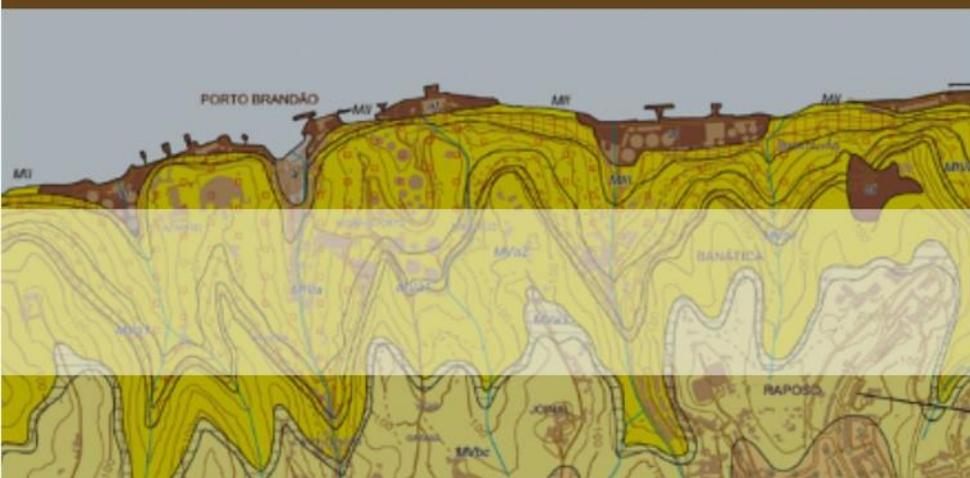


# GEOLOGIA de ALMADA



# GEOLOGIA de ALMADA



ROCHAS, FÓSSEIS e PAISAGENS

# Índice

<b>Introdução</b>	4
<b>Enquadramento Geológico</b>	5
<b>Rochas de Almada</b>	7
<b>Conglomerados</b>	9
<b>Areias e Arenitos</b>	9
<b>Siltes e Argilas</b>	10
<b>Calcários e Margas</b>	10
<b>Fósseis de Almada</b>	11
<b>Microfósseis</b>	13
<b>Plantas</b>	15
<b>Invertebrados</b>	17
<b>Vertebrados</b>	20
<b>Almada ao longo do tempo</b>	23
<b>Almada há 18 milhões de anos</b>	25
<b>Almada há 14 milhões de anos</b>	26
<b>Almada há 10 milhões de anos</b>	27
<b>Almada há 3 milhões de anos</b>	28
<b>Sítios de Interesse Geológico do Concelho de Almada</b>	29
<b>Encosta do Cristo Rei</b>	30
<b>Escarpa do Pica-Galo</b>	30
<b>Arriba da Costa da Caparica</b>	31
<b>Arriba da Foz do Rego</b>	31
<b>Carta Geológica do Concelho de Almada</b>	32
<b>Bibliografia</b>	34

## Introdução

O Concelho de Almada possui um património geológico muito interessante e valioso, que merece ser divulgado e protegido, quer no que respeita às rochas aqui existentes, quer no que respeita aos fósseis, que são bastante frequentes no município.

O substrato geológico de Almada, e em especial as camadas de rochas que afloram nas arribas litorais e ribeirinhas do concelho, têm bastante **interesse a nível nacional e mesmo internacional**.

O município possui, designadamente, uma das melhores sequências estratigráficas a nível nacional de sedimentos do período **Neogénico**, intervalo de tempo geológico que corresponde aos últimos 24 milhões de anos da história da Terra.

Nesta sequência, são de destacar os níveis da época **miocénica**, que estão muito bem representados e cuja alternância de sedimentos marinhos e continentais permite estabelecer **correlações de primeira ordem** entre estes dois domínios (fenómeno raro, mesmo a nível europeu).

Acresce a esta particularidade a grande **riqueza paleontológica** da série miocénica, nomeadamente a abundância, diversidade e boa preservação de **fósseis** em quase todos os seus níveis, os quais permitem reconstituir, de forma bastante precisa, a evolução paleoclimática, paleoambiental e paleogeográfica da região ao longo dos últimos 20 milhões de anos.

As jazidas e os fósseis de Almada, em especial do Miocénico, constituem atualmente a **melhor representação de recursos paleontológicos desta época no nosso país**, incluindo algumas das jazidas mais ricas e dos fósseis mais importantes a nível nacional.

Na verdade, alguns dos fósseis encontrados em Almada são **únicos a nível nacional** (ou mesmo internacional), sendo também dos **melhor conservados** (como certos moluscos que ainda preservam as cores originais das conchas) e dos **mais variados** (com grande diversidade de grupos representados nas mesmas jazidas).

Estes **fósseis de Almada**, na sua maioria de seres marinhos, há muito que são conhecidos dos **paleontólogos**, os cientistas que se dedicam ao seu estudo, tendo, inclusivamente, papel de relevo na história da Paleontologia portuguesa, já que incluem alguns que foram objeto dos primeiros estudos nacionais neste domínio científico.

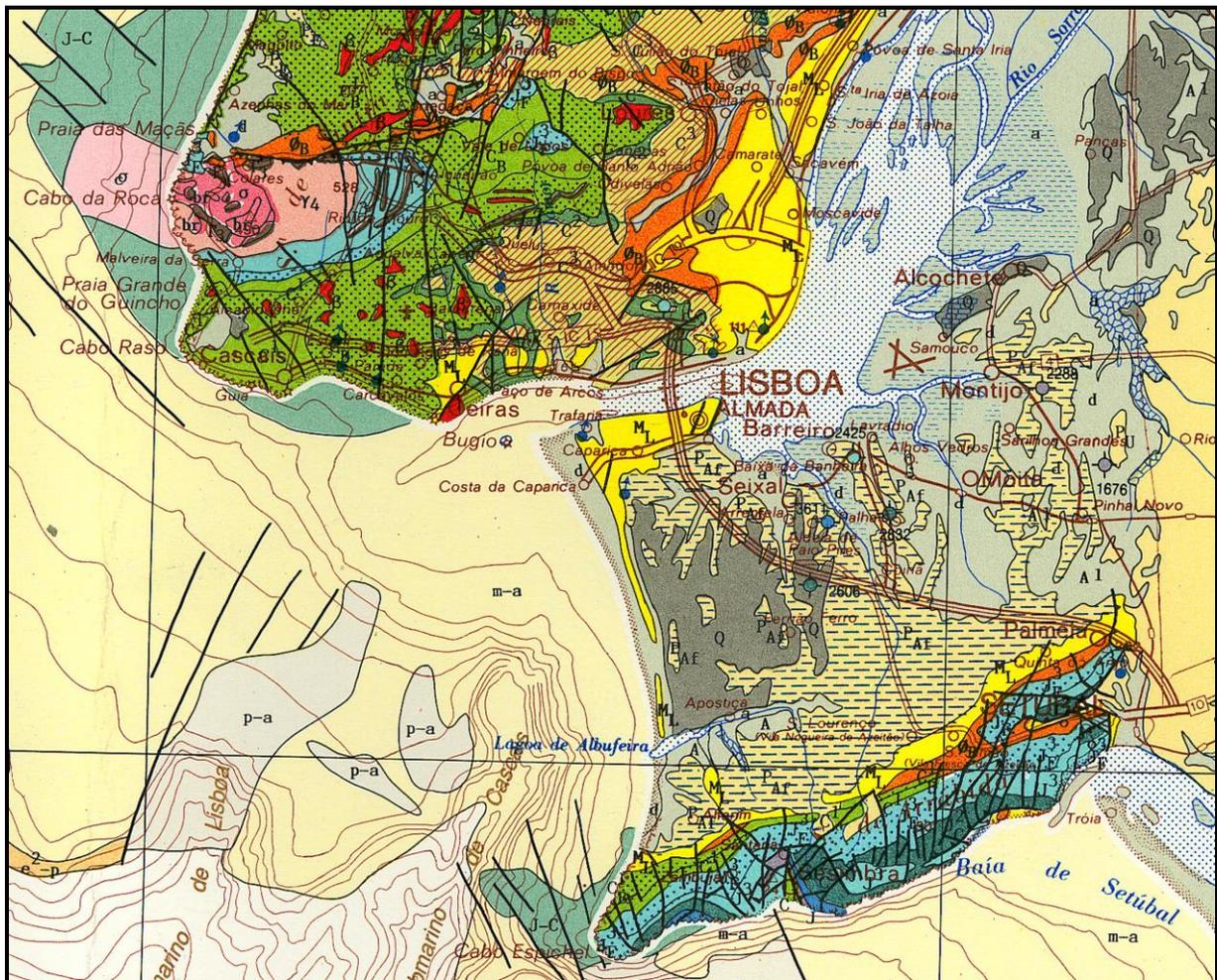
As arribas do gargalo do Tejo, desde Cacilhas à Trafaria, e a arriba fóssil do litoral ocidental, incluindo não só a Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa de Caparica, mas toda a arriba para sul da Trafaria (até à Lagoa de Albufeira, já no concelho de Sesimbra), são especialmente importantes, englobando vários **afloramentos e jazidas de grande interesse**.

A Geologia de Almada tem, assim, muito para descobrir e para oferecer em termos de **conhecimento da história passada do território almadense**.

## Enquadramento Geológico

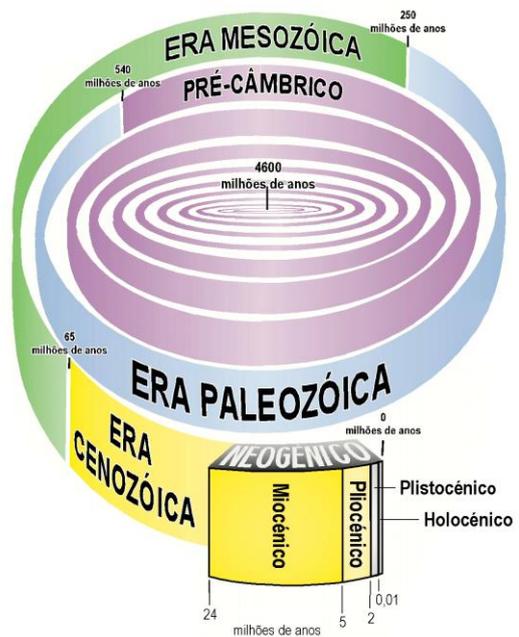
O modelado da paisagem e o tipo de solos que hoje existem em Almada têm origem, em grande medida, nas características do **substrato geológico** que lhes está subjacente e resultam de um processo de evolução geológica que durou vários milhões de anos.

Em termos geológicos, o Concelho de Almada insere-se, por inteiro, na **Bacia do Baixo Tejo**, situando-se, mais precisamente, na sua **parte terminal**. Esta bacia sedimentar consiste numa vasta zona deprimida que, ao longo do tempo, ora foi invadida pelo mar, ficando completamente submersa, ora foi percorrida por grandes rios, mantendo-se parcialmente emersa. Desta dinâmica resultou a acumulação de enormes quantidades de sedimentos marinhos e fluviais, que hoje constituem o substrato geológico desta região.

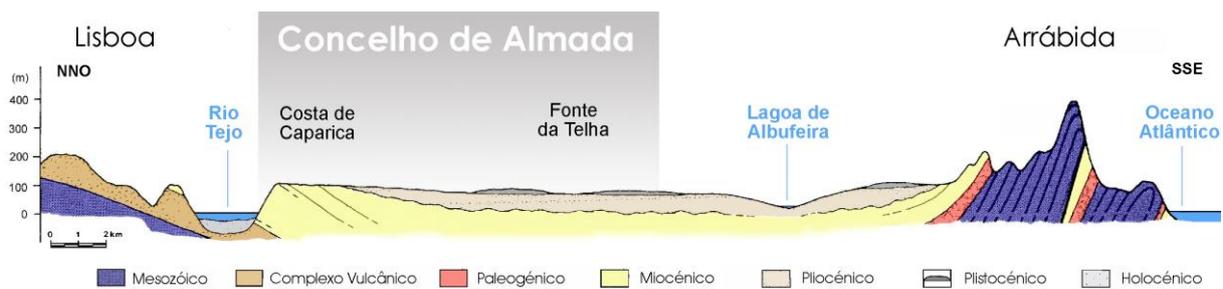


Enquadramento geológico de Almada na Bacia do Baixo Tejo

Apesar de algumas sondagens ao subsolo de Almada terem chegado a atingir rochas com cerca de 100 milhões de anos de idade (datadas do Cretácico superior), as formações que hoje afloram à superfície do concelho têm todas menos de 20 milhões de anos (Ma). O essencial do substrato geológico de Almada pertence assim, na sua totalidade, ao **período neogénico** (entre 24 e 0 Ma), distribuindo-se, dentro deste, pelas **épocas miocénica** (24-5 Ma), **pliocénica** (5-2 Ma), **plistocénica** (2-0,01 Ma) e **holocénica** (0,01-0 Ma).



Durante o **Miocénico**, a região de Almada esteve sujeita a sucessivos avanços e recuos do nível do mar, do que resultou a deposição de uma espessa série de sedimentos na fronteira entre ambientes marinhos e continentais (embora com clara predominância dos primeiros). Já no **Pliocénico**, **Plistocénico** e **Holocénico**, a região manteve-se quase sempre emersa, tendo prevalecido então a deposição de sedimentos fluviais e eólicos, os quais cobriram grande parte da Península de Setúbal. Todos estes depósitos estão deformados segundo uma dobra de grande amplitude, designada por **Sinclinal de Albufeira**, que se estende de Lisboa à Serra da Arrábida.



