

P. M. CALLAPEZ & L. V. DUARTE



FÓSSAIS

OS NARRADORES DA HISTÓRIA DO PLANETA



município de
Peniche

www.cm-peniche.pt

Ficha Técnica

Edição: Câmara Municipal de Peniche

Textos: Pedro M. Callapez | Luís V. Duarte

Composição: Pedro M. Callapez

Impressão: Tipografia Louritipo, Lda

Data de publicação: Setembro de 2008

Tiragem: 500 exemplares

ISBN: 978-972-96353-9-7

Depósito legal: 283832/08

Patrocínios: Câmara Municipal de Peniche.

Apoios: Museu Mineralógico e Geológico & Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Índice

As rochas, documentos da história da Terra

A origem da vida e da biosfera

Dos primeiros metazoários à revolução câmbica

Fósseis e Fossilização

Fossil Lagerstätten Sistemática

Biostratigrafia

Evolução e Registo fóssil

Paleobiologia

Rochas e fósseis da península de Peniche

Importância da Geologia de Peniche

Referências Bibliográficas

AS ROCHAS, DOCUMENTOS DA HISTÓRIA DA TERRA



Fig. 1 - Afloramento de calcários do Jurássico nas arribas litorais de Peniche.

O extraordinário universo das rochas e as incontáveis paisagens que sobre elas se foram moldando no decurso da história da Terra, formam o cenário natural que preside às vivências efémeras do nosso quotidiano (fig.1). O panorama geológico que nos rodeia constitui o testemunho efectivo de um planeta dinâmico, cuja singularidade e condições ambientais excepcionais permitiram suportar a maravilhosa aventura da vida.

Durante a sua génese complexa e através das profundas transmutações milenares que vieram a sofrer, as rochas presidiram aos primeiros passos, ainda hesitantes mas esperançosos, da vida nos oceanos primitivos e à epopeia da colonização dos continentes, por parte dos primeiros organismos terrestres. Em épocas mais recentes, mas também repletas de factos épicos e grandiosos, condicionaram o próprio advento da

humanidade, ao integrarem o espaço físico e constituírem a fonte primordial das matérias-primas que propiciaram a emergência dos homínídeos.

A sociedade contemporânea que hoje nos abraça, com um carácter cada vez mais tecnológico e globalizante, não deixa de depender cada vez mais destes mesmos materiais geológicos, fonte abundante mas finita de recursos materiais e energéticos, que importa

preservar para as gerações futuras.

Neste papel, misto de aplicado, de histórico e de conservacionista, adquirem particular relevo as Ciências da Terra, por serem a área do conhecimento que estuda as rochas, suas propriedades e aplicações para o Homem, a par do seu significado enquanto documentos que permitem reconstituir as sucessivas etapas da história do nosso planeta (fig. 2).

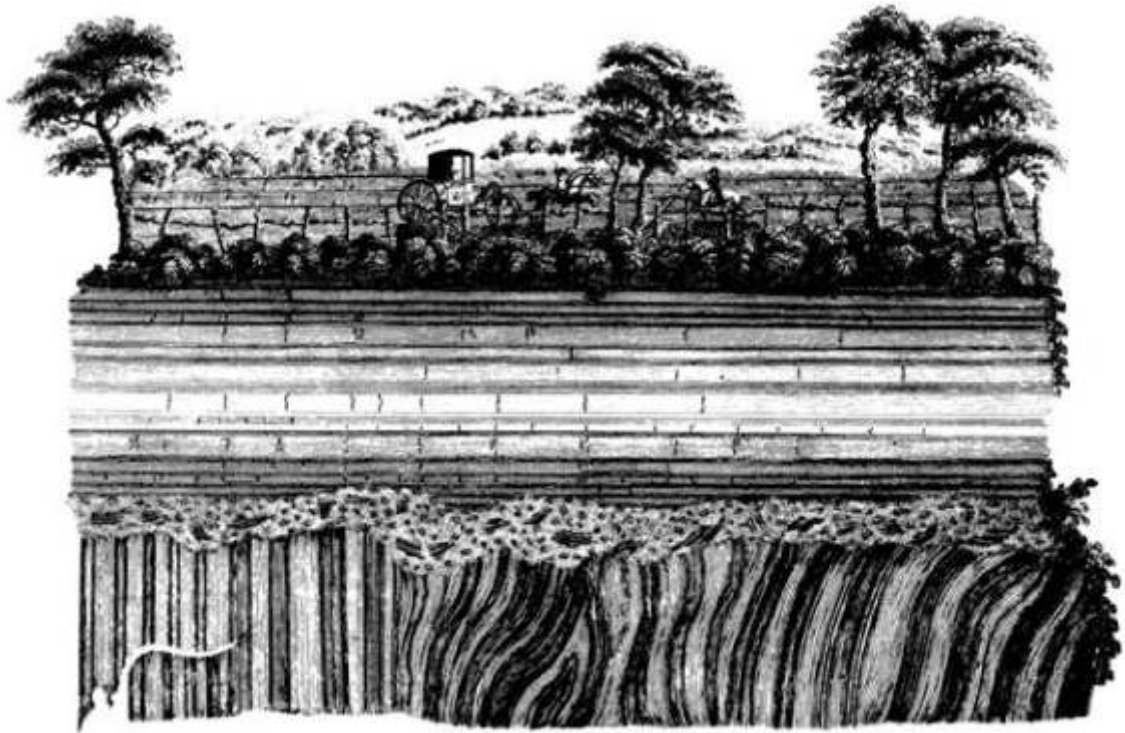


Fig. 2 A inconformidade de River Jed, Edimburgo, segundo Hutton (1795), uma das primeiras reconstituições estratigráficas da história das Ciências da Terra.

Nesta última vertente eminentemente histórica, a importância patrimonial das rochas e das paisagens geológicas é particularmente enfatizada, no sentido em que a destruição de documentos do registo geológico para outros fins, é irreversível e impede a demanda do conhecimento e a descoberta de novos factos sobre percursos da história da Terra e da vida. Por fim e como veremos através dos parágrafos seguintes, as rochas e o registo geológico são indissociáveis dos fósseis e do registo paleontológico, em virtude destes últimos serem parte integrante dos materiais sedimentares e contemporâneos da sua génese. No seu todo, esta base operacional permite ao leitor do livro da Terra a interpretação e a reconstituição de contextos espaciais e temporais complexos, com vista a arquitectar modelos de ordenamento temporal dos corpos líticos (estratos ou “camadas” de rocha) e da evolução paleogeográfica de determinada região, em função do contínuo perpétuo do tempo (fig. 3).



