



**Maria de Fátima
Ferreira Guerra**

**O Cretácico na região de Queluz: património natural
em torno da escola**



**Maria de Fátima
Ferreira Guerra**

**O Cretácico na região de Queluz: património natural
em torno da escola**

dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Geologia e Biologia, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Maria do Rosário Mascarenhas de Almeida Azevedo, Professora Auxiliar do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro

Para os meus pais e os meus filhos

o júri

presidente

Professora Doutora Cristina Maria de Almeida Bernardes
professora associada da Universidade de Aveiro

Professor Doutor Pedro Terrinha
investigador auxiliar no Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação

Professora Doutora Maria do Rosário Mascarenhas de Almeida Azevedo
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Quero manifestar o meu reconhecimento a todos os que de alguma forma contribuíram para que este projecto fosse levado a bom termo.

Começo por expressar os meus agradecimentos à Professora Doutora Maria do Rosário Azevedo, do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, cuja orientação, disponibilidade, compreensão e apoio foram imprescindíveis para alcançar os objectivos a que me propus inicialmente.

À Professora Doutora Beatriz Valle Aguado quero agradecer a preciosa ajuda que, apesar dos seus múltiplos afazeres, me prestou em vários momentos, nomeadamente o apoio informático necessário para a execução de algumas figuras da dissertação e a apresentação de um trabalho no Simpósio de Enseñanza de Geología.

À D. Maria da Graça Marques o enorme apoio dado na elaboração de algumas figuras e na fase de impressão da tese e à doutoranda Ana Antunes agradeço a ajuda na execução das fotografias de microscópio.

Agradeço ao Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro o facto de me ter facultado a utilização das suas instalações laboratoriais sempre que delas necessitei.

Ao Conselho Executivo da Escola Secundária Stuart Carvalhais agradeço a possibilidade que me foi dada de conciliar o meu horário com o horário do mestrado, sem o que teria sido impossível realizá-lo.

Aos meus colegas de mestrado agradeço a boa disposição e o bom clima de equipa que tornaram mais leves os dias de trabalho que partilhámos.

E por último, porque a rede de afectos constituiu o suporte emocional necessário à realização de tarefas que pareciam inconciliáveis, agradeço à Laura, à Lurdes e a todos os que de diferentes formas contribuíram para tornar mais fácil o meu dia-a-dia.

Um agradecimento especial para a Cuca e para a Marília, minhas amigas de longa data, com quem sei que posso sempre contar.

Finalmente agradeço à família a que tenho a sorte de pertencer. Aos meus pais, agradeço o apoio incondicional que me têm dado em todas as aventuras e caminhos que ao longo dos anos decidi percorrer. Ao Rui agradeço o incentivo, o carinho e o apoio, recursos inestimáveis em momentos difíceis. E, por último, agradeço à Inês e ao João a compreensão e a paciência com que aceitaram o adiamento dos seus projectos, sempre que a mãe estava a trabalhar para o mestrado.

A todos, muito obrigada.

palavras-chave

Cretácico, Bacia Lusitânica, calcário, basalto, itinerário geológico

resumo

Com este trabalho pretendeu-se planear e levar a cabo um conjunto de actividades no âmbito da Geologia, passíveis de serem desenvolvidas em vários ambientes de aprendizagem — campo, sala de aula, laboratório e computador — que permitam aos alunos conhecer a litologia e a história geológica da zona onde vivem.

A investigação realizada, as actividades e materiais elaborados centraram-se numa zona de cerca de 3-4 Km em volta da Escola Secundária Stuart Carvalhais, em Massamá (Queluz), nos arredores de Lisboa. A escolha deste tema e desta área pretende proporcionar aos alunos a realização de trabalho de campo, em alternativa às visitas de estudo tradicionais, levando-os a terem novas visões da Geologia e do local em que vivem, de modo a compreenderem que o chão que pisam tem uma longa história para contar.

O trabalho iniciou-se com o reconhecimento da Geologia local com base na cartografia existente, no trabalho de campo e na bibliografia disponível. Seleccionaram-se os afloramentos que pareceram mais adequados e foram recolhidos dados relativos à litologia, aos recursos, ao património natural e arqueológico, à ocupação antrópica da região e aos problemas de Ordenamento.

Em simultâneo procedeu-se à revisão bibliográfica relativa às perspectivas actuais da Educação em Ciências, às Orientações Curriculares relativas aos 7º, 10º e 11º anos, das disciplinas de Ciências Naturais e Biologia e Geologia, e ao Projecto Educativo da Escola — “Stuart XXI” — com vista à contextualização didáctica das actividades a desenvolver.

Da investigação resultou a planificação de um conjunto de actividades para cada um dos anos de escolaridade referidos.

Por existirem nas imediações da escola excelentes afloramentos e uma grande variedade de aspectos geológicos com potencialidades didácticas, as actividades que se propõem não esgotam as possibilidades que a zona proporciona.

Os percursos foram escolhidos em função da sua extensão e segurança e as actividades foram planificadas em função dos conteúdos a leccionar e do grau de dificuldade exigido para os diferentes anos de escolaridade. As actividades planeadas encontram-se em anexo.

keywords

Cretaceous, Lusitanian Basin, carbonate rocks, basalts, geologic itinerary

abstract

The main objective of this work was the conceptual development, planning and design of a geology outreach project to be performed both inside and outside the classroom (field, laboratory, computer room). The approach followed is expected to contribute to motivate the students to the study of the geology of the place where they live and to increase their interest in earth sciences.

The region under investigation is located in the southern sector of the West Portuguese Mesozoic Basin (Lusitanian Basin) and involves an area of 3-4 km around the Stuart Carvalhais Secondary School in Massamá (Queluz), in the environments of Lisbon. The area and the topics selected will provide an opportunity to carry out field work, in alternative to traditional field trips and will help the students to develop a new perspective of Geology.

In the first stage of the project, the students will look at topographic and geologic maps in order to identify the main geologic units cropping out in the region. Additional information will be obtained through bibliographic and internet research. Problems such as land management, natural resources and human occupation will also be focused.

The field trip, consisting of five selected stops, provides an opportunity to observe good outcrops of sedimentary and igneous rocks of Cretaceous age and to collect a varied set of field data, based on which it will be possible to reconstruct the geological history of the region. On the walk, the rock-forming processes as well as the natural and historical patrimony will be discussed and some information on geotectonic setting will be given. Back to school, the students will compile all the field observations, will do some further research in the laboratory and will integrate and present the results obtained.

The project is designed for students of Earth Sciences of the 7th grade and of Biology and Geology of the 10th and 11th grade and follows the curricular recommendations of the Portuguese Ministry of Education for these levels of teaching. It also reflects the concerns of the Education Project of the School — “Stuart XXI”.

The thesis is organized in six chapters. The main objectives of the work and the adopted methodology are presented in the first chapter. Chapter II describes the area around the school, whilst Chapter III includes the guide of the geologic tour with a detailed description of the different stops. Chapter IV provides a literature review of the main aspects of the Geology of the Cretaceous in Portugal. Chapter V presents a brief overview of the geodynamic evolution of the Lusitanian Basin and Chapter VI includes the main conclusions of the thesis.

ÍNDICE GERAL

| | Págs. |
|---|--------------|
| CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO | 1 |
| I.1. OBJECTIVOS..... | 1 |
| I.2. METODOLOGIA..... | 2 |
| I.3. CARTA DE EXPLORAÇÃO..... | 3 |
| I.4. CONTEXTUALIZAÇÃO DIDÁCTICA..... | 3 |
| I.4.1. Perspectivas actuais da Educação em Ciências..... | 5 |
| I.4.2. Orientações curriculares..... | 7 |
| I.4.3. Projecto Educativo “Stuart XXI”..... | 11 |
| I.5. PLANIFICAÇÃO DE ACTIVIDADES E AVALIAÇÃO..... | 13 |
| I.6. ESTRUTURA DA TESE..... | 14 |
| CAPÍTULO II: A ESCOLA E A ÁREA ENVOLVENTE | 17 |
| II.1. LOCALIZAÇÃO E HISTÓRIA DA ESCOLA..... | 17 |
| II.2. PATRIMÓNIO GEOLÓGICO..... | 19 |
| II.2.1. Gruta de Colaride..... | 19 |
| II.2.2. Monumento Natural de Pego Longo (Carenque)..... | 21 |
| II.3. OCUPAÇÃO ANTRÓPICA..... | 25 |
| II.4. ORDENAMENTO E DEFESA DO PATRIMÓNIO..... | 29 |
| II.4.1. Problemas Antigos..... | 30 |
| II.4.2. Problemas Recentes..... | 31 |
| CAPÍTULO III: A SAÍDA DE CAMPO | 37 |
| III.1. UNIDADE PRÉ-VIAGEM — PREPARAÇÃO DA SAÍDA..... | 37 |
| III.2. A SAÍDA DE CAMPO..... | 43 |
| III.2.1. Paragem 1 - Pátio da Escola Secundária Stuart Carvalhais..... | 43 |
| III.2.2. Paragem 2 - Talude nas traseiras da Rua do Serrado..... | 48 |
| III.2.3. Paragem 3 - Pedreira de Colaride a Sul do Moinho de Rocanes.... | 51 |
| III.2.4. Paragem 4 - Recta do Papel..... | 59 |
| III.2.5. Paragem 5 – Reboleira..... | 65 |
| III.2.6. Desenvolvimento de competências nos domínios do “saber” e do “saber fazer”..... | 69 |
| III.3. UNIDADE PÓS-VIAGEM | 69 |

| | |
|---|-------|
| CAPÍTULO IV: O CRETÁCICO DA REGIÃO DA ESCOLA | 77 |
| IV.1. A BACIA LUSITÂNICA..... | 77 |
| IV.2. O REGISTO SEDIMENTAR CRETÁCICO..... | 79 |
| IV.2.1. Passagem do Jurássico ao Cretácico..... | 82 |
| IV.2.2. Valanginiano – Barremiano inferior..... | 82 |
| IV.2.3. Barremiano superior – Aptiano superior..... | 83 |
| IV.2.4. Albiano inferior – Cenomaniano superior..... | 84 |
| IV.3. ROCHAS MAGMÁTICAS..... | 89 |
| IV.3.1. Maciço Eruptivo de Sintra..... | 89 |
| IV.3.2. Complexo Vulcânico de Lisboa..... | 91 |
| IV.4. RECURSOS GEOLÓGICOS..... | 94 |
| CAPÍTULO V: EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DA BACIA LUSITÂNICA.. | 97 |
| V.1. CICLO DE WILSON..... | 97 |
| V.2. AS GRANDES UNIDADES GEOLÓGICAS DA PENÍNSULA..... | 99 |
| V.3. EVOLUÇÃO DA BACIA LUSITÂNICA..... | 103 |
| V.3.1. Primeira fase de “rifting” (<i>Triásico - Sinemuriano</i>)..... | 105 |
| V.3.2. Segunda fase de “rifting” (<i>Sinemuriano - Oxfordiano</i>)..... | 107 |
| V.3.3. Terceira fase de “rifting” (<i>Kimeridgiano - Berriasiano Inferior</i>)..... | 108 |
| V.3.4. Quarta fase de “rifting” (<i>Berriasiano Superior - Aptiano Superior</i>)... | 110 |
| V.3.5. Evolução pós-“rift” (<i>pós- Aptiano</i>)..... | 112 |
| V.4. EVOLUÇÃO DA REGIÃO DURANTE O CENOZÓICO..... | 116 |
| CAPÍTULO VI: CONCLUSÕES..... | 119 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 121 |
| CARTAS CONSULTADAS..... | 126 |
| ENDEREÇOS ELECTRÓNICOS..... | 126 |
| ANEXOS..... | i |
| A1- Anexo 1..... | iii |
| A2 - Anexo 2..... | xxvii |
| A3 - Anexo 3..... | xlix |

ÍNDICE DE ESTAMPAS

| | Págs. |
|---|--------------|
| ESTAMPA I | 45 |
| I.1. Candeeiro caído devido a deslizamento de terreno – Paragem 1..... | 45 |
| I.2. Candeeiro inclinado por acção de movimentos de terreno – Paragem 1.. | 45 |
| I.3. Diaclases no basalto aflorante no pátio da escola – Paragem 1..... | 45 |
| I.4. Aspecto da alteração de basaltos do CVL no pátio da escola – Parag. 1 | 45 |
| I.5. Aspecto geral do afloramento – Paragem 2..... | 45 |
| I.6. Basalto com textura vesicular e disjunção esferoidal – Paragem 2..... | 45 |
| ESTAMPA II | 49 |
| II.1. Clinopiroxena (cpx), plagioclase (pl) e opacos (op) em basalto do CVL (N //)..... | 49 |
| II.2. Aspecto da microfotografia anterior em nicóis cruzados..... | 49 |
| II.3. Fenocristal de olivina (ol) em matriz composta por plagioclase (pl), clinopiroxena (cpx) e opacos (op) (N //)..... | 49 |
| II.4. Aspecto da microfotografia anterior em nicóis cruzados..... | 49 |
| ESTAMPA III | 53 |
| III.1. Disjunção esferoidal em basaltos do CVL – Paragem 2..... | 53 |
| III.2. Aspecto geral dos piroclastos intercalados nos basaltos – Paragem 2 | 53 |
| III.3. Contacto superior entre os piroclastos e os basaltos do CVL – Paragem 2..... | 53 |
| III.4. Contacto entre os calcários da F. Bica (Cenomaniano superior) e os basaltos do CVL – Paragem 3..... | 53 |
| III.5. Nível piroclástico sobre basaltos do CVL – Paragem 3..... | 53 |
| ESTAMPA IV | 55 |
| IV.1. Aspecto geral da escarpa oriental da pedreira, mostrando as relações entre os calcários com rudistas da F. Bica e os basaltos e piroclastos do CVL – Paragem 3..... | 55 |
| IV.2. Superfícies de estratificação nos calcários com rudistas da Formação da Bica (Cenomaniano superior) - Paragem 3..... | 55 |
| IV.3. Estrias de deslizamento em diaclase – Calcários com rudistas da F. Bica (Cenomaniano superior) da Paragem 3..... | 55 |
| IV.4. Fóssil de bivalve nos calcários com rudistas da Formação da Bica (Cenomaniano superior) - Paragem 3..... | 55 |

| | |
|---|----|
| IV.5. Fósseis de rudistas em corte longitudinal nos calcários da F. Bica (Cenomaniano superior) - Paragem 3..... | 55 |
| ESTAMPA V | 61 |
| V.1. Bioclastos de bivalves ligados por matriz micrítica em calcários da F. Bica - Paragem 3..... | 61 |
| V.2. Preenchimento de concha de rudistas por calcite espática nos calcários da F. Bica - Paragem 3..... | 61 |
| V.3. Bioclastos de bivalves e coraliários envolvidos por matriz micrítica em calcários da F. Bica - Paragem 4..... | 61 |
| V.4. Bioclastos de bivalves envolvidos por matriz micrítica e argilosa em calcários da F. Caneças - Paragem 4..... | 61 |
| ESTAMPA VI | 63 |
| VI.1. Bancadas de calcários da F. Bica (Cenomaniano superior) – Paragem 4..... | 63 |
| VI.2. Preenchimento de “terra rossa” em zonas de fractura nos calcários da F. Bica – Paragem 4..... | 63 |
| VI.3. Macrofóssil de gastrópode em calcário da F. Bica (Cenomaniano superior) – Paragem 4..... | 63 |
| VI.4. Alternância de camadas margosas, argilosas e carbonatadas na F. Caneças (Belasiano) – Paragem 4..... | 63 |
| ESTAMPA VII | 67 |
| VII.1. Alternância de calcários e camadas margo-argilosas na F. Caneças (Belasiano) – Paragem 4..... | 67 |
| VII.2. Carsificação em camadas carbonatadas da F. Caneças (Belasiano) – Paragem 4..... | 67 |
| VII.3. Alternância de calcários margosos compactos com camadas argilosas na F.Caneças – Paragem 4..... | 67 |
| VII.4. Dobra afectando as camadas da F.Caneças (Belasiano). Na zona de charneira identificam-se duas fracturas – Paragem 4 | 67 |
| VII.5. Aspecto geral dos depósitos conglomeráticos da Paragem 5..... | 67 |
| VII.6. Diversidade de clastos no nível conglomerático da Paragem 5..... | 67 |
| ESTAMPA VIII | 71 |
| VIII.1. Localizando os afloramentos em cartas topográficas e geológicas..... | 71 |
| VIII.2. Colhendo amostras de rocha com o martelo de geólogo..... | 71 |

| | |
|--|----|
| VIII.3 Usando a escala para fotografar afloramentos..... | 71 |
| VIII.4. Identificando as amostras colhidas antes de as colocar em sacos..... | 71 |
| VIII.5. Registrando as observações efectuadas no campo..... | 71 |
| VIII.6. Preparando as apresentações sobre a actividade de campo, organizados em grupos de trabalho..... | 71 |
| ESTAMPA IX Poster “Reportagem da aula de campo”..... | 73 |
| ESTAMPA X Poster “95 Ma — ancestrais marcantes”..... | 74 |
| ESTAMPA XI Poster “Calcários recifais”..... | 75 |
| ESTAMPA XII Poster “Complexo Vulcânico de Lisboa”..... | 76 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | Pág. |
|---|-------------|
| I.1 Carta de Exploração Geral..... | 4 |
| I.2 Múltiplas vertentes do trabalho prático..... | 6 |
| I.3 Fotografia aérea da Escola Secundária Stuart Carvalhais em Massamá (extraída de http://www.stuartcarvalhais.com)..... | 11 |
| II.1 Planta da freguesia de Massamá (extraído de http://vps2.elementodigital.com)..... | 17 |
| II.2 Planta da Escola Secundária Stuart Carvalhais (extraído de http://www.stuartcarvalhais.com)..... | 18 |
| II.3 Fotografia, caricatura, biografia sumária e assinatura de Stuart Carvalhais. O desenho representa duas personagens da sua banda desenhada — o Quim e o Manecas (http://www.monte-abraao-queluz.blogspot.com/)..... | 19 |
| II.4 Gruta de Colaride..... | 20 |
| II.5 Corte longitudinal e planta da gruta de Colaride - Vitor Amendoeira 1983 (http://ribeiradasjardas.blogspot.com/2008/06/gruta-de-colaride.html)..... | 21 |
| II.6 Fotografia de satélite da zona de Massamá Norte, Carenque e Queluz. O círculo laranja assinala o Monumento Natural de Pego Longo (Carenque), a seta laranja assinala a CREL e o círculo azul assinala a escola (http://earth.google.com/gallery/)..... | 22 |
| II.7 Jazida de Pego Longo (Carenque). (a) Aspecto geral das pegadas; (b) trilho principal (Galopim de Carvalho, 1991) (c) pormenor do trilho maior, com marcas subcirculares (Delgado Rodrigues, 1991) (d) pegada tridáctila (Vanda Santos, 1991) (http://www.mnhn.ul.pt/dinos/public_html/Jazidas/Carenque/index.html)..... | 23 |
| II.8 (a) Galeria da Estria (Monte Abraão) (http://www.eb1-belas-n5-serra-silveira.rcts.pt); (b) Anta do Monte Abraão (http://www.lifecooler.com); (c) Galeria Coberta de Carenque (ou Monumento Megalítico de Pego Longo) (http://www.malhatlantica.pt); (d) Necrópole de Carenque – (http://www.malhatlantica.pt)..... | 26 |
| II.9 Povoado fortificado de Leceia (≈ 3000 a 2000 a.C.)..... | 27 |
| II.10 (a) Molde talhado em pedra destinado à fundição de lâminas em meia-lua, utilizadas para a ceifa dos cereais (Idade do Bronze); (b) <i>villa</i> ou casal agrícola romano; (c) moinho de Casal de Rocanes (extraído de http://colaride.no.sapo.pt/historia/index.html)..... | 28 |

| | | |
|--------------|---|----|
| II.11 | Na fotografia observa-se a Av. Elias Garcia, junto à Ponte Pedrinha, a sul do mercado. O círculo assinala o espaço ocupado por um prédio que ruuiu e a seta assinala o sentido da corrente do rio (http://earth.google.com/gallery/)..... | 30 |
| II.12 | Fotografia de satélite da zona de Massamá Norte, Carenque e Queluz. O círculo azul assinala a escola. As setas verdes assinalam o leito do Rio Jamor, vendo-se que muitos prédios foram construídos junto ao leito. O círculo vermelho assinala a zona onde se localizavam os prédios que ruíram nas cheias de 1967 (ver pormenor na figura II.11) (http://earth.google.com/gallery/)..... | 31 |
| II.13 | Esta obra de engenharia é constituída por duas galerias paralelas, com 19m de largura e 265m de comprimento que terminam com esculturas estilizadas de uma cabeça e uma cauda de dinossauro (http://www.geocaching.com)..... | 33 |
| II.14 | Aspecto da CREL e da Jazida de Pego Longo. A aparente “interrupção” da estrada deve-se à construção dos túneis (http://earth.google.com/gallery/)..... | 33 |
| II.15 | Aspecto do planalto de Colaride, observando-se ao fundo o Cacém e a Serra de Sintra (http://colaride.no.sapo.pt)..... | 34 |
| II.16 | Aspecto da linha de alta tensão na zona de Massamá Norte (http://dn.sapo.pt/2008/01/08)..... | 35 |
| III.1 | Fragmento da Carta Militar de Portugal, escala 1:25000(montagem realizada a partir das Folhas 416 e 430)..... | 38 |
| III.2 | Fragmento da Carta Geológica de Portugal, escala 1:50000 (montagem realizada a partir das Folhas 34-C e 34-A) e respectiva legenda | 41 |
| III.3 | Esquema com as unidades carbonatadas do Cretácico da região Cascais-Sintra (simplificado de Rey <i>et al.</i> , 2006 por B. Valle Aguado)..... | 42 |
| III.4 | Fotografia de satélite mostrando a localização da Escola Secundária Stuart Carvalhais (círculo vermelho) relativamente aos locais estudados ou mencionados no trabalho. Os números da figura correspondem às paragens (http://earth.google.com/gallery/). | 44 |
| III.5 | Fotografia de satélite mostrando a Escola Secundária Stuart Carvalhais. O talude Norte está assinalado pela estrela vermelha. A seta amarela assinala um muro construído para atenuar os problemas de erosão (http://earth.google.com/gallery/)..... | 47 |
| III.6 | Fotografia de satélite mostrando a Rua do Serrado (seta azul) O afloramento encontra-se assinalado pela estrela vermelha. (http://earth.google.com/gallery/)..... | 48 |

| | | |
|---------------|--|----|
| III.7 | Fotografia de satélite mostrando a Pedreira de Colaride a Sul do Moinho de Rocanes assinalado com a estrela vermelha. A seta amarela e verde assinalam a escarpa W e E, respectivamente (http://earth.google.com/gallery/)..... | 52 |
| III.8 | Classificação das rochas carbonatadas segundo Folk (1959) (simplificada)..... | 58 |
| III.9 | Fotografia de satélite mostrando a localização do corte NW-SE na Recta do Papel (seta vermelha). A seta amarela assinala um corte nos calcários e margas do Cenomaniano médio, na gare da estação de Aqualva-Cacém, referido no capítulo seguinte (http://earth.google.com/gallery/)..... | 59 |
| III.10 | Localização do afloramento da Paragem 5 (estrela vermelha), Reboleira – Amadora (http://earth.google.com/gallery/)..... | 66 |
| IV.1 | Localização das Bacias Lusitânica e Algarvia na Península Ibérica (executado por B. Valle Aguado)..... | 78 |
| IV.2 | Localização dos limites da Bacia Lusitaniana (extraído de Kullberg, 2000)..... | 78 |
| IV.3 | Mapas geológicos esquemáticos mostrando a distribuição dos afloramentos cretácicos na Bacia Lusitânica (simplificado das Cartas Geológicas de Portugal escalas 1:1000000 e 1:500000 por B. Valle Aguado)..... | 80 |
| IV.4 | Quadro litoestratigráfico sintético do Berriasiano ao Campaniano inferior da margem ocidental portuguesa (modificado de Rey <i>et al.</i> , 2006, por B. Valle Aguado)..... | 81 |
| IV.5 | Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à passagem do Jurássico ao Cretácico..... | 82 |
| IV.6 | Fragmento da escala do tempo geológico correspondente a parte do Cretácico inferior..... | 83 |
| IV.7 | Fragmento da escala do tempo geológico correspondente a parte do Cretácico inferior..... | 83 |
| IV.8 | Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à passagem do Cretácico inferior ao superior..... | 84 |
| IV.9 | Quadro resumo relativo às formações geológicas da região de Lisboa-Sintra-Cascais na passagem do Cretácico inferior ao superior..... | 86 |
| IV.10 | Fóssil de <i>Barcarenichtys joneti</i> (Gayet, 1988) http://e-geo.ineti.pt/bds/geobases/paleontologia/amostras_fosseis.aspx | 87 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| IV.11 | Fóssil de <i>Neolobites vibrayeanus</i> (http://e-geo.ineti.pt/bds/geobases/paleontologia/amostras_fosseis.aspx | 87 |
| IV.12 | Fóssil de <i>Radiolites peroni</i> (Choffat) http://e-geo.ineti.pt/bds/geobases/paleontologia/amostras_fosseis.aspx | 87 |
| IV.13 | Fóssil de <i>Sauvagesia sharpei</i> (Bayle) http://e-geo.ineti.pt/bds/geobases/paleontologia/amostras_fosseis.aspx | 88 |
| IV.14 | Fóssil de <i>Caprinula cf. doublieri</i> (D'Orbigny) http://e-geo.ineti.pt/bds/geobases/paleontologia/amostras_fosseis.aspx | 88 |
| IV.15 | Fóssil de <i>Biradiolites cfr. cornupastoris</i> (Desm) http://e-geo.ineti.pt/bds/geobases/paleontologia/amostras_fosseis.aspx | 88 |
| IV.16 | Fóssil de <i>Pupa tournoueri</i> (?) S. Domingos de Benfica (http://e-geo.ineti.pt/bds/geobases/)..... | 92 |
| IV.17 | Aspecto da disjunção prismática no Penedo do Lexim..... | 92 |
| IV.18 | Projecção das amostras de basaltos do CVL no diagrama de Pearce e Cann (1973). Campo D — Basaltos intraplaca (extraído de Matos Alves <i>et al.</i> , 1980)..... | 93 |
| IV.19 | Símbolos Heráldicos da Freguesia de Massamá (Boletim da Junta de Freguesia, Dezembro de 2000)..... | 95 |
| IV.20 | Aqueduto de Queluz, no vale do Jamor. Ao fundo vê-se o Monte Abraão em 1900, quando ainda era uma vasta seara (http://www.monte-abraao-queluz.blogspot.com/)..... | 96 |
| IV.21 | Vestígios da actividade agrícola na toponímia..... | 96 |
| V.1 | O Ciclo de Wilson..... | 98 |
| V.2 | O Ciclo Litológico (extraído de http://biologiact4.blogs.sapo.pt)..... | 99 |
| V.3 | Configuração dos continentes no final do Paleozóico, mostrando a localização da Península Ibérica (círculo vermelho) (extraído de geology.com/pangea.htm , US Geological Survey - USGS)..... | 100 |
| V.4 | As grandes unidades geológicas da Península Ibérica (simplificado de Vera <i>et al.</i> , 2004 e da Carta Geológica de Portugal, escala 1:500000 por B. Valle Aguado)..... | 101 |
| V.5 | Localização das bacias Mesozóicas nos bordos oeste e sul de Portugal (extraído de Andrade, 2006)..... | 101 |
| V.6 | Reconstrução hipotética da Pangeia e sua evolução posterior (extraído de geology.com/pangea.htm , United States Geological Survey - USGS)..... | 102 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| V.7 | Corte interpretativo da Bacia Lusitânica no Aptiano superior, reconstruindo o contexto geodinâmico da abertura do Atlântico. 1 – Maciço Hespérico; 2 e 4 – socalcos (semi-grabens) marginais; 3 – sulco depocêntrico; 5 – compartimento (horst) marginal. Modificado de Rey (1972) e Dinis (1999) — extraído de Rey <i>et al.</i> (2006)..... | 104 |
| V.8 | Mapa geológico simplificado da Bacia Lusitânica (centro-oeste de Portugal), incluindo a sua extensão “offshore” (extraído de Azerêdo <i>et al.</i> , 2002)..... | 104 |
| V.9 | Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à 1ª fase de “rifting” da Bacia Lusitânica..... | 105 |
| V.10 | Configuração esquemática da Bacia Lusitaniana no Triásico-Hetangiano (adaptado de Kullberg <i>et al.</i> , 2006a)..... | 106 |
| V.11 | Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à 2ª fase de “rifting” da Bacia Lusitânica..... | 107 |
| V.12 | Configuração esquemática da Bacia Lusitaniana no Sinemuriano-Carixiano (adaptado de Kullberg <i>et al.</i> , 2006a por B. Valle Aguado). | 107 |
| V.13 | Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à 3ª fase de “rifting” da Bacia Lusitânica..... | 109 |
| V.14 | Configuração esquemática da Bacia Lusitaniana no Kimeridgiano inferior (adaptado de Kullberg <i>et al.</i> , 2006a por B. Valle Aguado).... | 109 |
| V.15 | Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à 4ª fase de “rifting” da Bacia Lusitânica..... | 110 |
| V.16 | Etapas da evolução paleogeográfica do sector meridional da Bacia Lusitânica no Cretácico Inferior. 1 – limite suposto das áreas erodidas; 2 – direcção das correntes fluviais; 3 – Maciço Hespérico; 4 – depósitos fluviais; 5 – depósitos detríticos intermareais; 6 – depósitos de planícies lodosas litorais; 7 – depósitos carbonatados intermareais; 8 – depósitos carbonatados de plataforma interna; 9 – depósitos de plataforma intermédia; 10 – bioconstruções recifais. (extraído de Rey <i>et al.</i> ,2006)..... | 111 |
| V.17 | Reconstituição da posição da placa Ibérica no Aptiano inicial (Srivastava <i>et al.</i> , 2000). Limite dos sectores: Acidente Choffat entre o Ibérico e o do Tejo, Falha da Figueira da Foz entre o Ibérico e o da Galiza (Pinheiro <i>et al.</i> , 1996). (Figura extraída de Rey <i>et al.</i> , 2006)..... | 112 |
| V.18 | Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à evolução pós-“rift” da Bacia Lusitânica..... | 114 |
| V.19 | Configuração esquemática da Bacia Lusitaniana no Aptiano superior (adaptado de Kullberg <i>et al.</i> , 2006 por B. Valle Aguado).... | 114 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| V.20 | Esboço paleogeográfico da: A - margem ocidental portuguesa no Albiano superior; B - margem ocidental portuguesa no Cenomaniano inferior e médio; C - Plataforma Carbonatada Ocidental Portuguesa no Cenomaniano superior (extraídas de Rey et al., 2006)..... | 115 |
| V.21 | Aspecto do estuário do rio Tejo. A juzante o rio corre na direcção E-W, enquanto que no Mar da Palha e a montante tem uma direcção NNE-SSW (http://blogosocialportugues.blogspot.com)..... | 117 |

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

A dissertação para a obtenção do título de mestre que aqui se apresenta intitula-se “O Cretácico na região de Queluz: património natural em torno da escola” e tem como principal objectivo estudar a geologia da região envolvente da Escola Secundária Stuart Carvalhais (Massamá) e preparar um conjunto de actividades que permitam articular esse estudo com os conteúdos programáticos das disciplinas de Biologia e Geologia do 10º e 11º anos, do Ensino Secundário, e de Ciências Naturais do 7º ano do Ensino Básico.

