



Associação Portuguesa de Geólogos

XXIII CURSO DE ACTUALIZAÇÃO DE PROFESSORES DE GEOCIÊNCIAS

COIMBRA

8 – 10 MAIO, 2003

Itinerário 4

Sexta-feira, 9 de Maio, 2003

História Natural das regiões de Montemor-o-Velho e Figueira da Foz: Estratigrafia, Paleontologia e Arqueologia.

P. Callapez & J. Soares Pinto
Dep. Ciências da Terra –Univ. Coimbra

Percurso:

Coimbra – Pedreira da Salmanha – Alhadas – Brenha – Bandeira – Farol Novo – Fábrica do Cabo Mondego – Figueira da Foz – Gala – Coimbra.

NOTA INTRODUTÓRIA

A complexidade aparente de numerosos eventos e processos geológicos, inseridos em contextos temporais e espaciais cujo entendimento envolve graus de abstracção significativos, torna muitas vezes difícil a sua transposição para a sala de aula. Deste modo, a necessidade de colocar os alunos em contacto com a observação directa dos fenómenos geológicos, só pode ser alcançada através de *actividades práticas de campo*, integradas numa *aula de campo*. Esta *estratégia de ensino e aprendizagem* das Ciências da Terra revela-se como o melhor complemento das actividades desenvolvidas na sala de aula, dado permitir a observação directa, em ambiente natural, de materiais geológicos e de processos geodinâmicos actuais. Tal desenvolvimento propicia a descoberta de novos dados, a aplicação de conhecimentos e o desenvolvimento da interdisciplinaridade, dado que se podem praticar abordagens segundo perspectivas diferenciadas (por exemplo: científica e histórico-cultural).

Neste contexto, a região da Figueira da Foz (Cabo Mondego, serras da Boa Viagem e das Alhadas e costeiras da Salmanha e de Vila Verde) congrega um conjunto de monumentos naturais e históricos de inegável valor patrimonial e científico, com destaque para os domínios da geohistória, da sedimentogénese e da geologia ambiental, assim como para aspectos ligados ao património natural e arqueológico. Destaca-se, por exemplo, a escolha recente do Cabo Mondego como estratótipo de limite entre os andares Aaleniano e Bajociano (Jurássico médio ou Dogger), passando a servir de padrão mundial para as restantes sucessões estratigráficas desta idade.

O peregrino que percorre esta região, com as suas vieiras dependuradas no bordão gasto de tanto deambular, pode facilmente encher a sua sacola de rochas e de fósseis, tanta é a abundância destes testemunhos de épocas pretéritas que se encontram espalhados pelas azinhagas espinhosas, alcantilados e pedreiras abandonadas. Conta a lenda que a riqueza dos materiais pétreos, dos *petrificados* e das estruturas sedimentares a eles associados, fizeram sonhar numerosos ermitões e ermitoas que há muito erraram por estes lados, tentando conjugar a *Criação* com interpretações hutonianas dos fenómenos geológicos que lhes teriam dado origem.

Em tempos modernos, é possível constatar, por exemplo: (1) a marcha lenta e inevitável dos processos de meteorização química, física e biológica que degradam as rochas; (2) a deformação tectónica e suas consequências no relevo; (3) a acção antrópica sobre o modelado da paisagem; (4) o que resta de um riquíssimo património mineiro carbonífero, com raízes que remontam ao esforço hercúleo e tirânico de Sebastião de Carvalho e Melo e aos primórdios da primeira revolução industrial em Portugal; (5) os vestígios pontuais de uma ocupação humana pré-histórica, contemporânea do início da neolitização e do dealbar da metalurgia do cobre (dólmenes e povoados). O valor pedagógico-didáctico que a região encerra, nos domínios atrás enumerados, transformou-a num espaço por excelência vocacionado para a leccionação de *aulas de campo*. Na tentativa de seguir este propósito, procurámos elaborar um roteiro que pudesse vir a servir de base de trabalho sóbria aos professores dos diversos graus de ensino, com intenção de avolumar e precisar os seus conhecimentos e ideias. Conhecendo as dificuldades inerentes a quem pretende por em prática tal estratégia de ensino, é nossa intenção fornecer aos participantes desta viagem, não só um conjunto de conhecimentos, de ideias e de sugestões, mas também algumas técnicas e metodologias próprias do trabalho de campo, visando uma aplicação posterior nas actividades a desenvolver directamente com os alunos.

TRAÇOS DA GEOLOGIA DE ENTRE A FIGUEIRA DA FOZ E A SERRA DA BOA VIAGEM

Em meados do terceiro quartel do século XVII, o Dinamarquês Niels Steensen (1638-1686) — sábio ilustre do seu tempo e precursor da Estratigrafia moderna — estabeleceu os princípios da *Sobreposição*, da *Horizontalidade Original* e da *Continuidade Original* a partir da observação de sucessões de estratos de natureza sedimentar, ordenados de acordo com a sua idade relativa. Postulados como este, em que a observação atenta e desprovida de ideias preconcebidas se alia à simplicidade, alicerçam os principais pilares conceptuais em que repousam as Ciências da Terra do dealbar do século XXI. Procuremos por isso, nas páginas que se seguem, um *leitmotiv* conducente a tal *simplicidade* científica e despretensiosa, sem que para tal tenhamos de recorrer necessariamente à *simplificação* e à *imprecisão*.