**Sinclinal de Albufeira (adaptado de Cabral, 1995)**

Dada a excelente representação de níveis do período Neogénico (a melhor a nível nacional), à qual se associam a alternância de sedimentos marinhos e continentais e a grande riqueza de fósseis da série miocénica, o substrato geológico de Almada possui, sem dúvida, um grande valor patrimonial, inclusive de relevância internacional. A importância desta componente do património natural municipal torna-a particularmente merecedora de preservação, nomeadamente no que respeita a alguns **sítios geológicos de maior interesse**.

## Rochas de Almada

O substrato geológico de Almada, que inclui também todas as formações que actualmente afloram à superfície, consiste inteiramente em **rochas sedimentares**. Estas rochas formam-se maioritariamente à superfície da Terra, resultando quer da aglomeração e litificação de sedimentos, materiais provenientes da desagregação de outras rochas (**detríticas**), quer da precipitação química de substâncias dissolvidas na água por processos estritamente inorgânicos (**quimiogénicas**) ou pela acção de agentes biológicos (**biogénicas**). As rochas sedimentares incorporam frequentemente restos de antigos organismos, designados por **fósseis**.

Em regra, as rochas sedimentares apresentam **estratificação**, a qual consiste numa disposição típica deste tipo de rochas, que resulta da deposição dos sedimentos em sucessivas camadas horizontais, também chamadas estratos, delimitados por superfícies mais ou menos paralelas. Os estratos diferem entre si na composição, textura ou mesmo no tipo de rocha, podendo também variar bastante em espessura.



*Rochas sedimentares estratificadas*

Em resultado da forma como se depositam as camadas sedimentares, pode concluir-se que um mesmo estrato apresenta a mesma idade em toda a sua extensão lateral (**princípio da continuidade**), e que, numa série não deformada, os estratos situados mais abaixo, os primeiros a depositar-se, são sempre mais antigos do que os que estão por cima, de deposição mais tardia (**princípio da sobreposição**).

Os locais onde se acumulam os sedimentos tomam a designação de **ambientes sedimentares**, os quais diferem no que respeita às condições de deposição e dão origem a rochas algo diferentes. A maioria das rochas de Almada, em especial as do Miocénico, depositaram-se em **ambientes marinhos**, que apenas variaram, ao longo do tempo, em termos de profundidade e/ou proximidade à costa. Contudo, em certos momentos do Miocénico, mas especialmente durante o Pliocénico, Plistocénico e Holocénico, existiram **ambientes continentais**, tais como rios, deltas, estuários e sistemas dunares, onde se depositaram rochas bem diferentes.

### **Ambientes marinhos** (mais ou menos profundos)



*Maior parte das rochas de Almada, em especial as do Miocénico*

### **Ambientes continentais** (rios, deltas, estuários e dunas)



*Algumas rochas do Miocénico e a maioria do Pliocénico, Plistocénico e Holocénico*

#### *Ambientes sedimentares das rochas de Almada*

De um modo geral, as rochas sedimentares de Almada podem ser classificadas em **4 tipos principais**:

**Conglomerados**

**Areias e Arenitos**

**Siltes e Argilas**

**Calcários e Margas**

## Conglomerados

Os **conglomerados** são as rochas detríticas mais grosseiras, sendo constituídas por grãos com a dimensão de calhaus (mais de 2 milímetros de diâmetro), os quais se encontram aglutinados por um cimento natural. Resultam, por exemplo, da consolidação de **cascalheiras** soltas, semelhantes às que se observam hoje em dia nos leitos dos rios e ribeiras. Os grãos podem ser constituídos por um único mineral ou, mais frequentemente, por fragmentos de outras rochas, os quais podem ter sido transportados de muito longe.

Em Almada, os melhores exemplos de conglomerados encontram-se nas formações do Pliocénico e Plistocénico, as quais se depositaram principalmente em ambientes fluviais. Correspondem a uma altura em que um grande rio entrançado, o Pré-Tejo, deambulava pelo centro da Península de Setúbal, arrastando e depositando fragmentos de rochas diversificadas (como basaltos, granitos e quartzitos), alguns dos quais com 15 centímetros de diâmetro e provenientes de regiões tão distantes como Sintra ou Lisboa. Alguns dos melhores afloramentos de conglomerados do concelho podem ser vistos no Parque da Paz e seus arredores, no Feijó, ou em Vila Nova de Caparica.



## Areias e Arenitos

As areias e arenitos são rochas detríticas formadas por grãos com a dimensão da areia (entre 1/16 e 2 milímetros de diâmetro), podendo variar desde formações completamente soltas e móveis, como as **areias** de duna, a formações bem consolidadas por cimentos naturais, como os **arenitos**. Variam também bastante quanto à granularidade, desde muito grosseiras, quase conglomeráticas, a muito finas e incoerentes, tomando então o nome de **areolas**. Maioritariamente formadas por grãos de quartzo, podem depositar-se quer em ambientes marinhos, mais ou menos litorais, quer em ambientes estritamente continentais, como os fluviais e eólicos.

As areias e arenitos são, indiscutivelmente, as rochas mais abundantes em Almada, encontrando-se um pouco por todo o concelho. Os arenitos mais consolidados, depositados sobretudo em ambiente marinho durante o Miocénico, afloram principalmente nas arribas da frente ribeirinha. Já as areias finas mais ou menos soltas, como as areolas (também miocénicas e marinhas), afloram melhor ao longo da Arriba Fóssil da Costa de Caparica. As areias mais grosseiras, depositadas em ambiente fluvial durante o Pliocénico e o Plistocénico, bem como as finíssimas areias de duna, acumuladas essencialmente por acção do vento durante o Holocénico, encontram-se principalmente no interior do concelho.



## Siltes e Argilas

Os siltes e as argilas constituem as rochas detríticas mais finas, sendo inteiramente formadas por partículas invisíveis a olho nu. Nos **siltes**, essas partículas têm entre 1/16 e 1/256 milímetros de diâmetro e são ainda palpáveis quando se desfaz a rocha entre os dedos. Já nas **argilas**, formadas por partículas com menos de 1/256 milímetros de diâmetro, a rocha desfeita revela-se completamente macia, assemelhando-se ao barro. Este tipo de rochas finas deposita-se, tipicamente, em ambientes aquáticos calmos, de pouca energia.

Em Almada, os siltes e argilas são bastante frequentes, constituindo nomeadamente grande parte da Arriba Fóssil da Costa de Caparica e das arribas da frente ribeirinha. Contudo, dada a sua menor resistência à erosão, encontram-se frequentemente cobertos por detritos ou vegetação, que tornam a sua observação algo difícil. Os siltes e argilas das arribas correspondem, em regra, aos episódios de maior profundidade atingidos pelo mar durante o Miocénico. Já os níveis de argilas que, por vezes, se encontram no seio das formações pliocénicas, como as que afloram na região do Alfeite e na Fonte da Telha, correspondem a zonas de deposição mais calmas do curso de um rio ou do seu estuário.



## Calcários e Margas

Os **calcários** são rochas quimiogénicas ou biogénicas que resultam, essencialmente, da precipitação de carbonato de cálcio dissolvido na água. No entanto, englobam também frequentemente uma percentagem significativa de partículas arenosas (tomando o nome de **calcarenitos**), à qual se associam ainda bastantes restos fossilíferos (designando-se então por **biocalcarenitos**). Quando possuem uma quantidade importante de argila misturada, designam-se por **margas**. Todas estas rochas carbonatadas se depositam, exclusivamente, em meios aquáticos, que na maioria das vezes correspondem a ambientes marinhos.

Os calcários de Almada são frequentemente bastante fossilíferos e carregados de areia, sendo também das rochas mais duras e coerentes do concelho. Dada a sua maior resistência, os biocalcarenitos que aqui predominam constituem usualmente as bancadas mais salientes nos afloramentos, sendo particularmente visíveis os ressaltos que originam nas arribas da frente ribeirinha norte, por exemplo entre Cacilhas e o Cristo Rei. Correspondem a momentos de deposição em ambientes marinhos litorais, pouco profundos e de temperatura algo elevada, que ocorreram principalmente durante o Miocénico inferior e médio.



## Fósseis de Almada

Os fósseis são restos ou vestígios da actividade de antigos seres vivos que ficaram soterrados e conservados nas rochas. Na maioria das vezes, apenas ficam fossilizadas as partes mais resistentes dos seres vivos, como as suas conchas ou os seus esqueletos, embora também seja frequente encontrar as marcas que esses restos mais duros deixam nas rochas, como moldes e impressões.

Existem **dois tipos principais de fósseis**:

- **somatofósseis** – incluem qualquer parte ou resto integrante do próprio organismo que tenha ficado conservada nas rochas (como folhas, conchas, carapaças, dentes ou ossos), bem como as marcas deixadas de forma passiva por esses restos (tais como moldes e impressões).
- **icnofósseis** – incluem os vestígios deixados nas rochas pelos organismos em resultado de alguma actividade desenvolvida em vida, como por exemplo a locomoção (pegadas, pistas e galerias), a reprodução (ovos) ou a alimentação (excrementos).

### Somatofóssil



*Concha de bivalve*

### Icnofóssil



*Galeria de crustáceo*

### *Tipos de fósseis*

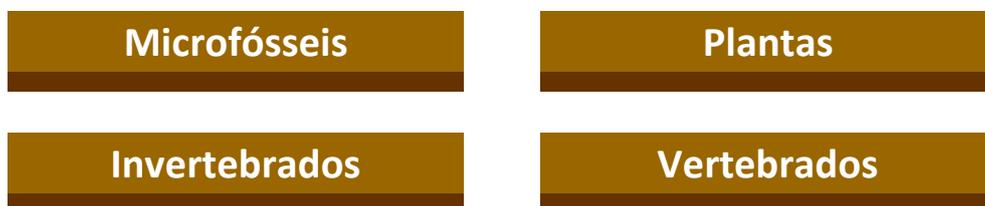
O **processo de fossilização** varia em duração e é composto por várias etapas. Em regra, após a morte do organismo dá-se a decomposição das suas partes moles, até que só as partes duras restam. O seu soterramento impede que também estas sejam destruídas, ficando protegidas no interior do sedimento. Por fim, a diagénese fóssil compreende o conjunto de alterações físicas e químicas que, ao atuarem no ambiente deposicional, transformam a composição e a estrutura dos restos dos organismos, propiciando a sua preservação como fósseis.

Deste processo podem resultar vários **modos de fossilização**, sendo que os mais frequentes em Almada correspondem à **mineralização** (substituição das partes duras do ser vivo, originalmente já mineralizadas, por outra substância mineral) e à  **moldagem** (réplica natural das partes duras, que não se conservam, através de impressões deixadas no sedimento ainda mole). Quando é a parte de dentro do organismo que fica moldada, como no caso do preenchimento de uma concha, o resultado é um **molde interno**, ao passo que quando é a parte de fora que fica reproduzida, como no envolvimento de uma concha, temos um **molde externo**.



As rochas de Almada são bastante ricas em fósseis, em especial as de idade miocénica, embora também existam alguns fósseis nas rochas pliocénicas e holocénicas. A maioria dos fósseis de Almada são de **seres marinhos**, uma vez que a maior parte das rochas do concelho se depositou no fundo do mar. Estes incluem todos os microfósseis e animais invertebrados, bem como a maior parte dos vertebrados (nomeadamente peixes). Só nas poucas rochas formadas em ambientes continentais, como rios e estuários, é que se encontram fósseis de **seres terrestres**, nomeadamente as plantas e alguns vertebrados, como certos mamíferos.

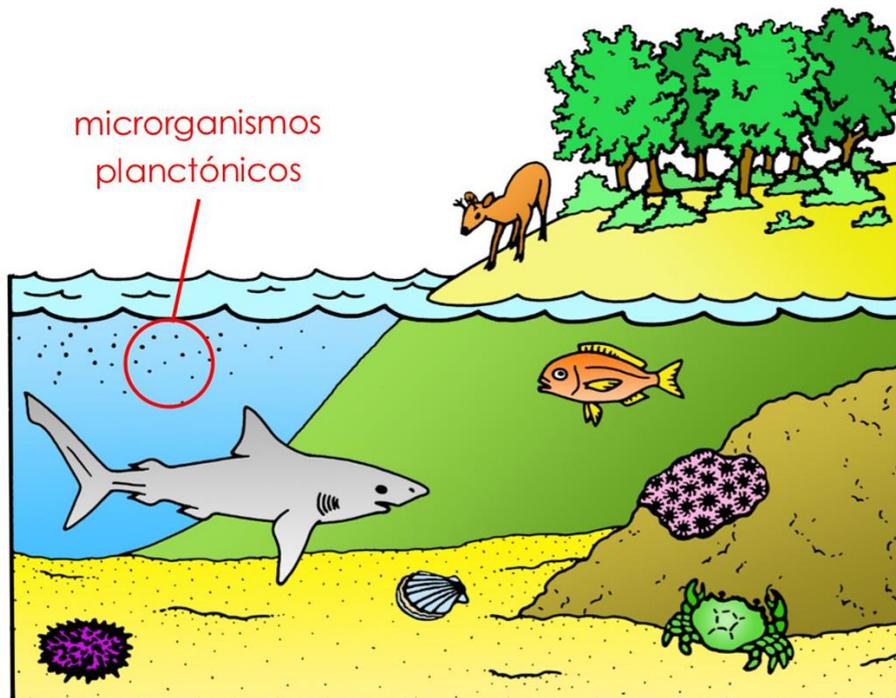
De acordo com as suas afinidades taxonómicas e diferentes métodos de estudo, os fósseis de Almada podem assim ser atribuídos a **4 grandes grupos**:



## Microfósseis

No seu sentido mais abrangente, a designação **microfósseis** aplica-se a todos os restos fósseis com dimensões microscópicas, ou seja, visíveis apenas com o auxílio de lupas ou microscópios. No entanto, apesar de as suas diminutas dimensões ditarem a utilização de métodos de estudo semelhantes, os microfósseis podem pertencer a uma grande variedade de seres vivos não relacionados entre si, tais como microrganismos (os mais relevantes), plantas (pólenes e esporos), invertebrados (algumas conchas e carapaças), ou até mesmo vertebrados (dentes e escamas de peixes, por exemplo).

