriores a este e compará-las (Dumayne-Peaty, 2001:383 e 385). Naturalmente, existe uma diferença entre as duas amostras, que deve ser interpretada à luz da análise tridimensional de pólen. Este tipo de estudo é ideal para documentar o impacto da actividade antrópica na vegetação ao nível regional, aspecto essencial da Pré-História a partir da transição de economias caçadoras-recolectoras para produtoras de alimentos (Jones e Colledge, 2001).

Em Portugal, a palinologia tem sido desenvolvida principalmente por José Mateus e Paula Queirós, ainda na década de 80, a partir do Laboratório de Paleoecologia do Museu Nacional de Arqueologia. O seu desenvolvimento passou depois para o Museu de História Natural da Universidade de Lisboa, encontrando-se presentemente alojado no IPA, no Centro de Investigação em Paleoecologia Humana (CIPA).

11.2. Os restos macrobotânicos

Os restos macrobotânicos são diversos e podem ser simples sementes ou caroços ou grandes fragmentos de madeira, estes últimos geralmente associados a estruturas viárias ou de *habitat*. Ambos os casos são muito raros na Pré-História portuguesa (mas carvões são o tipo de restos macrobotânicos mais comuns no nosso território em sítios com essa cronologia). E tal como no caso dos vestígios microbotânicos, existem problemas ao nível tafonómico e da formação do registo arqueológico (quer ao nível da deposição quer ao nível pós-deposicional) que devem ser ponderados. Contudo, ao contrário do que acontece com o pólen (e um pouco também ao contrário das diatomáceas e dos fitólitos) não existem problemas ao nível da sua dispersão e da sua deposição.

No caso das sementes, frutos e gramíneas, raramente são recuperados em sítios arqueológicos pré-históricos. Aparecem por vezes, na segunda metade das colunas de sedimentos, isto é, naquela metade que não foi usada para a extracção de polens, sendo tratados e identificados por analogia com

colecções comparativas modernas (Mateus, 1996:104 e 105). Alguns deles, como é o caso dos grãos de cereal, são por vezes encontrados na composição de cerâmicas pré-históricas quando serviram como desengordurante das pastas, ou no interior dos recipientes, geralmente calcinados, ficando agarrados às suas paredes. Outro elemento que permite a identificação de plantas, por vezes ao nível da espécie, é a impressão de fragmentos vegetais na argila ou em cerâmica, antes dela ser cozida, de grãos que se desintegraram, quer devido ao tempo, quer devido ao aquecimento do recipiente (Renfrew e Bahn, 1991:213).

A dendrocronologia, aspecto já salientado quando se referiu este tipo de análise para a determinação cronológica, constitui também um valioso elemento de reconstrução paleoecológica. Recorde-se que o desenvolvimento desta disciplina se deu devido à necessidade de estudos ambientais relacionados com a variação de humidade no Arizona (Douglass, 1914). A dendrocronologia não está desenvolvida em Portugal e, portanto, trata-se de uma metodologia que não tem no nosso território qualquer aplicação.

O registo arqueológico mais importante para a reconstrução da cobertura vegetal pré-histórica em Portugal é o estudo da madeira carbonizada, vulgarmente conhecido como carvão. A disciplina que estuda este tipo de restos é conhecida como **antracologia** e foi desenvolvida muito recentemente em França na década de 70 com os trabalhos de Vernet (1973; in Figueiral, 1994:428).

A análise antracológica assenta num conjunto de princípios básicos, em que o primeiro é que o conjunto de dados antracológicos deve resultar da análise de carvões dispersos associados a um determinado nível arqueológico.

> "Estes carvões são testemunho da lenha recolhida para uso doméstico e resultam da limpeza das áreas de habitação durante um longo período de tempo. Os dados obtidos através da sua análise revelam que a recolha de lenha para **uso doméstico**, feita durante um **período de tempo** relativamente **longo**, se transforma numa amostragem fiável do meio ambiente em torno do local de habitação; é que nestas recolhas sucessivas a probabilidade de todas as espécies lenhosas das imediações serem englobadas torna-se muito maior, ao mesmo tempo que se atenuam as repercussões do factor 'escolha' momentânea." (Figueiral, 1994:428-429)

Como seria de esperar, este princípio básico da antracologia contrasta severamente com a estrutura da palinologia. Por um lado, a antracologia reflecte um cenário que é essencialmente o correspondente à escala local e extralocal do modelo de Jacobson e Bradshaw acima referido para a análise polínica, não podendo assim revelar o contexto regional da sua totalidade; por outro lado, não enferma dos problemas referentes à diversidade de dis-

persão vista no pólen ou relativos à variabilidade interespécies na produção do pólen, uma vez que, havendo uma ocupação suficientemente longa do local, do ponto de vista probabilístico todas as espécies locais serão utilizadas como lenha.

Desde logo se torna perceptível que o fulcro dos problemas da análise antracológica assenta na questão da amostragem. A amostra deve ser tão grande quanto possível e uma vez que a reconstrução paleoecológica é feita com base nos carvões dispersos presentes no nível arqueológico, o conhecimento do seu contexto é fundamental, aspecto que se relaciona também com um outro elemento importante: a necessidade de evitar a fragmentação de pedaços de carvão que, ao acontecer, pode alterar as frequências relativas de uma espécie vegetal, com consequências directas negativas na interpretação da composição da cobertura vegetal em redor do sítio arqueológico.

A análise antracológica faz-se porque cada espécie tem características anatómicas diferentes que lhe dão uma morfologia própria capaz de ser identificada (Figura 142). Neste sentido é importante a existência de uma colecção comparativa de espécies modernas, a que pode ser adicionada a informação presente nos atlas de anatomia das madeiras (Figueiral, 1994:431). Apesar da existência desses bancos de dados comparativos, a identificação, por vezes, não se pode fazer ao nível da espécie, mas apenas ao nível do género ou da família.

A identificação dos fragmentos de carvão faz-se com o recurso a um microscópio de luz reflectida, utilizando-se todos os fragmentos recolhidos que sejam superiores a 2 mm. Tal como no caso da palinologia, o tamanho da amostra é fundamental para poder reflectir com clareza e significado estatístico, a paleovegetação da paisagem onde o sítio arqueológico se encontra. A questão da dimensão da amostra fica resolvida quando a diversidade e curvas de frequência taxonómicas de um conjunto estiverem estabilizadas (Figueiral, 1994:431), isto é, quando deixarem de surgir novas espécies na análise microscópica e quando as percentagens relativas de cada espécie não tiverem alterações significativas. Estas duas variáveis relacionam-se com o problema da unidade de contagem, ou seja, fragmentos, massa ou presença/ausência de espécies, e da sua importância no momento de interpretação dos dados. Segundo Figueiral (1994), o processo mais comum é o da contagem dos fragmentos devido ao rápido apuramento dos resultados. Por vezes, contudo, o número de restos não é estatisticamente significativo para um determinado conjunto arqueológico, podendo a interpretação assentar na presença/ausência de espécies.

A apresentação dos resultados é feita em tabelas com enumeração por nível ou camada arqueológica da frequência absoluta e relativa de cada espécie. Frequentemente as tabelas são acompanhadas de diagramas semelhantes aos da palinologia.

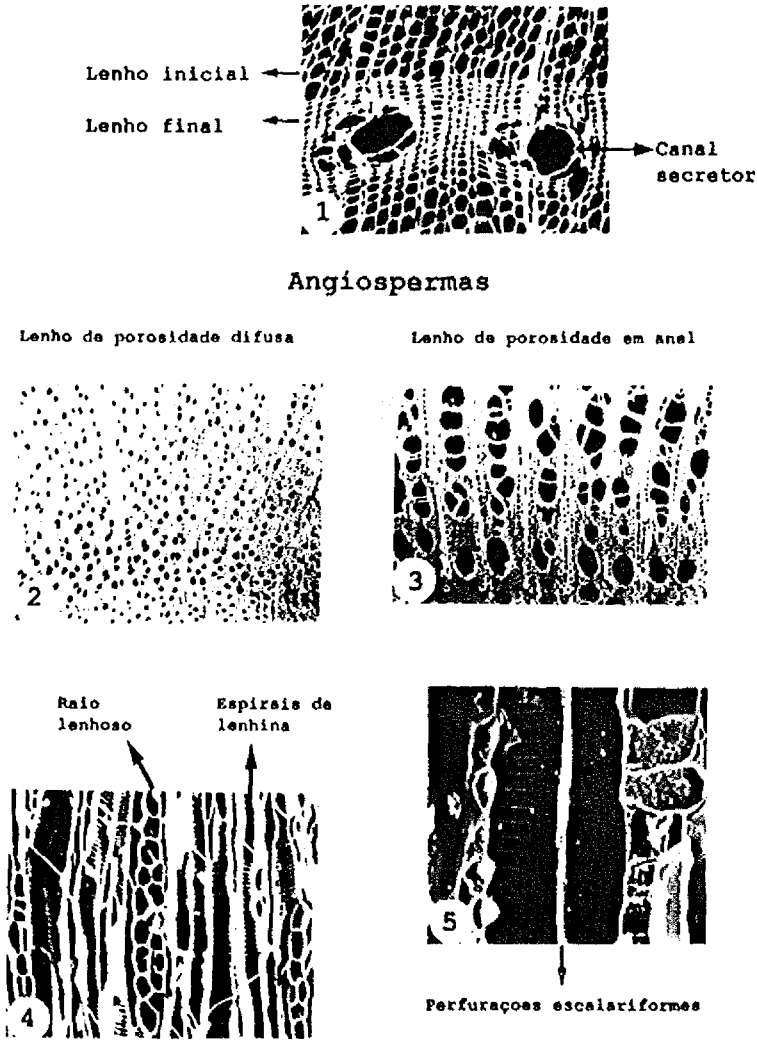


Figura 142. Exemplos de características anatómicas que permitem a identificação de carvões: 1 – pinheiro bravo; 2 – urze; 3 – vinha; 4 – leguminosa; 5 – amieiro (segundo Figueiral, 1994:446).

É comum em sítios arqueológicos de cronologia pré-histórica a presença de estruturas de combustão, revelando estas carvões concentrados. Os carvões podem provir de apenas um tronco ou de um punhado de lenha

recolhida de uma só árvore e assim reflectir apenas uma pequena parcela da ecologia vegetal local. Por essa razão, os carvões provenientes deste tipo de estruturas habitacionais são muito mais importantes, como Figueiral afirmou (1994:430), para a reconstrução antropológica do comportamento do grupo humano que recolheu essa lenha, podendo indicar preferências por determinadas madeiras, sejam elas por razões de velocidade de combustão, temperatura ou mesmo de sabor e cheiro dado aos alimentos, do que para a reconstrução paleovegetal da zona onde o sítio arqueológico se encontra.

Outra aplicação importante da antracologia em pré-história é o seu uso para melhorar os resultados da datação por radiocarbono. É frequente em sítios arqueológicos dar-se a remobilização vertical de carvões, pelo que carvões mais recentes podem contaminar níveis arqueológicos mais antigos. Com o auxílio da antracologia torna-se possível identificar as espécies vegetais presentes e escolher um pequeno fragmento de carvão de forma a datá-lo, seja por AMS ou por método standard. Este pedaço de carvão terá que representar a espécie que melhor reflecte o universo vegetal encontrado, diminuindo assim grandemente a probabilidade de se datar carvão que não pertença ao nível arqueológico de que se pretende determinar a cronologia.

O desenvolvimento da antracologia em Portugal fez-se devido aos esforços da escola de Vernet, principalmente com os trabalhos de Isabel Figueiral, do CNRS, em Montpellier. Os seus trabalhos têm versado sobre a maior parte da cronologia arqueológica portuguesa e coberto uma grande parte do território português (Figueiral, 1993, 1994, 1995, 1998; Figueiral e Terral, 2002), sendo que mais recentemente o CIPA tem devotado algum do seu esforço à análise antracológica (Mateus *et al.*, 2003).

PARTE V

O Registo Arqueológico e a Análise dos Materiais Arqueológicos.

O estudo do registo arqueológico é, sem dúvida, um dos aspectos mais importantes da interpretação e investigação arqueológica. É este estudo que permite identificar a qualidade e o grau de preservação do contexto arqueológico e da associação entre artefactos, estruturas e amostras para datação ou outras análises. Na prática, é a investigação sobre o registo arqueológico que permite, na maior parte dos casos, estabelecer uma cronologia, seja ela absoluta ou relativa, de um sítio arqueológico, as várias actividades humanas que aí tiveram lugar, e a relação entre os dois aspectos.

Como se poderá observar nesta secção sobre o registo arqueológico e a análise dos materiais arqueológicos pré-históricos, a complexidade dos dados é bastante grande. Seja a questão do registo arqueológico, seja a da análise artefactual, estes são a verdadeira base da investigação arqueológica pré-histórica, ao contrário da arqueologia que se debruça sobre uma cronologia mais recente onde existem outros tipos de fontes históricas.

Esta secção divide-se em três capítulos. O primeiro aborda a questão da formação do registo arqueológico, versando não só as questões relacionadas com a formação dos depósitos sedimentares e os contextos arqueológicos no momento da sua deposição, mas também todos os processos chamados pós-deposicionais, nomeadamente culturais e naturais, sejam eles de ordem geológica ou biológica.

O capítulo seguinte vai tratar as questões de proveniência de matérias-primas e de artefactos, muitas vezes chamados exóticos devido à distância que os separa entre o local onde foram encontrados e o seu sítio de origem. O aspecto principal deste capítulo vai ser, contudo, a descrição sobre os métodos físicos e químicos que podem levar à definição dos locais de origem das matérias-primas e de artefactos, a interpretação desses dados, bem como o significado dessa interpretação.

O último capítulo irá abordar os problemas de análise artefactual, no que toca especificamente a cerâmicas e material lítico. Como é evidente, não se procurará aqui estabelecer tipologias definitivas para esses materiais – o objectivo não é esse. É antes providenciar a informação sobre os aspectos teóricos e metodológicos que permitem estruturar essas tipologias, dependendo, naturalmente, dos objectivos da investigação, sejam eles tecnológicos, cronológicos ou outros.

12

A Formação do Registo Arqueológico

O estudo da formação do registo arqueológico é um dos aspectos mais importantes da investigação arqueológica. Julie Stein explica com clareza a razão dessa importância:

> "...o significado do estudo dos processos de formação de sítio na disciplina da arqueologia é mais do que apenas a simples análise dos processos responsáveis pela formação dos sítios arqueológicos. Os processos de formação são cruciais para a disciplina porque os *arqueólogos usam o padrão espacial dos artefactos encontrados nos depósitos para inferirem comportamento humano*. Identificam os padrões que foram criados pelos paleocomportamentos e separam esses comportamentos de outros criados posteriormente por processos naturais e culturais. Os métodos das ciências naturais são necessários para decifrar os processos naturais que possam ter alterado os padrões originais criados pelo comportamento humano e que são, portanto, uma parte integral da análise da formação do sítio. Em vez de uma simples preocupação com a formação do sítio, a *análise da formação do registo arqueológico foca um conjunto alargado de questões teóricas e metodológicas*." (Stein, 2001:37-38 – itálicos nossos).

O estudo dos processos de formação do registo arqueológico é fundamental porque o contexto arqueológico, apesar de casos excepcionais como a cidade romana de Pompeia, sofre sempre um número, maior ou menor, de alterações desde o momento da sua deposição (Straus, 1993:2). Devido a este facto, isto é, a alteração dos sítios arqueológicos numa escala que se encontra marcada, por um lado, por sítios em condições quase virgens de alteração e, por outro, por sítios que se encontram completamente remexidos, é tarefa primeira e primordial do arqueólogo tentar identificar quais as alterações existentes e depois explicá-las. Este conjunto de processos, de carácter complexo, encontra-se representado no diagrama da figura 143 (Rapp

e Hill:51), denunciando uma teia de relações e interacções importantes na formação do registo arqueológico. Estas tendem a tornar-se mais complexas porque a maior parte dos sítios arqueológicos não corresponde apenas a uma simples utilização desse espaço ou a uma só ocupação do sítio, mas representa quase sempre um palimpsesto de ocupações e utilizações desse mesmo espaço. Este aspecto é preponderante no caso das ocupações pré-históricas onde se torna mais difícil, ou mesmo impossível, identificar ou separar cada uma das ocupações individuais que ocorreram no sítio arqueológico.

Como se disse anteriormente, a perspectiva de que o estudo da formação do registo arqueológico é fundamental decorre de um contexto histórico e teórico que se desenvolve no seio da chamada Nova Arqueologia. Apesar de vários autores se terem debruçado sobre a questão dos processos de formação do registo arqueológico, foi, sem dúvida, Michael Schiffer (1972, 1976 e 1987) quem o explicitou como factor teórico-metodológico, dando-lhe uma importância tão grande que se pode dizer que o tornou numa subdisciplina da arqueologia. Não foi ele, contudo, o único autor a tratar estas questões, tendo outros apontado vários processos, métodos ou descrito ambientes especiais diversificados que deveriam ser estudados para se perceber o registo arqueológico (*e.g.*, Binford, 1964, 1978, 1983; Binford e Binford, 1966; Brain, 1981; Butzer, 1971, 1981; Jelinek, 1976; Rathje, 1974, 1978).

Schiffer investigou este tema levantando questões simples: como é que o comportamento humano forma o registo arqueológico no contexto de um sistema cultural? Como é que esse registo do comportamento humano foi alterado por processos naturais e culturais? (Schiffer, 1972:156). Para responder a estas perguntas, o referido autor concebeu um sistema teórico no qual aparecem três tipos de processos diferentes, que correspondem a três campos de investigação diferenciados (Stein, 2001:39):

- os processos **culturais**, responsáveis pela formação inicial do registo arqueológico, nomeadamente no que diz respeito à forma como as matérias-primas são procuradas e exploradas, os objectos manufacturados, usados e mantidos e por fim abandonados, criando desta forma a sua deposição;
- os processos **culturais secundários**, que alteraram os padrões originais, são resultantes de acções de pessoas contemporâneas dos processos descritos acima ou em qualquer momento depois da deposição dos materiais arqueológicos, incluindo as acções dos arqueólogos que recolhem o material arqueológico ou documentam o sítio em questão – este grupo de processos pode originar novos padrões através de alterações ligeiras dos originais ou destruí-los completamente;
- os processos **naturais** alteram ou destroem os padrões culturais originais, encontram-se no âmbito das geociências e são objecto de estudo da geoarqueologia.

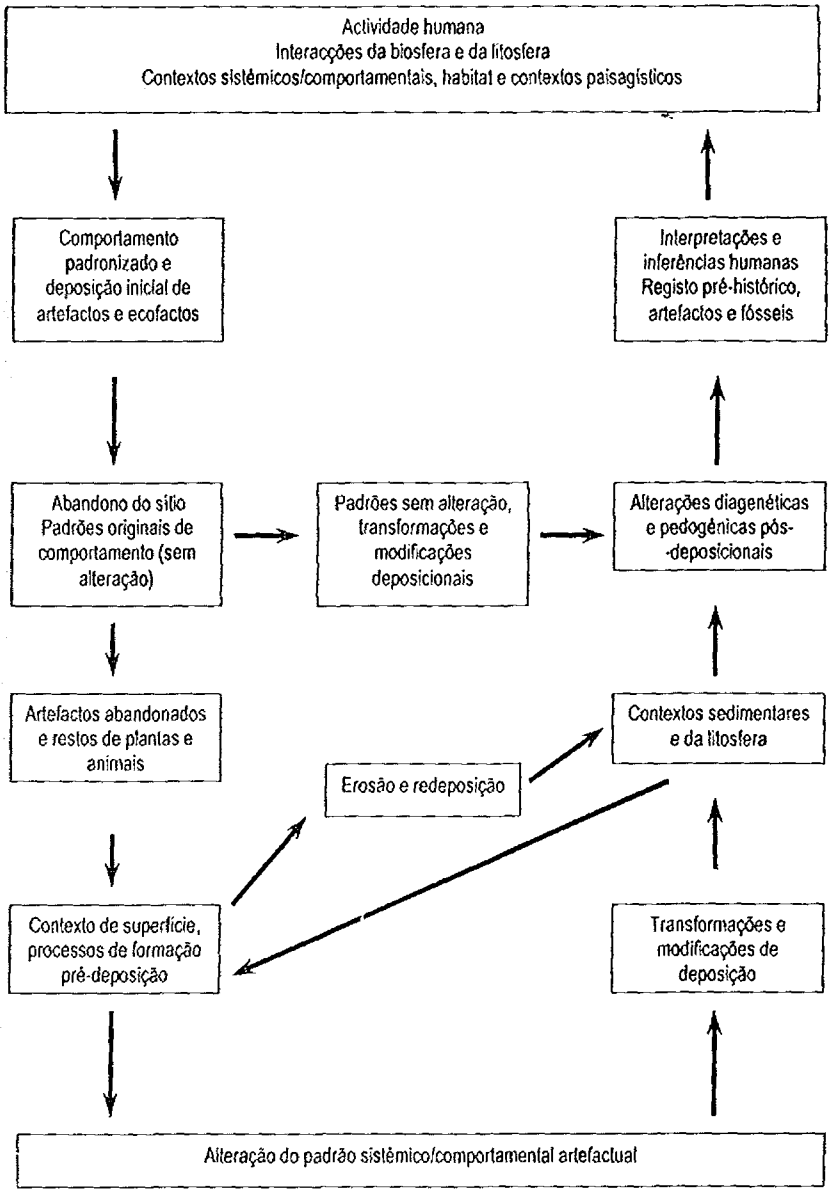


Figura 143. Diagrama dos efeitos culturais e naturais no registo arqueológico (segundo Rapp e Hill, 1998:51).

No contexto do desenvolvimento do estudo da formação do registo arqueológico, Schiffer introduziu alguns conceitos interessantes, dos quais se pode destacar o caso do contexto sistémico, já definido no capítulo 2. O que é importante no estudo de Schiffer é a afirmação do reconhecimento de que existem processos naturais (aquilo a que o autor denominou como *N-transforms*) e antrópicos ou culturais (ou *C-transforms*) que modificam os padrões originais de deposição cultural – complexo a que Schiffer (1976) chamou **perspectiva transformacional do registo arqueológico**. Esta perspectiva é agora parte integrante do estudo arqueológico e tal facto pode ser observado com o desenvolvimento claro e expresso de subdisciplinas como, entre outras, a zooarqueologia, a geoarqueologia e a tafonomia.

Mais recentemente, Bar-Yosef (1993:16) redefiniu os tipos de processos de formação do registo arqueológico, dividindo-os em antropogénicos, biológicos não humanos e geomórficos. Os processos antropogénicos, denominados por Schiffer como *C-transforms*, resultam unicamente das actividades humanas. Estas podem tomar uma grande diversidade de formas e para além das cinco actividades nomeadas por Schiffer (isto é, o chamado contexto sistémico com os seus cinco processos: procura, produção, uso, manutenção e abandono – Schiffer, 1972:157), que respeitam a questão dos objectos a avulso, podem observar-se outros grupos importantes:

- a modificação do sítio arqueológico devido a actividades de edificação como a abertura de silos ou fossas para lareiras, fornos ou postes para estruturas habitacionais, a terraplanagem de pequenas áreas para melhorar a habitabilidade do local, e a construção de estruturas de madeira ou outros materiais menos perecíveis;
- o abandono e respectiva concentração de restos orgânicos resultantes do processamento e consumo de alimentos, dando origem a lixeiras pré-históricas, das quais se podem destacar os concheiros;
- actividades ritualistas e simbólicas que incluem quer estruturas positivas, quer negativas (*sensu* Harris), bem como a utilização de objectos especiais ou exóticos.

Os aspectos mais imediatos da análise arqueológica tendem a prender-se com a interpretação ou reconstrução de aspectos sociais e económicos das sociedades pré-históricas em estudo. É o caso da duração das ocupações, da dimensão da comunidade humana que utilizou o sítio arqueológico ou uma dada região, o tipo de divisão e organização do trabalho, ou ainda as técnicas de caça ou de manufactura e uso de instrumentos (Bar-Yosef, 1993:16). A obtenção deste tipo de informação permite a interpretação dos padrões de mobilidade, de ocupação do espaço e de subsistência dessas

comunidades humanas (*e.g.*, Bicho 2001; Raposo, 1993, Raposo e Cardoso, 1998; Zilhão 2000), dados que são fundamentais na resolução de aspectos como a questão da neolitização no que diz respeito ao grau de sedentarização dessas comunidades. Note-se que, tradicionalmente, os caçadores--recolectores são vistos como nómadas e as comunidades produtoras de alimentos como sedentárias, mas o registo etnográfico demonstra que a realidade é muito mais complexa do que esses dois simples, mas antagónicos, patamares de mobilidade, existindo um espectro muito alargado de mobilidade e de graus de sedentismo, como afirmou Bar-Yosef (1993:16) e que se pode confirmar pelo trabalho mais recente de Binford (2001).

Não devem nunca separar-se as várias actividades humanas da componente ambiental, aspecto que Binford demonstra perfeitamente nesse seu trabalho. A componente ambiental pertence ao domínio dos processos geomórficos e biológicos não humanos. Estes processos encontram-se marcados pela presença dominante dos processos geológicos e de sedimentação, bem como da acção directa ou indirecta do mundo animal e vegetal (os processos biológicos não humanos), aspectos já referidos nos três capítulos anteriores.

12.1. Processos e ambientes de formação do registo arqueológico

No caso dos processos biológicos não humanos, existe uma grande diversidade de aspectos que se prendem com o tipo de impacto provocado no registo arqueológico pelas actividades dos animais e das plantas nesse local. A actividade dos seres vivos, que pode ter sido intencional, no caso do uso do local por animais como ursos ou hienas em grutas, ou acidental no caso da vegetação (*e.g.*, o crescimento de raízes ou a morte de uma árvore), traz alterações fundamentais na formação do registo arqueológico de um determinado sítio. A forma de impacto desses processos, que foi já anteriormente tratada, principalmente no que respeita às questões da tafonomia, não será desenvolvida agora com algumas excepções referentes a aspectos de alterações pós-deposicionais que serão tratadas mais à frente.

Os processos geomórficos podem resumir-se de forma simples ao processo geral da história sedimentar em contextos arqueológicos. Segundo Stein (2001b:10), o processo sedimentar pode dividir-se em quatro fases principais: a origem dos sedimentos, o meio de transporte, o ambiente de deposição e os fenómenos de alteração pós-deposicional.

O primeiro passo nos processos geomórficos de formação do registo arqueológico é a origem dos sedimentos que embalam o contexto arqueológico. Estes sedimentos podem ter uma diversidade de origens, podendo ser, em termos gerais, resultantes da erosão local de rochas ou a deposição de sedimentos finos já existentes.

O aspecto que melhor serve para se investigar qual a origem do sedimento arqueológico é a composição das suas partículas (que, ultrapassando os limites da questão dos processos geomórficos, podem incluir os artefactos arqueológicos, a fauna e a flora presentes no depósito), ou seja, a substância química que compõe os grãos individuais do depósito. Em todos os depósitos existe uma certa diversidade de elementos que permitem a identificação da sua origem, não só devido à sua composição química, uma vez que a "assinatura química" de um elemento ou conjunto de elementos funciona como uma impressão digital, mas também devido à morfologia dos grãos que permite saber qual o processo e ambiente de formação e de deposição, (cf. capítulo 9, na secção referente à geomorfologia).

A segunda fase da história sedimentar de um registo arqueológico deve-se ao meio de transporte que permite a deslocação dos sedimentos. Enquanto que os materiais arqueológicos são transportados pela comunidade humana (sejam eles as matérias-primas ou os utensílios já produzidos) antes da sua deposição, o transporte de sedimentos é feito por três agentes – o vento, a água e a gravidade. O primeiro é responsável pelo transporte dos sedimentos mais finos, nomeadamente as argilas e os siltes, bem como algumas areias de granulometria mais fina. A água pode transportar as partículas finas, bem como outras de calibre maior, como os seixos ou mesmo blocos em casos especiais como é o caso das cheias ou de fenómenos como os *tsunamis*. A gravidade é responsável pela deslocação e transporte de todo o tipo de elementos sedimentares. Note-se, contudo, que o tipo de agente pode ser identificado não só pela dimensão ou calibre dos sedimentos, mas também pela morfologia dos mesmos – a angulosidade e a esfericidade do grão podem ser formas de identificação do agente uma vez que cada um desses agentes tem um impacto importante nas características físicas do grão (por exemplo, o vento tende a diminuir a angulosidade, enquanto que tal fenómeno não acontece no caso da gravidade).

Os aspectos de identificação do agente de transporte, nomeadamente a angulosidade, a esfericidade e o calibre, prendem-se com os processos de transporte (que têm de se sobrepor à força da gravidade para poderem deslocar o sedimento – cf. capítulo 9), para cada um dos agentes: suspensão, saltação e deslizamento.

A terceira fase da formação sedimentar do registo arqueológico remete para a questão do ambiente de deposição, ou seja, o local onde se dá a deposição dos sedimentos. De facto, esta dá-se quando a energia dos agentes de transporte, isto é, a água ou o vento, diminuiu o suficiente para que a força da gravidade seja mais forte, resultando na deposição dos sedimentos.

É necessário frisar que um contexto deposicional, tendo um só ambiente de deposição, pode ser formado por sedimentos com várias proveniências ou origens e ter vários meios de transporte dando origem a vários depósi-

tos – é o caso de um ambiente costeiro, onde pelo menos dois agentes são responsáveis pelo transporte dos sedimentos: o vento que dá origem às dunas, e a água que dá origem aos depósitos marinhos.

Os depósitos sedimentares e arqueológicos têm geralmente uma consistência interna que os permite distinguir de outros depósitos semelhantes, correspondentes a momentos anteriores ou posteriores desse mesmo contexto ou ambiente deposicional. Desta forma, pode dizer-se que um determinado depósito corresponde a um evento geológico com características próprias no que concerne à origem (ou origens) e agente (ou agentes) de transporte desses sedimentos. Um dos aspectos cujo registo não aparece em análise imediata é o da cronologia de cada depósito, que é completamente independente da morfologia sedimentar ou da sua origem e meios de transporte – consegue-se apenas através da utilização de tecnologias próprias no âmbito da geocronologia e arqueometria (cf. capítulos 6 a 8).

Os processos de formação do registo arqueológico são muito diferentes dependendo do ambiente de deposição. No caso dos ambientes aluviais e fluviais o contexto arqueológico é geralmente encontrado em dois tipos de depósitos: os depósitos de acreção lateral resultante, por exemplo, de ambiente de meandros fluviais; ou em depósitos de acreção vertical da zona de planície de cheia. Em geral, os contextos arqueológicos nos depósitos de acreção lateral correspondem a fenómenos de deposição de alta energia e são, quase sempre, contextos secundários, onde os materiais não se encontram *in situ*, tendo havido uma triagem dimensional, na qual os artefactos mais pequenos desapareceram, comportando-se os artefactos como se fossem grãos individuais de sedimento. Estes contextos são originários em sítios arqueológicos mais antigos que foram erodidos pela alteração do curso do rio. É esta também a situação de ambientes do tipo dos barrancos, nos quais se dão fenómenos de erosão importantes no momento das descargas sazonais que dependem da precipitação e que proporcionam a remoção ou destruição dos contextos arqueológicos abaixo da sua linha de água.

No segundo caso (os depósitos de acreção vertical), os contextos arqueológicos tendem a encontrar-se relativamente bem preservados. Esta circunstância deve-se ao facto de haver uma tendência das comunidades humanas para se concentrarem junto a linhas de água que possam ser aproveitadas de várias formas durante aqueles períodos em que há uma estabilidade do curso e no nível das águas. É o caso de rios com leitos de tipo entrelaçado, das zonas de planície de cheia, dos lagos em ferradura e dos ambientes lacustres, onde os depósitos de acreção vertical, geralmente sinónimo de baixa energia de deposição, permitem que o contexto arqueológico se mantenha sem grande alteração. É frequente haver uma repetição de ocupações do mesmo sítio, intervaladas com a subida das águas e a deposição de sedi-

mentos, sem, contudo, haver uma erosão importante do contexto arqueológico – por exemplo o sítio da Foz do Enxarrique, onde terá havido várias ocupações moustierenses subjacentes a uma ocupação romana do local, quase à mesma cota e que não foram destruídas pela acção fluvial.

Para além dos contextos já referidos, os terraços constituem outro contexto geológico em ambiente fluvial onde se encontram sítios arqueológicos. Os terraços são formações muito interessantes do ponto de vista cronológico (cf. capítulo 9). Quanto mais recente for o terraço, mais próximo ele está topograficamente da planície aluvial. Quer isto dizer que quanto mais antiga for a ocupação humana, mais alta esta estará no complexo de terraços de determinada linha de água. O único problema que nos aparece neste esquema simples de formação do registo arqueológico é que o contexto arqueológico pode ter duas localizações: uma dentro do terraço e outra na sua superfície. No primeiro caso, a ocupação é da mesma cronologia do terraço e está embalado pelo mesmo. No segundo caso, a situação cronológica e contextual é completamente diferente, uma vez que a ocupação humana é posterior à formação do terraço. O problema dá-se com a definição do espaço temporal que medeia entre um (a ocupação humana) e o outro (a deposição do terraço).

Na prática, a superfície do terraço foi ocupada desde o final do evento que depositou esse terraço até ao presente. É muito comum esse tipo de contextos geológicos serem usados presentemente como campos agrícolas. Quando os sítios arqueológicos se encontram no interior do terraço raramente estão bem preservados, porque a situação é idêntica à dos depósitos de acreção lateral – isto é, são geralmente ambientes de deposição e erosão de alta energia e que tendem a destruir os contextos arqueológicos, senão totalmente, pelo menos parcialmente. Desta forma, os sítios arqueológicos que se encontram em terraços estão geralmente triados e não estão *in situ* – é o caso dos restos encontrados num terraço da Quinta do Sanguinhal, em Rio Maior, onde foram encontrados bifaces e peças com tecnologia levallois numa cascalheira (por baixo de uma ocupação gravettense) mas onde não foram encontradas esquírolas.

É possível, no entanto, encontrar-se contextos bem preservados em terraços – quando a ocupação se deu depois do final da formação do depósito fluvial e imediatamente após o seu abandono, o sítio foi selado por um novo depósito, desta feita de tipo diferente, como uma coluvião ou um depósito aluvial de acreção vertical.

O ambiente eólico, que geralmente aparece sob a forma de contextos dunares, é também muito importante na formação do registo arqueológico. Estes contextos são frequentemente problemáticos do ponto de vista da preservação arqueológica. As ocupações humanas dão-se na superfície e devido à grande mobilidade dunar, que se faz partícula a partícula, origina-se

uma modificação espacial dos materiais arqueológicos. São vários os factores e processos de deslocação dos artefactos nestes contextos, com excepção dos casos em que o contexto arqueológico é coberto rapidamente após o abandono da comunidade humana e essa cobertura se mantém até à sua descoberta arqueológica. Contudo, é uma situação rara, uma vez que esse contexto pode ter sido coberto e descoberto várias vezes sem que o impacto dos processos tenha sido grande, podendo muitas vezes essa situação passar despercebida ao arqueólogo. Porque o contexto dunar é tão efémero, a localização dos artefactos pode facilmente alterar-se. A alteração faz-se através da sua deslocação horizontal ou vertical, contra ou a favor da orientação do vento (Waters, 1992:196) e depende, entre outros factores, do tamanho, morfologia e peso dos artefactos, da natureza do substrato e das condições meteorológicas.

Ainda no âmbito dos ambientes eólicos, existem dois processos importantes para a compreensão da formação do registo arqueológico. O primeiro, já mencionado anteriormente, é a formação de depósitos de pavimento. Estes são depósitos compostos por seixos (e por artefactos quando a formação se dá num espaço onde existiu um sítio arqueológico) formando um pavimento em resultado do arrastamento das partículas finas que compunham o resto do depósito através do fenómeno de deflação. Nesta situação as partículas finas como as areias e os siltes são levadas pelo vento e como

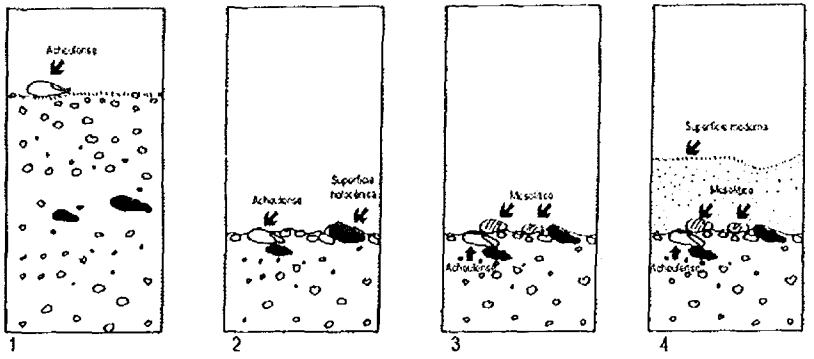


Figura 144. Diagrama do efeito de deflação de origem eólica, criando os depósitos de pavimento: em 1) o artefacto acheulense está na superfície do depósito; 2) dá-se a erosão das partículas finas, fazendo com que os elementos maiores se agrupem numa superfície que se forma até momentos holocénicos, quando em 3) se abandonam artefactos mesolíticos; 4) dá-se a cobertura da superfície holocéncia, ficando todos os artefactos concentrado num único nível arqueológico (adaptado de Waters, 1992:206).

consequência dá-se a concentração horizontal de todos os elementos que não foram arrastados eolicamente. A concentração dos clastos forma uma estrutura que faz lembrar um pavimento e que pode incluir artefactos, o que leva, por vezes, o arqueólogo a pensar que essa estrutura é antrópica (Figura 144). Note-se que este tipo de pavimentos naturais pode também ser formado em ambientes fluviais, dando lugar àquilo que Glynn Isaac designou por Efeito Leopold (Isacc, 1967), segundo os trabalhos do geomorfólogo Emett Leopold e de outros sobre depósitos de canais fluviais (Leopold e Myrick, 1966; Kelling e Williams, 1967). O efeito é conseguido com o arrastamento das partículas finas por baixo dos seixos, fazendo com que estes se agrupem, geralmente no centro do canal e, por vezes, se movam contra a corrente devido ao movimento das partículas finas.

O segundo aspecto é o da erosão eólica de artefactos e seixos na superfície dos campos dunares. A erosão eólica dá-se com o movimento de pequenas partículas, através do fenómeno da saltação, na qual as partículas finas agem como se de uma lixa se tratasse quando embatem nos artefactos na superfície dunar. Este fenómeno depende directamente da velocidade do vento, da dureza, concentração e quantidade das partículas finas em saltação, da dureza do artefacto, da densidade da cobertura vegetal e da topografia local (Waters, 1992:208). Este fenómeno pode alterar completamente a morfologia de um artefacto, destruindo-lhe as suas características antrópicas. Por outro lado, o mesmo fenómeno pode criar, através da erosão de seixos que estejam depositados na superfície dunar, objectos que podem ser muito parecidos com artefactos, por causa da criação de várias facetas ou superfícies separadas por arestas, e que Waters (1992:208) denominou ventifactos (Figura 145).

Os ambientes costeiros formam também um sistema complexo de ambientes deposicionais no que concerne a formação do registo arqueológico, essencialmente porque são compostos por ambientes muito diversificados. Por um lado, a situação das ilhas-barreira funciona como se de um ambiente eólico se tratasse, mas limitado no espaço por ambientes costeiros e de ria. A sua formação é dividida em lacustre e fluvial, tendo por isso a presença de depósitos semelhantes aos da acreção vertical e lateral, isto é, dois tipos de depósitos, uns de baixa energia de deposição capazes de preservar os contextos arqueológicos, e outros de alta energia de fluxo próprios capazes de destruir os contextos arqueológicos e relocalizar mesmo os artefactos mais pesados. Os depósitos marinhos, essencialmente com origem em fluxos de grande energia, tendem a causar a destruição da integridade contextual do depósito arqueológico.

A preservação de contextos arqueológicos em ambientes coluvionares é bastante diversificada, dependendo do tipo de evento que deu origem à coluvião. No caso dos desabamentos, escorregamentos, deslizamentos e

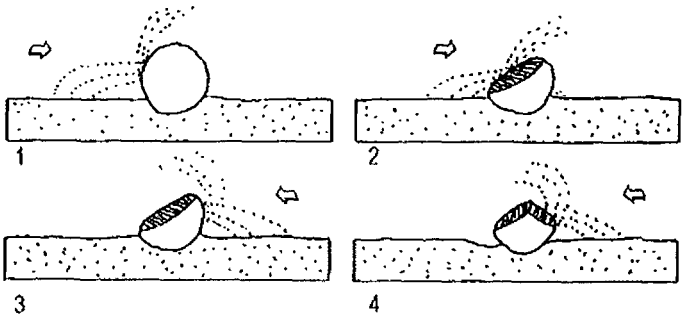


Figura 145. Diagrama mostrando a criação de ventifactos: um seixo é transformado em "seixo talhado" pela acção de saltação das areias, através da mudança de direcção do vento, indicado pelas setas (adaptado de Waters, 1992:208).

depósitos de solifluxão ou fluxo, os contextos arqueológicos são geralmente destruídos, quer estejam na zona que se movimentou, quer estejam no sopé da vertente, muitas vezes misturando-se com o material geológico que se move. Nestes casos, é possível localizar alguns materiais, apresentando-se estes, contudo, completamente fora de contexto sistémico. No caso de depósitos de reptação, e desde que estes estejam a cobrir o contexto arqueológico (e que não seja este parte do volume a mover-se), é possível encontrar-se sítios arqueológicos com boas condições de preservação.

A última fase da história da sedimentação no registo arqueológico é aquela que se relaciona com as alterações pós-deposicionais e que, até ao momento, não foram tratadas com a excepção de aspectos vários relacionados com a zooarqueologia e arqueobotânica, especialmente no que concerne à tafonomia dos restos faunísticos (cf. capítulo 10).