I.1 OBJECTIVOS

Em termos globais, pretende-se que as actividades propostas ao longo desta tese contribuam para:

- Motivar os alunos para a aprendizagem das Ciências da Terra;
- Desenvolver o espírito científico e a literacia científica entre os jovens;
- Sensibilizar os alunos para a preservação do património natural e para a importância da Geologia na sociedade;
- Divulgar conceitos básicos de Geologia, de uma forma rigorosa e apelativa;
- Promover a educação científica em diferentes ambientes de aprendizagem — aula, campo, laboratório — utilizando diferentes instrumentos de trabalho — computador, cartas geológicas e topográficas, lupa, bússola, martelo de geólogo — de tal modo que o conhecimento adquirido se articule e complete.

Nesta perspectiva, definiram-se os seguintes objectivos específicos para o trabalho:

- Fazer o reconhecimento geológico da área envolvente da Escola Secundária Stuart Carvalhais (Massamá) com base na cartografia e bibliografia existentes;
- Amostrar e caracterizar petrograficamente as diferentes unidades representadas na área (análise macroscópica e microscópica);
- Reconstituir a história geológica da região e enquadrar os dados obtidos no contexto da evolução geodinâmica da Península Ibérica;
- Identificar os elementos do património geológico local;

- Fazer um levantamento dos recursos da região, da evolução da sua ocupação antrópica ao longo dos tempos e dos problemas de ordenamento actuais;
- Seleccionar afloramentos com potencialidades didácticas e elaborar itinerários de saídas de campo, adaptados aos diferentes anos de escolaridade;
- Preparar materiais didácticos para alunos e docentes de Biologia e Geologia (10º/11º anos do Ensino Secundário) e de Ciências Naturais (7º ano do Ensino Básico) e definir estratégias para cada um dos anos de escolaridade seleccionados, tendo em vista as respectivas orientações curriculares e as finalidades do projecto educativo da escola;
- Realizar e avaliar actividades em diferentes ambientes de ensino/aprendizagem.

Espera-se deste modo, proporcionar aos alunos a possibilidade de contactarem directamente com o trabalho de campo, em alternativa às visitas de estudo tradicionais, levando-os a ter uma nova visão da Geologia e do local em que vivem e a compreender que o chão que pisam tem uma longa história para contar.

I.2 METODOLOGIA

Para a concretização dos objectivos referidos anteriormente, utilizou-se uma metodologia que assenta em seis pontos fundamentais:

- Revisão e pesquisa bibliográfica, envolvendo a recolha de toda a informação disponível tanto no que respeita à geologia da zona em estudo, como às perspectivas actuais da Educação em Ciências, Orientações Curriculares para os 7º, 10º e 11º anos e Projecto Educativo da Escola “Stuart XXI”.
- Trabalho de campo, que incluiu as seguintes etapas: (a) estudo exploratório da região e reconhecimento das várias unidades litológicas descritas na bibliografia; (b) caracterização macroscópica das rochas aflorantes acompanhada, sempre que possível, pela identificação das paragénese minerais presentes; (c) selecção de locais com interesse didáctico; (d) amostragem para estudos petrográficos e (e) registo fotográfico.
- Trabalho laboratorial que consistiu no estudo petrográfico de lâminas delgadas com as seguintes finalidades: (a) identificação dos minerais constituintes e descrição textural das diferentes unidades amostradas; (b) interpretação das paragénese identificadas.

- Tratamento e interpretação dos dados obtidos, incluindo: (a) discussão e integração dos dados no contexto da evolução tectono-magmática da Bacia Lusitânica; (b) preparação de figuras e de mapas síntese.
- Elaboração de uma carta de exploração, tendo como tema central “O Chão que pisamos”, em que se indica o conjunto de situações - problema formulado ao longo da investigação.
- Planificação de actividades e produção de documentos didácticos, adaptados aos diferentes níveis de escolaridade (7º, 10º e 11º anos).

I.3 CARTA DE EXPLORAÇÃO

A carta de exploração apresentada na Figura I.1 constitui o esquema organizador dos tópicos abordados no presente trabalho e mostra o modo como eles se articulam.

O trabalho centrou-se num tema aglutinador intitulado “O chão que pisamos”, a partir do qual se definiram duas questões principais: (1) “Como evoluiu a ocupação antrópica da região ao longo dos tempos?” (2) “Que rochas afloram num raio de 3 km em volta da escola?”. A estruturação destas duas questões, envolveu, por sua vez, a exploração de uma série de situações – problema que se apresentam na Figura I.1.

Em cada ano de escolaridade (7º, 10º ou 11º), só se abordaram as situações – problema que se integravam nas orientações curriculares propostas pelo Ministério da Educação para esse ano, o que levou a que nem todos os temas e sub-temas indicados tenham sido integralmente tratados em cada ano. Deste modo, a carta de exploração geral apresentada na Figura I.1. não traduz o percurso seguido em nenhum dos níveis de escolaridade seleccionados, devendo antes ser entendida como um elemento estruturante da investigação realizada.

Incluem-se em anexo as cartas de exploração específicas para os diferentes anos de escolaridade abordados.

I.4 CONTEXTUALIZAÇÃO DIDÁCTICA

Com vista à contextualização didáctica das actividades realizadas com os alunos dos diferentes níveis de escolaridade procedeu-se a uma revisão bibliográfica sobre:(1) as perspectivas actuais da Educação em Ciências; (2) as Orientações Curriculares do Ministério da Educação relativas aos 7º, 10º e 11º anos e (3) o Projecto Educativo da Escola “Stuart XXI” que, em traços gerais, se descrevem seguidamente.

CARTA DE EXPLORAÇÃO GERAL

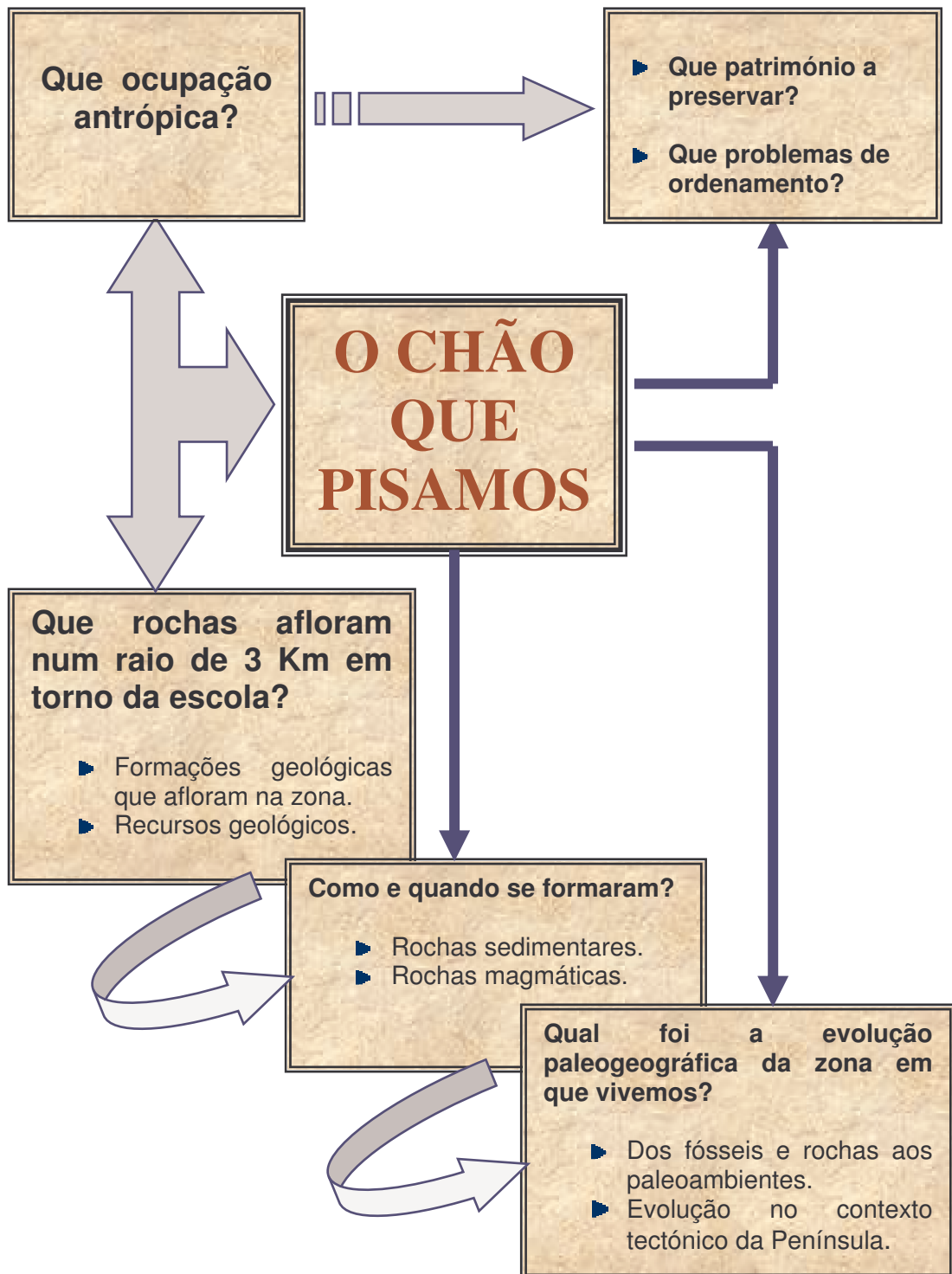


Figura I.1 - Carta de exploração geral.

I.4.1 Perspectivas actuais da Educação em Ciências

Ao longo dos tempos, tem-se vindo assistir a uma mudança de paradigma na Educação em Ciências. A formação de novas gerações de cientistas deixou de ser a preocupação dominante, dando lugar a uma educação centrada na preparação de cidadãos para o futuro.

Da revisão bibliográfica efectuada sobre este assunto, ressalta a importância de: (1) desenvolver o processo de ensino - aprendizagem numa perspectiva construtivista; (2) enquadrar os conteúdos abordados num contexto Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS); (3) recorrer a um conjunto diversificado de ambientes de aprendizagem; (4) promover a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) nas suas múltiplas possibilidades. Considera-se ainda que a aplicação destas linhas de orientação poderá contribuir decisivamente para melhorar a forma como os alunos aprendem e compreendem a Ciência, permitindo desenvolver competências nos domínios “*do saber e do saber fazer*”.

O modelo construtivista de aprendizagem coloca o aluno no centro da actividade educativa, incentivando-o a construir a sua própria compreensão das coisas. Como refere Orion (2001): “*A aprendizagem efectiva é alcançada quando o aluno considera que os conteúdos são importantes e quando lhe é dado espaço para se sentir dono do seu processo de aprendizagem*”.

A abordagem CTS procura organizar o ensino da ciência na escola em torno de assuntos e temas científicos com implicações sociais. Todos os dias são difundidas pelos *media* notícias de acontecimentos que perturbam o nosso quotidiano e que podem ser utilizadas e discutidas na sala de aula para estimular o espírito crítico e o pensamento lógico necessários a uma intervenção social responsável. Deste modo, a alfabetização científica e tecnológica dos alunos surge como uma exigência social, vincando o papel da escola na discussão e compreensão das potencialidades e limites da Ciência e da Tecnologia.

O movimento CTS surgiu em universidades americanas nas décadas de 60 e 70 e chegou ao ensino secundário nos anos 80 (Fontes & Silva, 2004). Segundo os mesmos autores, este movimento “*tem sido apontado como um caminho possível para fazer face às exigências da sociedade moderna e diminuir a iliteracia científica demonstrada actualmente pelos alunos portugueses e cidadãos em geral*”.

Por outro lado, o processo educativo pode ser muito enriquecido através do recurso a ambientes de trabalho diversificados. Neste contexto, o trabalho prático, nas suas múltiplas vertentes (Figura I.2) — actividades laboratoriais, actividades de

campo, resolução de problemas, interpretação de cartas, pesquisa de informação, debates, realização de entrevistas e inquéritos e tratamento de dados — assume uma importância determinante na renovação do ensino das Ciências (Marques *et al.*, 2001).



Figura I.2 – Múltiplas vertentes do trabalho prático.

O uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) desempenha também um papel relevante na escola actual, como factor de motivação para a aprendizagem. Com efeito, o desenvolvimento da autonomia dos alunos pode ser fortemente potenciado com a utilização das TIC, tanto porque lhes permite aceder, recolher, organizar e tratar uma grande quantidade de informação, como porque lhes proporciona meios para comunicar os conhecimentos adquiridos ao longo da investigação.

Pelas razões expostas, admite-se, hoje em dia, que só com uma visão holística do sistema educativo, envolvendo a integração e articulação das linhas de orientação referidas anteriormente, será possível construir uma “*Ciência para todos*” e educar os futuros cidadãos para a compreensão e reflexão sobre o que se passa à sua volta. Nesta perspectiva, os professores deixam de ser meros transmissores do saber

contido nos currículos instituídos e passam a interpretar e a dar forma às ciências com os alunos. O conjunto de competências (gerais, transversais e específicas) adquiridas pelos jovens no processo de ensino - aprendizagem permitir-lhes-á, por sua vez, exercer a sua plena cidadania e intervir na sociedade de modo responsável e empenhado.

Para um indivíduo ser considerado competente é indispensável que demonstre domínio da dimensão técnica e científica do seu trabalho e, simultaneamente, responsabilidade, autonomia, criatividade e boa capacidade relacional (Aubrun & Orofiama, 1990; Galvão et al., 2006). Deverá ser capaz de solucionar problemas e de participar de forma actuante no ambiente que o envolve e na organização em que está inserido (Bunk, 1994; Galvão et al., 2006).

Em termos do exercício da cidadania, a competência implica ainda a mobilização das seguintes atitudes e qualidades: flexibilidade, reflexão, autocrítica, abertura à inovação e à pesquisa, capacidade de “*aprender a aprender*”, de diálogo, de trabalho em equipa e de respeito pela diferença (Alonso, 2000; Galvão et al., 2006).

Galvão et al. (2006) refere, entre outras, definições de competência como “... *um saber em acção*” (Ministério da Educação, 2001) ou “... *a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos (saberes, capacidades, informação, etc.), para solucionar com pertinência e eficácia determinadas situações, ou seja, um conjunto de saberes, possibilidades de acção e comportamentos, estruturados em função de uma finalidade e num tipo e situação determinados*” (Perrenoud, 2000).

Consideradas na sua globalidade, as competências interagem entre si, tornando a utilização dos conhecimentos mais eficaz e adequada: “*Quanto mais variadas e estimulantes forem as situações vivenciadas, maior será a probabilidade destas competências se adquirirem e se desenvolverem de forma integrada*” (Galvão et al., 2006).

I.4.2 Orientações curriculares

As orientações curriculares e/ou programas propostos pelo Ministério da Educação para as disciplinas consideradas no presente trabalho — Ciências Naturais (7º ano) e Biologia e Geologia (10º e 11º anos) — enunciam um conjunto de finalidades, objectivos, conteúdos e competências que importa analisar, na medida em que foram tidos em atenção na preparação das actividades e materiais didácticos apresentados nesta tese.

Ciências Naturais — Ensino Básico

No documento “*Ciências Físicas e Naturais — Orientações Curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico*” (M.E.-D.E.B., 2001) optou-se por apresentar um conjunto de Orientações Curriculares em vez de um Programa. Pretendeu-se, deste modo, vincar a ideia de flexibilização curricular e abrir a possibilidade a práticas de ensino e aprendizagem diferentes, apelando para o desenvolvimento de competências em vários domínios.

No citado documento, justificam-se as opções tomadas referindo-se, entre outros aspectos, que “... *o currículo é o que professores e alunos vivem, pensando e resolvendo problemas sobre objectos e acontecimentos tornados familiares (...). Dá-se, assim, legitimidade ao conhecimento prático pessoal do professor, à gestão do conteúdo e ao seu papel como construtor de currículo*”.

O mesmo documento faz também alusão às recomendações do Conselho Nacional de Educação (Parecer nº 2/2000), mencionando entre outros aspectos: “*tão importante como a definição de uma matriz de aprendizagens, é o modo como essas aprendizagens são desenvolvidas. A tónica não deve ser posta apenas na extensão e nos conteúdos dos programas, mas no modo como se gere um currículo*” (ponto 27, p.9).

Considerando a literacia científica como uma arma fundamental para o exercício pleno da cidadania, o documento em análise estabelece as competências essenciais a desenvolver e recomenda que, transversalmente e em simultâneo, se explorem diferentes experiências educativas para que os alunos possam adquirir competências nos domínios do conhecimento (substantivo, processual e epistemológico), do raciocínio, da comunicação e das atitudes.

Entre as experiências educativas sugeridas para o 7º ano inclui-se a realização de uma saída de campo no âmbito do tema “*A Terra conta a sua história*”. A actividade de campo proposta neste trabalho enquadra-se perfeitamente nestas recomendações pois além de permitir recolher dados e amostras com base nos quais se poderão ilustrar e discutir alguns conceitos e princípios fundamentais das Ciências da Terra (e.g. génese e evolução de rochas, utilização de recursos naturais, caracterização de paleoambientes e a sua importância em reconstituições paleogeográficas, aplicação dos Princípios da Sobreposição e da Intersecção no estabelecimento da cronologia relativa dos acontecimentos geológicos), também contribui para o desenvolvimento de competências atitudinais e procedimentais no âmbito da preservação do ambiente e do património.

Biologia e Geologia — Ensino Secundário

A disciplina de Biologia e Geologia faz parte da componente de Formação Específica do Curso Geral de Ciências Naturais, cujo objectivo principal é expandir conhecimentos e competências nestas áreas científicas. O programa desta disciplina bienal (10º e 11º anos) não foi pensado, nem se dirige apenas aos alunos que pretendam seguir uma carreira profissional nestas áreas, mas a todos os indivíduos a quem a sociedade exige uma participação crítica e interventiva na resolução de problemas relacionados com informações e métodos científicos (M.E.-D.E.S., 2001).

O documento em análise salienta o valor formativo da Geologia, nomeadamente no que se refere à problematização dos binómios causa-efeito e espaço-tempo relacionados com as teorias que explicam e prevêm mudanças no Sistema Terra. Refere, também, que a Geologia, integrando múltiplos saberes, oferece a possibilidade de diversificar os ambientes de aprendizagem, destacando a possibilidade de realização de trabalhos de campo.

No programa citado pode ler-se: *“A Geologia é uma ciência presente no nosso quotidiano, seja através das paisagens que nos rodeiam e nos contam várias histórias, tanto do passado como em termos de futuro, seja pelo facto de muitos dos materiais que utilizamos serem recursos não renováveis retirados da geosfera”*.

A matriz construtivista subjacente ao programa está bem vincada na formulação das suas finalidades. Destas, pela relação que têm com as actividades propostas no presente trabalho, destacam-se e transcrevem-se as seguintes:

- a aprendizagem das ciências deve ser entendida como um processo activo em que o aluno desempenha o papel principal de construtor do seu próprio conhecimento;
- as actividades práticas, de carácter experimental ou de outro tipo, desempenham um papel particularmente importante na aprendizagem das ciências;
- ao professor cabe a tarefa de organizar e dirigir as actividades práticas dos alunos, servindo-se para esse efeito de problemas que possam suscitar o seu interesse, facilitando as conexões com os seus conhecimentos prévios e estruturando novos saberes;
- a Ciência deve ser apresentada como um conhecimento em construção, dando particular importância à ideia de um conhecimento científico em

mudança e ao modo de produção destes saberes e explorando, ao nível das aulas, a natureza da Ciência e da investigação científica.

Com base nestes princípios orientadores, definem-se os objectivos e os conteúdos programáticos conceptuais, atitudinais e procedimentais. Os conteúdos conceptuais envolvem os conceitos, modelos e teorias considerados básicos em Geologia; os conteúdos atitudinais abrangem as normas de conduta e os valores relativos à natureza da própria Ciência e às suas implicações sociais; os conteúdos procedimentais referem-se ao domínio de técnicas, destrezas e estratégias de aprendizagem e de raciocínio. Entre estas últimas, valorizam-se as seguintes:

- aquisição de informação, que no caso da Geologia está intrinsecamente relacionada com a observação e recolha de dados tanto no campo como no laboratório;
- interpretação de informação, utilizando modelos teóricos que permitam atribuir sentido aos dados recolhidos;
- análise de informação e realização de inferências;
- compreensão e organização conceptual da informação;
- comunicação da informação.

Em conformidade com as concepções teóricas defendidas, o programa inclui um conjunto de sugestões metodológicas que se passam a enunciar:

- potenciar actividades de indagação e pequenas investigações, incluindo preferencialmente a utilização de actividades laboratoriais e de campo;
- realizar actividades de campo contextualizadas e integradas, dando continuidade ao que se faz na sala de aula e no laboratório;
- estimular o trabalho cooperativo;
- desenvolver actividades de aprendizagem que integrem, na medida do possível, diferentes conteúdos (conceptuais, procedimentais e atitudinais);
- usar as TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação) tanto como suporte na pesquisa de informação, como no tratamento de dados, construção de modelos dinâmicos, comunicação e promoção do trabalho cooperativo;
- proporcionar aos alunos ambientes de ensino e de aprendizagem que lhes permitam construir o seu conhecimento, explorando alternativas, ao mesmo tempo que se familiarizam com os métodos de trabalho dos geólogos e adquirem um interesse crítico pelas ciências e pelas suas repercussões sociais e tecnológicas.

Tal como no caso do 7º ano de escolaridade, a introdução de actividades de campo na região em torno da escola poderá complementar o trabalho de sala de aula e de laboratório. Espera-se que a concretização das tarefas apresentadas ao longo desta tese permita que os alunos se familiarizem com os métodos de trabalho dos geólogos e adquiram um interesse crítico pelas Ciências da Terra e pelas suas repercussões sociais e tecnológicas. Pretende-se ainda que os alunos utilizem as TIC para organizar, tratar e comunicar a informação obtida, prevendo-se que sejam elaboradas apresentações em visualizador “PowerPoint” (10º e 11º anos), cartazes (7º e 11º anos) e projectos de recuperação ambiental (10º ano).

I.4.3 Projecto Educativo “Stuart XXI”

Procurou-se também que o presente trabalho se enquadrasse nos valores e finalidades educativas da escola a que os alunos pertencem. Importa, por isso, analisar alguns aspectos incluídos no Projecto Educativo da Escola Secundária Stuart Carvalhais (Figura I.3).



Figura I.3 – Fotografia aérea da Escola Secundária Stuart Carvalhais em Massamá (extraída de <http://www.stuartcarvalhais.com/pee/stuart21.pdf>).

No projecto — “Stuart XXI” (Junho de 2004) — considera-se que: “o desenvolvimento global e harmonioso da personalidade, a formação de cidadãos conscientes e participativos e a aquisição de um saber actualizado e diversificado,

constituem um desafio (...) num mundo caracterizado por aceleradas mudanças tecnológicas que se repercutem no mundo do trabalho e nos próprios valores vitais que regulam a sociedade. Nesta perspectiva de mudança, que marca a entrada no novo milénio, a Educação e a Escola devem orientar-se por e estruturar-se em função de valores”.

Dos valores que constituem a marca individual da Escola destacam-se, pela sua relação com o trabalho apresentado, os seguintes: (1) Valorização do trabalho e do saber; (2) Defesa e preservação do ambiente; (3) Defesa e preservação do património; (4) Promoção do exercício da cidadania.