Os microfósseis mais importantes, contudo, correspondem aos restos esqueléticos de alguns grupos de **microrganismos marinhos**, a maioria dos quais são **membros importantes do plâncton** e não ultrapassam os 5 milímetros de tamanho total. Muito abundantes nas rochas sedimentares, os fósseis destes seres minúsculos são extremamente úteis na **datação dos estratos** e na **reconstituição dos paleoambientes**.



*Modos de vida dos antigos microrganismos de Almada*

Em Almada, são conhecidos microfósseis de **4 desses grupos de microrganismos**, cujas diminutas carapaças ou conchas mineralizadas são muito abundantes nos sedimentos marinhos do concelho:

**Foraminíferos**

**Ostracodos**

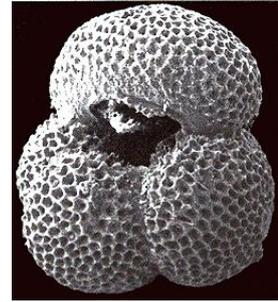
**Dinoflagelados**

**Cocolitóforos**

---

## Foraminíferos

Microrganismos unicelulares do reino **Protista**, que vivem dentro de carapaças calcárias perfuradas e são particularmente abundantes nos sedimentos marinhos de maior profundidade. Podem ser **planctônicos**, os mais importantes para a datação das rochas, ou **bentônicos**, mais relevantes na caracterização dos paleoambientes.



---

## Ostracodos

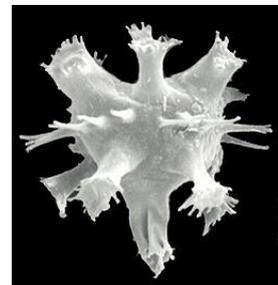
Organismos multicelulares pertencentes ao reino Animalia e à classe **Crustacea**, a mesma que inclui os caranguejos e os camarões. Também marinhos, vivem dentro de pequenas carapaças calcárias semelhantes a conchas, formadas por **duas valvas iguais**. São muito importantes na reconstituição dos paleoambientes.



---

## Dinoflagelados

Microrganismos unicelulares classicamente incluídos nos Protistas, que constituem um dos membros mais importantes do **plâncton vegetal**. Geralmente dotados de **esqueletos externos de celulose**, são bastante abundantes nos sedimentos marinhos e importantes na datação e na reconstituição dos paleoambientes.



---

## Cocolitóforos

Algas unicelulares de dimensões nanoscópicas (menores que 0,05 milímetros), pertencentes ao reino **Plantae**. Possuem carapaças calcárias formadas por várias placas, que propiciam a sua fossilização. São também um membro muito importante do **plâncton vegetal** e especialmente valiosos na datação das rochas.



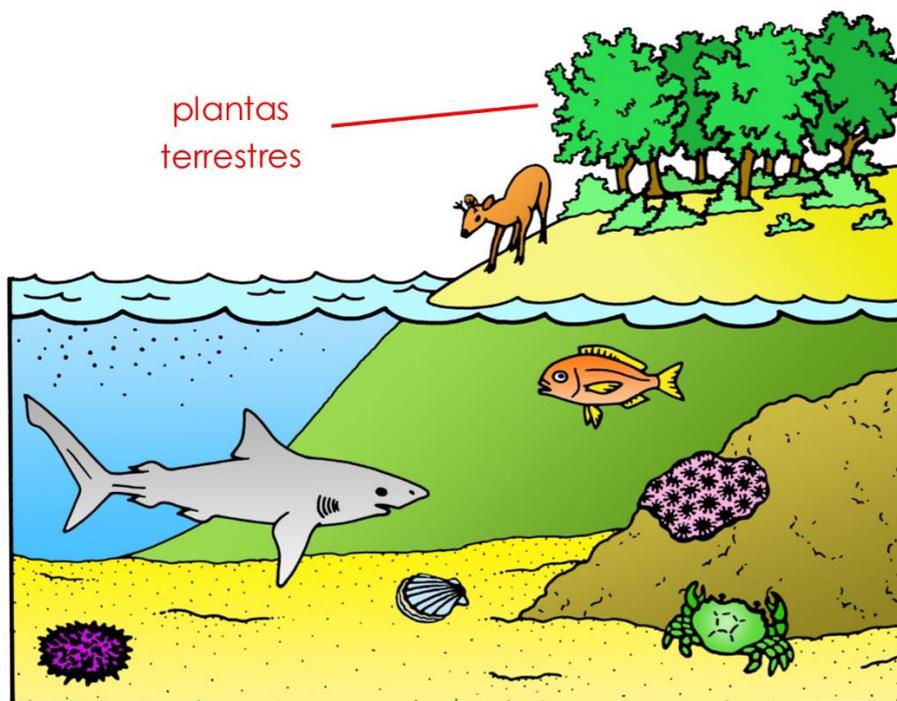
## Plantas

As **plantas** caracterizam-se, em termos gerais, pela sua capacidade de obter energia a partir da luz solar através do processo da fotossíntese. Dividem-se, de modo informal, em briófitas (musgos e hepáticas), pteridófitas (fetos) e espermatófitas (plantas com sementes), incluindo-se ainda, nestas últimas, as gimnospérmicas (como as coníferas) e as angiospérmicas (as plantas com flor).

Graças à presença de algumas substâncias orgânicas rígidas, como por exemplo a **celulose** ou a **lenhina** das paredes celulares, algumas partes das plantas são susceptíveis de ficarem preservadas nos sedimentos, dando assim origem a vários tipos de fósseis.

Por **macrorrestos** designam-se todos os fósseis de plantas com dimensões macroscópicas que resultam da preservação de fragmentos das suas estruturas vegetativas (tais como troncos, folhas ou caules). As **impressões** de folhas, por exemplo, são dos macrorrestos mais comuns, consistindo num molde de baixo-relevo deixado no sedimento sem preservação de matéria orgânica.

As partes das plantas que mais frequentemente fossilizam, no entanto, são as suas células reprodutivas, globalmente designadas por **pólenes e esporos**. Devido às suas dimensões microscópicas, estes elementos também podem ser considerados microfósseis, sendo usualmente estudados em conjunto com outros fósseis diminutos no âmbito da **Palinologia**.



*Modos de vida das antigas plantas de Almada*

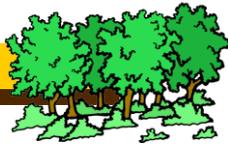
Os fósseis de plantas encontrados em Almada podem assim ser de **2 tipos distintos**:

**Macrorrestos**

**Pólenes e Esporos**

---

## Macrorrestos



Os macrorrestos de plantas encontrados em Almada provêm, na maioria, de ambientes terrestres, pelo que a sua ocorrência na área do concelho, onde predominam os sedimentos marinhos, só se verifica nalguns níveis do Miocénico e Pliocénico que denotam forte influência litoral, ou mesmo já estritamente fluvial (como na jazida do Cristo Rei, por exemplo). Além de uma única **pinha de conífera**, quase completa, e de algumas **sementes isoladas de angiospérmicas**, os macrorrestos de plantas descobertos em Almada consistem, principalmente, em **fragmentos de caules e impressões de folhas** (►).

Destas, algumas correspondem a fetos (raros), embora a maioria seja de árvores e arbustos que pertenciam, entre outras, às famílias dos espinheiros, choupos, ulmeiros, magnólias, bordos e castanheiros.

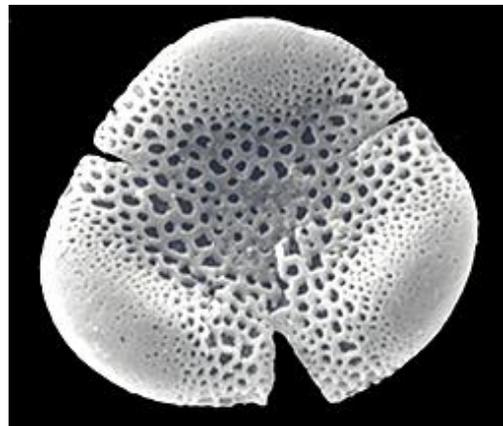


---

## Pólenes e Esporos



Embora também tenham origem terrestre, as pequenas dimensões dos pólenes e esporos permitem que estes sejam mais facilmente transportados pelo vento até às regiões litorais, onde são frequentemente depositados nos sedimentos marinhos. Por esta razão, são bastante mais frequentes em Almada do que os macrorrestos, revelando a existência de uma diversidade de plantas muito maior nesta região durante o Miocénico. Os esporos indicam a presença de vários **musgos, hepáticas e fetos**, enquanto que os pólenes mostram que havia muitas **coníferas** (tais como abetos, cedros, espruces, pinheiros, sequóias e zimbros) e, principalmente, **plantas com flor** (entre as quais herbáceas como armérias e espadanas, arbustos como sabugueiros e piornos, e árvores como aveleiras e carvalhos) (►).

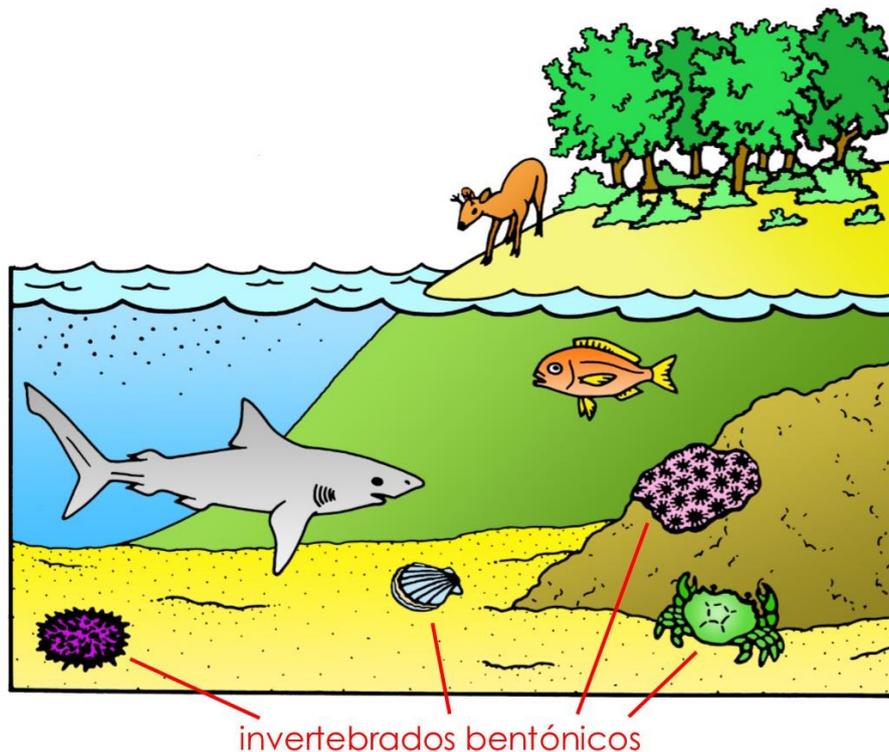


## Invertebrados

Os **Invertebrados** incluem todos os animais que, ao contrário dos Vertebrados, não possuem coluna vertebral. Muito diversos e numerosos, compreendem a esmagadora maioria das espécies animais conhecidas, pertencendo a uma grande variedade de grupos.

Em geral, dos invertebrados apenas se conservam **mineralizações das partes duras**, tais como as carapaças, conchas e esqueletos externos que lhes envolviam e protegiam o corpo mole. Contudo, também se encontram muitos **moldes internos e externos** deixados nas rochas por essas partes duras, bem como alguns **icnofósseis** resultantes das actividades de escavação do sedimento realizadas ainda em vida pelos organismos.

Uma vez que a maior parte das rochas de Almada se depositou no fundo do mar, a maioria dos fósseis de invertebrados encontrados no concelho são de **seres marinhos**. Destes, quase todos eram **bentónicos**, vivendo junto ao fundo do mar ou na sua dependência, existindo formas fixas (como os corais, briozoários e alguns crustáceos e moluscos) e outras livres, que se moviam sobre o sedimento ou se enterravam nele (como os caranguejos, ouriços-do-mar e muitos moluscos). Também existiam alguns invertebrados **nectónicos**, que nadavam livremente no mar (como os moluscos nautilóides).