Fig. 3 Um documento inequívoco da história da Terra: estrato fossilífero no Jurássico inferior (Lias) de São Pedro de Moel, com moldes de amonites, bivalves e gastrópodes.

A ORIGEM DA VIDA E DA BIOSFERA

A epopeia maravilhosa da vida, tal como a nossa dimensão humana o permite recriar, teve início há pouco mais de 3700 milhões de anos, no borbulhar imaculado de um oceano primitivo. Assim o testemunham a presença de antigos estromatólítos em rochas com idades próximas de 3500 milhões de anos. Estas rochas são estruturas carbonatadas em forma de cúpula, bioconstruídas pela actividade de algas verdes-



Fig. 4 Cúpulas de estromatólítos no Jurássico inferior (Lias) de São Pedro de Moel.

azuis fotossintéticas (fig. 4). Ainda hoje se pode observar a sua formação no litoral de certas regiões tropicais, como é o caso de Shark Bay, na costa oeste da Austrália (fig. 5).

Os fundamentos ou o acaso objectivo de tal processo criador encontram-se latentes no próprio Universo, por entre estrelas refulgentes de energia, nebulosas de gases quentes, meteoritos e poeiras cósmicas.

Os ingredientes básicos da sopa da vida foram os próprios elementos químicos que se interligam nas moléculas orgânicas, gerados no passado remoto do Big Bang, ou ainda, nascidos bem mais tardiamente, na imensa fornalha atómica de uma gigante azul. Não somos, afinal, todos feitos de matéria estelar?...



Fig. 5 Cúpulas de estromatólítos actuais na planície litoral de Shark Bay, Austrália.

Sobre a vida na Terra sabemos da importância do Sol, astro-rei e fonte energética quase inesgotável que alimenta o nosso planeta soalheiro. O Sol que é indispensável à biosfera, mas também o motor que dá alento aos ciclos da água e dos principais elementos químicos. O Sol que influencia as variações climáticas e, em suma, toda a própria geodinâmica externa terrestre.

A vida despertou, certamente, em berço oceânico, num meio costeiro pouco profundo e aquecido pela acção dos raios solares, mas, certamente, protegido da acção nefasta dos raios ultravioletas que atravessavam sem obstáculos a atmosfera primitiva, ainda não completamente diferenciada e desprovida de oxigénio livre (fig.6).

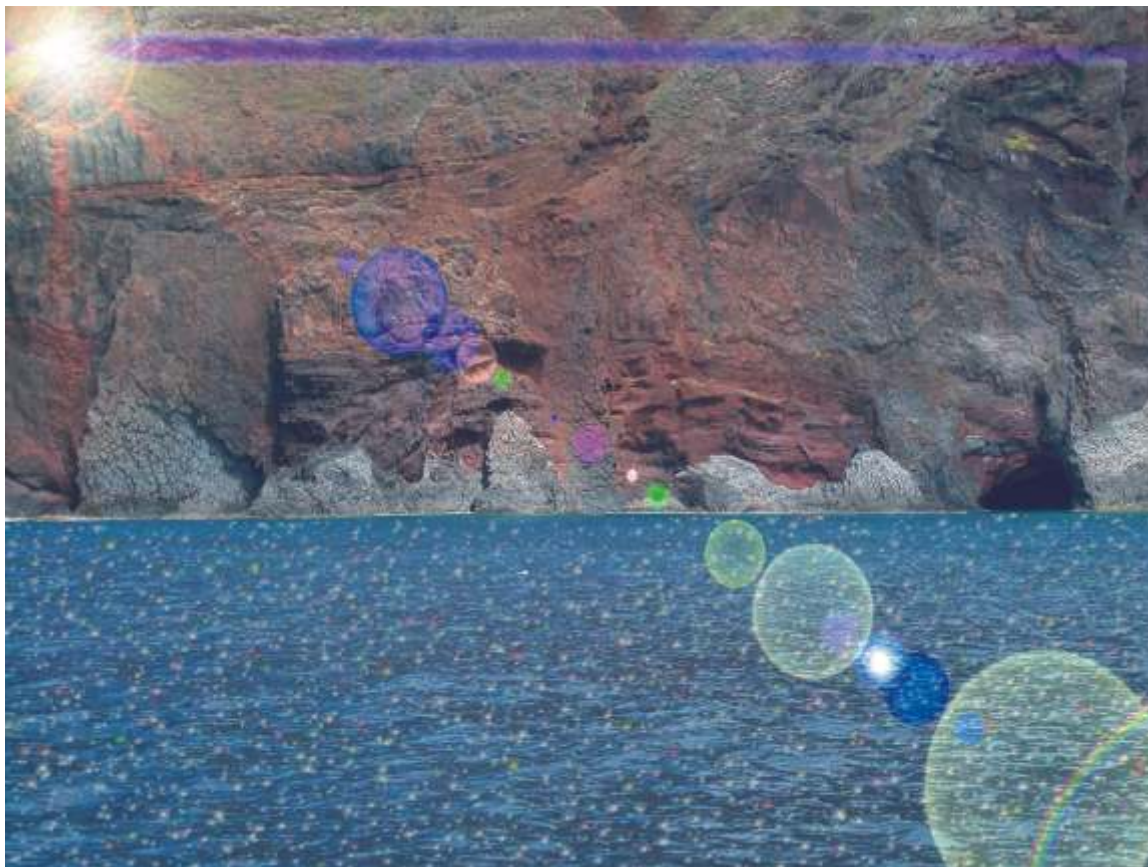


Fig. 6 - O oceano primitivo fervilhante de vida unicelular, aquecido pela radiação solar e por intensas manifestações vulcânicas.

Estas condições favoráveis do meio e dos principais factores ecológicos abióticos, foram essenciais para a concentração e agregação de moléculas orgânicas simples, incluindo os primeiros aminoácidos e proteínas.