Imaginemos, por conseguinte, que nos seria dada a oportunidade rara e dispendiosa de encetar os trabalhos de uma sondagem profunda na embocadura do rio Mondego, frente (e porque não?) à vetusta e imponente sede do município. Sendo o concelho da Figueira da Foz parte de uma região do país em que predominam rochas sedimentares estratificadas (*Orla Meso-Cenozóica Ocidental de Portugal*), será lícito esperar que a prossecução da sondagem atravessasse gradualmente estratos e unidades geológicas cada vez mais antigas. Fossem os autores destas linhas alunos do Ensino Secundário e, na ânsia de um almoço suculento a seguir à aula de Ciências Naturais, imaginariam certamente o substrato geológico da Figueira da Foz e da serra da Boa Viagem como sendo uma *bavaroise* descomunal, em que as camadas sobrepostas de gelatina colorida não mais representariam do que as unidades geológicas regionais. Tudo isto de acordo com o *Princípio da Sobreposição* atrás lembrado e de fácil entendimento, mesmo para o adolescente que enceta os seus primeiros passos na senda das Ciências da Terra.

Deste modo e congeminando o avanço dos trabalhos de sondagem referidos, a cobertura sedimentar actual rapidamente daria lugar a um grande número de estratos mais antigos, representativos de uma sucessão de *unidades litostratigráficas de idade cretácica e jurássica*. Do topo para a base passaremos a enumerar tais *formações*, tendo em conta as suas *fácies* mais representativas, a sua espessura local e as suas *idades relativas e absolutas*.

LITOSTRATIGRAFIA DO MESOZÓICO DA FIGUEIRA DA FOZ, CABO MONDEGO E SERRA DA BOA VIAGEM

A — Formação dos Calcários Apinhoados de Costa de Arnes (Cenomaniano médio a Turoniano inferior; 90 MA a 93 MA). Consiste numa sucessão de níveis carbonatados com fósseis marinhos, num total de 65 metros de espessura máxima (níveis “B” a “O”, *sensu* Paul Choffât). Na base, as *fácies* dominantes consistem em grés margosos, margas gresosas e calcários margo-gresosos com fósseis abundantes do ostreídeo *Gyrostrea ouremensis*; seguem-se calcários apinhoados com amonóides (*Neolobites*) e uma fauna bentónica abundantíssima e muito diversificada, composta por equinídeos (*Hemiaster*, *Heterodiadema* etc.), gastrópodes

(*Cimolithium*, *Harpagodes*) e bivalves (*Pycnodonte*, *Neithea*, etc.). As fácies de calcário margoso apinhado estendem-se até aos níveis superiores da Formação e intercalam-se com diversos estratos espessos de calcário compacto de cor creme. Alguns dos elementos mais característicos das faunas presentes consistem em corais hermatípicos e estiliformes, serpulídeos e várias espécies de amonóides pertencentes à família Vascoeratae, entre as quais *Vascoerata gamai* (descrita em 1898, por Paul Choffat, em homenagem ao ilustre descobridor e Conde da Vidigueira). Por fim, o topo da unidade é caracterizado pelo retorno a fácies mistas com uma fracção micácea crescente.

B — Formação da Figueira da Foz (Aptiano superior a Cenomaniano médio; 109MA a 90 MA). Também designada regionalmente como *Formação dos Arenitos de Carrascal*, consiste num corpo de natureza detrítica com cerca de 230 m de espessura, em que alternam termos grosseiros, conglomeráticos ou gresos-conglomeráticos e níveis argilosos avermelhados. Na base, assenta em discordância sobre unidades do Jurássico superior e, no topo, surge em continuidade aparente com a Formação atrás descrita. As litofácies mais comuns consistem em: (1) conglomerados de tipo *clast-supported* ou *matrix-supported* em que predominam clastos arredondados a sub-angulosos de quartzito e de quartzo leitoso; (2) arenitos grosseiros a médios, mal calibrados, com clastos de quartzo, feldspato e mica e coloração esbranquiçada a amarelada; (3) lutitos e argilitos maciços ou laminados, com coloração avermelhada ou esbranquiçada, contendo ocasionalmente restos vegetais de fetos, de gimnospermas e de angiospermas (*Sphenopteris*, *Frenelopsis*, *Pseudocycas*, etc.).

C — Formação dos Arenitos de Boa Viagem (Kimeridgiano inferior a Tetoniano; 141 MA a 152 MA). Consiste na mais recente e mais espessa de todas as unidades jurássicas da região (cerca de 800 metros), caracterizada por predomínio evidente de termos detríticos grosseiros a finos, depositados em sub-ambientes de planície deltaica. As litofácies presentes englobam conglomerados heterométricos, com cimento ferruginoso, matriz de cor avermelhada e fracção grosseira composta por clastos de quartzo, quartzito e cherte cinzento ou negro, ou, alternativamente, de calcário e com pisólitos. Estes conglomerados e os níveis de arenito, grosseiro a fino, com que alternam frequentemente, tendem a organizar-se em estratos com geometria lenticular. A profusão de estruturas sedimentares é grande. Estas incluem, por exemplo, estruturas internas laminadas oblíquas, de tipo “*herringbone*”, interpretadas como formadas em áreas de planície litoral, sujeitas à acção periódica das correntes de maré. As litofácies mais finas compreendem tradicionalmente lutitos e lutitos carbonatados, micáceos, de cor avermelhada, por vezes com impressões de raízes, a par de margas acinzentadas, contendo frequentemente concreções carbonatadas e blocos de calcário remobilizado. Alguns níveis são bastante fossilíferos e comportam concentrações de nerineídeos e de outros gastrópodes ou bivalves característicos de meios salobros ou marinhos confinados. Algumas destas concentrações são orientadas e interpretam-se como subjacentes a episódios de tempestade, ao tempo desencadeados.

D — Camadas de *Pholadomya protei* (Oxfordiano superior a Kimeridgiano basal; 152 MA a 155 MA). Também denominadas de “*Camadas marinhas ricas de lamelibrânquios*”, designam uma Formação com cerca de 70 a 80 metros de espessura, disposta em continuidade estratigráfica aparente com as unidades enquadrantes e

caracterizada, tal como o nome transparece, por uma sucessão de estratos calcários fossilíferos, em que a abundância de concentrações de bivalves marinhos é notória. Os calcários presentes são frequentemente margosos e nodulosos, laminados e de cor cinzenta, vindo a alternar com estratos de marga acinzentada, marga xistenta acastanhada e, para o topo da unidade, arenito grosseiro e calcário gresoso. Entre as numerosas espécies de bivalves, gastrópodes e braquiópodes identificadas até ao momento, destacam-se enormes exemplares de *Perna* e de “*Ampullina*”, a par de *Pholadomya*, mitilídeos e exogiriníneos, estes últimos, parentes longínquos dos mexilhões e ostras actuais.