A propósito de cada um destes valores e finalidades, o documento mencionado refere:

“Valorização do trabalho e do saber” - *deve ser assumida pela escola e reforçada em todas as oportunidades. Esta valorização é um imperativo que se coloca à escola pelo que deverá constituir-se como uma referência fundamental da sua acção educativa.*

“Defesa e preservação do ambiente” - *o facto de se viver no interior de um espaço urbano, onde predomina o trânsito e a sombra dos prédios, deve constituir um factor de valorização dos espaços naturais e de alerta para as ameaças ambientais que crescem neste mundo. A importância de ganhar a juventude para esta causa é, antes de mais, uma questão de sobrevivência futura.*

“Defesa e preservação do património” - *o desenraizamento que acompanha a crescente urbanização da área geográfica em que a Escola se insere, tem que ser acompanhado por uma exigência crescente na qualidade de vida. A Escola e o Município terão que conjugar esforços no sentido de fazer valer a identidade histórica e local.*

“Promoção do exercício da cidadania” - *a Escola promoverá o exercício da cidadania e deve concretizá-la num plano alargado de interacção entre a vontade dos jovens e as orientações educativas gerais. A vida escolar é também uma vida comunitária que proporciona vivências formais e não formais que favorecem a assunção de responsabilidades cívicas, a análise crítica de informações e situações, a compreensão e integração na dinâmica de grupos e/ou instituições”.*

Conhecer o “*chão que pisamos*” pode ser uma forma de motivar os alunos para a valorização do património natural, histórico e cultural da região de Massamá, desenvolvendo uma maior afinidade com o local em que habitam e promovendo o sentimento de pertença, ao mesmo tempo que se reforça a dimensão educativa da

escola. Através da análise crítica de dados e informações sobre a zona, pretende-se ainda favorecer a assunção de responsabilidades cívicas e potenciar o exercício da cidadania e a exigência de uma melhor qualidade de vida.

I.5 PLANIFICAÇÃO DE ACTIVIDADES E AVALIAÇÃO

Desenvolver competências constitui um novo eixo metodológico da Educação. A aprendizagem por competências é um processo complexo, progressivo e integrador, sempre em reconstrução, que exige uma mudança das práticas de ensino e impõe reflexão e debate sobre a função de ensinar e aprender.

Nesta dissertação apresenta-se um conjunto de actividades planificadas a partir da investigação geológica realizada na área em torno da escola.

Entre as actividades propostas assume particular importância a organização de uma saída de campo adaptada a cada ano de escolaridade, que envolveu a articulação cuidadosa de três momentos de aprendizagem: (1) unidade pré-viagem – na sala de aula; (2) saída de campo e (3) unidade pós-viagem – na sala de aula e/ou no laboratório.

A programação da saída de campo incluiu, para além da selecção da área e das paragens, a definição de tarefas e actividades a realizar no campo que permitiram aos alunos: (1) mobilizar os seus conhecimentos geológicos prévios; (2) recolher dados e manusear os instrumentos de trabalho do geólogo - cartas geológicas e topográficas, lupa, bússola, martelo; (3) construir representações a partir das observações efectuadas; (4) formular, confrontar e discutir hipóteses interpretativas e (5) desenvolver atitudes de cooperação e trabalho em equipa.

A síntese das observações e aprendizagens efectuadas no campo é feita na sala de aula e no laboratório – unidade pós-viagem - usando as TIC como ferramenta de suporte na pesquisa de informações complementares, no tratamento de dados e na produção e comunicação das conclusões.

Tendo em conta que a aprendizagem por competências e a diversificação de ambientes de aprendizagem implica necessariamente o desenvolvimento de novas formas de avaliar, é importante realçar que: *”o primeiro pressuposto para a questão de avaliar competências é, por isso, obviamente, trabalhar e ensinar para que os alunos desenvolvam solidamente competências construídas sobre os saberes e os saberes fazer, sedimentando capacidade e disponibilidade para compreender e agir”* (Roldão, 2003; Galvão et al., 2006).

Nesse sentido, as situações de aprendizagem planificadas serão objecto de uma avaliação própria que incidirá quer sobre as diferentes fases de desenvolvimento do trabalho quer sobre o produto final. Entende-se ainda que o processo de avaliação deverá ter como principal finalidade ajudar o aluno a reflectir sobre o seu trabalho e a superar as suas dificuldades.

Os instrumentos de avaliação adoptados incluem um conjunto de critérios e descritores, organizados em função das competências a avaliar nos diferentes domínios, que facilitam a avaliação qualitativa e possibilitam a sua conversão em termos quantitativos. Dependendo do tipo de tarefa realizada, poderão utilizar-se fichas de auto e hetero-avaliação, listas de verificação e grelhas de avaliação para relatórios, comunicações orais e apresentações em visualizador “PowerPoint” ou “poster”..

I.6 ESTRUTURA DA TESE

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos: Capítulo I – Introdução; Capítulo II – A Escola e a área envolvente; Capítulo III – A saída de campo; Capítulo IV – O Cretácico da região da escola; Capítulo V – Evolução paleogeográfica da Bacia Lusitânica e Capítulo VI – Conclusões.

O primeiro capítulo tem carácter introdutório e nele são apresentados os objectivos e enquadramento didáctico das actividades propostas, bem como a metodologia de trabalho seguida.

No Capítulo II faz-se uma breve apresentação da Escola Secundária Stuart Carvalhais e a descrição da área em que ela se localiza, focando o património geológico, a ocupação humana da região ao longo dos tempos e os problemas de Ordenamento.

O Capítulo III refere-se aos três momentos de aprendizagem: unidade pré-viagem; saída de campo e unidade pós-viagem. Inclui a identificação das formações litológicas, através da análise das cartas geológicas da região, bem como a identificação e descrição dos afloramentos com interesse didáctico, acompanhadas com fotografias, mapas, figuras e dados da análise petrográfica das amostras colhidas. Neste capítulo dá-se conta de parte do trabalho realizado pelos alunos no âmbito deste projecto, durante o ano lectivo 2007/2008.

As principais características estratigráficas, tectónicas e magmáticas do Cretácico da região em estudo são abordadas em linhas gerais no capítulo IV. No final desse capítulo faz-se referência aos recursos oferecidos pela região e utilizados pelo

Homem desde o Paleolítico.

No Capítulo V, enquadra-se a área estudada num contexto geológico mais vasto e sintetizam-se os principais acontecimentos que marcaram a evolução paleogeográfica do sector meridional da Bacia Lusitânica.

A dissertação termina com o Capítulo VI onde se registam as conclusões.

CAPÍTULO II: A ESCOLA E A ÁREA ENVOLVENTE

Neste capítulo, faz-se uma breve descrição da área em que se localiza a Escola Secundária Stuart Carvalhais, focando a ocupação humana da região ao longo dos tempos.

II.1 LOCALIZAÇÃO E HISTÓRIA DA ESCOLA

A Escola Secundária Stuart Carvalhais, inicialmente designada como Escola Secundária Nº 2 de Queluz, situa-se junto ao limite norte da Freguesia de Massamá (Fig. II.1).

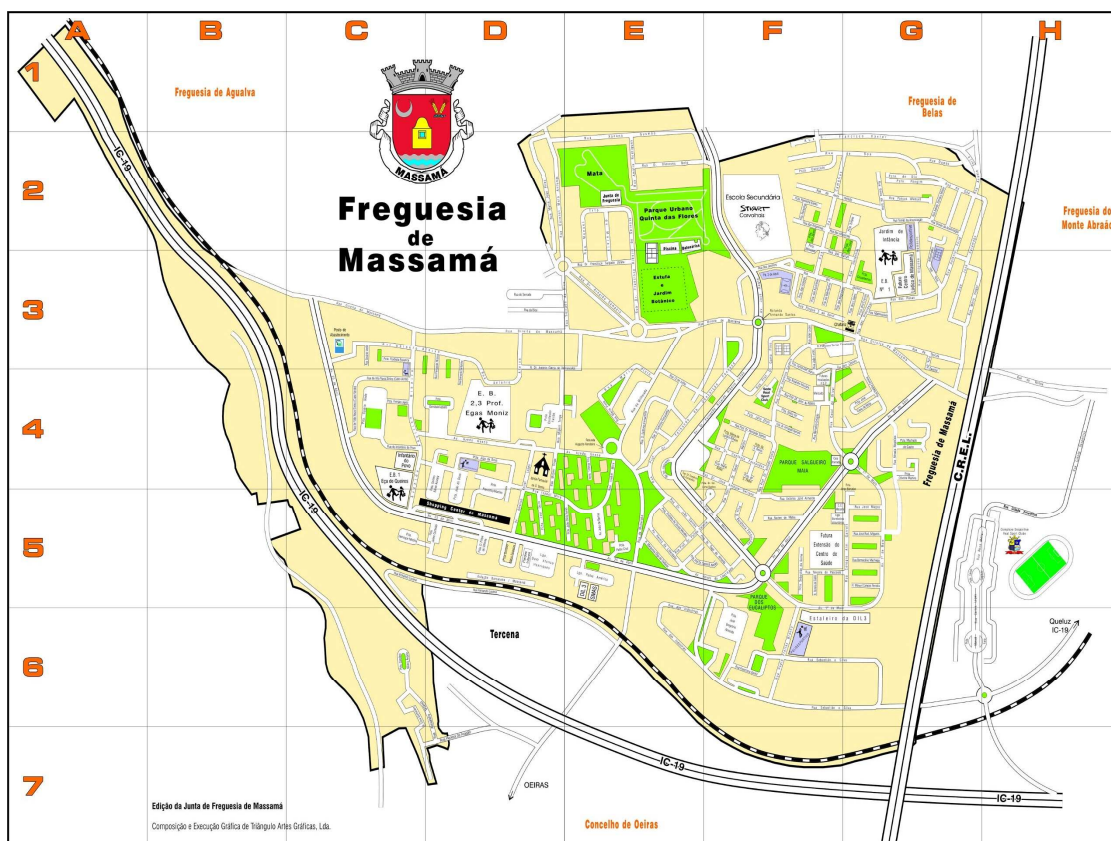


Figura II.1 – Planta da freguesia de Massamá (extraído de <http://vps2.elementodigital.com>).

A Freguesia de Massamá pertence ao Concelho de Sintra e integra-se na Área Metropolitana de Lisboa. O lugar de Massamá fez parte da freguesia de Belas até 1925, ano em que foi criada a freguesia de Queluz, onde Massamá ficou incluída até

1997. Nesse ano, através da Lei nº 36/97, de 12 de Julho, foi desanexada da freguesia de Queluz, passando a integrar-se, juntamente com as freguesias do Monte Abraão e de Queluz, na nova Cidade de Queluz, criada pela Lei nº 88/97, de 24 de Julho.

A freguesia ocupa uma área de 272 ha (2,72 km²) e tem como limites as freguesias de Belas e de Agualva, a Norte, e a linha ferroviária, a Sul, e a CREL (Circular Regional Externa de Lisboa), a Este. Encontra-se a uma altitude de 130-200 metros e tem um clima temperado mediterrânico ou subtropical seco.

A escola, cuja planta se mostra na Figura II.2, iniciou as suas actividades no ano lectivo de 1988/89 com vista a suprir carências da rede escolar da, ainda, Freguesia de Queluz, numa zona em acelerada expansão urbanística — Massamá.



Figura II.2 – Planta da Escola Secundária Stuart Carvalhais (extraído de <http://www.stuartcarvalhais.com>).

Em 1993, após amplo processo de debate, foi proposta e, mais tarde, aprovada

a nova designação de Escola Secundária Stuart Carvalhais, homenageando um caricaturista transmontano que habitou durante muitos anos em Queluz (Fig. II.3).



José Herculano Stuart Torrie de Almeida Carvalhais, nasceu em Vila Real no dia 7 de Março de 1887.

Conhecido como Stuart Carvalhais, foi pintor e autor de banda desenhada. É considerado o pai da banda desenhada em Portugal.

A sua primeira banda desenhada, Quim e Manecas foi publicada pela primeira vez em 1915, no suplemento humorístico do jornal O Século. Estas personagens deram origem ao filme cómico com o mesmo nome, apresentado em 1916. As histórias de Quim e Manecas foram publicadas até 1953.

Paralelamente, Carvalhais teve um papel de destaque no teatro de revista, onde trabalhou como cenógrafo e figurinista.

Em 1932, expõe, em nome individual, no Salão da Casa da Imprensa, onde volta a expor em 1935 na Exposição de Artes Plásticas.

Ao longo da sua vida, Carvalhais publicará os seus trabalhos em diversos jornais.

Em 1949 recebeu o prémio Domingos Sequeira.

Faleceu em Lisboa em 2 de Março de 1961.



Figura II.3 – Fotografia, caricatura, biografia sumária e assinatura de Stuart Carvalhais. O desenho representa duas personagens da sua banda desenhada — o Quim e o Manecas. (<http://www.monte-abraao-queluz.blogspot.com>).

II.2 PATRIMÓNIO GEOLÓGICO

II.2.1. Gruta de Colaride

As informações relativas à gruta foram retiradas de um texto da autoria de Paulo Marques - Espeleólogo da Associação dos Espeleólogos de Sintra – que se encontra no site da Associação Olho-Vivo. Segundo aquele autor, a referência mais antiga a esta gruta data de 1463, sendo então referida como «Algar» (Fig. II.4 e II.5). Nos finais do século XIX, é referida devido a estudos arqueológicos desenvolvidos nas suas imediações, pois Colaride é um local de uma grande riqueza de vestígios de várias épocas desde a Pré-História.

As explorações espeleológicas iniciam-se apenas na segunda metade do séc. XX. Trata-se de uma gruta, situada no Alto de Colaride, talhada nos calcários Albianos-Cenomanianos (Cretácico). Apresenta dimensões inesperadas atendendo ao tipo de calcários (essencialmente margosos).

A gruta desenvolve-se por vários andares, ligados por poços, até uma profundidade de cerca de 50 metros. Contudo, não se conhece o *terminus* exacto das suas extensas galerias e corredores. Possui uma cascata e um lago com 15 metros de profundidade. Além das galerias conhecidas, o desenvolvimento da gruta está associado à infiltração das águas de escorrência e à evolução de uma rede cárstica que está na origem do ressurgimento das águas a níveis inferiores, junto à Ribeira de Barcarena.



Figura II.4 – Gruta de Colaride

Na gruta existe uma colónia de morcegos e argilas de grande pureza, tidas como de excelente qualidade medicinal

Actualmente, junto ao sumidouro natural, são lançados efluentes não tratados previamente, facto que transformou a gruta num veículo de poluição subterrânea, prejudicial ao ambiente e à saúde pública.

No site acima mencionado, a Associação Olho Vivo adverte para o grave perigo de pessoas não acompanhadas por especialistas, se aventurarem na exploração da gruta, pois existe um poço vertical de 11 metros de profundidade (cerca de 4 pisos). Nestas circunstâncias nenhuma das actividades propostas neste trabalho faz alusão à gruta, por se considerar que o conhecimento da sua existência por jovens

destes níveis etários, poderia por si só constituir um atractivo perigoso.

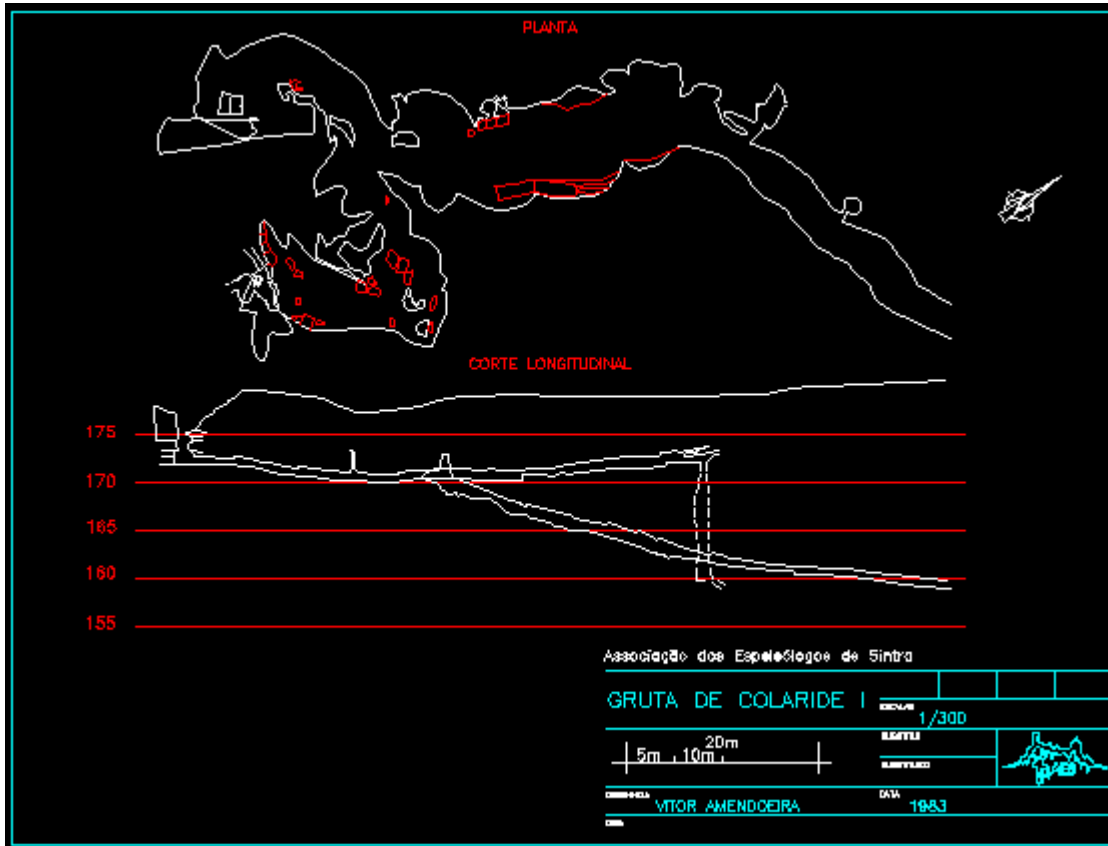


Figura II.5 – Corte longitudinal e planta da gruta de Colaride - Vitor Amendoeira (1983) (<http://ribeiradasjardas.blogspot.com/2008/06/gruta-de-colaride.html>).

II.2.2. Monumento Natural de Pego Longo (Carenque)

Trata-se de um Geomonumento classificado como Monumento Natural (*Dec. Lei 19/93 de 23 de Janeiro; Dec. Reg. nº19/97 de 5 de Maio*). Nesta jazida foram identificadas pistas formadas por pegadas tridáctilas, bem preservadas de dinossaúros bípedes e uma pista muito extensa e complexa constituída por impressões subcirculares.

Esta jazida foi descoberta no ano de 1986 numa antiga pedreira situada na Quinta de Santa Luzia, a cerca de 1 km a SE de Belas (Fig. II.6). Trata-se de um grandioso conjunto de pegadas subcirculares e tridáctilas contendo a mais longa pista conhecida na Europa e, talvez, no mundo, com cerca de 140 metros visíveis, sendo este valor susceptível de ser aumentado após a desobstrução de entulhos que a cobrem do lado ocidental (Fig. II.7) (Galopim de Carvalho, 1994)

A jazida de Pego Longo (Carenque) situa-se numa pedreira de calcários do topo do Cenomaniano médio, cuja exploração terminou quando foi alcançado o nível

de calcários margosos em que se encontram as pegadas. A camada em que estas se encontram apresenta uma espessura muito regular de cerca de 10 a 15 cm. Trata-se de uma camada de margas calcárias gresosas cinzento-amareladas com abundantes restos vegetais (carvão) e numerosas impressões deixadas por animais de grande porte. A maioria das pegadas são circulares sem marcas de dedos ou unhas, mas nalguns locais as pegadas apresentam marcas de dedos ou unhas, embora sejam em menor quantidade que as circulares. Um dos rastros é composto por cerca de 50 marcas dispostas numa linha de direcção aproximada N 50º E. Os diâmetros das marcas são variáveis, o que leva a supor a existência de animais de vários tamanhos.



Figura II.6 – Fotografia de satélite da zona de Massamá Norte, Carenque e Queluz. O círculo laranja assinala o Monumento Natural de Pego Longo (Carenque), a seta laranja assinala a CREL e o círculo azul assinala a escola (<http://earth.google.com/gallery/>).

A camada possui também fósseis de gastrópodes e lamelibrânquios e assenta sobre uma camada de margas argilosas esverdeadas sem fósseis (Coke & Monteiro, 1986; Galopim de Carvalho, 1994).

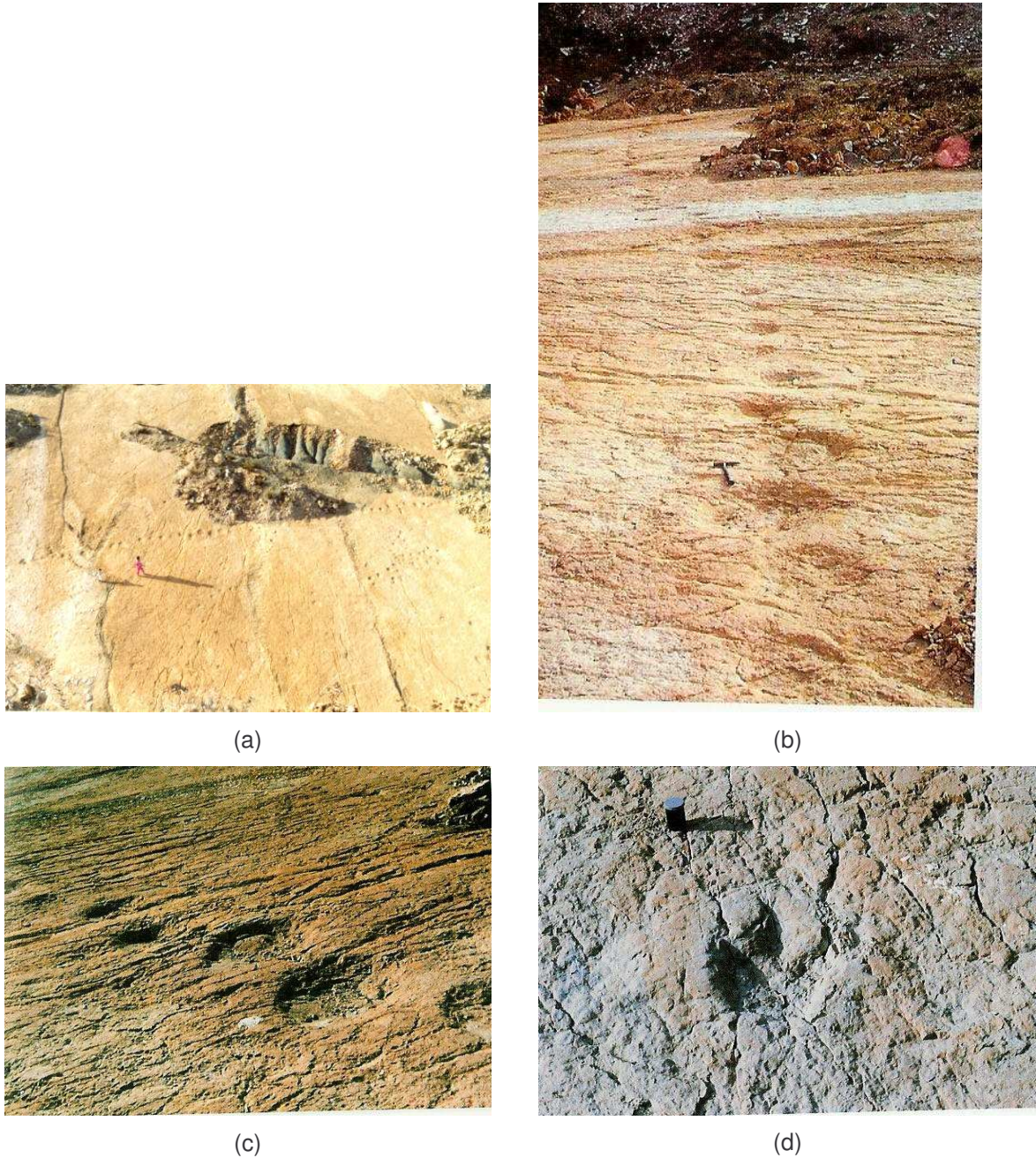


Figura II.7 - Jazida de Pego Longo (Carenque). (a) Aspecto geral das pegadas; (b) trilho principal (Galopim de Carvalho, 1991) (c) pormenor do trilho maior, com marcas subcirculares (Delgado Rodrigues, 1991) (d) pegada tridáctila (Vanda Santos, 1991). (http://www.mnhn.ul.pt/dinos/public_html/Jazidas/Carenque/index.html).

No III Congresso Geológico de Espanha, realizado em Salamanca, em Julho de 1992, foi apresentada uma comunicação intitulada “Pistas de dinossáurios do

Cretácico superior da região de Lisboa (Portugal). Problemas de interpretação de uma pista de pegadas subcirculares”, da autoria de V. Santos, J. Moratalla, P. Dantas, M. Cachão, C. Silva e C. Coke. A referida comunicação encontra-se parcialmente reproduzida no livro *Dinossáurios e a Batalha de Carenque* (Galopim de Carvalho, 1994) nos seguintes termos:

“O Cretácico superior português é muito escasso, em especial no que respeita a jazidas de icnofósseis deste grupo de vertebrados. Deste modo, as pegadas encontradas nas jazidas da Quinta de S. Luzia, do Monte Abraão e Casal da Barota do Cenomaniano de Carenque, na região de Lisboa, devido à quase ausência de outros restos indirectos de dinossáurios e, eventualmente, dos seus restos osteológicos neste andar em Portugal (...) são preciosos elementos de estudo para o conhecimento dos dinossáurios nesta idade do Cretácico português.

Das jazidas de icnofósseis anteriormente referidas (...) é abordada, neste trabalho, a da Quinta de Santa Luzia, em especial uma das várias pistas que a compõem; ela é, por enquanto, a mais extensa à escala mundial de que temos conhecimento. Trata-se de uma antiga pedreira, actualmente abandonada, situando-se na zona de Carenque, concelho de Sintra, a cerca de 8 Km a NW da cidade de Lisboa. Neste local, atestando a passagem de vários dinossáurios, encontra-se elevado número de pegadas, na ordem das centenas (algumas dispostas em pistas), por quase toda a vasta área da laje que constitui hoje a jazida.

A camada onde as pegadas se encontram (topo do Cenomaniano médio) é constituída por um calcário margoso bioclástico e bioturbado, com restos caulinares incarbonizados de vegetais. O estudo da microfácies revelou biomicrites bioturbadas, algo siltosas, com piritizações, possuindo ostracodos, pequenos lamelibránquios e gastrópodes (...) Deste modo deduz-se terem as pegadas sido impressas em ambiente aquático de transição, pouco profundo, talvez uma laguna confinada.

Apesar da progressiva degradação da jazida de Carenque, conseguem-se reconhecer ainda dois morfotipos de pegadas: tridáctilas e de contorno subcircular. As pegadas pertencentes ao primeiro grupo, onde são visíveis as impressões de três dígitos, foram produzidas por dinossáurios carnívoros, terópodes. Talvez estejamos perante o icnogénero *Megalosauropus*, presente em Portugal em várias jazidas, quer jurássicas, quer cretácicas (...), passível de ser relacionado com carnosáurios megalossaurídeos (...). As pegadas subcirculares são em número muito superior às tridáctilas e surgem também quer isoladas, quer organizadas em pistas. (...).