Daí até ao aparecimento das primeiras formas de vida elementares unicelulares procariotas, mas com

capacidade de se replicarem e de gerarem novas gerações terão decorrido muitos milhões de anos férteis em acontecimentos fortuitos, moldados pelo acaso, pela tentativa e erro, por inúmeros insucessos e, enfim, por alguns êxitos cruciais para o desdobrar da evolução orgânica (fig. 7).

DOS PRIMEIROS METAZOÁRIOS À REVOLUÇÃO CÂMBRICA

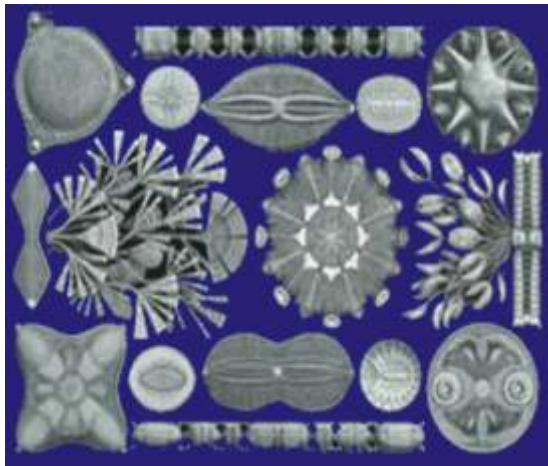


Fig. 7 - O mundo fantástico dos microrganismos primitivos: Diatomáceas fósseis, segundo Haeckel (1904).

Por volta de 900 milhões de anos atrás os oceanos já fervilhavam num turbilhão de vida, mais concentrada nas regiões costeiras das áreas continentais, então ainda desabitadas.

Surgiram, neste contexto, os primeiros eucariotas metazoários, nossos verdadeiros antepassados arcaicos, tão bem representados nas faunas fósseis do Ediacariano que se têm vindo a descobrir um pouco por todo o mundo (fig. 8).



Fig. 8 - Um dos primeiros invertebrados fósseis conhecidos: Spriggina do Pré-Câmbrico superior de Ediacara, na Austrália.

Uma das mais profundas transmutações da jovem biosfera sobreveio há cerca de 560 milhões de anos, quando, no processo evolutivo dos invertebrados marinhos, principiou a síntese generalizada de elementos ou carapaças esqueléticas mineralizados de origem proteica, siliciosa ou carbonatada (fig. 9).

Neste advento da Revolução Câmbrica verificou-se uma renovação generalizada das biocenoses e da estrutura dos ecossistemas marinhos, com o estabelecimento das bases filogenéticas dos principais grupos de invertebrados marinhos actuais.

Graças à grande e rápida diversificação dos organismos providos de conchas e de carapaças, a fossilização tornou-se num fenómeno natural

muito mais frequente a partir desta data. Desta forma, o registo fóssil é significativamente mais completo a partir do início do Período Câmbrio da Era Paleozóica. Data, também, deste intervalo denominado de Fanerozóico, todo o imenso registo fóssil conhecido



Fig. - 9 A trilobite Paradoxides do Câmbrio inferior de Marrocos, uma das mais antigas paleofaunas com partes esqueléticas mineralizadas.

em Portugal. Todavia, em virtude de existirem vastas áreas do interior do país com rochas metassedimentares (fig. 10) de idade pré-câmbrica, não se exclui a possibilidade de existirem jazidas mais antigas, ainda inéditas.



Fig. 10 - Rochas metassedimentares do Pré-Câmbrio superior (Ceira, Coimbra). Dobramento anticlinal. Para quando a descoberta dos primeiros fósseis?

FÓSSEIS E FOSSILIZAÇÃO

Designam-se por fósseis os restos, rastros ou traços de actividade de antigas formas de vida que habitaram o nosso planeta em diferentes períodos da sua história e que se encontram preservadas em rochas da crosta terrestre (figs. 11 a 13). Na sua maior parte, estas formas pertencem a espécies já extintas, se bem que seja frequente encontrar invertebrados marinhos actuais cujo registo fóssil se estenda por vários milhões de anos, até aos períodos Pliocénico e, inclusive, Miocénico.

A Paleontologia é a área do conhecimento científico que se dedica ao estudo dos fósseis. Consiste num dos muitos ramos das Ciências da Terra e da Geologia Histórica, se bem que fortemente interdisciplinar com as Ciências Biológicas (Sistemática e Ecologia).



Fig. 11 - Bloco com fósseis do foraminífero gigante Larrazetia, protozoário unicelular capaz de atingir 3 cm de diâmetro (Cretácico superior de Mira).

A fossilização é, por conseguinte, um fenómeno natural que envolve a passagem de restos de origem orgânica, da biosfera para a litosfera. O seu estudo é abrangido por uma área da Paleontologia designada por Tafonomia.

Os numerosos processos e mecanismos envolvidos nessa passagem ditos de alteração tafonómica iniciam-se com a própria morte do organismo e suas causas (necrólise). Alguns dos exemplos mais espectaculares prendem-se com concentrações de fósseis resultantes de mortandades em massa por anoxia ou dessecação (fig. 14), ou ainda, ligadas à acumulação de carcaças de vertebrados mortos por afogamento.



Fig. 12 - Pegada tridáctila de *Megalosaurus impressa* em lage calcária (Jurássico superior do Cabo Mondego).



Fig. 13 - Icnofóssil *Thalassinoides*. Consiste numa rede de perfurações, derivadas da actividade de crustáceos infaunais (Jurássico superior, Serra da Pescaria).



Fig. 14 - Concentração densa de trilobites, originada, muito possivelmente, por anoxia na interface água-sedimento (Ordovício de Canelas, Arouca).

Após a morte do organismo e produção dos restos, iniciam-se diversas transformações de natureza física e química, construtivas ou destrutivas, as quais representam a fase biostratonómica da fossilização.

A biodegradação-decomposição das partes brandas, promovida pela actividade bacteriana em meios aeróbicos é, de todas estas transformações, a primeira a iniciar-se. Conduz a que, salvo em contextos excepcionais, apenas exista a possibilidade de se preservarem partes esqueléticas mineralizadas, tais como conchas e tecas, ou ossos de vertebrados.