Os fenómenos de alteração pós-deposicional são, como o nome indica, eventos que se dão após a deposição dos sedimentos (e dos artefactos ou restos faunísticos) e que modificam as características, físicas ou químicas, dos depósitos e do que eles contêm e selam. Existe um grande número de processos deste tipo com origens muito diversificadas, algumas das quais pertencentes ao grupo dos processos antropogénicos e biológicos não humanos. A maior parte dos sítios arqueológicos encontra-se apenas afectada parcialmente por esses processos. Por isso, é necessário, primeiro, identificar quais foram esses processos e, depois, o grau de impacto que eles tiveram no sítio arqueológico, nomeadamente o momento, a intensidade, a velocidade e duração desses fenómenos e, por fim, qual a extensão dessas alterações pós-deposicionais.

De entre os processos puramente geológicos, o mais importante é o da diagénese. Resulta frequentemente nos processos de pedogénese que foram discutidos no capítulo 9, e relaciona-se com alterações químicas e físicas dos sedimentos, geralmente através da desagregação ou erosão das partículas que compõem o depósito sedimentar do contexto arqueológico. Os fenómenos de pedologia, como anteriormente se referiu, incluem vários processos, nomeadamente o de adição, de transformação, de movimentação e de subtracção de elementos aos depósitos. Estes processos tornam-se aparentes através de alterações da cor, textura e estrutura dos sedimentos, bem como na composição do depósito no que respeita a determinados elementos, de que se destacam a matéria orgânica, os carbonatos e o ferro.

Um outro grupo de fenómenos pós-deposicionais importantes é o da chamada **turbação**, que pode ter um impacto enorme no posicionamento original dos artefactos ou estruturas pré-históricas e, consequentemente, na formação do registo arqueológico e na alteração deste. A turbação inclui não só fenómenos de carácter geológico mas também de origem animal. De entre os mais importantes podem-se nomear a crioturbação, argiloturbação, gravitoturbação e bioturbação (Angelucci, 2003:63).

A **crioturbação** é um processo de alteração pós-deposicional dos contextos arqueológicos que resulta de eventos periódicos de congelamento e descongelamento da superfície sedimentar (Waters, 1992:292; Rapp e Hill, 1998:82). A partir do momento em que a temperatura atmosférica se torna negativa, inicia-se o congelamento da superfície dos depósitos, dando-se de cima para baixo, penetrando progressivamente no depósito. Conforme se dá o fenómeno de congelação, a humidade existente no solo é puxada para a frente subterrânea de congelação, tornando-se também em gelo em lentículas individuais paralelas à superfície. O processo de congelamento da secção superior do depósito é acompanhado de uma alteração da posição dos sedimentos, dando-se uma movimentação vertical dos elementos que compõem o depósito, incluindo os artefactos, empurrados pelas lentículas de gelo. A movimentação não só altera a cota dos artefactos e dos sedimentos, como lhes altera também a orientação. É normal que durante este processo se dê uma expansão de cerca de 10% do volume do depósito, chegando em certos casos a haver uma expansão de 70% (Waters, 1992:294). Paralelamente ao processo de movimentação vertical devido à pressão dos gelos, existe a tendência para que a depressão existente por baixo do artefacto seja preenchida por sedimento fino, também ele em processo de migração vertical.

Quando se dá o fenómeno inverso, isto é, o do descongelamento, a água retorna à sua cota de origem, levando consigo os sedimentos finos e deixando para trás os artefactos e elementos sedimentares de maior dimensão. Se este processo ocorrer com frequência suficiente, os artefactos acabam por chegar à superfície do depósito. Deste modo, o padrão normal em zonas

afectadas por crioturbação é aquele em que se dá uma separação dos artefactos com base na sua dimensão (pequenos em baixo e grandes em cima), bem como uma orientação preferencial vertical dos artefactos maiores (Rapp e Hill, 1998:82). Outra consequência da crioturbação é a erosão e alteração física (abrasão, pátina, rolamento e polimentos) dos artefactos devido à sua migração vertical através das lentículas do gelo e dos sedimentos.

Nas áreas em que os Invernos são muito longos ou muito severos (ou durante períodos glaciares) e em que as temperaturas médias são abaixo de zero, o solo muitas vezes não chega a descongelar, nem mesmo durante o Verão. Esta situação de congelação permanente da superfície dos depósitos é chamada *permafrost* (por vezes também denominado permagelissolo) e nestes contextos o movimento vertical dos objectos é menor ou quase nulo, uma vez que não há contracção e expansão dos depósitos que é, de facto, a origem da deslocação vertical dos sedimentos e dos artefactos.

Um outro fenómeno relacionado com a crioturbação é a deformação dos depósitos devido às pressões exercidas pelos gelos em virtude do aumento do volume. Este processo tende a empurrar determinados elementos dos depósitos para as margens ou limites das zonas afectadas pela formação dos gelos no depósito. Causa, também, o movimento horizontal e vertical dos artefactos, formando muitas vezes depósitos residuais das partículas maiores do depósito, geralmente com morfologias semi-simétricas de planta circular ou poligonal (Rapp e Hill, 1998:82) e que podem ser facilmente confundidas por estruturas de origem antrópica.

A argiloturbação é um fenómeno muito comum em depósitos cuja componente principal são os sedimentos argilosos. Nestes casos, o fenómeno cíclico de seca e de humidificação dos depósitos é a origem do processo de alteração pós-deposicional do registo arqueológico. Durante os períodos húmidos, as argilas absorvem alguma da água na sua estrutura cristalina, aumentando deste modo o volume dos sedimentos. Quando se dá a seca, a água sai e dá-se a sua evaporação para a atmosfera, fazendo com que o volume dos sedimentos diminua de novo. Com este ciclo de aumento e diminuição do volume dos sedimentos, em consequência da concentração de água nos depósitos, dá-se um fenómeno paralelo – o da abertura de fendas verticais a partir da superfície quando os depósitos começam a secar. Se existem artefactos à superfície, estes tendem a escorregar pelas fendas e a mudar quer a sua cota, quer a sua orientação (Figura 146). Quando se dá o aumento de volume com a absorção da água, estas fendas fecham-se e os artefactos tendem a subir de novo. No caso do contexto arqueológico se situar na zona inferior das fendas, os artefactos sobem, muitas vezes até à superfície. Se existirem dois níveis arqueológicos neste depósito rapidamente se misturam e invertem a sua posição, aspecto que se torna mais marcante uma vez que a tendência é também a de haver desagregação com

base na dimensão artefactual, subindo os artefactos maiores e descendo os mais pequenos (Butzer, 1982: 108-109; Waters, 1992:300; Rapp e Hill, 1998:83).

A **bioturbação** é o conjunto de fenómenos que alteram o registo arqueológico original devido à actividade de animais (faunaturbação) e de plantas (floraturbação). A faunaturbação consiste nas actividades dos animais que causam a alteração dos depósitos arqueológicos. Um dos principais processos é o de pisoteamento dos depósitos (*trampling*), tanto por seres humanos como por outras espécies animais. Esta acção tem especial impacto quando o contexto está à superfície, ainda que animais de grande porte possam ter algum impacto mesmo em depósitos arqueológicos subjacentes à superfície. Para além dos fenómenos de destruição e alteração dos depósitos por animais já referidos, existem ainda as luras ou tocas, nomeadamente por coelhos, certos carnívoros (que geralmente se alimentam dos lagomorfos), insectos, anfíbios e répteis. A sua actividade de abertura de túneis, geralmente complexos no caso dos mamíferos, deve-se a todo um conjunto de actividade diárias que vão desde a obtenção de alimentos à hibernação, passando pela criação. Estas tocas, frequentemente com várias entradas, chegam a atingir muitos metros de comprimento e podem ter mais de um metro de profundidade. Este tipo de actividade pode alterar ou destruir um contexto arqueológico de forma radical e absoluta, através da alteração da localização de artefactos e mesmo das estruturas (Figura 147), se não mesmo a destruição de certos artefactos, principalmente aqueles de origem orgânica.

No caso dos insectos, o problema reside no facto de, muitas vezes, se dar a passagem do sedimento pelo seu tracto digestivo, ocorrendo a destruição de elementos importantes como o carvão ou o pólen. Infelizmente, es-

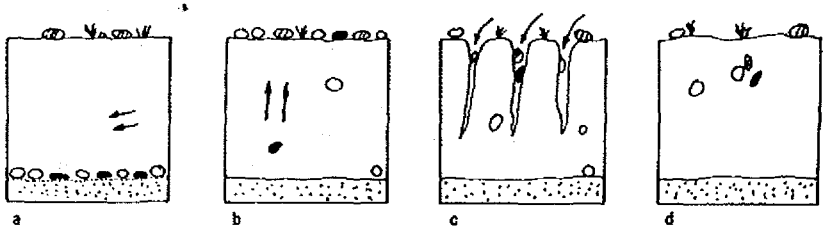


Figura 146. Movimento vertical de artefactos em argilas, sendo que em a) se dá a cobertura do nível de seixos e de artefactos (a preto); em b) o movimento é de subida com a alternância da secura e humidade dos sedimentos, que empurra os materiais para cima; em c) o movimento é contrário com a abertura das fendas devido à evaporação da humidade; d) é o resultado final com materiais de duas idades (a preto e a tracejado) num mesmo nível e camada (adaptado de Butzer, 1982:109 e Waters, 1992:300).

tas espécies podem, além de destruir alguns dos dados, modificar-lhes a posição e a sua cota, alterando o contexto arqueológico e, por conseguinte, causar erros de cronologia ou de reconstrução paleoecológica importantes.

Os fenómenos pós-deposicionais, por virtude da actividade da flora local, estão marcados pela actividade das raízes e subsequente desaparecimento destas, deixando os espaços por preencher, facto que altera não só o posicionamento dos artefactos, mas pode também trazer carvões e pólen de níveis diferentes, causando algum distúrbio estratigráfico e cronológico. O crescimento das raízes pode, por sua vez, mover em qualquer direcção os artefactos e, em certos casos, destruir ou modificar estruturas habitacionais.

O principal elemento de alteração pós-deposicional causado pela vegetação é a queda das árvores. Quando estas são arrancadas, devido a morte

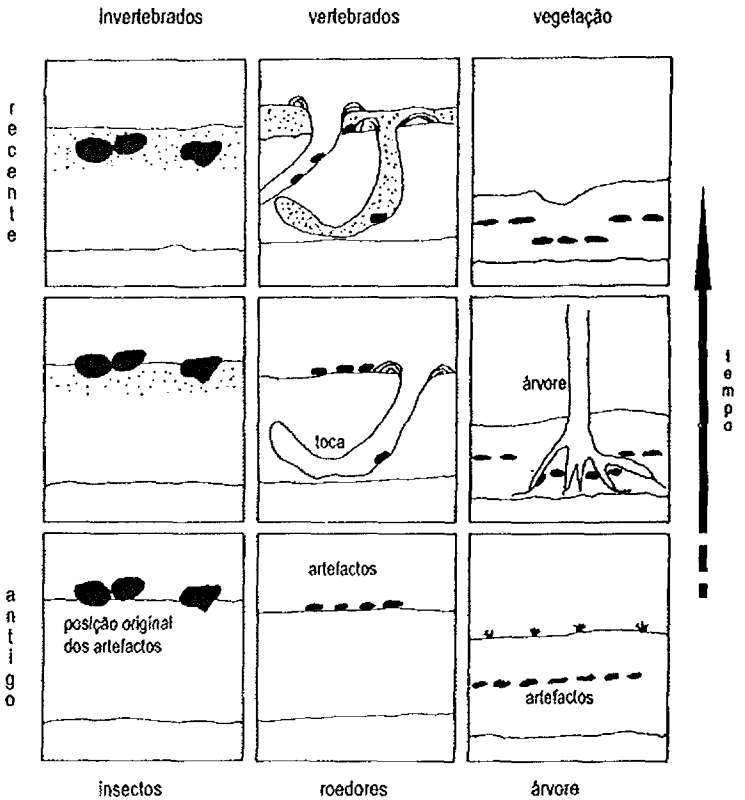


Figura 147. Efeitos da bioturbação, mostrando três momentos sequenciais em cada um dos tipos principais: insectos, roedores e árvores (adaptado de Rapp e Hill, 1998:84).

natural ou a cheias ou ventos fortes, tende a ocorrer o levantamento da sua rede de raízes. O resultado é a mistura de toda a estratigrafia local onde a árvore estava implantada. Outra consequência deste evento é a formação de uma concavidade na zona da raiz principal onde fica depositado todo o conjunto de pequenos elementos que estavam agarrados à base e raízes da árvore, nomeadamente artefactos que pertenciam inicialmente a vários contextos arqueológicos sobrepostos mas individualizados estratigraficamente.

A **gravitoturbação** é o conjunto de fenómenos relacionados com os ambientes coluvionares e que já foram objecto de descrição. É talvez de recordar que os factores importantes na reptação, bem como noutros processos coluvionares, são o ângulo da vertente, a cobertura vegetal, a calibragem das partículas e o teor de humidade do solo.

Falta ainda referir a **deformação dos depósitos**, fenómeno também de alteração pós-deposicional do registo arqueológico. Este processo pode ter várias origens, mas geralmente é devido a actividades sísmicas que provocam falhas e dobras nos depósitos que podem alterar completamente o contexto arqueológico.

Finalmente, uma nota importante para o estabelecimento da presença da maior parte destes processos que causam modificações no registo arqueológico original – uma das melhores formas de se investigar a presença dos fenómenos de alteração do registo arqueológico é através do trabalho de remontagens, que permite relacionar fragmentos de um mesmo artefacto (no caso das cerâmicas) ou vários artefactos (no caso dos materiais líticos) e testar o contexto arqueológico. Se houver ligações entre artefactos de vários níveis arqueológicos ou de cotas muito diferenciadas, é certo que o contexto arqueológico sofreu alterações pós-deposicionais importantes. Se, por outro lado, as remontagens existirem apenas dentro de um determinado contexto arqueológico é sinal de que esse contexto esteve essencialmente imutável durante o período que mediou a sua deposição e a sua escavação pelo arqueólogo.

13

A Exploração das Matérias-Primas: Análises de Proveniência

Após o tratamento das questões principais relacionadas com o sítio arqueológico e com a envolvente do mesmo, resta abordar a problemática dos artefactos pré-históricos. Na Pré-História portuguesa, a diversidade artefactual é bastante grande, abrangendo material lítico, cerâmica, ossos, concha e metal.

Tradicionalmente, em Portugal o estudo dos artefactos faz-se de uma forma limitada, focando essencialmente as questões descritivas relacionadas com a morfologia dos mesmos, isto é, aquilo que é normalmente designado por tipologia. Ao contrário desta perspectiva, e no seio de uma óptica posicionada no âmbito de escola cognitiva-processual, é importante estudar-se a componente artefactual de um sítio ou conjunto de sítios arqueológicos de uma forma integrada. Quer isto dizer que os artefactos não são meras peças acabadas que proporcionam uma leitura tipológica. Deve ser objectivo do arqueólogo pré-historiador estudar o "ciclo de vida" desses artefactos. Este ciclo inicia-se pela escolha e aquisição da matéria-prima, a sua transformação, utilização e abandono, seguido da história da sua deposição e formação desse registo, cerne do capítulo anterior.

O presente capítulo vai tratar as questões relacionadas com a escolha, aquisição e transporte de matérias-primas, sobretudo aquelas que são usadas para o fabrico de instrumentos líticos, especialmente os lascados, e de cerâmicas, uma vez que estes são os mais importantes e frequentes em Pré-História.

Recentemente e relacionando-se directamente com a Arqueologia e a Geologia, foi-se desenvolvendo uma nova disciplina, geralmente conhecida por **Estudo de Materiais em Arqueologia** (*Materials Study in Archaeology*) e que tem como objectivo principal o estudo do ciclo de existência dos artefactos arqueológicos, de forma a caracterizar e definir o local onde as maté-

rias-primas foram obtidas, conhecer o seu processo de exploração e de transformação e, por fim, o uso que teve (Tite, 2001:443). No seguimento desta fase essencialmente descritiva e instrumental, segue-se a interpretação, que responde à resolução de questões relacionadas com os modos de produção e distribuição, a descoberta de novas tecnologias e a sua adopção, bem como os vários modos de produção e manufactura artefactual e, finalmente, as formas de troca local e regional. É a combinação da reconstrução e da interpretação que permite ao especialista em Estudo de Materiais atingir o seu objectivo principal e passar da descrição das actividades pré-históricas locais à percepção dos processos sociais nessa escala local (Tite, 2001:443).

O princípio básico daquela disciplina baseia-se no facto de a escolha de uma matéria-prima e o seu processamento resultarem num artefacto que, associado a um determinado estilo, tem uma (micro e macro) estrutura e uma composição (mineral, química e isotópica) particular (Tite, 2001:443; Rapp e Hill, 1998:134), capazes de serem analisadas por determinados métodos instrumentais. Destes destacam-se as análises petrográfica e isotópica, a espectrometria de absorção atómica (AAS – *atomic absorption spectroscopy*), a espectrometria de emissão óptica (OES – *optical emission spectroscopy*), a difracção de Raios X (XRD – *X ray diffraction*), a fluorescência de Raios X (XRF – *X ray fluorescence*) e a análise de activação neutrónica (NAA – *neutron activation analysis*). O conjunto das características físicas das matérias-primas forma, por sua vez, propriedades físicas das quais dependem o desempenho físico dos artefactos, qualquer que seja a sua funcionalidade.

Muito provavelmente, é o conjunto de propriedades e características físicas das matérias-primas que faz com que elas sejam escolhidas para o fabrico de certos artefactos (Tite, 2001:445). Muitas das características, contudo, não eram visíveis a olho nu para o artesão que as utilizou, mas escolheu-as em virtude do conhecimento empírico sobre a qualidade de cada uma dessas fontes de matéria-prima, possivelmente na sequência da experimentação sucessiva e da informação oral passada de geração em geração (Whitbread, 2001:449 e 450).

Na perspectiva da geoarqueologia, as proveniências das matérias-primas são a fonte geográfica e geológica de onde elas provêm, seja ela um filão, uma mina, um areeiro, um barreiro, uma cascalheira, uma pedreira ou um afloramento. Como resultado, e do ponto de vista analítico, este tipo de investigação obriga à existência de dois conjuntos de materiais para análise: os artefactos e as matérias-primas. Os primeiros decorrem, naturalmente, dos trabalhos arqueológicos, enquanto que as segundas têm que ser objecto de trabalho específico, quer de prospecção, quer de recolha e análise. Neste contexto, os trabalhos de proveniência têm três fases (Rapp e Hill, 1998:135;

mas também de forma menos sistemática Luedtke, 1992:117; Herz, 2001: 450; Whitbread, 2001:452; e Shockler, 2002):

- a localização e amostragem de todas as fontes geológicas potenciais das matérias-primas em questão;
- a escolha de um ou mais métodos instrumentais de análise que seja potencialmente sensível para identificar a diversidade química das amostras geológicas e dos artefactos;
- a escolha de metodologia estatística ou de análise de dados que possa avaliar os resultados e identificar as fontes de cada artefacto.

O último aspecto não será tratado aqui, uma vez que é uma área disciplinar completamente diferente. É importante dizer-se que os métodos estatísticos mais usados são os de análises multivariadas, geralmente de tipo *Cluster* ou "Discriminante", que permitem identificar ou discriminar agrupamentos (Bicho, 1996). O pacote informático de estatística mais utilizado e que inclui estes métodos tem o nome de SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences* – e existe na maior parte das universidade portuguesas.

Para haver um nível alto de confiança na atribuição de um artefacto a uma fonte, a identificação dos depósitos de matérias-primas assenta em dois aspectos principais: a determinação de alterações químicas ou físicas das qualidades originais da matéria-prima do artefacto que possam invalidar os resultados das análises instrumentais; e a representação numérica adequada das várias fontes potenciais para que as características físicas e químicas de cada material possam ser reconhecidas e identificadas.

Parece evidente que o primeiro aspecto pode levantar problemas importantes. A questão da alteração das características químicas ou físicas do artefacto depende, primeiro, do tipo de processamento que essa matéria-prima sofreu para dar lugar ao artefacto e, segundo, das alterações que ocorreram após a produção do artefacto, isto é, durante o seu uso ou durante o momento de deposição e pós-deposição do mesmo (Rapp e Hill, 1998:135; Whitbread, 2001:453).

Neste contexto, os artefactos podem ser divididos em três níveis de complexidade de produção. O primeiro nível de processamento das matérias-primas não envolve alterações significativas das suas características químicas e físicas – é o caso das rochas e minerais, como o sílex, o quartzo, ou mesmo o ouro ou o cobre nativo quando são, respectivamente, talhadas ou marteladas.

Um segundo nível de complexidade de produção faz com que algumas das características físicas sejam alteradas, modificando a matéria-prima original, mas podendo-se reconhecer quase todas as suas características quí-

micas – como acontece com as cerâmicas, nas quais a argila e os vários desengordurantes utilizados permitem, juntamente com a adição de água e a acção da cozedura, transformar as matérias-primas iniciais num objecto completamente diferente, mas que retém todas as suas características químicas e a maior parte das físicas.

O terceiro nível de complexidade de produção artefactual é aquele em que as características físicas e químicas se alteram. Esta situação dá-se através do processamento das matérias-primas, que geralmente se situa num nível de complexidade tecnológica na transição da Pré-História para a Proto-História e, por isso, será apenas referida sem haver um desenvolvimento detalhado. Veja-se a produção de ligas metálicas na qual o ciclo passa, depois da obtenção dos minérios, pela fundição dos mesmos, produzindo um novo material, cujas características químicas são completamente diferentes das originais e cujas propriedades físicas se alteraram (é essa a razão da produção de ligas metálicas, sendo por isso mais resistentes do que os metais que lhe deram origem). A introdução de combustível para a fundição do metal, a separação do mesmo e das suas impurezas e a junção com outro metal faz com que a sua composição química, isto é, a frequência relativa de cada elemento químico esteja, no final do processo, completamente diferente da original, pelo que a identificação das várias fontes de matéria-prima é muito difícil (a excepção liga-se ao estudo isotópico do chumbo, que raramente se altera com a fusão metálica e que está muitas vezes presente, ainda que apenas em quantidades vestigiais).

Pelas duas razões acima expostas, Rapp e Hill afirmaram que:

> "a determinação das características químicas dos depósitos geológicos e dos artefactos requer cuidadosa localização e selecção de sítios ou de objectos, amostragem estatística dos depósitos e dos objectos, selecção das técnicas estatísticas mais apropriadas, padronização dos procedimentos analíticos, desenvolvimento de bases de dados e avaliação de grandes séries de dados. As condições quantitativas para a amostragem, análise química e estatística são muito menores para problemas arqueológicos se o investigador estiver apenas a tentar determinar se uma matéria-prima de um artefacto *não veio* de um determinado depósito, em vez de tentar descobrir qual o depósito específico de onde veio originalmente a matéria-prima." (Rapp e Hill, 1998:135)

No âmbito da obtenção das amostras para os estudos de proveniência a questão dos artefactos é relativamente simples – é necessário conhecer as colecções que vão ser utilizadas, providenciando para que toda a diversidade existente esteja presente na amostra. Este processo é bastante mais simples no caso do material lítico, uma vez que a diversidade é quase sempre visível a olho nu. No caso das cerâmicas, raramente a diferença nos aparece

tão explicitamente. Duas peças de cerâmica que tenham a mesma tipologia e estilo de decoração não têm necessariamente a mesma pasta, mesmo que seja semelhante. Assim, no caso da cerâmica, as amostras devem reflectir a diversidade tipológica e estilística da decoração ou tratamento de superfície dos recipientes, mesmo que estes tenham pastas aparentemente idênticas.

No caso dos depósitos geológicos, o nível de complexidade aumenta consideravelmente. O primeiro aspecto a ter em consideração é o do tipo de depósito, devendo-se definir se se trata de um depósito primário ou secundário. Um depósito primário é aquele cuja matéria-prima se encontra no local onde se deu a sua formação geológica. Um depósito secundário é o resultado de uma redeposição. Por exemplo, um conjunto de nódulos de sílex encontrados em calcários forma um depósito em situação primária, enquanto que nódulos de sílex encontrados numa cascalheira resultam de uma redeposição, encontrando-se, portanto, em posição secundária. O depósito primário de argilas consiste no local onde as argilas se formam *in situ*, isto é, com a erosão física e química das rochas de base, como o granito ou o xisto. Um depósito secundário de argilas é aquele que resulta do transporte daquelas do seu local de formação para serem depositadas em ambientes lacustres ou fluviais. Contudo, a definição do tipo de depósito no caso das argilas é menos relevante do que no do caso do sílex, já que a morfologia do depósito é a mesma, esteja a argila em posição primária ou secundária. A definição do tipo de depósito é importante no que respeita ao sílex. A morfologia dos blocos originais em sílex é muito variada e a situação e quantidade de córtex dos nódulos podem ser um dos factores de escolha pelo artesão.

O limite geográfico dos depósitos geológicos de onde são obtidas amostras pode ser caracterizado por uma grande diversidade intra-depósito de concentrações de elementos (geralmente denominados fácies laterais), espalhando-se por quilómetros quadrados. Logicamente, quanto menor for o depósito mais fácil é a sua amostragem e, como seria de esperar, menor será a sua diversidade interna. Em qualquer dos casos, o número e localização das amostras é fundamental para se estabelecer quer a sua composição química, quer a sua diversidade geográfica. Por esta razão, a proveniência das amostras deve ser a mais ampla possível, cobrindo, tanto quanto possível, toda a área do depósito. O número de amostras deve ser tanto maior quanto o número de elementos químicos presentes na matéria-prima do artefacto. Em geral, se houver cerca de 10 elementos principais num depósito, são necessárias pelo menos 10 amostras para uma caracterização significativa desse depósito (Rapp e Hill, 1998:136). Quanto maior for o número de elementos presentes (e identificados), maior será o nível de segurança na caracterização química e física do depósito geológico e, naturalmente, maior será também a segurança de identificação de proveniência da matéria-prima de um determinado artefacto.

No estudo de proveniência de cerâmicas, a investigação pode ser feita segundo três perspectivas diferentes:

- comparando as inclusões, os minerais e as pastas dos recipientes de cerâmica com as areias, rochas, minerais e sedimentos locais;
- comparando desengordurantes e pastas dos recipientes com as amostras de um dado depósito local;
- comparando desengordurantes e pastas de um só tipo de recipientes de vários sítios arqueológicos.

O primeiro método é conhecido como o "postulado da proveniência" (Stoltman, 2001:312) e assenta na ideia de que as fontes de matéria-prima de um artefacto são identificadas pela semelhança entre artefactos e matérias-primas. O segundo método é conhecido como o "postulado da semelhança dos produtos locais" uma vez que todas as observações são feitas em relação a um produto local de que se conhece a origem. Em ambos os métodos, a proveniência local é marcada pela semelhança entre as pastas e os depósitos locais – se por acaso houver características marcadamente diferentes, então esses recipientes não terão sido feitos localmente. O terceiro caso é conhecido como o "postulado do padrão espacial" e caracteriza-se pela ausência de matérias-primas, mas onde aparecem padrões geográficos de semelhança, indicando que a produção é local (por exemplo, um tipo de recipiente apresenta semelhanças em vários sítios do mesmo vale, mas diferenças entre sítios de vales distintos). Estas perspectivas ou métodos podem também ser transportados para o estudo das proveniências de materiais líticos, substituindo as pastas e desengordurantes pelas rochas em questão.

13.1. As matérias-primas

As matérias-primas usadas em estudos de proveniência são relativamente poucas, essencialmente devido ao aspecto mencionado acima: é necessário que exista um conjunto de elementos, físicos ou químicos, que individualizem uma determinada fonte, condição marcada necessariamente pela diversidade de elementos característicos que produzem uma "impressão digital" de cada fonte e que, por essa razão, as individualiza.

Em Pré-História, o número de matérias-primas reduz-se de forma marcada, limitando-se a um conjunto de rochas e minerais – a obsidiana (Figura 148), o granito e outras rochas eruptivas e metamórficas relacionadas, o

sílex e variedades do mesmo –, argilas, desengordurantes e alguns metais, dos quais se destaca o cobre nativo. A obsidiana constitui um caso particular e não será tratado neste trabalho, embora tenha sido a matéria-prima que deu início a este tipo de estudos, já que é praticamente inexistente no Portugal pré-histórico.

O sílex é a matéria-prima mais usada na Pré-História, independentemente da região do mundo. Esta rocha apresenta uma grande variedade e daí que exista um conjunto de denominações variadas para um conjunto de minerais, que partilham a mesma composição, processo de formação e propriedades físicas, nomeadamente as de fractura. O sílex é uma rocha sedimentar, composta principalmente por quartzo microcristalino (ou seja, sílica – SiO_2), o que lhe dá uma textura muito regular e homogénea. A definição da sua composição inclui uma diversidade de rochas, para além do sílex, como o chert, a calcedónia, a ágata, o jaspe e a novaculite (Luedtke, 1992:5). Em contextos pré-históricos aparecem apenas algumas variedades, utilizadas de diversas formas, essencialmente devido a duas propriedades físicas: a dureza e a fractura concoidal ou conchoidal.

A dureza das rochas é geralmente medida segundo a escala de Mohs, nome que advém do seu inventor, um mineralogista austríaco de nome Frederich Mohs que criou a dita escala em 1822. A escala de Mohs vai de 1 a 10. O valor 10 é o da dureza máxima e corresponde ao diamante; o talco, por exemplo, tem uma dureza de 1, a calcite de 3, a ortóclase (mineral do grupo dos feldspatos que aparece em várias rochas de origem eruptiva) e o quartzo de 7 (a dureza aumenta conforme diminui o tamanho do grão). A

Figura 148. Exemplo de uma peça em obsidiana (cópia de um núcleo leavallois).

dureza é importante na escala das matérias-primas e pode ser analisada de forma fácil e empírica através da raspagem do mineral ou rocha com os seguintes objectos: a unha (com uma dureza de 2 a 2,5) ou um canivete ou chave (com uma dureza de 5 a 5,5). Como o sílex é composto principalmente por quartzo, a sua dureza ronda o nível 7. É frequente a confusão entre o sílex e diversos tipos de calcário e dolomito, sobretudo quando estes são especialmente duros. O teste da raspagem com a chave ou o canivete pode detectar a diferença. No caso do sílex, a raspagem com a chave faz com que esta deixe uma linha cinzenta na rocha (porque o sílex é mais duro do que a chave), enquanto que no calcário fica uma incisão resultante da passagem da chave na sua superfície.

Como se afirmou acima, a dureza não é o único factor relevante na escolha das matérias-primas. Por exemplo, a dureza do granito ou de outra rocha de origem vulcânica é semelhante à do sílex e aqueles só muito raramente são usados como matéria-prima para utensílios talhados. Foram, contudo, geralmente escolhidos para a construção de edifícios devido à sua resistência aos processos de erosão do meio ambiente, ou, na Pré-História, para a configuração das estruturas de combustão em virtude das suas propriedades térmicas, ou ainda para a manufactura de utensílios polidos como os machados neolíticos. O sílex terá sido utilizado tão frequentemente e durante tanto tempo por causa do grau de dureza, mas também pelas características da sua fractura concoidal (fractura que permite o processo mecânico do talhe, aspecto que será desenvolvido no próximo capítulo).

O sílex ocorre em camadas horizontais de espessuras várias, desde espessuras lenticulares com poucos milímetros até dezenas de centímetros ou em forma nodular, ambos os casos no meio de calcário, dolomito e cré. Aparece também sob a forma de nódulos na superfície dos depósitos, ou seixos em cascalheiras e depósitos de origem fluvial ou marinha. Caracteriza-se por uma grande variedade de cores e texturas, desde os brancos aos vermelhos, passando pelos verdes, cinzentos e pretos. As texturas podem apresentar uma grande homogeneidade ou muitas inclusões, sejam estas de origem mineral (o ferro, no caso dos jaspes) ou orgânica (foraminíferos ou algas variadas, incluindo as diatomáceas). Esta homogeneidade é dada pelo tamanho do grão, que pode ser mais irregular e maior, e por isso visível a olho nu, ou invisível a não ser por métodos instrumentais microscópicos, apresentando-se nestes casos como muito finos e homogéneos, sendo este sílex de grande qualidade para o fabrico de utensílios talhados.

Sílex proveniente de um só depósito pode apresentar uma grande diversidade de cores e de inclusões. No caso português, o melhor exemplo disso é o chamado sílex de Rio Maior que aparece sob a forma de nódulos de várias dimensões, desde pequenos seixos com poucos centímetros até blo-

cos com mais de um metro de diâmetro. Também as cores variam, desde o vermelho ao verde, com alguns, raros, casos de cinzento e preto. Este tipo de sílex aparece em cascalheiras e superfícies de terraços de cronologia miocénica que se espalham por uma área enorme da Estremadura, de Alenquer até à zona de Alcanede (Shockler, 1995, 2002).

Os elementos-traço (aqueles elementos químicos que isoladamente ou em conjunto funcionam como "impressão digital" de um determinado depósito) também podem ser muitos e variados num depósito ou camada de sílex. Por vezes, a identificação de uma fonte de sílex pode ser feita de forma macroscópica, através das inclusões minerais ou fósseis orgânicas. Contudo, em determinados casos, como no de Rio Maior, as cores e inclusões fazem pensar, inicialmente, que se trata de várias fontes, quando na realidade é apenas uma. O problema da determinação da fonte pode ser resolvido através de análises instrumentais, como é o caso da petrografia, de NAA e XRF, e de outras técnicas descritas no ponto seguinte.

O mapeamento de fontes de sílex é bastante difícil, porque estas podem surgir numa grande variedade de situações geomorfológicas, desde formações calcárias e dolomíticas a superfícies de depósitos onde o sílex aparece sob a forma de nódulos resultantes da erosão dos calcários, em depósitos fluviais como cascalheiras, ou ainda em coluviões. A diversidade torna complicada a prospecção geológica das fontes, uma vez que a maior parte da superfície terrestre de cronologia terciária e quaternária, incluindo as exposições de cortes fluviais, pode ter a presença de sílex. À complexidade acresce a diversidade intra-depósito dos elementos-traço, o que obriga a uma identificação clara e completa dos limites físicos de cada depósito e consequente amostragem alargada.

As rochas eruptivas também são variadas e apresentam o mesmo conjunto de problemas. A sua diferenciação reside na percentagem relativa de quartzo, o tamanho do grão e a cor. Por exemplo, a riolite é equivalente ao granito mas com grão fino, enquanto que a diferença entre o granito e o sienito se baseia na ausência do quartzo e na presença de feldspatos no sienito. O basalto, o diorito, a andesite e o anfibolito são outras rochas importantes usadas arqueologicamente e que, como se disse acima, são usadas durante a Pré-História. São rochas muito duras, que na escala de Mohs se situam entre os graus 6 e 7.

As rochas vulcânicas são frequentes no território português, sobretudo em diques que cortam a paisagem de forma inequívoca e que, portanto, são muito simples de localizar – é o caso do dique ou filão de dolerito que corta o Algarve, quase na sua totalidade, de nascente a poente. Estas rochas aparecem também nos depósitos fluviais que cortam os diques bem como outros depósitos vulcânicos, erodindo-os e formando seixos de dimensões variadas. Devido ao seu interesse, quer na construção quer na utilização de

artefactos, as matérias-primas podem ser transportadas por muitas centenas de quilómetros. Aos vários aspectos positivos que foram já nomeados (dureza, resistência e fácil localização), junta-se também o seu valor estético, pois em muitos casos estas rochas, principalmente depois de serem polidas, tornam-se elementos artísticos e simbólicos muito apreciados. O estudo da proveniência destas rochas é muito importante na Pré-História Recente, com a introdução do instrumental polido que ocorre no Neolítico e durante o Calcolítico, período em que matérias-primas como o anfibolito são transportadas centenas de quilómetros do Alentejo e do Norte de Portugal para a zona da Estremadura (Lillios, 1996, 1997).

Na investigação da proveniência das rochas eruptivas, os métodos instrumentais disponíveis são em menor quantidade do que no caso do sílex (com a excepção da obsidiana, cuja caracterização química pode ser feita com o recurso a várias técnicas, das quais se destaca a NAA e a XRF e a análise isotópica de estrôncio). Os métodos existentes limitam-se à petrografia, XRF e NAA como caracterizadores dos elementos-traço, mas a susceptibilidade magnética pode ser feita de forma muito rápida, não-destrutiva e quase sem custos, uma vez que todas essas rochas têm minerais magnéticos (Rapp e Hill, 1998:139; Herz, 2001:455-456).

As rochas **metamórficas e sedimentares** são também muito frequentes em sítios pré-históricos. Entre elas, destacam-se os arenitos, quartzitos e os grauvaques, nem sempre podendo ser usadas no estudo de proveniência de matérias-primas. As rochas sedimentares são aquelas que se formaram na sequência da consolidação de partículas clásticas depositadas ou pela precipitação de uma solução; as rochas metamórficas são as que resultam de uma alteração fundamental de rochas pré-existentes e que se alteraram devido ao efeito de altas temperaturas ou altas pressões (Rapp e Hill, 1998:122).

Os três exemplos de rochas dados (arenitos, quartzitos e grauvaques) são com frequência utilizados na produção de instrumentos pré-históricos, mas devido às suas características e propriedades físicas a sua utilização é limitada do ponto de vista funcional. Os arenitos foram usados como polidores e alisadores, quer no fabrico de utensilagem de osso, quer para preparação e manutenção das cornijas dos núcleos de sílex. Os quartzitos, de origem metamórfica a partir da alteração do quartzo, foram usados durante o Paleolítico Inferior e Médio em Portugal como matéria-prima de eleição em muitas áreas do território, provavelmente devido à sua ubiquidade nos depósitos de superfície. Quando este facto não se verifica, então o quartzito é substituído por outra matéria-prima semelhante, o grauvaque, como no Alentejo costeiro e no Algarve, onde, devido à presença das séries grauváquicas e xistosas das Formações da Brejeira, do Bordalete e da Murração, o quartzito é raro, aparecendo em grande quantidade o grauvaque

e, por isso, muito utilizado do Paleolítico Superior ao Calcolítico, em conjunção com o sílex.

Em geral, a análise macroscópica é suficiente para a identificação do local de proveniência das rochas metamórficas com base na sua composição mineral. A composição inclui quartzo, micas, feldspatos, de maiores ou menores dimensões, aos quais aparece, por vezes, associada a presença de elementos clásticos de várias proveniências e composições, dos quais o melhor exemplo é o caso dos conglomerados. Estes podem ser tão finos que fazem lembrar a textura do sílex de melhor qualidade.

Os arenitos são um conjunto de partículas, cuja composição principal são areias de quartzo consolidadas e cimentadas, de dureza variada, mas que podem incluir também outros elementos clásticos muito diversificados. Os grauvaques, apresentando uma diversidade diferente dos arenitos, têm na sua composição areias e siltes, por vezes pobres em quartzo, mas contêm micas, feldspatos e xistos, solidificadas por uma matriz fina siliciosa, em geral de cor escura (Herz, 2001:458).

As análises instrumentais das matérias-primas devem começar pela análise mineralógica macroscópica, passando depois para a petrografia. Se esta não for capaz de identificar e distinguir as várias fontes de matéria-prima, pode recorrer-se à utilização da NAA para identificação dos elementos-traço e da sua frequência relativa em cada uma das fontes e artefactos em análise.

O estudo das **argilas e dos desengordurantes** coloca, tal como se afirmou antes, questões muito particulares no que respeita à proveniência das matérias-primas. Existem dois tipos de depósitos argilosos – depósitos de formação *in situ* a partir da erosão de rochas, como o granito, e depósitos secundários resultantes de ambientes fluviais e lacustres. Na formação de solos também se verifica a concentração de certos minerais argilosos que geralmente caracterizam esses solos, como, por exemplo, a montmorilonite (mineral de silicato hidratado, com alumínio, magnésio, potássio e cálcio). Note-se que a palavra "argila" denomina dois elementos diferentes. O primeiro foi descrito anteriormente (capítulo 9) e compreende uma classe de tamanho de todos os sedimentos – inferior a 2 mícrons. O segundo conceito compreende um grupo de minerais de tipo hidratado, com base alumino-siliciosa e de estrutura laminar (filosilicatos). São em geral muito estáveis na superfície do planeta e são resistentes particularmente no que concerne às alterações de temperatura. A sua ocorrência em depósitos de superfície é frequente, caracterizando-se por uma mistura de vários grupos de minerais (Whitbread, 2001:450), nos quais estão incluídos, para além dos elementos químicos estruturais (Si, Al e O), elementos vestigiais como o cálcio, o ferro, o potássio, o sódio, o magnésio e o titânio. São estes que possibilitam a diferenciação entre depósitos de argilas e que são identificados através

das análises instrumentais, designadamente a petrografia, NAA, XRF, XRD, AAS e OES.

A propriedade física principal da argila, quando misturada com água, é a sua plasticidade, razão pela qual tem sido utilizada desde a Pré-História para a produção de cerâmicas. A plasticidade é resultado do tamanho do grão e da respectiva estrutura laminar que, juntamente com a água, permite a alteração da forma. A qualidade da argila, isto é, se ela serve ou não para o fabrico de cerâmica, depende dos minerais que a compõem, do tamanho e forma dos minerais não argilosos ou não plásticos, do teor orgânico e da distribuição dimensional de toda a composição mineral e orgânica (Rapp e Hill, 1998:125). A qualidade da argila para o fabrico de cerâmicas está dependente de vários factores. Por esta razão, as argilas originais são alteradas com regularidade pelos oleiros tanto através da adição de novos elementos como os desengordurantes ou de outros tipos de argila, como através da levigação ou decantação das partículas mais grosseiras (Stoltman, 2001:309; Whitbread, 2001:453). Argilas de boa qualidade caracterizam-se pela presença de grãos de quartzo muito finos, que aumentam o poder refractário das argilas, ou seja, a propriedade de suportar altas temperaturas sem haver derretimento ou fractura, o que neste caso é dado pela composição siliciosa do quartzo e do alumínio presente nos minerais argilosos.