E — Formação de Vale Verde (Oxfordiano médio e superior; 156 MA a 158 MA). Na região da Figueira da Foz – Cabo Mondego esta Formação está dividida, tradicionalmente, em dois conjuntos:

Os “*Calcários hidráulicos*” designam uma sucessão algo monótona de calcários e de calcários margosos, finamente laminados, com cerca de 80-90 metros de espessura. Os macrofósseis são pouco abundantes, mas incluem fragmentos e escamas de peixes do género *Lepidotus* e pegadas de dinossáurios. A presença frequente de marcas de ondulação (*ripples*) sugere que estes calcários teriam tido origem em ambiente de planície litoral, pouco profundo e sujeito à acção continuada dos agentes de dinâmica costeira. Também merece destaque a ocorrência de termos dolomíticos intercalados, com concreções de natureza algal.

O “*Complexo Carbonoso*” designa, localmente, a parte inferior da Formação de Vale Verde e assume, no texto que se segue, particular importância, dada a sua relação com o desenvolvimento do Couto Mineiro do Cabo Mondego. Com um total aproximado de 60 metros de espessura, inicia-se através de um estrato espesso de marga cinzenta, seguido de um conjunto de barras arenosas grosseiras que contém uma fauna relativamente abundante de equinídeos cidaróides (*Cidaris*, *Hemicidaris*), nerineídeos, exogiriníneos e pequenos “*patch-reefs*” com corais hermatípicos tabulares. Este conjunto corresponde, no essencial, à famosa *Pedra da Nau* do Cabo Mondego. Segue-se uma sucessão de sequências tempestíficas com (1) biostromas de exogiriníneos; (2) concentrações densas de corais hermatípicos fragmentados, rolados e remobilizados; (3) pavimentos monotípicos de bivalves salobros (*Corbula*) e de pequenos gastrópodes nerineídeos. Os 35-40 metros restantes compreendem margas, margas xistosas e calcários margosos com *Otozamites*, finamente laminados e com cor cinzenta, por entre os quais se intercalam leitos de lignite e estratos lenticulares de arenitos grosseiros e conglomerados avermelhados, formando figuras de canal. A fauna deste conjunto é particularmente rica e dominada por formas bentónicas de água doce, próprias de ambientes lagunares confinados, com substratos ricos em matéria orgânica (*Unio*, *Cyprina*, *Paludina*, *Planorbis* e outros gastrópodes fluviais, a par de oogónios de carófitas).

F — Formação dos Calcários e margas de Cabo Mondego (Aaleniano médio a Caloviano superior; 163 MA a 181 MA). O Dogger ou Jurássico médio é aqui caracterizado por uma sucessão algo monótona de calcários, calcários margosos, margas calcárias e margas de cor cinzenta dominante, dispostos em bancadas alternantes de espessura centimétrica a decimétrica, com excepção dos últimos 30 a 40 metros do topo da unidade, em que surgem estratos margosos bem mais espessos, com fauna bentónica diferenciada. A Formação em questão assume grande relevância no panorama geológico nacional e internacional, em virtude de representar uma sucessão estratigráfica particularmente expandida e completa do ponto de vista biostratigráfico, com destaque

para a abundância e diversidade das faunas e associações de amonóides presentes. Tal facto veio a permitir a escolha de parte desta sucessão, com base no afloramento da Murtinheira-Cabo Mondego, como estratótipo de limite para os andares Aaleniano e Bajociano.

G — Formação dos Calcários e margas de Quiaios (Carixiano inferior a Aaleniano inferior; 182 MA a 195 MA). Designam um conjunto bastante espesso e de natureza carbonatada, em que a tendência rítmica margo-calcária é dominante e as associações de amonóides permitem, dadas a sua diversidade e abundância em espécimes, um refinamento biostratigráfico apreciável. Ambos os limites desta unidade foram definidos a partir de descontinuidades sedimentares, verificadas relativamente às formações enquadrantes. Tendo em conta as variações mais significativas de fácies, oscilando entre os pólos calcário e margoso, é possível a individualização de (1) um Membro inferior mais margoso (*Margas e Calcários margosos de Vale das Fontes*) e representativo do Carixiano e de parte do Domeriano; (2) de um conjunto, menos espesso, de barras calcárias, contemporâneas do Domeriano superior (*Calcários margosos de Lemedede*) e; (3) de importante conjunto margo-calcário de idade toarciana a aaleniana inferior (*Margas e margas calcárias de Brenha*), correlativo das *Margas e margas calcárias de São Gião*. Neste último conjunto, destacam-se as litofácies de calcário, muito características, dos *Calcários em Plaquetas*. Na sua maior parte, os estratos integrantes desta Formação são muito fossilíferos. Para além dos amonóides já mencionados (*Dactylioceras*, *Hildoceras*, *Harpoceras*, *Hildaites*, *Pleydellia* e muitos outros), também os terebratulídeos, spiriferídeos e rinconelídeos são extremamente abundantes, atapetando muitos dos níveis margosos da unidade.