Outros mecanismos de alteração tafonómica são, igualmente, importantes e actuam em paralelo. Em meio aquático são relevantes, entre outros, a desarticulação e fragmentação, a abrasão, a dispersão e reorientação, a bioerosão e a concentração de restos esqueléticos, daí resultando tanatocenoses, ou seja, conjuntos de restos ainda não enterrados e fossilizados, mas já relativamente distorcidos em relação à composição taxonómica e estrutura ecológica das comunidades originais (fig. 15).



Fig. 15 - Concentração de conchas desarticuladas e roladas pela acção dos agentes biostratinómicos ondas, correntes e marés (coquina ou tanatocenose de praia).

O passo seguinte na história tafonômica da fossilização (fóssil-diagéne) inicia-se quando os restos em trânsito são cobertos por materiais sedimentares e enterrados no seio de uma sucessão de estratos cada vez mais espessa e profunda. As alterações de natureza físico-química a terem lugar,

ocorrem em simultâneo com a própria transição do sedimento envolvente a rocha sedimentar (diagénese). Entre estas, há que considerar mecanismos de natureza destrutiva (dissolução, distorção e recristalização) ou construtiva (preenchimento sedimentar e moldagem, cimentação e concreção) (figs. 16 a 18).



Fig. 16 - Fóssil de amonite (Jurássico Médio do Cabo Mondego). Do organismo original já nada resta, a não ser duas réplicas (moldes) da morfologia interna e externa de uma concha dissolvida durante a diagénese.

A resultante de todo este complexo conjunto de processos altamente selectivos são as rochas sedimentares fossilíferas e os fósseis. Na acepção do paleontólogo, estes são restos de antigos organismos e constituem um testemunho precioso da vida no passado e da própria evolução orgânica. No entanto, de um ponto de vista puramente geológico, os fósseis podem ser considerados como meras partículas (bioclastos) ou estruturas sedimentares, independentemente da sua origem biogénica.

DO SER VIVO AO FÓSSIL

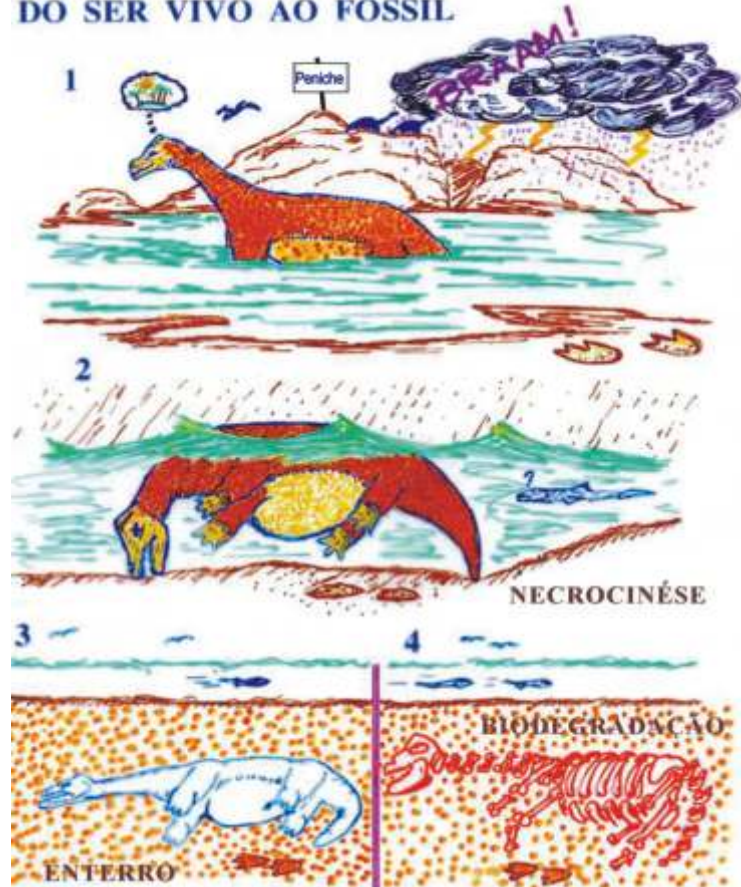


Fig. 17 - Percursos da fossilização (I).

FOSSIL LAGGERSTÄTTEN



Fig. 18 - Percursos da fossilização (II).

As jazidas paleontológicas em que a fossilização e as condições de preservação dos fósseis são excepcionais designam-se por Fossil Lagerstätten. O termo Lagerstätte é germânico e teve origem na actividade mineira, utilizando-se para designar jazigos metálicos ricos em determinados minerais de importância económica. Em Paleontologia utiliza-se para designar um número escasso de jazidas em que a abundância e diversidade dos fósseis são significativas, para além de uma fossilização excepcional que permite, inclusive, a preservação de partes do corpo não mineralizadas. Entre os Fossil Lagerstätten mais famosos encontram-se o Burgess Shale (Câmbrico do Canadá), Mazon Creek (Carbónico de Illinois, Usa), Solenhofen (Jurássico superior da Alemanha), Cerin (Jurássico superior do Jura, França) e Monte Bolca (Eocénico de Verona, Itália) (figs. 18 e 19).



Fig. 19 - O primeiro exemplar de *Archaeopteryx* encontrado em Solenhofen e descrito por Owen (1863).



Fig. 20 - Peixe fóssil de Monte Bolça (Colecção do Museu Mineralógico e Geológico da Univ. Coimbra).

Para que a fossilização se processe nestas condições óptimas é necessário que o ambiente deposicional original tenha sido pouco agitado e oxigenado, a par de uma predominância de sedimentos com grão fino, arenosos ou silto-argilosos.

Após a passagem à litosfera e início da fósil-diagénese é, também, crucial que os restos se encontrem num meio confinado, quimicamente estável e pobre em oxigénio livre e organismos infaunais bioturbadores. Desta forma, é inibida a actuação dos mecanismos tafonómicos de desarticulação e de biodegradação-decomposição, sendo viável a preservação de espécimes completos com vestígios de partes brandas.

Neste contexto, muitos dos Fossil Lagerstätten conhecidos tiveram a sua génese em ambiente carbonatado. Os seus fósseis ocorrem geralmente em calcários litográficos, finamente laminados, de origem lagunar.

SISTEMÁTICA

A classificação científica dos fósseis segue as mesmas regras e procedimentos da sistemática zoológica e botânica e da nomenclatura binomial preconizada por Carl Linné (1707-1778) nas suas edições do *Systema Naturae* (fig.21).