A cerâmica de pouca qualidade é simples de fazer, porque a maior parte dos sedimentos finos têm argila suficiente para lhe dar a plasticidade necessária à modelação do recipiente. A composição mineral da argila é suficientemente variada para lhe dar as propriedades térmicas, principalmente se se tratar de um vaso de paredes espessas que aguenta uma cozedura com temperaturas moderadas, característica das produções mais antigas de cerâmicas pré-históricas.

De facto, é o conjunto de três propriedades em quantidade diferentes, a refracção, a plasticidade e a contracção, que dá às argilas a qualidade necessária para a produção de cerâmicas. Cada uma destas propriedades é dada por minerais distintos:

- A caolinite é o mineral argiloso mais refractário e, portanto, tem grandes qualidades de cozedura porque tem grande estabilidade a altas temperaturas, pode ser aquecido rapidamente e a sua contracção é mínima. A caolinite é geralmente branca e serve para fazer porcelana, sendo este o único tipo de argila que não precisa de ser misturado com outras argilas;
- A montmorilonite, por sua vez, é marcada pela grande plasticidade, por uma capacidade refractária moderada e por uma grande capacidade de contracção, devido ao seu poder de absorção da água;

- A ilite (cuja composição inclui ferro e magnésio e um alto teor de mica) é caracterizada por capacidades refractárias fracas, bem como contracção variável, mas com uma boa plasticidade, sendo de má qualidade para fazer cerâmicas, mas muito boa para engobes.

O desengordurante, elemento que com as argilas forma o conjunto essencial da composição das cerâmicas, é o material que permite alterar as características pirotécnicas da cerâmica, dando-lhe uma maior resistência. Os desengordurantes mais comuns são conchas, calcário, chamota e, por vezes também, sedimentos mais grosseiros como areia de quartzo. O carbonato de cálcio (sob a forma de conchas e de calcário) é talvez o elemento preferido como desengordurante. A razão dessa preferência deve-se ao facto de $CaCO_3$ ter uma capacidade refractária semelhante ao da maioria das cerâmicas (Rapp e Hill, 1998:126; Stoltman, 2001:311; Whitbread, 2001:453). Conhecem-se, no entanto, exemplos etnográficos da Papua onde se retiram todos os elementos de calcário. Este facto parece resultar da capacidade de aquecimento desse desengordurante a temperaturas superiores a 650° C, momento em que se dá um processo de conversão do $CaCO_3$ em CaO e em CO_2, provocando este último uma grande expansão das argilas que causa fracturas frequentes (Rye, 1976, in Whitbread, 2001:453). Também o quartzo apresenta alguns problemas em relação aos fenómenos de contracção durante a cozedura das cerâmicas. Este elemento tende a ter um grau de expansão muito superior ao das argilas, principalmente se as temperaturas de cozedura forem superiores a 570° C (Whitbread, 2001:453), podendo causar fracturas, quer durante a cozedura, quer durante a utilização dessas cerâmicas ao lume.

Segundo Rapp e Hill (1998:140), torna-se muito difícil conseguir a identificação de um depósito como a fonte de argilas para um determinado recipiente ou conjunto de recipientes. Isto deve-se ao facto de haver alguma diversidade em cada depósito argiloso (quer ao nível dos constituintes principais, quer ao *nível dos elementos-traço vestigiais de cada depósito*) e de os oleiros pré-históricos terem muitas vezes misturado argilas de vários depósitos pelas razões acima apontadas. Devido à diversidade de argilas e de desengordurantes, a proveniência de matérias-primas faz-se geralmente através da comparação das composições químicas e minerais, de recipientes dos quais se conhece a proveniência, com aqueles que se estão a investigar. É também possível num outro nível de investigação, passar de uma escala local para uma escala regional. Os depósitos de argilas são geralmente marcados por uma composição de minerais tendo em conta a sua origem de formação, seja ela primária ou secundária. Através da prospecção de uma região, é possível conhecerem-se as características regionais do conjunto das argilas e, por isso, ultrapassar em muitos casos a questão levantada por Rapp e Hill.

Nos desengordurantes, a questão essencial é saber se eles faziam parte do depósito utilizado ou se, pelo contrário, foram adicionados antropicamente. No que respeita à chamota, isto é, à utilização de cerâmicas cozidas e esmagadas como desengordurante, não há dificuldades em discernir o que é natural do que é antrópico, já que a chamota é facilmente identificada com uma lupa binocular ou, em último caso, através de análise petrográfica. Noutros casos, como no quartzo, o processo de identificação pode ser mais difícil. Pode, contudo, recorrer-se à identificação petrográfica ou instrumental dos elementos-traço maioritários ou vestigiais para clarificar a questão.

Até ao presente, a Pré-História portuguesa teve poucos estudos de localização da proveniência de cerâmicas. Os exemplos focam quer cronologias calcolíticas (Cabral *et al.*, 1988; Coelho e Cardoso, 1992; Dias *et al.*, 2000), quer a questão da cerâmica cardial da Estremadura, cujos resultados mostraram que as cerâmicas tinham uma proveniência variada, havendo recipientes locais e outros produzidos extralocalmente (Masucci, 1994; Barnett, 1987, 1992).

Do extenso número de elementos químicos metálicos apenas dois, o cobre e o ouro, podem ser encontrados no seu estado natural, tendo sido utilizados, desde muito cedo, ainda em tempos pré-históricos. A prata constitui outro elemento que aparece em forma utilizável sem ser necessário recorrer à fundição. Este químico metálico existe em estado natural na liga denominada electro, formada por quantidades variáveis de ouro e prata.

O ouro foi muito frequente em muitas regiões da Península Ibérica. A sua localização, em geral, parece estar relacionada com a presença de rochas eruptivas com alto teor de silicatos e com veios de quartzo. Por causa da alta densidade desse metal, tende a concentrar-se, tornando-se fácil a sua localização.

A identificação das jazidas de cobre é pouco complexa, já que a sua cor e densidade são muito distintivas. Aparece com grande frequência sob a forma de blocos arredondados em três situações geológicas principais: lavas máficas (aquelas que são caracterizadas por teores baixos de sílica e abundância de silicatos ferro-magnésios); nas zonas oxidadas dos depósitos de sulfureto de cobre; e depositado nos sedimentos clásticos associados a rochas eruptivas máficas.

No caso europeu, o segundo contexto é o mais comum; o cobre nativo aparece nos chamados depósitos secundários, isto é, nas zonas oxidadas dos depósitos de sulfureto de cobre, juntamente com pirite abundante. Este tipo de depósitos está sempre próximo da superfície, pelo que a sua exploração é relativamente fácil e rápida. Talvez por essa razão o território português tenha tido tanta importância, segundo vários autores, no contexto do Mediterrâneo durante o calcolítico (veja-se a discussão sobre as várias teorias do desenvolvimento indígena e exógeno do território português em

Cardoso, 2002:258 a 262 e Gonçalves, 2002:91 e 95).

A identificação dos depósitos de cobre nativo pode fazer-se ainda através da sua caracterização química. O estudo da componente química do cobre assenta na diversidade das concentrações dos elementos-traço, recorrendo-se à NAA. Nesta técnica, a atenção deve ser dirigida para o padrão de concentrações dos vários elementos-traço e não para os valores absolutos de cada elemento, pois a variabilidade pode ser de 100% entre dois blocos de escória do mesmo depósito (Rapp e Hill, 1998:143).

No caso da prata, a identificação das fontes é relativamente simples porque a este metal aparecem regularmente associadas quantidades vestigiais de chumbo, passíveis de serem analisadas isotopicamente. A presença diferenciada dos quatro isótopos de chumbo existentes em associação com a prata depende da idade dos depósitos de onde aquela provém. Assim, com base no rácio entre os vários isótopos é possível determinar-se o depósito de origem da prata (Rapp e Hill, 1998:146). Até ao momento, não se conhece um método instrumental que possa determinar com eficácia a proveniência do ouro, por isso, e apesar da importância do metal aurífero nalgumas sociedades pré-históricas, continua a não haver forma de localizar cientificamente a sua proveniência.

13.2. Os métodos instrumentais

Tal como se referiu acima, existe alguma diversidade nos métodos instrumentais para identificação química e mineralógica das fontes de matéria-prima. Apesar de alguns métodos serem técnicas automatizadas de leitura dos elementos-traço maioritários e vestigiais (na ordem das muitas dezenas de elementos), o estudo da proveniência das matérias-primas deve sempre começar pela formas mais fáceis de investigação, como a descrição macroscópica das amostras recolhidas e dos artefactos. Esta metodologia deve ser seguida, já que muitas vezes é possível resolver as questões de proveniência evitando o que se poderia chamar aspectos negativos dos métodos instrumentais – a morosidade, o custo e, também na maioria dos casos, a destruição dos artefactos que serão analisados. Outro aspecto problemático do uso dos métodos instrumentais é a necessidade de um corpo de amostras bastante alargado de forma a resolver os problemas do significado dos resultados, principalmente quando a diversidade dos depósitos e dos artefactos é bastante grande. Este aspecto é amplificado quando há uma grande diversidade de elementos-traço. Aspecto interessante é o facto de essas análises instrumentais terem sensibilidades diferentes para cada elemento. Como consequência, os resultados podem ser diferentes para a mesma amostra consoante o método utilizado, o que torna difícil fazerem-se

comparações interlaboratórios, devido à afinação diferencial dos aparelhos. Em qualquer caso, as análises instrumentais têm de ser efectuadas por técnicos ou especialistas na área da química-física ou da geologia, ficando para o arqueólogo apenas a escolha das amostras e dos artefactos. De facto, neste tipo de estudos deve haver um diálogo frequente entre o especialista que faz as análises e o arqueólogo, porque os resultados são apresentados como uma simples lista de frequências relativas de dezenas de elementos químicos. Nalguns casos as listagens são inúteis, noutros podem ser fundamentais e devem ser explicadas e interpretadas num trabalho de equipa do arqueólogo e do perito, sobretudo porque os resultados devem ser tratados com o recurso a técnicas estatísticas algo complexas, com que o arqueólogo não está habitualmente familiarizado.

Pelas razões supracitadas, a primeira fase de análise de proveniência de matérias-primas deve ser a **descrição macroscópica** (Herz, 2001:451). No sílex, a descrição macroscópica deve incluir a forma dos blocos naturais (*e.g.*, nódulos, seixos, tabletes), a presença e ausência de córtex, a cor, a textura, as inclusões, a estrutura (concêntrica, laminar, matizada, manchada), a translucidez e brilho. Em muitos casos, estes elementos são suficientes para determinar a origem das peças, principalmente devido ao tipo de inclusões presentes. No caso das cerâmicas, deve ser descrita a sua pasta em detalhe, mormente no que concerne às suas inclusões, à textura e homogeneidade da pasta, ao tamanho do grão e à cor exterior e interior da pasta. A mesma metodologia deve ser seguida em relação ao conjunto de amostras recolhidas nos barreiros e, se possível, repeti-la após a cozedura das argilas a várias temperaturas, já que se dão alterações importantes na cor e na estrutura das argilas com a desintegração, expansão e contracção das inclusões.

Se esta primeira fase descritiva não for suficiente, nesse caso a fase seguinte deve ser a **análise petrográfica**. Existem muitos trabalhos publicados sobre a análise petrográfica em arqueologia, principalmente no que respeita ao estudo de cerâmicas (Shepard, 1980; Bishop *et al.*, 1982; Rice, 1987; Rapp e Hill, 1998; Stoltman, 2001; Whitbread, 2001 – veja-se Cardoso 1996b, para referências portuguesas), ainda que existam alguns trabalhos para os materiais líticos (Edmonds, 2001; Herz, 2001). A diferença, do ponto de vista instrumental, entre a petrografia de cerâmicas e de material lítico é mínima, uma vez que se relaciona apenas com o tipo do material aposto na lâmina delgada.

A petrografia é a análise microscópica de rochas e minerais através do uso de um microscópio de luz polarizada e de lâminas delgadas dos materiais a analisar. Para efectuar esta operação são necessárias três condições obrigatórias (Stoltman, 2001:288): a existência do microscópio, equipamento bastante caro, principalmente se tiver acoplado equipamentos fotográfico

e informático; forma de se fazerem as lâminas delgadas; e os conhecimentos necessários de mineralogia petrográfica, já que esta é uma disciplina bastante complexa.

A petrografia arqueológica assenta no estudo microscópico das amostras de cerâmica (ou argila) e de rochas (no caso do material lítico). Ambos os materiais apresentam dois tipos de fracção, uma mais fina (que no caso da cerâmica é a argila, com dimensões inferiores a 0,002 mm) e que se situa fora do alcance do detalhe e precisão que o microscópio de luz polarizada permite, e outra mais grosseira, geralmente composta pelos vários minerais aplásticos e outras inclusões como os desengordurantes. O objecto de estudo é o grupo dos minerais presentes nas amostras e artefactos arqueológicos.

O estudo dos minerais não plásticos faz-se porque estes apresentam propriedades ópticas e de refracção muito diferenciadas – a sua estrutura é caracterizada por uma determinada simetria e morfologia cristalina. Com base na simetria, os minerais dividem-se em sete grupos distintos (Figura 157):

- isométricos ou cúbicos;
- hexagonais (caracterizados por três eixos cristalográficos horizontais formando ângulos de 120 graus, todos com o mesmo comprimento e um eixo vertical perpendicular diferente no seu comprimento dos outros);
- tetragonais (prisma rectangular de base quadrada, com três eixos, sendo dois de igual comprimento);
- trigonais ou romboédricos (cristal com seis faces, cada uma delas apresentando uma geometria losângica de tamanho idêntico);
- ortorrômbicos (com três eixos de comprimentos diferentes e perpendiculares entre si), monoclínicos (caracterizados por três eixos de comprimentos desiguais, sendo um perpendicular ao plano formado pelos outros);
- triclínicos (caracterizado por três eixos de comprimentos desiguais formando três ângulos, também todos distintos).

É a sua simetria óptica que permite a identificação: os minerais isométricos têm apenas um índice de refracção, os minerais com cristalografia hexagonal, tetragonal e trigonal apresentam dois índices de refracção e um só eixo óptico, ortorrômbicos, monoclínicos e triclínicos têm dois eixos ópticos e três índices de refracção.

Estas características são visíveis com a observação dos minerais através do microscópico de luz polarizada. Este microscópio é constituído por um conjunto de lentes e luzes que permitem o cruzamento da luz através da lâmina delgada. A observação pode ser feita com luz polarizada simples ou

cruzada, bem como convergente, permitindo assim a identificação das várias características dos minerais, isto é, dos vários eixos ópticos e os índices de refracção de cada mineral.

As lâminas delgadas são produzidas segundo a metodologia descrita no capítulo 8, aquando da descrição da datação pelo método da hidratação da obsidiana. Deve ser obtido um conjunto de amostras das cerâmicas, dos artefactos líticos e dos depósitos geológicos (cozer as argilas a várias temperaturas, sendo cada temperatura amostrada separadamente). Após o corte e colocação em epoxi (resina) para a tornar resistente, a amostra é colocada na lâmina delgada, também com o auxílio de uma resina, sendo depois lixada com pó de diamante até se obter a espessura desejada. A espessura deve ser consideravelmente mais fina em cerâmicas, com valores que rondam os 30 mícrons (0,03 mm – números muito superiores ao do tamanho das argilas que os envolvem, como se disse acima), do que no caso dos materiais líticos, com espessuras de 50 mícrons. Frequentemente, a lâmina delgada é depois protegida com uma lamela de vidro, permitindo assim a conservação da amostra durante muito tempo. Esta fase, contudo, nem sempre é levada a cabo porque a sua aplicação torna impeditiva a análise da amostra com o Microscópio Electrónico de Varrimento (SEM – *Scanning Electron Microscope*).

No caso das cerâmicas, a amostra deve, de preferência, incluir um fragmento da superfície do recipiente, que vai permitir a análise do tratamento da sua superfície no que concerne a aplicações cromáticas ou a utilização de engobe. A área que é analisada deve permitir o estudo microscópio de vá-

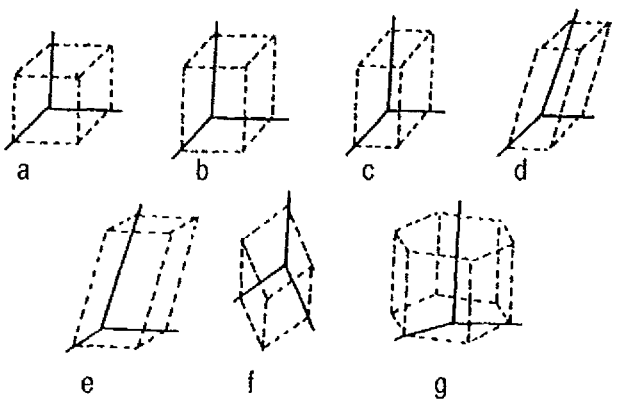


Figura 149. Exemplos dos sete tipos de formas cristalinas: a) cúbica; b) tetragonal; c) ortorrômbica; d)monoclínica; e) triciclínica; f) romboédrica ou trigonal; g) hexagonal.

rias zonas do mesmo fragmento de cerâmica. A contagem e análise das inclusões e minerais faz-se em duas fases. A primeira é a elaboração de uma listagem de minerais e outras inclusões presentes, bem como a indicação daqueles que poderão ser antrópicos. A segunda fase consiste na quantificação de cada uma das inclusões e minerais. A quantificação faz-se por áreas com um tamanho definido, avançando sequencialmente sobre toda a superfície da amostra após a contagem em cada um dos segmentos. Alguns microscópios fazem esse avanço automaticamente com o simples premir de um botão. A contagem de minerais e inclusões de uma amostra deve chegar a um valor entre os 200 e 400. Para cada uma das amostras deve haver várias áreas observadas, sendo os intervalos entre cada uma de 1 mm (Stoltman, 2001:306).

A análise petrográfica de cerâmicas serve não só para o estudo de proveniências, mas também para a investigação de aspectos como a classificação tipológica (com base no tipo de desengordurantes) e a sua funcionalidade. Estes aspectos estão ligados às características de cada um dos desengordurantes. A análise dos desengordurantes permite também o estudo da produção e da troca ou mobilidade de cerâmicas, principalmente quando se trata de chamota, calcário ou conchas fragmentadas – o caso do quartzo torna este tipo de estudos mais difícil, já que é muito frequente e não apresenta grandes diferenças em termos de composição. É necessário proceder-se à observação da composição dos desengordurantes para que depois se proceda, segundo o mesmo tipo de metodologia comparativa que se utilizou com as cerâmicas, à comparação com os materiais recolhidos em prospecção na região em causa.

A **análise de activação neutrónica** (NAA) é um método físico de determinação e quantificação dos elementos químicos presentes numa dada amostra. Devido à sua sensibilidade e precisão, pode determinar a presença de um grande número de elementos com concentrações muito pequenas, desde 1 ppm (partes por milhão). A sua sensibilidade depende do tipo de amostra e da sua composição, bem como do tempo de irradiação, intensidade e contagem dos elementos químicos.

As amostras são de pequenas dimensões, com cerca de 50 mg para metais e de 200 mg para silicatos, não precisando de preparação complexa, já que são colocadas integralmente no reactor atómico dentro de um recipiente de metal. Não é necessária a sua destruição, mas como o método obriga à sua exposição nuclear, tornam-se radioactivas e, portanto, perigosas para o manuseamento.

A irradiação neutrónica faz com que se libertem raios gama que permitem, com base na sua intensidade, a identificação da presença e quantidade de elementos químicos existentes na amostra. Este processo baseia-se no facto de que cada um dos elementos ter um decaimento radioactivo diferente,

tornando-se assim possível a sua identificação e quantificação. Esta medição realiza-se com um espectrómetro multicanal de raios gama.

Há vários aspectos negativos associados ao método da NAA. O principal é o facto de ser necessário um reactor nuclear, o que faz com o método fique restringido a poucos laboratórios. Como resultado, a utilização deste método tende a ser relativamente dispendiosa, principalmente para os orçamentos dos projectos de investigação portugueses.

Deve ser aqui mencionada a importância de o Instituto Tecnológico Nuclear (ITN) ter um reactor deste tipo, onde a NAA é efectuada. O Instituto Português de Arqueologia, em colaboração com o ITN, tem aberto um concurso, em geral anual, para a caracterização química de cerâmicas (e também de metais e ligas metálicas) que obvia o problema financeiro deste método em contextos do Programa Nacional de Trabalhos Arqueológicos.

A espectroscopia de absorção atómica (AAS) e a **espectroscopia de emissão óptica** (OES) são métodos que se baseiam na vaporização da amostra, numa chama ou plasma, seguida da medição da absorção ou emissão de energia do espectro electromagnético pelos átomos. Cada elemento químico produz um espectro próprio de emissão (ou absorção) que funcionava como uma impressão digital permitindo a sua identificação. Na AAS as amostras são irradiadas através de uma lâmpada de cátodo oco do metal a analisar. Esta lâmpada emite radiação de comprimento de onda específico do metal que a constitui e que vai ser absorvida pelos átomos desse elementos presentes na chama onde se encontra a amostra vaporizada. A quantidade de radiação absorvida é proporcional à concentração de átomos presentes na chama.

Em espectrometria de emissão não se irradia a amostra, baseando-se a análise na emissão de energia pelos átomos. Quando introduzimos um átomo numa chama existe uma tendência para este se ionizar, ou seja, os seus electrões ganham energia e passam para o estado excitado, e quando se desexcitam emitem energia de um comprimento de onda bem determinado. Numa chama apenas, os átomos mais facilmente ionizáveis, casos do lítio, sódio e potássio, podem ser analisados e a técnica designa-se por fotometria de chama de emissão. Recentemente a chama foi substituída por um plasma (ICPS – *inductively coupled plasma emission spectrometry*) que analisar um grande número de elementos químicos. Além disso apresenta uma maior precisão, reduzindo possíveis problemas relacionados com a interferência entre elementos químicos durante a medição dos comprimentos de onda da luz emitida (Renfrew e Bahn, 1991:316).

Note-se que em AAS apenas se pode medir um elemento de cada vez enquanto que em espectroscopia de emissão se podem fazer determinações simultâneas se usarmos um detector de matriz de fotodiodos. Recentemente acoplou-se um espectrómetro de massa, que detecta os diferentes elemen-

tos através da sua massa atómica, ao ICPS, o que permitiu baixar os limites de detecção deste método até aos ppb (parte por bilião), mantendo a capacidade de detecção simultânea de cerca de 40 elementos.

A **difracção de Raios X** (XRD) serve para a identificação de minerais através da sua estrutura cristalina. Esta estrutura é a consequência do espaçamento regular e periódico da organização dos seus átomos, que se apresentam numa série de planos. Cada mineral tem uma composição e estrutura químicas diferentes, as quais lhe permitem ser identificado. Com este método, as amostras são irradiadas com Raios X com um comprimento de onda monocromático. Cada um dos minerais vai difractar (ou seja, vai reflectir e dispersar) os Raios X, que são depois analisados. O problema principal deste método é o facto de a análise ser feita apenas à superfície da amostra e não à composição do seu interior. A XRD é mais útil na identificação de estruturas cristalinas, do que para a sua caracterização química, devido à complexidade e diversidade dos minerais existente na amostra. Finalmente, e ao contrário dos outros métodos até agora descritos, a XRD é apenas parcialmente quantitativa, pelo que a sua interpretação assenta mais na presença/ausência de elementos químicos (Rice, 1987:385).

A **fluorescência de Raios X** (XRF) é um método que usa também a irradiação da amostra por Raios X. Os Raios X, ditos principais, vão desalojar os electrões das órbitas internas de cada átomo, fazendo com que os electrões das órbitas exteriores ocupem os espaços deixados vazios. O processo faz com que haja uma emissão de energia (dita de Raios X secundários) que pode ser medida, sendo diferente para cada elemento químico presente na amostra, uma vez que cada um tem um comprimento de onda diferente. Apesar de não ser tão sensível como a NAA, a XRF permite a identificação de cerca de 80 elementos químicos, com quantificações na ordem das poucas dezenas de ppm. Tal como com a NAA, a amostra não precisa de ser destruída, existindo instrumenos portáteis que permitem fazer estas análises em museus de onde não é possível transportar os artefactos. O erro é bastante pequeno, na ordem dos 5%. Tal como na XRD, a irradiação dos Raios X é superficial, sendo ideal para a análise de engobes ou para a análise de artefactos e amostras que sejam homogéneas, como a obsidiana ou o sílex.

Esta técnica instrumental foi já utilizada em Portugal para investigar o problema da proveniência de matérias-primas silíciosas do Paleolítico Superior da Estremadura. Este projecto, conduzido por J. Shockler (1995, 2002), teve como objectivo conhecer o tipo de mobilidade e o padrão de povoamento das comunidades humanas durante o final do Plistocénico a Norte do Tejo.

14

A Análise dos Materiais Arqueológicos

A análise dos materiais arqueológicos é um dos factores mais importantes em arqueologia pré-histórica, uma vez que, ao contrário da arqueologia aplicada a sítios de cronologias históricas, não existe outro tipo de informação a não ser a do registo do sítio arqueológico e daquilo que ele encerra – os artefactos. Dentro da grande variabilidade dos artefactos, os materiais líticos são os mais numerosos. Não obstante, quando está presente, a cerâmica é tão ou mais abundante. Para além destes existem utensílios pré-históricos feitos de materiais orgânicos como os ossos e as conchas. A funcionalidade dos artefactos orgânicos está mais frequentemente relacionada com aspectos simbólicos e artísticos do que com necessidades das actividades económicas diárias das comunidades pré-históricas.

A análise dos artefactos, independentemente da sua matéria-prima ou da sua funcionalidade, pode tomar muitas direcções, quer no seu objectivo, quer na sua metodologia. Com se referiu no capítulo 5 referente à tipologia e seriação, a análise dos artefactos deve ter um objectivo concreto e bem delineado para que possa responder com sucesso ao problema levantado. A análise artefactual, no seu sentido mais básico, serve como forma descritiva do material arqueológico encontrado, pelo que o objectivo primeiro e simples é o da sua descrição. Em Portugal, a descrição dos artefactos serve dois propósitos: permite, após a publicação dessa análise, ao público, seja ele especializado ou não, ter acesso à informação; o cumprimento de obrigações legais resultantes da lei portuguesa relativa aos trabalhos arqueológicos.

O conceito de tipo é o aspecto-base da análise dos artefactos. Esse conceito foi definido como a unidade básica de classificação arqueológica e é caracterizado por um conjunto consistente de atributos identificáveis por todos (Thomas, 1998:235, baseando-se nos conceitos de David Clarke na sua obra de 1967, *Analytical Archaeology*). Deve, contudo, frisar-se que estes

tipos são existentes apenas como categorias analíticas criadas pelos arqueólogos para poderem descrever e estudar a cultura material do passado humano (Rice, 1987:275-277; Shepard, 1980:307; Phillips *et al.*, 1951:66; e Eiroa *et al.*, 1999:21-22). Como se afirmou acima, existem vários grupos de tipos, já definidos no capítulo 5: morfológico, descritivo, funcional e cronológico. Este último é talvez o mais importante de todos na história da arqueologia porque permitiu o desenvolvimento inicial da cronologia pré-histórica – é o caso dos trabalhos de Thomsen ainda no século XIX. É conhecido como fóssil-director que, como afirmaram Rolland e Dibble (1990:481), resulta de um paradigma paleontológico incorporado pela arqueologia francesa e daí se espalhou rapidamente devido à importância mundial que os pré-historiadores franceses tiveram no início do século XX. Disso é exemplo Henri Breuil, que tanta importância teve no estudo da Pré-História portuguesa.

A integração daquele paradigma na arqueologia deve-se ao facto de a visão dos pré-historiadores de então ser semelhante à dos biólogos evolucionistas do final do século XIX, resultante da então recente Teoria da Evolução das Espécies de Darwin. Nessa perspectiva, a alteração artefactual tinha uma trajectória evolucionária que resultava em categorias estáveis e distintas, análogas aos fósseis que permitiam a datação relativa das camadas geológicas.

Um dos primeiros grandes saltos qualitativos, do ponto de visto conceptual, foi o trabalho de François Bordes sobre a diversidade lítica do Moustierense francês. Neste trabalho, que quase se poderia chamar revolucionário, Bordes desenvolveu uma tipologia descritiva e, elemento essencial, aplicável a toda a colecção de instrumentos retocados e não retocados, e extensiva do ponto de vista regional e cronológico. Com a nova metodologia analítica, Bordes tratou os artefactos, partindo do princípio que reflectiam, com as suas técnicas de lascamento e a sua morfologia, aspectos utilitários, funcionais e estilísticos, demonstrando por isso que o comportamento humano era um factor de variabilidade artefactual (Rolland e Dibble, 1990:481), passando assim a tónica da evolução do artefacto para o desenvolvimento e transformação da cultura humana. Mas o aspecto inovador do seu trabalho foi a introdução do pressuposto de que a diversidade da cultura humana, fosse ela funcional ou estilística, podia ser vista através da colecção de artefactos, internamente composta por tipos. A diversidade dos tipos no seio da colecção demonstrava a variabilidade da cultura humana e permitia a separação e identificação de cada uma dessas "culturas" (Bordes, 1969; Bordes e Soneville-Bordes, 1970). Foi este modelo que permitiu a Bordes a identificação dos fácies do Moustierense (1950a, 1950b, 1953a, 1953b, 1961, 1969; Bordes e Bourgon 1951) e que incluiu o recurso a uma metodologia de estatística descritiva, através de gráficos de frequência relativa acumulada, com base numa taxonomia moderna dos artefactos (Figura 150).

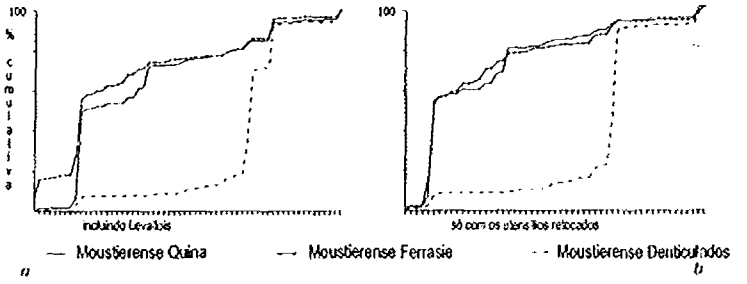


Figura 150. Exemplos dos gráficos cumulativos típicos para Moustierense de fácies Quina, Ferrasie e de denticulados (Débenath e Dibble, 1994:175).

Com Bordes, os artefactos deixaram de ser fósseis-directores, mas mantiveram parte do conceito paleontológico – o de que representam uma unidade distinta e natural mas que, e ao contrário da concepção anterior, reflectiam a conceptualização abstracta do artesão que os fez. Este novo conceito de tipo assenta na ideia de que cada utensílio foi feito deliberadamente pelo artesão tendo em mente uma forma final de artefacto com características distintas. O conjunto de artefactos dava uma colecção que, necessariamente, reflectia o modelo conceptual, abstracto e estilístico de uma comunidade humana. Por essa razão, uma colecção poderia ser separada de outra de uma região ou cronologia diferentes, tornando-a o reflexo da cultura ou etnia com uma tradição própria que se expressava através de características próprias no estilo e técnicas de lascamento da pedra. Esta perspectiva arqueológica de Bordes esteve na origem do conhecido Debate Bordes-Binford (Binford e Binford, 1966; Mellars, 1970, 1973; White, 1982), que se desenvolveu durante décadas e que se poderia dizer ainda inacabado ou inconclusivo.

A perspectiva tipológica de Bordes, que é ainda frequentemente utilizada, transformou-se nas últimas décadas numa perspectiva muito mais alargada e inclusiva, fugindo assim aos limites da tipologia como único método analítico dos artefactos pré-históricos – os estudos tecnológicos das cadeias operatórias. Para isso contribuiu em muito a investigação em campos muito variados, como a etnoarqueologia e a arqueologia experimental, bem como o desenvolvimento dos estudos tecnológicos, quer dos artefactos líticos, quer das cerâmicas.

O presente capítulo vai abordar os aspectos da análise artefactual arqueológica nas suas duas vertentes, a descritiva e interpretativa. Note-se, contudo, que aquilo que aqui se vai evidenciar são os rudimentos das formas de análise e não as tipologias – estas são próprias e específicas de cada momento, local e problemática. O elemento importante é a forma de se chegar a uma determinada tipologia, seja ela existente ou a desenvolver *ab initio*.

14.1. A pedra lascada

A análise da pedra lascada é já bastante antiga, pelo que a bibliografia sobre o assunto é extensa. Contudo, existem algumas referências, antigas e recentes, que constituem referências essenciais. Mencionam-se aqui apenas aquelas que se debruçam sobre os aspectos gerais dos artefactos de pedra lascada e não aqueles trabalhos que desenvolveram tipologias regionais ou cronológicas. Assim, os principais autores sobre o talhe da pedra são Brézillon (1968), Merino (1969), Tixier *et al.*, (1980), Debénath e Dibble (1994), Andrefsky (1998) e Eiroa *et al.* (1999). Outros autores debruçaram-se também sobre a questão da pedra lascada, mas no âmbito de manuais de arqueologia (Camps, 1979; Fagan, 1994; Sutton e Arkush, 1998) ou, no caso português, de análise de indústrias líticas (Jorge, 1972; Bicho 1992; Zilhão, 1995).

Os artefactos de pedra lascada são aqueles que foram criados pela remoção de lascas a partir de um elemento original, geralmente chamado nódulo ou bloco, e onde foi aplicado um ponto de força, removendo porções do volume inicial, de modo a criar uma determinada forma. Este trabalho pode fazer-se apenas com certo tipo de rochas, das quais se destaca o sílex, a obsidiana, o quartzito, o quartzo e o grauvaque, devido às suas propriedades físicas (cf. capítulo 13).

O talhe da pedra segue um conjunto de leis físicas, das quais a primeira e mais importante é a fractura concoidal que forma um cone hertziano. Esta propriedade resulta da estrutura microcristalina dos silicatos existentes em certas rochas. A fractura concoidal perfeita pode ser vista num vidro quando este é atingido por uma pedra, que deixa marcado o ponto de impacto e um cone, cuja base mais larga se situa no lado oposto ao do ponto de impacto. A estrutura química do vidro, semelhante à da obsidiana ou do sílex, mas sem inclusões e perfeitamente homogénea devido ao aquecimento a altas temperaturas (que fundiram a sílica), apresenta um tipo de fractura idêntica à do sílex e de outras rochas que são utilizadas no talhe de instrumentos líticos.

O cone aparece em todos os materiais talhados, sendo visível apenas parcialmente – é o chamado bolbo de percussão de uma lasca. O bolbo aparece na face ventral da lasca, ou seja, no lado que se separa do bloco de onde foi extraída a lasca (Figura 151). Junto ao bolbo encontram-se os esquirolamentos do mesmo, as ondas de percussão e, por vezes também, no extremo da lasca podem ver-se as estrias ou lancetas. Na face dorsal da lasca podem ainda observar-se um conjunto de arestas ou nervuras que correspondem aos negativos de lascas que foram removidas anteriormente, notando-se, pontualmente, o negativo do bolbo dessas lascas. A lasca tem ainda uma terceira face, denominada talão, que é a zona onde se deu o impacto e onde, muitas vezes, é possível reconhecer-se o ponto de percussão que corresponde à ponta do cone hertziano.

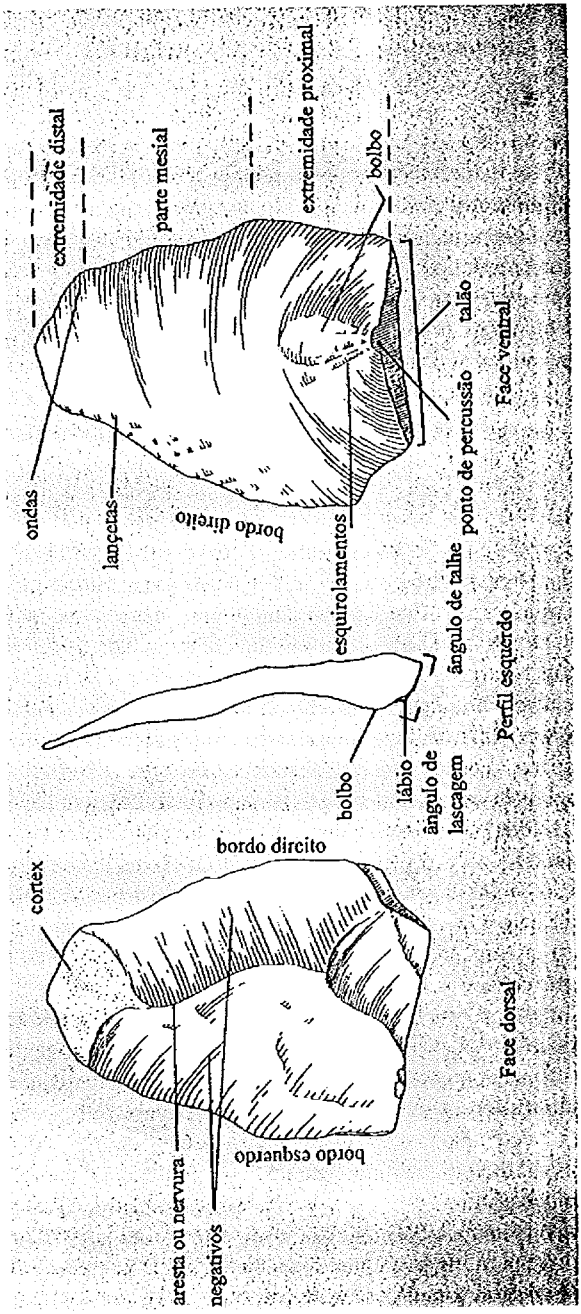


Figura 151. Nomenclatura dos produtos de talhe (segundo Débenath e Dibble, 1994:13).

Para além das lascas, existem outros dois géneros de produtos de debitagem ou suportes de tipo alongado ou leptolítico: as lâminas e as lamelas. O elemento identificador dos suportes leptolíticos é o seu alongamento, que se traduz numa razão entre o comprimento e largura da peça – o seu comprimento deve ser, pelo menos, duas vezes a sua largura. A diferença entre lâmina e lamela não se liga a uma proporção geométrica, mas é baseada em limites arbitrários que não são os mesmos universalmente, sendo a lamela o mais pequeno dos dois suportes. Contudo, actualmente é frequente utilizar-se a definição proposta por Tixier (1963) segundo a qual o limite máximo da lamela é composto por duas dimensões independentes: 50 mm para o comprimento e 12 mm para a largura. Quando uma lamela tem de comprimento ou de largura mais do que qualquer uma dessas dimensões passa a designar-se lâmina.

14.1.1. A tecnologia

Para se extraírem as lascas ou se modificarem as suas morfologias originais, para a obtenção de formas específicas como os utensílios retocados, é necessário seguir certas técnicas que são limitadas devido aos condicionamentos físicos da pedra. O objectivo do talhe é a produção de um artefacto a partir de um bloco inicial através da sua redução ou debitagem, sendo feito com recurso a um conjunto de estratégias de redução (ou debitagem), passando por um número alargado de sequências (de redução ou debitagem) ou cadeias operatórias. As cadeias operatórias produzem suportes com várias morfologias (lascas, lâminas e lamelas) que servem, depois, para a produção de utensílios retocados.

A redução do bloco original faz-se com a remoção de lascas ou de qualquer outro tipo de debitagem (qualquer elemento que tenha sido removido do bloco original). Quando isso acontece, o bloco passa a denominar-se núcleo. O seu lascamento pode ser feito por duas formas: a percussão e a pressão. A **percussão** é feita com a pancada de um percutor de pedra (**percutor duro**), madeira ou em haste de cervídeo (**percutor elástico**) sobre o bloco ou núcleo. Este movimento e impacto pode ser feito por **percussão directa**, ou seja, quando o percutor atinge directamente o núcleo, ou por **percussão indirecta** – neste caso existe um punção como meio intermédio entre o núcleo e o percutor.

A percussão directa pode ser feita de várias formas – o percutor pode ser o objecto que se move ou, pelo contrário, estar dormente. Neste caso, o impacto é dado pelo núcleo. Em geral, quando é utilizado um percutor dormente este serve para fragmentar nódulos ou seixos de grandes dimensões, não sendo necessária grande precisão para que cada um dos fragmentos

possa depois ser utilizado como núcleo. Esta técnica é também conhecida por técnica clactonense, por ter sido descrita pela primeira vez no sítio inglês do Paleolítico Inferior em Clacton-on-Sea.

Outra técnica resultante de percussão directa, que permite uma utilização duradoura e económica da matéria-prima, é a bipolar. Na técnica bipolar, os dois pólos dos núcleos servem simultaneamente de planos de percussão, um com o impacto do percutor e o outro assente numa bigorna. O núcleo bipolar apresenta geralmente levantamentos bipolares e bifaciais.

O percutor é um elemento importante no talhe, uma vez que a diferença da sua dureza e do seu peso permitem fazer coisas diferentes em termos de percussão e produção de suportes. Por exemplo, um percutor maior e mais duro permite fracturar um nódulo de sílex ao meio, enquanto que um percutor pequeno pode servir para preparar o plano de percussão (por vezes também designado por plataforma).

Em geral, o percutor elástico permite a produção de suportes menos espessos e mais longos do que os percutores duros, sendo possível, contudo, utilizar ambos os tipos de percutor para quase tudo. Existem autores que afirmam poder reconhecer o tipo de percutor pela morfologia do talão do suporte, uma vez que a percussão dura provoca talões mais espessos. A verdade é que não é tanto o percutor que é responsável pela morfologia do talão, mas sim a força e o ângulo de impacto do percutor no núcleo. De facto, os percutores elásticos, devido à alavanca produzida pelo seu comprimento, tendem a ser aplicados com um ângulo mais fechado em relação ao plano de percussão do núcleo (o movimento é rasante em relação ao plano de percussão), produzindo, assim, a menor espessura e alongamento da debitagem com talões muito pequenos e finos. Pelo contrário, o percutor duro ataca frequentemente o núcleo com um impacto próximo dos 90 graus em relação ao plano de percussão, produzindo assim lascas mais espessas e relativamente curtas com talões largos e espessos. Note-se que o contrário é também possível, pelo que os resultados seriam os opostos para cada tipo de percutor.