*Modos de vida dos antigos invertebrados de Almada*

A maioria dos fósseis de invertebrados de Almada pertencem a **6 grupos de animais marinhos**:

**Coraliários**

**Briozoários**

**Crustáceos**

**Equinodermes**

**Bivalves**

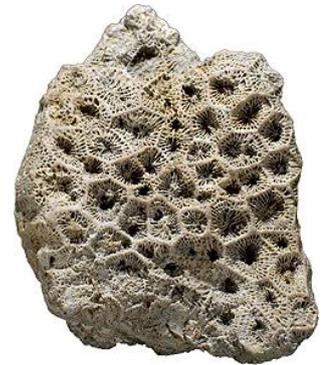
**Gastrópodes**

---

## Coraliários



Pequenos animais com forma de pólipos, que vivem fixos ao substrato e formam, frequentemente, **colónias** constituídas por muitos indivíduos idênticos. Cada pólipos segrega o seu próprio esqueleto calcárioo, de cuja acumulação resulta a substância conhecida como **coral** e, por vezes, a formação de **recifes**. Frequentes na região de Lisboa durante o Miocénico inferior, onde chegaram a construir verdadeiros recifes nos mares pouco profundos e quentes que aí existiram há mais de 20 milhões de anos atrás, os coraliários não deixaram muitos fósseis em Almada, onde apenas se conhecem alguns **fragmentos de colónias** (▶) ou **indivíduos isolados**.



---

## Briozoários



Animais exclusivamente **coloniais** que, por vezes, também constroem **recifes**. Cada um dos minúsculos indivíduos da colónia habita uma câmara calcária que tem, normalmente, menos de **1 milímetro** de diâmetro. As colónias podem ser livres (encontrando-se a flutuar no mar) ou, o que é mais frequente, viverem fixas ao substrato ou a carapaças e conchas de outros animais (assumindo então formas encrostantes, eretas ou arborescentes). Em Almada, existem várias espécies de briozoários fósseis, as quais estão todas representadas por **colónias ou fragmentos diminutos** (▶), cujas câmaras só são bem visíveis com o auxílio de uma lupa.



---

## Crustáceos



Animais caracterizados por ter vários pares de apêndices articulados e carapaças carbonatadas que propiciam a sua fossilização. Alguns, como os **percebes e cracas**, vivem sempre fixos, pelo que é frequente encontrar em Almada fósseis das suas carapaças, formadas por várias placas, ainda agarradas às conchas de outros animais. Outros, como os **caranguejos e camarões**, têm vida livre, habitando a superfície dos fundos marinhos ou escavando galerias nos sedimentos. Embora a maior parte dos seus fósseis encontrados em Almada sejam **pinças isoladas** de camarões, também há algumas **carapaças quase completas** de caranguejos (▶).



---

## Equinodermes



Animais caracterizados por possuir simetria pentarradial e um esqueleto calcário que lhes protege grande parte do corpo. Além de alguns **ossículos esqueléticos isolados de estrelas-do-mar**, muito pequenos e difíceis de encontrar, os fósseis de equinodermes mais frequentes em Almada correspondem a **carapaças de ouriços-do-mar** (►), das quais é mais habitual encontrar apenas fragmentos dispersos. Conhecem-se várias espécies no Miocénico do concelho, incluindo algumas formas que viviam permanentemente enterradas nos sedimentos, bem como outras, por vezes de grandes dimensões, que habitavam sobre os fundos marinhos.



---

## Bivalves



Os **bivalves** pertencem ao grupo dos **moluscos** e constituem, sem dúvida, um dos grupos mais abundantes e diversificados no registo fóssil. Caracterizam-se por possuir conchas carbonatadas formadas por duas valvas articuladas entre si (►), as quais fossilizam, com frequência, sob a forma de **mineralizações ou vários tipos de moldes** (internos e externos). Em Almada, conhecem-se largas dezenas de espécies marinhas fósseis, especialmente abundantes nas rochas do Miocénico (tais como vieiras, amêijoas, berbigões, mexilhões e ostras), mas também existem algumas formas de água salobra, que foram recolhidas em níveis do Pliocénico.



---

## Gastrópodes



Igualmente pertencentes aos **moluscos**, os **gastrópodes** constituem outro dos grupos muito abundantes no registo fóssil. Possuem também uma concha carbonatada, a qual, neste caso, é formada por uma só valva, caracteristicamente enrolada em espiral (►). Esta concha fossiliza com frequência, quer através de **mineralizações**, quer através de **moldes internos e externos**. Conhecem-se muitas espécies de búzios e caracóis fósseis no Miocénico e Pliocénico de Almada, a maioria das quais são marinhas ou, pelo menos, salobras. Contudo, também foram encontrados alguns caracóis terrestres em depósitos do Holocénico.

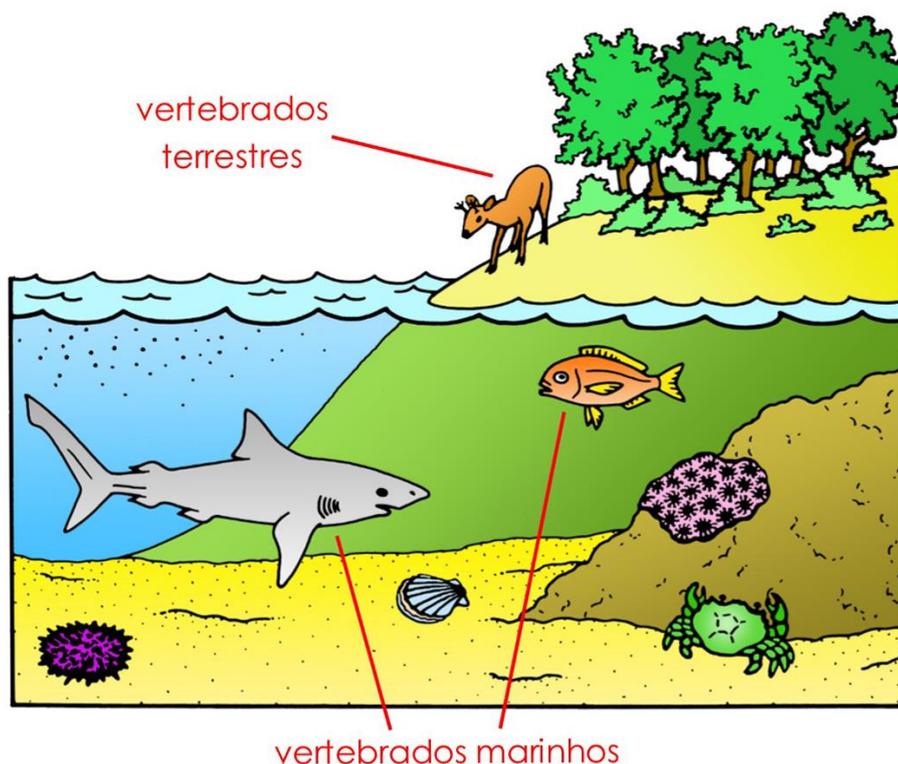


## Vertebrados

Os **vertebrados** caracterizam-se pela presença de coluna vertebral e por possuírem, de modo geral, um esqueleto interno ossificado. Incluem a maior parte dos grupos de animais que nos são mais familiares, tais como os peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

Destes animais, apenas costumam ficar conservados, no registo fóssil, os elementos do esqueleto que, ao menos parcialmente, são mineralizados por fosfato de cálcio, tais como os **ossos** e os **dentes**. Contudo, raramente se preservam esqueletos completos, em que os ossos ainda estão articulados, ou mesmo partes significativas de crânios, sendo bastante mais frequente encontrar apenas ossos incompletos ou dentes isolados.

Dada a notória predominância de sedimentos marinhos em Almada, a maior parte dos fósseis de vertebrados que se encontram no concelho pertencem, forçosamente, a grupos com modos de vida aquáticos. Entre estes, os **peixes cartilagíneos e ósseos** são, inquestionavelmente, os mais diversificados e numerosos, embora os fósseis de **répteis** e de **mamíferos** adaptados ao meio marinho também sejam relativamente frequentes. Já os grupos estritamente terrestres, como é o caso da maior parte dos mamíferos, são bastante escassos no registo fossilífero de Almada.



*Modos de vida dos antigos vertebrados de Almada*

Os fósseis de vertebrados de Almada podem assim ser enquadrados em **4 grandes grupos**:

**Peixes  
Cartilagíneos**

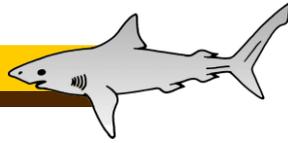
**Peixes Ósseos**

**Répteis**

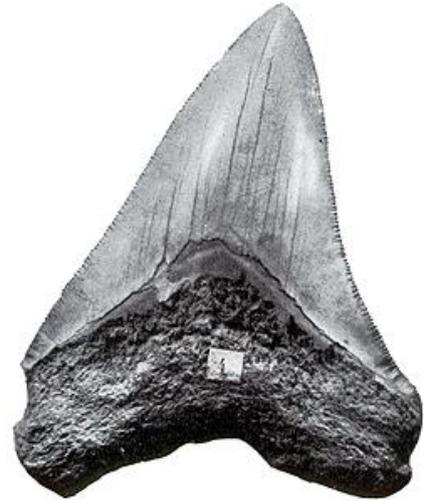
**Mamíferos**

---

## Peixes Cartilagíneos

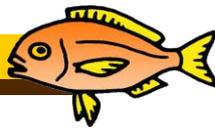


Caracterizam-se, como o nome indica, por terem o esqueleto quase inteiramente constituído por cartilagem, pelo que apenas as partes bem mineralizadas, como os dentes ou os espinhos das barbatanas e da cauda, costumam fossilizar. Incluem, por exemplo, os **tubarões**, cujos **dentes isolados** (►) são bastante abundantes nas rochas marinhas de Almada, mostrando que, durante o Miocénico, existiam aqui mais de 20 espécies diferentes destes predadores (desde formas com menos de 50 centímetros até outras que podiam ultrapassar os 12 metros de comprimento). Também existiam muitas **raias**, das quais se encontram **espinhos caudais** e, sobretudo, **dentes** de formas e tamanhos muito variados, alguns de dimensões microscópicas, como os das raias e mantas, e outros que formavam **placas achatadas**, como os das ujes e ratões.



---

## Peixes Ósseos

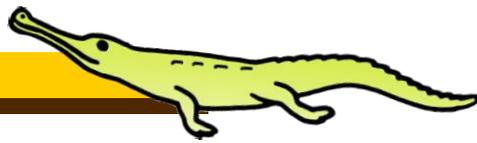


Incluem todos os peixes que possuem esqueleto ósseo (ou seja, parcialmente mineralizado), razão pela qual são susceptíveis de deixar várias partes do corpo fossilizadas. Contudo, dada a fragilidade de muitos desses restos, os esqueletos completos de peixes ósseos (►) são raros em Almada, sendo mais frequente encontrar apenas **vértebras isoladas** de pequenas dimensões. Os fósseis mais comuns, no entanto, são os **dentes isolados** e, principalmente, os **otólitos**, os quais consistem em pequenos ossos do ouvido interno, na maioria dos casos de tamanho microscópico. É graças a estes fósseis minúsculos que se sabe que nos mares miocénicos de Almada existiu uma grande diversidade de peixes ósseos, os quais incluíam formas tão variadas como **pargos**, **douradas**, **sargos**, **robalos**, **carapaus**, **barracudas**, **escolarinhos**, e muitos outros.



---

## Répteis



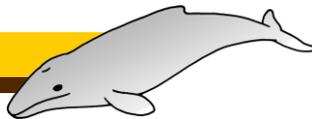
Apesar de nos sedimentos miocénicos mais continentais de Lisboa existirem alguns fósseis de répteis estritamente terrestres, como **lagartos e cobras**, os restos de répteis encontrados em Almada correspondem todos a

grupos especificamente adaptados ao meio aquático. Alguns dos ossos pertencem seguramente a **tartarugas-marinhas**, das quais apenas se conhecem, no entanto, pequenos **fragmentos da carapaça**, em geral dispersos e pouco frequentes. Dos **crocodilos**, por outro lado, conhecem-se restos mais significativos, dos quais o melhor exemplar é um **crânio quase completo (▲)**, associado a algumas vértebras e vários ossos dos membros. Todos estes fósseis pertenciam a um animal de grandes dimensões, aparentado com o falso-gavial atual, do qual por vezes também se encontram alguns **dentes isolados** no Miocénico de Almada.



---

## Mamíferos



Em Almada, existem quer fósseis de mamíferos terrestres, os quais são raros e conhecidos de uma única jazida, quer de mamíferos marinhos, relativamente mais frequentes nos sedimentos miocénicos do concelho. Os fósseis das formas terrestres consistem apenas em **dentes minúsculos**, que pertenciam a mamíferos de pequenas dimensões bastante diferentes dos actualmente existentes na região: **pequenos veados, lagomorfos picas** (semelhantes a lebres e coelhos) e vários tipos de roedores, entre os quais **lirões e esquilos-terrestres**. Os mamíferos marinhos, por outro lado, deixaram vários **crânios, vértebras (▶)**, **ossos** e **dentes** fossilizados, os quais mostram que, durante o Miocénico, viviam aqui mais de 10 espécies diferentes de cetáceos, incluindo **baleias, golfinhos e cachalotes**, além de alguns sirénios, animais que se assemelham aos **dugongos** actuais.



## Almada ao longo do tempo

O estudo das rochas e fósseis encontrados em determinada região permite inferir quais as condições existentes nesse território no passado distante, de modo a obter **reconstituições paleogeográficas e paleoambientais** bastante aproximadas da realidade.

O tipo de **rochas** existente em Almada, inteiramente sedimentares, permite reconhecer quais os **ambientes de sedimentação** em que estas se depositaram e quais as variações que estes ambientes sofreram ao longo do tempo geológico.

Já as associações de **fósseis**, pertencentes a vários grupos, permitem reconstituir as **antigas paisagens de Almada** e traçar também, em termos gerais, a evolução dos ambientes da região ao longo do Neogénico (entre os 24 e os 2 Ma).