Cada espécie paleontológica é designada por um termo com duas palavras latinas ou latinizadas, correspondendo o primeiro epíteto ao género e o segundo à espécie (por exemplo: *Homo sapiens*, *Tyrannosaurus rex*, *Canis lupus* [lobo] ou *Annularia shenophylloides* [feto fóssil do Carbónico português]). Na sistemática lineana o ordenamento de cada categoria fundamental a espécie no mundo natural, fundamenta-se na subordinação de caracteres e encaixa-se numa série de subdivisões artificiais de amplitude decrescente, estabelecidas a partir do Reino. No exemplo de *Pentacrinus penichensis*, o lírio-do-mar fóssil que se encontra tão frequentemente nos alcantilados calcários da península de Peniche, a sistematização seguida é a seguinte (fig. 22.):

Reino:	Animalia
Filo:	Echinodermata
Classe:	Crinoidea
Sub-Classe:	Articulata
Ordem:	Isocrinida
Família:	Pentacrinidae
Género:	<i>Pentacrinus</i>
<i>Pentacrinus penichensis</i> (Loriol, 1891)	



Fig. 21 - Carl Linné ou Lineu é o fundador da sistemática zoológica, botânica e paleontológica.



Fig. 22 - Artículos do caule do crinóide *Pentacrinus penichensis* (Loriol, 1891) com a sua forma em estrela derivada da simetria pentameral.

Neste caso, a designação “(Loriol, 1891)” que se acrescentou à espécie, lembra que o autor que a descreveu originalmente foi o paleontólogo francês Percival de Loriol, em publicação científica datada de 1891. Por fim, a utilização do parêntesis assinala a existência de uma revisão posterior, alterando o género original a que esta espécie foi subordinada.

A classificação dos fósseis é a preocupação primordial de quem se dedica à Paleontologia, primeiro passo para outros estudos mais abrangentes, mas sem o qual não é possível desenvolver trabalho preciso e cientificamente correcto. Com efeito, um bom fundamento sistemático das colecções amostradas é necessário para que se possam desenvolver outros estudos de natureza bioestratigráfica, envolvendo correlações com espécies ou faunas fósseis de outras regiões.



Fig. 23 - Segmento de Cruziana, icnofóssil paleozóico associado à locomoção e nutrição de trilobites.

Infelizmente, por força da sua história tafonómica desfavorável e estado de preservação deficiente ou incompleto, muitos fósseis não apresentam caracteres morfológicos diagnósticos que permitam estender a sua classificação até à espécie. Neste tipo de situações é utilizada a denominada nomenclatura aberta (por exemplo: *Pentacrinus* sp. ou *Pentacrinus* aff. *Penichensis*, em que as abreviaturas “sp.” (species) e “aff.” (affinis) se referem, respectivamente, a uma espécie indeterminada ou a um espécime afim a determinada espécie.



Fig. 24 - Forma composta de conodontes paleozóicos. A parataxonomia utilizada neste grupo não considera as relações filéticas dos organismos originais, podendo (para)géneros diferentes ter pertencido à mesma espécie.

Por fim, a parataxonomia respeita a outro contexto que é específico da sistemática paleontológica e que tem uma ampla utilização na classificação dos icnofósseis (marcas e pistas), dado que estes não são restos de antigos organismos, nem é possível estabelecer correspondências directas com as espécies que os originaram (fig. 23).

As classificações parataxonómicas também se aplicam em determinados grupos de microfósseis ou de invertebrados bem individualizados, mas em que os restos preservados representam apenas pequenas porções do corpo de organismos de relações filéticas incertas e posicionamento taxonómico duvidoso (*incertae sedis*) (fig. 24).

BIOSTRATIGRAFIA

A Biostratigrafia consiste num ramo interdisciplinar da Paleontologia e da Estratigrafia que tem por objectivo primordial o ordenamento das sucessões de estratos e o estabelecimento de cronologias relativas para os corpos sedimentares, com base no seu conteúdo fóssil.

Desde a época de William Smith (fig. 25) e da primeira carta geológica (1815) é sabido que determinados fósseis ou grupos de fósseis, denominados de fósseis característicos ou fósseis estratigráficos, ocorrem apenas em rochas de determinada idade específica. Desta forma, são susceptíveis de serem utilizados para ordenar espacial e temporalmente essas rochas, independentemente das regiões onde ocorram e de diferenças litológicas que possam existir.

Tal ordenamento segue o denominado princípio da identidade paleontológica e, em última instância, permite a correlação de sucessões de rochas fossilíferas situadas em regiões bastante distantes entre si, ou mesmo em diferentes continentes.

Desta forma e por força da irreversibilidade da evolução orgânica, cada intervalo maior da história da Terra é caracterizado pelas suas faunas e/ou floras fósseis características, pelo menos durante os últimos 600 milhões de anos, quando, a partir do Ediacariano, o registo fóssil se tornou significativo à escala mundial.

Como exemplo, o termo Jurássico designa um intervalo de tempo relativo da história da Terra (relativo significa aqui posterior ao intervalo Triássico e anterior ao intervalo Cretácico), amplamente registado através de rochas com fósseis característicos (fig. 26), testemunho marcante da biosfera de então e de muitos dos acontecimentos de índole biológica, sedimentar, climática e geodinâmica que ao tempo tiveram lugar.



Fig. 25 - William Smith (1769-1839), engenheiro e geólogo britânico, foi o primeiro a compreender a utilidade dos fósseis no ordenamento cronológico das rochas, utilizando-os na definição e no mapeamento de unidades geológicas com diferentes idades relativas.

A escala dos tempos geológicos estabelecida a partir da primeira metade do século XIX, graças aos trabalhos de Smith, Sowerby, Lyell, Murchinson, Sedgwick, d'Orbigny e diversos outros pioneiros da geologia consiste, desta forma, numa sucessão ordenada e de significado global de Eras, Períodos e Andares, os quais são identificados no terreno através da sua posição estratigráfica relativa e conteúdo fóssil diagnóstico (figs. 27 e 28).



Fig. 26 - *Dactylioceras*. Exemplo de fóssil característico de amonite do Jurássico inferior (Lias), Andar Toarciano.