O **talhe por pressão** é feito com recurso a um punção que pode ser de vários materiais, nomeadamente de pedra, de haste de cervídeo, de osso e de metal. Nesta técnica, o punção é aplicado directamente na zona de impacto e é pressionado, em geral, com a força do corpo do artífice. A pressão pode, por vezes, ser feita com a ajuda de equipamento mais complexo, como formas de alavanca para aumentar a força de pressão.

Independentemente do tipo de percutor e do tipo de talhe, o processo de debitagem pode seguir várias estratégias de redução do núcleo. Cada uma delas pode seguir várias formas particulares, correspondentes a uma cadeia operatória própria (Figura 152). As estratégias de redução ou debitagem seguem percursos gerais que se dividem em grupos principais: redução

unidireccional, bidireccional, bidireccional oposta, multidireccional, centrípeta e bifacial. O grupo de redução unidireccional inclui um conjunto de estratégias de debitagem marcado por um só plano de percussão e um só plano de debitagem, que permite a produção de qualquer tipo de suporte e um grande número de tipos de núcleo, nomeadamente o prismático, piramidal e o seixo talhado.

A estratégia bidireccional inclui todos aqueles casos que, independentemente do número de planos de percussão, utilizam dois planos de

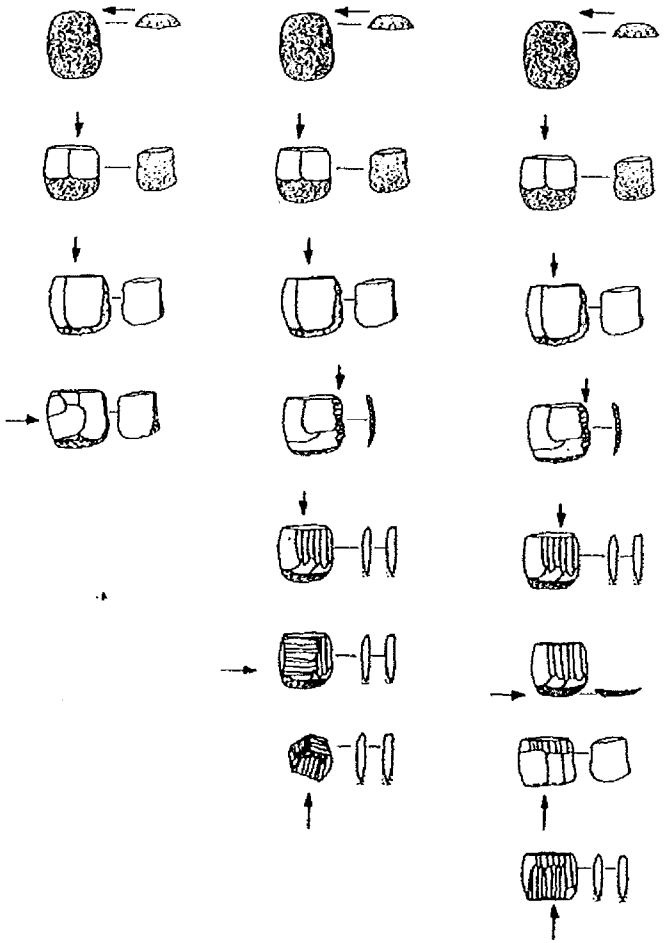


Figura 152. Exemplos de cadeias operatórias do Paleolítico Superior de Rio Maior.

debitagem. É utilizada para permitir uma maior economia e aproveitamento da matéria-prima, com a possibilidade de uma utilização mais eficiente do núcleo. Os núcleos resultantes da estratégia bidireccional de debitagem são os prismáticos e os seixos talhados.

A estratégia bidireccional oposta, ao contrário da bidireccional simples, tem apenas um plano de debitagem, e dois planos de percussão localizados nos extremos opostos do núcleo. Este sistema de redução do núcleo permite obviar problemas de fracturas e perdas de ângulo de um dos planos de percussão, mantendo o comprimento total do plano de debitagem. A estratégia bidireccional oposta pode, ainda, fazer-se valer de um tipo de redução alternante, isto é, passando alternadamente de um plano de percussão para o outro, mantendo assim um conjunto de arestas-guia de grande qualidade. Neste caso os suportes produzidos mais frequentemente são as lâminas e as lamelas.

A estratégia multidireccional é aquela em que existem vários planos de percussão e vários planos de debitagem, resultando em núcleos ortogonais. Estes núcleos fazem lembrar um cubo, onde todas as faces foram aproveitadas, por vezes como plano de debitagem ou de percussão. Na estratégia multidireccional, bem como na estratégia bidireccional, os suportes produzidos são variados, sendo os mais comuns as lascas e as lamelas.

A estratégia centrípeta produz lascas a partir do plano de percussão para o centro do núcleo, formando assim uma morfologia discóide. O aspecto principal neste tipo de redução é o facto de o plano de percussão ser todo o exterior do núcleo, sendo este preparado com o levantamento de lascas a partir do plano de debitagem. Também o plano de debitagem é preparado através de lascas levantadas a partir de várias direcções de forma a criar uma superfície convexa. Com o levantamento da maior parte das lascas a superfície torna-se plana, tendo que ser preparada de novo. Esta estratégia é tradicionalmente conhecida como técnica levallois, visível nos núcleos com o mesmo nome, bem como nos núcleos mais simples, conhecidos como discóides (Figura 153). Provavelmente esta estratégia de debitagem apareceu a partir do trabalho de preparação dos bifaces – quando estes se fracturavam na preparação da sua secção menos espessa, a forma mais simples de reaproveitar o bloco de matéria-prima

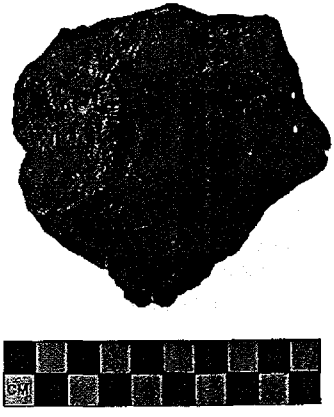


Figura 153. Núcleo discóide da Gruta de Ibn Ammar, Lagoa.

era a alteração da zona fragmentada, formando assim um núcleo relativamente espesso e com duas faces convexas, que facilmente podiam ser transformadas e preparadas com a forma necessária para produzirem lascas com dimensões e morfologias semelhantes.

Por fim, a estratégia de redução bifacial é utilizada na produção de objectos de tipo macrolítico, como os bifaces ou os machados mirenses, e também para a produção de pontas de arremesso, como as pontas de loureiro solutrenses. Nos materiais macrolíticos é frequente o núcleo ser o próprio suporte que dá origem ao utensílio retocado, havendo todo um conjunto de lascas extraídas que são debitagem resultante da preparação da ponta bifacial. Estas lascas (denominadas lascas de adelgaçamentos bifaciais) têm, na sua maior parte, uma morfologia própria, quer no que respeita à sua face dorsal, quer no que respeita ao talão. A fase dorsal encontra-se marcada pela presença de negativos de levantamentos vindos de várias direcções, enquanto que o talão é multifacetado, apresentando um ângulo muito fechado e um pequeno lábio, correspondendo ao gume lateral da ponta que vai sendo adelgaçado e endireitado continuamente até se chegar ao produto final – a ponta bifacial.

O conjunto de elementos tecnológicos das cadeias operatórias pode ser reconstruído por dois métodos analíticos. O mais preciso dos dois é a remontagem, como se pode ver pelos excelentes resultados obtidos pela equipa de Anthony Marks no sítio paleolítico de Boker Tachtit, Israel (Marks, 1985; Marks e Volkman, 1983, 1987; Volkman, 1983), em França em sítios Paleolíticos como Étiolles, e Pincevent, entre outros (Cahen *et al.*, 1980; Cahen 1981; Pigeot, 1983; Audouze *et al.*, 1987) ou ainda no Aurignacense e Gravettense alemães por Hahn e Owen (1985). A remontagem é um método muito moroso e, consequentemente, dispendioso, para além de que só em determinadas situações de contexto arqueológico pode ser utilizada. É o caso de sítios arqueológicos com um número relativamente pequeno de peças e onde as matérias-primas são muito distintas umas das outras. Este tipo de trabalho foi já levado a bom cabo em vários sítios arqueológicos do Paleolítico Superior da Estremadura, sendo o único especialista português Francisco Almeida, investigador do CIPA (Almeida *et al.*, 2003; Almeida 1998, 2000).

O segundo método, geralmente denominado análise tecnológica, baseia-se na análise das características morfológicas de todos os produtos resultantes da redução dos núcleos, que, naturalmente, reflectem cada um dos momentos das várias cadeias operatórias presentes no sítio arqueológico. Este tipo de análise foi denominado por "remontagem mental" por Tixier *et al.*, (1980:36). De facto, a análise tecnológica foi desenvolvida principalmente pela escola americana, com exemplos que cobrem o Acheulense (Sampson e Bradley, 1986), o Moustierense (Munday, 1979) e o Paleolítico

Superior (Ferring, 1980, 1988). Em Portugal, este tipo de metodologia foi primeiro utilizada por Bicho para o Paleolítico Superior e Epipaleolítico de Rio Maior (1992), e alguns anos mais tarde por Carvalho, para o Neolítico Antigo (1998b), e por Carvalho (1995-96) e Forenbaher (1998, 1999) para o Calcolítico.

A análise tecnológica incide sobre a diversidade morfológica de todos os elementos líticos de uma colecção, dividindo-os em classes: núcleos, debitagem (lascas, lâminas e lamelas), restos de talhe (esquírolas e fragmentos), produtos de preparação e manutenção dos núcleos e utensílios. Cada um destes é analisado separadamente segundo um conjunto de atributos diversos.

Os **núcleos** devem inicialmente ser organizados segundo uma tipologia relacionada com a cronologia das colecções que se vão estudar. As características dos núcleos que podem ser analisadas do ponto de vista morfológico são:

- o tipo de suporte (por exemplo, nódulos, seixos, blocos tabulares, lascas);
- quantidade de córtex;
- tipo de córtex (por exemplo, resultante de pátina ou erosão química);
- tratamento das várias faces do núcleo (separadamente, sendo as mais importantes a superfície de lascamento ou plano de debitagem e o plano de percussão);
- tipo de levantamentos (*i.e.*, lasca, lamela e lâmina);
- secção e razão provável do abandono do núcleo (*e.g*, fractura de ressalto, esgotamento, esmagamento do plano de percussão, perda de ângulo de percussão, presença de geodos).

Além dos aspectos tecnológicos deve ser registado também o tipo de matéria-prima, aspecto, aliás, que deve ser também arrolado na análise das outras classes de artefactos líticos. Para as outras classes, o tipo de atributos a analisar é idêntico para todas, apesar de haver distinções na sua funcionalidade. A única excepção é a dos restos de talhe, uma vez que a informação contida nestes, para além do seu número e tipo de matéria-prima, é nula. Os atributos que devem ser registados são:

- a quantidade de córtex (geralmente dividida em classes numéricas como, por exemplo, 0-25,26- 50,51- 75, 76-95, > 95% – tradicionalmente dividem-se as lascas em apenas três categorias –, corticais, parcialmente corticais e não corticais –, sendo a divisão manifestamente insuficiente para permitir uma reconstrução da cadeia operatória);

- a localização do córtex na face dorsal;
- a secção e perfil do suporte (isto é, o formato dos eixos longitudinal e latitudinal);
- formato da face dorsal e da extremidade da peça;
- características das arestas ou nervuras da face dorsal resultantes dos levantamentos anteriores (*e.g.*, paralelos, convergentes, cruzados);
- número de levantamentos anteriores;
- tipo de talão, que pode ser cortical, simples, facetado, multifacetado, esmagado, punctiforme. O talão pode ainda encontrar-se marcado pela presença de vestígios de abrasão da cornija (zona de intersecção entre o talão e a face dorsal da peça) e a presença de um pequeno lábio (na intersecção entre o talão e a face ventral da peça).

A presença/ausência do primeiro dos atributos da análise do talão é importante porque permite demonstrar uma preparação da cornija, geralmente com um material como o arenito, para a regularizar de forma a que o percutor tenha mais aderência, sem o perigo de escorregar. Este trabalho é frequente, mas não exclusivo, do uso do percutor elástico. A preparação é indicada nesse caso porque o impacto do percutor elástico no núcleo se faz, em geral, muito próximo da orla do mesmo. A presença do talão labiado parece estar também relacionada com a utilização de um percutor elástico, principalmente quando os dois atributos aparecem juntos (Zilhão, 1995). Para a classe dos utensílios deve ainda registar-se a localização da zona retocada no suporte, bem como a quantidade de área afectada por essa modificação.

A utilização dos vários atributos não é necessária em todas as análises. De facto, a análise do conjunto de atributos é muito morosa, pelo que os atributos escolhidos devem responder aos problemas levantados pelo investigador, e ser identificados apenas aqueles atributos que são significativos e que não sejam só o resultado de variabilidade dentro da própria colecção, resultante de aspectos idiossincráticos. A análise morfológica deve, portanto, tentar esclarecer aspectos tecnológicos das cadeias operatórias, bem como responder a questões referentes à diversidade tecnológica enquanto reflexo da diversidade das comunidades humanas.

Alguns dos atributos servem para clarificar a morfologia do suporte (formato da face dorsal, secção e formato da extremidade), que provavelmente poderá corresponder ao suporte desejado. Outros atributos servem para determinar o controlo técnico do artesão (*e.g.*, abrasão da cornija, tipo de talão e tipologia dos núcleos) ou ainda para reconstruir a cadeia operatória (quantidade e localização do córtex, padrão das arestas nas superfícies dorsais).

A padronização das análises permite a fácil comparação entre sítios e níveis arqueológicos no âmbito de um projecto de investigação. Se os dados resultantes da análise forem publicados na íntegra, existe a possibilidade de se compararem sítios e resultados de vários projectos, aspecto que pode ser observado no trabalho de Zilhão (1995) com a utilização dos dados respeitantes ao Magdalenense da região de Rio Maior publicados por Bicho (1992).

Finalmente, resta mencionar um último ponto importante na análise dos artefactos em pedra lascada – a questão das dimensões e suas medidas. São três os elementos que frequentemente são medidos no material lítico: comprimento, largura e espessura (no caso dos talões, as medidas necessárias são apenas a largura e espessura). Nos núcleos é ainda frequente medir o seu peso, servindo esta dimensão como uma

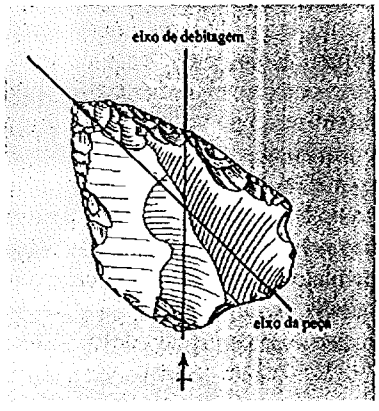


Figura 154. Indicação dos eixos principais das peças (segundo Débenath e Dibble, 1994:17).

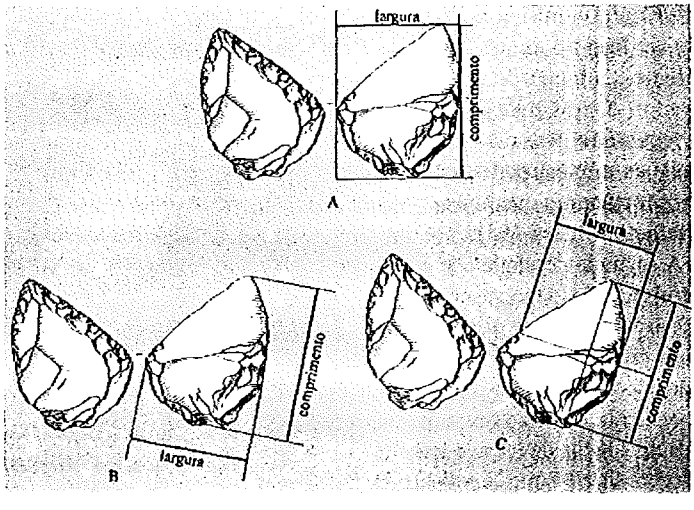


Figura 155. Medição dos eixos da peça (segundo Débenath e Dibble, 1994:18).

medida rápida e prática para a comparação entre indústrias, do grau de esgotamento ou utilização dos núcleos.

As três variáveis indicadoras da dimensão dos núcleos (comprimento, largura e espessura), apesar de à primeira vista não levantarem problemas na sua medição, devem ser definidas *a priori* pelo investigador. O comprimento, largura e espessura dos artefactos podem ter vários significados. O comprimento do núcleo pode ser o comprimento do plano de debitagem ou o comprimento máximo do núcleo. Neste último caso a informação refere-se ao potencial do comprimento do suporte, enquanto que no do primeiro dá o comprimento máximo dos suportes produzidos a partir desse núcleo. Como se viu, a obtenção das dimensões dos núcleos pode ser complicada, uma vez que existem vários eixos possíveis para cada uma. Em geral, o comprimento do núcleo é medido segundo o eixo mais longo paralelo à superfície de lascamento perpendicularmente ao plano de percussão. A largura e a espessura são geralmente medidas perpendicularmente ao ponto médio desse eixo.

No caso dos suportes, o comprimento máximo pode ser do gume ou da peça em si. Para a definição do comprimento de uma peça é necessário definir-se os seus eixos tecnológico e morfológico. O eixo tecnológico é aquele que resulta da linha virtual formada pela direcção do impacto de percussão e que tem origem no ponto de percussão do bolbo. O eixo morfológico, também conhecido por eixo da peça, é o eixo de simetria mais longo da peça (Figura 154). Com base nestas definições, o comprimento máximo da peça pode ser medido de três maneiras diferentes: o chamado método da caixa em que as medidas correspondentes à largura e comprimento são as correspondentes à do menor rectângulo que pode conter o artefacto (Figura 155).

A segunda possibilidade é medir o eixo mais longo desde o talão até à extremidade do artefacto (ou seja, o eixo morfológico da peça), sendo a largura a distância máxima, perpendicular ao eixo anterior, entre os dois lados da peça; a terceira forma consiste em medir a distância entre o ponto de percussão e a extremidade mais afastada desse pon-

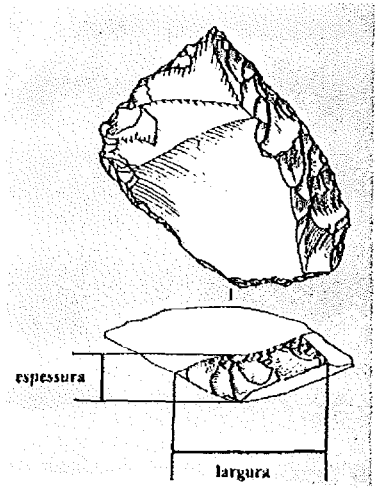


Figura 156. Medições do talão (segundo Débenath e Dibble, 1994:18).

to (ou seja, o eixo tecnológico da peça ou de debitagem), correspondendo a largura à perpendicular no ponto médio do eixo do comprimento.

A espessura pode também ser obtida de várias formas. A mais frequente é medir no ponto de cruzamento dos eixos do comprimento e largura, independentemente do método utilizado. Outra forma de obter a espessura é medir o ponto de espessura máximo. Neste caso, é necessário decidir se a espessura máxima deve ou não incluir o talão, uma vez que geralmente é a zona em que a espessura é maior. O mesmo problema se coloca no caso da medição da largura máxima da peça. Note-se que as três formas de medição do comprimento e largura descritos acima servem como variáveis comparativas entre suportes ou entre indústrias. No que respeita à largura da peça o tipo de medição tem uma funcionalidade muito restrita, principalmente nos casos em que os suportes não são regulares e apresentam formas atípicas e irregulares.

A medição da largura e espessura do talão parece ser mais consensual, sendo a largura máxima do talão e a espessura a linha perpendicular ao eixo anterior, a partir do bolbo até à face dorsal da peça (Figura 156). Em suma, pode afirmar-se que a forma de obtenção das variáveis numéricas dos artefactos líticos deve depender, tal como no resto dos atributos observados, do objectivo da análise.

14.1.2. A tipologia

A tipologia lítica desenvolveu-se desde muito cedo e pode afirmar-se que aparece juntamente com os primeiros estudos sobre a origem da humanidade, ainda no século XIX. A presença e importância da tipologia lítica são claras nos trabalhos de Henri Breuil (1912) e de outros autores que organizaram as cronologias da Pré-História da Europa Ocidental, nomeadamente em Portugal (*e.g.*, Breuil e Zbyszewski, 1942, 1946). Desde o início do século XX que o número de tipologias líticas concebidas para a definição de determinadas culturas ou indústrias pré-históricas aumentou progressivamente, principalmente a partir dos trabalhos de François Bordes mencionados anteriormente (1950a, 1950b, 1953a, 1953b, 1961, 1969, 1988; Bordes e Bourgon 1951) e aplicados ao Paleolítico Inferior e Médio. A partir de então, foram desenvolvidas diversas tipologias, das quais devem ser destacados os trabalhos de Biberson (1961, 1967) para o Paleolítico Inferior do Norte de África, de Sonneville-Bordes e Perrot (1953, 1954, 1955, 1956a, 1856b) para o Paleolítico Superior e respectivas propostas de alteração (Bietti, 1976-77; veja-se também o trabalho de doutoramento de Zilhão – 1995 - para Portugal), de Rozoy (1978) para o Epipaleolítico e Mesolítico franco-belga, de Tixier para o Epipaleolítico do Norte de África (1963), de Fortea

Pérez (1973) para o Epipaleolítico do Levante espanhol e ainda as tipologias menos ortodoxas de Laplace (1972) – cf. Tabelas I a V (vide Anexo, pp. 471-479).

No âmbito da tipologia, foi desenvolvido, também por Bordes, um conjunto de ferramentas conhecidas por **índices tipológicos**, e que são geralmente utilizados no Paleolítico Médio e Superior. Os índices tipológicos são razões entre conjuntos de artefactos como, por exemplo, o índice de raspadeiras (a percentagem de todas as raspadeiras no total dos utensílios retocados) ou o índice tipológico de levallois (percentagem dos utensílios *levallois* no total dos utensílios retocados, excluindo os bifaces e os machados). Este conjunto de ferramentas, dos quais só se nomearam dois exemplos, é muito alargado e tem sido utilizado principalmente com vista a separar conjuntos culturais, como é o caso dos fácies moustierenses ou os tecno-complexos do Paleolítico Superior. No entanto, outro tipo de índices tem sido utilizado (Zilhão, 1992, 1995; Bicho 1995-1997), que geralmente servem para o estudo de aspectos relacionados com a mobilidade ou a funcionalidade dos sítios arqueológicos

Não é objectivo deste trabalho abordar ou comentar cada uma destas tipologias. Mais importante é descrever como é que se pode organizar e desenvolver uma tipologia lítica, com base no estudo dos atributos dos utensílios líticos.

No campo de acção da tipologia, um dos conceitos primordiais é o de **utensílio lítico**. A sua definição em arqueologia pode ser complexa, dependendo do especialista que a define e da tipologia que se está a seguir ou desenvolver. Como princípio básico, o utensílio é todo o artefacto que foi utilizado para promover ou efectuar uma certa actividade ou função (por oposição aos suportes não utilizados e aos restos de talhe que são todos os artefactos que resultaram da preparação ou manutenção de um núcleo ou de um instrumento). Apesar desta definição ser simples, a sua funcionalidade é muito restrita porque não é fácil reconhecer a olho nu quais os artefactos que serviram como utensílios. De facto, a única forma de verificação é através da traceologia, disciplina muito recente, lenta e dispendiosa, que se restringe a um grupo pequeno de especialistas. A estes problemas adiciona-se o facto de a análise traceológica se limitar a um número muito pequeno de colecções, uma vez que, para serem estudados, a superfície dos artefactos tem que estar em condições de preservação excelentes. Por esta razão existe um número elevado de indústrias e artefactos que não se coadunam com a análise traceológica.

Pode também definir-se utensílio lítico a partir de uma conceptualização abstracta, em que a premissa-base assenta na ideia de que é possível verificar-se a existência de instrumentos líticos quando os suportes foram modificados, tendo esta modificação (o retoque) o propósito de o artefacto de-

sempenhar uma determinada função e actividade. Deste modo, todas as morfologias que resultaram da alteração posterior dos restos de talhe são consideradas utensílios, pois a sua alteração serviu, nesta perspectiva, uma função específica que tornou esse artefacto num utensílio. Estes artefactos são denominados utensílios retocados, mas são, na realidade, utensílios apenas no sentido formal do conceito, já que a sua função só pode ser comprovada (ou negada) pela traceologia. Contudo, as tipologias construídas com objectivos cronológicos e de definição cultural foram sempre desenvolvidas com base em características formais que o arqueólogo identificou como funcionais.

O elemento principal de modificação de um suporte e da sua transformação em utensílio é o retoque, que pode tomar várias formas e estar localizado em diferentes secções do suporte, fazendo com que o utensílio tenha denominações diferentes.

Um dos aspectos mais importantes focados nas últimas décadas é o reconhecimento de que cada um dos tipos de utensílios retocados pode, em boa verdade, corresponder a um momento da cadeia operatória desse utensílio, no momento do seu abandono. Este fenómeno arqueológico, já referenciado por Heider (1967), foi denominado por Jelinek (1976) como o **Efeito Frison**. Este consiste na ideia de que vários tipos de utensílios retocados encontrados não correspondem necessariamente à morfologia desejada pelo artesão que os fez, mas resultam de um processo de modificação morfológica mais ou menos contínuo, desde o momento da aquisição da matéria-prima até à fase de abandono, passando por várias fases de formalização, retoque, manutenção do gume e redução do próprio volume da peça. Dibble (1984, 1988), debruçando-se sobre os raspadores e pontas moustierenses, procedeu a várias análises para testar a veracidade do Efeito Frison. No seu estudo, Dibble chegou à conclusão, que alguns desses utensílios não são categorias distintas e separadas umas das outras, representando, na verdade, uma linha contínua de transformação através de retoque e reavivamento dos gumes.

O **retoque** pode ser analisado, segundo Tixier, com base em vários aspectos,:

- orientação – define o retoque no aspecto da orientação dos levantamentos feitos em relação à face ventral da peça. Se o retoque tiver sido feito a partir da face ventral designa-se retoque directo; se, pelo contrário, tiver sido feito a partir da face dorsal designa-se retoque inverso. É chamado retoque *alternante* quando no mesmo gume aparece retoque directo e inverso; é chamado alterno quando um lado da peça tem retoque directo e o outro lado retoque inverso. Existe ainda o retoque bifacial;

- localização – pode ser distal, mesial (esquerdo ou direito), proximal ou total (a orientação da peça na Europa é feita sempre com o bolbo para baixo e a face dorsal virada para o observador, com excepção de algumas classes de utensílios como as raspadeiras ou os buris, onde a zona retocada ou alterada fica sempre para cima, isto é, como parte distal da peça);
- distribuição – contínua ou descontínua no bordo da peça;
- forma – corresponde à linha do gume em relação a um linha virtual exterior e paralela ao eixo onde se encontra o retoque (convexo, direito, côncavo, denticulado ou com entalhe);
- extensão – o espaço de cobertura do retoque na face da peça (marginal a invasivo);
- inclinação – o ângulo entre a face provocada pelo retoque e a face ventral (se o retoque for directo) ou dorsal (se o retoque for inverso), podendo ser rasante, semiabrupto ou abrupto formando este um ângulo próximo dos 90°, designando-se, neste caso, dorso. Este pode ser cruzado quando o retoque é feito a partir de ambas as faces (dorsal e ventral);
- morfologia – a morfologia do retoque assume quatro tipos distintos: paralelo, subparalelo, escamiforme ou escamoso e remontante.

Os utensílios dividem-se em várias classes, independentemente do número de tipos que a integram. Em cada classe pode haver um número maior ou menor de tipos que dependem da divisão tipológica, região e cronologia em causa. Não é objectivo deste trabalho definir todos os tipos existentes dentro de cada classe, mas sim permitir a identificação de todos os utensílios que pertencem a cada classe: raspadeiras, raspadores, buris, truncaturas, entalhes e denticulados, furadores, armaduras (pontas unifaciais, bifaciais e pedunculadas, e micrólitos) e instrumentos macrolíticos.

As **raspadeiras** são peças sobre lasca, lâmina ou lamela que apresentam retoque contínuo e regular, não abrupto numa ou ambas as extremidades, formando uma frente mais ou menos arredondada que se designa por frente de raspadeira. O retoque está limitado a uma zona relativamente pequena, e a tendência frequente é para que a peça seja estreita. Existe um número muito variado de tipos de raspadeiras, e são muito comuns desde o início do Paleolítico Superior ao Neolítico, havendo, contudo, exemplos desde o Paleolítico Inferior. Os tipos mais comuns são diferenciados tendo em conta o tipo de suporte (em lasca ou lâmina), presença ou ausência de retoque noutras zonas da peça, espessura do suporte (espessas ou finas) e formato da frente da raspadeira (afocinhadas, simples, carenadas). É importante notar que a tipologia das raspadeiras tem precedência em relação a

qualquer outro tipo de retoque que possa estar presente na peça. Assim, se uma lasca estiver retocada e tiver uma frente de raspadeira, o tipo deste artefacto é o de raspadeira sobre lasca retocada. A denominação relaciona-se com a perspectiva tradicional da funcionalidade, isto é, raspar, supondo-se que o seu objectivo principal fosse o tratamento de peles.

Os **raspadores** são um tipo de utensílio lítico que surgiu já no Paleolítico Inferior Arcaico, tendo sido o utensílio de eleição durante o Paleolítico Médio. Desde o final desse período que a sua presença é constante durante o resto da Pré-História, ainda que em número insignificante. O raspador (*racloir* em francês, termo usado por Boucher de Perthes em 1847) caracteriza-se por um suporte, lasca ou lâmina, com retoque contínuo e regular, com inclinação de rasante a abrupta, mas nunca marginal, podendo ser escamiforme ou remontante, num ou mais bordos da peça. A forma do bordo retocado varia de convexo, côncavo a direito, não apresentando qualquer zona denticulada. Esta definição é muito lata, mas marca aspectos importantes e que separam o raspador da raspadeira – a zona retocada é maior, não é circular e o retoque é mais invasivo e, frequentemente, mais abrupto. A diversidade dos raspadores é também muito grande. Definem-se, geralmente, os tipos com base na forma do bordo retocado e no facto de serem simples ou duplos (muitas vezes convergentes). Os raspadores podem ser paralelos ao eixo tecnológico morfológico da peça ou transversais a esse mesmo eixo e, neste caso, chamados raspadores transversais. A sua morfologia, menos delicada e mais resistente do que a das raspadeiras, é provavelmente consequência da sua funcionalidade que, segundo alguns autores, aparece como resultado da actividade de raspar madeiras, aspecto que foi confirmado algumas vezes por trabalhos traceológicos (Beyries, 1988).

Os **buris** são uma classe de instrumentos líticos que aparecem durante o Paleolítico Médio em pequeno número para se tornarem, juntamente com as raspadeiras, dominantes durante o Paleolítico Superior. O seu número começa a desaparecer durante o Mesolítico e são raros no Neolítico. Os buris caracterizam-se pela intersecção de dois planos (resultado de dois ou mais levantamentos de pequenas lamelas designadas por resíduo de golpe de buril) que formam uma aresta resistente que, de acordo com o seu nome, serviria para gravar. O suporte de um buril pode ter qualquer morfologia, incluindo a lamela. Existem dois grupos principais de buris: os buris diedros e os buris sobre truncatura. Os primeiros são aqueles cuja intersecção forma um ângulo inferior a 90° e é composta por levantamentos perpendiculares ou oblíquos entre si. Uma excepção a este caso é o chamado buril sobre fractura, em que um dos planos resulta de uma fractura e não de um levantamento intencional.

O segundo grupo dos buris sobre truncatura reconhece-se pelo facto de um dos planos resultar de retoque abrupto (a truncatura) perpendicular

ao eixo do levantamento retocado e que atravessa a largura da peça (se o retoque for paralelo ao eixo da peça, nesse caso o buril é designado por buril transversal sobre truncatura ou sobre entalhe). Os buris são caracterizados também pela sua simetria em relação ao eixo tecnológico da peça e à forma da truncatura, que é côncava, convexa, direita ou oblíqua. São ainda definidos pelo facto de serem simples ou múltiplos, isto é, de apresentarem buris nos dois extremos da peça, podendo estes últimos ser mistos (terem uma secção diédrica e outra sobre truncatura). Do ponto de vista funcional, a tradição arqueológica acredita que nos buris a aresta de intersecção teria sido utilizada para gravar quer em osso quer em madeira, provavelmente para actividades de tipo artístico e simbólico. No entanto, alguns estudos traceológicos vieram mostrar que as arestas resultantes dos levantamentos dos golpes de buril, geralmente paralelas ao eixo longo da peça, foram também utilizadas para raspar madeira num movimento semelhante ao da plaina do carpinteiro.

As **truncaturas** constituem outro grupo importante. Têm uma curva de presenças e frequência semelhante à dos buris – aparecem ainda no Paleolítico Médio, o período de maior frequência é o Paleolítico Superior, diminuindo progressivamente após esse período. Os suportes utilizados são mais frequentemente as lâminas e lamelas. A sua configuração é a listada com os buris sobre truncatura: direitas, convexas, côncavas e oblíquas, podendo ser duplas ou simples, respectivamente, nas duas extremidades ou só numa.

Os **entalhes** e **denticulados** são utensílios simples. A sua tipologia assenta num determinado tipo de retoque específico, que os separa do resto dos utensílios, e não é condicionada pelo tipo de suporte ou formato da peça, mas sim pelo retoque. O retoque é formado por levantamentos paralelos ou semiparalelos, bastante fundos no bordo da peça, formando um serrilhado (ou denticulado). A diferença entre denticulados e entalhes é o número de levantamentos contínuos existentes: se forem um ou dois levantamentos apenas, a designação é a de entalhe; se, pelo contrário, houver três ou mais levantamentos contínuos, a peça chama-se denticulado. Este tipo de peças está presente desde o Paleolítico Inferior e continua a ser utilizado até ao Calcolítico, em frequências variadas, provavelmente como resultado da sua funcionalidade e não devido a aspectos cronológicos ou culturais. Existem dois tipos de entalhes – um designado por clactonense, que é marcado pelo levantamento simples; o outro é designado entalhe comum, e caracteriza-se pela presença de retoque fino e marginal no gume dentro do entalhe. Note-se que, como tipos, quer os entalhes quer os denticulados têm sido repensados como possíveis exemplos do Efeito Frison: os entalhes são as primeiras fases de um denticulado e estes podem ser fases intermédias na produção de raspadores, principalmente os robustos como são os raspadores moustierense de tipo Quina.

Os **furadores** são utensílios marcados por uma secção proeminente, geralmente aguçada, produzida por levantamentos dos dois lados que lhe dão a forma pontiaguda, sendo essas áreas muitas vezes retocadas. Quando o bico é formado e limitado pelo levantamento de dois entalhes, um inverso e outro direito, tem a designação de *bec*. Quando o furador é feito sobre lamelas (ou golpes de buril, raramente sobre lâmina) é formado por um conjunto de retoques abruptos, muitas vezes cruzados em duas ou mais faces da ponta, formando um bico, não muito afiado, mas muito resistente. Este é, por vezes, chamado broca e foi provavelmente usado para furar matérias-primas duras, como o calcário, os ossos ou as conchas, para o fabrico de elementos de decoração pessoal como as contas e pendentes.

As **armaduras** são um grupo muito variado e correspondem a instrumentos retocados que possam ter servido como pontas em armas de arremesso, sejam elas pontas de lança ou de seta. Podem dividir-se em unifaciais, bifaciais, pedunculadas e microlíticas. Os atributos principais de diferenciação são a orientação e inclinação do retoque e, finalmente, a morfologia do suporte. A morfologia da peça é, em geral, marcada por uma ponta feita por retoques que frequentemente são bilaterais. As armaduras deveriam ser encabadas ou montadas em elementos de madeira que permitissem bom controlo de arremesso da arma.

As pontas bifaciais, como o nome indica, apresentam um retoque bifacial, rasante, cobrindo geralmente as duas faces na sua totalidade (Figura 157). Contudo, aparecem casos em que o retoque é apenas parcial ou, num caso específico, unifacial, mas o retoque e a peça têm todas as características de uma ponta bifacial – é o caso da ponta de face plana solutrense. A sua morfologia geral pode ser muito variada, desde formas foliáceas no Paleolítico Médio e Superior, a pontas de pedúnculo e aletas, das quais se pode distinguir o exemplo da Ponta de Parpalló e dos belíssimos exemplos de pontas do Calcolítico. O suporte para as pontas solutrenses pode ser a lasca, lâmina ou lamela, mas a morfologia inicial do suporte é sempre relativamente espessa para permitir o seu adelgaçamento, técnica necessária ao trabalho bifacial das armaduras. A tendência mostra que a espessura da peça, bem como as suas dimensões, diminuem progressivamente desde o Paleolítico Médio até ao Calcolítico.

Em relação às armaduras bifaciais, note-se que não se devem estas confundir com os bifaces acheulenses – apesar de ambos serem bifaciais e o tipo de retoque ser feito de uma maneira geral segundo as mesmas estratégias (a alternância sucessiva de faces como plano de percussão e como plano de debitagem) o retoque é muito diferente. Enquanto que o biface funciona mais como um núcleo do que resulta a produção de grandes lascas e de lâminas, o trabalho bifacial na sua maior parte não é uma técnica de retoque. Contrariamente, no caso das pontas o trabalho bifacial é quase na

sua totalidade executado com retoque. Para além disso é de referir a presença de utensílios bifaciais como as alabardas calcolíticas que, apesar da sua morfologia geral e da sua proporção dimensional, não são verdadeiras armaduras, mas provavelmente elementos de funcionalidade simbólica.

As pontas são com frequência caracterizadas pela presença de um pedúnculo lateral, feito pelo levantamento de um entalhe que é depois retocado, geralmente por via de um retoque abrupto ou semiabrupto. Estas pontas, apesar de aparecerem durante o Paleolítico Médio, têm a sua utilização máxima no Paleolítico Superior, servindo, tal como as pontas bifaciais solutrenses, de fóssil-director de vários momentos desse período.

Devido à diversidade das armaduras unifaciais existem vários grupos de pontas que são completamente diferentes e que resultam da cronologia das indústrias. Os grupos distinguem-se com base no tipo de suporte e no tipo de retoque. As pontas mais antigas são as armaduras do Paleolítico Médio: as pontas moustierenses e pontas levallois. Ambos os casos são feitos em lascas (por vezes as pontas levallois utilizam lâminas levallois), marcadas pela convergência de dois bordos, de forma a marcarem a ponta. Esta convergência é feita por retoque no caso da ponta moustierense e pela preparação do núcleo, e tem neste último caso, portanto, um carácter

Figura 157. Pontas solutrenses de Vale Boi, Vila do Bispo (da esquerda para a direita, ponta de loureiro, ponta de face plana e ponta de pedúnculo central e aletas).

tecnológico. A ponta levallois é de morfologia triangular, marcada pela presença de uma aresta-guia central à face dorsal da peça, indicando o seu eixo maior e que pré-determinou a sua forma. Esta ponta pode ser retocada marginalmente de forma a regularizar os seus gumes.

O Paleolítico Superior tem um grupo de pontas unifaciais muito particulares, conhecidas por pontas de dorso. Caracterizam-se pela presença de um retoque abrupto. São geralmente feitas em lâminas, mas podem também utilizar lascas alongadas. No primeiro caso podem destacar-se as pontas de la Gravette, enquanto que no segundo temos as pontas de Chatelperron atípicas e as facas de dorso (que aparecem no Moutierense). O dorso forma uma linha quase rectilínea, muitas vezes oposta a um gume afiado, natural e que forma a ponta com a convergência assimétrica com o dorso.

As lamelas constituem outro suporte possível para as pontas de dorso; neste caso são consideradas **micrólitos**. As pontas microlíticas de dorso são bastante variadas, devido não só à morfologia da linha de dorso (que pode ser direita ou arqueada), mas também devido à quantidade de retoque

Figura 158. Réplica de madeira com micrólitos geométricos do Museu de História e das Tradições de Ardales.

abrupto. Este pode apresentar-se em ambos os bordos ou mesmo em quatro faces da peça, formando uma armadura resistente e toda retocada, muitas vezes biapontada – são as chamadas pontas fusiformes, que aparecem no final do Paleolítico Superior português e desaparecem no início do Holocénico.

O grupo dos micrólitos contém um vasto leque de tipos, para além das pontas de dorso. Um dos grupos principais é o dos geométricos, conjunto marcado pela presença de triângulos, crescentes, trapézios e rectângulos, cuja geometria é geralmente dada pela presença de truncaturas nas duas extremidades das lamelas. Estes artefactos eram provavelmente usados como elementos individuais de utensílios compostos, por vezes funcionando como armaduras, outras como foices ou outros utensílios cortantes. Cada micrólito podia ser substituído separadamente no caso de fragmentação (Figura 158). Este tipo de utensilagem aparece no Paleolítico Superior, mas tem a sua utilização máxima durante o Mesolítico começando o seu declínio ainda durante o Neolítico.