Uma das pistas com 127 metros de extensão visível (já que um dos seus extremos se encontra obstruído por entulho), é constituída por pegadas de contorno subcircular, sem impressões digitais e de dimensões variáveis. O histograma de frequências, por classes dimensionais de pegadas, permitiu por em evidência três classes dimensionais distintas. Este facto parece ser corroborado pela sobreposição lateral de algumas pegadas e permite inferir que esta pista foi produzida pelo menos por dois animais. Uma incerteza que persiste, além do número exacto de autores da pista, é a sua identidade (...).

A análise futura de alguns troços mais favoráveis da pista permitirá, possivelmente, deduzir quantos animais passaram, a sua identidade, o modo de locomoção, velocidade e talvez aspectos do seu comportamento social.”

II.3 OCUPAÇÃO ANTRÓPICA

A ocupação humana de uma região depende dos recursos que ela proporciona, como água, alimento, solos, minerais ou localização. Na área da freguesia de Massamá e nas suas imediações, a ocupação humana data do Paleolítico. São conhecidas as estações arqueológicas de Colaride, Monte Abraão e Ribeira de Carenque (Ramalho *et al.*, 1993), tendo sido recolhida uma vasta e variada indústria lítica talhada em sílex, quartzo e quartzito (pontas, facas, raspadores e em menor quantidade bifaces, buris e furadores). Os objectos encontrados foram talhados por caçadores-recolectores e correspondem a um período de actividade pré-histórica com uma duração de cerca de 50.000 anos (80.000 a 25.000 anos) (<http://massamacidadeaberta.blogspot.com>).

A região ocupada actualmente pelas freguesias de Massamá, Cacém, Belas e Monte Abraão oferecia excelentes condições de subsistência:

- recursos alimentares diversificados, como a caça e vegetais comestíveis;
- fácil acesso à água, devido à proximidade de rios;
- facilidade de defesa por se tratar de uma zona elevada;
- presença de uma gruta que podia servir de abrigo;
- riqueza de recursos líticos e metalúrgicos.

Se considerarmos esta área numa perspectiva alargada, verificamos que é atravessada por três afluentes do Rio Tejo: Ribeira da Lage, Ribeira dos Ossos/Barcarena e Rio Jamor. Os pontos mais elevados localizam-se no planalto de Colaride (228 m) e no Monte Abraão (232 m). Em Colaride situa-se a maior gruta do distrito de Lisboa.

Em termos de litologia, os terrenos basálticos do Complexo Vulcânico de Lisboa ofereciam condições muito favoráveis de ocupação, pois retêm a água, devido à existência de camadas impermeáveis próximas da superfície. Este facto terá sido propício à existência de uma cobertura de gramíneas, que determinava uma grande riqueza de caça da qual dependia a sobrevivência humana. Por outro lado, os basaltos assentam sobre as camadas de calcário do Cenomaniano superior, que afloram nas zonas adjacentes do complexo e em pequenos retalhos postos a descoberto pela erosão. O Homem dessa época encontrava nestas rochas abundante matéria-prima para talhar os instrumentos líticos necessários à caça, pois nos calcários do Cenomaniano superior ocorrem nódulos de sílex (Ramalho *et al.*, 2001).

Do Neo-Calcolítico, são conhecidas na região de Belas-Agualva-Carenque várias sepulturas megalíticas — Anta da Pedra dos Mouros (Idanha/Belas), Galeria da Estria (Monte Abraão), Anta do Monte Abraão, Galeria Coberta de Carenque (ou Monumento Megalítico de Pego Longo), Necrópole de Carenque e Anta de Agualva (Cacém) — o povoado de Colaride (Ramalho *et al.*, 1993) na margem esquerda da Ribeira de Barcarena (Fig. II.8).

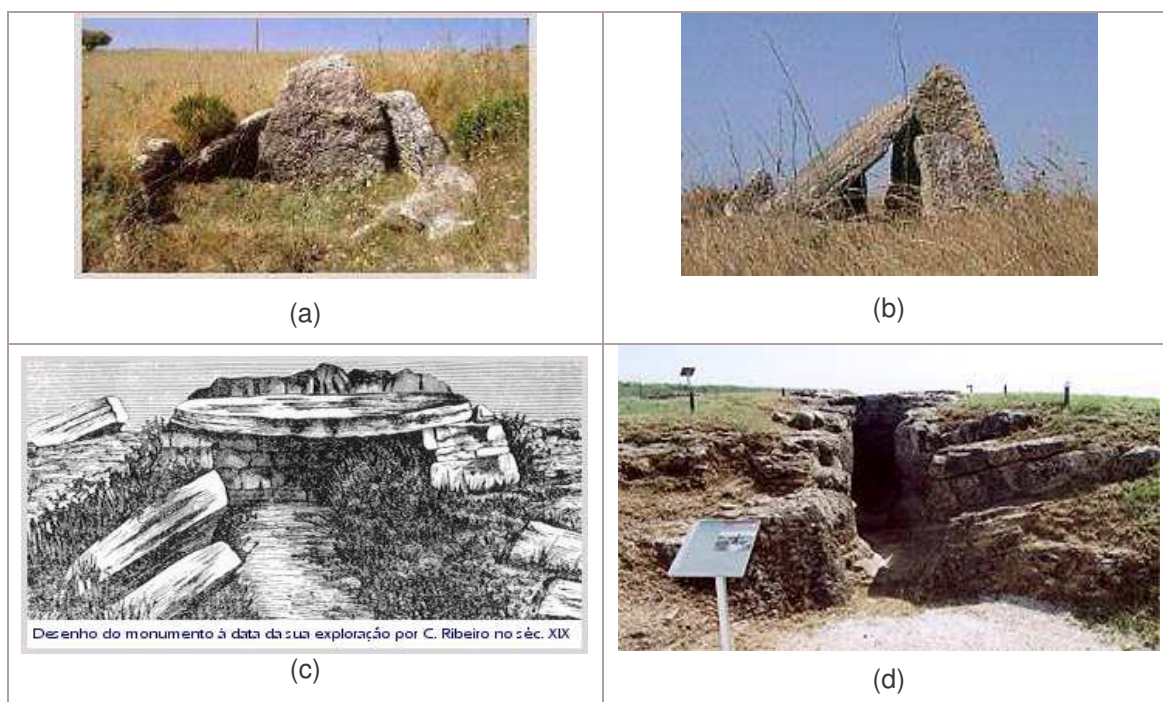


Figura II.8 – (a) Galeria da Estria (Monte Abraão) (<http://www.eb1-belas-n5-serra-silveira.rcts.pt>); (b) Anta do Monte Abraão (<http://www.lifecooler.com>); (c) Galeria Coberta de Carenque (ou Monumento Megalítico de Pego Longo) <http://www.malhatlantica.pt>; (d) Necrópole de Carenque <http://www.malhatlantica.pt>.

A Galeria da Estria (Fig. II.8a) situa-se a cerca de 500 m da Anta do Monte

Abraão, junto à CREL, do lado direito quando se circula no sentido de Queluz-Loures, antes dos túneis de Carenque. O Monumento Megalítico do Pego Longo (Fig. II.8c), situa-se junto da pedreira do Bairro de Pego Longo, cerca de 800 m a ENE da Anta do Monte Abraão (Fig. II.8b). O referido monumento data de 3000 a.C. aproximadamente e foi estudado por Carlos Ribeiro no séc. XIX.

A Necrópole de Carenque (Fig. II.8d) é formada por um conjunto de três sepulturas colectivas escavadas em calcário, descobertas em 1932 pelo Prof. Manuel Heleno e classificadas como Monumento Nacional desde 1936. Situam-se na Avenida Pedro Álvares Cabral, no Bairro da Mina, Amadora e o seu espólio encontra-se no Museu dos Serviços Geológicos de Portugal e no Museu Nacional de Arqueologia.

Na margem direita da Ribeira de Barcarena, cerca 3,5 Km para SSW da escola, encontra-se o povoado fortificado de Leceia (Fig. II.9) conhecido desde 1878.



Figura II.9 – Povoado fortificado de Leceia (≈ 3000 a 2000 a.C.) (extraído de <http://milhasnauticas.blogspot.com>).

Os primeiros trabalhos arqueológicos, realizados sob a orientação de Carlos Ribeiro, iniciaram-se no século XIX, mas apenas se intensificaram a partir de 1983. O estudo do local, a cargo do Prof. João Luís Cardoso, revelou a existência de um povoado com uma extensão conhecida de cerca de 5000 m² e vestígios

correspondentes a aproximadamente 1000 anos de ocupação, distribuídos em quatro fases, que vão desde o Neolítico Final (\approx 3.000-2.500 a.C.) até ao Calcolítico Final (\approx 2.000 a.C.).

Na Idade do bronze (séc. X a VIII a.C.), a região seria importante em termos agrícolas, tal como indica o achado de um molde para fundição de foices encontrado em Colaride — Casal de Rocanes (Fig. II.10a). Trata-se dum exemplar único na arqueologia portuguesa, que por se tratar de um molde permite deduzir que as foices seriam produzidas localmente (Ramalho *et al.*, 2001).

Em 1898, o arqueólogo Leite de Vasconcelos, divulgou a existência de uma vila tardo-romana no planalto de Colaride, cerca de 1 Km a NW da escola (Fig. II.10b). Mais recentemente, aquando das prospecções motivadas pelas obras do gasoduto, foram descobertas estruturas de habitação assim como uma oficina de aparelhamento e extracção de pedra (<http://colaride.no.sapo.pt>). Segundo o blogue “Massamá, cidade aberta”, esta pedreira terá laborado em exploração contínua entre os séculos I e III d.C.

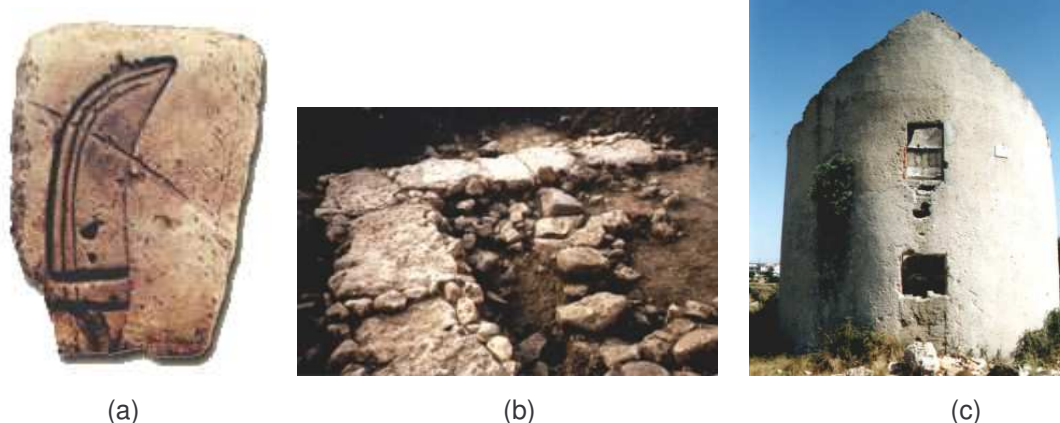


Figura II.10 – (a) Molde talhado em pedra destinado à fundição de lâminas em meia-lua, utilizadas para a ceifa dos cereais (Idade do Bronze); (b) *villa* ou casal agrícola romano; (c) moinho de Casal de Rocanes (extraído de <http://colaride.no.sapo.pt/historia/index.html>).

Nos finais do século XIX, foi também encontrada uma necrópole, junto à entrada da gruta de Colaride (<http://massamacidadeaberta.blogspot.com>). Do século XV chegaram até hoje um casal agrícola e um moinho (Casal de Rocanes - Colaride) (Fig. II.10.c).

Até ao século XVII, a região era muito arborizada e no local onde foi edificado Palácio de Queluz (2 Km a SE da escola) existia um Pavilhão de Caça. Em 1747, D. Pedro III deu início à construção do Palácio Nacional de Queluz, que se tornou

residência da família real até às invasões francesas. A zona transformou-se num centro aristocrático, facto que terá provocado uma maior fixação dos camponeses, cuja actividade principal era alimentar a cidade de Lisboa e arredores.

Na região de Massamá/Belas, chegaram a existir seis eiras: Casal da Baratôa, Casal do Olival, Casal Gouveia, Casal do Josézito, Quinta de Pero Longo e Quinta do Porto. O seu subsolo é rico em água e serviu para abastecer a Fábrica da Pólvora de Barcarena. O actual Chafariz de Massamá, considerado o “ex-libris” da Freguesia, é alimentado por uma mina localizada no interior da Escola Básica nº 1 de Massamá (200 metros a E da Escola Secundária Stuart Carvalhais).

Após a inauguração da linha de caminho de ferro Lisboa / Sintra, em 2 de Abril de 1887, Massamá começou a crescer com a construção de pequenas moradias ao longo da Rua Direita de Massamá, desde a zona do Chafariz (200m a SE da escola) até à Rua da Milharada (cerca de 100m a SW da escola), estimando-se que em 1900 a localidade tivesse uma população que não deveria ultrapassar o meio milhar.

Actualmente, Massamá é a freguesia do Concelho de Sintra que tem maior densidade populacional (12.868 Habitantes por km²) e um número total de cerca de 30.000 habitantes. A sua população é maioritariamente jovem, na classe etária dos 25 aos 35 anos, que aqui procura a sua primeira residência. Com base nos resultados do CENSOS 2001, existiam em Massamá 932 edifícios, 11.517 alojamentos, 9.962 famílias e 28.212 pessoas residentes (14.488 mulheres e 13724 homens) dos quais 6551 tinham menos de 18 anos (<http://vps2.elementodigital.com>).

Verifica-se assim que a ocupação humana da zona em estudo se deu de uma forma continuada desde o Paleolítico até aos dias de hoje.

II.4 ORDENAMENTO E DEFESA DO PATRIMÓNIO

A proximidade de Lisboa trouxe consigo outra forma de ocupação e outros problemas. A zona de Massamá/Queluz foi gradualmente ocupada por prédios e as quintas e hortas foram dando lugar a urbanizações. À medida que o terreno se valorizou, devido à procura, os prédios foram-se tornando mais altos e as zonas verdes mais escassas. Os problemas decorrentes da falta de ordenamento foram surgindo:

- construção junto ao Jamor;
- necessidades de energia;
- escassez de vias de comunicação;
- falta de espaços verdes;

- dificuldades de manutenção do património natural e construído.

De tudo isto resultaram acidentes, eventuais problemas de saúde, em suma, resultou uma diminuição da qualidade de vida da população residente.

II.4.1 Problemas antigos

Na noite de 25 de Novembro de 1967, a região de Lisboa foi atingida por uma precipitação intensa e concentrada que desencadeou uma cheia com consequências trágicas. A estação de S.Julião do Tojal (Loures) registou 111 mm de precipitação em apenas 5 horas. As estações da região de Lisboa registaram, nessa data, cerca de 1/5 do total da precipitação anual. A zona onde as cheias foram mais devastadoras foi a de Loures, mas noutros locais dos arredores de Lisboa, como em Queluz, tiveram também graves consequências.

Na zona do mercado de Queluz, existem alguns prédios construídos, na década de cinquenta, junto ao leito do Rio Jamor (Fig. II.11 e II.12). Na noite de 25 de Novembro de 1967, o leito de cheia do rio, a montante do Palácio de Queluz, foi completamente inundado. Naquela época essa zona era ocupada por oliveiras (algumas das quais ainda hoje lá estão). Ao princípio da noite, o rio apresentava uma corrente fortíssima que arrastou carros e dois prédios construídos junto à margem esquerda do rio. Um desses prédios situava-se no Largo do Mercado e o outro junto à Ponte Pedrinha.



Figura II.11 – Na fotografia observa-se a Av. Elias Garcia, junto à Ponte Pedrinha, a sul do mercado. O círculo assinala o espaço ocupado por um prédio que ruiu e a seta assinala o sentido da corrente do rio (<http://earth.google.com/gallery/>).

Actualmente ainda é possível ver um espaço entre a Ponte Pedrinha e o nº 219 da Av. José Elias Garcia (Fig. II.11), que no passado era ocupado por um dos prédios que nessa noite foi arrastado pela corrente. No leito de cheia do Jamor, a jusante da Ponte Pedrinha e a montante do Palácio, há hoje uma zona verde — o Parque Urbano Felício Loureiro — que constituiu uma boa opção em termos de Ordenamento.



Figura II.12 – Fotografia de satélite da zona de Massamá Norte, Carenque e Queluz. O círculo azul assinala a escola. As setas verdes assinalam o leito do Rio Jamor, vendo-se que muitos prédios foram construídos junto ao leito. O círculo vermelho assinala a zona onde se localizavam os prédios que ruíram nas cheias de 1967 (ver pormenor na figura II.11) (<http://earth.google.com/gallery/>).

II.4.2 Problemas recentes

Em Massamá a urbanização foi mais tardia, pois intensificou-se sobretudo a partir do final dos anos setenta, mas em cerca de trinta anos, Massamá passou de uma zona rural ocupada por diversas quintas a uma zona urbanizada, sem grandes preocupações estéticas, com poucos espaços verdes e de lazer e escassos espaços culturais.

Nas urbanizações recentes, a população tem uma origem diversificada verificando-se um forte grau de desenraizamento. A ligação ao espaço que habitam é

ténue já que, para muitos dos seus habitantes, Massamá é apenas um dormitório. Em muitas famílias, pai e mãe deslocam-se diariamente para trabalhar fora da área da freguesia, especialmente para Lisboa.

O crescimento urbano acelerado trouxe consigo a necessidade de novas vias de comunicação (construção da CREL e alargamento do IC19) e de energia (aumento da potência dos cabos de alta tensão). Por outro lado, a valorização do terreno aumentou a pressão económica, descurando a necessária instalação de espaços verdes e de lazer e ameaçando importantes valores patrimoniais de natureza geológica (pegadas de Carenque e gruta de Colaride) e histórica (achados arqueológicos do planalto de Colaride — Paleolítico, Neolítico, Romanos e Idade Média). Estas situações têm mesmo assumido uma importância mediática a nível nacional ou local, como é o caso dos problemas que seguidamente se referem:

- O traçado da CREL versus preservação das pegadas de dinossaúrios da Jazida de Pego Longo (Carenque);
- A preservação do património natural e histórico de Colaride, visando a transformação daquele espaço no Parque Natural e Cultural de Colaride;
- A construção da 2.^a fase da linha de muito alta tensão (220 KV) Fanhões /Trajouce que atravessa a zona fortemente urbanizada de Massamá Norte (200 metros a Norte da escola);

Os três problemas referidos foram parcialmente resolvidos no seguimento de acções de protesto que mobilizaram as populações e as escolas, tiveram eco nos meios de comunicação social, levaram a discussões ao nível da Câmara Municipal e da Assembleia da República, chegando a envolver processos judiciais. No entanto, nenhuma das situações foi completamente solucionada.

Jazida de Pego Longo

A chamada “Batalha de Carenque”, iniciou-se em 1990 com o objectivo de impedir a utilização da pedreira como local de descarga de entulho. Passou uma fase de sobressalto quando em 1992/93, o traçado da CREL ameaçou destruir as pegadas e “terminou” em 1995, com a construção de dois túneis (Fig. II.13) que, permitindo manter o traçado da CREL, permitiram também a preservação das pegadas (Fig. II.14). No entanto, apesar da preservação, ainda hoje se aguarda que o projecto de musealização da jazida, aprovado pelo Instituto da Conservação da Natureza e pela Câmara Municipal de Sintra, se concretize.



Figura II.13 – Esta obra de engenharia é constituída por duas galerias paralelas, com 19 m de largura e 265 m de comprimento que terminam com esculturas estilizadas de uma cabeça e uma cauda de dinossauro (<http://www.geocaching.com>).

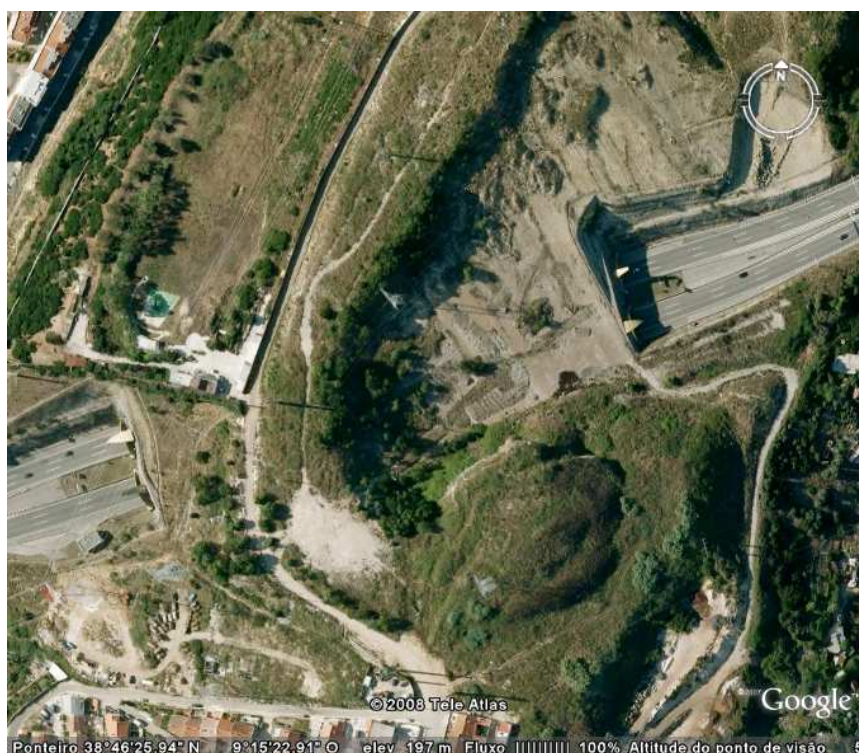


Figura II.14 – Aspecto da CREL e da Jazida de Pego Longo. A aparente “interrupção” da estrada deve-se à construção dos túneis (<http://earth.google.com/gallery/>).

As pegadas com cerca de 90 milhões de anos de idade, estão a degradar-se e continuam escondidas, como é bem ilustrado nas seguintes palavras do Deputado Municipal António Filipe (17-05-2007) “... o Professor Galopim de Carvalho, que no início dos anos noventa liderou a batalha cívica, vitoriosa, pela preservação das pegadas de dinossáurios de Carenque, chamou a atenção para a necessidade de ser ganha mais uma batalha, a última, para a preservação e valorização desse projecto. Falta construir o Museu e Centro de Interpretação do Pego Longo (Carenque), cujo projecto foi aprovado em 2001 pela Câmara de Sintra e que aguarda, desde então, a disponibilização das verbas necessárias para se tornar realidade.”

Parque Natural e Cultural de Colaride

A Pedreira de Colaride é o local para onde se encontra projectada a criação de uma zona de lazer para a população das áreas urbanas adjacentes (Massamá, Cacém...). Recentemente pudemos testemunhar que entre duas das visitas que realizámos ao local, de grande interesse arqueológico e geológico, enormes quantidades de terra foram lançadas no interior da pedreira ocultando o topo norte da sua parede este.

A preservação do Parque Natural e Cultural de Colaride (Fig. II.15) só foi possível graças à mobilização das escolas e associações locais, à recolha dum abaixo-assinado com cerca de 6.000 subscrições e a diversas manifestações públicas a favor da criação de um pulmão verde entre Cacém e Massamá.

Em 1997, vencida a pressão dos “lobbies” da urbanização, a Câmara Municipal de Sintra classificou o local como Espaço Cultural e Natural com base numa proposta da Associação Olho Vivo para a alteração do Plano Director Municipal (PDM).



Figura II.15 – Aspecto do planalto de Colaride, observando-se ao fundo o Cacém e a Serra de Sintra (<http://colaride.no.sapo.pt>).

As actividades de construção, movimentações de terra, corte ou destruição do revestimento vegetal e natural estão interditas nos Espaços Culturais e Naturais. No entanto e segundo Flora Silva (Presidente da Associação Olho Vivo para a Defesa do Património, Ambiente e Direitos Humanos), a empresa imobiliária Pimenta & Rendeiro S.A. que detém a propriedade de vários hectares naquela zona iniciou em 1998 a terraplanagem de uma vasta área. Derrubou parte dum montado de sobreiros para dar início às fundações de um hipermercado de materiais de construção.

O solo da Estação Arqueológica da Barôta foi “transportado” em camionetas, desconhecendo-se o destino dado ao espólio arqueológico com mais de 30.000 anos. A Associação Olho Vivo apresentou uma queixa-crime ao Ministério Público.

Linha de Alta Tensão

As palavras proferidas pelo Deputado Municipal André Beja em 30/10/06 sintetizam bem a situação criada com a construção da linha de alta tensão Fanhões /Trajouce: “Em Novembro de 2005, população e ambientalistas foram surpreendidos com a discussão pública do projecto para a instalação, no município de Sintra, de 27 postes do sublanço da linha de muito Alta Tensão que ligará Fanhões (em Rio Maior) a Trajouce (em Cascais). Estas estruturas comportam até 6 cabos condutores e podem atingir até 75 m de altura, estando a sua instalação pensada para as imediações de bairros onde habitam milhares de pessoas e em zonas de património ambiental e natural de reconhecida importância” (Fig. II.16).



Figura II.16 – Aspecto da linha de alta tensão na zona de Massamá Norte (<http://dn.sapo.pt/2008/01/08>).

“A leitura do Estudo de Impacto Ambiental revelou omissões em questões tão delicadas como a desvalorização patrimonial (...), verificando-se que o corredor proposto não está previsto no PDM e que o projecto foi feito com base em mapas desactualizados, onde não vêm assinaladas aquelas que hoje são importantes zonas residenciais...Mais tarde, veio a concluir-se que este traçado previa a instalação de um poste em cima de uma jazida arqueológica (Colaride) e, vários outros, em locais onde irão ser construídas as circulares poente e nascente do Cacém passando ao lado da jazida de Carenque”.

CAPÍTULO III: A SAÍDA DE CAMPO

A actividade de campo que se descreve neste capítulo enquadra-se nas orientações curriculares e/ou programas definidos pelo Ministério da Educação para as disciplinas consideradas no presente trabalho — Ciências Naturais (7º ano) e Biologia e Geologia (10º e 11º anos).

Todo o trabalho de pesquisa se desenvolverá a partir da seguinte questão:

Que rochas se podem encontrar num raio de 3 km em torno da escola?

A organização da saída envolveu a articulação cuidadosa de três momentos de aprendizagem: (a) unidade pré-viagem – na sala de aula; (b) saída de campo e (3) unidade pós-viagem – na sala de aula e no laboratório. São propostos três itinerários distintos dependendo do ano de escolaridade a que se destinam (7º, 10º e 11º anos), que se apresentam nos Anexos 1, 2 e 3.

III.1 UNIDADE PRÉ-VIAGEM - PREPARAÇÃO DA SAÍDA

No âmbito das disciplinas de Ciências Naturais (7º ano) e de Biologia e Geologia (10º e 11º anos), o estudo da Geologia começa por ser introduzido num contexto CTS focando problemas de âmbito local. Deste modo, para suscitar o interesse dos alunos sobre a região, a unidade pré-viagem inclui a análise e discussão de documentos relacionados com a preservação do património natural — Monumento Natural de Pego Longo (7º e 10º anos) — e com os recursos e problemas de ordenamento resultantes da ocupação antrópica da zona (11º ano). Em anexo encontram-se as fichas de trabalho que apoiaram esta fase:

- 7º ano — “Que fósseis podemos encontrar na zona da escola?”;
- 10º ano — “Porque se extinguiram os dinossauros? / Existem evidências da sua existência na zona da escola?”;
- 11º ano — “Como foi a ocupação antrópica da região em que vivemos?/ “ Que recursos disponibilizou ao Homem?/Que património devemos preservar?”.