EVOLUÇÃO E REGISTO FÓSSIL

O registo fóssil é a base de dados que fundamenta o dimensionamento temporal da evolução orgânica. Teorias como a de Lamarck, Darwin ou, mais recentemente, Gould e Eldredge, alicerçam-se na marcha irreversível do mundo vivo desde os primórdios da biosfera, independentemente dos mecanismos e factores que possam influenciar ou conduzir ao aparecimento de novas espécies. Na microevolução, ou seja, à escala de uma espécie e das diferentes populações abrangidas pela sua área de

repartição biogeográfica, a selecção natural vai actuando geração após geração, sulcando frequentemente caminhos divergentes que podem levar ao aparecimento de novas espécies. As barreiras geográficas e o factor isolamento propiciados pelo meio insular prestam-se em especial à actuação de mecanismos de especiação alopátrica, enquanto que a evolução por anagénese se documenta vulgarmente em sucessões de rochas sedimentares fossilíferas cujo registo é mais ou menos contínuo.

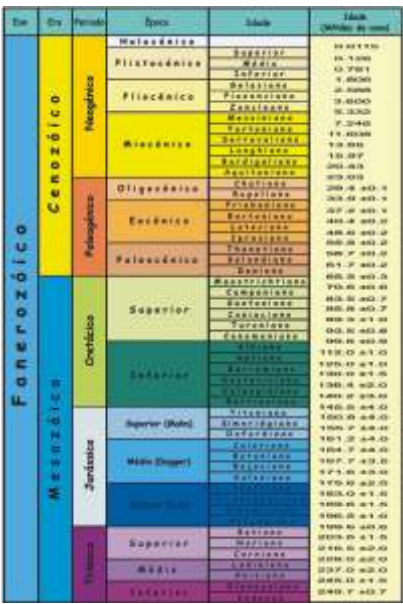


Fig. 27 - Escala dos tempos geológicos para a Era Mesozóica e Era Cenozóica.

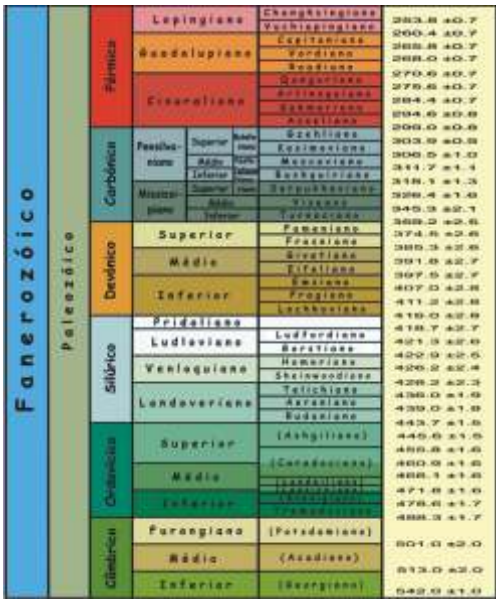


Fig. 28 - Escala dos tempos geológicos para o Paleozóico. O Fanerozóico equivale ao conjunto das três eras.

Uma das vertentes mais apaixonantes dos estudos de evolução prende-se com a macroevolução e com o surgimento e relações filéticas dos grandes grupos taxonómicos do mundo orgânico, incluindo as famigeradas “formas de transição” que tanto cismaram Charles Darwin. Destes Filos e Classes, muitos remontam ao Pré-Câmbrico ou ao Paleozóico Inferior, resultando das duas radiações mais importantes da evolução biológica: o advento dos metazoários ocorrido no Vendiano e a radiação das faunas marinhas com carapaças mineralizadas, iniciada no Câmbrio.

A evolução do mundo orgânico é, também, indissociável dos períodos de crise na biosfera, associados a grandes extinções. Estas podem ter sido “bruscas”, ou se ter prolongado por etapas sucessivas, durante intervalos de até mais de um milhão de anos. As causas podem ter sido cósmicas ou intrínsecas à própria dinâmica do planeta: eustatismo, deriva continental, anoxias em meio oceânico, etc. Não obstante o seu dramatismo, as extinções serviram para renovar profundamente a biosfera, propiciando novos caminhos à evolução (fig. 29).



Fig. 29 - O mega-impacto do Golfo do México, que terá arrasado a biosfera terrestre há 65 milhões de anos.

PALEOBIOLOGIA

A Paleobiologia tem por fim o estudo do modo de vida e das interações existentes entre antigos organismos e com o meio. Ao invés da biologia e ecologia actuais, em que é possível a observação directa dos organismos e dos ecossistemas, a base operacional da Paleobiologia está limitada pelas vicissitudes do registo sedimentar e pelo carácter fragmentário do registo fóssil. Apresenta, no entanto, a vantagem de aceder a aspectos da evolução de longo termo de paleocomunidades bióticas, dimensão temporal esta que é própria das Ciências da Terra.

Por serem restos ou traços de entidades

paleobiológicas, os fósseis contidos nos estratos encerram também um grande volume de informação paleoecológica, o qual, em conjunto com dados de natureza lítica inerentes à própria rocha, serve de base para reconstituições de natureza paleoambiental. Nesta acepção, os fósseis são considerados como fósseis de fácies ou fósseis de ambiente.

Através da vertente taxonómica do Princípio do Uniformitarismo, é admissível inferir que fósseis aparentados taxonomicamente com organismos actuais representem antigos organismos que teriam um modo de vida similar (fig. 30).



Fig. 30 - Coral escleractíneo hermatípico em posição de vida (Oxfordiano superior da Praia do Salgado). À semelhança dos seus congéneres actuais, também era um bioconstrutor de recifes em meio cálido e pouco profundo.



Fig. 31 - Ictiosauro do Jurássico superior. A analogia com a forma dos tubarões e dos golfinhos constitui um exemplo notável de evolução convergente.

Os estudos de Paleobiologia colocam-se a vários níveis, passando pelo espécime, indivíduos ou populações de uma determinada espécie [autecologia], até às relações ecológicas entre organismos de diferentes espécies (simbiose, comensalismo, etc.) e à análise estrutural e temporal de paleocomunidades e suas interações com o meio físico (factores abióticos e paleogeográfico

[sinecologia].