Para além dos geométricos existem ainda outras pontas, marcadas por retoque marginal, de entre as quais se destaca a Lamela Dufour (conhecida por Lamela Ouchtata no Norte de África). Acrescenta-se ainda à lista dos

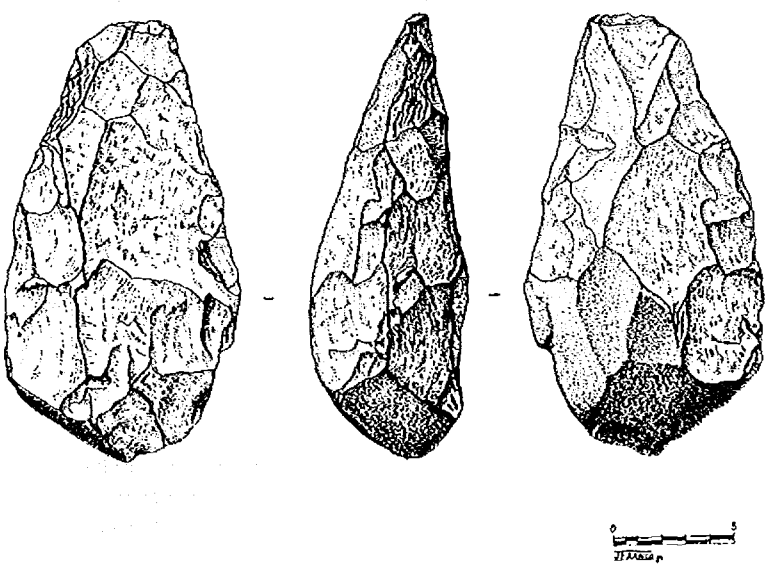


Figura 159. Exemplo de um biface dos terraços pleistocénicos do Rio Ponsul, Castelo Branco.

micrólitos as lamelas retocadas, de dorso, denticuladas e com entalhes, podendo todas elas ser truncadas.

Os **instrumentos macrolíticos**, também muito variados, aparecem em todas as épocas. Dentro desta variedade destacam-se os bifaces acheulenses (Figura 159), que como foi já mencionado acima, apresentam uma grande diversidade de formas, para os quais Bordes (1988, sendo a primeira edição de 1961) desenvolveu uma tipologia própria, baseada na espessura relativa à largura; no comprimento relativo à largura; e na forma dos bordos e da extremidade distal.

Os machados formam outro tipo no grupo macrolítico, do qual se destacam os machados acheulenses. Estes machados são, tal como a maioria de outros machados como o Mirense, feitos em lascas grandes, planas na face ventral e retocados em vários bordos, por vezes bifacialmente, com excepção do seu gume cortante localizado na extremidade distal da peça. A presença de machados é frequente em toda a Pré-História.

Também com alguma diversidade cronológica existe o Pico que forma outro dos tipos de instrumentos macrolíticos pré-históricos. É geralmente feito num seixo de dimensões grandes, e caracteriza-se por uma ponta robusta, feita por duas séries de levantamentos, uma em cada lado da peça, dando-lhe assim a forma apontada. É frequente que o resto do seixo mantenha o córtex original.

14.2. Cerâmicas

A análise das cerâmicas é muito complexa devido à sua plasticidade, ao seu potencial decorativo e a toda a sua tecnologia de produção. Existem vários estudos sobre cerâmicas, alguns dos quais muito completos, nomeadamente os estudos de Anna Shepard, *Ceramics for the Archaeologist* (1980, com a primeira edição em 1957), de Rye, *Pottery technology. Principles and reconstruction* (1981), o de Prudence Rice, *Pottery Analysis: A Source Book* (1987) e de Orton *et al.*, *Pottery in Archaeology* de (1993). Outros volumes com informação mais reduzida, mas também bem organizada, foram publicados por Arnold (1985), Sinopoli (1991), Sutton e Arkush (1998) e de Eiroa *et al.* (1999).

14.2.1. A produção de cerâmicas

Para se proceder à produção de cerâmicas, o primeiro passo é a aquisição de matérias-primas, constituídas principalmente por argilas. As argilas são preparadas, limpas e misturadas umas com as outras para a obtenção da

qualidade desejada. Para além das argilas, existem também outras matérias-primas na produção de cerâmicas, que vão desde material orgânico (para servir de desengordurantes) até minerais usados para a decoração exterior dos recipientes.

Ao contrário de outros materiais, como a madeira ou a pedra, que podem ser apenas transformados morfologicamente, a argila e os outros materiais usados no fabrico de cerâmicas alteram-se física e quimicamente. Esta alteração faz-se através de acção térmica, da qual resultam como produto final os artefactos de cerâmica. Ao contrário dos outros materiais, a argila tem a propriedade especial de ser plástica, permitindo essa propriedade a alteração da forma inicial, o que possibilita qualquer morfologia que o artesão queira ou conceptualize. Porém, para a manipulação das propriedade físicas e químicas da cerâmica é necessário tecnologia de controlo térmico do fogo que é relativamente complexa e que se designa por pirotecnia.

Os primeiros artefactos de cerâmica que se conhecem são as pequenas estatuetas paleolíticas encontradas em Dolni Vestonice, na República Checa, com cerca de 26 000 anos (Vandiver *et al.*, 1989). Os primeiros artefactos de tipo utilitário, contudo, aparecem associados ao aumento da sedentarização das comunidades humanas e ao desenvolvimento da produção de alimentos no Neolítico. A partir desse momento os recipientes de cerâmica passam a ser um dos elementos mais importantes da cultura pré-histórica. Esta importância é dada não só pela sua funcionalidade diária, mas também pela sua importância como indicador do aumento contínuo da complexidade social, dos padrões de povoamento, visto através da mobilidade e das trocas de recipientes e, finalmente, da expressão artística e simbólica que tem o seu auge já em época histórica, com as cerâmicas gregas e romanas.

A aquisição de argilas e o seu tratamento com desengordurantes é talvez um dos aspectos mais importantes na produção de cerâmica. Os desengordurantes são elementos não plásticos como, por exemplo, os minerais presentes nas argilas ou materiais orgânicas. O efeito destas adições é diverso e complexo. Em termos da sua funcionalidade, os desengordurantes servem para proteger e dar mais resistência ao recipiente no que concerne à sua secagem, cozedura e impermeabilidade. A argila mistura-se com água para a tornar plástica, sendo o período de secagem importante, uma vez que nesse processo se podem dar fracturas devido à evaporação da água e contracção das argilas. A presença de desengordurantes vai modificar esse processo, uma vez que esses elementos não absorvem água e, como resultado, a contracção das argilas é menor, tal como o seu tempo de secagem. Desengordurantes a mais podem levar à perda da plasticidade da argila. Tal como se referiu capítulo anterior, os desengordurantes servem também como elementos refractários, permitindo que a cerâmica aguente a cozedura. Al-

guns deles, como o quartzo e os carbonatos de cálcio, parecem ter problemas com alterações químicas que podem causar a expansão de certas áreas dos potes, fazendo com que estes se fracturem. Para evitar esse problema, são utilizados elementos orgânicos que tendem a desintegrar-se quando expostos a altas temperaturas, dando assim espaço à expansão de outros elementos desengordurantes ou mesmo bolhas de ar presentes nas argilas. A própria água traz elementos importantes à composição argilosa, uma vez que contém sais minerais, dos quais o mais importante é o sódio. Este elemento é, por vezes, utilizado para dar um acabamento na superfície do recipiente.

Quando a mistura argilosa está preparada, tem que ser muito bem amassada para que todo o ar que contém seja removido (a presença deste durante a cozedura pode causar a fragmentação dos recipientes, já que o ar se expande quando é aquecido) e para que se torne o mais plástica possível. Após esta fase, o recipiente pode ser feito através de várias tecnologias: manual e com o recurso ao torno lento ou à roda de oleiro (estas últimas inventadas já na Proto-História, ficando assim fora do contexto deste trabalho). A produção manual de cerâmica pode ser feita segundo três técnicas: a moldagem, a modelagem e a cordoagem (Figura 160). Na moldagem a argila é forçada em volta (ou dentro) de um molde, que pode ser feito de cestaria, madeira ou pedra, que lhe dá o seu formato. Por vezes, a base do pote é feita com o recurso a um molde e o bojo e o bordo são feitos com a pressão entre duas espátulas ou entre uma espátula e um seixo. A modelagem faz-se apenas com as mãos, a partir de uma bola de argila, dando-lhe a forma com os dedos. Este método permite fazer apenas recipientes de pequenas dimensões.

A técnica da cordoagem, também conhecida pela técnica dos rolinhos ou columbinos, é talvez a mais interessante (e mais comum no início da produção de cerâmica). O oleiro faz uma série de rolos de argila, que vai sobrepondo num círculo, aumentando o seu diâmetro para o bojo e depois diminuindo-o para fechar a boca do pote. Em seguida, para o regularizar e tornar impermeável, o oleiro pressiona com as mãos as paredes do interior e exterior do recipiente, utilizando por vezes um seixo, madeira ou mesmo um pano. Pode ainda recorrer-se à espátula e ao seixo, este último aplicado ao lado interno do recipiente, tornando as paredes do pote menos espessas. Para diminuir ainda mais a espessura, a parece do recipiente é batida com a espátula. A utilização da espátula e do seixo pertence já a uma outra fase artesanal de produção dos recipientes, denominada acabamento da superfície. Para se proceder à diminuição da espessura do pote, pode também praticar-se a raspagem do interior do recipiente, geralmente com movimentos paralelos e verticais ao longo do bojo. O trabalho faz-se com um utensílio denticulado, como uma concha, um artefacto de pedra lascada ou mesmo fragmentos de cerâmica velha. As marcas destas técnicas verificam-se pela existência de estrias paralelas no interior dos potes.

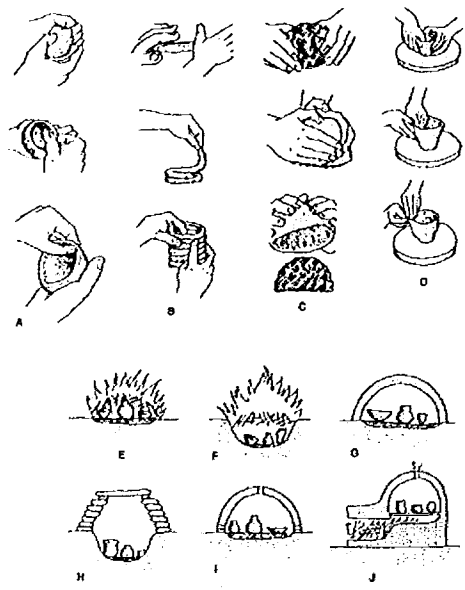


Figura 160. Exemplos de técnicas de fabrico de cerâmicas e tipos de tecnologia de controle térmico (segundo Eiroa, *et al.*, 1999:153).

A fase final do acabamento da superfície dos recipientes de cerâmica consiste no tratamento por alisamento e polimento da superfície. Esta fase decorre quando a argila está menos húmida e já perdeu muita da sua plasticidade, mas que permite ainda a remoção de impressões e inclusões da argila que aparecem no exterior dos recipientes. Basta para isso que o oleiro passe a mão sobre o exterior dos recipientes alisar a superfície dos mesmos. Após este trabalho, é possível passar-se ao polimento, denominado brunido. Esta técnica implica esfregar um objecto liso, como um seixo, osso, madeira ou mesmo um pano, sobre a superfície do pote. A acção sobre o artefacto faz com que as partículas argilosas da superfície se compactem e reorientem, produzindo um acabamento brilhante. No caso dos objectos duros como a pedra ou osso, o brunido fica marcado frequentemente pela existência de linhas paralelas na superfície, enquanto que no caso do pano o polimento é maior dando um brilho mais uniforme à peça. Trata-se de uma técnica que pode ser feita utilizando padrões decorativos, como o chamado brunido reticulado encontrado na Idade do Bronze da Estremadura.

A alteração da superfície exterior dos potes pode ainda ser feita com o recurso a outras técnicas decorativas muito variadas, de que se destacam a

coloração, a aplicação plástica e a escarificação. A escarificação divide-se em duas técnicas diferentes, a incisão e a impressão. Na incisão, a superfície do recipiente sofre a remoção de argila com o auxílio de um utensílio relativamente afiado (um cinzel) que pode ser de madeira, osso ou mesmo pedra, sendo este arrastado pela superfície. Esta técnica deixa muitas vezes no final das linhas uma pequena acumulação de argila, resultado do movimento de tracção do cinzel ou do pente. É a incisão com aqueles utensílios que faz os padrões decorativos da superfície do recipiente, que podem ser muito diversificados, desde figuras geométricas muito simples como linhas rectas, passando por geometria complexa (espirais, linhas em ziguezague), até figurações antropomórficas ou naturalistas.

A impressão, tal como o nome indica, é a utilização de um objecto do tipo de um punção, geralmente em madeira, osso ou concha, para fazer pressão sobre a argila ainda mole, formando padrões. Estes podem ser simples ou complexos, principalmente quando a impressão é de tipo estampilhado, ou seja, quando se faz com um pente que é decorado por um padrão, sendo este aplicado segundo um modelo, sobre parte ou a totalidade da superfície do recipiente.

A aplicação plástica recorre à adição de elementos argilosos à superfície do recipiente com formas várias, das quais se destacam os mamilos, os botões e as asas, sendo estas muitas vezes perfuradas. São ainda aplicados cordões, quer junto ao bordo, quer no bojo dos recipientes.

A coloração é feita segundo dois processos, um com o auxílio de corantes e tintas e outro com o recurso de argilas. Neste último caso, é aplicada à superfície do pote uma aguadilha de argila de cor diferente da do recipiente. A esta nova camada de argila chama-se engobe e é aplicada apenas parcialmente à superfície do recipiente, fazendo assim padrões cromáticos variados, que podem ser tão decorativos como a pintura da superfície das cerâmicas.

O recurso à aplicação de tintas, feitas a partir de pigmentos minerais ou orgânicos, pode ser executado antes ou depois da cozedura da cerâmica. A maior parte das tintas pré-históricas são um composto de água, argila muito fina, pigmentos e gordura animal ou vegetal. As cerâmicas a que é aplicada apenas uma cor têm a designação geral de monocromáticas, enquanto que aquelas com mais de duas cores se designam policromáticas (com duas cores são bicromáticas). Os pigmentos minerais são geralmente óxidos de ferro como a hematite, com um espectro cromático do amarelo ao preto, passando pelo vermelho, ou o manganés, dando cores do verde, castanho chegando ao preto.

O período de secagem da cerâmica é muito importante, porque faz diminuir o número de potes que se fracturam durante a cozedura. É um período de alguns dias, podendo chegar, por vezes, a semanas, sempre condi-

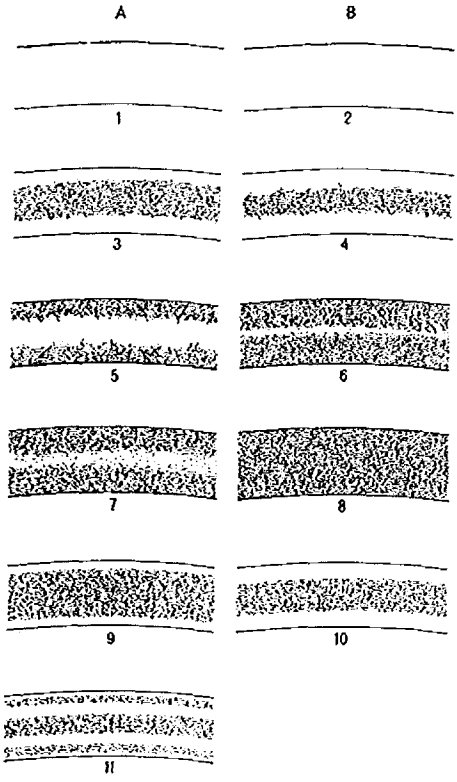


Figura 161. Exemplos de pastas oxidantes e redutoras (segundo Orton, *et al.*, 1993:134).

Coluna A – Pastas finas; coluna B – pastas grosseiras

1. Oxidante, inexistência de materiais orgânicos originalmente.
2. Oxidante, materiais orgânicos podem ter estado presentes originalmente.
3./4. Oxidante, materiais orgânicos existiam originalmente.
5. Redutoras, inexistência de materiais orgânicos originalmente.
6. Redutoras, inexistência de materiais orgânicos originalmente – preto ou cinzento podem apresentar-se até ao centro da secção.
7. Redutoras, materiais orgânicos que estavam presentes originalmente.
8. Redutoras, materiais orgânicos que podem ter estado presentes originalmente.
9./10. Redutoras, com arrefecimento rápido ao ar – o núcleo da cerâmica aparece marcado a escuro.
11. Redutoras, com arrefecimento rápido ao ar seguido de um período de redução e de um novo arrefecimento rápido ao ar – núcleos bem definidos e por vezes duplos.

cionado por factores como a espessura dos potes, conteúdo da pasta e, claro, das condições climáticas. Em geral, em regiões quentes os potes tendem a secar ao sol, enquanto que em zonas onde o clima é mais rigoroso os potes são secados dentro de casa, não muito longe de uma estrutura de combustão.

O objectivo da cozedura é transformar a argila em cerâmica, o que corresponde a uma alteração fundamental das suas propriedades físicas, nomeadamente o aumento da impermeabilidade, factor decisivo na conservação de alimentos. Para que se dê essa alteração das propriedades da argila a temperatura tem que ultrapassar os 550°. A cozedura pode fazer-se de várias formas, podendo ser divididas em duas técnicas principais: com o recurso a um forno (característico de tempos proto-históricos) ou com cozedura a céu aberto. A diferença principal entre os dois métodos reside no facto de neste segundo caso haver contacto directo entre o combustível e a cerâmica, subindo a temperatura na melhor das hipóteses a cerca de 850° C. No caso dos fornos, as temperaturas são muito mais altas e estáveis, permitindo por isso a produção de faianças e porcelanas.

Quando se procede à cozedura a céu aberto faz-se uma fogueira, muitas vezes limitada por uma depressão, onde é posta a lenha a arder. Os potes são colocados por cima da fogueira, sendo adicionada mais lenha conforme vai ardendo. Por vezes, todos os potes estão completamente envolvidos pela lenha a arder. Neste caso a temperatura aumenta rapidamente no início da combustão e demora pouco tempo para se apagar; por isso a temperatura nunca é muito elevada, e os potes cozem em pouco tempo. Em resultado deste processo de subida rápida da temperatura e manutenção rápida da mesma, as cerâmicas cozidas em fogueiras a céu aberto caracterizam-se pela presença de problemas frequentes como fracturas, marcas de fumo e cozeduras impróprias. Estes problemas ocorrem porque as argilas não foram suficientemente cozidas, ou por inexistência de temperaturas altas, ou porque foram submetidas a um tempo de cozedura insuficiente, ou ainda por terem sofrido demasiado calor, queimando-se. Para que os potes possam ter uma cor uniforme os oleiros têm de os proteger do contacto directo com as chamas, de forma a que o teor dos gases seja sempre o mesmo. Para isso, o mais frequente é recorrer à cobertura das chamas com fragmentos de cerâmica velha e partida.

A cor da cerâmica é também consequência do tipo de atmosfera existente no ambiente de cozedura. Se esta se caracteriza pela presença de oxigénio designa-se oxidante. Neste caso, o oxigénio combina-se com os elementos presentes na superfície dos potes, como o ferro, dando lugar a cores claras como os amarelos, os cremes e os vermelhos, porque o carbono existente no pote se queima transformando-se em dióxido de carbono. Se a atmosfera de cozedura está marcada pela presença de carbono (ou o tempo de cozedura é insuficiente) a totalidade do carbono não se desintegra e torna-se

visível na pasta através de cores escuras como o cinzento ou o preto. O tipo de atmosfera é visível na pasta (cf. Figura 161). Se o pote, durante a cozedura, sofre a exposição a alterações do ambiente geralmente fica marcado com manchas escuras, em resultado da diminuição do oxigénio nessas zonas em determinados momentos da sua cozedura.

14.2.2. Análise de cerâmica

A análise de cerâmicas pode abordar um conjunto variado de atributos importantes, cuja escolha depende do tipo de objectivo e função da tipologia que se desenvolve ou se utiliza. Um dos aspectos fundamentais é o estudo formal, feito a partir da configuração geral dos recipientes, com base na análise detalhada das várias partes da peça: bases, bojos e bordos. A título de exemplo, vejam-se os trabalhos desenvolvidos por Susana Oliveira Jorge (1986) para Trás-os-Montes e de João Senna-Martinez (1989) para a Beira Interior. Ambos os trabalhos constituem tipologias formais detalhadas a que foram aplicados outros atributos, nomeadamente os estilos decorativos e a composição das pastas. Tradicionalmente, os bojos, se não estiverem decorados, são apenas contados, fazendo-se a análise apenas aos bordos e bases, já que estes fragmentos são melhores indicadores da forma geral do recipiente. Contudo, os bojos mostram, por vezes, alterações na direcção das paredes dos recipientes como é o caso de zonas carenadas.

As bases têm morfologias diversas, tanto na sua secção, como na sua planta, podendo ser planas ou redondas. Os bordos dão a morfologia da boca da peça, de mais aberta a mais fechada. Estes dados são observados pela inclinação do bordo, cujo ângulo é verificado através da sua orientação. Esta mede-se de uma forma simples, com a colocação do bordo numa face plana, de forma a que toda a superfície do bordo esteja em contacto com o plano, mostrando o bordo, nesse momento, uma determinada inclinação – quando o ângulo entre o exterior do recipiente e a superfície plana é inferior a 90°, reflecte a presença de uma forma fechada; se o ângulo é superior aos 90° trata-se de uma forma aberta; se o ângulo for de 90° o recipiente é cilíndrico como um copo.

O estudo das formas gerais da peça é importante uma vez que está geralmente relacionada com a funcionalidade do recipiente. As formas mais comuns são as de recipientes de boca fechada, com formas esféricas, cilíndricas, tronco-cónicas, de carena, pratos e taças.

No contexto da análise formal de cerâmicas, é fundamental ter em conta os atributos numéricos, por vezes, usados nas chamadas tipologias quantitativas (Figura 162). As variáveis mais frequentes são o diâmetro do bordo, diâmetro máximo do recipiente, altura máxima do recipiente, altura até

ao diâmetro máximo, altura do bordo, ângulo do bordo e espessuras do bordo, bojo e da base.

Os elementos decorativos constituem um outro grupo de atributos. Como se referiu acima, a decoração faz-se ao nível da aplicação, quer plástica quer cromática, e através da alteração da superfície dos recipientes, com técnicas incisas ou impressas. Geralmente a análise dos elementos decorativos centra-se no tipo de imagens, sinais e figuras geométricas ou outras, bem como na conjunção de vários desses elementos, a sua localização nos recipientes e o tipo de padrões resultantes desses conjuntos (*e.g.*, Jorge, 1986).

A análise dos artefactos em cerâmica pode ser feita segundo várias linhas orientadoras principais, tal como acontece com o material lítico. A mais comum é a perspectiva da tipologia formal, sendo os atributos fundamentais deste tipo de análise as questões que concernem a sua forma. Também os aspectos tecnológicos podem servir para definir tipologias, com base na composição da pasta e no modo como foram feitos os recipientes. Esta linha de análise tem alguns aspectos negativos, mas tem também algumas vantagens em relação a outras tipologias. É uma metodologia particularmente dispendiosa e morosa, pois para se proceder à identificação dos elementos que compõem as pastas são necessários laboratórios e especialistas que possam desenvolver as análises (capítulo treze). Este aspecto agrava-se pela dificuldade de se reconhecerem as técnicas de fabrico da cerâmica, já que, na maior parte das vezes, a evidência necessária para o seu reconhecimento desaparece completamente da cerâmica. Para além disso, devido aos aspectos referentes à composição das pastas e à alteração subsequente das suas propriedades, torna-se difícil o estudo tecnológico das cerâmicas. Não obstante, o estudo das características tecnológicas na classificação das cerâmicas faz com que a atenção se centre no factor humano do fabrico da cerâmica, pois um dos aspectos importantes deste estudo é o reconhecimento das técnicas utilizadas pelo oleiro e a identificação da cadeia operatória utilizada. Por conseguinte, o estudo das características tecnológicas permite apontar elementos acidentais na diversidade e identificar quais os elementos resultantes das variações ao nível da tecnologia ou da composição das pastas, reflectindo assim aspectos de opção cultural dos oleiros. Por fim, com base nas pastas é possível construir-se uma tipologia simples de forma a identificar e delimitar os tipos principais.

A tecnologia é um dos aspectos culturais que menos impacto sofre com questões pontuais e com problemas relacionados com idiossincrasias dos oleiros. Assim, é provável que os elementos de mudança ao nível das tecnologias estejam associados a questões culturais de fundo, pelo que existe uma maior probabilidade dos "tipos tecnológicos" terem uma relevância cultural que se não reflecte noutras tipologias. Esta ideia parece tomar-se

mais forte quando aos elementos tecnológicos são adicionados os estilísticos, isto é, quando a tipologia é construída com base em aspectos tecnológicos e aspectos decorativos. É esta a metodologia da chamada tipologia "Variedade-Tipo", já descrita no capítulo 5. Trata-se de uma tipologia que permite uma muito maior inclusão e comparação entre sítios, níveis e colecções de áreas geográficas bastante alargadas, uma vez que são as variedades (estilísticas), dentro de cada tipo (tecnológico), que permitem observar e identificar as mudanças tipológicas, que por sua vez, mostram as alterações tecnológicas que tendem a ser lentas e que reflectem as mudanças das estruturas culturais.

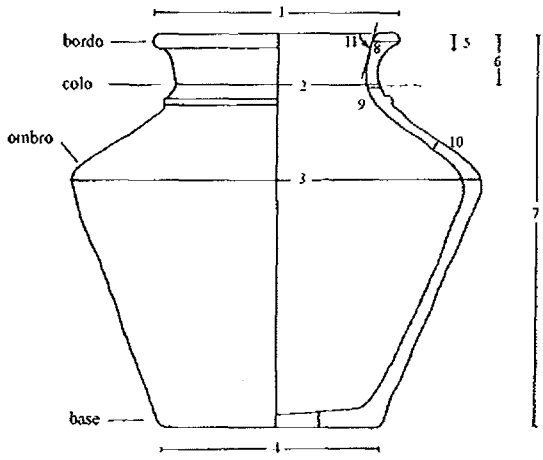


Figura 162. Exemplos de dimensões de cerâmicas. 1) diâmetro do bordo; 2) diâmetro do colo; 3) diâmetro máximo; 4) diâmetro da base; 5) altura do bordo; 6) altura do colo; 7) altura do vaso; 8) espessura do bordo; 9) espessura do colo; 10) espessura da parede; 11) ângulo do bordo (adaptado de Sinopoli, 1991:62).

14.3. Outros artefactos

Para além dos materiais de pedra lascada e cerâmica existe uma diversidade de artefactos arqueológicos. Contudo, só a pedra polida, a utensilagem em osso e em concha serão aqui abordados de forma sintética.

A pedra polida tem sido tradicionalmente correlacionada com o aparecimento de novas tecnologias associadas ao Neolítico e à produção de alimentos. É o caso de dormentes e moventes de mós manuais, tradicionalmente pensados como utensílios ligados ao processamento de cereais e,

portanto, de cronologia neolítica e mais recente. Contudo, esta associação imediata não é de todo verdadeira. Mós foram também utilizados na Pré-História para o processamento de minerais que serviam para a produção de corantes utilizados quer na pintura rupestre, quer, provavelmente, na decoração corporal como se verifica em tantos casos dos caçadores-recolectores e horticultores actuais. De facto, esse tipo de utensílios aparece frequentemente em contextos do Paleolítico Superior português pelo menos na Estremadura (Cabeço do Porto Marinho) e no Algarve (Vale Boi).

A análise da pedra polida deve ter em conta dois grupos de artefactos: os utensílios que são polidos pela sua actividade funcional – o caso das mós; e os artefactos que são polidos devido à tecnologia de fabrico com que são feitos – os machados polidos neolíticos.

A produção dos utensílios polidos como o machado ou a enxó é feita em várias fases. A primeira fase é feita como recurso ao talhe e/ou picotagem do suporte para lhe dar a sua forma geral. Seguidamente, começa o seu polimento, primeiro através do desgaste (fase que se poderia designar por esmerilação) dos seus lados de forma a regularizar as faces da peça, e depois com o auxílio de uma substância muito fina, como argila com minerais aplásticos como a magnetite, para polir a sua superfície. Os atributos de análise dos machados e das enxós polidas são semelhantes, assentando em várias características da morfologia das peças: simetria da secção do eixo longo da peça, perfil do gume, curvatura do gume, forma geral da peça (triangular, rectangular, trapezoidal) e secção. Estes utensílios foram, com toda a probabilidade, encabados e poderão estar relacionados com a agricultura de queimada, tendo sido os responsáveis pelo corte e abate das árvores e pela desflorestação a partir do Neolítico.

Para além dos utensílios já referidos, existem outros utensílios polidos, nomeadamente recipientes, pendentes e contas de colar, bem como todo um conjunto de ídolos, que aparecem em contexto megalíticos e calcolíticos e que são geralmente analisados em relação ao tipo de matéria-prima e padrões artísticos que lhe são apostos, por gravação. De qualquer forma, a preparação do polimento destes artefactos é feita, na maior parte das vezes com o recurso a sedimentos finos como no caso do polimento final dos machados polidos.

A utensilagem em osso e em dente aparece desde o Paleolítico Inferior, sendo contudo muito rara até ao início do Paleolítico Superior, período durante o qual passa a distinguir-se como *ex-libris*, pelo menos na maior parte da Europa Ocidental. No caso de Portugal, a utensilagem em osso é rara durante o Paleolítico Superior, pelo menos em comparação com o resto da Europa. Estes utensílios parecem ser ainda mais raros no Epipaleolítico, começando a aumentar progressivamente a partir do Mesolítico. Os artefactos em osso são muito variados. Neste grupo encontram-se utensílios com

funcionalidades diversas, designadamente pontas, arpões, agulhas, artefactos com valor simbólico e decorativo, como é o caso de pendentes e contas (Figura 163).

A maioria destes artefactos é modificada através de polimento e perfuração. O polimento segue uma técnica idêntica ao da pedra polida. A técnica de polimento dos utensílios em osso, nomeadamente para o fabrico das pontas e agulhas em osso, utiliza artefactos polidos, geralmente em arenito ou outra rocha macia, que se designam como polidores.

As pontas e os arpões em osso são muito variados, podendo ser analisados segundo os seus atributos dimensionais (comprimento, largura, espessura e diâmetro), formato da sua secção, morfologia da base (de base fendida, de bisel), número de barbelas e o número de fiadas de barbelas. Existe uma tipologia bastante completa para os utensílios em osso desenvolvida por Barandiarán (1967) para o Paleolítico Superior do Norte de Espanha, com 81 tipos dividido em 30 grupos diferentes.

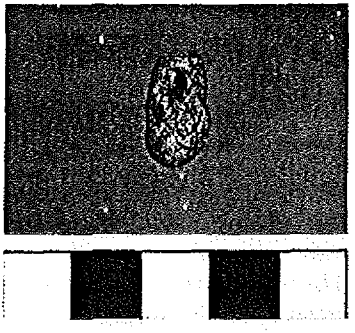


Figura 163. Pendente feito a partir de um canino de veado de idade gravettense do sítio de Vale Boi, Algarve.

No caso dos pendentes e contas, a perfuração faz-se com o uso de utensílios de pedra lascada como o furador ou a broca. Esta técnica é semelhante à usada nas contas feitas em concha. A tipologia destes artefactos faz-se com base na morfologia geral das peças, bem como no tipo de perfuração existente (por exemplo, cónica, tronco-cónica ou cilíndrica) e nos motivos decorativos exteriores, se estes existirem. Atributos como o comprimento, a largura, espessura e diâmetro da peça, bem como o diâmetro da perfuração e a espécie utilizada devem ser também incluídos na análise dos artefactos em osso e concha. Os anzóis constituem outro tipo de artefactos também feitos em osso. A análise dos anzóis faz-se através da obtenção do comprimento, diâmetro do gancho e do tamanho da farpa.

Em suma, existe uma grande diversidade dos artefactos encontrados em contextos pré-históricos. Cada conjunto de artefactos tem um conjunto de procedimentos analíticos para o seu estudo, devendo a análise ser desenvolvida para a resposta a problemas específicos no estudo de um determinado contexto pré-histórico.

PARTE VI

O Futuro do Passado: a Arqueologia no Século XXI

A sexta parte deste manual, com apenas um capítulo, aborda vários aspectos relativos à interpretação dos dados arqueológicos, com base em perspectivas científicas.

Das perspectivas científicas usadas para a interpretação dos dados arqueológicos devem destacar-se a utilização de estudos geoarqueológicos, arqueozoológicos, tafonómicos e outros, tendo sempre em mente a questão da formação do registo arqueológico como o elemento mais importante da metodologia e teoria arqueológicas. Este aspecto, que se liga com a integração dos resultados arqueológicos, é o fulcro do capítulo 15.

A questão da crescente importância da arqueologia de contrato ou de salvamento, que não faz parte integrante desse capítulo, é tratada sinteticamente neste preâmbulo. Esta via arqueológica, apesar de não ter como objectivo principal a investigação científica, mas sim a salvaguarda da informação arqueológica, ou em forma de sítio arqueológico, ou em forma de dados extraídos dos sítios, deve utilizar a investigação científica como meio para chegar ao seu objectivo.

Poder-se-ia dizer que as "duas arqueologias" são opostas no que concerne aos seus objectivos e fins. Enquanto que a investigação fundamental arqueológica pura tem como objectivo o progresso científico, tendo como resultado secundário a salvaguarda do património arqueológico, a arqueologia de contrato tem como objectivo principal a salvaguarda do património e como consequência secundária um aumento dos resultados científicos. Esta dualidade efectivamente positiva só existe se ambas tiverem como meio a investigação com base em metodologias e teorias científicas.

É importante notar que, presentemente, a arqueologia de contrato é a actividade arqueológica que mais trabalho de campo faz e que, por isso, movimenta mais dinheiro e profissionais da arqueologia. Por essa razão, é

necessário que a formação desses arqueólogos seja cada vez melhor e mais dirigida às suas necessidades profissionais. Provavelmente por isso, o número de cursos de mestrado e pós-graduação tem aumentado nos últimos anos, e vão, potencialmente, durante a próxima década, transformar-se em cursos de doutoramento. Existe a necessidade de especializar esses profissionais de arqueologia, dando-lhes instrumentos de qualidade para poderem exercer a sua profissão, na maior parte dos casos em actividades de salvaguarda e protecção do património arqueológico. Não será, neste contexto, abusivo, frisar a importância que a arqueologia de contrato para a arqueologia do século XXI em Portugal e a urgência que há em formar profissionais, complementando a difusão de conhecimentos de carácter propedêutico com uma formação especializada.

Recentemente apareceu uma associação de carácter profissional, a Associação Profissional de Arqueologia, que pretende regulamentar a actividade profissional, não só do ponto de vista do exercício profissional da arqueologia, mas também ao nível da ética do profissional de arqueologia. A sua origem está, certamente, relacionada com o evidente aumento de volume de trabalhos efectuados com o crescente número de cursos de licenciatura e de profissionais, tornando-se, neste contetxo, uma associação imprescindível para regular a actividade. Contudo, compete ao IPA, ou a um futuro instituto que o substituirá, a regulamentação da qualidade do trabalho arqueológico, seja ele de investigação pura ou aplicada, e da protecção patrimonial. Ambas as instituições devem, portanto, gerir no futuro e em conjunto as "duas arqueologias" em sintonia.

15

A Interpretação dos Resultados Arqueológicos

Foram abordados vários aspectos da arqueologia no desenvolvimento de dois capítulos de história da arqueologia e doze capítulos de metodologia arqueológica. Muitos outros, contudo, ficaram de parte, tendo sido considerados menos importantes ou menos relevantes para o estudo e conhecimento da Pré-História Antiga. Porém, e após a discussão de muitos métodos de análise do registo arqueológico (e daquilo que ele nos revela), torna-se evidente que existe uma lacuna neste Manual e que reflecte um dos elementos fundamentais da arqueologia – a interpretação e a integração dos dados recolhidos através do uso de todas essas metodologias atrás descritas.

No decurso de quase todos os capítulos foi tornada explícita a ideia de que qualquer metodologia arqueológica deve ser utilizada para responder a determinada questão ou para resolver um problema. Para que tal aconteça, é necessário que o arqueólogo esteja consciente da sua posição teórica. Como afirmaram Susana e Vítor Oliveira Jorge (1998:27) a dicotomia entre teoria e prática é profundamente nefasta. Por um lado, se não existir um corpo teórico que estruture os dados, estes limitam-se a ser meras descrições, listas infindáveis de lascas, bifaces, pontas e potes, e a arqueologia, tal como no século XIX, limita-se a ser uma arqueologia dos materiais e não uma arqueologia da humanidade, antropológica, com sentido social como advogou Alarcão (1983:477) há já duas décadas:

> "A Arqueologia não é apenas descoberta, interpretação e classificação dos objectos de que o homem se serviu; o homem viveu num *espaço organizado*, espaço que é uma combinação dinâmica, e por isso mesmo instável, de elementos físicos e de factores culturais: tecnologia, divisão social do trabalho, estruturas sócio-económicas e sócio-políticas, ideologia, condicionam essa organização, sendo função da Arqueologia reconstituir o espaço, explicá-lo, acompanhá-lo na sua constante evolução." (Alarcão, 1983:474-475)

Estas palavras escritas por Alarcão poderiam ter saído da pena de Julian Steward ou do computador de Karl Butzer ou de qualquer outro grande pensador da arqueologia contemporânea. O aspecto fundamental é que arqueologia *não é* apenas a mera descrição de artefactos mas, sim, a redescoberta do espaço onde a humanidade se desenvolveu e nos gerou, processo complexo e interdisciplinar que se baseia na interpretação dos dados recolhidos pelos vários métodos arqueológicos. A interpretação dos dados depende sempre da dimensão e orientação teórica do arqueólogo. Os dados arqueológicos não existem independentemente da realidade de quem os recolheu, aliás, não existem até que ele ou ela os publiquem, para que o público tenha conhecimento da sua existência. Quando isto acontece, os dados estão transformados pela formação social e académica do investigador e por todos os seus preconceitos (sobre este tema veja-se as obras editadas por Clark, 1991 e por Straus, 2002). Talvez por esta razão, Vítor e Susana Oliveira Jorge afirmaram que

> " 'teoria' e 'prática' não se contradizem, nem sequer são independentizáveis – o bom arqueólogo como qualquer 'cientista' é aquele que 'raciocina' bem em todos os momentos do seu trabalho, que mantém o rigor em todas as escalas da análise e da síntese. (...) Quem não teoriza (isto é, quem pensa que isso é perder tempo, luxo de ociosos, etc., e portanto aplica na sua prática teorias de senso comum) forçosamente escava mal, não publica, ou publica mal, apresentando sínteses do 'passado' banais e maçadoras." (Jorge e Jorge, 1998:28)

No seguimento da sua visão da arqueologia, recentemente, Vítor Oliveira Jorge (2002:85), tal como já tinha advogado (Jorge e Jorge, 1998:27), declara explicitamente a "rede" teórica onde se movimenta: a de Julian Thomas, Richard Bradley e Chris Tilley, isto é, no centro de um corpo teórico definido e iniciado por Ian Hodder há já perto de 25 anos – o da corrente pós-processualista inglesa. Esta atitude e estratégia científica são fundamentais, porque permitem ao leitor (isto é, ao *outro* investigador) perceber (e criticar) a versão interpretativa, os próprios dados e os métodos pelos quais estes foram obtidos (veja-se o exemplo dado por Renfrew e Bahn, 1991:428-429, sobre a diversidade de explicações e interpretações do megalitismo com base na escola teórica; ou a importância, segundo Oliveira Jorge (2002:80) da "visão orientalista" na origem dos monumentos megalíticos, ou ainda o trabalho de Alarcão sobre o tempo em arqueologia – Alarcão, 1993-1994).

Posições claras e inequívocas face às metodologias de trabalho permitem uma verdadeira epistemologia da arqueologia. Epistemologia, palavra pouco usual no dia a dia, mas importante no espaço da ciência, pode simplesmente ser traduzida por "estudo do conhecimento científico sob o ponto

de vista crítico" (Cuvillier, 1956:71) ou, de uma forma mais simples, e aplicada à arqueologia pré-histórica "como é que sabemos o que pensamos saber sobre o passado remoto" (Clark, 2002:20).

É, portanto, essencial que se esclareça como é que sabemos, isto é, como é que obtemos os dados (e tal como o afirmou Clark, 2002:20, os artefactos arqueológicos *don't speak for themselves*) e os interpretamos criticamente num espaço teórico. Note-se que o verbo investigar (tal como o verbo ensinar) é um verbo transitivo, isto é, quem investiga, investiga qualquer coisa. Quer isto dizer que, no caso da investigação arqueológica, como em qualquer outra área do saber, existe um objecto de estudo. Este objecto de estudo não deve ser apenas a lista artefactual, densa, monótona e descritiva (ou, nas palavras de V. Oliveira Jorge, maçadora e banal), mas sim e utilizando as palavras de Gordon Childe (1976:34) "os resultados do comportamento humano (...) os padrões de comportamento aprendidos e individualizantes das sociedades humanas." Veja-se nas palavras de Victor Gonçalves uma definição antiga, mas ainda actual, de Pré-História que sintetiza a perspectiva arqueológica que se entende como a mais adequada:

> "Pré-História é um campo transdisciplinar que visa especificamente a reconstrução das estruturas sociais, do 'funcionamento' e da transformação das comunidades sem escrita, reconstrução baseada exclusivamente em dados materiais em associação, e o seu correcto posicionamento em função de estruturas ambienciais (humanas e não humanas) que determinam, se integram ou intervêm no seu processo evolutivo." (Gonçalves, 1976:19)

É possível afirmar-se que esta definição de Pré-História é indivisível da de arqueologia (com excepção da referência ao nível tecnológico das sociedades humanas). Note-se em todos os casos agora citados, que a tendência é a de uma arqueologia inclusiva e extensiva do ponto de vista cultural ou aquilo que Campbell designa por ecologia humana (1983).