H — Formação das Camadas de Coimbra (Sinemuriano; 196 MA a 203 MA). O corpo em questão consiste numa das principais unidades da base do Mesozóico da *Orla Meso-Cenozóica Ocidental Portuguesa*, com maior expressão cartográfica ao longo da faixa de Coimbra-Penela-Alvaiázere. A sua espessura na região Figueira da Foz ultrapassa seguramente os 250 metros. Consiste em alternâncias de calcários e de calcários margosos muito compactos, com margas e margas calcárias laminadas e, menos frequentemente, xistos betuminosos. A *biofácies* presente em muitos destes níveis é dominada por faunas de bivalves de carácter salobro ou marinho litoral, adaptadas a substratos macios (*Gryphaea*, *Pleuromya*, *Pholadomya*), em conjunto com braquiópodes (*Terebratula*, *Zeilleria*). A parte superior da Formação contém também exemplares dos mais antigos amonóides até hoje recolhidos no Lias português (*Paltechioceras*, *Leptechioceras*), cuja presença denota influências marinhas crescentes na evolução paleogeográfica de então.

A OSSATURA GEOLÓGICA DA SERRA DA BOA VIAGEM

A sucessão ordenada de unidades litostratigráficas que acabámos de descrever, constitui o substrato geológico de toda a região da Figueira da Foz — Serra da Boa Viagem, conforme se pode observar no esboço geológico seguinte (figuras 1 e 2). Este relevo e o seu prolongamento oriental (Serra das Alhadas) formam uma extensa estrutura monoclinal em arco com flancos assimétricos e alongamento segundo direcção próxima de WNW-ESE. A Serra da Boa Viagem propriamente dita, pode ser encarada como sendo um pequeno maciço calcário projectado para o mar (Cabo Mondego), com cerca de 6 km de comprimento. A sua cumeada atinge cota máxima no vértice geodésico da Bandeira (258 m), junto ao miradouro do mesmo nome. A partir deste local, os valores altimétricos máximos oscilam quase sempre entre 100 e 220 metros, com tendência decrescente para Leste. Apesar da sua moderação, estas cotas são mais do que suficientes para que ambas as serras se imponham largamente perante as paisagens circundantes, de índole litoral e estuarina, compostas por terras baixas de areias brancas, ornadas por tapetes verdejantes de pinhal.

Como consequência imediata da orientação expressa pela estrutura monoclinal, em que os estratos pendem regularmente para Sul, o relevo daí resultante é marcadamente assimétrico e tendente ao desenvolvimento de costeiras com frentes direccionadas para Norte. Deste modo, as vertentes setentrionais da serra da Boa Viagem tendem a ser abruptas e de pendor elevado, integrando formas escarpadas de belo recorte, em que as bancadas carbonatadas alternam com depósitos de vertente formados por esquírolas e fragmentos angulosos de calcário. São disso exemplo as *escarpas da Bandeira e da Murtinheira*, a primeira de génese problemática mas indissociável da existência de uma intercalação espessa de litotipos margosos; a segunda controlada pelo rejogo de uma importante falha inversa, activa durante o Quaternário. Este acidente estrutural que limita a Norte o maciço calcário é evidenciado por um contacto tectónico, que, junto ao cemitério de Quiaios, sobrepõe unidades margo-calcárias do Lias, a areias eólicas quaternárias (Qual aqui o bloco soerguido?).

Na vertente ocidental, os calcários do *Dogger* alicerçam as arribas litorais do promontório do Cabo Mondego, a espaços recortadas pelas pedreiras e encimadas pela *Plataforma do Farol*.

Contrastando com o carácter abrupto das vertentes anteriores, a transição para o flanco meridional processa-se de forma progressiva. Este flanco longo e suave desenvolveu-se sobre conglomerados e lutitos *rubefactos* pertencentes à *Formação da Boa Viagem*, vindo a esbater-se através um longo alinhamento de costeiras, retalhadas nas formações cretácicas sobranceiras ao estuário do Mondego. Foi por entre os afloramentos destas últimas unidades que se erigiram, desde tempos medievos, os alicerces da cidade da Figueira da Foz e das povoações limítrofes de Vila Verde, Fontela e Tavadere.

Fig. 1 – Cartas geológicas de Portugal na escala 1/50.000, folhas 19-A (Cantanhede) e 19-C (Figueira da Foz).

Fig. 2 – Legenda das cartas geológicas de Portugal na escala 1/50.000, folhas 19-A (Cantanhede) e 19-C (Figueira da Foz).

O MESOZÓICO FIGUEIRENSE COMO LABORATÓRIO NATURAL NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA GEOLOGIA HISTÓRICA E DA PALEONTOLOGIA

Os *fósseis* e as *biofácies* são atributos fundamentais e quase omnipresentes nas rochas sedimentares. São, para muitos de nós, *curiosos petrificados decorativos*, apegados à noção tradicional mas um tanto simplista e estática de... *restos, rastos ou impressões de organismos que viveram na Terra em épocas pretéritas e que se encontram preservados em rochas*.

Independente do tradicionalismo copista dos manuais por onde nós e os nossos alunos estudamos, a *fossilização* é indissociável da passagem de materiais de origem biológica da biosfera para a litosfera, podendo estes consistir em restos mineralizados de macro ou microorganismos (ex: conchas, carapaças, ossos), ou, simplesmente, em marcas impressas por entidades biológicas pretéritas nos sedimentos circundantes (ex: marcas de repouso, pistas e pegadas de dinossauros). Sob condições de fossilização excepcionais podem também preservar-se partes brandas, não mineralizadas, de antigos organismos. Os exemplos clássicos que todos bem conhecemos das entrelinhas das sagas dos manuais incluem os mamutes e homens pré-históricos encerrados no gelo siberiano e alpino, os insectos aprisionados em âmbar do Báltico e os cadáveres mumificados em turfeiras, horrivelmente deformados pelos esgares da fossilização e aquando das agruras da tortura em nome de deuses pagãos já desconhecidos.