A reconstituição parcial e aproximada destas antigas comunidades é efectuada através do recurso a determinações de associações fósseis, as quais se baseiam na análise quantitativa dos fósseis presentes nos estratos em estudo, em função das espécies ou géneros a que pertencem (fig. 32).

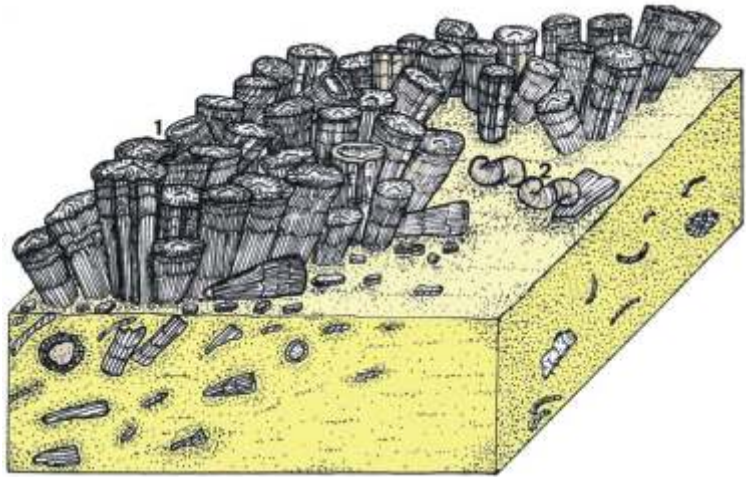


Fig. 32 - Exemplo de reconstituição sinecológica de uma paleocomunidade recifal com rudistas (Cenomaniano superior do Juncal, Alcobaça)

Em rochas sedimentares formadas em ambiente marinho, como é o caso dos calcários da península de Peniche, a maior parte destas associações são definidas com base em fósseis de organismos marinhos bentónicos, epifaunais ou infaunais, entre os quais se encontram muitos corais, braquiópodes, briozoários, gastrópodes, bivalves, cefalópodes, equinídeos e crinóides.

ROCHAS E FÓSSEIS DA PENÍNSULA DE PENICHE

A península de Peniche (fig. 33) mostra uma sucessão de estratos de rochas sedimentares carbonatadas (fig.34), composta maioritariamente por margas, calcários margosos, bioclásticos, oolíticos e gresosos. De origem marinha, estas rochas são datadas da parte inferior do Jurássico (Jurássico inferior ou Liásico), abrangendo no essencial os andares Sinemuriano, Pliensba-quiano e Toarciano.

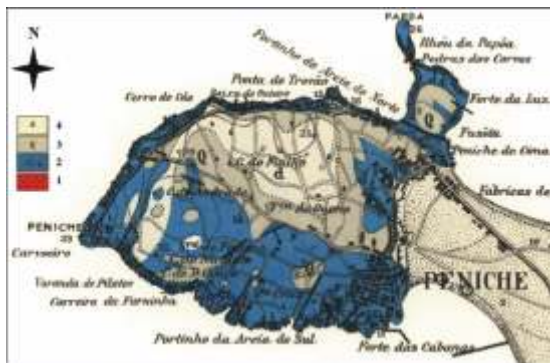


Fig. 33 - Extracto da Folha 26C-Peniche da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000, representando a geologia da península de Peniche e localização dos pontos de observação detalhada. 1 Brecha vulcânica da Papôa; 2 Sucessão carbonatada do Jurássico inferior; 3 Depósitos de antigas praias (Pleistocénico); 4 Areias de duna e de praia.

Desta forma, estão registados em Peniche, de forma contínua e ímpar, cerca de 20 milhões de anos da história do nosso planeta, desde as rochas mais antigas da Papôa (com cerca de 195 milhões de anos) até às

mais recentes, aflorantes nas imediações da cidadela de Peniche (com cerca de 175 milhões de anos). Para além destas valências, a natureza fez ainda convergir na península de Peniche outros episódios e registos geológicos de extraordinária beleza e grande interesse científico/pedagógico no domínio paleoambiental e ambiental. Desde registos de natureza vulcânica, aos belos fenómenos de carsificação visíveis no Cabo Carvoeiro, passando pelos efeitos singulares da dinâmica litoral recente.



Fig. 34 - Estratos margo-calcários do Jurássico inferior no sector norte da península de Peniche.

Um dos aspectos mais característicos do Jurássico inferior de Peniche é o seu registo paleontológico, em especial o de invertebrados marinhos. Quer de fósseis como de icnofósseis. A riqueza em associações de

amonóides (fig. 35), organismos marinhos nectónicos que dominaram os mares mesozóicos, registadas ao longo das arribas, tornou possível uma datação relativa de grande parte da série sedimentar de Peniche, com uma fiabilidade que pode chegar aos 200 mil anos. As amonites, consideradas os grandes fósseis de idade para o Jurássico, constituem a grande referência temporal e são elas que nos permitem estabelecer correlações com rochas sedimentares de outros locais, tanto do país como de todo o planeta.



Fig. 35 - Espécimes de amonóides que marcam o andar Pliensbaquiano em Peniche.

Paralelamente, entre os diversos tipos de registo, destacam-se em Peniche ocorrências de belemnites (organismos nectónicos) e de crinóides (organismos bentónicos), por vezes de forma exuberante, testemunhos de vida marinha bem diversa. De facto, no

domínio da paleontologia portuguesa, são famosas as acumulações de belemnites da Ponta do Trovão (fig. 36) e os registos de artigos de crinóides do Cabo Carvoeiro (fig. 37). Enquanto que os primeiros estão associados a sedimentos margo-calcários, típicos de ambiente marinho profundo, os outros ocorrem em litologias exclusivamente calcárias e calciclásticas, características de um ambiente marinho mais litoral e raso.



Fig. 36 - Acumulação excepcional de fósseis de belemnites e de pequenos lamelibrânquios (ostreínos) num estrato de calcário (Ponta do Trovão).

Para além dos grupos de fósseis acima citados, podem observar-se muitos outros tipos, essencialmente de organismos bentónicos, onde se incluem braquiópodes, moluscos bivalves, gastrópodes, equinídeos e corais solitários.