Esta investigação, com este objecto de estudo reflecte uma posição teórica dentro do âmbito da arqueologia contemporânea, designadamente num espaço claramente processual ou mesmo pós-processual. O significado, prático e teórico, deste facto reside fundamentalmente no facto de que qualquer trabalho de investigação se encontra influenciado por uma tradição cultural que determina definitivamente o tipo de investigação científica. Segundo Clark (2002:20 a 22), as tradições culturais ou intelectuais podem ser designadas como paradigmas metafísicos, dos quais se podem destacar dois exemplos em relação ao conceito de cultura em Pré-História e que, por sua vez, molda o tipo de investigação arqueológica efectuada:

- uma perspectiva histórica, de carácter francófono, essencialmente tradicional, segundo a qual a definição de cultura é vista frequentemente como a expressão material de diferentes grupos étnicos ou sociais, semelhantes a grupos históricos ou etnográficos conhecidos, resultando que o conceito de cultura se encontra limitado ao nível teórico da existência desses grupos. Os grupos étnicos existiam em espaços e tempos restritos e limitados, marcados por uma evolução quase passiva, isto é, onde a mudança cultural era rara. Segundo esta perspectiva, uma indústria lítica, por exemplo, é pensada como representação de uma unidade de identificação social consciente de si própria, diferente das outras e homogénea no seu interior. Segundo este paradigma, a cultura é vista como um elemento na qual a continuidade é fragmentada ciclicamente e cuja mudança durante esses períodos é rápida, como se de evolução biológica se tratasse – uma espécie de equilíbrio cultural pontuado (*cultural punctuated equilibria*). Os artefactos reflectem esses longos momentos de estabilidade, correspondendo a determinadas culturas pré-históricas (leia-se etnias pré-históricas), unidades analíticas como o Moustierense, o Solutrense ou o Cardial, que se veêm terminadas como se de extinções biológicas de espécies vivas se tratassem, coincidindo estas "extinções" com os chamados períodos de transição, todos eles de curta duração. E, finalmente, no quadro da perspectiva histórica, as metodologias tipológicas valem por si só sendo simultaneamente um meio e um fim em si mesmas.
- uma perspectiva antropológica, com origem nas escolas anglo-saxónicas, na qual a cultura é marcada por uma continuidade geográfica e onde as quebras ou descontinuidades culturais são raras e excepcionais, reflectindo geralmente alterações ambientais, principal motor da mudança e da variabilidade interna existente em cada comunidade, aspecto este, aliás, que se pode observar pela diversidade artefactual.

Um dos aspectos mais importantes que demarcam a diferença entre estes dois paradigmas é o facto de a perspectiva antropológica acreditar que a cultura existe (e pode ser identificada) num nível mais complexo, abrangente e independente das unidades de identidade social consciente – as chamadas culturas pré-históricas como, por exemplo, o Magdalenense.

Qualquer um destes dois paradigmas metafísicos da arqueologia pré-histórica é internamente consistente e lógico e, consequentemente, do ponto de vista puramente filosófico e da crítica do conhecimento são ambos válidos. Contudo, o arqueólogo que acredita num desses paradigmas investiga a Pré-História de uma forma completamente diferente, poder-se-ia mes-

mo dizer oposta ao modo de trabalho de um arqueólogo que segue o outro paradigma. A perspectiva que aqui se defende é de uma arqueologia antropológica apesar de esta não poder existir ou ser feita sem os dados históricos que lhe servem de base. A passagem teórica de um paradigma para outro, denominada "perda de inocência" por Vítor Oliveira Jorge (1998:34), utilizando as palavras de David Clarke, é complicada mas tem sido feita em Portugal no último quarto de século, como se pode ver pelo recente volume *Arqueologia 2000. Balanço de um século de investigação arqueológica em Portugal*, editado pela Associação dos Arqueólogos Portugueses.

É impossível estudar um determinado contexto antropológico sem se conhecer a sua origem, a sua história. Esta, contudo, não consegue explicar toda a diversidade e toda a homogeneidade existente. Veja-se, por exemplo, a existência das unidades analítico-culturais definidas pelos pré-historiadores para o Paleolítico: o Acheulense, o Moustierense, o Aurignacense, etc. Qualquer uma destas unidades, que se encontra definida por um conjunto de atributos artefactuais, é com certeza muito maior (algumas destas unidades espalham-se por centenas de milhares de quilómetros, como o Acheulense) do que a unidade cultural específica que a produziu. É o caso do Magdalenense ou do Gravettense, que se espalha por toda a Europa Ocidental, e que é tomado, simplisticamente, como uma única unidade cultural porque é caracterizado pelos mesmo tipo de artefactos ou utensílios – o mesmo tipo de raspadeiras, buris, pontas em osso, arte rupestre e móvel, etc. Contudo, nem essa unidade é homogénea, nem os tipos de artefactos são os mesmos. Se compararmos, lado a lado e fisicamente, os artefactos de qualquer das indústrias magdalenenses do território português com as do sudoeste francês e as deste com as indústrias do território alemão verificaremos que são todas singularmente diferentes. Este facto não é de estranhar porque, tal como afirmou Clark (2002:25), não existe nenhum mecanismo cultural ou de comportamento que permita explicar a dispersão de uma qualquer tradição artefactual numa área do tamanho da Europa durante milénios a não ser que, como Otte e Keeley (1990), se acredite numa migração milenar de "Magdalenenses" a atravessar a Europa atrás das renas debaixo de chuva, vento, neve e frio... e o que é estranho é o facto de não haver renas nesse período em grande parte da área de ocupação do Magdalenense, inclusive na Península Ibérica...

O problema, de facto, destas unidades analítico-culturais enormes (cuja dimensão espácio-temporal diminui progressivamente conforme nos aproximamos do fim da Pré-História) é o de um valor verdadeiramente epistemológico diminuto: a base de definição dessas unidades não é comparável, uma vez que a sua definição, isto é, a tipologia, tem significados diferentes para quaisquer dois arqueólogos e por isso uma indústria magdalenense

portuguesa é diferente de uma indústria francesa, *apesar de estatisticamente serem semelhantes* – têm o mesmo número de raspadeiras, buris, etc. Por outro lado, a definição da unidade analítico-cultural que toda a comunidade arqueológica conhece e sabe definir, desde o mais jovem estudante universitário ao mais exemplar professor catedrático, não é verdadeira e não é universal. Tome-se de novo o exemplo do Magdalenense – cultura do Paleolítico Superior definida pela presença de seis fases (Breuil, 1912), nas quais são comuns raspadeiras, buris e pequenas pontas microlíticas de dorso; a arte parietal ou móvel é abundante, sendo a indústria óssea uma das formas de identificar cada uma das fases, principalmente com base na presença/ausência de arpões de osso de tipologias variadas. Como é evidente, em muitas regiões, a maior parte destes atributos não existe, e no caso específico de Portugal a indústria óssea é quase inexistente, não se conhece um único arpão e a arte, seja ela parietal ou móvel, é tão rara e incipiente que no contexto geral não é importante (o caso do Vale do Côa é completamente diferente de tudo o que caracteriza a arte magdalenense, excepto quanto aos símbolos utilizados) e, portanto, o Magdalenense do território português não se enquadra na definição geral de Magdalenense. Portanto, e se já era difícil acreditar-se numa ligação histórica num espaço e num tempo tão amplos como a Europa durante oito milhares de anos, com este facto (o da grande diversidade interna de cada uma dessas unidades) torna-se simplesmente impossível acreditar que uma ligação histórica (*i.e.*, essencialmente cronológica) possa explicar este tipo de padrões culturais.

Este problema agudiza-se com a questão (cf. capítulo 3) sobre o nível de resolução dos dados de um sítio, região ou cultura pré-histórica. Os dados arqueológicos no caso da Pré-História, apesar de muito variados, são sempre insuficientes e, por isso, torna-se muito difícil conseguir-se uma reconstrução do passado global e mais ainda ao nível do indivíduo. Devem ser referidas duas notas sobre este aspecto – a primeira para recordar o dizer de Jorge Alarcão (1983:472) sobre o facto de a arqueologia ser uma ciência sobre "homens sem rosto", anónimos portanto; a segunda, da autoria de John Yellen (1977:2), de a interpretação em arqueologia ser *a leap of faith* (um salto de fé ou uma questão de fé), já que grande parte do que é produzido pelos arqueólogos é feito com um mínimo de informação que permite, através da dedução por um lado, e da indução, por outro, resolver questões e reconstruir o passado com base em metodologia e interpretações, estas últimas estruturadas num corpo teórico ou num conjunto de paradigmas...

A dedução e a indução em arqueologia pré-histórica relacionam-se, como em qualquer outra ciência, com a questão do uso de modelos de construção científica. Este tema surge em arqueologia nos anos setenta com o desenvolvimento da Nova Arqueologia, seguindo uma perspectiva algo positivista, na tentativa de desenvolver leis de carácter geral e universal da cultura hu-

mana. Neste sentido, a arqueologia anglo-saxónica olha para a filosofia da ciência e tenta a aplicação de métodos como o de Hempel-Oppenheim (1948 e também Hempel, 1965) geralmente denominado por Modelo Dedutivo--Nomológico, não considerando os problemas existentes relativos à, entre outros, "confirmação científica" tão controversa em filosofia da ciência (Kelley e Hanen, 1988:29). De facto, a colagem a este modelo resultou num descrédito grande da Nova Arqueologia (o modelo é muito semelhante, do ponto de vista de mecânica conceptual, ao modelo idealizado por Aristóteles), uma vez que o impacto que o Modelo D-N teve na arqueologia se deu, essencialmente, ao mesmo tempo que a sua substituição pelo Modelo Hipotético-Dedutivo de Karl Popper (1961), saído da escola filosófica de Viena. O Modelo H-D respondia ao problema através de uma *ideia-chave* – o conceito do avanço da ciência pela negação, ao contrário da confirmação das hipóteses do modelo de Hempel. Note-se, contudo, que os dois modelos não são tão diferentes quanto à partida se pensaria, nem, também, é diferente a sua proposta de ensaio e verificação das hipóteses (Kelley e Hanen, 1988:76).

Estes aspectos são, talvez, menos importantes do que a diferença entre processo dedutivo e processo indutivo, ambos usados em inferência arqueológica. De um ponto de vista simplista, a dedução é um processo lógico de raciocínio com o qual é possível chegar-se a uma conclusão necessária e verdadeira, partindo de uma ou mais premissas aceites como verdadeiras (*e.g.*, A é igual a B e B é igual a C, logo, A e C são iguais). A indução é o processo pelo qual, partindo "de dados particulares (factos, experiências, enunciados empíricos) e por meio de uma sequência de operações cognitivas, se chega a leis ou conceitos mais gerais, indo dos efeitos à causa, das consequências ao princípio, da experiência à teoria" – definição do *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa* – (*e.g.*, todos os alunos de uma turma são muito inteligentes; todos os alunos dessa turma gostam muito de estudar; nenhum desses alunos tem uma grande carga de trabalho; nenhum desses alunos tem problemas psicológicos que possam interferir com o seu trabalho escolar; logo, todos os alunos desta turma vão ter aproveitamento escolar).

Tradicionalmente (e também no seio da teoria arqueológica) a dedução é vista como o processo que parte do geral para o particular, enquanto que a indução chega ao geral partindo do particular. Por esta razão, a indução é frequentemente vista em arqueologia como mera generalização dos factos (ideia que vem já desde Francis Bacon, no século XVII) e que é relacionada com o paradigma histórico e tradicional da arqueologia anterior à revolução da Nova Arqueologia (leia-se, por exemplo, a obra de Watson, LeBlanc e Redman, 1971, que ilustra esta perspectiva). Como se pode ver pelo exemplo de um raciocínio indutivo apresentado, este pode partir do geral resul-

tando em conceitos ou leis gerais, negando de imediato a concepção tradicional descrita acima. De facto, a própria dedução pode ir do geral para o geral, do particular para o particular ou do particular para o geral, tal como a indução, no caso de argumentos por analogia, pode ir do particular para o particular (cf. os vários exemplos dados por Kelley e Hanen, 1998:44 e 45).

A grande diferença entre os dois sistemas lógicos de inferência não assenta nos aspectos de particularismo ou generalismo, mas reside na relação entre as premissas e as respectivas conclusões. Num processo dedutivo, se as premissas forem verdadeiras a conclusão será necessariamente verdadeira, enquanto que num processo indutivo mesmo que as premissas sejam verdadeiras a conclusão poderá ser errada. No exemplo dado do processo indutivo, apesar de todas as premissas poderem ser verdadeiras, não é obrigatório que todos os alunos sejam aprovados, é meramente provável que isso aconteça. Contrariamente a este caso, no exemplo de dedução se as duas premissas forem verdadeiras, elas encerram necessariamente a conclusão, logo esta é verdadeira (foi talvez este o facto que converteu os investigadores na Nova Arqueologia, uma vez que procuravam leis verdadeiras e universais da cultura humana, podendo o argumento dedutivo dar-lhes essas tais leis – se por acaso conseguissem encaixar os dados ou hipóteses arqueológico num tal tipo de argumento...). Note-se que é comum confundir a ideia da lógica (principalmente dedutiva) com a de certeza do conhecimento, ou seja, com o conteúdo das premissas. Como se descreveu acima, a lógica dedutiva pode estar correcta, mas nem por isso auxiliar o avanço da ciência, uma vez que isso depende da veracidade das premissas e não da construção lógica do argumento. O mesmo pode acontecer no caso da indução, apesar de em todos os casos de raciocínio indutivo a conclusão não estar contida nas premissas, resultando logicamente delas e adicionando um novo nível de conhecimento. Por esta razão, inferências dedutivas estão ou certas ou erradas, enquanto que a certeza ou veracidade das inferências indutivas é apenas de grau, uma vez que elas podem ter uma maior ou menor possibilidade de estar correctas. Salmon (1971:79, in Kelley e Hanen, 1988:48) chegou a apontar a ideia de que uma inferência dedutiva é o exemplo mais forte de uma inferência indutiva, uma vez que a possibilidade de a conclusão estar correcta é de 100%.

O aspecto principal da diferença entre os dois tipos de inferência é o facto de serem dois sistemas de lógica diferentes, dando-nos elementos que nos possibilitam a avaliação das conclusões com base nas premissas (ou dados) – se as premissas garantem as conclusões, então trata-se de uma lógica dedutiva; se, pelo contrário, as conclusões se encontram fora do âmbito formal das premissas ou se estas não garantem a validade da conclusão, então trata-se de uma lógica indutiva. De facto, e apesar de serem duas formas de lógica diferentes, a dedução e a indução não são dois métodos ci-

entíficos diferentes. A lógica serve apenas para avaliar a verosimilitude dos dados, das hipóteses e das teorias e não nos dá os procedimentos para obter esses dados, hipótese ou teorias. Como tal, as duas formas de avaliação lógica da ciência são necessárias e devem ser usadas em interpretação arqueológica.

Deixando esclarecida a questão da lógica e da inferência arqueológica, aquilo que parece ser relevante é que existe um conjunto de regularidades na estrutura lógica de explicação em ciência que pode ser aplicada na interpretação e explicação arqueológicas. A questão que se ergue nesta estrutura teórica é a definição e relação entre conceitos como o de paradigmas, teorias, modelos ou mesmo dados. A proposta de Clark (1991b:417-419), com base no trabalho de Christopher Carr (1985) parece ser um modelo epistemológico bem organizado e simples de investigação arqueológica (Figura 164).

Este modelo oferece uma estrutura bidimensional, na qual há uma hierarquia vertical e uma segmentação horizontal, que se inicia no mais inclusivo e mais observável para o menos inclusivo e mais abstracto. Os dados são a base do modelo, sendo estes directamente observáveis no mundo empírico; acima deles existem os "factos", ou seja, abstracções, ainda que de nível pouco complexo e que podem corresponder, por exemplo, a medições feitas nos artefactos; implicações experimentais (*test implications*) realizam-se a um nível que permite a formalização e definição de padrões, e estes são obtidos por meio de métodos de interpretação e explicação; estes padrões, por sua vez, permitem a definição de hipóteses; acima destas está o

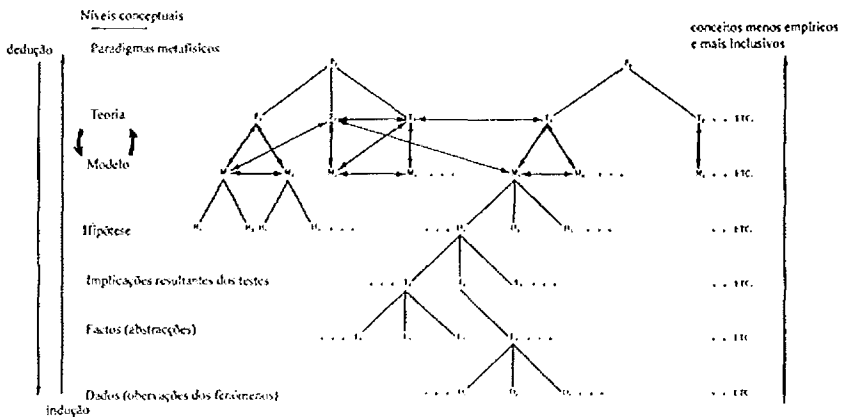


FIGURE 22.1. Conceptual relationships among paradigms, theories, models, hypotheses, "facts," and data, as exemplified by many (but not all) *Perspectives* contributors. The diagram bears some resemblance to Carr's (1985) conceptualization of levels of

Figura 164. Relações conceptuais entre paradigmas, teorias, hipóteses e dados arqueológicos (segundo Clark, 1991b:418).

complexo composto por dois níveis teóricos diferentes, mas que são frequentemente confundidos – o modelo e a teoria. A razão dessa confusão em arqueologia deve-se, no entender de Clark (1991b:419), ao facto de não haver um corpo de leis e de generalizações científicas existente em ciências como a física ou a química, ou seja, a arqueologia não tem teorias como essas outras disciplinas das ciências (ditas exactas) têm.

Naquelas ciências, em geral, as teorias servem para explicar o mundo empírico, pelo que as teorias "são desenvolvidas apenas quando existe investigação que produziu um corpo de informação, incluindo generalizações empíricas sobre os fenómenos em questão. Uma teoria deve, então, fornecer uma compreensão mais profunda, através da apresentação dos fenómenos que são manifestações de processos subjacentes" (Hempel, 1966:244), ou, como Binford afirmou, teorias são respostas para o "porquê" da dinâmica e devem focar os aspectos da variabilidade e de como os processos se alteram (Binford, 1981b:25). O conceito de modelo é, portanto, semelhante ao da teoria, ainda que pareça ser um pouco mais vago na sua formulação. Quer um quer outro nível conceptual estão relacionados com um nível intermédio entre as hipóteses e os paradigmas metafísicos em arqueologia, e expressam relações entre abstracções não observáveis de vários tipos e de hipóteses, permitindo a investigação e a interpretação de causas processuais da estabilidade e mudança dos sistemas culturais.

É importante assinalar-se o facto de o nível conceptual mais elevado ser o dos paradigmas metafísicos e, contudo, são estes mesmos que delimitam o tipo de prática arqueológica, como se afirmou acima. Significa isto que é o nível conceptual mais elevado e complexo que restringe e molda a observação dos dados e dos factos, base da pirâmide de construção teórica em arqueologia...

Muitas das interpretações em Pré-História resultam, de facto, da utilização de modelos vindos de outras áreas da ciência, nomeadamente de ecologia animal, economia e geografia, incluindo aspectos que se relacionam com optimização económica e factores de risco do comportamento humano ao nível da subsistência, povoamento e mobilidade. E são estes modelos, juntamente com a informação da analogia etnográfica, da etnoarqueologia, entre outras disciplinas da arqueologia, que ajudam a explicar e interpretar os dados e os factos arqueológicos, permitindo a construção e desenvolvimento dos outros níveis conceptuais – os modelos e teorias arqueológicos que permitem explicar e integrar o complexo dinâmico processual do sistema cultural humano. E é por isso que, recentemente, foram trazidos para a arqueologia modelos de explicação das estruturas de transformação: é o caso da teoria do caos vinda da matemática ou da teoria do equilíbrio pontuado vindo da biologia evolucionária.

Os modelos principais das várias áreas científicas trazidos para a arqueologia tratam conteúdos que se relacionam com aspectos ambientais, de subsis-

tência, povoamento e demográficos (Bettinger, 1980:203-207). Os modelos ambientais usam conceitos como diversidade, estabilidade, produtividade e distribuição espacial de forma a explicar ou mesmo predizer o comportamento humano em relação ao fenómeno ecológico. Estes modelos, claro, relacionam-se também com aspectos de subsistência, seja ela ao nível da caça e recolecção ou ao nível da produção de alimentos. Estes aspectos ligam-se directamente com o tipo de povoamento e de uso e explorações económicas dos recursos naturais, alimentares, como os cinegéticos, ou outros, como as matérias-primas para a utensilagem utilizada. Neste caso os modelos são variados e utilizados frequentemente, sobretudo o chamado *site catchment model*. Quase todos incidem sobre vários aspectos relacionados com distâncias reais em tempo e em acessibilidade dos sítios às fontes, e a quantidade e qualidade desses recursos. Finalmente, no caso da demografia, os elementos anteriores são incorporados na teia do sistema sócio-cultural, focando principalmente aspectos que se relacionam com o crescimento da população e a sua adaptação ecológica. Neste âmbito existem duas perspectivas importantes de posicionamento teórico:

- aquela em que a população é considerada dependente;
- aquela em que a população é considerada independente do sistema geral de subsistência (Clark, 1991b:431).

Em Pré-História Antiga, a perspectiva dominante é aquela em que a variável demográfica é vista como dependente dos outros factores ecológicos (podendo sê-lo em diferentes graus de dependência). Contudo, existem vários modelos demográficos que insistem no facto de a população aumentar para além dos níveis regionais de capacidade ecológica (*carrying capacity*), provocando por isso desequilíbrios e stress que, naturalmente, levam a adaptações e modificações culturais (incluindo aspectos tecnológicos, sociais, simbólicos e económicos) importantes.

A questão da definição do que é adaptação, principalmente no âmbito da evolução e transformação cultural é um dos aspectos principais no estudo da evolução da Pré-História: a adaptação cultural é um processo de alteração e modificação de um sistema cultural em resposta a mudanças no sistema ecológico que o envolve, sendo essas alterações trazidas pelo comportamento humano. Note-se que este processo de transformação trazido pelo comportamento humano resulta de uma transmissão de geração para geração do conhecimento adquirido, envolvendo portanto, uma perspectiva lamarckiana (ou seja, a herança de características adquiridas); por outro lado, este conceito inclui, necessariamente, a ideia de uma predisposição para a presença da capacidade de aprendizagem (ou seja, uma perspectiva essencialmente darwiniana). De qualquer forma, a adaptação e transformação cultural pode

ver-se como se de uma adaptação biológica se tratasse no esquema geral e de tempo longo do processo evolucionário da espécie humana.

Como se pode observar, quando se chega a este nível de interpretação, a informação básica dos níveis inferiores do esquema de Clark, isto é, os dados e os factos, perde-se no esquema geral de interpretações teóricas de um nível muito afastado e muito mais complexo, próximo, necessariamente, dos paradigmas metafísicos que nos balizam o pensamento. É talvez por isso que Vítor Gonçalves (2002:98) afirmou que:

> "Explicar como tudo isto aconteceu é sem dúvida fascinante, mais fascinante que contar e descrever *bones and stones*. Mas tão arriscado que, ao fazê-lo, não podemos perder de vista de onde partimos. Sob pena de tomarmos a nuvem por Juno... ou por Hera, criatura bem pior, apesar de tudo."

Anexo

Tabela I. Lista tipológica de F. Bordes para o Paleolítico Médio.

1. Lasca levallois típica
2. Lasca levallois atípica
3. Ponta levallois
4. Ponta levallois retocada
5. Ponta pseudo-levallois
6. Ponta moustierense
7. Ponta moustierense larga
8. Limace
9. Raspador simples direito
10. Raspador simples convexo
11. Raspador simples côncavo
12. Raspador duplo direito
13. Raspador duplo direito-convexo
14. Raspador duplo direito-côncavo
15. Raspador duplo biconvexo
16. Raspador duplo bicôncavo
17. Raspador duplo côncavo-convexo
18. Raspador convergente direito
19. Raspador convergente convexo
20. Raspador convergente côncavo
21. Raspador desviado
22. Raspador transversal direito
23. Raspador transversal convexo
24. Raspador transversal côncavo
25. Raspador de face plana
26. Raspador de retoque abrupto
27. Raspador plano de dorso
28. Raspador com retoque bifacial
29. Raspador de retoque alterno
30. Raspadeira típi a
31. Raspadeira atípica
32. Buril típico
33. Buril atípico
34. Furado típico
35. Furador atípico
36. Faca de dorso
37. Faca de dorso atípica
38. Faca de dorso natural
39. Raclette moustierense
40. Lasca ou lâmina truncada
41. Tranchet moustierense
42. Entalhe
43. Denticulado
44. Bec
45. Lasca retocada na face ventral
46. Lasca espessa com retoque abrupto
47. Lasca espessa com retoque alterno
48. Lasca plana com retoque abrupto
49. Lasca plana com retoque alterno
50. Lasca com retoque bifacial
51. Ponta de Tayac
52. Triângulo com entalhe
53. Falso microburil
54. Entalhe distal
55. Machado
56. Rabot
57. Ponta pedunculada
58. Utensílios pedunculados
59. Seixo talhado
60. Seixo talhado inverso
61. Seixo talhado bifacial
62. Diversos
63. Pontas foliáceas bifaciais

Tabela II. Lista tipológica de D. Sonneville-Bordes e J. Perrot (1954) para o Paleolítico Superior.

Raspadeiras
1. Raspadeira simples
2. Raspadeira atípica
3. Raspadeira dupla
4. Raspadeira ogival
5. Raspadeira sobre lâmina ou lasca retocada
6. Raspadeira sobre lâmina aurignacense
7. Raspadeira em leque
8. Raspadeira sobre lasca
9. Raspadeira circular
10. Raspadeira unguiforme
11. Raspadeira carenada
12. Raspadeira carenada atípica
13. Raspadeira afocinhada espessa
14. Raspadeira plana afocinhada ou de ombreira
15. Raspadeira nucleiforme
16. Rabot

Utensílio compósitos e furadores
17. Raspadeira-buril
18. Raspadeira-truncatura
19. Buril-truncatura
20. Furador-truncatura
21. Furador-raspadeira
22. Furador-buril
23. Furador
24. Furador atípico ou bec
25. Furador múltiplo
26. Microfurador

Buris
27. Buril diedro direito
28. Buril diedro desviado
29. Buril diedro de ângulo
30. Buril de ângulo sobre fractura
31. Buril múltiplo diedro
32. Buril busqué (arqueado)
33. Buril bico de papagaio
34. Buril sobre truncatura direita
35. Buril sobre truncatura oblíqua
36. Buril sobre truncatura côncava
37. Buril sobre truncatura convexa
38. Buril transversal sobre truncatura lateral
39. Buril transversal sobre entalhe
40. Buril múltiplo sobre truncatura retocada
41. Buril múltiplo misto
42. Buril de Noilles
43. Buril nucleiforme
44. Buril plano

Utensilagem de dorso
45. Faca de dorso
46. Ponta de Chatelperron
47. Ponta de Chatelperron atípica
48. Ponta de la Gravette
49. Ponta de la Gravette atípica
50. Ponta de Vachons
51. Microgravette
52. Ponta de Font-Yves
53. Peça de dorso giboso
54. Flechinha
55. Ponta de pedúnculo (La Font-Robert e Teyjat)
56. Ponta à cran atípica (pedúnculo lateral)
57. Lâmina ou lamela à cran
58. Lâmina de dorso total
59. Lâmina de dorso parcial

Truncaturas
60. Lâmina ou lasca com truncatura direita
61. Lâmina ou lasca com truncatura oblíqua
62. Lâmina ou lasca com truncatura côncava
63. Lâmina ou lasca com truncatura convexa
64. Lâmina ou lasca bitruncada

Lâminas retocadas
65. Lâmina com retoque contínuo num bordo
66. Lâmina com retoque contínuo em 2 bordos

67. Lâmina com retoque aurignacense
68. Lâmina com retoque aurignacense estrangulada

Utensilagem Solutrense
69. Ponta de face plana
70. Folha de loureiro
71. Folha de salgueiro
72. Ponta à cran solutrense

Utensilagem comum
73. Pico
74. Entalhe
75. Denticulado
76. *Peça esquirolada*
77. Raspador
78. Raclette

Utensilagem lamelar
79. Triângulo
80. Rectângulo
81. Trapézio
82. Rombo
83. Crescente
84. Lamela truncada
85. Lamela de dorso
86. Lamela de dorso truncada
87. Lamela de dorso denticulada
88. Lamela denticulada
89. Lamela com entalhe
90. Lamela Dufour
91. Ponta azilense

92. Diversos

Tabela III. Lista tipológica de G. Rozoy (1968) para o Epipaleolítico e Mesolítico.

1. Raspadeira sobre lâmina comprida
2. Raspadeira sobre lâmina curta
3. Raspadeira
4. Raspadeira simples sobre lasca
5. Raspadeira simples sobre lasca retocada
6. Raspadeira circular
7. Raspadeira unguiforme
8. Outras raspadeiras sobre lasca
9. Raspadeira carenada ou nucleiforme

10. Raspadeira denticulada
11. Lasca espessa denticulada
12. Lasca plana denticulada
13. Lasca espessa truncada
14. Lasca espessa retocada
15. Lasca plana truncada
16. Lasca plana retocada
17. Raspador
18. Raclette

19. Furador e bec
20. Furador Taraud
21. Buril diedro
22. Buril sobre truncatura
23. Peça rombuda
24. Peça esquirolada
25. Diversos da utensilagem comum

26. Lâmina com truncatura côncava
27. Lâmina com truncatura direita
28. Lâmina com truncatura oblíqua
29. Lâmina com retoque distal
30. Lâmina de retoque contínuo
31. Faca de dorso
32. Lamela de dorso
33. Lamela de dorso parcial
34. Lamela de dorso giboso
35. Lamela de dorso curvo
36. Lamela de dorso de ponta curva
37. Lamela com retoque parcial
38. Lamela com retoque contínuo
39. Lamela de retoque marginal
40. Lamela com entalhe
41. Lamela com fractura e entalhe
42. Lamela com fractura em entalhe
43. Lamela com truncatura côncava
44. Lamela com truncatura direita
45. Lamela com retoque distal
46. Lamela com truncatura oblíqua
47. Lamela com fractura e truncatura

48. Ponta de truncatura muito oblíqua
49. Ponta de truncatura distal muito oblíqua
50. Ponta curta de base não retocada
51. Ponta de retoque unilateral
52. Ponta com retoque distal unilateral
53. Ponta de Chaville
54. Ponta de duplo dorso
55. Ponta de duplo dorso distal

56. Ponta de Sauveterre
57. Segmento de dorso e retoque
58. Crescente
59. Crescente assimétrico
60. Crescente largo
61. Lamela estreita de dorso
62. Fragmento de lamela estreita de dorso
63. Lamela estreita de dorso truncada
64. Lamela de dorso
65. Fragmento de lamela de dorso atípica
66. Lamela de dorso truncada
67. Lamela escalena

68. Triângulo escaleno regular
69. Triângulo escaleno irregular
70. Triângulo de Montclus
71. Triângulo escaleno alongado
72. Triângulo escaleno alongado com 1 dorso curto
73. Triângulo escaleno alongado de truncatura côncava
74. Triângulo de Muge
75. Triângulo de Muge alongado

76. Triângulo isósceles alongado
77. Triângulo isósceles

78. Ponta dupla
79. Triângulo de retoques invasivos
80. Micrólitos diversos de retoques invasivos
81. Ponta de base arredondada
82. Ponta de base retocada plana

83. Ponta triangular curta
84. Ponta ogival curta
85. Ponta triangular alongada
86. Ponta de Tardenois de base convexa
87. Ponta de Tardenois
88. Ponta triangular curta de base côncava
89. Ponta ogival de base côncava
90. Ponta triangular alongada de base côncava
91. Ponta de Tardenois de base côncava

92. Trapézio de base curta
93. Trapézio de base alongada
94. Trapézio rectângulo
95. Trapézio (ou ponta) de Vielle
96. Trapézio assimétrico
97. Trapézio assimétrico alongado
98. Trapézio simétrico curto
99. Trapézio simétrico alongado
100. Trapézio simétrico de truncatura muito oblíqua
101. Trapézio simétrico de truncatura côncava
102. Trapézio de Montclus curto
103. Trapézio de Montclus alongado
104. Trapézio de Martinet
105. Armadura de tipo danubiano
106. Micrólitos geométricos diversos
107. Lâmina de entalhes múltiplos unilateral
108. Lamela de entalhes múltiplos unilateral
109. Lâmina de retoque parcial unilateral
110. Lamela de retoque parcial unilateral
111. Lâmina de entalhes duplos contínuos
112. Lamela de entalhes duplos contínuos
113. Lâmina de entalhes duplos
114. Lamela de entalhes duplos
115. Lâmina de entalhes múltiplos separados
116. Lamela de entalhes múltiplos separados
117. Lâmina com retoque descontínuo
118. Lamela com retoque descontínuo
119. Utensilagem neolítica

Tabela IV. Lista tipológica de J. Fortea (1973) para o Epipaleolítico Mediterrânico Espanhol.

Raspadeiras
R1. Raspadeira simples sobre lasca
R2. Raspadeira sobre lasca retocada
R3. Raspadeira circular
R4. Raspadeira nucleiforme
R5. Raspadeira denticulada
R6. Raspadeira afocinhada ou de ombreira
R7. Raspadeira com entalhe
R8. Raspadeira sobre lâmina ou lamela
R9. Raspadeira sobre lâmina ou lamela retocadas
R10. Raspadeira ogival
R11. Raspadeira dupla

Furadores
P1. Furador

Buris
B1. Buril simples de um plano
B2. Buril simples de dois planos
B3. Buril simples de ângulo de 2 planos
B4. Buril simples de ângulo sobre fractura
B5. Buril simples múltiplo
B6a. Buril sobre truncatura direita
B6b. Buril sobre truncatura oblíqua
B6c. Buril sobre truncatura côncava
B6d. Buril sobre truncatura convexa
B6e. Buril múltiplo sobre truncatura
B7. Buril sobre dorso arqueado
B8. Buril nucleiforme

Lascas e Lâminas de dorso
LBA1. Lasca de dorso
LBA2. Raclette
LBA3. Lâmina de dorso
LBA4. Lâmina de dorso arqueado
LBA5. Lâmina de dorso parcial
LBA6. Fragmento de lâmina de dorso

Utensílios compósitos
C1. Raspadeira-buril

Lamelas de dorso
Lba1. Lamela de dorso
Lba2. Lamela apontada de dorso
Lba3. Lamela apontada de dorso rectílineo e base arredondada
Lba4. Lamela apontada de dorso rectílineo e base adelgaçada
Lba5. Lamela apontada de dorso rectílineo e base direita
Lba6. Lamela apontada com espinha central
Lba7. Lamela de dorso arqueado
Lba8. Lamela de dorso giboso
Lba9. Lamela de dorso em ângulo recto
Lba10. Lamela de dorso parcial
Lba11. Fragmento de lamela de dorso

Entalhes
MD1. Lasca com entalhe
MD2. Lasca denticulada
MD3. Lâmina ou lamela com entalhe
MD4. Lâmina ou lamela denticulada
MD5. Serra

Truncaturas
FR1. Truncatura

Micrólitos geométricos
G1. Crescente
G2. Trapézio simétrico
G3. Trapézio assimétrico
G4. Trapézio rectângulo
G5. Trapézio com um lado côncavo
G6. Trapézio com dois lados côncavos
G7. Trapézio com um lado convexo
G8. Trapézio com base retocada
G9. Triângulo isósceles
G10. Triângulo isósceles alargado
G11. Triângulo isósceles com o vértica arredondado
G12. Triângulo escaleno
G13. Triângulo escaleno alargado

G14. Triângulo escaleno com o lado pequeno convexo
G15. Triângulo escaleno alargado com o lado pequeno convexo
G16. Triângulo escaleno alargado com o lado pequeno curto
G17. Triângulo escaleno com o lado pequeno côncavo
G18. Triângulo de lados côncavos (tipo Cocina)

Microburis
M1. Microburil
M2. Ápice triédrico
M3. Microburil de Krukowski

Diversos
D1. Peça esquirolada
D2. Peça com retoque contínuo
D3. Raspador
D4. Lâmina ou lamela de crista
D5. Ponta foliácea
D6. Peça com retoque paralelo invasivo
D7. Elementos denticulados de foice
D8. Diversos

Tabela V. Lista tipológica de J. Tixier (1963) para o Epipaleolítico do Norte de África.

1. Raspadeira simples
2. Raspadeira sobre lasca retocada
3. Raspadeira circular
4. Rabot ou raspadeira nucleiforme
5. Raspadeira denticulada
6. Raspadeira afocinhada ou de ombreira
7. Raspadeira com entalhe
8. Raspadeira simples sobre lâmina ou lamela
9. Raspadeira simples sobre lâmina ou lamela retocada
10. Raspadeira sobre lâmina de dorso
11. Raspadeira dupla

12. Furador simples
13. Furador sobre lamela de dorso
14. Furador de Aïn Khanga
15. Grande furador capsence
16. Mèche de foret (broca)

17. Buril diedro
18. Buril diedro de ângulo
19. Buril sobre fractura
20. Buril diedro múltiplo
21. Buril sobre truncatura direita
22. Buril sobre truncatura oblíqua
23. Buril sobre truncatura côncava
24. Buril sobre truncatura convexa
25. Buril sobre ápice triédrico
26. Buril múltiplo sobre truncatura
27. Buril múltiplo misto
28. Buril nucleiforme
29. Buril diedro sobre lâmina de dorso
30. Buril sobre fractura em lâmina de dorso
31. Buril sobre o dorso de lâmina
32. Buril sobre truncatura em lâmina de dorso
33. Buril múltiplo sobre lâmina de dorso

34. Lasca de dorso
35. Lâmina de dorso direito
36. Lâmina arqueada com dorso distal
37. Lâmina de dorso arqueado
38. Faca de Guentis
39. Lâmina de dorso côncavo-convexo
40. Lâmina de dorso de ponta obtusa
41. Lâmina de dorso parcial
42. Fragmento de lâmina de dorso

43. Raspadeira-lâmina de dorso
44. Raspadeira-buril

45. Lamela apontada de dorso direito
46. Lamela apontada de dorso direito com base redonda
47. Lamela apontada de dorso direito com base truncada
48. Ponta de Mechta el-Arbi
49. Ponta de Chacal
50. Ponta de Aïn Berriche
51. Lamela apontada de dorso recto de base retocada
52. Ponta de Aïn Kéda
53. Ponta de secção triangular biapontada (Aiguillon)
54. Golpe de buril com retoque abrupto
55. Lamela com ponta em dorso arqueado
56. Lamela de dorso arqueada
57. Lamela de dorso arqueada e base redonda
58. Lamela de dorso arqueada e base truncada
59. Lamela de dorso arqueada e base retocada
60. Lamela de dorso giboso
61. Lamela de dorso e base adelgaçada
62. Ponta de La Mouillah
63. Lamela de dorso parcial
64. Lamela à cran
65. Ponta à cran
66. Fragmento de lamela de dorso
67. Lamela de dorso de ponta obtusa
68. Lamela escalena
69. Lamela apontada com retoque Ouchtata
70. Lamela Ouchtata

71. Lamela com retoque Ouchtata
72. Fragmento de lamela com retoque Ouchtata
73. Peça com entalhe ou estrangulamento
74. Lasca com entalhe
75. Lasca denticulada
76. Lâmina ou lamela com entalhe
77. Lâmina ou lamela denticulada
78. Serra
79. Peça denticulada ou com entalhe de retoque contínuo
80. Truncatura
81. Tuncatura em peça com a base ogival retocada
82. Crescente
83. Trapézio isósceles
84. trapézio assimétrico
85. Trapézio rectângulo
86. Trapézio de lado côncavo
87. Trapézio com 2 lados côncavos
88. Trapézio de lado convexo
89. Triângulo isósceles
90. Triângulo escaleno
91. Triângulo de lado côncavo
92. Triângulo com 2 lados côncavos
93. Triângulo de lado convexo
94. Triângulo escaleno alongado
95. Triângulo escaleno alongado com truncatura pequena
96. Furador escaleno
97. Triângulo escaleno alongado com truncatura côncava pequena
98. Furador escaleno com truncatura pequena
99. Triângulo escaleno alongado de ângulo redondo
100. Furador escaleno de ângulo redondo
101. Ápice-triédrico
102. Microburil
103. Microburil de Krukowski
104. Peça esquirolada
105. Peça com retoque contínuo
106. Raspador
107. Ponta de Ounan
108. Ponta de Bou-Saâda
109. Lamela apontada de base redonda
110. Ponta de Columnata
111. Peça de língua
112. Diversos

Bibliografia

ADAMS, R. & F. VALDEZ Jr.

1997 Stratigraphy. In *Field methods in Archaeology*, T. Hester, H. Shafer e K. Feder (eds.), pp. 235-252. Mountain View: Mayfield Publishing Company. 8ª edição.

AITKEN, M.

1974 *Physics and Archaeology*. Londres: Clarendon Press.

1990 *Science-based Dating in Archaeology*. Londres: Longman.

1997 Luminescence Dating. In *Chronometric Dating in Archaeology*, R.E. Taylor e M. J. Aitken (eds.), pp. 183-216. Advances in Archaeological and Museum Science nº 2. Nova Iorque: Plenum Press.

AITKEN, M. & S. STOKES

1997 Climatostratigraphy. In *Chronometric Dating in Archaeology*, R.E. Taylor e M. J. Aitken (orgs.), pp. 1-30. Advances in Archaeological and Museum Science nº 2. Nova Iorque: Plenum Press.

ALARCÃO, J.

1982 *Introdução ao estudo da história e patrimónios locais*. Coimbra.

1983 A dimensão antropológica da Arqueologia. *Biblos*, 59:470-477.

1993-1994 A Arqueologia e o tempo. *Conimbriga*, 32-33:9-56.

ALDRICH, L & A. NIER

1948 Árgon 40 in potassium minerals. *Physical Review*, 74:876-877.

ALMEIDA, F.

1998 O método das remontagens líticas: enquadramento teórico e aplicações. *Trabalhos de Arqueologia da E.A.M.*, 5:1-40.

2000 *The Terminal Gravettian of Portuguese Estremadura. Technological variability of the lithic industries*. Dissertação de Doutoramento, Southern Methodist University, Dallas, EUA.