Posteriormente procede-se à preparação da aula de campo focando diferentes aspectos do trabalho dos geólogos e analisando os instrumentos por eles utilizados. O aprofundamento definido para esta fase tem em conta o nível etário dos alunos e os

objectivos de cada ano de escolaridade. Encontram-se em anexo as fichas utilizadas:

- 7º ano — “Preparação da aula de campo.”;
- 10º ano — “Preparação da aula de campo/ Como trabalham os geólogos?”;
- 11º ano — “Preparação da aula de campo: interpretação de cartas geológicas”.

Depois de uma breve introdução sobre leitura de cartas topográficas em que se faz referência às noções de escala (numérica e gráfica), curvas de nível, pontos cotados, orientação de cartas topográficas (norte cartográfico), solicita-se aos alunos que localizem a Escola Secundária Stuart Carvalhais na folha 430 da Carta Militar de Portugal, escala 1:25000, editada pelo Instituto Geográfico do Exército em 1992.

Para compreender melhor a morfologia dos terrenos envolventes, apresenta-se na Figura III.1 uma montagem das folhas 430 e 416, pois a escola situa-se próximo do limite norte da folha 430, correspondendo a folha 416 à região a norte da escola.



Figura III.1 – Fragmento da Carta Militar de Portugal, escala 1:25000 (montagem realizada a partir das Folhas 416 e 430).

A Escola Secundária Stuart Carvalhais foi construída em Massamá, nos terrenos a este da Quinta do Porto – canto NE da Folha 430. Está localizada numa encosta voltada a sul, entre as cotas 170 m e 200 m, entre a Ribeira dos Ossos (ou de Barcarena), a Oeste, e o Rio Jamor, a Este. Apesar de ter sido edificada em 1988/89, a escola não foi representada na carta publicada em 1992. Os terrenos onde foi construída estão referenciados na legenda com a simbologia “*arbustos ou mato densos*”.

Numa fase subsequente, a consulta das folhas 34-C (Cascais) e 34-A (Sintra) da Carta Geológica de Portugal, na escala 1:50000, emitida pelos Serviços Geológicos de Portugal em 2001 e 1993, respectivamente, permitirá aos alunos a identificação das principais unidades geológicas que constituem a região (Fig. III.2).

A escola está situada no canto NE da Folha 34-C (Cascais), entre o Rio Jamor, a Este, e a Ribeira de Barcarena, a Oeste. Note-se que a Ribeira de Barcarena não é designada do mesmo modo nos vários mapas, correspondendo à Ribeira dos Ossos na Folha 430 da Carta Militar de Portugal e à Ribeira da Jarda nas cartas, a norte, (Folha 416 da Carta Militar de Portugal e Folha 34–A da Carta Geológica de Portugal).

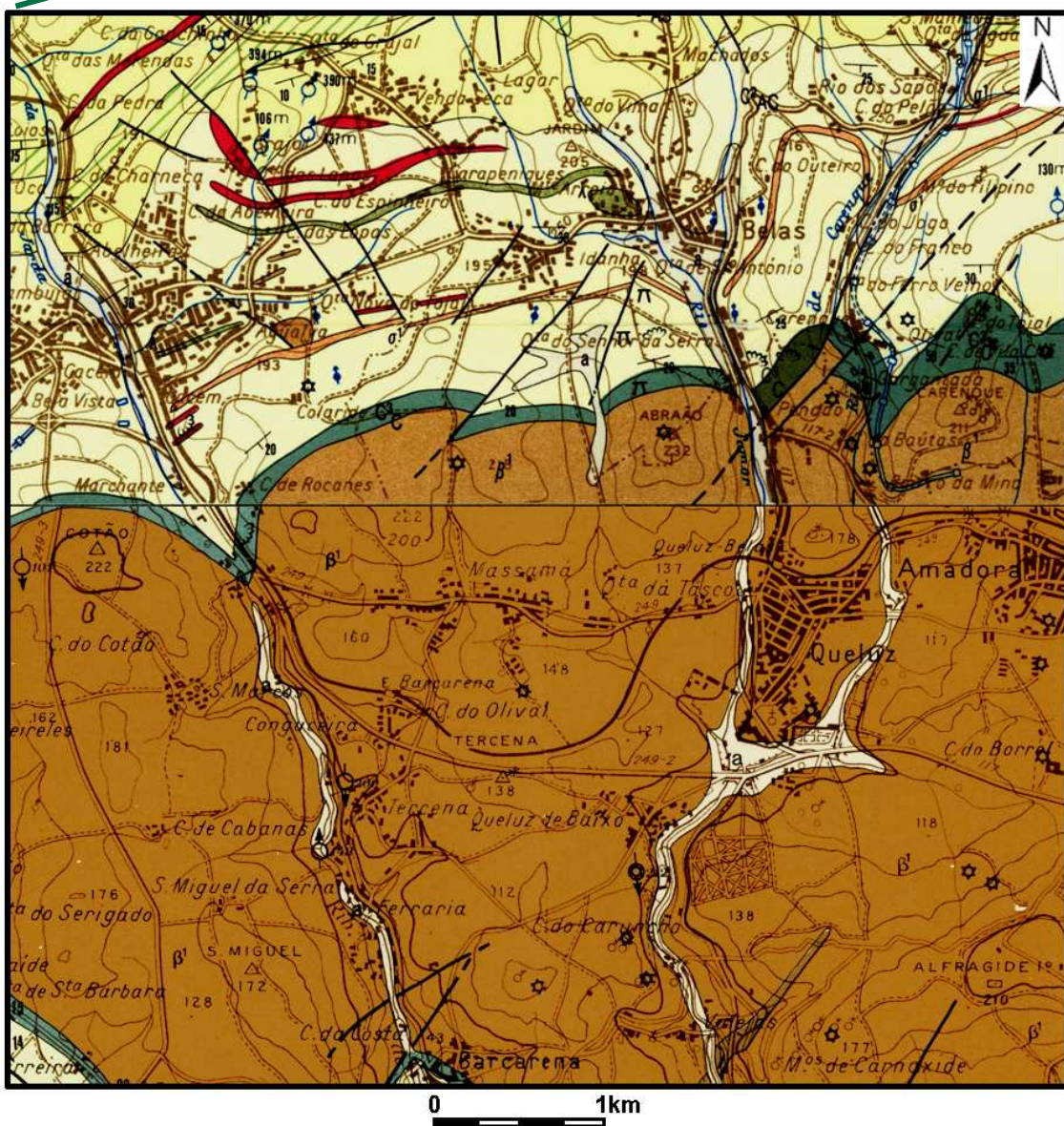
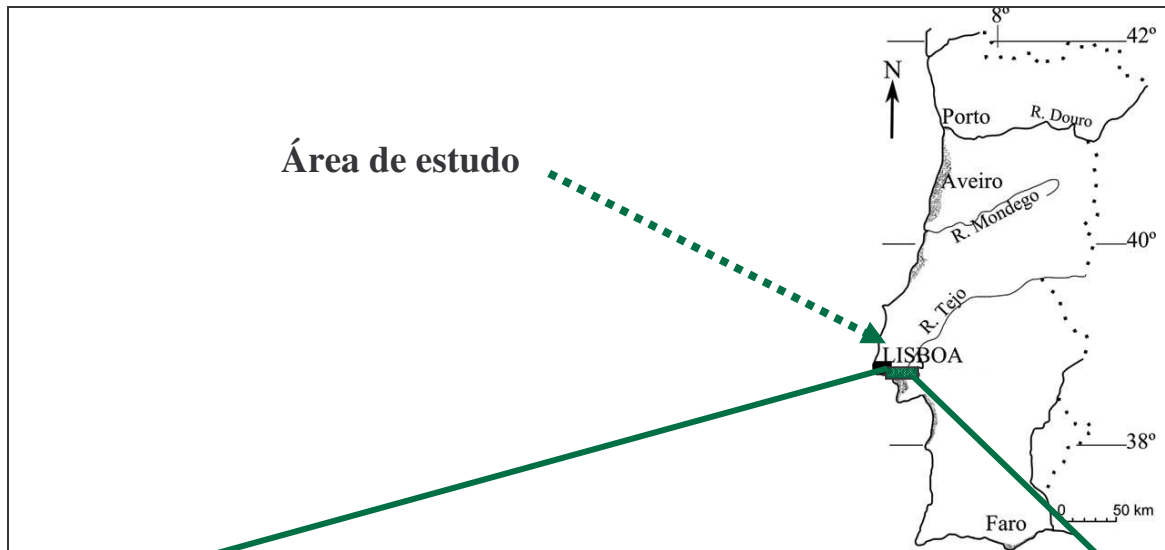
Uma breve inspeção das cartas geológicas mostra que a Escola Secundária Stuart Carvalhais foi construída em terrenos do Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL). Este complexo aflora numa mancha de grande extensão que se estende pelas cartas adjacentes – Sintra (Folha 34-A), Loures (Folha 34-B) e Lisboa (Folha 34-C).

Para além das rochas do Complexo Vulcânico de Lisboa afloram, a Norte da escola, sedimentos cretácicos e escassos depósitos aluvionares nos leitos da Ribeira de Barcarena, do Rio Jamor e da Ribeira de Carenque (afluente do Jamor).

Através duma análise mais pormenorizada das duas folhas da carta geológica e respectivas legendas (Fig. III.2), é possível posicionar no tempo as diferentes unidades presentes na região e definir a sequência litoestratigráfica. Mostra-se na Figura III.3 uma coluna estratigráfica simplificada para o Cretácico da área em estudo.

As rochas mais antigas são os calcários e margas do Aptiano inferior - C^1_A – e os arenitos e argilas do Aptiano superior - C^1_{AS} - que afloram na porção setentrional da carta.

Seguem-se os calcários e margas do “Belasiano” - C^2_{AC} - datados do Albiano inferior - Cenomaniano médio. O “Belasiano” corresponde a um andar de valor regional definido por Choffat (1885) que, apesar de não representar uma unidade litoestratigráfica formal de acordo com as recomendações actuais, ainda prevalece na literatura.



Legenda da Carta Geológica 34-A (Sintra) e 34-B (Cascais)

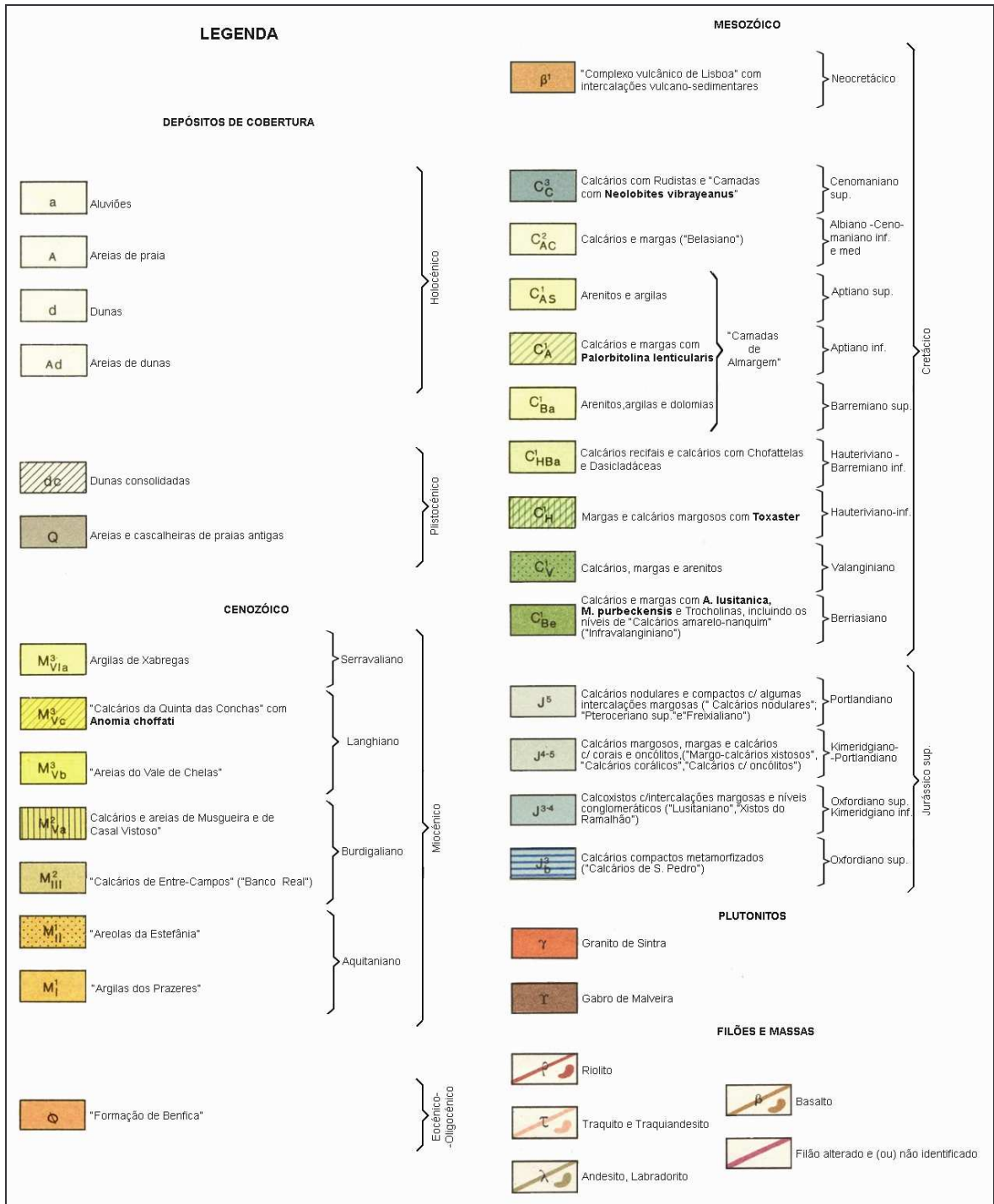


Figura III.2 – Fragmento da Carta Geológica de Portugal, escala 1:50000 (montagem realizada a partir das Folhas 34-C e 34-A) e respectiva legenda.

O termo “Belasiano” tem a sua origem na vila de Belas, situada cerca de 2 km a norte da escola, onde foram efectuados cortes geológicos de referência por Choffat (1885) e Berthou (1973).

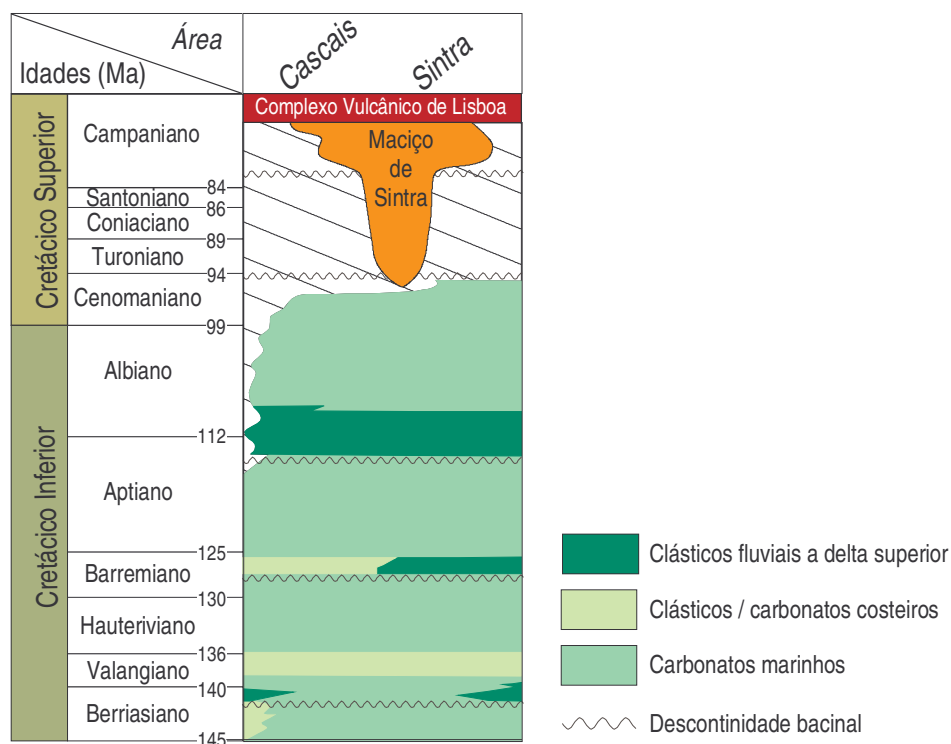


Figura III.3 - Esquema com as unidades carbonatadas do Cretácico da região Cascais-Sintra (simplificado de Rey *et al.*, 2006 por B. Valle Aguado).

Às camadas do “Belasiano” sucedem-se os níveis do Cenomaniano superior – C^3_C - constituídos por calcários com Rudistas e “Camadas com *Neolobites vibrayeanus*”. Na zona em investigação, os estratos cretácicos estão inclinados aproximadamente 20° para S. A sua inclinação parece ter sido provocada pela intrusão do Maciço de Sintra, que dista da escola cerca de 10 km em linha recta, na direcção WNW. Com base em dados isotópicos, foi possível datar a instalação do Maciço de Sintra em 85 ± 8 Ma (Bonhomme *et al.*, 1961), $80,5 \pm 1$ Ma (Ferreira & Macedo, 1977), $95,3 \pm 8,0$ Ma (Abranches & Canilho, 1981), 82 Ma (Macintyre & Berger, 1982) e 74-85 Ma (Storetvedt *et al.*, 1987).

Com efeito, o final do Cretácico Superior é marcado por importante actividade magmática que, para além do Maciço subvulcânico de Sintra, deu origem à formação do Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL) – β^1 , cuja idade se estima em cerca de 70 Ma. O CVL é composto essencialmente por escoadas de basaltos, em que frequentemente se intercalam níveis piroclásticos. Pode incluir ainda outro tipo de

estruturas como é o caso de chaminés vulcânicas e filões. Os três filões assinalados na carta, no sector entre Cacém e Belas, como microsienito, traquito e traquiandesito - σ^1 -, andesito, labradorito e lamprófiro - λ -, e, mais a Norte, rocha eruptiva alterada (ou não identificada) poderão estar associados ao magmatismo tardi-Cretácico.

O registo estratigráfico da região termina com os depósitos aluvionares cenozóicos que preenchem os leitos das Ribeiras de Barcarena e Carenque e do Rio Jamor.

Toda a zona é afectada por falhas de direcção NE-SW, uma das quais, um desligamento direito (?) atravessa o sector localizado a norte da escola, entre Colaride e Monte Abraão, deslocando os contactos do Complexo Vulcânico de Lisboa com os calcários do Cenomaniano superior, e o destes com as camadas mais antigas do “Belasiano” (Fig. III.2). Além disso corta também o filão σ^1 (microsienito, traquito e traquiandesito).

Após a primeira fase de reconhecimento realizada através da consulta da carta geológica procede-se ao trabalho de campo. Na fotografia de satélite da figura III.4 pode ver-se a Escola Secundária Stuart Carvalhais e os locais mencionados no presente trabalho. Os alunos poderão usar as TIC, prevendo-se o recurso à ferramenta “Google Earth” na fase de preparação da aula de campo ou após a sua realização, para análise do itinerário e localização dos locais com interesse geológico.

III.2 A SAÍDA DE CAMPO

Como já foi referido anteriormente, os itinerários das saídas de campo do 7º, 10º e 11º anos foram definidos em função dos conteúdos a leccionar nesses níveis de escolaridade.

Todas as paragens descritas se localizam num raio de 3-4 km em torno da escola. Na fotografia de satélite da figura III.4 mostra-se a localização da Escola Secundária Stuart Carvalhais com um círculo vermelho, que corresponderá à paragem nº 1. Os restantes afloramentos seleccionados para o trabalho de campo estão indicados na figura com círculos verdes – paragens 2 a 5. Representam-se com círculos laranja os locais mencionados no capítulo anterior como património geológico.

III.2.1. Paragem 1 - Pátio da Escola Secundária Stuart Carvalhais

Nesta paragem, a primeira observação que se pode fazer é que alguns dos candeeiros colocados no terreno a norte do pavilhão G se encontram inclinados ou até caídos como consequência da erosão. Os alunos podem constatar que um dos

candeeiros caiu devido à remoção do solo que envolvia a sua base de cimento e que a base de cimento de outro dos candeeiros está quase totalmente à vista, pois o solo que a envolvia foi removido pelas águas de escorrência (Est. I.1-I.2). Para atenuar os efeitos da erosão foi necessário construir um muro ao longo do talude, no limite norte do terreno da escola (seta amarela na figura III.5).

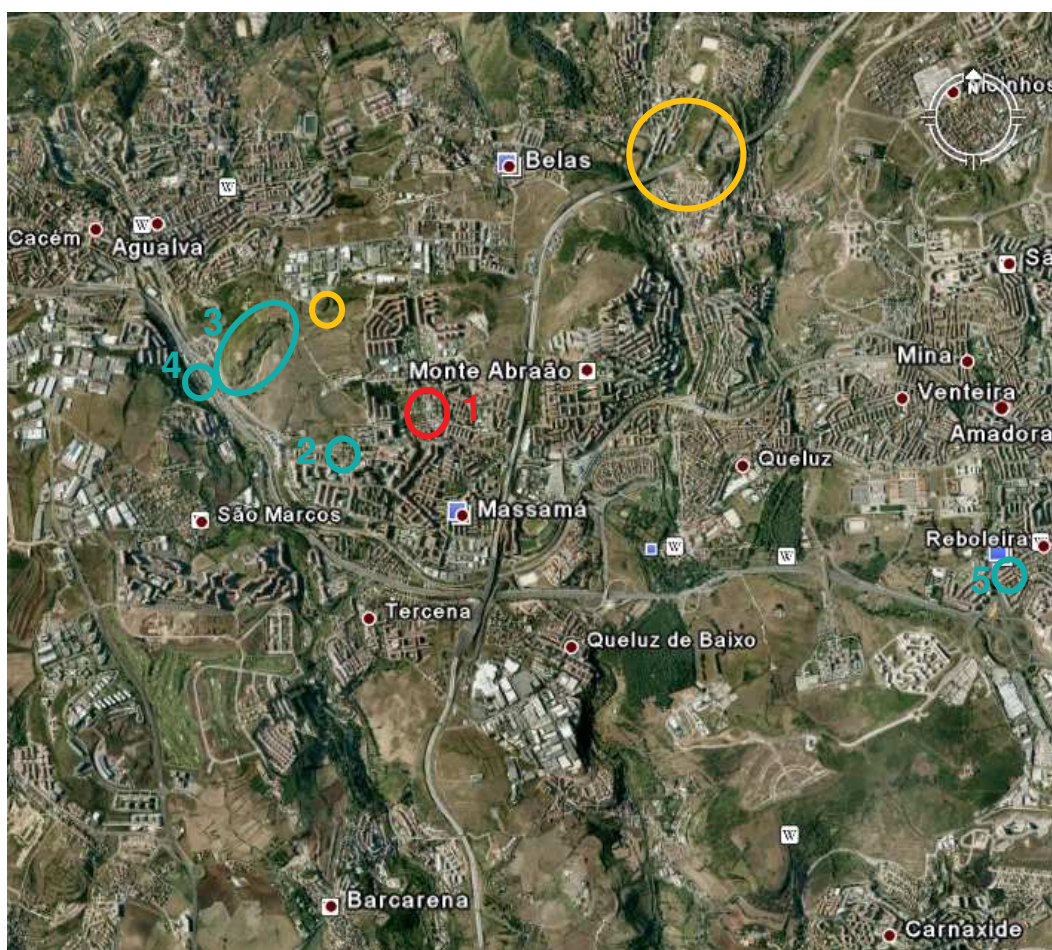


Figura III.4 – Fotografia de satélite mostrando a localização da Escola Secundária Stuart Carvalhais (círculo vermelho) relativamente aos locais estudados ou mencionados no trabalho. Os números da figura correspondem às paragens (<http://earth.google.com/gallery/>).

As rochas que afloram no talude situado a norte do Pavilhão G, no pátio da escola, são basaltos do Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL). Mostram sinais de alteração acentuada e inúmeras diaclases (Est. I.3-I.4).

Neste afloramento, os alunos procederão à caracterização macroscópica dos basaltos e à sua classificação com base na cor, textura e composição mineralógica.

ESTAMPA I



Est. I-1: Candeeiro caído devido a deslizamento de terreno – Paragem 1.



Est. I-2: Candeeiro inclinado por acção de movimentos de terreno – Paragem 1.



Est. I-3: Diaclases no basalto aflorante no pátio da escola – Paragem 1.



Est. I-4: Aspecto da alteração de basaltos do CVL no pátio da escola – Paragem 1.



Est. I-5: Aspecto geral do afloramento – Paragem 2.



Est. I-6: Basalto com textura vesicular e disjunção esferoidal – Paragem 2



Figura III.5 – Fotografia de satélite mostrando a Escola Secundária Stuart Carvalhais. O talude Norte está assinalado pela estrela vermelha. A seta amarela assinala um muro construído para atenuar os problemas de erosão (<http://earth.google.com/gallery/>).

As amostras menos alteradas apresentam cor escura e uma textura afanítica porfírica conferida pela presença de microfenocristais de minerais máficos numa matriz de granularidade muito fina. Através do exame textural, será possível concluir que se trata de uma rocha ígnea vulcânica, o que conjugado com a sua cor negra leva a classificá-la como um basalto (Est. I.3). Apesar da reduzida dimensão dos grãos não permitir uma identificação precisa dos minerais constituintes em amostra de mão, poderá referir-se que a piroxena é, em geral, a fase máfica dominante neste tipo de litologia, sendo por isso provável que grande parte dos microfenocristais sejam de piroxena (cor negra e hábito prismático). Outro aspecto a focar é que a cor castanha alaranjada observada em extensas porções do afloramento se deve à presença de óxidos e hidróxidos de ferro resultantes da meteorização química dos silicatos ferromagnesianos primários (Est. I.4).

Nas aulas seguintes à saída de campo (unidade pós-viagem), mostrar-se-ão fotografias de lâminas delgadas em que se poderá verificar que a associação mineralógica principal nestes basaltos é composta por clinopiroxena (augite) +

plagioclase cálcica + olivina + opacos. A clinopiroxena ocorre tanto em cristais de grandes dimensões (fenocristais) como em pequenos grãos na matriz. Apresenta a cor acastanhada típica da augite titanífera, hábito subédrico, extinção oblíqua e cores de polarização de 2ª ordem nas secções de birrefringência máxima (Est. II.1 e II.2). A plagioclase surge em cristais relativamente pequenos, incolores, predominantemente subédricos, com birrefringência baixa (Est. II.1 - II.4). Identifica-se facilmente em nicóis cruzados através da macla polissintética da albite e apresenta índice de refração superior ao do bálsamo o que indica tratar-se de plagioclase cálcica, provavelmente labradorite. A olivina está essencialmente presente na geração fenocristalina sob a forma de cristais incolores, anédricos a subédricos, com birrefringência alta (Est. II.3 e II.4). Os opacos formam pequenos grãos dispersos na matriz e constituem uma das fases acessórias mais abundantes (Est. II.1 a II.2).

III.2.2. Paragem 2 - Talude nas traseiras da Rua do Serrado

Na barreira situada nas traseiras da Rua do Serrado (Fig. III.6), observam-se basaltos muito alterados com diaclases e disjunção esferoidal nos quais se intercala um nível piroclástico.