Independentemente da sua génese e condições de preservação, é indubitável que os fósseis consistem, no seu todo, no mais precioso testemunho do que foi a vida na Terra em épocas passadas, permitindo reconstituir os traços gerais da evolução dos organismos ao longo dos tempos geológicos. As evidências mais antigas da existência de vida remontam há mais de 3000 milhões de anos (MA), tendo sido encontradas em rochas datadas através de métodos radiométricos. Todavia, é por volta dos 570+/-30 MA que o registo fóssil se torna relevante, evidenciando um dos passos mais importantes na evolução dos organismos: a capacidade de síntese de partes esqueléticas mineralizadas, incluindo carbonatos, sílica e alguns tipos de proteínas. As primeiras espécies dotadas de conchas e de carapaças remontam a tal revolução, constituindo as denominadas faunas câmbrias (figura 3), as quais se encontram em rochas marcadoras do início da Era Primária ou *Paleozóico*, bem representadas em Portugal.

* * * * *

As rochas sedimentares formadas durante os últimos 570 Ma (Fanerozóico) encontram-se amplamente providas de fósseis. O seu estudo detalhado permitiu verificar a existência de sucessões complexas de faunas e de floras fósseis, não recorrentes ao longo dos tempos geológicos, as quais evidenciam o carácter irreversível da *evolução orgânica*. Com efeito, as rochas sedimentares formadas em momentos distintos da história da Terra apresentam seguramente conteúdos fósseis diferenciados. Todavia, se as suas idades forem compatíveis, as associações de fósseis que contém são relativamente semelhantes, ou mesmo idênticas.

A *Biostratigrafia* é um ramo das Ciências Geológicas com valência entre a Paleontologia e a Estratigrafia, que se dedica precisamente ao estabelecimento de *cronologias relativas* para os corpos sedimentares, tendo por base os fósseis que estes contém. A título de exemplo, o termo *Jurássico* designa um intervalo de tempo relativo

da história da Terra (relativo significa aqui posterior ao intervalo Triásico e anterior ao intervalo Cretácico), durante o qual existiram determinadas faunas e floras características e se acumularam volumes significativos de materiais sedimentares. Parte desses sedimentos foram preservadas e encontram-se hoje expostos em afloramento, sendo identificados através dos *fósseis característicos* e *fósseis índice* que contém e constituindo o testemunho físico do *Sistema* jurássico e de muitos dos acontecimentos que então tiveram lugar.

* * * * *

A par de um interesse puramente estratigráfico e cronológico, os fósseis contidos nos estratos encerram um profundo significado paleobiológico, conducente à descoberta dos modos de vida e das interacções existentes entre antigos organismos, ao nível de indivíduos, populações e paleocomunidades marinhas ou continentais, interligadas com paleoambientes específicos. O que há de mais profundo e esotérico na mente que quem, professor ou aluno, observa um afloramento com rochas sedimentares fossilíferas, reside no exercício de imaginar algum destes ambientes sedimentares pretéritos, recheados de formas arcaicas e exóticas, testemunhos de um passado longínquo e sem retorno.

Ao examinarmos retalhos das formações jurássicas e cretácicas da região em foco, não faltam exemplos de tal passado longínquo, em parte recuperáveis através de metodologias de análise próprias dos estudos de *Paleoecologia*. A reconstituição parcial e aproximada destas antigas comunidades é efectuada através do recurso a determinações quantitativas de *associações fósseis*. Muitas destas associações são dominadas por organismos marinhos bentónicos, entre os quais se encontram corais, braquiópodes, bivalves, gastrópodes, cefalópodes e equinídeos (figuras 4, 5 e 6).

Fig. 3 – Reconstituição da fauna de Burgess Shale (Colúmbia Britânica, Canadá). Os fósseis desta jazida remontam ao Câmbrio médio (cerca de 520 M.a.) e encontram-se num estado de preservação notável, representando os primeiros organismos marinhos com conchas e carapaças mineralizadas.

A FIGUEIRA DA FOZ NO DEALBAR DA HISTÓRIA

A região da Figueira da Foz é referência obrigatória para todos aqueles que se interessam pelo estudo do Neolítico e do Calcolítico no território português. Ao longo de uma faixa centrada nas cumeadas das serras da Boa Viagem e das Alhadas e extensa de mais de uma dezena de quilómetros, sucedem-se monumentos megalíticos e povoados pré-históricos, formando um núcleo de estações arqueológicas que desempenharam um papel marcante no entendimento destas fases da nossa pré-história. O seu reconhecimento e estudo são indissociáveis do trabalho pioneiro desenvolvido por Santos Rocha, notável figueirense, fundador da Sociedade e do Museu Arqueológico da Figueira da Foz, dos quais recentemente se comemorou o centenário.

Na sequência dos trabalhos efectuados por Santos Rocha, adquiriram especial relevância as *estações humanas* da Várzea do Lírio e da Junqueira, das quais a primeira foi largamente amostrada, encontrando-se o respectivo espólio patente nas colecções do Museu Municipal da Figueira da Foz (figura 7). Diversos outros locais foram também mencionados por Santos Rocha e objecto de recolhas comparativamente menos extensas, encontrando-se entre estes as estações de Cubelo, Asseiceira, Carniçosas, Arruelas, Prazo, Vale do Romão, Palheira e Pinheiral. Já no flanco Norte da Serra da Boa Viagem, na transição para a Gandâra, merece destaque a extensa estação de superfície de Casal do Arneiro, de idade calcolítica e com afinidades evidentes com as anteriores.

A partir de 1910 e até meados da década de oitenta, as estações neolíticas da encosta meridional da Serra da Boa Viagem mereceram atenção regular por parte de outros investigadores, destacando-se entre estes A. Figueiredo, V. Guerra e O. Ferreira, S. Jorge e R. Vilaça. Embora os estudos dedicados especificamente ao Neolítico e Calcolítico da Figueira da Foz sejam relativamente escassos, as citações inseridas em trabalhos de índole mais abrangente são bastante mais numerosas, especialmente no que respeita à Várzea do Lírio e à Junqueira. Estudos mais recentes tendem a evidenciar as estações do Neolítico antigo da Figueira da Foz, como correspondendo ao núcleo cerâmico de tipo *cardial* mais setentrional da orla ocidental da Península Ibérica.