IMPORTÂNCIA DA GEOLOGIA DE PENICHE

À semelhança de outros locais da zona centro-oeste do país, a região de Peniche constitui um lugar com óptima representação de rochas e fósseis de idade jurássica. Devido à natureza e ao valor do seu registo, o nome de Peniche está hoje profundamente associado à geologia sedimentar, à paleontologia e à história da Terra. São imensos os atributos geológicos e paleontológicos de Peniche, sendo óbvias as suas valências na área da geologia sedimentar, concretamente nos domínios da Estratigrafia, Paleontologia e Sedimentologia. Estas disciplinas



Fig.37 - Concentração de artigos de crinóides da espécie *Pentacrinus penichensis* em rochas do Toarciano superior (imediações do Cabo Carvoeiro). Estes fósseis pertencem ao Filo dos equinodermes e são parentes do actual “Lírio do Mar”.

permitem ao geólogo, por exemplo, demonstrar a partir da observação e análise das rochas sedimentares, como eram e como terão evoluído os (paleo)ambientes ao tempo da sua formação ou determinar a idade relativa das rochas.

Um dos aspectos mais significativos da geologia de Peniche, e que tem por base critérios paleontológicos, refere-se à proposta de definição na Ponta do Trovão do GSSP (Global Stratigraphic Section and Point) do Toarciano, uma espécie de padrão (estratotipo) à escala internacional, de um dos andares do Jurássico. Todo este processo tem conduzido, nos últimos anos, a um incremento na investigação científica da geologia de Peniche, cujos resultados têm sido publicados em várias revistas da especialidade.

É com todo este enquadramento que se apresenta esta pequena súpula sobre a história da vida na Terra, assim como alguns dos conceitos mais básicos em Paleontologia, que serve de base à exposição Os Fósseis. Narradores da História da Terra, patente no Museu Municipal de Peniche e que tem o apoio do Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, A. E.; MacKenzie, W.S. & Guilford, C. (1984). Atlas of Sedimentary Rocks under the Microscope. Longman Eds., London, 104 p.

Babin, Cl. (1980). Eléments de Paléontologie. Librairie Armand Colin, Paris.

Callapez, P. M. & Duarte, L. V. (2004). Seilium Saxum Sculptus Ab Prima Origo Mundi ou simples meditação de filosofia natural praticada sob a forma de uma saída de campo aos testemunhos das profundezas telúricas do globo terrestre, destinada a reverendíssimos professores já colocados ou com esperança futura de tal e consignada à mui formosa e frondejante região da urbe de Thomar, após dilatadas e esforçadas conversações com o Senhor dos reinos infernais do interior insondado do nosso planeta, o mui nobre e honroso Hades, soberano absoluto de tudo o que é petrificado, assim como do fogo purificador que jorra do monte Vesúvio e que transformou em pó e cinzas ardentes as cidades de Herculano e de Pompeia e seus habitantes heréticos. Boletim da Associação Portuguesa de Professores de Biologia e Geologia, 23: 89-109.

Callapez, P. M. & Ferreira Soares, A. (2001). Fósseis de Portugal: Amonóides do Cretácico superior (Cenomaniano-Turoniano). Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra, Coimbra, Ediliber Press, 106 p., 14 ests.

Callapez, P. M. & Pinto, J. S. (2005). Tesouros geológicos e naturais da Região da Figueira da Foz: perspectivas de intervenção no Ensino Básico e Secundário. Litorais, Revista de estudos figueirenses, 3: 57-81.

Camarate França, J.; Zbyszewski, G. & Almeida, F. M. (1960). Carta geológica de Portugal, na escala 1/50.000. Notícia Explicativa da folha 26-C (Peniche). Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 33p.

Clarkson, E. N. (1992). Invertebrate Palaeontology and Evolution. Eds. Chapman & Hall, 3rd. edition, London, 434 p.

Dias, F. (2004). A Geologia do Concelho de Peniche: património natural, recursos pedagógicos e valor cultural. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 357 p.

Duarte, L. V. (2003). O Jurássico do Cabo Carvoeiro. 20 milhões de anos de histórias geológicas com valor patrimonial. Actas do III Seminário de Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território, pp. 263-272, Vila Real.

Duarte, L. V. (2004). The geological heritage of the Lower Jurassic of Central Portugal: selected sites, inventory and main

scientific arguments. *Rivista Italiana Paleont. Strat. Milano*, 110: 381-388.

Duarte, L. V. (2005). The Jurassic of the Peniche Peninsula (Central Portugal): An international reference point of great scientific value and educational interest. In Henriques, M. H., Azerêdo, A.

Duarte, L. V. & Ramalho, M. (eds). Jurassic heritage and geoconservation in Portugal: Selected sites. IV International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage, Braga, Field Trip Guide Book Volume, pp. 23-31, + 5 plates.

Duarte, L. V. (2006). Património geológico de Peniche. Elementos para a sua caracterização. Actas das I Jornadas de Arqueologia e Património da Região de Peniche Apresentação de Projectos e Trabalhos em Curso, Câmara Municipal de Peniche, pp. 228-241. [<http://www.cm-peniche.pt/Patrimonio1/SubdivisaoJornadas/ActasIJornadasPDF.htm>].

Duarte, L. V. (2006). O Jurássico da Península de Peniche (Portugal). Uma contribuição para o ensino da geologia sedimentar. Actas do I Simpósio Ibérico do Ensino da Geologia XIV Simpósio sobre Enseñanza de la Geologia, Aveiro, pp. 249-254.

Duarte, L. V.; Bertão, C. & Anacleto, H. (2006). Geologia para o Grande Público. Exemplos do Jurássico inferior de Portugal. Actas do Simpósio Ibérico do Ensino da Geologia XIV Simpósio sobre Enseñanza de la Geologia, Aveiro, pp. 227-232.

Elmi, S. (2006). Pliensbachian/Toarcian boundary: the proposed GSSP of Peniche (Portugal). *Volumina Jurassica*, Institute of Geology Warsaw University, 4: 5-16.

Meléndez, B. (1998). *Tratado de Paleontología*. 3ª ed. ampliada, actualizada y revisada. Guillermo Meléndez Hevia; Colección Textos Universitários, 29; CSIC; Madrid, 457 p.

Press, F. & Siever, (2000). *Understanding Earth*. 3rd edition. W.H. Freeman & Company. London.

Ziegler, B. (1983). *Introduction to Paleobiology*. Ellis Horwood limited Publ., Chichester., 225 p.