As indicações sobre a profundidade do mar dão também uma ideia aproximada da **posição da linha de costa** e da distribuição dos vários tipos de **paleoambientes**, permitindo, assim, caracterizar a **paleogeografia** da região ao longo do tempo.

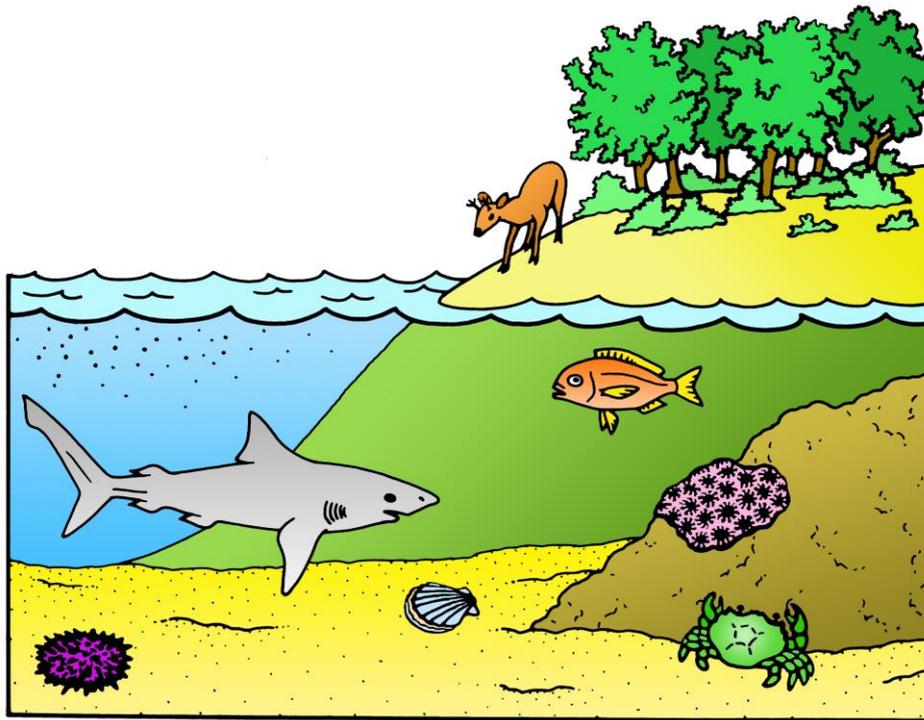


*A região de Almada ao longo do tempo*

A interpretação das associações de fósseis encontrados numa mesma camada (portanto, correspondentes a um mesmo intervalo de tempo), permitem, por comparação com situações atuais semelhantes, reconstituir o tipo de ambiente que então existiria, o que se designa por **paleoecologia**. Certos animais, ou plantas, são característicos de certo tipo de ambiente, sendo incapazes de sobreviver se este se alterar, pelo que os seus fósseis são chamados de bons **fósseis de fácies**. Outros seres são mais adaptáveis e podem sobreviver a alterações ambientais mais ou menos importantes, sendo os seus fósseis menos significativos em termos paleoecológicos.

No caso de **ambientes marinhos**, os fósseis de animais podem, nomeadamente, fornecer indicações sobre a profundidade e a temperatura do mar, sendo ainda possível distinguir entre as **comunidades bentónicas e as nectónicas ou planctónicas**.

No caso dos **ambientes terrestres**, as indicações dadas, por exemplo, por fósseis de plantas e de mamíferos sobre o tipo de coberto vegetal então existente, fornecem uma ideia bastante precisa sobre o clima da altura, o que se designa por **paleoclimatologia**.



*Paleoambientes marinhos e terrestres de Almada*

A mudança das associações de fósseis nas sucessivas camadas de rocha de Almada mostram que os seres que aqui viveram foram mudando ao longo do tempo, certamente em **estreita relação com sucessivas mudanças dos ambientes** em que viviam.

De modo a caracterizar, em traços gerais, a evolução desta região durante o Miocénico e Pliocénico (entre os 24 e os 2 Ma), foram seleccionados **4 momentos da história geológica de Almada**, em que se destacam as mudanças paleogeográficas e os seres mais importantes na reconstituição dos paleoambientes em cada um destes intervalos mais representativos.

**Almada há 18 milhões de anos**

**Almada há 14 milhões de anos**

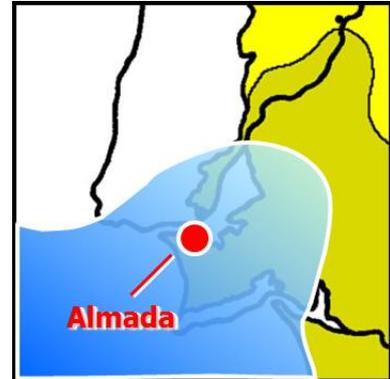
**Almada há 10 milhões de anos**

**Almada há 3 milhões de anos**

## Almada há 18 milhões de anos

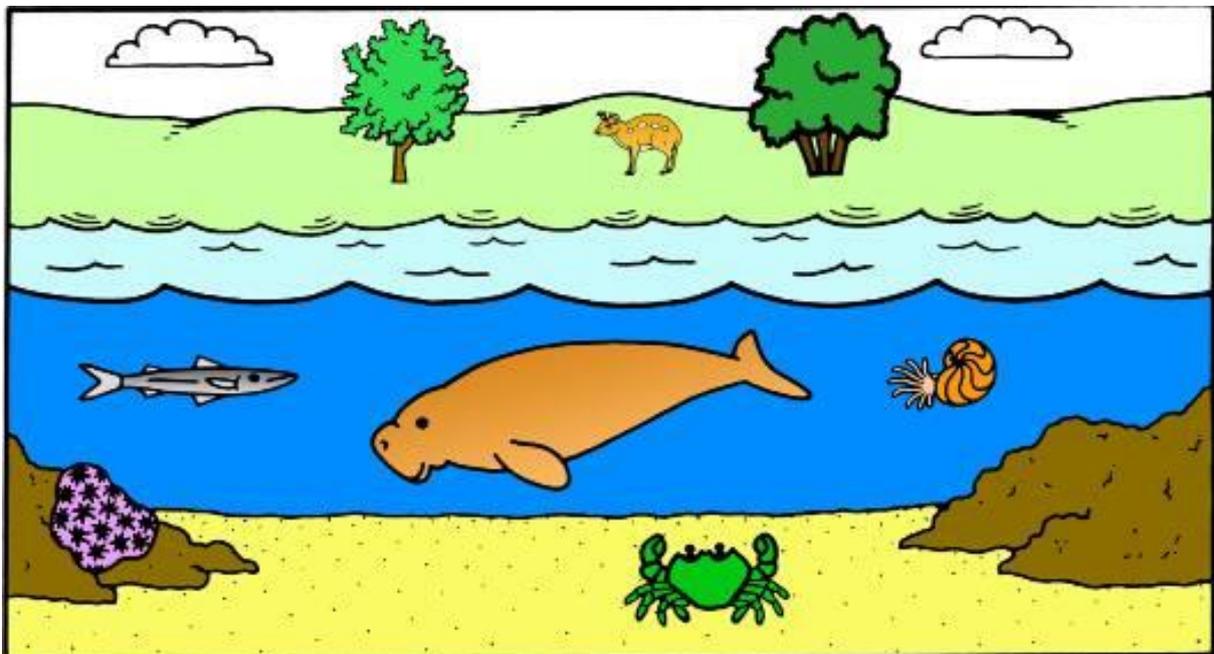
Há cerca de 18 milhões de anos atrás, Almada encontrava-se parcialmente submersa por um **golfo marinho pouco amplo**, o qual ocupava boa parte da região de Lisboa e Península de Setúbal, e se prolongava bastante para o interior, até à localização atual de Vila Franca de Xira.

Esse mar circunscrito seria certamente **pouco profundo e de águas bastante quentes**, chegando a atingir **temperaturas tropicais e subtropicais**, e encontrava-se envolvido, em boa parte, por terras emersas.



Os fósseis encontrados em camadas destas idades na região de Almada mostram que **no mar viviam diversos organismos característicos de águas quentes e clima tropical**, tais como **corais, barracudas, crustáceos, sirénios e nautiloides**.

Nas **terras emersas**, por outro lado, encontravam-se florestas formadas sobretudo por **ulmeiros e choupos**, onde viviam mamíferos terrestres, como **pequenos veados e roedores arborícolas**.



*Reconstituição da paisagem de Almada há 18 milhões de anos*

## Almada há 14 milhões de anos

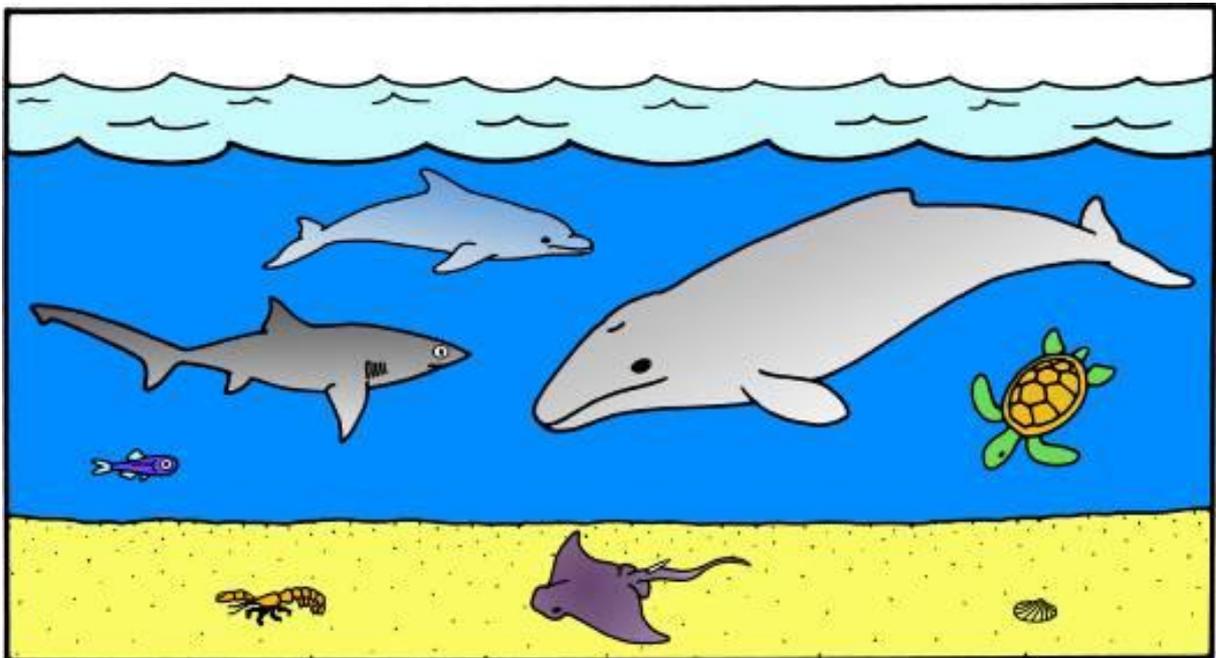
Por volta dos 14 milhões de anos, instalou-se na região um **golfo marinho muito amplo** que cobria toda a área de Lisboa e Península de Setúbal, estendendo-se muito para o interior, até à latitude hoje ocupada por Santarém.

No momento da sua maior extensão, este grande golfo marinho terá chegado, inclusivamente, a **rodear as serras de Sintra e da Arrábida**, as quais por esta altura já constituíam relevos erguidos que terão, assim, **funcionado como ilhas** durante algum tempo.



Devido ao nível do mar comparativamente mais elevado, este **ambiente marinho de águas mais temperadas era também mais profundo e francamente aberto ao oceano**, tendo cobrido toda a área do Concelho de Almada.

Os numerosos fósseis de animais marinhos encontrados nas rochas destas idades correspondem, por isso, a **criaturas características de águas mais profundas e abertas**, incluindo uma grande diversidade de espécies de **tubarões, raias, baleias, golfinhos, tartarugas-marinhas e muitos peixes pelágicos**, como por exemplo os **escolarinhos**.