Não obstante ter decorrido mais de um século sobre a sua descoberta, o interesse arqueológico destes locais mantém a sua actualidade. Várias questões relevantes permanecem ainda em aberto, começando pelo simples reconhecimento e localização dos povoados envolvidos. Estes aspectos remontam à própria época de Santos Rocha, dado estar-se em presença de uma área densamente florestada e de acesso difícil, na qual os achados dispersos são frequentes. R. Vilaça esboça uma primeira tentativa de localização, em carta militar, do que teriam sido os primitivos locais de recolha mencionados nas *Memórias e Explorações Arqueológicas*. Todavia, a informação disponível não se revelou suficiente para que a maior parte dos locais envolvidos pudessem ser precisados no campo. Tal insuficiência tem vindo a ser superada através de levantamentos de campo, realizados por um dos autores do presente volume e acompanhados por cartografia geoarqueológica de detalhe, centrada na região abrangida pela bacia de drenagem do rio de Carritos.

Os estudos ainda em curso revelaram a existência de uma cobertura de areias eólicas bastante significativa, assente sobre um conjunto de plataformas bem definidas e profundamente remobilizadas pela erosão holocénica. Entre outros aspectos, as superfícies arenosas contém *localmente* artefactos líticos e cerâmicos em grande

quantidade, muitas vezes *in situ*, mostrando que o desenvolvimento da cobertura de areias eólicas e a localização dos povoados pré-históricos descritos originalmente por Santos Rocha estão intimamente relacionados.

Os factos atrás referidos demonstram o carácter oportuno de futuros trabalhos arqueológicos a encetar na área. Tais trabalhos são ainda enfatizados face ao aumento exponencial da pressão antrópica verificado nos últimos anos, especialmente na faixa que decorre imediatamente a Oriente da EN 109, a qual engloba a denominada *Várzea do Lírio*. Entre outras incertezas preocupantes, destaca-se a destruição eminente de algumas destas estações arqueológicas, devido ao atravessamento da Serra da Boa Viagem pela auto-estrada do Oeste.

A MINA DE CARVÃO E O COUTO MINEIRO DO CABO MONDEGO

A Mina de Carvão do Cabo Mondego — também denominada Mina de Carvão de Pedra de Buarcos — foi uma das mais antigas explorações carboníferas do nosso País. A descoberta e início do aproveitamento da camada de carvão parecem datar de 1750 e terão sido efectuadas por um cidadão inglês, ao tempo residente na vila da Figueira da Foz.

Exploradas as camadas superficiais e de mais fácil acesso, foi necessário proceder, por volta de 1761, a um reconhecimento mais profundo do jazigo, tarefa que ficou a cargo de Guilherme Elsdén. É contudo, apenas a partir de 1773 e por ordem do Marquês de Pombal, que se inicia a verdadeira exploração deste jazigo, ficando a cargo de J. Nunes de Figueiredo a execução dos trabalhos mineiros. Em 1787, este último é substituído pelos irmãos Rapozo, os quais foram responsáveis pela abertura dos primeiros poços desta exploração — *Poços Rapozos*.

Por volta de 1789, uma inundação destrói grande parte dos trabalhos subterrâneos, levando à suspensão da lavra.

Em 1801, José Bonifácio d'Andrada e Silva, na qualidade de *Intendente Geral de Minas e Metais do Reino de Portugal e dos Algarves*, ordena o reinício da exploração mineira e manda executar a abertura do *Poço Mondego*.

Os trabalhos mineiros por conta do Reino terminam em 1819, transitando a lavra mineira para companhias particulares. Durante o longo período compreendido entre 1819 e 1967 — data em que foi concedida a suspensão definitiva dos trabalhos na mina devido a um incêndio ocorrido em 1961 — o couto mineiro (explorado por vezes de forma irregular, e mal organizada) foi sucessivamente propriedade da Companhia de Negociantes de Lisboa, da Empresa das Minas do Cabo Mondego, da Companhia Mineira e Industrial do Cabo Mondego, da Empresa Exploradora das Minas e Indústrias do Cabo Mondego, da Companhia Mineira e Industrial de Portugal, da Companhia de Minas e Carvões de São Pedro da Cova e da Companhia de Carvões e Cimentos do Cabo Mondego. Durante esse período longo e conturbado da nossa história, foram executados numerosos trabalhos mineiros de vulto, entre os quais se incluem os poços *Esperança, Farrobo, Caldas, Lodres, Santo Amaro, Ajuda, Mestre, Auxílio e Guimarães*, diversas chaminés de ventilação e milhares metros de galerias.

Fig. 7 – Esboços de alguns dos primitivos megalitos da Serra da Boa Viagem, segundo Santos Rocha.

O JAZIGO DE CARVÃO

As camadas de carvão são parte integrante das unidades carbonatadas do Jurássico superior do Cabo Mondego e podem ser observadas directamente no afloramento basal da arriba situada em frente à *Pedra da Nau*.

O jazigo de carvão apresenta-se pouco desenvolvido para nascente, vindo a terminar nas proximidades da aldeia da Serra devido ao progressivo acunhamento das formações *lusitanianas*. A geometria tabular e a continuidade lateral da camada de carvão, aliadas à inexistência de acidentes estruturais, permitiram uma lavra em extensão que chegou a atingir mais de 3 km a partir da actual linha de costa (*Galeria de Rolagem - Santa Bárbara*) (figura 8).



Fig. 8 - Entrada da *Galeria de Rolagem* ou de *Santa Bárbara* nos anos 50 do séc. XX.

As camadas apresentam uma maior espessura para poente, de acordo com os registos de trabalhos antigos, que penetraram cerca de 200 m por debaixo do oceano.