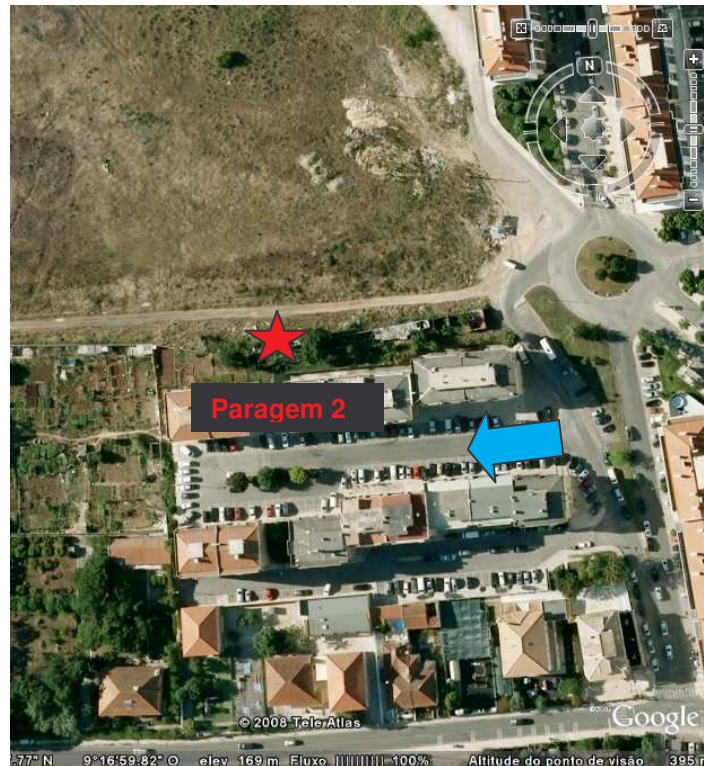
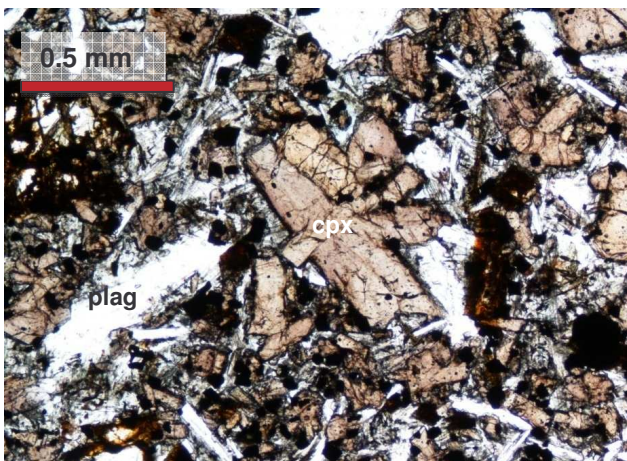
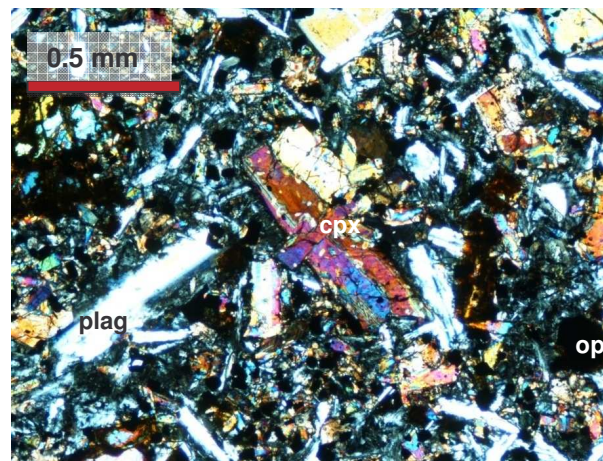


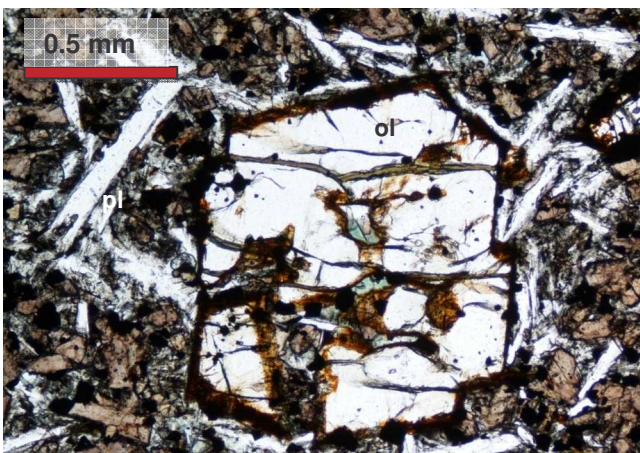
Figura III.6 – Fotografia de satélite mostrando a Rua do Serrado (seta azul) O afloramento encontra-se assinalado pela estrela vermelha. (<http://earth.google.com/gallery/>).



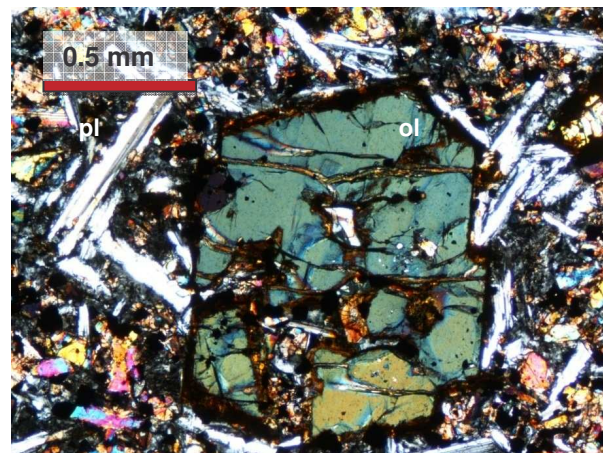
Est. II-1: Clinopiroxena (cpx), plagioclase (pl) e opacos (op) em basalto do CVL (N //).



Est. II-2: Aspecto da microfotografia anterior em nicóis cruzados.



Est. II-3: Fenocristal de olivina (ol) em matriz composta por plagioclase (pl), clinopiroxena (cpx) e opacos (op) (N //).



Est. II-4: Aspecto da microfotografia anterior em nicóis cruzados.

Est. II – Microfotografias de basalto do CVL da Paragem 1 – pátio da escola

ESTAMPA II

Nas zonas menos alteradas do afloramento, os basaltos apresentam a cor escura típica e uma textura afanítica ligeiramente vesicular devida à libertação de gases durante a erupção (Est. I.5 e I.6). As suas características petrográficas são semelhantes às dos basaltos identificados na paragem 1.

Um outro aspecto que também se pode observar neste afloramento é a disjunção esferoidal (Est. I.6 e III.1). Este fenómeno erosivo parece estar relacionado com a formação de fracturas aproximadamente perpendiculares que constituem locais preferenciais de circulação da água e provocam a escamação da rocha em camadas concêntricas em torno de um núcleo mais duro, lembrando as escamas da cebola (Est. III.1). A disjunção esferoidal desenvolve-se frequentemente em rochas resultantes da consolidação de magmas gerados em profundidade (rochas magmáticas), que ao arrefecerem sofrem expansão e posterior fragmentação (diaclasamento) por alívio de pressão.

Caminhando para W ao longo da mesma barreira, observa-se um nível piroclástico intercalado na escoada basáltica (Est. III.2 e III.3). O contacto superior é sub-horizontal e identifica-se facilmente no campo (Est III.3), mas o limite inferior não está exposto. Os piroclastos são materiais resultantes da solidificação de lavas que são ejectados para o ar no estado sólido ou ainda no estado de fusão. Neste afloramento, apresentam um aspecto pouco consolidado, cor vermelha e são compostos por fragmentos de minerais ou rochas (clastos) com dimensões inferiores a 2 mm o que permite classificar a rocha como um tufo de cinzas (Est. III.2). A sua tonalidade vermelha deve-se à presença de óxidos de ferro (hematite) resultantes da meteorização química dos minerais ferromagnesianos primários.

III.2.3. Paragem 3 - Pedreira de Colaride a Sul do Moinho de Rocanes

A Sul do velho moinho de Rocanes, de que já há referências desde o século XV, abre-se uma grande pedreira nos calcários do Cenomaniano superior. A pedreira apresenta uma configuração alongada, com orientação NE-SW (Fig. III.7). Na parede este da pedreira, é possível observar à distância o contacto entre os calcários do Cenomaniano superior (C^3_c - calcários com Rudistas e “Camadas com *Neolobites vibrayanus*”) e as rochas do Complexo Vulcânico de Lisboa (Est. III.4 a III.6).

A sequência inicia-se com as camadas de calcários recifais da “Formação da Bica” datadas do Cenomaniano superior, que se identificam facilmente no terreno pelo seu aspecto compacto e cor clara (branca) (Est. III.4). Seguem-se as escoadas basálticas do CVL, de tonalidade escura, que assentam sobre uma superfície

carsificada dos calcários da “Formação da Bica”, indicando que o derrame das lavas do CVL se deu após a emersão das camadas carbonatadas (Est. III.4). Sobre as escoadas basálticas, pode observar-se um depósito de piroclastos que, atendendo à cota a que se encontra, poderá corresponder ao nível identificado nas traseiras da Rua do Serrado (paragem 2; Est. III.5).



Figura III.7 – Fotografia de satélite mostrando a Pedreira de Colaride a Sul do Moinho de Rocanes assinalado com a estrela vermelha. A seta amarela e verde assinalam a escarpa W e E, respectivamente (<http://earth.google.com/gallery/>).

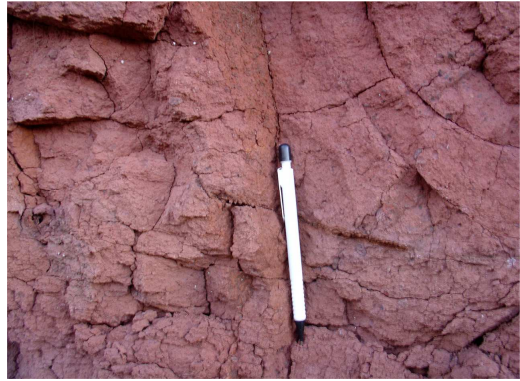
Através da elaboração de esquemas simplificados da sucessão descrita (Est IV.1), os alunos serão levados a deduzir a cronologia relativa dos acontecimentos que ocorreram na região e poderão retirar as seguintes conclusões:

- 1- O registo estratigráfico do sector estudado inicia-se no Cretácico Superior e é marcado por um episódio de deposição em ambiente de plataforma carbonatada marinha durante o qual se formaram as camadas calcárias da Formação da Bica (Cenomaniano superior);
- 2- No final do Cenomaniano, assiste-se a uma tendência regressiva que culmina com o desenvolvimento de uma superfície de paleocarsificação no limite superior da Formação da Bica;

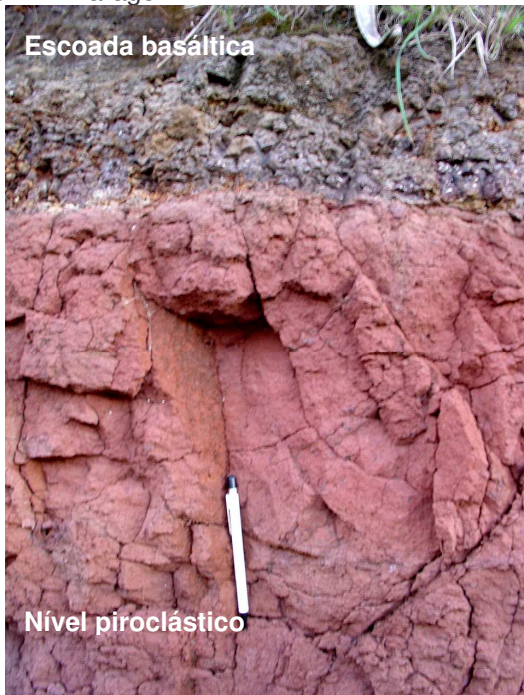
ESTAMPA III



Est. III-1: Disjunção esferoidal em basaltos do CVL – Paragem 2.



Est. III-2: Aspecto geral dos piroclastos intercalados nos basaltos – Paragem 2.



Est. III-3: Contacto superior entre os piroclastos e os basaltos do CVL – Paragem 2.



Est. III-4: Contacto entre os calcários da F. Bica (Cenomaniano superior) e os basaltos do CVL – Paragem 3.



Est. III-5: Nível piroclástico sobre basaltos do CVL – Paragem 3

ESTAMPA IV



Est. IV-1: Aspecto geral da escarpa oriental da pedreira, mostrando as relações entre os calcários com rudistas da F. Bica e os basaltos e piroclastos do CVL – Paragem 3.



Est. IV-2: Superfícies de estratificação nos calcários com rudistas da Formação da Bica (Cenomaniano superior) - Paragem 3.



Est. IV-3: Estrias de deslizamento em diaclase – Calcários com rudistas da F. Bica (Cenomaniano superior) da Paragem 3.



Est. IV-4: Fóssil de bivalve nos calcários com rudistas da Formação da Bica (Cenomaniano superior) - Paragem 3



Est. IV-5: Fósseis de rudistas em corte longitudinal nos calcários da F. Bica (Cenomaniano superior) - Paragem 3

3- Depois da sedimentação cenomaniana e subsequente regressão, a zona foi afectada por importante actividade vulcânica efusiva e explosiva, representada pelas escoadas de lavas basálticas (emissões tranquilas) e pelas acumulações piroclásticas (actividade explosiva), respectivamente.

Com base nestas relações, será possível posicionar o episódio magmático responsável pela formação do CVL no Cretácico terminal / início do Paleogénico (≈ 70 Ma), o que é compatível com as determinações geocronológicas actualmente disponíveis (ver Cap. IV).

Caminhando ao longo da escarpa oeste da pedreira, podem observar-se os calcários do Cenomaniano superior, dispostos em estratos com suave pendor para sul ($10-20^\circ$ S), recortados por uma densa rede de fracturas de direcção dominante NE-SW (Est. IV.2). A alteração concentra-se preferencialmente nos planos de falha e dá origem a preenchimentos de *terra rossa*. Nota-se ainda que alguns dos planos de diaclasamento apresentam estrias de deslizamento sub-horizontais assinalando o movimento de escorregamento que ocorreu ao longo dessas superfícies (Est. IV.3). As estrias são estruturas lineares produzidas pelo atrito entre os blocos deslocados que, em muitos casos, permitem determinar o sentido de movimento.

Em termos macroscópicos, os calcários da Formação da Bica podem ser caracterizados como rochas de tonalidade clara (branca), aspecto compacto e textura heterogénea devido ao seu elevado e variado conteúdo fossilífero (Est. IV.3 e IV.4). A calcite (carbonato de cálcio – CaCO_3) é a fase mineralógica dominante, como pode ser facilmente comprovado pelo teste com o ácido clorídrico a frio.

De acordo com Folk (1959), é possível distinguir dois grandes grupos de componentes nas rochas carbonatadas:

- componentes ortoquímicos, resultantes da precipitação química ou bioquímica “in situ”. Este tipo de componentes constituem a matriz e/ou o cimento da rocha. A matriz é geralmente composta por grãos de calcite com dimensões inferiores a 0,005 mm – micrite, enquanto o cimento é formado por cristais de tamanhos superiores a 0,005 mm - esparrite.

- componentes aloquímicos - elementos carbonatados que sofreram transporte antes de ser incorporados na rocha. Consoante a sua origem, podem ser definidas as seguintes categorias de componentes aloquímicos:

- *Bioclastos*: fósseis de organismos que viviam na bacia de sedimentação.
- *Intraclastos*: fragmentos de calcários provenientes de outros pontos da bacia de sedimentação.

- *Oólitos*: partículas esféricas com estrutura concêntrica, de origem inorgânica.
- *Pelóides*: partículas sub-esféricas ou elipsoidais sem estrutura interna.

Com base na natureza dos componentes ortoquímicos e aloquímicos presentes, Folk propôs um esquema de classificação para as rochas carbonatadas que se sintetiza na Figura III.8. A sua aplicação exige, contudo, uma análise petrográfica cuidada à escala da lâmina delgada.




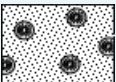

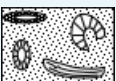




| COMPONENTES ALOQUÍMICOS | ROCHAS COM CIMENTO DE CALCITE ESPÁTICA | ROCHAS COM MATRIZ DE CALCITE MICRÍTICA |
|-----------------------------|---|--|
| Intraclastos |  <i>Intraesparito</i> |  <i>Intramicro</i> |
| Oólitos |  <i>Ooesparito</i> |  <i>Oomicrito</i> |
| Bioclastos (fósseis) |  <i>Bioesparito</i> |  <i>Biomicro</i> |
| Pelóides |  <i>Pelesparito</i> |  <i>Pelmicro</i> |
| |  Calcite espática |  Calcite micrítica |

Figura III.8 – Classificação das rochas carbonatadas segundo Folk (1959) (simplificada).

No caso dos calcários da Formação da Bica, a abundância e diversidade de formas fósseis (bioclastos), maioritariamente moluscos (bivalves e gastrópodes), permite classificar a rocha em amostra de mão como um calcário bioclástico microcristalino (Est. IV.4 e IV.5). Os moluscos bivalves, em particular os rudistas, parecem constituir o principal grupo de macrofósseis nestes calcários, sugerindo um ambiente de sedimentação recifal.

Os rudistas, com idades compreendidas entre o Jurássico superior e o Cretácico superior, extinguiram-se na passagem Cretácico-Cenozóico (há cerca de 65 Ma). Viviam em águas quentes, pouco profundas, a baixas latitudes. Desenvolveram conchas com formas bizarras, o que os torna muito diferentes dos bivalves comuns (ver Cap. IV).

Ao microscópio, é possível verificar que os calcários da Formação da Bica têm uma textura suportada por grãos do tipo “packstone” segundo os critérios definidos por Tucker (1996). Os bioclastos (bivalves, predominantemente rudistas, gastrópodes, coraliários e foraminíferos) são os componentes aloquímicos dominantes (Est. V.1 – V.2). O material intersticial está representado por uma matriz micrítica que passa pontualmente a um cimento de calcite espática (dimensões superiores a 0,005 mm), levando a incluir estas rochas no grupo dos biomicritoespáritos (Fig. III.8).

III.2.4. Paragem 4 – Recta do Papel

Esta paragem foi incluída apenas nos guiões das aulas de campo do 7º e do 11º anos de escolaridade. Envolve a realização de um corte com direcção NW-SE ao longo da estrada conhecida como Recta do Papel, que se situa no prolongamento da Rua Direita de Massamá (Fig. III.9).



Figura III.9 – Fotografia de satélite mostrando a localização do corte NW-SE na Recta do Papel (seta vermelha). A seta amarela assinala um corte nos calcários e margas do Cenomaniano médio, na gare da estação de Aqualva-Cacém, referido no capítulo seguinte. (<http://earth.google.com/gallery/>).

O corte geológico proposto ficou recentemente exposto devido à construção da nova estrada – Recta do Papel e permitirá observar a seguinte sequência de

formações, do topo para a base (SE para NW):

- Basaltos do Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL);
- Calcários do Cenomaniano superior (C^3_C) com Rudistas e “Camadas com *Neolobites vibrayeanus*” (Formação da Bica);
- Calcários e margas do “Belasiano” (C^2_{AC}) do Cenomaniano médio (Formação de Caneças).

O trajecto iniciar-se-á no extremo SE do corte (Fig. III.9), num afloramento do Complexo Vulcânico de Lisboa, que neste ponto se apresenta extremamente alterado o que faz com que só seja possível identificá-lo através da cor castanha do solo.

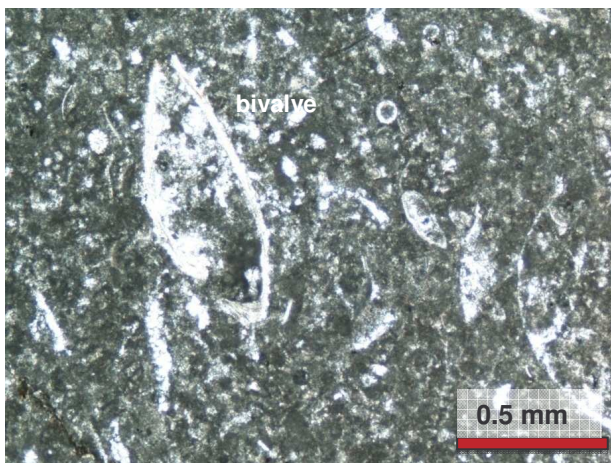
Caminhando para NW, sob os basaltos alterados do CVL, surge uma sucessão de bancadas de calcário branco compacto muito fossilífero. As camadas, com espessuras que chegam a atingir os 2 m, inclinam cerca de 20° para SE e são cortadas por um sistema de fracturas sub-verticais cujas direcções variam entre N 20° E e N50° E (Est. VI.1). As zonas de fractura estão frequentemente preenchidas por terra rossa (Est. VI.2).

Tal como na paragem 3, as relações de campo entre o CVL e os calcários demonstram claramente que as erupções vulcânicas que deram origem aos basaltos tiveram lugar após a formação das rochas carbonatadas, uma vez que as escoadas basálticas observadas assentam sobre os estratos de calcários.

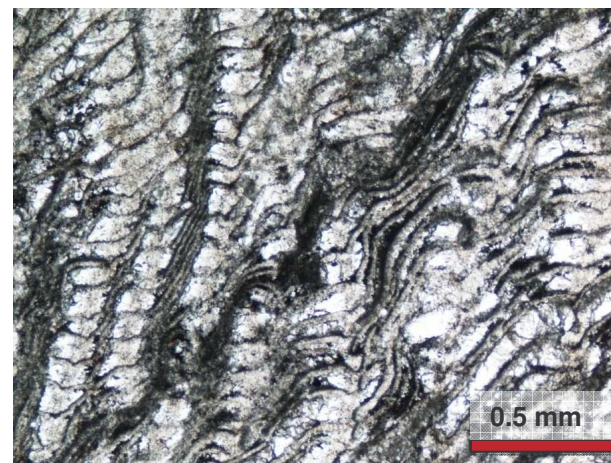
A forte semelhança das características macroscópicas dos calcários deste afloramento (cor, textura, conteúdo em macrofósseis, modo de jazida) com os observados na escarpa oeste da pedreira (paragem 3) sugere que também façam parte da unidade “Formação da Bica” - calcários do Cenomaniano superior (C^3_C) com Rudistas e “Camadas com *Neolobites vibrayeanus*”.

No entanto, tendo em conta que o afloramento se situa a oeste da pedreira e que o sentido geral de mergulho da sucessão se dá para leste, é provável que os calcários do Cenomaniano superior que afloram na Recta do Papel correspondam a um nível estratigraficamente mais baixo, o que explica a ausência de rudistas nestas litologias. A estampa VI.3 mostra um pormenor destes calcários contendo um fóssil de gastrópode (Est. VI.3).

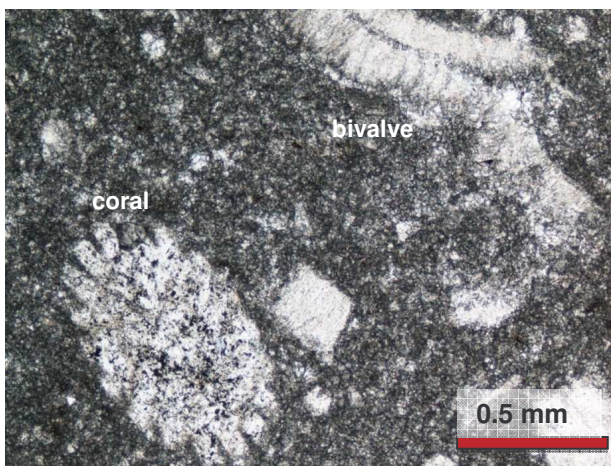
Para além de fósseis de bivalves, gastrópodes e coraliários, observáveis à vista desarmada, a análise microscópica revela a presença de uma matriz micrítica que transita pontualmente a um cimento esparítico (Est. V.3), o que, de acordo com o esquema de Folk (1959), leva a classificar estes calcários como biomicritosesparitos (Fig. III.8). A sua textura é suportada por grãos do tipo “packstone”.



Est. V-1: Bioclastos de bivalves ligados matriz micrítica em calcários da F. Bica - Paragem 3.



Est. V-2: Preenchimento de concha de rudistas por calcite espática nos calcários da F. Bica - Paragem 3.



Est. V-3: Bioclastos de bivalves e coraliários envolvidos por matriz micrítica em calcários da F. Bica - Paragem 4.



Est. V-4: Bioclastos de bivalves envolvidos por matriz micrítica e argilosa em calcários da F. Caneças - Paragem 4.

ESTAMPA V

Est. V – Microfotografias dos calcários do Cretácico superior das Paragens 3 e 4

ESTAMPA VI



Est. VI-1: Bancadas de calcários da F. Bica (Cenomaniano superior) – Paragem 4.



Est. VI-2: Preenchimento de “terra rossa” em zonas de fractura nos calcários da F. Bica – Paragem 4.



Est. VI-3: Macrofóssil de gastrópode em calcário da F. Bica (Cenomaniano superior) – Paragem 4.



Est. VI-4: Alternância de camadas margosas, argilosas e carbonatadas na F. Caneças (Belasiano) – Paragem 4

Prosseguindo o trajecto para NW, na direcção do Cacém, dá-se o contacto dos calcários do Cenomaniano superior da “Formação da Bica” com as camadas subjacentes do Cenomaniano médio, correspondentes ao topo da “Formação de Caneças” (Belasiano) (Est. VI.4). Com o auxílio de esboços do afloramento, os alunos poderão deduzir que estão a caminhar do topo para a base da sequência por aplicação do princípio da sobreposição.

A Formação de Caneças estende-se até ao extremo NW do corte e é constituída por uma alternância de bancadas de calcários margosos compactos de cor clara (amarelados, esbranquiçados e acinzentados) com níveis argilosos de cor cinzenta ou amarelada (Est. VI.4 e VII.1). As camadas apresentam uma atitude N 60° E, 14° SE e espessuras variando entre umas dezenas de cm e 1,5 m. Os estratos carbonatados mostram frequentemente aspectos de carsificação (Est. VII.2) e tendem a ficar em relevo em relação às camadas menos competentes (margosa e argilosas) devido à sua maior resistência à erosão (Est. VII.3).

O exame microscópico de algumas amostras dos calcários do Belasiano permite reconhecer uma textura suportada por grãos – “packstone”, em que os bioclastos de bivalves são os componentes aloquímicos dominantes (Est. V.4). O material intersticial está representado por uma matriz micrítica e material argiloso, de tonalidade acastanhada, o que leva a classificar estas rochas como biomicritos margosos.

Avançando uns metros para NW, observa-se uma dobra de escala métrica afectando as camadas da “Formação de Caneças” (Est. VII.4). A zona de charneira é cortada por duas pequenas fracturas.

No final do percurso, a articulação das observações efectuadas em todas as paragens permitirá reconstituir a história geológica da zona e discutir os paleoambientes locais durante o Cretácico.

III.2.5. Paragem 5 – Reboleira

Esta paragem foi incluída apenas no guião da aula de campo do 10º ano, uma vez que o programa desse nível de escolaridade abrange o estudo do vulcanismo. O afloramento situa-se a cerca de 4 Km para ESE da escola, nas Traseiras da Escola Roque Gameiro - Praça D. Maria II (Fig. III.10) e permite identificar o contacto entre uma escoada basáltica do CVL e um espesso depósito de conglomerados.

Os basaltos, de cor cinzenta e textura afanítica, mostram sinais de intensa alteração e fracturação. O nível conglomerático é constituído por elementos de

dimensões variando entre 2 a 60 cm, com natureza e calibre variado, envolvidos por uma matriz mais fina de tonalidade vermelha acastanhada (Est. VII.5 e VII.6). Todo o conjunto está cortado por fracturas preenchidas por argilas.