ALMEIDA, F., A. ARAÚJO & T. AUBRY

2003 Paleotecnologia lítica: dos objectos aos comportamentos. In *Paleoecologia Humana e Arqueociências. Um Programa Multidisciplinar para a Arqueologia sob a Tutela da Cultura*, J. Mateus e M. Moreno (orgs.), pp. 299-349. Trabalhos de Arqueologia 29. Lisboa: IPA.

ANGELUCCI, D.

2003a A partir da terra: a contribuição da Geoarqueologia. In *Paleoecologia Humana e Arqueociências. Um Programa Multidisciplinar para a Arqueologia sob a Tutela da Cultura*, J. Mateus e M. Moreno (orgs.), pp. 36-84. Trabalhos de Arqueologia 29. Lisboa: IPA.

2003b Introdução à micromorfologia dos sedimentos e dos solos arqueológicos. In *Paleoecologia Humana e Arqueociências. Um Programa Multidisciplinar para a Arqueologia sob a Tutela da Cultura*, J. Mateus e M. Moreno (orgs.), pp. 85-103. Trabalhos de Arqueologia 29. Lisboa: IPA.

AMBROSE, W.

2001 Obsidian Hydration dating. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (eds.), pp. 81-92. Chichester: John Wiley & Sons.

ANDREFSKY, W.

1998 *Lithics. Macroscopic approaches to analysis*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press.

ANTUNES, M.

1991 O Homem da Gruta da Figueira Brava (ca. 30 000 BP). Contexto ecológico, alimentação, canibalismo. *Memórias Acedemia das Ciências*, 31(C):487-536.

ARNOLD, D.

1985 *Ceramic theory and cultural process*. Cambridge: Cambridge University Press.

ATKINSON, T., K. BRIFFA, G. COOPE, J. JOACHIM & D. PERRY

1986 Climatic calibration of coleopteran data. In *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*, B. Berglund (org.), pp. 851-858. Chichester: John Wiley.

ATKINSON, T., K. BRIFFA & G. COOPE

1987 Seasonal temperatures in Britain during the past 22 000 years, reconstructed using beetle remains. *Nature*, 325:587-592.

AUDOUZE, F.

1987 The Paris Basin in Magdalenian times. In *The Pleistocene Old World, Regional Perspectives*, O. Soffer (ed.), pp. 183-200. Nova Iorque. Plenum Press.

BARANDIARÁN, I.

1967 *El Paleomesolítico del Pirineo Occidental. Bases para una sistematización tipologica del instrumental oseo paleolitico*. Saragoça.

BARD. E., M. ARNOLD, R. FAIRBANKS & B. HAMELIN

1993a ^{230}Th-^{234}U and ^{14}C ages obtained by mass spectrometry in corals. *Radiocarbon*, 35:191-199.

BARD, E., M. STUIVER & N. SHACKLETON

1993b *Global Changes in the Persepctive of the Past*. Nova Iorque: John Willey and Sons.

BARENDREGT, R.

1984 Using paleomagnetic remanence and magnetic susceptibility data for differentiation, relative correlation and absolute dating of quaternary sediments. In *Quaternary Dating Methods*. C. Mahaney (org.), pp. 101-122. Mova Iorque: Academic Press.

BARKER, P.
1993 *Techniques of Archaeological Excavation*. Londres: B.T. Batsford. 3ª edição.
BARNETT, W.
1987 The Early Neolithic impressed pottery from the Gruta do Caldeirão. *O Arqueólogo Português*, série IV, 5:67-87.
1992 The physical analyses of Early Neolithic impressed pottery from Gruta do Caldeirão. In *Gruta do Caldeirão. O Neolítico Antigo*. J. Zilhão (org.) pp. 297-312. Lisboa: IPPAR.
BAR-YOSEF, O.
1993 Site formation processes from a Levantine perspective. . In *Formation Processes in Archaeological Context*. P. Golberg, D. Nash e M. Petraglia (org.), pp. 11-32. Madison: Prehistory Press.
BEYRIES, S.
1988 Functional variability of lithic sets in the Middle Paleolithic. In *Upper Pleistocene Prehistory of Western Eurasia*, H. Dibble e A. Montet-White (orgs.), pp.213-223. Filadélfia: The University Museum, University of Philadelphia.
BELTRÁN, A.
1968 *Arte rupestre levantino*. Zaragoza: Facultad de Filosofia y Letras.
BERNARDES, J.
2002 *"CIVITAS COLLIPONENSIS". Povoamento e estratégias de ocupação do espaço*. Tese de doutoramento, Universidade de Coimbra.
BETTINGER, R.
1980 Explanatory/predictive models of hunter-gatherer adaptation. In *Advances in Archaeological Method and Theory*, 3:189-255.
BIBERSON, P.
1961 *Le Paléolithique inférieur du Maroc atlantique*. Rabat: Publications du Service des Antiquités du Maroc.
1967 *Galets aménagés du Maghreb et du Sahara*. Fiches typologiques Africaines, 2éme cahier, fichas 33-64. Paris: Arts et Métiers.
BICHO, N.
1992 *Technological Change in the Final Upper Paleolithic of Rio Maior, Portuguese Estremadura*. Tese de doutoramento, Southern Methodist University, Dallas. Ann Arbor: University Microfilms.
1996 Estatística e quantificação em Arqueologia. *Almandan* II Série, 5:142-147.
1995-1997 A Ocupação Epipaleolítica do Abrigo Grande das Bocas, Rio Maior. *O Arqueólogo Português*, Série IV, Vol. 13-15: 53-86.
1998 *Relatório dos trabalhos de sondagem do sítio Neolítico de Ribeira de Alcantarilha*. Relatório enviado ao IPA.
1998b Caves, Rock Shelters and Open air sites: Land-use during the End of the Palaeolithic in Central Portugal. In *Proceedings of the XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences, Forlí, Itália*.Vol. 2, pp. 589-596. ABACO.
2000 Paleolithic Occupation and Environment of Central and Southern Portugal during Isotopic Stages 2 and 3. In *European Late Pleistocene Isotopic Stages 2& 3: Humans, their Ecology and Cultural Adaptations*. Ed. P. Vermeersch e J. Renault-Miskovsky, pp. 43-56. ERAUL.

2000b Revisão crítica dos conhecimentos actuais do Paleolítico Superior português. In *Actas do III Congresso de Arqueologia Peninsular*.Vol. II – O Paleolítico, pp. 425-442.

2001 Sistemas de Povoamento, Mobilidade e Aproveitamento dos Recursos Naturais no Território Português Durante a Transição Plistocénico-Holocénico. *Revista Lusíada*, 1:31-58.

2002 O Ensino de Arqueologia em Portugal. *ERA*, 3:14-19.

2003 A importância dos recursos aquáticos na economia dos caçadores-recolectores do Paleolítico e Epipaleolítico do Algarve. *Actas do I Encontro de Arqueologia do Algarve*. Silves.

BICHO, N., C. JORGE, J. LADEIRA, J. PEREIRA & M. SALVADOR

1994 Prospecção arqueológica das formações quaternárias do Rio Ponsul. In *Actas das V Jornadas Arqueológicas (Lisboa, 1993)*, Vol 1., pp. 65-74. Lisboa: Associação dos Arqueólogos Portugueses.

BICHO, N., J. HAWS, B. HOCKETT, A. MARKOVA & W. BELCHER

2003 Paleoecologia e Ocupação Humana da Lapa do Picareiro: resultados preliminares. *Revista Portuguesa de Arqueologia*,

BICHO, N., B. HOCKETT, J. HAWS & W. BELCHER

2000 Hunter-gatherer Subsistence at the End of the Pleistocene: Preliminary Results from Picareiro Cave, Central Portugal. *Antiquity*, 74(3):500-506.

BICHO, N., M. STINER, J. LINDLY, C.R. FERRING & J. CORREIA

2003 Preliminary results from the Upper Paleolithic site of Vale Boi, southwestern Portugal. *Journal of Iberian Archaeology*. 5: 51-66.

BIERS, W.

1992 *Art, artefacts and chronology in Classical Archaeology*. Nova Iorque: Routledge.

BIETTI, A.

1976-77 Analysis and investigation of the Epigravettian industry collected during the 1955 excavations at Palidoro (Rome, Italy). *Quaternaria* 19:197-387.

BINFORD, L.

1962 Archaeology as Anthropology. *American Antiquity*, 27:217-225.

1964 A consideration of archaeological research design. *American Antiquity*, 29:425-441.

1965 Archaeological systematics and the study of culture process. *American Antiquity*, 31:203-210.

1967 Smudge pits and hide smoking: the use of analogy in archaeological reasoning. *American Antiquity*, 32:1-12.

1968a Archaeological perspectives. In *New Perspectives in Archaeology*, S.R. Lewis e L. Lewis (org.), pp.5-32. Chicago: Aldine press.

1968b Some comments on historical versus processual archaeology. *Southwestern Journal of Anthropology*, 24:267.275.

1968c Methodological Considerations of the Archaeological Use of Ethnographic Data. In *Man the Hunter*, R. Lee e I, DeVore (orgs.), pp. 268-273. Chicago: Aldine.

1977 General Introduction. In *For Theory Building in Archaeology: Essays on Faunal Remains, Aquatic Rsources, Spatial Analysis and Systematic Modeling*, L. Binford (org.), pp. 1-10. Nova Iorque: Academic Press.

1978 *Nunamiut Ethnoarchaeology*. Nova Iorque: Academic Press.
1979 Organization and formation processes: looking at curated technologies. *Journal of Anthropological Research*, 35:255-273.
1981 Behavioral Archaeology and the Pompeii Premise. *Journal of Anthropological Research*, 37:195-208.
1981b *Bones: Ancient Men and Modern Myths*. Nova Iorque:Academic Press.
1983 *In pursuit of the past: decoding the archaeological record*. Londres: Thames and Hudson.
1987 Data, relativism and archaeological science. *Man*, 22:391-404.
2002 *Constructing frames of reference. An analytical method for Archaeological theory Building Using Ethnographic and Environmental data Sets*. Berkely: University of California Press.

BINFORD, L. & S. BINFORD
1966 A preliminary analysis of functional variability in the Mouterian of Levallois facies. *American Anthropologist*, 68:238-295.

BISHOP, R., R. RANDS & G. HOLLEY
1982 Ceramic compositional analysis in Archaeological Perspective. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 5: 275-330.

BLATT, H, G. MIDDLETON & R. MURRAY
1972 *Origin of Sedimentary Rocks*. Englewwod Cliffs: Prentice-Hall.

BLOOM, A.
1988 *Superfície da Terra*. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda.

BORDES, F.
1947 Etude comparative des différentes techniques de taille du silex et des riches dures. *L'Anthropologie* 51:1-29.
1950a Principes d'une méthode d'étude des techniques de débitage et de la typologie du Paléolithique ancien et moyen. *L'Anthropologie* 54:19-34.
1950b L'évolution buissonnante des industries en Europe occidentale. Considérations théoriques sur le Paléolithique ancien et moyen. *L'Anthropologie* 54:393-420.
1953a Lavalloisien et Moustérien. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 50:226-235.
1953b Essai de classification des industries "moustériennes". *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 50:457-466.
1961 Mousterian cultures in France. *Science*, 134:803-810.
1967 Considération sur la typologie et les techniques dans le Paléolithique. *Quartar* 18:25-55.
1969 Reflections on typology and thecniques in the paleolithic. *Artic Anthropology*, 6:1-29.
1988 *Typologie du Paleolithique Ancien et Moyen*. s.l.: Presses du CRNS.

BORDES, F. & M. BOURGON
1951 Le complexe moustérien: Moustériens, Levalloisien et Tayacien. *L'Anthropologie*, 55:1-23.

BORDES, F. & D. SONNEVILLE-BORDES
1970 The significance of variability in Paleolithic Assemblages. *World Archaeology*, 2:61-73.

BRAIDWOOD, R.

1974 The Iraq Jarmo Project: In *Archaeological Researches in Retrospect*, G. Willey (ed.), pp. 59-83. Cambrdge: Winthrop.

BRAIN, C.K.

1981 *The Hunters or the Hunted? An Introduction to African cave Taphonomy*. Chicago: Chicago University Press,

BREUIL, H.

1912 Les subdivisions du Paléolithique supérieur et leur signification. In *14éme Congrés International de Anthropologie et Archéologie Préhistorique*. Vol. 1: 165-238. Genebra.

BREUIL, H. & G. Zbyszewski

1942 Contribution à l'étude des industries paléolithiques du Portugal et de leurs rapports avec de la geologie du Quaternaire. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal* 23.

1946 Contribuition á l'étude des industries paléolithiques des plages quaternaires de l'Alentejo litoral. *Comunicações dos Serviços Geologicos de Portugal* 27.

BREW, J.

1946 *The archaeology of Alkali Ridge, Southeastern Utah*. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, papers 21. Cambridge: Harvard University Press.

BRÉZILLON, M.

1983 *La Dénomination des Objects de Pierre Taillée*. IV Supplément à Gallia Préhistorique. Bordéus: CNRS. 2ª edição.

BROWN, A.

1997 *Alluvial Geoarchaeology. Floodplain archaeologuc and environmental change. Canbridge Manuals in Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.

BROWN III, M. & E. HARRIS

1993 interfaces in archaeological stratigraphy. In *Practices of Archaeological Stratigraphy*, E. Harris, M.Brown III e G. Brown (orgs.), pp. 7-20. Londres: Academic Press.

BULL, G. & S. PAYNE

1982 Tooth eruption and epiphyseal fusion in pigs and wild boar. In *Ageing and Sexing Animal Bones from Archaeological Sites*, B. Wilson, C. Grigson, and S. Payne (orgs), pp. 55-71. Oxford: BAR International Series.

BUTZER, K.

1971 *Environment and Archaeology: an Ecological Approach to Prehistory*. Chicago: Aldine. 2ª edição.

1978 Toward an integrated contextual approach in Archaeology: a personal view. *Journal of Archaeological Science*, 5:191-193.

1980 Context in Archaeology: an alternative perspective. *Journal of Field Archaeology*, 7:417-422.

1981 Cave sediments, Upper Pleistocene Stratigraphy and Mousterian Facies in Catabrian Spain. *Journal of Archaeological Science*, 8:133-183.

1982 *Archaeology as Human Ecology*. Nova Iorque:Cambridge University Pres.

CABRAL, J., M. PRUDÊNCIO, GOUVEIA, M & ARNAUD, J.
1988 Chemical and mineralogical characterization of Pre-Beaker and Beaker pottery from Ferreira do Alentejo (Beja, Portugal). *Proceedings of the 26th International Archaeometry Symposium* p. 172-178. Toronto: University of Toronto.

CAHEN, D.
1981 Prémiers résultats de l'étude par remontage. *Gallia Préhistoire* 24(1):123--137.

CALADO, M
1993 *Carta arqueológica do Alandroal*. Alandroal: Câmara Municipal do Alandroal.

CALLAPEZ, P.
1992 Moluscos terrestres das camadas A/B/C_Eb da Gruta do Caldeirão. In *Gruta do Caldeirão: o Neolítico Antigo*, J. Zilhão (org.), pp. 223-230. Lisboa: IPPAR.
2002 A malacofauna críptica da Gruta do Caldeirão (Tomar, Portugal) e as faunas de gastrópodes terrestres do Plistocénico superior e Holocénico da Estremadura Portuguesa. *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 5(1):5-28.
2003 Moluscos marinhos e fluviais do Paleolítico Superior da Gruta do Caldeirão (Tomar, Portugal): evidências de ordem sistemática, paleobiológica e paleobiogeográfica. *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 6(1):5-15.

CALDWELL, J.
1959 The New American Archaeology. *Science*, 129(3345):303-307.

CAMPBELL, B.
1983 *Human Ecology*. Nova Iorque: Aldine de Gruyter.

CAMPS, G.
1979 *Manuel de Recherche Préhistorique*. Paris: Doin.

CARDOSO, J.L.
1993 *Contribuição para o conhecimento dos grandes mamíferos do Plistocénico superior de Portugal*. Tese de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa.
1996 Objectivos e princípios metodológicos da Arqueozoologia. Estado da questão em Portugal. *Almadan*, II Série, 5:78-88.
1996b A Geoarqueologia. Fundamentos e métodos – sua aplicação em Portugal. *Almadan*, II Série, 5:70-77.
2002 *Pré-história de Portugal*. Lisboa: Editorial Verbo.

CARR, C.
1985 Getting into data: philosophy and tactics for the analysis of complex data structures. In *For Concordance in Archaeological Analysis*, C. Carr (org.), pp. 18-41. Kansas City:Westport Publishers.

CARVALHO, A.F.
1995-1996 O talhe da pedra e a transição Neolítico–Calcolítico no Centro e Sul de Portugal. *Trabalhos de Arqueologia da EAM*. 3-4:41-60.
1998 O Abrigo da Pena d'Água (Rexaldia, Torres Novas): resultado dos trabalhos de 1992-1997. *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 1(2):39-72.
1998b *O Talhe da Pedra no Neolítico Antigo no Maciço Calcário das Serras de Aires e Candeeiros. Um primeiro modelo tecnológico e tipológoco*. Lisboa: Colibri.

CARVER, M.O.
1990 Digging for data: archaeological approaches to data definition, acquisition and analysis. In *Lo scavo archaeologica: della diagnosi all'edizione*, R. Francovich e D. Manacorda (orgs.), pp. 45-120. Florença: Edizioni all'Insegna del Giglio.
CASACA, J., J. MATOS & M. BAIO
2000 *Topografia Geral*. Lisboa: Lidel. 2ª edição.
CHILDE, V.G.
1925 *The dawn of European Civilization*. Londres: Kegan Paul.
1929 *The Danube in Prehistory*. Oxford: Oxford University Press.
1940 *Prehistoric communities of the British Isles*. Londres: Chambers.
1976 *Para uma Recuperação do Passado*. Lisboa: Livraria Bertrand.
CLARK, A.
1975 Archaeological Prospecting: a progress report. *Journal of Archaeological Science*, 2:297-314.
CLARK, G.A. (org.)
1991 *Perspectives on the Past: Theoretical biases in Mediterranean Hunter--Gatherer Research*. Filadélfia: University of Pennsylvania Press.
1991b Epilogue: paradigms, realism, adaptation, and evolution. In *Perspectives on the Past: Theoretical biases in Mediterranean Hunter-Gatherer Research*, G. Clark (org.), pp. 411-439. Filadélfia: University of Pennsylvania Press.
2002 Observations on paradigmatic bias in French and American Archaeology. In *The Role of American Archaeologists in the Study of the European Upper Paleolithic*, L. Straus (org.), pp. 19-26. Oxford: BAR.
CLARK, J.G.D.
1932 *The Mesolithic Age in Britain*. Cambridge: Cambridge University Press.
1952 *Prehistoric Europe: the economic basis*. Londres: Methuen.
1970 *Aspects of Prehistory*. Berkeley: University of California Press.
CLARKE, D.
1967 Analaytical Archaeology. Londres: Metheun.
CLAASSEN, C.
1992 *Exploring Gender Through Archaeology*. Monographs in World Prehistory, 11. Madison: Prehistory Press. (Editora científica).
1998 *Shells*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press.
CLIMAP
1976 The surface of the Ice-age Earth. *Science*, 191:1131-1137.
COELHO, A. & J. CARDOSO
1992 Materiais arqueológicos do povoado calcolítico do Monte da Tumba (Torrão). Análises macro e microscópicas. *Setúbal Arqueológica*, 9/10:277-289.
COHMAP
1988 Climatic changes of the last 18,000 years: observations and model simulations. *Science*, 241:1043-1052.
COLLINS, M.
1991 Rockshelters and the early archaeological record in the Americas. In *The First Americans: Search and Research*, T. Dillehay e D. Meltzer (eds.), pp. 157-182. Boca Raton: CRC Press.

COLMAN, S., K. PIERCE & P. BIRKLAND
1987 Suggested terminology for Quaternary dating methods. *Quaternary Research*, 28:314:319.
CONKEY, M. & J. SPECTOR
1984 Archaeology and the Study of Gender. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 7:1-38.
CRACKNELL, A & L. HAYES
1991 *Introduction to Remote Sensing*. Nova Iorque: Taylor &Francis.
CUVILLIER, A.
1956 *Vocabulário de Filosofia*. Lisboa: Livros Horizonte.

DANIEL, G.
1950 *A Hundred Years of Archaeology*. Cambridge: Harvard University Press.
1967 *The Origins and Growth of Archaeology*. Nova Iorque: Crowell.
1976 A Hundred and Fifty Years of Archaeology. Cambridge: Harvard University Press.
1981 *A Short History of Archaeology*. Londres: Thames and Hudson.
DARYMPEL, G.
1991 *The Age of the Earth*. Stanford: Stanford University Press.
DEAN, J.S.
1978 Independent dating in Archaelogical Analysis. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 1:223-255.
1986 Dendrochronology. In *Dating and and Age determination of biological materials*, M. Zimmerman e J. Angel (orgs.), pp. 126-165. Londres:Croom Helm.
1997 Dendrochronology. In *Chronometric Dating in Archaeology*, R.E. Taylor e M. J. Aitken (orgs.), pp. 31-64. Advances in Archaeological and Museum Science nº 2. Nova Iorque: Plenum Press.
DEBÉNATH, A. & H. DIBBLE
1994 *HANDBOOK OF Paleolithic Typology. Lower and Middle paleolithic of Europe*. Filadélfia: University Museum.
DEBOWSKI, S., A. GEORGE, R. GODDARD & D. MULLON
1976 An archaeological survey of the Butter Reservoir. Arziona State Museum, Archaeological Series 93.
DEETZ, J.F.
1967 *Invitation to Archaeology*. Nova Iorque: Natural History Press.
DELHON, C., A. ALEXANDRE, J.-F. BERGER, S. THIÉBAULT, J.-L. BROCHIER & J.-D. MEUNIER
2003 Phytolith assemblages as a promising tool for reconstructing Mediterranean Holocene vegetation. *Quaternary Research*, 59:48-60.
DERCOURT, J. & J. PAQUET
1986 *Geologia. Objectos e Métodos*. Coimbra: Livraria Almedina.
DIAS, J.
1985 Registos de migração da linha de costa nos últimos 18000 anos na plataforma continental portuguesa setentrional. In *Actas da I Reunião do Quaternário Ibérico*. Vol. I, pp. 281-295. Lisboa.

DIAS, J.A., T. BOSKI, A. RODRIGUES & F. MAGALHÃES
2000 Coast line evolution in Portugal since tge Last Glacial Maximum until present – a synthesis. *Marine Geology*, 170:177-186.

DIAS, M., M. PRUDÊNCIO, S. PRATES, M. GOUVEIA & A. VALERA
2000 Tecnologias de produção e proveniência de matéria-prima das cerâmicas campaniformes da Fraga da Pena (Fornos de Algodres, Portugal). *3º Congresso de Arqueologia Peninsular. Pré-História Recente*, IV, pp. 253-268. Porto: ADECAP.

DIBBLE, H.
1984 Interpreting Typological Variation of Middle Paleolithic Scrapers: Function, Style, or sequence of reduction. *Journal of Field Archaeology*, 11:431--436.
1987 Measurement of artifact provenience with an electronic theodolite. *Journal of Field Archaeology*, 14:249-254.
1988 Typological aspects of reduction and intensity of utilization of lithic resources in the French Mousterian. In *Upper Pleistocene Prehistory of Western Eurasia*, H. Dibble e A. Montet-White (orgs.), pp. 181-198. Filadéfia: The University Museum, University of Pennsylvania.

DIBBLE, H. & S. McPHERRON
1988 On the computerization of archaeological projects. *Journal of Field Archaeology*, 15.431-440.

DOUGLASS, A.E.
1914 A method of estimating rainfall by the growth of trees. In *The Climatic Factor as illustrated in Arid America*, E. Huntington (org.), pp. 101-121. Lancaster: Carnegie Institution of Washington.
1929 The secret of the Southwest solved by the talkative tree rings. *National Geographic Magazine*, 56:736-770.

DUMAYNE-PEATY
2001 Human impact on vegetation. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 379-392. Chichester: John Wiley & Sons.

DUNNEL, R.
1981 Seriation, Groups, and Measurements. In *Manejo de datos y Metodos Matematicos de Arqueologia*. G. Cowgill, R. Whallon e B.Ottaway (orgs.), pp. 67-90. Cidade do México: UISPP.
1992 The notion of site. In *Space, Time, and Archaeological Landscapes*, J. Rossignol e L. Wandsnider (orgs.), pp, 21-41. Nova Iorque: Plenum Press.

EDMONDS, M.
2001 Lithic exploitation and use. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 461-470. Chichester: John Wiley & Sons.

EDWARDS, K.
2001 Environmental reconstruction. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 103-110. Chichester: John Wiley & Sons.

EDWARDS, R. J. BECK, G. BURR, D. DONAHUE, J. CHAPPELL, A. BLOOM, E. DRUFFEL & F.TAYLOR
1993 A large drop in atmospheric $^{14}C/^{12}C$ and reduced melting in the Younger Dryas, documented with ^{230}Th ages of corals. *Science*, 260:962-968.

EIGHMY, J.
1991 Archaeomagnetism: New data on the southwest USA master virtual magnetic pole curva. *Archaeometry*, 33:201-214.

EIROA, J., J. BACHILLER GIL, L. CASTRO PÉREZ & J. LOMBA MAURANDI
1999 *Nociones de tecnología y tipología en Prehistoria*. Barcelona: Ariel Historia.

ELLWOOD, B., F. HARROLD, & A. MARKS
1994 Site identification and correlation using geoarchaeological methods at the Cabeço do Porto Marinho (CPM) locality, Rio Maior, Portugal. *Journal of Archaeological Science*, 21:779-784.

ELLWOOD, B, J. ZILHÃO, F. HARROLD, W. BALSAM, B. BURKART, G. LONG, A. DEBÉNATH & A. BOUZOUGGAR
1998 Identification of the Last Glacial Maximum in the Upper Paleolithic of Portugal using Magnetic Susceptibility Measurements of Caldeirão Cave Sediments. *Geoarchaeology*, 13(1):55-71.

ELLWOOD, B., F. HARROLD, S. BENOIST, L. STRAUS, M. GONZALEZ MORALES, K. PETRUSO, N. BICHO, J. ZILHÃO & N. SOLER
2001 Paleoclimate and intersite correlations from Late Pleistocene/Holocene cave sites: results from Southern Europe. *Geoarchaeology*, 16(4):433-463.

EMILIANI, C.
1955 Pleistocene temperatures. *Journal of Geology*, 63:538-578.

FABIÃO, C.
1989 Para a História da Arqueologia em Portugal. *Penélope*, 2:10-26.

FAGAN, B.
1994 *In the Beginning. An Introduction to Archaeology*. Nova Iorque: Harper Collins College Publishers. 8ª ed.

FARRAND, W.
1984 Stratigraphic classification: living within the law. *Quaterly Review of Archaeology*, 5(1):1-5.
2001 Archaeological sediments in rockshelters and caves. In *Sediments in Archaeological Context*, J. Stein e W. Farrand (orgs.), pp. 29-66. Salt Lake City: The University of Utah Press.

FEDER, K.
1997 Site survey. In *Field methods in Archaeology*, T. Hester, H. Shafer e K. Feder (orgs.), pp. 41-68. Mountain View: Mayfield Publishing Company.

FEIBEL, C.
2001 Archaeological sediments in lake margin environments. In *Sediments in Archaeological Context*, J. Stein e W. Farrand (orgs.), pp. 127-148. Salt Lake City: The University of Utah Press.

FERRING, C.
1980 *Technological Variability and Change in the Late Paleolithic of the Negev*. Tese de Doutoramento. Southern Methodist Unuversity. Ann Arbor: University Microfilms.

1988 Technological change in the Upper Paleolithic of the Negev. In *Upper Pleistocene Prehistory of Western Eurasia*, H. Dibble e A. Montet-White (orgs.), pp. 333-348. Filadélfia: The University Museum, University of Pennsylvania.

FIGUEIRAL, I.

1993 Cabeço de Porto Marinho: une approche paléoécologique. Premiers résultats. In *Estudios sobre cuaternario. Medios sedimentarios, cambios ambientales, habitat* humano, M. Fumanal e J. Bernabeu (orgs.), pp. 167-172. Valência: Universidade de Valência.

1994 A antracologia em Portugal: progressos e perspectivas. *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, 34(3-4):427-448.

1995 Charcoal analysis and the history of *Pinus pinaster* (cluster pine) in Portugal. *Review of Palaeobotany amd Palynology*, 89:441-454.

1998 O Abrigo de Pena d'Água (Torres Novas): a contribuição da Antracologia. *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 1(2):73-79.

FIGUEIRAL, I. & J.-F. TERRAL

2002 Late Quaternary refugia of Mediterranean taxa in the Portuguese Estremadura: charcoal based palaeovegetation and climatic reconstruction. *Quaternary Science Reviews*, 21:549-558.

FLANNERY, K.

1968 Archaeological systems theory and early Mesoamerica. In *Anthropological Archaeology in the Americas*, B.J. Meggers (org.), pp. 67-87. Washington D.C.:Anthropological Society of Washington.

1972 The cultural evolution of civilizations. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 3:399-426.

1982 The Golden Marshalltown: a parable for the Archaeology of the 1980's. *American Anthropologist*, 84:265-278.

FLANNERY, K. & J. MARCUS

1999 Cognitive Archaeology. In *Reader in Archaeological Theory. Post-Processual and Cognitive Approaches*, D. Whitley (org.), pp. 35-48. Londres: Routledge.

FORREST, B., W. RINK, N. BICHO & R. FERRING

2003 OSL Ages and possible bioturbation signals at the Upper Paleolithic site of Lagoa do Bordoal, Algarve, Portugal. *Quaternary Sicence Review*, 22:1279-1285.

FORD, J.

1962 A quantitative method for deriving cultural chronology. *Pan American Union, Technical Manual*, nº 1.

FORENBAHER, Š.

1999 *Production and exchange of bifacial flaked stone artifacts during the Portuguese Chalcolithic*. Oxford: British Archaeological Reports (International Series; 756).

1998 Production and exchange during the Portuguese Chalcolithic: the case of bifacial flaked stone industries. *Trabajos de Prehistoria*. 55(2):55-71.

FORTEA, J.

1973 *Los complejos microlaminares y geométricos del Epipaleolítico Mediterráneo español*. Salamanca: Universidade de Salamanca.

FRÉDÉRIC, L.
1980 *Manual Prático de Arqueologia*. Coimbra: Livraria Almedina.
FREEMAN, L.
1968 A theoretical framework for interpreting archaeological materials. In *Man the Hunter*, R. Lee e I, DeVore (orgs.), pp. 262-267. Chicago: Aldine.
FRIEDMAN, I. & R. SMITH
1960 A new dating method using obsidian. Part 1. The Developmento fo the method. *American Antiquity*, 25:476-493.
FRIEDMAN, I, F. TREMBOUR & R. HUGHES
1997 Obsidian Hydration Datin. In *Chronometric Dating in Archaeology*, R.E. Taylor e M. J. Aitken (orgs.), pp. 297-321. Advances in Archaeological and Museum Science nº 2. Nova Iorque: Plenum Press.
FULLER, S., A. ROGGE & L. GREGONIS
1976 *Orme alternatives: the archaeological resources of Roosevelt Lake and Horseshoe Reservoir*. Phoenix: Arizona State Museum, Archaeological series, nº 98.

GERO, J & M. CONKEY (orgs.)
1991 *Engendering Archaeology: Women and Prehistory*. Londres: Basil Blackwell.
GIFFORD, D.
1981 Taphonomy and paleoecology; a critical review of archaeology's sister disciplines. In *Advances in Archaeological Method ans Theory*, M. Schiffer (org.), 4:365-438. Nova Iorque: Academic Press.
GIFFORD, J. & G. RAPP, Jr
1985 History, philosophy and perspectives. In *Archaeological Geology*, G. Rapp e J. Gifford (orgs.), pp. 1-23. New Haven: Yale University Press.
GLADFELTER, B.
2001 Archaeological sediments in humid alluvial environments. In *Sediments in Archaeological Context*, J. Stein e W. Farrand (orgs.), pp. 93-125. Salt Lake City: The University of Utah Press.
GOMES, M. & C. T. SILVA
1987 *Levantamento Arqueológico do Algarve. Concelho de Vilado Bispo*. Faro: Delegação Regional do Sul, Secretaria de Estado da Cultura.
GOMES, M., J. CARDOSO & F. ALVES
1995 *Levantamento Arqueológico do Algarve. Concelho de Lagoa*. Lagoa: Câmara Municipal de Lagoa.
GONÇALVES, V.
1976 V. Gordon Childe e a recuperação do passado. Estudo Introdutório a *Para uma recuperação do passado* de V. Gordon Childe, pp. 7-28. Lisboa: Livraria Bertrand.
2002 Cobre, RPS e fortificações no Centro e Sul de Portugal (ontem, hoje, e talvez amanhã, numa perspectiva pessoal). *Arqueologia e História*, 54:87-102.
GORDON, B.
1988 *Of men and reindeer herds in French Magdalenian Prehistory*. Oxford: BAR.
GOULD, R.
1969 *Yiwara, Foragers of the Australian Desert*. Nova Iorque: Charles Scribner's Sons.

1978 From Tasmania to Tucson: new directions in ethnoarchaeology. In *Exploration in Ethnoarchaeology*, R. Gould (org.), pp. 1-10. Albuquerque: University of New Mexico Press.

1980 *Living Archaeology*. Cambridge: Cambridge University Press.

1985 The empiricist strikes back: reply to Binford. *American Antiquity*, 50:638-644.

GOULD, R. & P.J. WATSON

1982 A dialogue on the meaning and use of analogy in ethnoarchaeological reasoning. *Journal of Anthropological Archaeology*, 1:355-381.

GRAYSON, D.K.

1983 *The establishment of human antiquity*. Nova Iorque: Academic Press.

1984 *Quantitative Zooarchaeology: topics in the analysis of archaeological faunas*. Orlando: Academic Press.

1986 Eoliths, archaeological ambiguity, and the generation of "Middle Range" research. In *American Archaeology: Past and Future*, D. Meltzer, D.Fowler e J. Sabloff (orgs.), pp. 77-133. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press.

GREENE, J.

1959 *The death of Adam; evolution and its impact on Western thought*. Ames: Iowa State University Press

GROENEN, M.

1994 *Pour une histoire de la préhistoire*. Greboble: Éditions Jérôme Millon.

GRÜN, R.

1997 Electron Spin Resonance Dating. In *Chronometric Dating in Archaeology*, R.E. Taylor e M. J. Aitken (orgs.), pp. 217-260. Advances in Archaeological and Museum Science nº 2. Nova Iorque: Plenum Press.

2001 Trapped Charged dating (ESR; TL; OSL). In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 47-62. Chichester: John Wiley & Sons.

GUMERMAN, G.J. & D.A. PHILLIPS, JR.

1978 Archaeology beyond Anthropology. *American Antiquity*, 43(2):184-192.

GUMERMAN, G.J

1969 The archaeology of the Hopi Buttes district. Tese de doutoramento, Tucson, University of Arizona.

HAHN, J. & L. OWEN

1985 Blade Technology in the Aurignacian and Gravettian of Geissenklosterle cave, southwest Germany. *World Archaeology* 17:61-75.

HAQ, B., W. BERGGREN & J. VAN COUVERING

1977 Corrected age of the Pliocene/Pleistocene Boundary. *Nature*, 269:483-488.

HARE, P, D.VON ENDT & J. KOKIS

1997 Protein and Amino Acid Diagenesis Dating. In *Chronometric Dating in Archaeology*, R.E. Taylor e M. J. Aitken (eds.), pp. 261-296. Advances in Archaeological and Museum Science nº 2. Nova Iorque: Plenum Press.

HARLAND, W, A. COX, P. LLEWELLYN. C. PICKTON, A. SMITH & R. WALTERS

1990 *Geologic Time Scale*. Cambridge: Cambridge University Press.

HARRIS, E.
1979 *Principles of Archaeological Stratigraphy*. Londres: Academic Press.
HARRIS, E., M. BRONWN III & G. BROWN (orgs.)
1993 *Practices of Archaeological Stratigraphy*. Londres: Academic Press.
HEDGES, R.E.
2001 Dating in Archaeology; past, present and future. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 3-8. Chichester: John Wiley & Sons.
HEIDER, K.
1967 Archaeological assumptions and ethnological facts: a cautionary tale from New Guinea. *Southwestern Journal of Anthropology*, 23:52-64.
HEIZER, R.F.
1962 *Man's Discovery of his Past: Literary Landmarks in Archaeology*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
HEMPEL, C.
1965 *Aspects of Scientific Exploration and Other Essays in the Philosophy of Science*. Nova Iorque: Free Press.
HEMPEL, C. & P. OPPENHEIM
1948 Studies in the logic of explanation. *Philosophy of Science*, 15:135-175.
HERON, C.
2001 Geochemical prospecting. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 565-573. Chichester: John Wiley & Sons.
HERZ, N.
2001 Sourcing lithic artifacts by instrumental analysis. In *Earth Sciences and Archaeology*, P. Goldberg, V.T. Holliday e C.R. Ferring (orgs.), pp. 449-469. Nova Iorque: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
HESTER, T.
1997 Methods of excavation. In *Field methods in Archaeology*, T. Hester, H. Shafer e K. Feder (orgs.), pp. 235-252. Mountain View: Mayfield Publishing Company. 8ª edição.
HESTER, T., H. SHAFER & K. FEDER
1997 *Field Methods in Archaeology*. Mountain View:Mayfield Publishing Company. 8ª edição.
HIGHAM, C.
2001 At the beginning of the task: the archaeology of biological remains. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 361-363. Chichester: John Wiley & Sons.
HINSLEY, C.M.
1985 From shell-heaps to stelae: early anthropology at the Peabody Museum. In *Objects and Others: Essays on Museums and Material Culture*, G.W. Stocking Jr. (org.), pp. 49-74. Madison: University of Wisconsin:
HOCKETT, B. & J. HAWS
2002 Taphonomic and Methodological Perspectives on Leporid hunting during the Upper Paleolithic of the Western Mediterranean Basin. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 9: 269-302.

HODDER, I.
1979 Economic and social stress and material culture patterning. *American Antiquity*, 44:446-454.
1982a Theoretical archaeology: a reactionary view. In *Symbolic and Structural Archaeology*, I. Hodder (org.), pp. 1-16. Cambridge: Cambridge University Press.
1982b *Symbols in action: Ethnoarchaeological Studies of Material Culture*. Cambridge: University Cambridge Press.
1985 Postprocessual archaeology. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 8:1-26.
1987 *The Archaeology of Contextual Meanings*. Cambridge: Cambridge University Press.
HOLLIDAY, V.
2001 Quaternary Geoscience in Archaeology. In *Earth Sciences and Archaeology*, P. Goldberg, V.T. Holliday e C.R. Ferring (orgs.), pp. 3-35. Nova Iorque: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
HOPKINS, D.
1975 Time-stratigraphic nomenclature for the Holocene Epoch. *Geology*, 3:10.

IMBRIE, J., J. HAYS, N. PISIAS, W. PRELL & N. SHACKLETON
1984 The orbital theory of Pleistocene climate: support from a revised chronology of the marine ^{18}O. In *Milankovith and Climate*, A. Berger, J. Imbrie, G. Hays, G. Kukla e B. Saltzman (orgs.), pp. 296-306. Dordrecht: Reidel.
ISAAC, G.
1967 Towards the identification of occupation debris: some experiments and observations. *Kroeber Anthropological Society Papers*, 37:31-57.

JACOBSON, G. & R. BRADSHAW
1981 The selection of sites for palaeoecological studies. *Quaternary Research*, 16:80-96.
JELINEK, A.
1976 Form, Function and Style in Lithic Analysis. In *Cultural Change and Continuity: Essays in Honor of James Bennett Griffin*, C.E. Cleland (org.), pp. 19-33. Nova Iorque: Academic Press.
JONES, M. & S. COLLEDGE
2001 Archaeobotany and the Transition to Agriculture. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 393-401. Chichester: John Wiley & Sons.
JONES, A. & T. O'CONNOR
2001 Vertebrate resources. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 415-425. Chichester: John Wiley & Sons.
JORGE, S. OLIVEIRA
1986 *Povoados da Pré-história Recente (III°-inícios do II° Milénios A.C.) da região de Chaves – V.ª P.ª de Aguiar*. Tese de doutoramento. Universidade do Porto.
JORGE, V. OLIVEIRA
1972 *Conjuntos industriais de seixos afeiçoados do Sul de Portugal*. Tese de licenciatura da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.

1998 Ideias prévias a uma pré-história do género. In *Arqueologia. Percursos e Interrogações*. S. Oliveira Jorge e V. Oliveira Jorge (orgs.), pp. 31-49. Porto: ADECAP.

2002 Megalitismo europeu e português. In *Arqueologia e História*, 54:79-85.

JORGE, V. & S. JORGE

1998 Arqueologia portuguesa no séc. XX: alguns tópicos para um balanço. In *Arqueologia. Percursos e Interrogações*. S. Oliveira Jorge e V. Oliveira Jorge (orgs.), pp.13-29. Porto:ADECAP.

JUDGE, J., J. EBERT & R. HITCHCOCK

1975 Sampling in regional archaeological survey. In *Sampling in Archaeology*, J. Mueller (org.), pp. 82-123. Tucson: University of Arizona Press.

KELLEY, J. & M. HANEN

1988 *Archaeology and the Methodologyof Science*. Albuquerque: University of New Mexico.

KELLING, A. & F. WILLIAMS

1967 Flume studies of the reorientation of pebles and shells. *Journal of Geology*, 75:243-267.

KIDDER, A.

1924 *An Introduction to the Study of Southwestern Archaeology with a Preliminary Account of the Excavation of Pecos*. Papers of the Southwestern Expedition, n° 1. New Haven: Yale University Press.