O jazigo compõe-se de seis camadas de carvão, das quais a segunda na ordem ascendente possui entre 1 m a 1,25 m de possança, tendo sido objecto de exploração segundo a sua inclinação (figura 9).



Fig. 9 - Desmonte por martelo pneumático em meados da década de 60 do séc. XX.

AS PEDREIRAS, OS PROBLEMAS AMBIENTAIS E VALOR CIENTÍFICO-PEDAGÓGICO QUE E ESTAS ENCERRAM

A abertura e a exploração de uma pedreira alteram negativamente o equilíbrio natural da área envolvente, destruindo ou perturbando comunidades e ecossistemas aí existentes. As transformações que estas actividades incutem no meio são, na sua grande maioria, irreversíveis, pelo que a restituição das características primitivas a um local é uma mera utopia.

Contudo, a sociedade actual começou a considerar a extracção dos recursos minerais como uma fase transitória e não definitiva da utilização dos terrenos. Assim, é imposto à entidade exploradora a necessidade de recuperar (sempre que possível) o uso original dos terrenos afectados, ou então, planificar um uso alternativo, diferente do primitivo, mas em função de condicionantes derivados dos ecossistemas existentes ou das necessidades socio-económicas da região.

Para quem pretende estudar Geociências, as pedreiras constituem muitas vezes um terreno de iniciação ou de estudo científico e pedagógico privilegiados, pois permitem visualizar com precisão, a média ou grande escala, traços dos fenómenos geológicos indeléveis à superfície.

Ao inverso das escarpas naturais, as frentes de desmonte em actividade são modificadas continuamente pelo avanço dos trabalhos de exploração e permitem, deste modo, observações renovadas de litologias e estruturas, de minerais e fósseis, de contactos entre diferentes formações, de falhas e diaclases, de fenómenos pedológicos e, em alguns casos, de movimentos de massas geológicas.

Dado o seu interesse geológico particular, muitas pedreiras têm vindo a ser seleccionadas como locais de referência e, como tal, objecto de visitas continuadas, inseridas em reuniões e projectos científicos, assim como em actividades práticas relacionadas com os diferentes graus de ensino. Um dos melhores exemplos regionais de tal interesse é, sem margem para dúvida, a *Pedreira Sul* do Cabo Mondego (figura 10). Também designada como *Pedreira da cal hidráulica*, esta exploração foi aberta em meados do início do século XIX, na sucessão sedimentar calco-margosa pertencente ao Jurássico superior (Oxfordiano médio-superior). A lavra abrangeu o topo do "Complexo Carbonoso", a unidade dos "Calcários Hidráulicos" e também grande parte das "Camadas com *Pholadomia protei*".

Nas camadas calco-margosas com lenticulas de lignite, restos vegetais e pistas de vertebrados, encontra-se igualmente uma fauna fóssil rica e diversificada, a par de numerosas estruturas sedimentares com interesse científico-pedagógico. Destacam-se, entre outras, várias associações macrofaunísticas dominadas por bivalves e gastrópodes salobros e de água doce, associadas a ambientes confinados e de reduzida profundidade. Alguns dos fósseis vegetais mais emblemáticos incluem *Otozamites mundaе*, *Elatides falcifolia*, *Baiera viannai* e *Cyparissidium micromerum*. O afloramento também é famoso em virtude dos fragmentos de peixes do género *Lepidotus* aí recolhidos.

Actualmente abandonada, esta exploração poderá vir a ser objecto de uma recuperação e consequente reutilização para fins científico-didácticos, conforme projecto já apresentado por um dos autores do presente texto (figura 11).

Fig. 10 – Vista aérea da Pedreira Sul do Cabo Mondego (anos 50 do séc. XX).

Fig. 11 – Proposta de recuperação ambiental da Pedreira Sul do Cabo Mondego.