Figura III.10 – Localização do afloramento da Paragem 5 (estrela vermelha), Reboleira – Amadora (<http://earth.google.com/gallery/>).

Os elementos de menores dimensões apresentam, em geral, formas mais arredondadas, cor escura e textura ígnea afanítica, parecendo corresponder predominantemente a fragmentos de basalto. Em contrapartida, os clastos maiores exibem menor grau de arredondamento e proveniências muito diversificadas. Alguns destes elementos possuem cor clara e pequenos fenocristais de feldspato dispersos numa matriz afanítica (textura porfírica) sugerindo uma natureza traquítica, enquanto outros, com texturas microfaneríticas a faneríticas e composições mais máficas poderão derivar de rochas filonianas aflorantes na região. Pontualmente, identificaram-se ainda fragmentos angulosos de possível origem calcária.

A elevada proporção de matriz leva a classificar estes conglomerados como matriz-suportados - paraconglomerados. Por outro lado, o aspecto desorganizado observado no interior do depósito indica que a sua sedimentação deve ter sido muito rápida, a partir de correntes com pouca fluidez, em regime turbulento (Suguio, 1980).

Segundo Serralheiro (1978), este tipo de depósitos correspondem a antigos aluviões, fossilizados por derrames lávicos ou por piroclastos.

ESTAMPA VII



Est. VII-1: Alternância de calcários e camadas margo-argilosas na F. Caneças (Belasiano) – Paragem 4..



Est. VII-2: Carsificação em camadas carbonatadas da F. Caneças (Belasiano) – Paragem 4.



Est. VII-3: Alternância de calcários margosos compactos com camadas argilosas na F. Caneças – Paragem 4.



Est. VII-4: Dobra afectando as camadas da F. Caneças (Belasiano). Na zona de charneira identificam-se duas fracturas – Paragem 4.



Est. VII-5: Aspecto geral dos depósitos conglomeráticos da Paragem 5.



Est. VII-6: Diversidade de clastos no nível conglomerático da Paragem 5.

III.2.6. Desenvolvimento de competências nos domínios do “saber” e do “saber fazer”

A realização do trabalho de campo é fundamental para os alunos desenvolverem competências no domínio do “saber” pois possibilita a discussão de conceitos e a integração e articulação de conhecimentos. Com base nos dados recolhidos e na aplicação dos princípios básicos do raciocínio geológico, os alunos serão introduzidos em problemas como a caracterização de paleoambientes e a reconstituição da evolução paleogeográfica da região.

Por outro lado, os procedimentos usados no campo também permitirão adquirir competências no domínio do “saber fazer”, particularmente no que diz respeito à utilização e leitura de cartas geológicas e topográficas locais e ao manuseamento de outro material específico (caderno de campo, bússola, martelo e lupa), levando-os a familiarizarem-se com a metodologia própria do trabalho de campo, essencial à compreensão dos conceitos básicos de Geologia. As estampas VIII.1 a VIII.5 documentam as actividades realizadas no campo pelos alunos.

III.3 UNIDADE PÓS-VIAGEM

Depois da saída de campo, os alunos procederão à interpretação da informação recolhida, dando continuidade à contextualização feita nas unidades pré-viagem e na própria saída de campo, através da realização de um conjunto actividades na sala de aula e no laboratório que lhes permitirá organizar os dados e fazer inferências.

No caso dos alunos do 11^o ano, foram usadas como orientação as seguintes fichas/guiões incluídos em anexo:

- *“Quais são as litologias presentes na zona da escola?”*
- *“Qual a natureza dos solos na zona da escola?”*

Na aula utilizaram-se ainda as fichas *“Que processos afectaram as rochas depois da sua formação?”*, *“Que paleoambientes podemos identificar na região?”*, *“Como foi a história geológica da região de Massamá?”* e *“Uma viagem no tempo...”*, que possibilitaram a obtenção de informação adicional para integrar os dados recolhidos no campo num contexto geológico mais amplo.

O recurso ao trabalho cooperativo e às TIC foi crucial na pesquisa de informação, tratamento de dados e construção de suportes para a comunicação dos conhecimentos adquiridos ao longo da investigação. No final, os alunos apresentaram

a síntese das observações e pesquisas efectuadas sob a forma de “powerpoints” e “posters”. Os “posters” executados são apresentados nas estampas IX, X, XI e XII. Cada grupo de alunos concentrou-se num único tema: “Reportagem da aula de campo” (Est. IX.1); “95 Ma — ancestrais marcantes” (Est. X.1); “Calcários recifais” (Est. XI.1); “Complexo Vulcânico de Lisboa” (XII.1).

ESTAMPA VIII



Est. VIII-1: Localizando os afloramentos em cartas topográficas e geológicas.



Est. VIII-2: Colhendo amostras de rocha com o martelo de geólogo.



Est. VIII-3: Usando a escala para fotografar afloramentos.



Est. VIII-4: Identificando as amostras colhidas antes de as colocar em sacos.




Est. VIII-5: Registrando as observações efectuadas no campo.



Est. VIII-6: Preparando as apresentações sobre a actividade de campo, organizados em grupos de trabalho.

ESTAMPA IX



Reportagem da Aula de Campo


Inês Rodrigues; Inês Bispo; Joana Abrante; M^o João Silvestre

Introdução/Objectivo:

No passado dia 03.Março.2008 realizámos uma expedição geológica em Massamá para podermos observar e estudar as rochas existentes na nossa região. Esta viagem teve como **objectivo** a **observação das rochas existentes para posteriormente relacionarmos com o paleoambiente existente aquando da formação das mesmas.**


Andámos por vales e montes de Massamá parando em quatro estações principais, nas quais observámos, do mais recente para o mais antigo, as diferentes rochas formadas nesta zona recolhendo dados.

Escola Secundária Stuart Carvalhais




→ Basaltos alterados devido a meteorização.

Traseiras da Rua do Serrado da Bica - Junto à PSP




→ Piroclastos (b) sob escoada de basalto (a)
→ Basalto mais recente que os piroclastos (Princípio da sobreposição)

Pedreira de Colaride



→ Calcário recifais (b) sob o basalto (a) do Complexo Vulcânico de Lisboa
→ Os calcários tiveram uma formação anterior ao basalto (Princípio da sobreposição)

Recta do Papel



→ Calcários margosos sob os calcários recifais, que apresentam um antiforma.

Materiais:

- Caderno de Campo;
- Martelo de geólogo;
- Sacos transparentes;
- Bússola;
- Máquina Fotográfica
- Colher (para as amostras de solo);
- Lápis, esferográfica, borracha;
- Cartas Topográficas e Geológicas da região.

Métodos:

- Observação;
- Fotografia e desenho;
- Colheita de amostras;
- Medições da direcção e inclinação de estratos




Fig.1 e 2 - Recolha de amostras

Conclusão:

Os dados recolhidos ao longo desta viagem foram imprescindíveis para podermos elaborar a reconstituição dos paleoambientes da zona de Massamá durante o período Cretácico.

Sendo assim, foi possível observar a seguinte sequência de formações, por ordem decrescente de idade geológica: calcários margosos, calcários recifais, basalto e piroclastos.


No entanto, desde o Cretácico até aos dias de hoje, apenas os processos de erosão e meteorização, que conduziram à formação de vales das ribeiras e à deposição de aluviões, estiveram envolvidos na evolução geológica desta zona.

Em suma, é correcto afirmar que, nesta zona, a actividade geológica esteve sempre presente (umas vezes mais intensa que outras) no decorrer do tempo geológico.

Referências: Carta Geológica de Portugal 1:50000, Folhas 34-A e 34-C; Carta Topográfica 1:25000, Folhas n^{os} 416 e 430


Est. IX-1: "Poster" com a reportagem da aula de campo.

ESTAMPA X



95 M.a. – ANCESTRAIS MARCANTES

André Aires (1), Catarina Lopes (1), Mariana Marques (2), Miliam Esteves (2) – 11ª A



Em Massamá, Sintra, existem vários tipos de rochas, que tivemos oportunidade de ver durante a aula de campo, características do Cenozóico, desde piroclastos e basaltos a calcários margosos, sobre os quais nos vamos focar.

Os calcários margosos (fig. 1) são rochas sedimentares, formadas em ambientes lagunares pela precipitação do carbonato de cálcio (CaCO₃). Estes também possuem argilas, pelo que, quando bafejados cheiram a barro.




Fig. 2: Antiforma, estrada Massamá-Cacém




Fig. 1: Calcários Margosos (Massamá-Cacém)




Fig. 3: Antiforma. Por terem um grau de plasticidade elevado, este tipo de calcários ao sofrer forças compressivas tem tendência a demonstrar um comportamento dúctil (dobra).




Fig. 4: Trilho de pegadas em Carenque

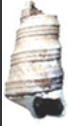


Fig. 6: Gastrópode




Fig. 5: Pormenor do trilho de Carenque.




Fig. 7: Lamelibrânquio




Fig. 8: Reconstituição aproximada do ambiente lagunar no Cenozóico.

Bem perto de Massamá, em Carenque, existe, marcado nesta mesma rocha, um trilho de pegadas circulares de dinossauros (figs. 4 e 5) e algumas outras com marcas de dedos ou unhas. Esta camada apresenta, também, fósseis de gastrópodes (fig. 6) e lamelibrânquios (fig. 7) (moluscos).

Concluiu-se que na altura em que se formaram estas rochas, a zona de Sintra delimitava a costa, uma vez que existem marcas de animais terrestres, bem como de moluscos.

Segundo o Princípio do Actualismo, o paleoambiente característico desta zona era lagunar (fig. 8).

Bibliografia: http://www.mh.uh.pt/diico/public_html/Jazidas/Carenque/index.html; Vários aspectos das pegadas de Carenque (GALOPIM de CARVALHO, 1994); fig. 4 - trilho principal (Galgim de Carvalho, 1991); fig. 5 - pormenor do trilho maior, com marcas subcirculares (Delgado Rodrigues, 1991); Carta Militar de Portugal, escala 1:25000 - Folhas 416 e 430; Carta Geológica de Portugal, escala 1:50000 Folha 34-C (Cascas) e Folha 34 - A (Sintra).

Est. X-1: “Poster” relativo às rochas da “Formação de Caneças” onde foi descoberta a Jazida de Pego Longo com pegadas e dinossauros (zona de Carenque).

ESTAMPA XI



Calcários Recifais: A descoberta do mundo antigo...

Turma A 11º ano: Ana Carolina nº1; David Páscoa nº7; Inês Gonzalez nº11; Marina Pina nº21

No dia 3.03.2008 realizámos uma visita de estudo à Pedreira de Colaride em Massamá para observarmos as rochas existentes no local e podermos responder à seguinte questão:

Qual o paleoambiente existente em Massamá há cerca de 90 M.a.?




Fig. 3: Pedreira de Colaride

Material e Métodos:

- Martelo de geólogo** – para partir fragmentos para recolha de amostras;
- Bloco de notas e caneta** – apontamentos e desenhos acerca das observações;
- Sacos de plástico** – para guardar as amostras;
- Máquina fotográfica** – para tirar fotografias ao que observámos.
- Cartas geológicas e topográficas da região** – para identificar os locais, o tipo de rochas, idade e fósseis.

Nota: precisamos também de algo que nos servisse como escala quando tirámos as fotografias.

Podemos verificar, através da carta geológica da região (folha 34-C) que os calcários que afloram em Colaride contêm rudistas, amonites (*Neolobites vibrayeanus*) e também outros fósseis.




Fig. 1: Rudista
Fig. 2: Reconstituição do rudista

Estes calcários, por conterem vestígios de seres do passado, são chamados calcários biogénicos. Neste caso são, calcários recifais edificados por rudistas.



* Amonite *Neolobites*

Est. XI-1: “Poster” relativo às rochas da “Formação da Bica” (calcários com rudistas e *Neolobites vibrayeanus*) que afloram na Pedreira de Colaride

ESTAMPA XII



COMPLEXO VULCÂNICO DE LISBOA

A nossa escola foi edificada sobre o Complexo Vulcânico de Lisboa. Como se formaram estas rochas vulcânicas?

Filipa Custódio, nº10;
 João Vale, nº 15;
 João Marques, nº16;
 Pedro Magalhães, nº23.
TURMA 11ªA

No dia 3 de Março de 2008, realizou-se uma visita de estudo a Massamá com o fim de investigar o tipo de rochas da região. Sem a carta geológica, o martelo de geólogo e sacos de plástico, as tarefas de recolha, análise e interpretação das amostras seriam impossíveis.

Os basaltos do Complexo vulcânico de Lisboa resultam de um vulcanismo sub-aéreo, do tipo misto (expeliu lavas básicas alternadamente com proclastos). Também há uma grande probabilidade de ter resultado de vulcanismo num ponto quente, devido à alcalinidade dos basaltos.

O penedo do Lexim é o que resta de uma chaminé vulcânica que sofreu disjunção prismática (imagem). Essas chaminés, entre outras, foi a origem dos basaltos do complexo vulcânico de Lisboa, uma vez que o magma desse tal ponto quente poderá ter sido expelido através de chaminés como a do Lexim.

Através de fósseis de seres aparentados com os crocodilos actuais, anfíbios e pequenos moluscos semelhantes a buzios, podemos concluir que o ambiente, na época era lagunar, e tropical (crocodilos).



Imagens recolhidas na visita







Disjunção prismática como ocorre no Lexim




Notas:
 Ponto quente: Corresponde a um local de ascensão de magma do manto a superfície.

Est. XII-1: "Poster" relativo às rochas do Complexo Vulcânico de Lisboa.

CAPÍTULO IV: O CRETÁCICO DA REGIÃO DA ESCOLA

Como foi referido no capítulo anterior, à excepção dos depósitos de aluviões que afloram junto às ribeiras, todas as rochas sedimentares e magmáticas expostas na área envolvente da escola têm idade cretácica. Tendo por base as observações realizadas no campo, é então possível colocar aos alunos a seguinte questão:

Que processos geológicos estiveram na origem da formação das diferentes litologias identificadas no terreno?

A exploração desta questão exige, contudo, uma sistematização prévia de conhecimentos sobre o registo estratigráfico do Cretácico e a actividade magmática que lhe está associada, que é apresentada em linhas gerais no presente capítulo.

IV.1 A BACIA LUSITÂNICA

No território continental português, as sequências mesozóicas estão confinadas a duas importantes bacias sedimentares, localizadas ao longo da orla ocidental e meridional da Península Ibérica: a Bacia Lusitânica e a Bacia do Algarve, respectivamente (Fig. IV.1).

A Bacia Lusitânica, onde se insere a área em estudo, corresponde a uma depressão alongada segundo a direcção NNE-SSW, preenchida por sedimentos com uma espessura máxima de cerca de 5 km e idades compreendidas entre o Triásico superior e o Cretácico (Ribeiro *et al.*, 1979; Wilson *et al.*, 1989, Azerêdo *et al.*, 2002). O seu enchimento é marcado pelo acarreio de materiais, predominantemente siliciclásticos, provenientes dos relevos emersos do Maciço Ibérico, a este, e do *horst* granito-gnaissico da Berlenga, a oeste.

Como se mostra na Figura IV.2, a bacia é limitada, a este, por um complexo sistema de falhas (Porto - Tomar; Arrife - Vale Inferior do Tejo; Setúbal – Pinhal Novo) e, a sul, pela falha da Arrábida, que se estende até ao canhão de Setúbal. O seu limite setentrional é incerto, sendo o ocidental marcado por um conjunto de blocos do soco elevados (*horsts*). A parte emersa deste sistema de *horsts* está representada actualmente pelo arquipélago das Berlengas.



Figura IV.1 – Localização das Bacias Lusitânica e Algarvia na Península Ibérica (executado por B. Valle Aguado).

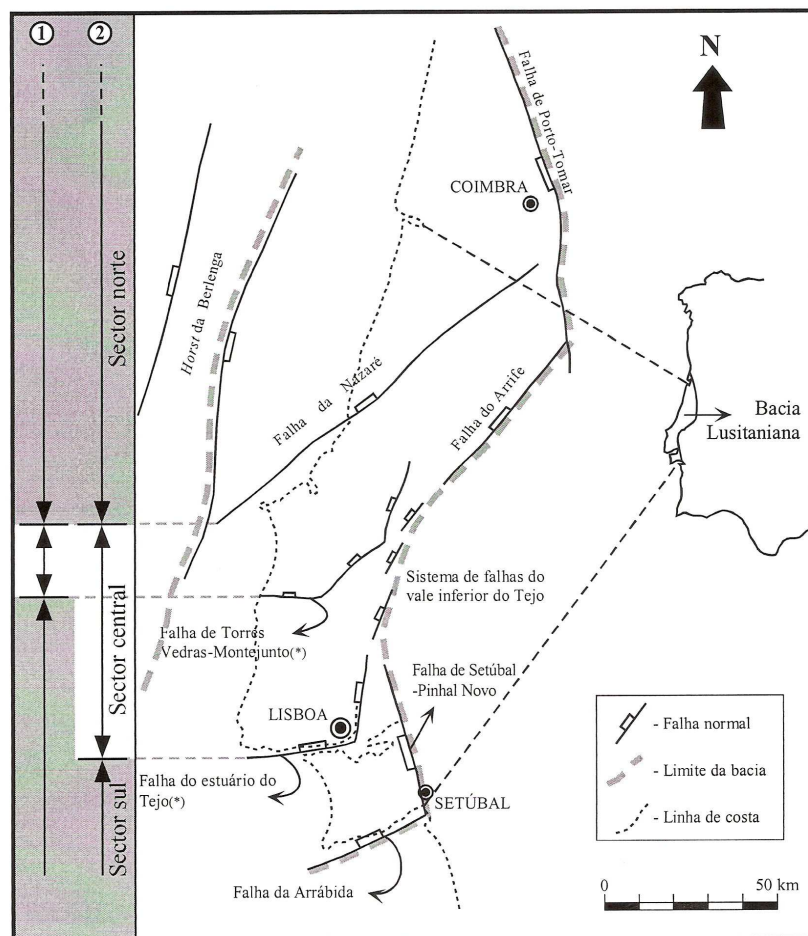


Figura IV.2 – Localização dos limites da Bacia Lusitaniana (extraído de Kullberg, 2000).

Devido à localização da zona em estudo, descrever-se-ão apenas as unidades do Cretácico, em particular as que ocorrem na região de Cascais - Sintra.

IV.2 O REGISTO SEDIMENTAR CRETÁCICO

Ao longo da margem ocidental portuguesa, os afloramentos cretácicos estendem-se de forma descontínua desde Aveiro à Arrábida (Fig. IV.3). A irregularidade da sua distribuição geográfica permitiu delimitar dois grandes sectores, separados pelo paralelo das Caldas da Rainha: o sector setentrional e o sector meridional (Rey *et al.*, 2006).

Apresenta-se, na figura IV.4, um quadro litoestratigráfico sintético para o Cretácico da Bacia Lusitânica (Berriasiano - Campaniano inferior), com indicação das principais unidades que o constituem. A nomenclatura usada para referenciar as diferentes formações baseou-se tanto nas designações formalmente reconhecidas na bibliografia actual, como nos termos “não formais” que ainda prevalecem na literatura (Rey *et al.*, 2006).

Na maior parte do sector setentrional, os depósitos do Cretácico Inferior são escassos, registando-se um hiato de grande extensão cronológica entre o Berriasiano e o Aptiano (Fig. IV.4). Em contrapartida, o Cretácico inferior está bem representado no sector meridional através de uma série relativamente contínua (Berriasiano – Albiano), que apresenta uma influência marinha mais acentuada e de maior profundidade na região de Cascais (Rey *et al.*, 2006; Kullberg *et al.*, 2006).

Admite-se, por isso, que o domínio setentrional esteve emerso durante o Cretácico Inferior, enquanto no sector meridional, se estabelecia um golfo com ligação ao oceano a sul e sudoeste e sem comunicação para norte. A bacia adquire assim uma geometria marcada por um sulco central mais profundo, entre Torres Vedras e o Sado, onde se deposita a sucessão berriasiana – albiana, ladeado por socacos marginais, a este e oeste, com sedimentação descontínua (Rey, 1972; Rey *et al.*, 2006; Kullberg *et al.*, 2006).

Entre o Albiano e o Turoniano, assiste-se a uma subida do nível eustático que tem o seu máximo no Cenomaniano superior. A instalação gradual de uma plataforma carbonatada epicontinental que migra de sul para norte, uniformiza a topografia e a bacia atinge o seu pleno enchimento (Rey *et al.*, 2006; Kullberg *et al.*, 2006). A partir do Turoniano, a distribuição da sedimentação sofre uma mudança substancial que se reflecte na ausência de registo pós-cenomaniano, a sul do paralelo das Caldas da Rainha (Rey *et al.*, 2006; Fig. IV.4).

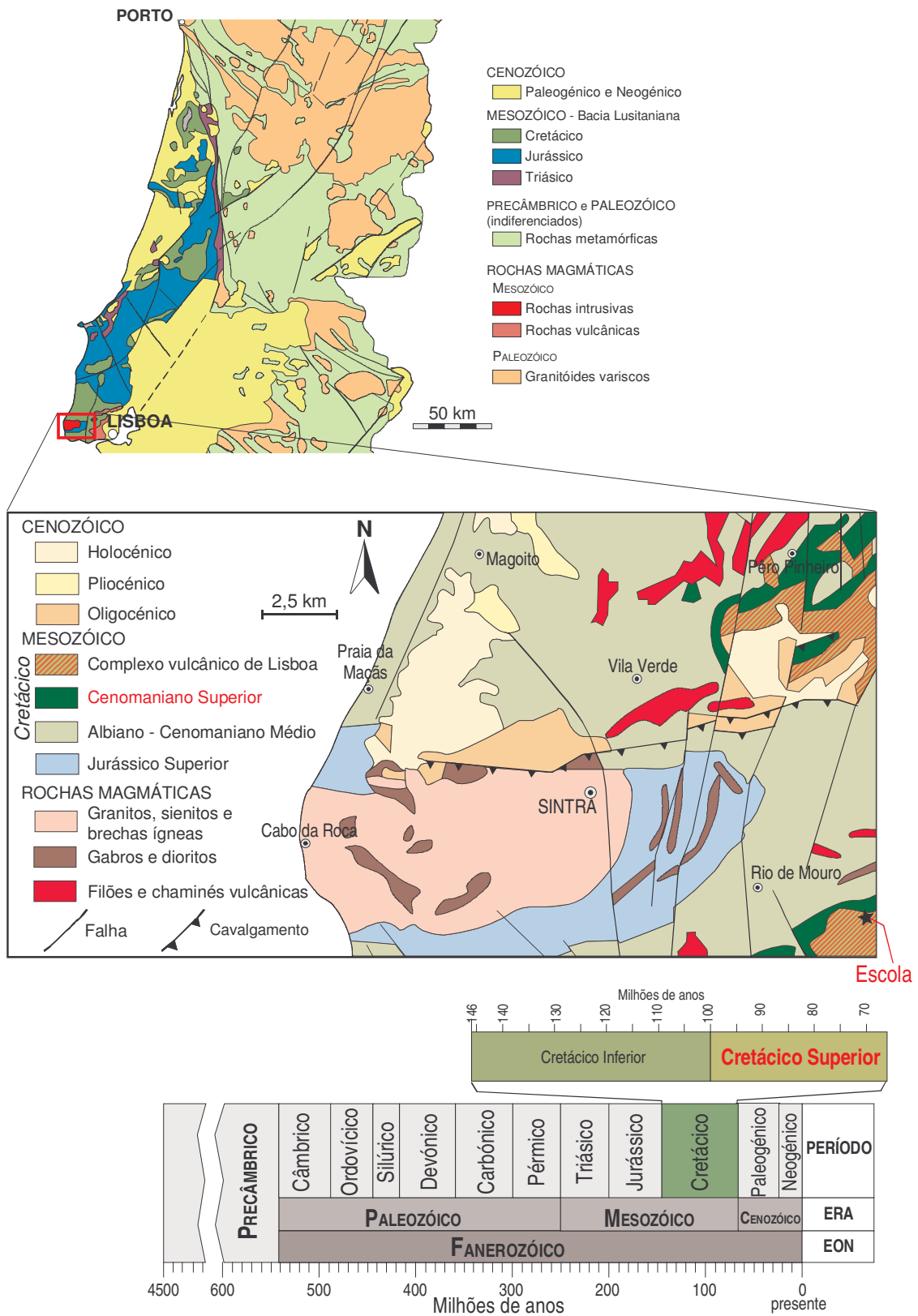


Figura IV.3 – Mapas geológicos esquemáticos mostrando a distribuição dos afloramentos cretácicos na Bacia Lusitânica (simplificado das Cartas Geológicas de Portugal escalas 1:1000000 e 1:500000 por B. Valle Aguado).

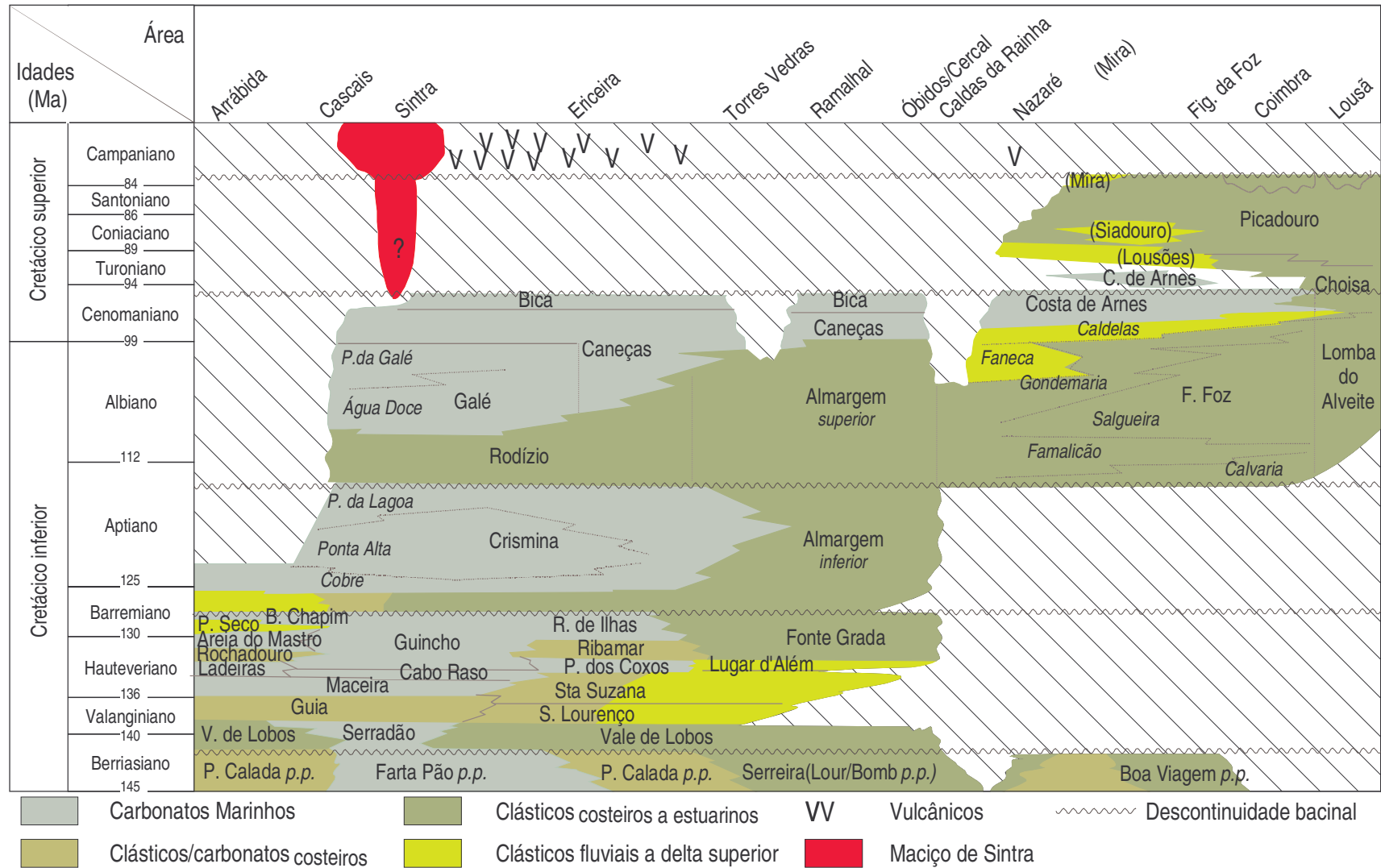


Figura IV.4 – Quadro litoestratigráfico sintético do Berriasiano ao Campaniano inferior da margem ocidental portuguesa (modificado de Rey *et al.*, 2006, por B. Valle Aguado)

A norte da linha Pombal – Caldas da Rainha, o intervalo Turoniano – Campaniano está representado por depósitos siliciclásticos com intercalações marinhas (Rey *et al.*, 2006; Fig. IV.4).