1931 *The Pottery of Pecos*. Papers of the Southwestern Expedition, n° 1. New Haven: Yale University Press.

KLEIN, R. & K. CRUZ-URIBE

1984 *The Analysis of Animal Bones from Archaeologicla Sites*. Chicago: Chicago University Press.

KLEVEZAL, G.

1996 *Recording Structures of Mammals: Determination of Age and Reconstruction of Life History*. Roterdão: A.A. Balkema.

KLUCKOHN, C.

1940 The conceptual structure in Middle American Studies. In *The Maya and their Neighbors*, C.L. Hay (org.), pp. 41-51. Nova Iorque: Appleton-Century.

KROEBER, A.

1916 *Zuñi Potsherds*. Anthropological Papers of the American Museum of Natural history, 18, part 1, pp. 7-37. Nova Iorque: American Museum of Natural History.

1919 On the principle of order in civilizations as exemplified by changes of fashion. *American Anthropologist*, 21(3):2335-2363.

1931 Historical Reconstruction of Culture Growths and Organic evolution. *American Anthropologist*, 33:149-156.

1946 History and evolution. *Southwestern Journal of Anthropology*, 2:1-15.

KUNIHOLM, P.I.

2001 Dendrochronology and the other applications of tree-ring studies in Archaeology. In Handbook of Archaeological Sciences, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 35-46. Chichester: John Willey & Sons.

KVAMME, K.
2001 Current practices in archaeogeophysics: Magnetics, Resistivity, Conductivity, and Ground-Penetrating Radar. In *Earth Sciences and Archaeology*, P. Goldberg, V.T. Holliday e C.R. Ferring (orgs.), pp. 353-384. Nova Iorque: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

LAGO, M., C. DUARTE, A. VALERA, J. ALBERGARIA, F. ALMEIDA & A. CARVALHO
1998 Povoado dos Perdigões (reguengos de Monsaraz): dados preliminares dos trabalhos arqueológicos realizados em 1997. *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 1(1):45-152.

LAPLACE, G.
1974 La typologie analytique et structurale. Base rationnelle d'étude des industries lithiques cy osseuses. In *Les banques de données en archéologie*, pp. 91-143. Paris: CNRS.

LARTET, E.
1861 Nouvelles recherches sur la coexistence de l'homme fossile et des grands mammifères fossiles réputés caractéristiques de la dernièr période géologique. *Annales des Sciences naturelles. II. Zoologie*, 4.ª série, 15:177-253.

LARTET, E. & H. CHRISTY
1864 Cavernes de Périgord, objects gravés et sculptés des temps préhistorique dans l'Europe occidentale. *Revue Archéologique*, 5 (N. Serié):1-17.

LATHAM, A.
2001 Uranium-series dating. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 63-72. Chichester: John Wiley & Sons.

LAVILLE, H. J-P. RIGAUD & J. SACKETT
1982 *Rockshelters of the Perigord*. Nova Iorque: Academic Press.

LAYHE, R., J. EBERT & R. HITCHCOCK
1976 The Black Mesa Archaeologicai Project: a preliminary report for the 1975 season. Southern Illinois University, University Museum, Anthropological Research Paper 48.

LEIGH, D.
2001 Buried artifacts in sandy soils: techniques for evaluating pedoturbation versus sedimentation. In *Earth Sciences and Archaeology*, P. Goldberg, V.T. Holliday e C.R. Ferring (orgs.), pp. 269-293. Nova Iorque: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

LEONE, M.
1986 Symbolic, structural and critical Archaeology. In *American Archaeology: Past and Future*, D. Meltzer, D.Fowler e J. Sabloff (orgs.), pp. 415-438. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press.

LEOPOLD, E., A. EMERETT. & F. MYRICK
1966 *Channel an hillslope processes in a semi-arid area, New Mexico*. Geological Survey Professional Papers 352-G. Washington: Geological Survey.

LIEBERMAN, D., T. DEACON & R, MEADOW
1990 Computer image enhancement and analysis of cementum incremenys as applied to teeth of *Gazella gazella*, *Journal of Archaeological Science*, 17:519-533.

LILLIOS, K
1992 Phosphate fractionation of soils at Agroal, Portugal. *American Antiquity*, 57:496-506.
1996 *Amphibolite Exchange and Social Complexity in Copper Age Portugal: A statistical analysis of the groundstone assemblages of Zambujal, Liceia and Pragacia*. Comunicação apresentada ao 61st Annual Meeting of the Society for American Archaeology. New Orleans, EUA.
1997 Amphibolite tools of the Portuguese Copper Age (3000-2000 BC): a geoarchaeological study of prehistoric economics and symbolism. *Geoarchaeology*. 12(2):137-163.
LOWE, J.J.
2001 Quaternary Geochronological Frameworks. In *Handbook of Archaeological Sciences*. D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 9-21. Chichester: John Wiley & Sons.
LOWE, J.J. & M.J. WALKER
1997 *Reconstructing Quaternary Environments*. Londres: Longmans. 2.ª edição.
LUEDTKE, B.
1992 *An Archaelogist's Guide to Chert and Flint*. Los Angeles: University of California.
LYELL, C.
1863 *The geological evidence of the antiquity of man, with remarks on theories of the origin of species by variation*. Londres: John Murray. 3.ª edição.
LYMAN, R.L.
1982 Archaeofunas and subsistance studies. In In *Advances in Archaeological Method and Theory*. M. Schifer (org.), Vo. 5: 416-464. Nova York: Academic Press.
1987 On the analysis of vertebrate mortality profiles:sample size, mortality type, and hunting pressure. *American Antiquity*, 52:125-142.
1994 *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press.

MACNEISH, R.S.
1964 Ancient Mesoamerican Civilization. *Science*, 143(3606):531-537.
1967 A summary of the subsistence. In *Prehistory of the Tehuacan Valley*, D.S. Byers (org.), pp. 290-309. Austin: University of Texas Press.
MAIA,
2000 Levantamento da Carta Arqueológica de Cachopo. Tavira: Campo Arqueológico de Tavira.
MANTAS, V.
1996. Arqueologia e teledeteeção. *Almadan*, II Série, 5:62-69.
MANUAL de LEITURA de CARTAS.
2000 Lisboa: Instituto Geográfico do Exército. 4.ª Edição.
MARKS, A.E.
1985 The Levantine Middle to Upper Paleolithic Transition: the Past and Present. In *Studi di paletnologia in onore di Salvatore M. Puglisi*, M. Liverani, M Palmieri e R. Peroni (orgs.), pp. 123-136. Roma: Università di Roma "La Sapienza".

MARKS, A., N. BICHO, J. ZILHÃO & C.R. FERRING
1994 Upper Paleolithic Prehistory in Portuguese Estremadura: prelimiuary results. *Journal of Field Archaeology*, 21(1):53-68.
MARKS, A. & P.VOLKMAN
1983 Changing core reduction strategies: a technological shift from the Middle to Upper Paleolithic in the Southern Levant. In *The Mousterian Legacy*, E. Trinkaus (org.), pp. 13-33. Oxford: British Archaeological Reports, International Series 164.
1987 Technological Change Seen from Core Reconstrtuctions. In *The use of Flint and Chert: Papers from the Fourth Internatinal Flint Symposium*, G. Sieveking and M. Newcomer (orgs.), pp. 11-20. Cambridge: Cambridge University Press.
MARQUARDT, W.
1982 Advances in Archaeological Seriation. In *Advances in Archaeological Method and Theory. Selections for Students from Volumes 1 throught 4*, M. Schifer (org.), pp. 416-464. Nova York: Academic Press.
MARTIN, P.
1970 Explanation as an afterthought and as a goal. In *Reconstructing prehistoric pueblo societies*, W. Longacre (org.), pp. 194-201.
1971 The Revolution in Archaeology. *American Antiquity*, 36:1-8.
MARTINSON, D., N. PISIAS, J. HAYS, J. IMBRIE, T. MOORE & N. SHACKLETON
1987 Age dating and the orbital theory of the ice ages: development of a high resolution 0-300,000 year chronostratigraphy. *Quaternary Research*, 27:1-29.
MASUCCI, M.
1994 *Early Neolithic pottery production in the Rio Maior valley, Portuguese Estremadura.* Comunicação apresentada ao 8th CIMTEC – World ceramics congress and forum on new materials, Florença, Itália.
MATEUS, J.
1996 Arqueologia da paisagem e paleoecologia. *Almadan*, II Série, 5:96-105.
MATEUS, J., P. QUEIROZ & w. LEEUWAARDEN
2003 O laboratório de paleoecologia e arqueobotânica – uma visita guiada aos seus programas, linhas de trabalho e perspectivas. In *Paleoecologia Humana e Arqueociências. Um Programa Multidisciplinar para a Arqueologia sob a Tutela da Cultura*, J. Mateus e M. Moreno (orgs.), pp. 106-188. Trabalhos de Arqueologia 29. Lisboa: IPA.
MATEUS, J. & M. MORENO-GARCIA (orgs.)
2003 *Paleoecologia Humana e Arqueociências. Um Programa Multidisciplinar para a Arqueologia sob a Tutela da Cultura.* Trabalhos de Arqueologia 29. Lisboa: IPA.
McKEE, D.
1944 Isaac de la Peyrere. *Publucations of the Modern Language Association* 59:456-485.
McKINNEY, C.
1992 *The determination of the reliability of uranium series dating of enamel, dentine and bone.* Tese de doutoramento, Southern Methodist University, Dallas, EUA.
McMANAMON, F.
1984 Discovering sites unseen. In *Advances in Archaeological Method and Theory.* 4:223-292.

McPHERRON, S. & H. DIBBLE
2002 *Using computers in archaeology. A practical guide*. Boston: McGraw-Hill Mayfield.
MELLARS, P.
1970 Some conments on the notion of "Functional Variability" in Stone-Tool assemblages. *World Archaeology*, 2:74-89.
1973 The character of the Middle-Upper Paleolithic transition in South-West France In *The Explanation of Culture Change*, C. Renfrew (org.), pp. 255-276. Londres: Duckworth.
MERINO, J.
1969 Tipologia lítica. *Munibe*, 21:1-326.
MERRIHUE, C.
1965 Trace-element determinations and potassium-árgon dating by mass spectroscopy of neutron-irradiated samples. *Transactions of the American Geophysical Union*, 46:125.
MERRIHUE, C. & G. TURNER
1966 Potassium-árgon dating by activation with fast neutrons. *Journal of Geophysical Research*, 71:2852-2857.
MORENO-GARCIA, M., S. DAVIS & C. PIMENTA
2003 Arqueozoologia: estudo da fauna do passado. In *Paleoecologia Humana e Arqueociências. Um Programa Multidisciplinar para a Arqueologia sob a Tutela da Cultura*, J. Mateus e M. Moreno (orgs.), pp. 192-234. Trabalhos de Arqueologia 29. Lisboa: IPA.
MORGAN., L. H.
1877 *Ancient Society*. Nova Iorque: Holt.
MORTILLET, G. de
1872 Classification des divers périods de l'Age de la Pierre. In *6éme Congrés International de Anthropologie et Archéologie Préhistorique*. Pp. 432-459.
1885 Question dite de l'homme tertiaire. *L'Homme*, 2:65-73.
1897 *Formation de la nation française*. Paris: Alcan.
MUELLER, J.
1974 *The use of sampling in archaeological Survey*. Memoir 28. Washington: Society for American Archaeology.
MUNDAY, F.
1979 Levantine Mousterian technological Variability: A perspective from the Negev. *Paléorient* 5:87-104.
NAPTON, L. & E. GREATHOUSE
1997 Archaeological excavation, site grids and surveying. In *Field methods in Archaeology*, T. Hester, H. Shafer e K. Feder (orgs.), pp. 235-252. Mountain View: Mayfield Publishing Company. 8.ª edição.
NISHIMURA, Y.
2001 Geophysical prospection in archaeology. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 543-553. Chichester: John Wiley & Sons.
O'BRIEN, M. & R.L. LYMAN
2000 *Seriation, Stratigraphy and Index Fossils. The backbonce of Archaeological Dating*. Nova Iorque: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

OLSEN, S.
1968 *Fish, amphibian and reptile remains from archaeological sites.* Papers of the Peabody Museum of Arhcaeology and Ethnology, vol. 56. Cambridge: Peabody Museum.

O'CONNOR, T.
2000 *The Archaeology of Animal Bones.*College Station: Texas A&M University Press.

ORTON, C.
2000 *Sampling in Archaeology*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press.

ORTON, C., P. TYERS & A. VINCE
1993 *Pottery in archaeology*. Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press.

OTTE, M. & L. KELLEY
1990 The impact of Regionalism on Palaeolithic Studies. *Current Anthropology*, 331:577-582.

PASINI, G. & M. COLALONGO
1997 The Pliocene-Pleistocene Boundary-Stratotype at Vrica, Italy. In *The Pleistocene Boundary and the Beginning of the Quaternary*, J. Van Couvering (org.), pp. 15-45. Cambridge: Cambridge University Press.

PENALVA, C. & L. RAPOSO
1987 A propóstio do machado mirense: aspectos morfo-técnicos e tipológicos. In *Homenagem a Octávio da Veiga Ferreira*, pp. 183-215. Lisboa: Editorial Delta.

PERKINS, D. & P. DALY
1968 A hunter's village in Neolfthic Turkey. *Scientific American*, 219:96-106.

PETRIE, W.F.
1899 Sequences in prehistoric remains. *Journal* of the Royal Anthropological Institue of Great Britain and Ireland, 29:295-301.
1901 *Diospolis Parva*. Egypt exploration Fund. Momoir nº 20.

PHILLIPS, P., J. FORD & J. GRIFFIN
1951 *Archaeological Survey in the Lower Mississippi Alluvial Valley, 1940-1947.* Papers of the Peabody Museum of American Archaeology and Ethnology, Vol. 25. Cambridge: Harvard University Press.

PIGEOT, N.
1983 *Les magdaléniens de l'Unité U5 d'Etiolles, Etude Technique, Economique, Sociale par l'Analyse du Débitage*. Tese de Doutoramento. Paris: Université de Paris I.
1988 Apprendre à débiter des lames: un case d'éducation technique chez des Magdaléniens d'Étiolles. In *Technologie Préhistorique* pp. 63-70. s.l.: Editions du CNRS.

PLICHT, J. VAN DER, J. BECK, E. BARD, M. BAILIE, P. BLACKWELL, C. BUCK, M. FRIEDRICH, T. GULDERSON, K. HUGHEN, B. KROMER, F. McCORMAC, C. BRONK RAMSEY, P. REIMER, R. REIMER, S. REMMELE, D. RICHARDS, J. SOUTHON, M. STUIVER, C. WEYHENMEYER

2004, NotCal04 – Comparison/calibration 14C records 26-50 cal kyr BP. *Radiocarbon*, 46(3): 1225-1238.

PLOG, F.

1947a Settlement patterns and social history. In *Frontiers of Anthropology*, M. Leaf (org.), pp. 68-92. Nova Yorque: Van Nostrand.

1947b *The study of prehistoric change*. Nova Iorque: Academic Press.

PLOG, S.

1976 Relative efficiencies of sampling techniques for archaeological surveys. In *The early Mesoamerican Village*, K. Flannery (ed.), pp. 136-158. Nova Iorque: Academic Press.

1982 Social interaction and stylistic similarity. In *Advances in Archaeological Method and Theory. Selections for Students from Volumes 1 through 4*, M.Schiffer (ed.), pp. 333-371. Nova York: Academic Press.

PLOG, S., F. PLOG & W. WAIT

1982 Decision making in Modern Surveys. In *Advances in Archaeological Method and Theory. Selections for Students from Volumes 1 through 4*, M.Schiffer (org.), pp. 607-645. Nova Iorque: Academic Press.

POLLARD, A.

1999 Geoarchaeology: and introduction. In *Geoarchaeology: exploration, environments, resources*. A. Pollard (org.), pp. 7-14. The Geological Society of London. Londres: Geological Society.

POPPER, K.

1961 *The Logic of Scientific Discovery*. Nova Iorque: Science Editions.

PÓVOAS, L., J. ZILHÃO, J. CHALINE & P. BRUNET-LECOMTE

1992 La Faune de Rongeurs du Pleistocene Superieur de la Grotte de Caldeirão (Tomar, Portugal). *Quaternaire* 3 (1):40-47.

PREECE, R.

2001 Non-marine mollusca and archaeology. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 135-145. Chichester: John Wiley & Sons.

PREGILL, G.

1986 Body size of insular lizards: a pattern of Holocene dwarfism. *Evolution*, 40:997-1008.

RAAB, L.M. & A.C. GOODYEAR

1984 Middle Range Theory in Archaeology: a cirtical review of origins and applications. *American Antiquity*, 49:255-268.

RAPOSO, L.

1993 Introdução geral. In *Pré-história de Portugal*, A: Silva, L. Raposo e C. Silva, pp. 12-37. Lisboa: Universidade Aberta.

1993b O Paleolítico. In *História de Portugal*, J. Medina (ed.), pp. 23-85. Amadora: Ediclube.

RAPOSO, L. & J. CARDOSO

1997 *O Sítio do Paleolítico Médio da Conceição, Alcochete*. Montijo: CEMA.

1998 Las industrias líticas de la Gruta Nova da Columbeira (Bonbarral, Portugal) en el contexto del Musteriense final de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 55:39-42.

RAPOSO, L. & C. PENALVA
1987 Uma colecção de Artefactos Mirenses do Vale da Telha. *Espaço Cultural*, 2:23-50.
RAPOSO, L., C. PENALVA & J. PEREIRA
1989 *Notícia da descoberta da estação mirense de Palheirões do Alegra, Cabo Sardão, (Odemira, Portugal).* Comunicação apresentada à II reunião do Quaternário Ibérico, Madrid.
RAPOSO, L. & A. C. SILVA
1984 O Languedocense: ensaio de caracterização morfotécnica e tipológica. *O Arqueólogo Português*, Série 2, 2:87-166.
RAPP, G. & C. HILL
1998 *Geoarchaeology. The earth-science approach to archaeoloical interpretation.* New Haven: Yale University Press.
RATHJE, W.
1974 The Garbage Project: a new way of looking at the problems. *Archaeology*, 27(4):236-241.
1978 Archaeological Ethnography... Because Sometimes is Better to Give than to Receive. In *Explorations in Ethnoarchaeology*, R. Gould (org.), pp. 49-75. School of American Research, Advanced Seminar Series. Albuquerque: University of New Mexico Press.
RATHJE, W. & G. HARRISON
1978 Monitoring Trends in Food Utilization: Application of an Archaeological Method. In *Anthropology and the Assessment of Nutricional Status*, Federation Proceedings, Vol. 37 (1), pp. 9-14.
REDMAN, C.L.
1973 Research and Theory in Current Archaeology: an introduction. In *Research and Theory in Current Archaeolog*, C.Redman (org.), pp. 5-26. Nova Iorque: Willey.
REHER, C. (org.)
1977 *Settlement and subsistence along the Lower Chaco River: The CGP Survey.* Albuquerque: University of New Mexico.
REITZ, E. & E. WING
1999 *Zooarchaeoloy.* Cambridge Manuals in Archaeology. Cambridge: Cambridge University Press.
RENFREW, C.
1973 *Before Civilization: the Radiocarbon Revolution and Prehistoric Europe.* Nova Iorque: Alfred A. Knopf.
RENFREW, C. & P. BAHN.
1991 *Archaeology. Theories, Methods and Practice.* Londres: Thames and Hudson.
RICE, P.
1987 *Pottery Analysis. A Sourcebook.* Chicago: The University of Chicago Press.Chiron Press.
RICKLEFS, R.
1973 *Ecology.* Newton: Oxford
RINK, W.
2001 Beyond ^{14}C Dating: a Usur's guide to Long-Range Dating Methods in Archaeology. In *Earth Sciences and Archaeology*, P. Goldberg, V.T. Holliday

e C.R. Ferring (orgs.), pp. 385-417. Nova Iorque: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

RITTER, D.
1986 *Process Geomorphology*. Dubuque: WC Brown Publishers. 2.ª edição.

ROBINSON, M.
2001 Insects as paleoenvironmental indicators. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 121-133. Chichester: John Wiley & Sons.

ROLLAND, N. & H. DIBBLE
1990 A new synthesis of Middle Paleolithic Variability. *American Antiquity*, 55:480-499.

ROWLEY-CONWY, P.
1993 Was there a Neanderthal religion? In *The first human: Human origins and history to 10,000 B.C.*, G. Burenhult (org.). Nova Iorque: Harper Collins.

ROSKAMS, S.
2001 *Excavation*. Cambridge: Cambridge University Press.

ROSS, C. & R. SMITH
1955 Water and other volatiles in volcanic glasses. *American Mineralogist*, 40:1071-1089.

ROUSE, I.
1967 Seriation in Archaeology. In *American Historical Anthropology: Essays in Honor of Leslie Spier*, C.L. Riley & W.W. Taylor (orgs.), pp. 153-195. Carbondale: Southern Illinois University Press.

ROZOY, J.
1978 Typologie de l'Epipaleolithique (Mésolithique) franco-belge. *Bulletin de la Société archéologique Champenoise*. Julho – número especial.

RUDDIMAN, W., M. RAYMO & A. McINTYRE
1986 Matuyama 41,000-year cycles: North Atlantic ocean and Northern Hmisphere ice sheets. *Earth and Planetary Science Letters*, 80:117-129.

RYE, O.
1976 Keeping your temper under control: materials and the manufacture of Papuan pottery. *Archaeology and Physical Anthropology of Oceania*, 11:106-137.
1981 *Pottery technology:Principles and reconstruction*. Washington: Taraxacum.

SACKETT, J.
1977 Style, function and artifact variability in Paleolithic assemblages. In *The explanation of culture change*, C. Renfrew (org.), pp. 317-325. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
1982 Approaches to style in lithic archaeology. *Journal of Anthropological Archaeology*, 1:59-112.

SALMON, M.
1992 Postprocessual Explanation in Archaeology. In *Metaarchaeology. Reflections by Archaeologists and Philosofers*, L. Embree (org.). Boston: Kluwer Academic Press.

SALMON, W.
1971 *Statistical Explanation ans Statistical Relevance*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

SAMPSON, G. & B. BRADLEY
1986 Analysis by replication of two Acheulian artifact Assemblages from Caddington, England. In *Stone Age Prehistory*, B.N. Bailey E P. Callow (orgs.), pp. 29-45. Cambridge: Cambridge University Press.

SCHIFFER, M.
1972 Archaeological Context and Systematic Context. *American Antiquity*, 37:372-375.
1976 *Behavioral Archaeology*. Nova Iorque: Academic Press.
1983 Toward the identification of formation processes. *American Antiquity*, 48:675-706.
1985 Is there a "Pompeii premise" in archaeology? *Journal of Anthropological Research*, 41:18-41.
1987 *Formation Processes of the Archaeological Record*. Albuquerque:University of New Mexico Press.

SCHIFFER, M., A.P. SULLIVAN & T.C.KLINGER
1978 The Design of Archaeological Surveys. *World Archaeology*, 10(1):1-28.

SCHWARCZ, H.
1997 Uranium series dating. In *Chronometric Dating in Archaeology*, R.E. Taylor e M. J. Aitken (orgs.), pp. 159-182. Advances in Archaeological and Museum Science nº 2. Nova Iorque: Plenum Press.

SENNA-MARTINEZ, J.
1989 *Pré-história recente da bacia do Médio e Alto Mondego. Algumas contribuições para um modelo sociocultural*. Tese de doutoramento. Universidade de Lisboa.

SHACKLETON, N., J. BACKMAN, H. ZIMMERMAN, D.KENT, M. HALL, D. ROBERTS, D. SCHNITKER, J. BALDAUF, A. DESPRAIRIES, R. HOMRIGHAUSEN, P. HUDDLESTUN, J. KEENE, A. KALTENBACK, K. KRUMSIEK, A. MORTON, J. MURRAY & J. ESTBERGSMITH
1984 Oxygen isotope calibration of the onset of ice-raft-Atlantic in DSPD site 552A: a history of glaciation of North Atlantic region. *Nature*, 307:620-323.

SHACKLETON, N., A. BERGER & W. PELTIER
1990 An alternative astronomical calibration of the lower Pleistocene timescale based on ODP Site 677. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh; Earth Sciences*, 81:251-161.

SHAFER, H.
1997 Research design and sampling techniques. In *Field methods in Archaeology*, T. Hester, H. Shafer e K. Feder (orgs.), pp. 21-40. Mountain View: Mayfield Publishing Company. 8.ª edição.

SHANKS, M & I. HODDER
1999 Processual, Postprocessual and Interpretative Archaeologies. In *Reader in Archaeological Theory. Post-processual and Cognitive Approaches*, D. Whitley (ed.), pp. 69-95. Londres: Routledge.

SHANKS, M. & C. TILLEY
1987a *Re-constructing archaeology: theory and practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
1987b *Social Theory and Archaeology*. Oxford: Polity Press.
1989 Archaeology into the 1990s. *Norwegian Archaeological Review*, 22:1-12.

SHEPARD, A.
1980 *Ceramics for the Archaeologist*. Washington D.C.: Carnegie Institution of Washington.
SHOKLER, J.
1995 *Mobility and movement in the Portuguese Upper Paleolithic: A regional lithic sourcing approach*. Comunicação apresentada ao 60th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, Minnesota, EUA.
2002 *Hunter-gatherer Movement in the Portuguese Upper Paleolithic: Archaeological Results of a Regional Lithic Sourcing Project*. Comunicação apresentada ao 67th Annual Meeting of the Society for American Archaeology, Denver, EUA.
SHOTT, M.
1985 Shovel-test sampling in archaeological survey: a case study from Michigan. *Journal of Field Archaeology*, 12(4):457-468.
SINOPOLI, C.
1991 *Approaches to Archaeological Ceramics*. Nova York: Plenum Press.
SMITH, C.
1992 *Late Stone Age Hunters of the British Isles*. Londres: Routledge.
SOARES, A.M.
1993 The ^{14}C content of marine shells: evidence for variability of the coastal upwelling off Portugal during the Holocene. In *Isotope Techniques in the Study of Past and Current Environmental Changes in the Hydrosphere and the Atmosphere*, pp. 471-485. Viena: International Atomic Energy Agency.
1996 Métodos de datação. *Almandan*, Série II, 5:109-116.
SOLECKI, R.
1963 Orchistory in the Shanidar Valley, Northern Iraq. *Science*, 139:179-193.
1975 Shanidar IV: a Neanderthal flower burial in Northern Iraq. *Science*, 190:880-881.
de SONNEVILLE – BORDES, D. & J. PERROT
1953 Essai d'adaptation des methodes statistiques au Paléolithique supérieur. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 50:323-333.
1954 Lexique typologique du paléolithique supérieur: Outillage lithique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 51 (7):327-333.
1955 Lexique typologique du paléolithique supérieur: Outillage lithique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 52 (2):76-79.
1956a Lexique typologique du paléolithique supérieur: Outillage lithique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 53 (7):408-412.
1956b Lexique typologique du paléolithique supérieur: Outillage lithique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 53 (9):547-559.
STEIN, J.
2001 A Review of Site Formation Processes and their Relevance to Geoarchaeology. In *Earth Sciences and Archaeology*, P. Goldberg, V.T. Holliday e C.R. Ferring (orgs.), pp. 37-51. Nova Iorque: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
2001b Archaeological sediments in cultural environments. In *Sediments in Archaeological Context*, J. Stein e W. Farrand (orgs.), pp. 1-27. Salt Lake City: The University of Utah Press.

STEIN, J. & W. FARRAND
2001 *Sediments in Archaeological Context*. Salt Lake City: The University of Utah Press.
STERNBERG, R.
1997 Archaeomagnetic dating. In *Chronometric Dating in Archaeology*, R.E. Taylor e M. J. Aitken (orgs.), pp. 323-356. Advances in Archaeological and Museum Science nº 2. Nova Iorque: Plenum Press.
2001 Magnetic Properties and archaeomagnetism. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 73-80. Chichester: John Wiley & Sons.
STEWARD, J.
1929 Difusion and Independent Invention: A Critique of logic. *American Anthropologist*, 31:491-495.
1949 Cultural causality and law: a trial formulation of the development of early civilizations. *American Anthropologist*, 51:1-27.
1955 *TheorY of culture change*. Urbana: University of Illinois Press.
1966 Toward understanding cultural change. *Science*, 153:729-730.
STEWARD, J. & F. SETZLER
1938 Function and configuration in Archaeology. *American Antiquity*, 4:4-10.
STINER, M.
1994 *Honor Among Thieves. A Zooarchaeological Study of Neandertal Ecology*. Princeton: Princeton University Press.
2003 Zooarchaeological evidence for resource intensification in Algarve, Southern Portugal. *Promontoria*, 1:27-61.
2005 The Faunas of Hayonim Cave (Israel): A 200,000-Year Record of Paleolithic Diet, Demography & Society. Cambridge: Peabody Museum Press, Harvard University,
STOLTMAN, J.
2001 The Role of Petrography in the Study of Archaeological Ceramics. In *Earth Sciences and Archaeology*, P. Goldberg, V.T. Holliday e C.R. Ferring (orgs.), pp. 297-326. Nova Iorque: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
STRAUS, L.
1991 Southwestern Europe at the Last Glacial Maximum. *Current Anthropology*, 32:189-199.
1993 Hidden Assets and Liabilities: Exploring Aregaeology from the Earth. In *Formation Processes in Archaeological Context*. P. Golberg, D. Nash e M. Petraglia (orgs.), pp. 1-8. Madison: Prehistory Press.
2002 *The Role of American Archaeologists in the Study of the European Upper Paleolithic*. Oxford: BAR.
STUIVER, M & H. POLACH
1977 Discussion: reporting of ^{14}C data. *Radiocarbon*, 19:355-363.
SUTTON, M. & B. ARKUSH
1998 *Archaeological Laboratory Methods. An Introduction*. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing Company.

TAUBER, H.

1965 Differential pollen dispersal and the interpretation of pollen diagrams. *Danmarks Geologiske Undersogelse*, 89:1-69.

TAYLOR, R.

1997 Radiocarbon Dating. In *Chronometric Dating in Archaeology*, R.E. Taylor e M. J. Aitken (orgs.), pp. 65-96. Advances in Archaeological and Museum Science nº 2. Nova Iorque: Plenum Press.

2001 Radiocarbon dating. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 23-34. Chichester: John Wiley & Sons.

TAYLOR, R. & M.J. AITKEN (orgs.)

1997 *Chronometric Dating in Archaeology*. Advances in Archaeological and Museum Science nº 2. Nova Iorque: Plenum Press.

TAYLOR, W.W.

1948 *A Study of Archaeology*. Memoirs of the American Anthropological Association.

Washington D.C.: American Anthropological Association.

1967 *A Study of Archaeology*. 3,ª ed. Carbondale: Southern Illinois University Press e Arcturus Books.

THOMAS, D.H.

1975 Nonsite sampling in archaeology: up the creek without a site? In *Sampling in Archaeology*, J. Mueller (org.), pp. 61-81. Tucson: University of Arizona Press.

1979 Archaeology. (S.l.):Holt, Rinehart and Winston.

1986 Contemporary hunter-gatherer archaeology in America. In *American Archaeology: Past and Future*, D. Meltzer, D.Fowler e J. Sabloff (orgs.), pp. 237-276. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press.

1998 *Archaeology*. Orlando: Harcourt Brace & Company.

THOMAS, K. & M. MANNINO

2001 The exploitation of invertebrates and invertebrates products. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 427-440. Chichester: John Wiley & Sons.

TITE, M.

2001 Overview – Materials Study in Archaeology. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (eds.), pp. 443-448. Chichester: John Wiley & Sons.

TIXIER, J.

1963 *Typologie de l'Epipaléolithique du Maghreb*. Mémoires du Centre de Recherches Anthropologiques, Préhistoriques et ethnografiques 2. Paris: AMG.

TIXIER, J., M.-L. INIZAN & H. ROCHE

1980 *Préhistoire de la pierre taillée. Terminologie et technologie*. Antibes: Cercle de recherches et d'Etudes Pré-historique.

TRIGGER, B.

1989 *A History of Archaeological Thought*. Cambridge: Cambridge University Press.

TRINGHAM, R.

1978 Experimentation, ethnoarchaeology, and the leapfrogs in archaeological methodology. In *Exploration in Ethnoarchaeology*, R. Gould (org.), pp. 169--199. Albuquerque: University of New Mexico Press.

TURNER, J.
1965 A contribution to the history of forest clearance. *Proocedings of the Royal Society of London*, 161B:343-354.
TURON, J.-L., A.-M. LÉZINE & M. DENÈFLE
2003 Land-sea correlations for the lasy glaciation inferred from a pollen and dinocyst record from the Portuguese margin. *Quaternary Research*, 59:88-96.
VALENTE, M.
2000 *Arqueozoologia e Tafonomia em contexto paleolítico. A Gruta do Pego do Diabo*. Tese de Mestrado, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa.
VALLENTYNE, J.
1964 Biogeochemistry of organic matter:II. Thermal reaction kinetcis and transformation products of amino compounds. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 28:157-188.
1968 Pyrolysis of proline, leucine, arginine and lysine in aqueous solution. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 32:1353-1356.
1969 Pyrolysis of aminoacids in Pleistocene *Mercenaria* shells. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 33:1453-1458.
VANDIVER, P., O. SOFFER, B. KLIMA & J. SVOBODA
1989 The origins of ceramic technology at Dolni Vestonice. *Science*, 246:1002-1008.
VAN RIPER, A.B.
1993 *Men among the mammoths. Victorian Science and the Discovery of Human Prehistory*. Chicago: University of Chicago Press.
VERNET, J.L.
1973 Etude sur l'histoire de la végétation du sud-est de la France au Quaternaire d'après les charbons de bois principalement. *Paléobiologie continentale*, 4(1):1-90.
VIANA, A.
1962 *Algumas noções elementares de Arqueologia Prática*. Beja: ed. do autor.
VOLKMAN, P.
1983 Boker Tachtit: Core Reconstructions. In *Prehistory and Paleoenvironments in the Central negev, Israel*, A. Marks (org.), Vol 3, pp. 127-190. Dallas: Department of Anthropology, Southern Methodist University.
VON WEISZÄCKER, C.
1937 Über die Möglichkeit eines dualen – Zerfalls Kalium. *Physik Zeitschrift*, 38:623-624.

WAIT, W.
1977 *Identification and analysis of the "non-sedentary" archaeological site in northwestern New México*. Tese de doutoramento, Sate University of New York, Binghamton.
WALTER, R.
1997 Potassium-Árgon/Árgon-Árgon dating Methods. In *Chronometric Dating in Archaeology*, R.E. Taylor e M. J. Aitken (orgs.), pp. 97-126. Advances in Archaeological and Museum Science nº 2. Nova Iorque: Plenum Press.
WATERS, M.
1992 *Principles of Geolarchaeology*. Tucson: The University of Arizona Press.

WATSON, P.J.
1973 The future of archaeology in anthropology: culture history ans social science. In *Research and Theory in current Anthropology*, C. Redman (org.), pp. 113--124. Nova Iorque: John Willey and Sons.

WATSON, P.J., S. LeBLANC & C. REDMAN
1971 *Explanation in Archaeology: an explicitly scientific approach*. Nova Iorque: Columbia University Press.
1984 *Archaeological Explanation: the scientific method in archaeology*. Nova Iorque: Columbia University Press.

WATSON, R. & H. WRIGHT
1980 The end of the Pleistocene: a general critique of chronostratgraphic classification. *Boreas*, 9:153-163.

WELLS, L.
2001 Archaeological sediments in coastal environments. In *Sediments in Archaeological Context*, J. Stein e W. Farrand (eds.), pp. 149-182. Salt Lake City: The University of Utah Press.

WESTGATE, J, A. SANDHU e P. SHANE
1997 Fission-Track Dating. In *Chronometric Dating in Archaeology*, R.E. Taylor e M. J. Aitken (orgs.), pp. 127-158. Advances in Archaeological and Museum Science nº 2. Nova Iorque: Plenum Press.

WEYMOUTH, J.
1986 Geophysical Methods of Archaeological Site Surveying. *Advances in Method and Theory*, 9:311-395.

WHALEN, M.
1977 Settlement patterns of the eastern Hueco Bolson. Anthropological Papers 4. El Paso: University of Texas at El Paso, Centennial Museum.

WHEAT, J., J. GIFFORD & W. WASLEY
1958 Ceramic variety, type cluster, and ceramic system in Southwestern pottery analysis. *American Antiquity*, 24:34-47.

WHEELER, R.E.M.
1954 *Archaeology From the Earth*. Oxford: Clarendon Press.

WHITBREAD, I
2001 Ceramic petrology, clay geochemistry and ceramic production – from technology to the mind of the potter. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 449-459. Chichester: John Wiley & Sons.

WHITE, R.
1982 Rethinking the Middle/Upper Paleolithic transition. *Current Anthropology*, 23:169-192.

WHITE, T.
1953 A method of calculating the dietary percentage of various food animais utilized by aboriginal peoples. *American Antiquity*, 18:396-398.

WIESSNER, P.
1983 Style and social information in Kalahari San projectile points. *American Antiquity*, 48:253-276.

WILLEY, G.
1946 The Virú Valley Program in Northen Peru. *Acta Americana*, 4(4):224-238.

1953a *Prehistoric Settlement Patterns in the Virú Valley, Peru*. Washington D.C.: Bureau of American Ethonology.

1953b Archaeological Theories and Interpretation: New World. In *Anthropology Today*, A. Kroeber (org.), pp. 361-385. Chicago: Chicago University Press.

WILLEY, G. & P. PHILLIPS

1958 *Method and Theory in American Archaeology*. Chicago: University of Chicago Press.

WILLEY, G. & J. SABLOFF

1980 *A History of American Archaeology*. 2.ª ed. San Francisco: W.H. Freeman.

1993 *A History of American Archaeology*. 3.ª ed. Nova Iorque: W.H. Freeman and Company.

WISE, A.

2001 Modelling Quaternary environments. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 111-120. Chichester: John Wiley & Sons.

WOBST, H.M.

1978 The archaeo-ethnology of hunter-gatherers, or the tyranny of the ethnographic record in archaeology. *American Archaeology*, 43:303-309.

WOODBURY, R.B.

1954 Review of "A Study of Archaeology" by W.W. Taylor. *American Antiquity*, 19:292-296.

WYLIE, A.

1982 An analogy by another name is just as analogical: a commentary on the Gould-Watson dialogue. *Journal of Anthropological Archaeology*, 1:382-401.

1985 The reaction against analogy. *Advances in Archaeological Method and Theory*, 8.63-111.

1989 The interpretative dilemma. In *Critical Traditions in Contemporary Archaeology: essays in the philosophy, history and socio-politics of Arhcaeology*, V. Pinsky e A. Wylie (orgs.), pp. 18-28. Cambridge: Cambridge University Press.

YALDEN, D.

2001 Mammals as climatic indicators. In *Handbook of Archaeological Sciences*, D.R. Brothwell e A.M. Pollard (orgs.), pp. 147-154. Chichester: John Wiley & Sons.

YELLEN, J.

1977 *Archaeological Approaches to the Present: Models for Reconstructing the Past*. Nova Iorque: Academic Press.

ZILHÃO, J.

1995 *O Paleolítico Superior da Estremadura Portuguesa*. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Letras, Universidade Clássica de Lisboa.

2000 Middle Paleolithic Settlement Patterns in Portugal. In *Settlement dynamics of the Middle Paleolithic and Middle Stone Age*, N. Conard (org.), pp.597-608. Tübigen: Kerns Verlag.

2001 Radiocarbon evidence for maritime pioneer colonization at the origins of farming in west Mediterranean Europe. *PNAS*, 98(24):14180-14185.

Agradece-se às seguintes instituições a cedência de imagens:

Arizona State Museum, University of Arizona: figura 11 (fotógrafo E.B. Sayles).

Era Arqueologia, S.A.: figura 25.

Geonics Limited: figura 47.

Geoscan Research: figuras 42, 43.

Geophysical Survey Systems, Inc: figura 48

Iso Trace Laboratory, University of Toronto: figura 93.

Laboratory of Tree-Ring Research (University of Arizona): figuras 13, 86, 87.

Museu Nacional de Arqueologia: figuras 6, 73

National Portrait Galery, Londres: figuras 1, 3, 10.

Peabody Museum Press: figuras 131, 132, 133, 134 (em Stanley Olsen, *Fish, Amphibian and Reptile Remains from Archaeological Sites*. Papers of the Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, vol. 56, nº2. 1968 by the President and Fellows of Harvard College.

Réunion des Musées Nationaux (França): figura 4.

Yale University Press: 115, 125 (George (Rip) Rapp, Jr., & Christopher L. Hill, 1998, *Geoarchaeology: The earth-Science Approach to Archaeological Interpretation*. Yale university Press.

Waikato Radiocarbon Dating Laboratory (University of Waikato): figura 92.

Agradece-se às seguintes pessoas a cedência de imagens:

António Faustino Carvalho: figura 63.

Johannes du Buf (Automatic Diatom Identification And Classification Project):139.

Harold Dibble: figuras 152, 153, 156, 157, 158.

Irving Friedman: figura 103.

Isabel Figueiral: figura 144.

Jack Rink: figuras 96, 98, 99, 101.

Lewis Binford e Amber Johnson: figura 16

Luís Raposo. figuras 18, 19,

Mary Stiner: figuras 135, 136, 137, 138.

P.I. Kuniholm: figura 88 (The Aegean Dendrochronology Project. Cornell University)

Paula Queiroz: figura 142 (in Mateus, J.E.; Queiroz, P.F.; Van Leeuwaarden, W., 2003 – *O Laboratório de Paleoecologia e Arqueobotânica – Uma visita guiada aos seus programas, linhas de trabalho e perspectivas*". In: Mateus, J.E.; Moreno-García, M. (orgs.) *Paleoecologia Humana e Arqueociências.* Trabalhos de Arqueologia 29, IPA, Lisboa p: 105-188.).

R.E. Taylor: figuras 89, 90, 91.

Terry Ball: figura 140.

Índice das Figuras

Índice das Tabelas

Anexo

Índice