Fig. 12 – Itinerário da visita.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida, A. (1992) – Os depósitos superiores da serra da Boa Viagem e seu significado, *Cadernos de Geografia*, 9: 151-162.
- Almeida, A. (1995) - Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem. Uma abordagem ecológica da paisagem, *Tese de doutoramento*, Fac. Letras Univ. de Coimbra.
- Bernardes, C. & Corrochano, A. (1989) – Depósitos litorales en el Jurásico superior del Cabo Mondego. Portugal. *Geogaceta*, 6: 71-73.
- Bernardes, C. & Corrochano, A. (1992) – Depósitos controlados por tempestades no Jurássico superior do Cabo Mondego, Bacia Lusitana, Portugal. *Rev. Geociências Univ. Aveiro*, 7 (1-2): 125-140.
- Bernardes, C.; Corrochano, A. & Reis, R. (1998) – Sistema de deltas entrançados do Jurássico superior do Cabo Mondego. Livro guia das excursões do V Congresso Nacional de Geologia, IGM, Lisboa, 71-75.
- Carapito, M. (1998) – Biostratigrafia do Caloviano-Oxfordiano do Cabo Mondego. Livro guia das excursões do V Congresso Nacional de Geologia, IGM, Lisboa, 65-69.
- Callapez, P. (1998) – Estratigrafia e Paleobiologia do Cenomaniano-Turoniano. O significado do eixo da Nazaré-Leiria-Pombal. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Coimbra, 491 p.
- Callapez, P. (1999) – The Cenomanian-Turonian of the western Portuguese Basin: Stratigraphy and Palaeobiology of the Central and Northern sectors. EPA Workshop of Lisbon, field trip nº2, 45 p.
- Callapez, P. (2001) - Upper Cenomanian and Lower Turonian Ammonite Biostratigraphy of West-Central Portugal. *Bull. Soc. d'Étude Sci. Nat. d'Elbeuf, Spec. Num. "Colloque sur le Cénomanién"*, 23-26.
- Choffat, P. (1900) – Recueil de monographies stratigraphiques sur le Système Crétacique du Portugal - Deuxième étude - Le Crétacé supérieur au Nord du Tage. Direction des Services Géologiques du Portugal, Lisbonne, 287 p.
- Compiani, M. (1991) – A Relevâncias das Actividades de Campo no Ensino de Geologia na Formação de Professores de Ciências. *Cadernos IG/Unicamp.*, vol.1 (2): 2-25.
- Compiani, M. & Carneiro, C. (1993) – Os Papéis Didácticos das Excursões Gológicas – Investigações e Experiências Educativas. *Ensiñanza de las Ciencias de la Terra*, 90-98.
- Cunha, P. & Reis, R. (1995) – Cretaceous sedimentary and tectonic evolution of the northern sector of the Lusitanian Basin (Portugal). *Cretaceous Research*, 16: 155-170.
- Diniz, J. (1999) – Estratigrafia e sedimentologia da Formação da Figueira da Foz - Aptiano a Cenomaniano do sector Norte da Bacia Lusitaniana. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Coimbra, 381 p.
- Duarte, L. (1995) – O Toarciano da Bacia Lusitaniana, estratigrafia e evolução sedimentogénica. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Coimbra, 349 p.
- Figueiredo, A. (1943) – A pré-história do concelho de Figueira - Foz do Mondego. *Trab. Soc. Port. Antrop. e Etnol.*, 10.
- Guerra, V. & Ferreira, O. (1978) – Inventariação dos monumentos megalíticos dos arredores da Figueira da Foz. *Arq. Beja*, 25: 45-56.
- Henriques, M. (1998) – O GSSP (Global Stratotype Section and Point) do Bajociano (Cabo Mondego, Portugal). Livro guia das excursões do V Congresso Nacional de Geologia, IGM, Lisboa, 59-63.
- Henriques, M.; Gardin, C.; Gomes, C.; Soares, A.; Rocha, R.; Marques, J.; Lapa, M. & Montenegro, J. (1993) – The Aalenian-Bajocian boundary at Cabo Mondego (Portugal). *Proc. 3d. Intern. Meeting on Aalenian and Bajocian stratigraphy*, 5: 63-77.
- Jorge, S. (1979) – Contributo para o estudo de materiais provenientes de estações neolíticas dos arredores da Figueira da Foz. *Actas da 1ª Mesa Redonda sobre o Neolítico e Calcolítico em Portugal*, 53-82.
- Martin, T. & Krebs, B. (2000) – Guimarota: a Jurassic Ecosystem. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Munique, 155 p.
- Pinto, J. (1997) – Contributo para a Recuperação Ambiental das Pedreiras Norte e Sul do Cabo Mondego. Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra, 206 p.
- Rocha, A. (1949) – Memórias e Explorações Arqueológicas, vol. I, *Acta Universitatis Conimbricensis*, Coimbra.
- Rocha, A. (1971) – Memórias e Explorações Arqueológicas, vol. II, *Acta Universitatis Conimbricensis*, Coimbra.
- Rocha, A. (1975) – Memórias e Explorações Arqueológicas, vol. III, *Acta Universitatis Conimbricensis*, Coimbra.

- Rocha, R.; Marques, J. & Soares, A. (1991) – Les unités lithostratigraphiques du Bassin Lusitanien au Nord de l'accident de Nazaré (Trias-Aalénien). *Cahiers Univ. Catho. Lyon, sér. sci.*, 4: 121-125.
- Rocha, R.; Henriques, M.; Soares, A.; Mouterde, R.; Caloo, B.; Ruget, C. & Lopèz, S. (1990) – The Cabo Mondego section as a possible Bajocian boundary stratotype. *Mem. Descr. Carta Geol. D'It.*, 40: 49-60.
- Rocha, R.; Manupella, G.; Mouterde, R.; Ruget, C. & Zbyszewski, G. (1981) – Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50.000. Notícia explicativa da folha 19-C Figueira da Foz. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 126 p.
- Santos, J. (1982) – O Complexo Industrial do Cabo Mondego – Sua Origem e Evolução Através dos Tempos. *Cadernos Municipais da Câmara Municipal da Figueira da Foz*, 10: 109 p.
- Soares, A. (1966) – Estudo das formações pós-jurássicas das regiões de entre Sargento-Mor e Montemor-o-Velho (margem direita do Rio Mondego). *Memórias e Notícias*, 62: 343 p.
- Soares, A. (1972) – Contribuição para o estudo do Cretácico em Portugal (o Cretácico superior da Costa de Arnes). *Memórias e Notícias*, 74: 1-56.
- Soares, A. (1980) – A «Formação Carbonatada» na região do Baixo-Mondego. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, 66, 99-109.
- Soares, A.; Lapa., M. & Marques, J. (1986) – Contribuição para o conhecimento da litologia das unidades mesocenozóicas da Bacia Lusitaniana a Norte do “acidente” da Nazaré (Sub-zona Setentrional). *Memórias e Notícias*, 102: 23-41.
- Soares, A. & Reis, R. (1982) – Esboço de enquadramento cronostratigráfico das unidades líticas pós-jurássicas da Orla Meso-Cenozóica Ocidental entre os paralelos de Pombal e Aveiro. *Memórias e Notícias*, 93: 77-91.
- Soares, A.; Rocha, R.; Elmi, S.; Henriques, M.; Mouterde, R.; Almeras, Y.; Ruget, C.; Marques, J.; Duarte, L.; Carapito, M. & Kullberg, J. (1993) – Le sous-bassin nord-lusitanien (Portugal) du Trias au Jurassique moyen: histoire d'un «rift avorté». *C. R. Acad. Sci. Paris*, 317, série 2 : 1659-1666.
- Vilaça, R. (1988) – Subsídios para o estudo da Pré-história Recente do Baixo Mondego. *Trabalhos de Arqueologia*, 5: 1-114.
- Wilson, R. (1988) - Mesozoic development of the Lusitanian Basin, Portugal. *Rev. Soc. Geol. España*, 1: 393-406.



Padeiras das Alhadas