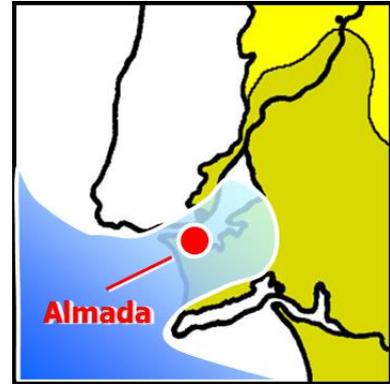


*Reconstituição da paisagem de Almada há 14 milhões de anos*

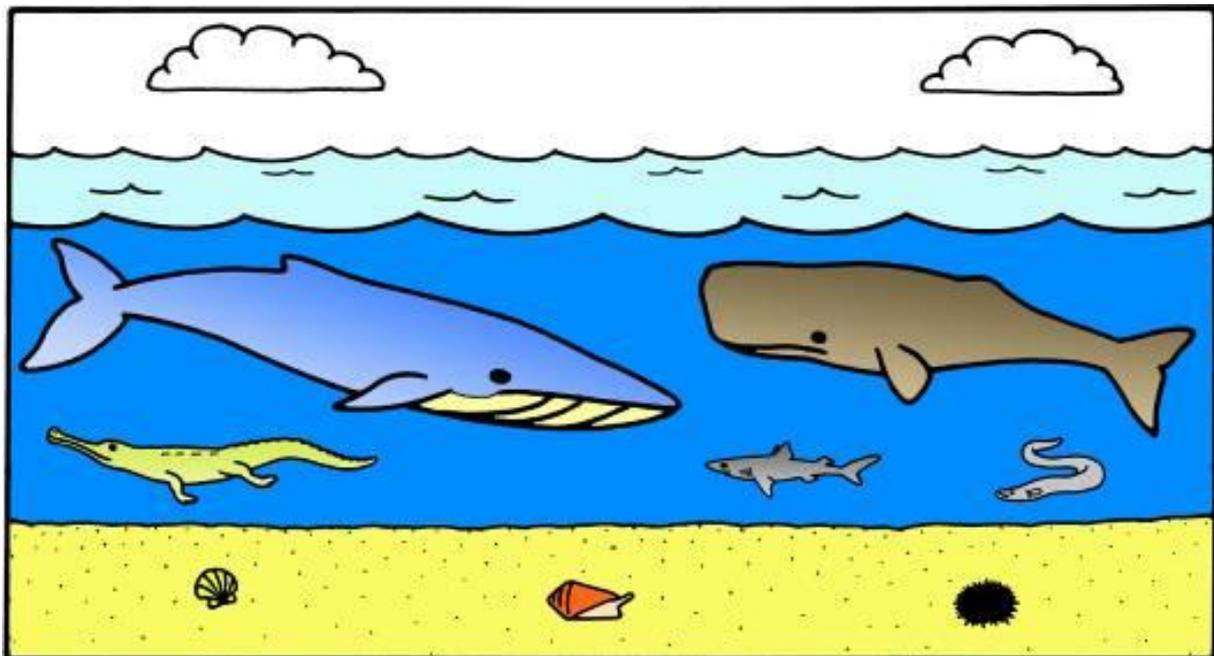
## Almada há 10 milhões de anos

Há cerca de 10 milhões de anos atrás, o **nível do mar voltou a baixar de forma significativa**, dando origem a um **golfo marinho bastante mais restrito** que, no entanto, continuava a cobrir todo o Concelho de Almada e ainda mantinha uma ampla comunicação com o oceano.

Este mar seria **bastante menos profundo e claramente mais frio** que os mares de épocas anteriores, embora as suas águas ainda continuassem a ser mais quentes do que as que na atualidade banham as costas de Almada.



Todos os fósseis encontrados nas rochas destas idades pertencem, assim, a animais marinhos que apontam para esta diminuição da profundidade e descida da temperatura do mar, incluindo muitas espécies de **baleias, cachalotes, tubarões, peixes, moluscos, ouriços-do-mar** e, até, os **últimos crocodilos marinhos da região**.

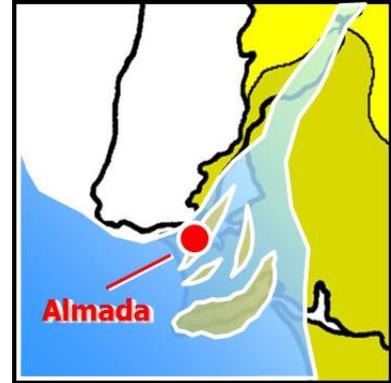


*Reconstituição da paisagem de Almada há 10 milhões de anos*

## Almada há 3 milhões de anos

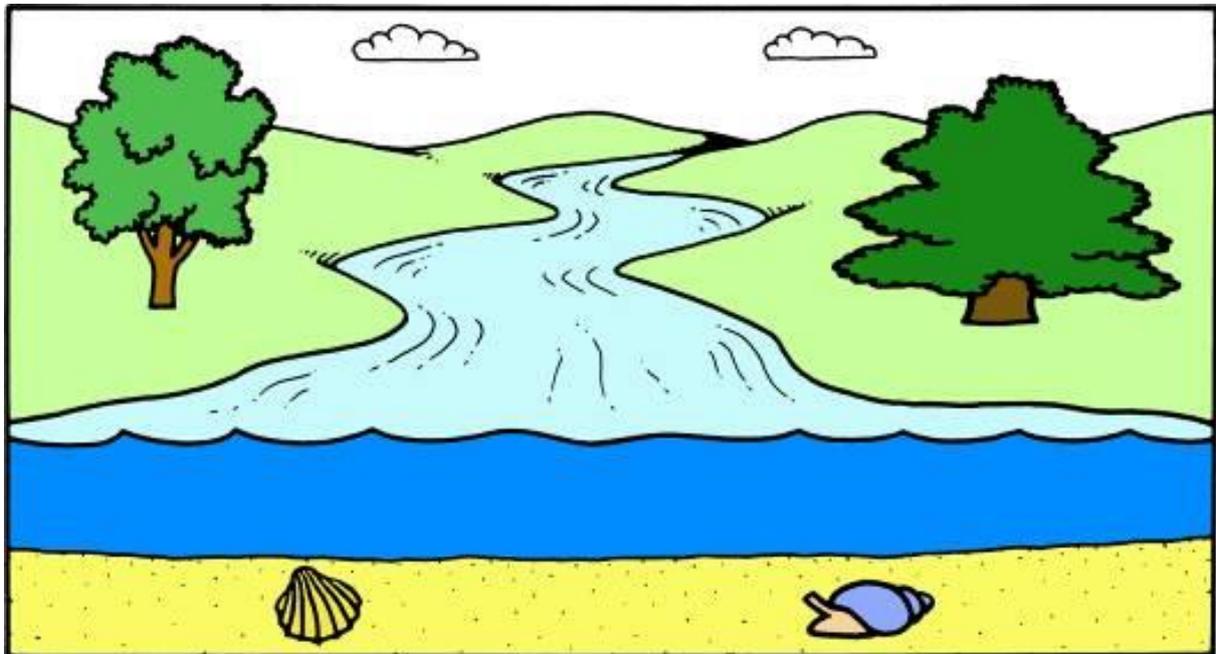
Após um longo período para o qual não existe informação (devido a uma lacuna de sedimentação entre os 10 e os 5 milhões de anos), verifica-se que a **paleogeografia da região mudou de forma radical** por volta dos 3 milhões de anos.

O mar retirou-se em definitivo da maior parte desta área e, no seu lugar, instalou-se um **grande rio entrançado com vários canais de escoamento (designado Pré-Tejo)**, cujo delta ocupava parte de Lisboa e quase toda a Península de Setúbal, podendo inclusive ter um braço a rodear a Serra da Arrábida.



Em contraste com tempos anteriores, **neste grande estuário predominavam sobretudo as águas salobras**, que eram também **mais temperadas** que as águas marinhas que outrora cobriram a região de Almada.

Os poucos fósseis encontrados nas camadas destas idades mostram que alguns moluscos bivalves e gastrópodes, tais como **búzios e berbigões**, viviam nos fundos de areia e vasa do delta do grande rio entrançado e que florestas semelhantes ao coberto vegetal atual, constituídas sobretudo por **bôrdos e castanheiros**, cobriam boa parte das terras emersas.



*Reconstituição da paisagem de Almada há 3 milhões de anos*

## Sítios de Interesse Geológico do Concelho de Almada

O substrato geológico de Almada, e em especial as camadas de rochas que afloram nas arribas litorais e ribeirinhas do concelho, têm bastante **interesse a nível nacional e mesmo internacional**.

O município possui, designadamente, uma das melhores sequências estratigráficas a nível nacional de sedimentos do período **Neogénico**, intervalo de tempo geológico que corresponde aos últimos 24 milhões de anos da história da Terra.

Nesta sequência, são de destacar os níveis da época **miocénica**, que estão muito bem representados e cuja alternância de sedimentos marinhos e continentais permite estabelecer correlações de primeira ordem entre estes dois domínios (fenómeno raro, mesmo a nível europeu).

Acresce a esta particularidade a grande **riqueza paleontológica** da série miocénica, nomeadamente a abundância, diversidade e boa preservação de fósseis em quase todos os seus níveis, os quais permitem reconstituir, de forma bastante precisa, a evolução paleoclimática, paleoambiental e paleogeográfica da região ao longo dos últimos 20 milhões de anos.

Além de áreas mais abrangentes, como a **Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa de Caparica** e a **Frente Ribeirinha Norte** (que também agregam, no seu todo, motivos de interesse geológico), existem locais específicos no concelho que, pelas suas características excepcionais, merecem ser destacados. Alguns destes **sítios de interesse geológico** enquadram-se nessas grandes áreas, sendo que todos vêm assinalados na Carta Geológica do Concelho de Almada e todos reúnem condições para serem classificados como **património geológico**.

Do elevado valor científico, didático e pedagógico destes sítios resulta grande interesse para um público variado e abrangente (incluindo estudantes, docentes, investigadores e população em geral), razão pela qual têm sido desenvolvidos vários percursos e visitas a estes locais por parte do município.

Chama-se ainda a atenção para o facto de, dada a sua importância científica e conseqüente valor patrimonial, **não ser permitida a colheita de amostras de rocha ou de vestígios fósseis** nestes locais. Qualquer achado geológico que se considere de maior importância deverá ser comunicado à **Ecoteca de Almada**.

Embora no Concelho de Almada existam muitos outros locais com elevado valor patrimonial, destacam-se aqui **4 sítios de interesse geológico**:

**Encosta do Cristo Rei**

**Escarpa do Pica-Galo**

**Arriba da Costa da Caparica**

**Arriba da Foz do Rego**

## Encosta do Cristo Rei

A arriba ribeirinha sobre a qual assenta o **Monumento ao Cristo Rei**, situado no Pragal, é constituída por diversas camadas de rochas sedimentares com especial interesse.

Ao longo da encosta que desce da base do monumento até à praia fluvial banhada pelo Tejo afloram várias camadas de argilas, arenitos e calcários que, no conjunto, constituem presentemente a melhor representação de terrenos depositados durante o andar Burdigaliano do Miocénico inferior, intervalo geológico compreendido entre os **20 e os 16 milhões de anos** aproximadamente.



Estas camadas permitem reconstituir a sucessão dos antigos ambientes que se verificou nesse intervalo, os quais variaram de meios marinhos, mais ou menos profundos, a meios estuarinos, quase continentais.

Acresce a existência de muitos e variados fósseis nos depósitos marinhos (entre os quais microfósseis, caranguejos, ouriços-do-mar, peixes e, principalmente, muitos bivalves e gastrópodes), mas sobretudo de uma jazida de cariz mais terrestre, a única na área do concelho de Almada, com restos de plantas, répteis e mamíferos.

O **acesso** à encosta é relativamente fácil, podendo ser feito de carro através da estrada que liga a **Avenida do Cristo Rei** à **Quinta de Arialva**, sendo a descida até à praia fluvial feita por um caminho de pé posto que parte dessa estrada.

## Escarpa do Pica-Galo

O sítio de interesse geológico designado por **Pica Galo** situa-se imediatamente a sudoeste da Trafaria, correspondendo a uma escarpa que atinge cerca de 30 metros de altura no seu ponto mais elevado e se estende aproximadamente por 700 metros de comprimento até ao Bairro do Pica Galo.



Ao longo desta escarpa afloram rochas de idade Burdigaliano superior a Langhiano (Miocénico inferior a médio), que datam do intervalo geológico compreendido entre os **17 e os 15 milhões de anos**. Estas camadas de arenitos e calcários constituem uma das melhores exposições actuais de depósitos marinhos desta idade, estando bem estudados do ponto de vista da sedimentologia, estratigrafia e paleontologia.

Foram aqui identificados vários tipos de fósseis, entre os quais microfósseis (que permitiram datar estes depósitos com precisão), coraliários, briozoários, caranguejos, ouriços-do-mar, peixes e, principalmente, muitos moluscos (bivalves e gastrópodes).

Embora o **acesso** directo à escarpa seja dificultado pelo seu perfil íngreme, podem ser obtidas boas vistas da mesma a partir da **Estrada do Povo da Raposeira**, que corre ao longo da sua base ligando a **Avenida Afonso de Albuquerque** ao **Caminho da Raposeira**.

## Arriba da Costa da Caparica

As trincheiras do **IC 20 (Via Rápida)** na descida para a **Costa de Caparica**, mais precisamente no local onde este eixo viário corta a Arriba Fóssil, constituem actualmente a melhor exposição das rochas do Serravaliano a Tortoniano inferior (Miocénico médio a superior, **entre 15 e 11 milhões de anos**) em toda a região de Lisboa e Península de Setúbal.



Na base das trincheiras e dos troços de arriba a norte e a sul deste ponto, afloram argilas e siltes cinzento-azulados que se depositaram no meio marinho mais profundo alguma vez registado na região durante o Miocénico. São sobrepostos por níveis mais arenosos e amarelados, também marinhos mas de menor profundidade, do final do Miocénico médio e início do Miocénico superior, que constituem o topo mais íngreme da arriba.

Os fósseis são muito abundantes e variados nestes depósitos, incluindo nomeadamente microfósseis, coraliários, caranguejos, ouriços-do-mar, moluscos (bivalves e gastrópodes) e, especialmente, restos de peixes e de cetáceos (baleias e golfinhos).

Embora facilmente avistados a partir do **IC 20 (Via Rápida)** ou da **Via Panorâmica Pablo Neruda** (que liga o primeiro aos Capuchos), o acesso a estes afloramentos não é muito fácil devido ao perfil íngreme da arriba e à proximidade destes eixos viários de tráfego intenso.

## Arriba da Foz do Rego

Cerca de 3 km a sul da Costa de Caparica, a **Ribeira da Foz do Rego** entalha a arriba fóssil de forma pronunciada, originando um vale que deixa expostos, nas suas encostas, os sedimentos arenosos que constituem a estrutura dominante da Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa de Caparica.



Os sedimentos arenosos da base da arriba constituem as rochas miocénicas mais modernas em toda a região de Lisboa e Península de Setúbal, datando do Miocénico superior, mais precisamente do Tortoniano inferior a médio (aproximadamente **entre 11 e 8 milhões de anos**). São sobrepostos por depósitos bastante mais grosseiros, sem fósseis, datados já do Pliocénico (com **cerca de 3 milhões de anos**).

Este local é bem conhecido dos geólogos desde os finais do século XIX, especialmente devido à grande abundância de fósseis miocénicos. Destacam-se os moluscos, que estão particularmente bem preservados e representados por grandes concentrações de conchas, as quais se pensa terem resultado de tempestades verificadas aquando da deposição destas unidades arenosas. Além dos moluscos, também foram encontrados fósseis de coraliários, ouriços-do-mar, peixes e cetáceos, entre outros.

A aproximação a estes afloramentos pode ser feita através da **Rua da Foz do Rego**, que, a partir da **Estrada Florestal da Fonte da Telha** (em frente ao acesso à Praia da Mata), sobe o vale da ribeira em direcção à **Charneca de Caparica**. No entanto, o acesso directo à arriba é algo difícil neste local, devido ao seu perfil bastante íngreme.

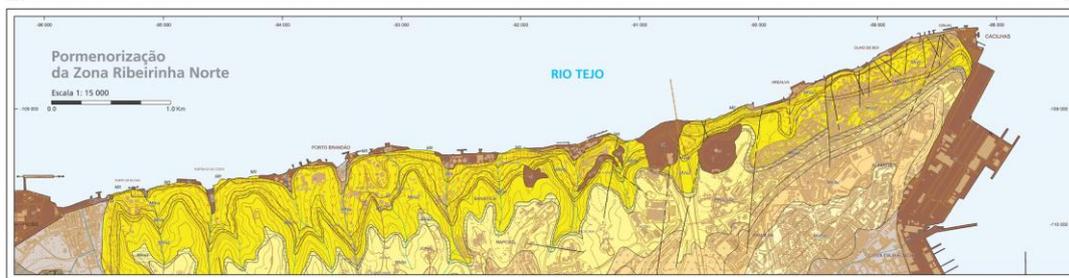
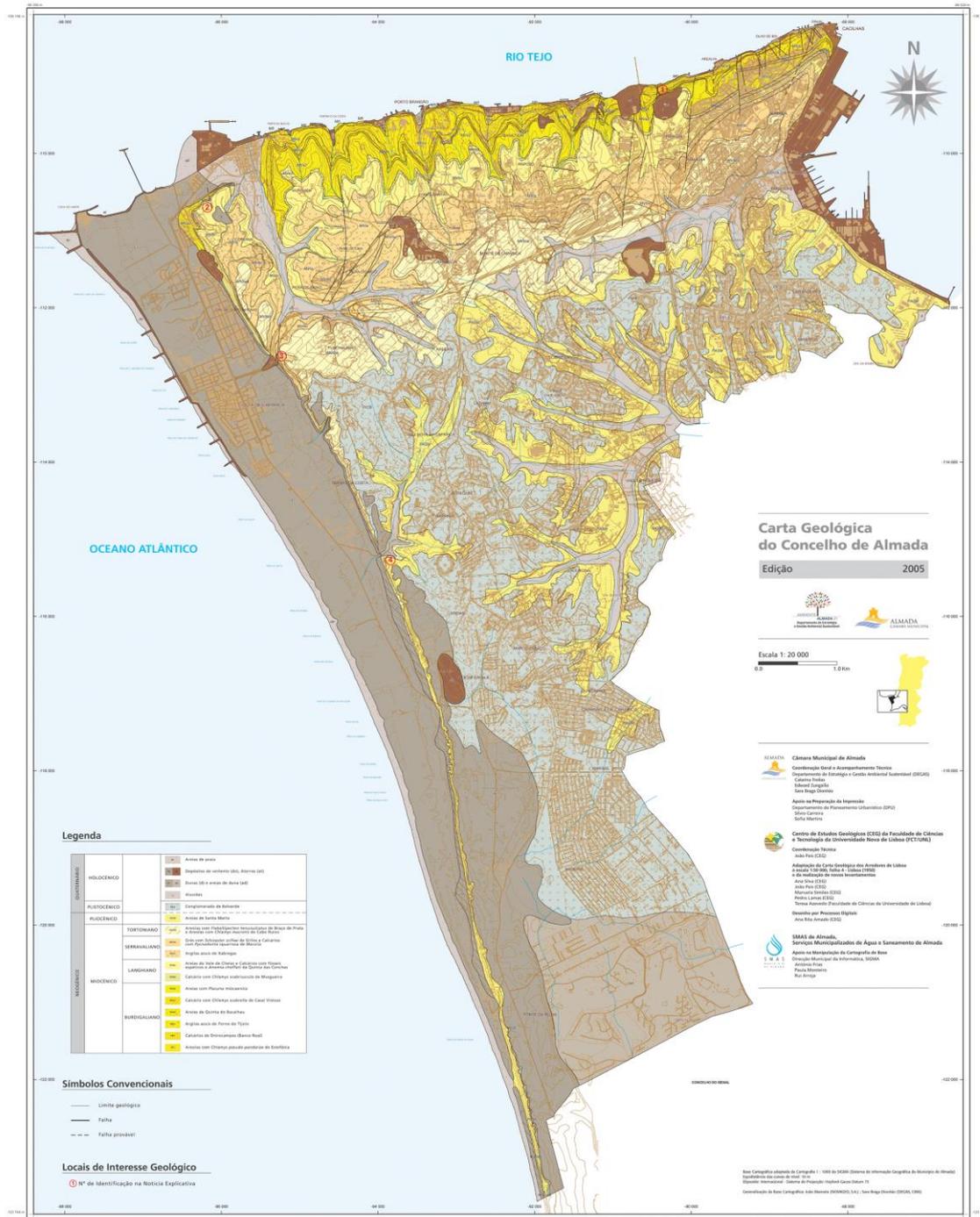
## Carta Geológica do Concelho de Almada

A **Carta Geológica do Concelho de Almada** consiste num documento pioneiro a nível nacional, uma vez que apresenta o primeiro mapa geológico de âmbito estritamente municipal, produzido expressamente por iniciativa autárquica. Foi elaborada sobre a base topográfica do **Sistema de Informação Geográfica do Município de Almada (SIGMA)**, com recurso a adaptações da cartografia geológica preexistente, bem como a interpretações de fotografias aéreas e realização de novos levantamentos de campo. Executada à escala **1:20 000**, é acompanhada de uma **Pormenorização da Zona Ribeirinha Norte** do concelho à escala **1:15 000**, área essa que foi objecto de estudo mais detalhado.

A elaboração desta carta, editada pela **Câmara Municipal de Almada** em 2005, resultou de um protocolo estabelecido entre os então existentes **Departamento de Estratégia e Gestão Ambiental Sustentável (DEGAS)**, que coordenou o projecto, e o **Centro de Estudos Geológicos (CEG)**, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, que realizou os levantamentos cartográficos. Beneficiou ainda da colaboração dos **Serviços Municipalizados de Água e Saneamento (SMAS)** de Almada, no que respeita à manipulação da cartografia de base.

A presente edição da carta resume o estado atual de conhecimento sobre a geologia da **Bacia do Baixo Tejo** acumulado ao longo de mais de 25 anos de estudo. A cartografia representa, nomeadamente, a distribuição das unidades litostratigráficas tradicionalmente usadas para subdividir o **Neogénico** da parte terminal da bacia, as quais correspondem a várias formações sedimentares de **idade miocénica, pliocénica, plistocénica e holocénica**. Contudo, dada a existência de diferenças nas condições de sedimentação, nem sempre foi possível distinguir em Almada as unidades miocénicas originalmente reconhecidas na região de Lisboa, pelo que, embora mantendo as designações clássicas, houve necessidade de agrupar algumas dessas unidades.

Além de constituir um documento de planeamento particularmente importante, suscetível designadamente de fornecer informação essencial para a definição de áreas de risco geológico, a Carta Geológica do Concelho de Almada revela-se uma ferramenta extremamente útil para todos os profissionais que se interessam pela geologia de Almada, incluindo geólogos, engenheiros civis e técnicos de ambiente. Destina-se igualmente a toda a população, tendo como objectivo despertar o interesse pela componente geológica do ambiente natural que nos rodeia e chamar a atenção para a importância da preservação do **legado geológico** que a Natureza nos oferece.



**Carta Geológica do Concelho de Almada**

## Bibliografia

- Antunes, M.T. (1961) *Tomistoma lusitanica*, crocodilien du Miocène du Portugal. *Revista da Faculdade de Ciências*, 2ª Série, C, **9** (1): 5-88.
- Antunes, M.T. (1971) Vertebrados fósseis da região de Lisboa. Seu enquadramento paleoecológico. *In III Curso de Extensão Universitária de Ciências Geológicas*. Centro de Estudos de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, Lisboa: 49-72.
- Antunes, M.T. & Chevalier, J.P. (1971) Notes sur la géologie et la paléontologie du Miocène de Lisbonne. VII – Observations complémentaires sur les madréporaires et les faciès récifaux. *Revista da Faculdade de Ciências*, 2ª Série, C, **16** (2): 291-306.
- Antunes, M.T. & Jonet, S. (1969-70) Requins de l'Helvétien supérieur et du Tortonien de Lisbonne. *Revista da Faculdade de Ciências*, 2ª Série, C, **16** (1): 119-280.
- Antunes, M.T. & Pais, J. (1993) The Neogene of Portugal. *Ciências da Terra (UNL)*, **12**: 7-22.
- Antunes, M.T.; Civis, J.; González-Delgado, J.A.; Pais, J.; Alonso Gavilán, G.; Andrés, I.; Sierro, F.J.; Valle, M. & Nascimento, A. (1990) The Late Serravallian - Early Tortonian marine sediments of the Tagus basin (Lisbon region). A sedimentological and paleontological approach. *In IX R.C.M.N.S. Congress, Barcelona 1990*: 27-29.
- Antunes, M.T.; Pais, J. & Legoinha, P. (1992) Excursion A. Neogene deposits of Lisboa and Setúbal Peninsula. *Ciências da Terra (UNL)*, Número especial II: 29-35.
- Antunes, M.T.; Legoinha, P.; Nascimento, A. & Pais, J. (1996) The evolution of the Lower Tagus basin (Lisbon and Setúbal Peninsula, Portugal) from Lower to early Middle Miocene. *Géologie de la France*, **4**: 59-77.
- Antunes, M.T.; Elderfield, H.; Legoinha, P.; Nascimento, A. & Pais, J. (1999) A stratigraphic framework for the Miocene from the Lower Tagus Basin (Lisbon, Setúbal Peninsula, Portugal). Depositional sequences, biostratigraphy and isotopic ages. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **12** (1): 3-15.
- Antunes, M.T.; Pais, J.; Balbino, A.; Mein, P. & Aguilar, J.-P. (1999) The Cristo Rei section (Lower Miocene). Distal fluvial environments in a marine series, plants, vertebrates and other evidence, age. *Ciências da Terra (UNL)*, **13**: 141-155.
- Antunes, M.T.; Legoinha, P.; Cunha, P.P. & Pais, J. (2000) High resolution stratigraphy and Miocene facies correlation in Lisbon and Setúbal Peninsula (Lower Tagus Basin, Portugal). *Ciências da Terra (UNL)*, **14**: 183-190.
- Antunes, M.T.; Azevedo, M.T.; Estevens, M.; González-Delgado, J.A.; Legoinha, P.; Pais, J.; Pimentel, N. & Sousa, L. (2000) *Cenozoic of Setúbal Peninsula*. Field trip guide, 4<sup>th</sup> March 2000, 1<sup>o</sup> Congresso sobre o Cenozóico de Portugal, Monte de Caparica, 57 p.
- Carvalho, A.M.G. (1963) Note sur les Bryozoaires de Palença. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **15**: 105-112.
- Carvalho, A.M.G. (1971) *Briozoários do Terciário Português (Cheilostomata do Neogénico da Orla Ocidental)*. Centro de Estudos Geológicos da Faculdade de Ciências de Lisboa (Fundação Instituto de Alta Cultura), Lisboa, 176 p.
- Carvalho, A.M.G.; Ribeiro, A. & Cabral, J. (1983-85) Evolução paleogeográfica da bacia cenozóica do Tejo-Sado. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **24**: 209-212.

- Chevalier, J.P. (1964-65) Contribution à l'étude des Madreporaires néogènes du Portugal et des Açores. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **48**: 109-140.
- Choffat, P. (1912-13) Rapports de géologie économique. 1. – Sur les sables aurifères, marins, d'Adiça et sur d'autres dépôts aurifères de la côte occidentale de la péninsule de Setubal. *Comunicações da Comissão do Serviço Geológico de Portugal*, **9**: 5-26.
- Choffat, P. (1950) Géologie du Cénozoïque du Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **30**, Suplemento: 1-182.
- Choffat, P. (1950) *Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000. Folha 34-D (Lisboa)*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- CMA (2005) Carta Geológica do Concelho de Almada na escala 1:20.000, com Pormenorização da Zona Ribeirinha Norte na escala 1:15. 000. Câmara Municipal de Almada, Almada.
- Cotter, J.C.B. (1904) Esquisse du Miocène marin portugais. In Dollfus, G.F.; Cotter, J.C.B. & Gomes, J.P. (1903-04) *Mollusques tertiaires du Portugal. Planches de Céphalopodes, Gastéropodes et Pélécy-podes laissées par F. A. Pereira da Costa. Accompagnées d'une explication sommaire et d'une esquisse géologique*. Commission du Service Géologique du Portugal, Lisbonne: 1-44.
- Cotter, J.C.B. (1909) Notice sur le Pliocène du Portugal. In Dollfus, G.F. & Cotter, J.C.B. (1909) *Mollusques tertiaires du Portugal. Le Pliocène au Nord du Tage (Plaisancien). 1<sup>re</sup> partie – Pelecypoda*. Commission du Service Géologique du Portugal, Lisbonne: vii-xxiv.
- Cotter, J.C.B. (1956) O Miocénico marinho de Lisboa. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **36**, Suplemento: 1-170.
- Dollfus, G.F.; Cotter, J.C.B. & Gomes, J.P. (1903-04) *Mollusques tertiaires du Portugal. Planches de Céphalopodes, Gastéropodes et Pélécy-podes laissées par F. A. Pereira da Costa. Accompagnées d'une explication sommaire et d'une esquisse géologique*. Commission du Service Géologique du Portugal, Lisbonne, 116 p.
- Eschwege, W.L. von (1831) Memoria Geognostica. Ou Golpe de vista do Perfil das estratificações das diferentes rochas, de que he composto o terreno desde a Serra de Cintra na linha de Noroeste a Sudoeste até Lisboa, atravessando o Tejo até á Serra da Arrabida, e sobre a sua idade relativa. *Historia e Memorias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, **11**: 253-280.
- Estevens, M. (2000) Miocene marine mammals from Portugal. Paleogeographical and paleoecological significance. *Ciências da Terra (UNL)*, **14**: 323-334.
- Estevens, M. (2003) Mamíferos marinhos do Miocénico da península de Setúbal. *Ciências da Terra (UNL)*, Número especial **V**, CD-ROM: A60-A63.
- Estevens, M. (2006) Mamíferos marinhos do Neogénico de Portugal. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 369 p. (não publicada)
- Estevens, M. & Antunes, M.T. (2004) Fragmentary remains of odontocetes (Cetacea, Mammalia) from the Miocene of the Lower Tagus Basin (Portugal). *Revista Española de Paleontología*, **19** (1): 93-108.
- Estevens, M.; Legoinha, P.; Sousa, L. & Pais, J. (1999) O Miocénico das arribas do litoral da Península de Setúbal. Um património geológico a preservar. In I Seminário sobre o Património Geológico Português, Instituto Geológico e Mineiro, Alfragide, 5 p.
- Estevens, M.; Legoinha, P.; Sousa, L. & Pais, J. (1999) Património Paleontológico do Miocénico da Península de Setúbal. In I Seminário sobre o Património Geológico Português, Instituto Geológico e Mineiro, Alfragide, 10 p.

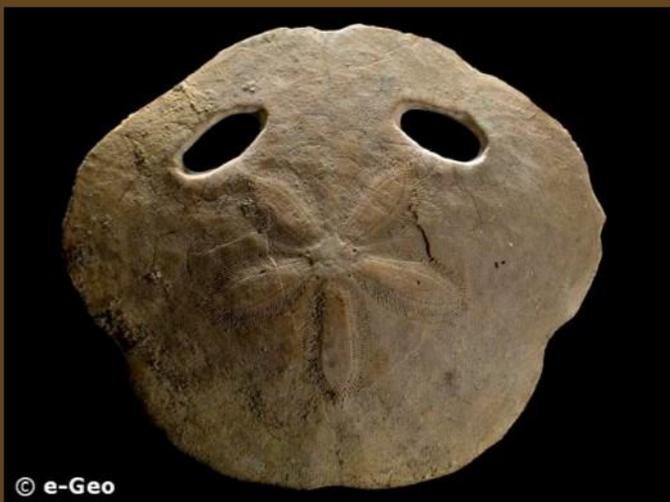
- Estevens, M.; Dionísio, S.; Ataíde, D. & Freitas, C. (2010) A divulgação da Geologia no âmbito da estratégia de educação e sensibilização ambiental da Câmara Municipal de Almada. *In VIII Congresso Nacional de Geologia, e-Terra - Revista Electrónica de Ciências da Terra*, **15** (49): 1-4.
- Estevens, M.; Dionísio, S.; Ataíde, D. & Freitas, C. (2010) Maleta de Fósseis de Almada: um recurso educativo de divulgação do património paleontológico criado pela Câmara Municipal de Almada. *In Santos, A.; Mayoral, E.; Meléndez, G.; Silva, C.M. & Cachão, M. (eds.). III Congresso Ibérico de Paleontologia. XXVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Livro de resumos. Publicaciones del Seminario de Paleontología de Zaragoza*, 9: 25-28.
- Ferreira, O.V. (1953) Espécies novas de Pectinídeos do Miocénico Português. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **11**: 79-86.
- Ferreira, O.V. (1954) Malacostráceos do Miocénico marinho de Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **35**: 57-78.
- Ferreira, O.V. (1961) Pectinídeos do Miocénico da Bacia do Tejo. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **45**: 419-465.
- Ferreira, O.V. (1961) Equinídeos do Miocénico de Portugal Continental e Ilhas Adjacentes. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **45**: 529-564.
- Ferreira, O.V. (1964-65) Nova contribuição para o conhecimento dos Malacostráceos do Miocénico Marinho de Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **48**: 141-156.
- Fonseca, B. (1976) *Coccolithus taganus*, nouvelle espèce de Coccolithophoridé du Miocène de Lisbonne. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **20**: 29-32.
- Fonseca, B. (1977) Notes sur la Géologie et la Paléontologie du Miocène de Lisbonne. XVIII – Coupe de Palença, rive gauche du Tage: stratigraphie et micropaléontologie (Coccolithophoridés). *Ciências da Terra (UNL)*, **3**: 61-99.
- Freneix, S. (1957) Lamellibranches nouveaux du Miocène du Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **38**: 227-239.
- Gibert, J.M.; Silva, C.M. & Cachão, M. (1998) Icnofábrica de Ophiomorpha/Conichnus en el Mioceno Inferior de Cristo Rei (Almada, Portugal). Implicaciones paleoambientales. *Revista Española de Paleontología*, **13**: 251-259.
- González-Delgado, J.A.; Sierro, F.J. & Civis, J. (1993) Cambios globales del nivel del mar y concentraciones de megafaunas marinas someras en el Neógeno del Oeste de la Península Ibérica. *Comunicaciones de las XI Jornadas de Paleontología*, Málaga: 33-36.
- González-Delgado, J.A.; Andrés, I. & Sierro, F.J. (1995) Late Neogene molluscan faunas from NE Atlantic (Portugal, Spain, Morocco). *Geobios*, **28**: 459-471.
- Jonet, S. (1963-64) Notes d'ichthyologie miocène. *Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa*, **10** (1): 29-44.
- Jonet, S. (1965-66) Notes d'ichthyologie miocène. II – Les Carcharhinidae. *Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa*, **10**: 65-88.
- Jonet, S. (1968) Notes d'ichthyologie miocène portugaise. V – Quelques Batoïdes. *Revista da Faculdade de Ciências, 2ª Série, C*, **15**: 233-258.
- Jonet, S. (1972-73) Étude des otolithes des téléostéens (Pisces) du Miocène des environs de Lisbonne. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **56**: 107-327.
- Jonet, S. (1975) Notes d'ichthyologie miocène portugaise. VI – Les Sparidae. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **19**: 135-172.

- Jonet, S. (1976) Notes d'ichthyologie miocène. VII – La famille des Mobulidae au Portugal. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **20**: 53-64.
- Jonet, S. (1978) Le Tortonien supérieur (TVII-b) des environs de Fonte da Telha (Península de Setúbal) et ses faunes. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **63**: 13-51.
- Jonet, S. (1979) Le Tortonien supérieur (TVIIb) des environs de Fonte da Telha (Péninsule de Setúbal) et ses faunes. 2<sup>e</sup> partie: Les otolithes des Poissons téléostéens. 3<sup>e</sup> partie: Les Invertébrés. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **65**: 105-130.
- Jonet, S. (1980-81) Présence d'un delphinidé dans l'Helvétien supérieur de Costa de Caparica. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **22**: 15-17.
- Jonet, S. (1981) Vertébrés remaniés dans l'Helvétien V-c des environs de Lisbonne. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **67** (1): 47-51.
- Jonet, S. (1984) Présence du genre *Alosa* (Pisces, Clupeidae) dans l'Helvétien supérieur de Costa da Caparica. In *Volume d'hommage au géologue Georges Zbyszewski*. Éditions Recherches sur les Civilisations, Paris: 289-291.
- Kellogg, R. (1938-40) On the Cetotheres figured by Vandelli. *Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Lisboa*, 3<sup>a</sup> Série, **7-8**: 13-22.
- Legoinha, P. (2001) *Biostratigrafia de Foraminíferos do Miocénico de Portugal (Baixo Tejo e Algarve)*. Dissertação de Doutoramento, Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 240 p. (não publicado)
- Loriol, P. de (1896) *Description des Échinodermes tertiaires du Portugal*. Direction des Travaux Géologiques du Portugal, Lisbonne, 50 p.
- Manuppella, G. (coord.) (1994) *Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000. Folha 38-B (Setúbal)*. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.
- Manuppella, G.; Antunes, M.T.; Pais, J.; Ramalho, M.M. & Rey, J. (1999) *Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia explicativa da folha 38-B Setúbal*. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, 143 p.
- Mayr, G.; Hazevoet, C.J.; Dantas, P. & Cachão, M. (2008) A sternum of a very large bony-toothed bird (Pelagornithidae) from the Miocene of Portugal. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **28** (3): 762-769.
- Pais, J.; Moniz, C.; Cabral, J.; Cardoso, J.L.; Legoinha, P.; Machado, S.; Morais, M.A.; Lourenço, C.; Ribeiro, M.L.; Henriques, P. & Falé, P. (2006) *Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia explicativa da folha 34-D Lisboa*. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, 74 p.
- Pais, J.; Legoinha, P. & Estevens, M. (2008) Património paleontológico do Concelho de Almada. In Callapez, P.; Rocha, R.B.; Marques, J.F.; Cunha, L.S. & Dinis, P.M (eds.) *A Terra - Conflitos e Ordem: homenagem ao Prof. António Ferreira Soares*. Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra: 143-158.
- Pereira, P.; Cachão, M. & Silva, C.M. (1998) Estudo biométrico de *Chlamys macrotis* (Sowerby, 1847) - Bivalvia, Pectinidae - da jazida miocénica da Foz do Rego (Almada, Portugal). *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, **84**: A138-A141.
- Pereira, P.; Cachão, M. & Silva, C.M. (2003) Asteroidea (Echinodermata) do Miocénico da Bacia do Baixo Tejo-Sado. *Ciências da Terra (UNL)*, Número especial **V**, CD-ROM: A106-A109.
- Sendra, J.; Coke, C.; Abreu, A. & de Renzi, M. (2000) Um misticeto (Cetacea, Mysticeti, Cetotheridae?) do Serravaliano de Portugal. In Diez, J.B. & Balbino, A.C. (eds.) - *I Congresso Ibérico de*

*Paleontología / XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. Universidade de Évora, Évora: 24-26.

- Serralheiro, A.M.R. (1954) Contribuição para o conhecimento da fauna ictiológica do Miocénico marinho de Portugal continental. *Revista da Faculdade de Ciências, 2ª Série, C*, **4**: 39-119.
- Silva, J.B.A. (1817) Memoria sobre a nova Mina de ouro da outra banda do Tejo. Lida em 10 de Maio de 1815. *Historia e Memorias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, **5** (1): 140-152.
- Steurbaut, E. & Jonet, S. (1981) Revision des otolithes de Téléostéens du Miocène portugais. *Bulletin de la Société Belge de Géologie*, **90**: 191-229.
- Vandelli, A.A. (1831) Additamentos. Ou Notas á Memoria Geognostica, ou golpe de vista do Perfil das estratificações das diferentes rochas que compõem os terrenos desde a Serra de Cintra até á da Arrabida. *Historia e Memorias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, **11**: 281-306.
- Zbyszewski, G. (1949b) Contribution à la connaissance du Pliocène portugais. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **30**: 5-24.
- Zbyszewski, G. (1953) Note sur une mandibule d'*Isocetus* trouvée à Mutela. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **11** (1): 91-92.
- Zbyszewski, G. (1957) Le Burdigalien de Lisbonne. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **38**: 91-226.
- Zbyszewski, G. (1963) *Carta geológica dos arredores de Lisboa na escala 1/50 000. Notícia explicativa da folha 4 (Lisboa)*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 93 p.
- Zbyszewski, G. & Almeida, F.M. (1950) Os peixes miocénicos portugueses. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **31**: 309-412.
- Zbyszewski, G.; Ferreira, O.V.; Manupella, G. & Assunção, C.T. (1965) *Carta Geológica de Portugal na escala de 1/50 000. Notícia explicativa da folha 38-B (Setúbal)*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 134 p.

# GEOLOGIA de ALMADA



ROCHAS, FÓSSEIS e PAISAGENS

# Ficha Técnica

## Textos

Mário Estevens

## Design e ilustrações

Mário Estevens

## Fotografias

e-Geo, Luís Quinta, Mário Estevens,  
Ricardo Guerreiro

Baseado em conteúdos de 2008,  
atualizados em 2022



## Marcação de visitas guiadas

(grupos com mínimo de 10 participantes)

ou apresentações sobre a Geologia de Almada:

Divisão de Intervenção Ambiental e Ecológica,

Câmara Municipal de Almada

E-mail: [diacs@cma.m-almada.pt](mailto:diacs@cma.m-almada.pt) | Tel.: 212722518