Para compreender melhor a geologia da região de Massamá, considerou-se necessário analisar em maior detalhe a evolução do sector meridional da Bacia Lusitânica, isto é, a sul das Caldas da Rainha.

IV.2.1 Passagem do Jurássico ao Cretácico

Na passagem do Títonio terminal (último andar do Jurássico) ao Berriasiano (primeiro andar do Cretácico) (Fig IV.5), o depocentro da Bacia Lusitânica localiza-se na região de Lisboa e é materializado por uma plataforma carbonatada banhada por águas salobras.

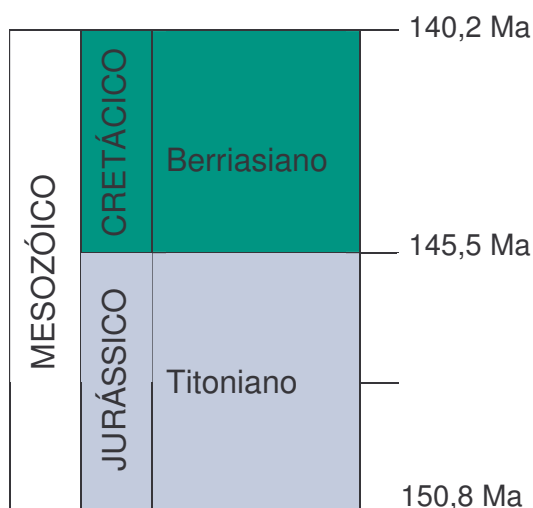


Figura IV.5 – Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à passagem do Jurássico ao Cretácico.

A ocorrência de margas e calcários com lituolídeos, carófitas e ostracodos laguno-lacustres no topo da **Formação de Farta Pão** (fácies “purbequiana” de Ramalho, 1971; Rey, 1972) constitui a principal evidência deste ambiente de sedimentação (Rey *et al.*, 2006; Fig. IV.4). Segundo Rey *et al.* (2006), a plataforma carbonatada Sintra - Cascais era marginada a norte (Ericeira), leste (Malveira) e sul (Cabo Espichel) por planícies litorais onde se depositaram os materiais argilo-arenosos da **Formação de Porto da Calada** (Fig. IV.4).

IV.2.2 Valanginiano – Barremiano inferior

O limite entre o Berriasiano e o Valanginiano é marcado por uma descontinuidade sedimentar de escala regional, apesar de se manter uma

sedimentação carbonatada na zona Cascais-Sintra expressa pelo aparecimento de braquiópodes, lenticulinas e nerineias na parte inferior da **Formação de Serradão** (Fig. IV.4).

Durante o Valanginiano terminal e Hauteriviano basal (Fig. IV.6), dá-se uma rápida subida do nível do mar e as regiões de Sintra, Cascais e Cabo Espichel tornam-se meios marinhos abertos, habitados por cefalópodes. A sedimentação passa de carbonatada (**Formação da Guia**) a margosa (**Formação de Maceira**).

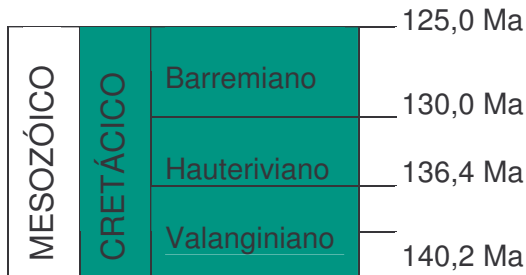


Figura IV.6 – Fragmento da escala do tempo geológico correspondente a parte do Cretácico inferior.

O enchimento da bacia prossegue no intervalo Hauteriviano - Barremiano inferior em condições que favorecem o aparecimento de construções recifais (**Formação de Cabo Raso**). Na região de Sintra e de Cascais, a extensão das fácies recifais diminui progressivamente, sendo substituída pelos calcários de plataforma interna com rudistas e dasicladáceas da **Formação do Guincho**.

No Barremiano, regista-se uma importante regressão que se manifesta, na série carbonatada de Cascais, por uma superfície de emersão carsificada e por uma invasão de arenitos grosseiros, nas séries do Cabo Espichel e Ericeira (base da **Formação do Regatão**) (Fig. IV.4)

IV.2.3 Barremiano superior – Aptiano superior

Os únicos depósitos marinhos do Barremiano superior (Fig. IV.7) encontram-se próximo da linha de costa actual (Cabo Espichel e Ericeira). Em todos os restantes sectores situados a sul do paralelo das Caldas da Rainha, depositaram-se materiais terrígenos de carácter fluvial (**Formação de Almargem**).



Figura IV.7 – Fragmento da escala do tempo geológico correspondente a parte do Cretácico inferior.

Entre o Aptiano inferior e o superior, tem lugar uma nova subida do nível do mar, com um máximo em meados do Aptiano inferior, que origina uma sucessão margo-carbonatada de grande uniformidade de fácies (**Formação de Crismina**), composta por: calcários e margas de plataforma interna, biostromas com madreporários e rudistas associados a barreiras calco-arenosas e margas com ostras de ambiente lagunar (Rey *et al.*, 2006; Kullberg *et al.*, 2006).

IV.2.4 Albiano inferior – Cenomaniano superior

No intervalo Aptiano terminal– Albiano inferior (Fig. IV.8), instala-se um regime continental em todo o compartimento meridional e depositam-se os conglomerados, arenitos e argilitos de canais fluviais divagantes da **Formação do Rodízio**.

Ao longo do Albiano e do Cenomaniano, o mar volta a invadir a bacia e estabelece-se uma plataforma carbonatada. Os sistemas carbonatados mais antigos foram encontrados na região de Lisboa - Cascais – Sintra e datam provavelmente do Albiano inferior.

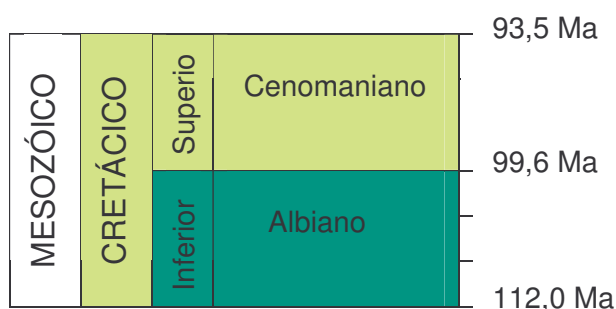


Figura IV.8 – Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à passagem do Cretácico inferior ao superior.

Nesta região, a sequência estratigráfica Albiano inferior terminal a Cenomaniano médio foi incluída por Choffat (1885) num andar de valor regional denominado *Belasiano* que ainda prevalece na literatura. O termo tem a sua origem na vila de Belas, situada cerca de 2 km a norte da escola, onde foram efectuados cortes geológicos de referência por Choffat (1885) e Berthou (1973).

O *Belasiano* de Choffat (1885) é constituído por quatro unidades (Rey *et al.*, 2006):

- (1) “Nível com *Knemiceras uhligi*”;
- (2) “Nível com *Polyconites subverneuilii*”;
- (3) “Nível com *Ilymatogyra pseudoafricana*”;
- (4) “Nível com *Harpagodes incertus*”.

Em revisões estratigráficas posteriores da autoria de Rey (1972; 1979), Berthou (1973), Rey *et al.* (2006), entre outros, os dois níveis inferiores do *Belasiano* foram

incluídos na **Formação de Galé** de idade albiana, inferior terminal a superior, (Fig. IV.4). Por outro lado, embora não exista ainda uma proposta de unidades litoestratigráficas formais para o Cenomaniano do sector meridional, o nível de margas lagunares do Cenomaniano inferior com *Ilymatogyra pseudoafricana* e os níveis sedimentares do Cenomaniano médio foram renomeados como **Formação de Caneças** (Fig. IV.4; Rey *et al.*, 2006).

Os níveis margo-carbonatados das **Formações de Galé e de Caneças** circunscrevem-se à região de Lisboa – Ericeira, passando gradualmente em direcção a norte e a este, a corpos de natureza detrítica grosseira (Callapez, 2006).

Na região de Lisboa, a base da **Formação de Caneças** é atribuída ao Albiano superior e o seu topo é datado como Cenomaniano médio (Rey *et al.*, 1977; Berthou, 1984; Pais *et al.*, 2006), tal como acontece nas zonas abrangidas pelas folhas de Sintra e Cascais (Berthou *et al.*, 1979; Berthou, 1984; Pais *et al.*, 2006).

Segundo a Notícia Explicativa da Carta Geológica de Sintra (Folha 34-A), um dos melhores cortes do Cenomaniano médio pode ser observado na estação da C.P. de Aqualva-Cacém, cerca de 2 km a WNW da escola. Este corte cuja fotografia foi publicada em 1951 por P. Choffat foi posteriormente descrito em detalhe por Berthou, em 1965, que o enquadró no contexto geral do Cenomaniano da região em trabalhos de 1966 e 1973. Inclui uma sucessão de camadas, pendendo para sul, formadas por uma alternância de calcários com margas e argilitos, de cor acastanhada e amarelada. O afloramento está actualmente intensamente alterado, o que não é de estranhar dado que o corte já existia antes da construção da via férrea na segunda metade do séc. XIX, encontrando-se exposto à acção dos agentes atmosféricos desde há muito tempo (Jonet, 1977).

Na zona do Cacém foi descrito detalhadamente um outro corte do Cenomaniano médio, na colina da Bela Vista, Rua de São Tomé e Príncipe, no Cacém de Cima (Jonet, 1977). Neste corte, com direcção geral de N 93º E, comprimento de 130 m e altura de 24 m, refere-se a existência de três falhas e de diques. As camadas inclinam 18º S e apresentam direcção S 57º E, a oeste de uma das falhas, e S 7º E a este da referida falha. Apresentam fósseis de moluscos e ostracodos e também forneceram fragmentos de peixes e répteis.

Com o início do Cenomaniano superior, ocorreu uma uniformização generalizada de fácies em todos os sectores da bacia (Berthou, 1984; Callapez, 1998; Callapez, 2006; Rey *et al.*, 2006). No compartimento meridional, os calcários de plataforma mais aberta e mais profunda, com amonites e foraminíferos planctónicos do

“Nível de *Neolobites vibrayeanus*” marcam o máximo da transgressão (**Formação da Bica**) (Rey *et al.*, 2006) (Fig. IV.9).

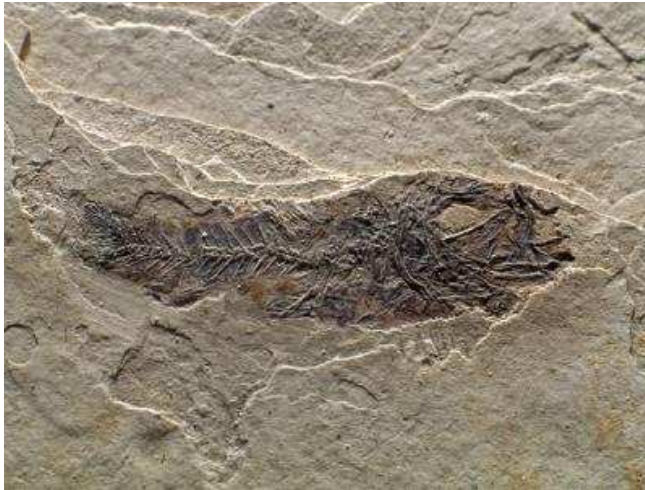
| Designação na Carta Geológica: Folhas 34-A (Sintra) e 34-C (Cascais) | Simbologia | Idade | Designação actual |
|--|------------|------------------------------|-----------------------|
| <i>Calcários com rudistas e “Camadas com Neolobites vibrayeanus”</i> | C^3_C | Cenomaniano superior | “Formação da Bica” |
| <i>Calcários e margas (“Belasiano”)</i> | C^2_{AC} | Cenomaniano inferior e médio | “Formação de Caneças” |
| | | Albiano superior | |
| | | Albiano | “Formação da Galé” |

Figura IV.9 – Quadro resumo relativo às formações geológicas da região de Lisboa-Sintra-Cascais na passagem do Cretácico inferior ao superior.

A **Formação da Bica** é constituída por calcários compactos de cor branca, rosada a avermelhada, que se apresentam mais margosos para o topo da unidade, onde ocorrem intercalados com margas amarelas, rosadas e esbranquiçadas. O calcário compacto é preponderante, chegando a apresentar-se cristalino com nódulos de sílex. Alterna com calcários apinhoados (nodulosos) e com calcários com uma componente margosa. A parte superior desta formação é caracterizada pela presença de rudistas (caprínulas e radiolítídeos), em que os rudistas se apresentam frequentemente silicificados. Contêm também foraminíferos, ostracodos, tubos de serpulídeos, esponjas, algas, gastrópodes, bivalves e equinídeos, além do amonóide *Neolobites vibrayeanus* (Pais *et al.*, 2006). Nas figuras IV.10 – IV.15 mostram-se alguns exemplares fósseis do Cenomaniano do sector meridional da Bacia Lusitânica.

Na região Sintra – Cascais, os calcários com rudistas do final do Cenomaniano superior constituem o topo do registo sedimentar do Cretácico (Lauverjat, 1982; Berthou, 1984 b; Callapez, *op.cit*; Rey *et al.*, 2006).

O final do Cenomaniano apresenta a uma tendência regressiva que culmina na descontinuidade do limite Cenomaniano-Turoniano (Callapez, 1999a; Rey *et al.*, 2006). Este limite é claramente regressivo e caracteriza-se em muitos afloramentos pelo desenvolvimento de um paleocarso (Reis *et al.*, 1997; Callapez, 1993; 1998, 1999 a, 1999 b ; Rey *et al.*, 2006). Deste modo, o limite superior da Formação da Bica corresponde a uma superfície de paleocarsificação, sobre a qual se depositou o Complexo Vulcânico de Lisboa (Pais *et al.*, 2006).



| |
|------------------------------|
| Dimensões: 3,2 cm |
| Reino: Animalia |
| Filo: Chordata |
| Classe: Osteichthyes |
| Era Geológica: Mesozóico |
| Período Geológico: Cretácico |
| Época Geológica: Superior |
| Andar Geológico: Cenomaniano |
| Local: Barcarena |
| Distrito: Lisboa |

Figura IV.10 – Fóssil de *Barcarenichtys joneti* (Gayet, 1988).



| |
|----------------------------------|
| Dimensões: 8,1 cm |
| Reino: Animalia |
| Filo: Mollusca |
| Classe: Cephalopoda |
| Sub-classe: Ammonoidea |
| Era Geológica: Mesozóico |
| Período Geológico: Cretácico |
| Época Geológica: Superior |
| Andar Geológico: Cenomaniano |
| Local: Chão de Maçãs; Santa Cruz |
| Distrito: Lisboa |

Figura IV.11 – Fóssil de *Neolobites vibrayeanus*.



| |
|--------------------------------|
| Dimensões: 11 cm |
| Reino: Animalia |
| Filo: Mollusca |
| Classe: Bivalvia (Pachyodonta) |
| Ordem: Rudistae |
| Era Geológica: Mesozóico |
| Período Geológico: Cretácico |
| Época Geológica: Superior |
| Andar Geológico: Cenomaniano |
| Local: Padrão |
| Distrito: Leiria |

Figura IV.12 - Fóssil de *Radiolites peroni* (Choffat)



| |
|--|
| Dimensões: 18 cm |
| Reino: Animalia |
| Filo: Mollusca |
| Classe: Bivalvia (Pachyodonta) |
| Ordem: Rudistae |
| Era Geológica: Mesozóico |
| Período Geológico: Cretácico |
| Época Geológica: Superior |
| Andar Geológico: "Turoniano" |
| Local: Vialonga – V ^a Franca Xira |
| Distrito: Lisboa |

Figura IV.13 - Fóssil de *Sauvagesia sharpei* (Bayle)



| |
|--------------------------------|
| Dimensões: 3,2 cm |
| Reino: Animalia |
| Filo: Mollusca |
| Classe: Bivalvia (Pachyodonta) |
| Ordem: Rudistae |
| Era Geológica: Mesozóico |
| Período Geológico: Cretácico |
| Época Geológica: Superior |
| Andar Geológico: "Turoniano" |
| Local: Alcântara |
| Distrito: Lisboa |

Figura IV.14 - Fóssil de *Caprinula cf. doublieri* (D'Orbigny)



| |
|---------------------------------|
| Dimensões: 7,5 cm |
| Reino: Animalia |
| Filo: Mollusca |
| Classe: Bivalvia (Pachyodonta) |
| Ordem: Rudistae |
| Era Geológica: Mesozóico |
| Período Geológico: Cretácico |
| Época Geológica: Superior |
| Andar Geológico: "Turoniano" |
| Local: Vialonga – Torres Vedras |
| Distrito: Lisboa |

Figura IV.15 - Fóssil de *Biradiolites cfr. cornupastoris* (Desm)
 (http://e-geo.ineti.pt/bds/geobases/paleontologia/amostras_fosseis.aspx).

Nas imediações da escola, as rochas da “Formação de Caneças” podem ser observadas no corte da Recta do Papel, mencionado no capítulo III. Pertencem também a esta formação as rochas da Pedreira de Pego Longo a NE da escola. Como já foi referido, a jazida de Pego Longo (Carenque) situa-se numa pedreira de calcários do topo do Cenomaniano médio, cuja exploração terminou quando se atingiu o nível de calcários margosos em que se encontram as pegadas.

Os calcários com rudistas da “Formação da Bica” estão bem representados na Pedreira de Colaride (ver Cap. III). Na escarpa W da referida pedreira pode observar-se a carsificação dos calcários, enquanto o contacto entre esta formação e o Complexo Vulcânico de Lisboa é bem visível na escarpa E.

IV.3 ROCHAS MAGMÁTICAS

Após a sedimentação cenomaniana e a posterior regressão, ocorreram na zona episódios magmáticos importantes: a intrusão do maciço subvulcânico de Sintra e a formação do Complexo Vulcânico de Lisboa.

IV.3.1 Maciço Eruptivo de Sintra

Distando da escola cerca de 10 km em linha recta, na direcção WNW, encontra-se o contacto do maciço eruptivo de Sintra com as rochas sedimentares do Jurássico que aí, devido à intrusão, inclinam 40-50° para SE. Apesar do Maciço de Sintra se situar fora da zona em estudo, considerámos indispensável fazer-lhe referência, dada a sua importância no contexto regional (Fig. IV.3). Por exemplo, a inclinação de 20° para SE das camadas sedimentares na região da escola está relacionada com a intrusão deste maciço.

O levantamento da Serra de Sintra resultou de um diapiro magmático que ascendeu a partir do limite do manto com a crosta e se imobilizou próximo da superfície, razão pela qual se considera um maciço subvulcânico. Durante a sua deslocação para a superfície, o magma atravessou o soco varisco, formado essencialmente por granitóides e sequências metamórficas, e acabou por se instalar em formações sedimentares da cobertura mesozóica (Jurássico superior - Cretácico), nas quais induziu metamorfismo de contacto e deformação. A auréola térmica produzida por metamorfismo de contacto localiza-se ao longo duma estreita faixa junto ao corpo intrusivo e é constituída por corneanas calco-silicatadas, conhecidas na literatura por “*Calcários de S. Pedro*” e “*Xistos do Ramalhão*” (Jurássico superior).

Segundo Teixeira (1962), o Maciço eruptivo de Sintra constitui “o acidente geológico e geomorfológico de maior importância da península de Lisboa”. Pelo seu enquadramento geológico (Fig. IV.3), pode concluir-se que se instalou no final do Mesozóico, o que é corroborado pelas datações isotópicas actualmente disponíveis: 85 ± 8 Ma (Bonhomme *et al.*, 1961), $80,5 \pm 1$ Ma (Ferreira & Macedo, 1977), $95,3 \pm 8,0$ Ma (Abranches & Canilho, 1981), 82 Ma (Macintyre & Berger, 1982) e 74-85 Ma (Storetvedt *et al.*, 1987).

De uma forma simplificada pode dizer-se que a intrusão é formada por um núcleo sienítico, envolvido por um largo anel granítico e por um anel gabro-diorítico descontínuo (Fig. IV.3; Ramalho, *et al.*, 2001). As rochas gabro-dioríticas estão melhor representadas a sul, onde se dispõem entre os sienitos e os granitos. A norte, ocupam uma posição periférica em relação ao anel granítico e têm uma expressão mais reduzida.

O primeiro trabalho de vulto sobre a petrologia e geoquímica do complexo intrusivo de Sintra deve-se a Matos Alves (1964). No modelo petrogenético proposto por este autor, as rochas gabróicas de tendência alcalina (incluindo os mafraítos) teriam derivado de um magma mantélico com composição teralítica. A subsequente evolução do magma original por cristalização fraccionada e alguma assimilação crustal teria sido responsável pela produção de líquidos sucessivamente mais evoluídos (dioríticos e sieníticos), enquanto a génese das rochas graníticas é atribuída por este autor a elevados graus de contaminação crustal dos líquidos sieníticos.

Estudos posteriores (e.g. Wright, 1969; Sparks & Wadge, 1976; Rock, 1982; Leal, 1990) conduziram a modelos petrogenéticos alternativos, particularmente no que diz respeito à origem das rochas graníticas. Para Sparks & Wadge (1976), a coexistência de magmas sobressaturados e subsaturados em sílica pode ser explicada quer por fraccionação eclogítica a alta temperatura, quer por diferenças no grau de fusão parcial. Em contrapartida, Rock (1982) e Leal (1990) defendem que os líquidos graníticos derivam de anatexia de protólitos crustais.

Qualquer que seja o modelo adoptado, a ocorrência de um cortejo diversificado de rochas intrusivas (granitos, sienitos, dioritos, gabros), brechas eruptivas e filões (traquíticos, riolíticos, doleríticos, lamprofíricos) na região de Sintra parece pois ter sido gerada por processos de diferenciação magmática de magmas máficos de origem mantélica, combinados com assimilação, em maior ou menor grau, de materiais crustais.

IV.3.2. Complexo Vulcânico de Lisboa

Como já foi mencionado no capítulo III, os basaltos do Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL) constituem uma das principais unidades aflorantes na região em estudo (Fig. IV.3). Este complexo, com espessura variando entre 10 - 400 m, ocupa uma extensão de cerca de 200 km² e está bem representado nas zonas de Lisboa, Barcarena, Queluz, Amadora, Carnaxide, Mafra e Runa, estendendo-se até à margem sul do Tejo. Numa sondagem realizada para a construção da Ponte 25 de Abril, na zona da Banática, encontraram-se rochas vulcânicas (basaltos e piroclastos) abaixo dos 98 metros de profundidade, constituindo uma sequência com cerca de 50 metros de espessura (Serralheiro, 1978; Matos Alves *et al.*, 1980; Ramalho *et al.*, 2001).

O CVL é composto fundamentalmente por escoadas de lavas basálticas associadas a emissões vulcânicas tranquilas, nas quais se intercalam acumulações piroclásticas de granularidade variável, marcando episódios de actividade explosiva. Segundo Matos Alves *et al.* (1980) e Ramalho *et al.* (2001), o vulcanismo ocorreu em ambiente subaéreo e terá sido predominantemente efusivo, uma vez que os níveis piroclásticos, embora muito repetitivos, têm uma expressão bastante mais reduzida do que a das escoadas.

A presença de paleossolos demonstra que a actividade vulcânica não foi contínua e envolveu longos períodos de repouso entre erupções sucessivas. Nas séries sedimentares e vulcano-sedimentares intercaladas no CVL, foram encontrados fósseis de *Bulimus olisiponensis*, *Bulimus carnaxidensis*, *Anadromus ribeiroi*, *Helix basáltica*, *Pupa tournoueri*, *Cinnamomum broteri* e restos de vertebrados crocodilianos, ranídeos e tritonídeos de presumível origem lacustre e fluvial (Matos Alves *et al.*, 1980; Ramalho *et al.*, 2001) (Fig. IV.16).

Os centros emissores mais importantes situam-se a Norte da zona da escola e são bem visíveis em numerosos locais (e.g. Cartaxos, Funchal, Verdelha dos Ruivos, Manique). Com base nos pendores tanto das escoadas basálticas como das formações piroclásticas estratificadas, Serralheiro (1978) e Ramalho *et al.* (2001) consideram que o cone vulcânico principal teria tido uma altura superior a 2 km e um diâmetro de base da ordem dos 40 km. Estimativas feitas por Matos Alves *et al.* (1980) vão no mesmo sentido, apontando para uma altura máxima de 2,8 km para os cones principais. Por outro lado, a reconstituição dos aparelhos vulcânicos centrados nas chaminés de Cheleiros - Malveira sugere um raio de cerca de 27 km para a base dos cones principais.

O avançado estado de alteração das formações do CVL levou à quase total obliteração da morfologia vulcânica, o que limita seriamente a reconstituição da geometria dos aparelhos vulcânicos e dos volumes de materiais expelidos (Ramalho *et al.*, 2001). A configuração primitiva foi ainda profundamente transformada devido à actuação de falhas e à compartimentação e basculamento de blocos (Matos Alves *et al.*, 1980). Da morfologia original, restam hoje as chaminés (ex: Lexim), as escoadas retalhadas (ex: Massamá) e os filões (ex: Monte Suímo) (Fig. IV.17).



Figura IV.16 – Fóssil de *Pupa tournoueri* (?) (S. Domingos de Benfica
(<http://e-geo.ineti.pt/bds/geobases/>).



Figura IV.17 - Disjunção prismática no Penedo do Lexim

As formações do Complexo Vulcânico de Lisboa assentam sobre os calcários margosos do Cenomaniano inferior e médio ou sobre os calcários recifais do Cenomaniano superior e jazem sob as camadas conglomeráticas do “Complexo de Benfica”, de idade paleogénica (Eocénico a Oligocénico). Com base nestas relações, foi possível posicionar este episódio magmático no Cretácico terminal / início do Paleogénico (≈ 70 Ma), o que é compatível com as determinações geocronológicas (Rb/Sr e K/Ar) actualmente disponíveis para rochas e minerais do CVL: manto ou soleira da Boa Viagem-Caxias (72 ± 2 M.a.); soleira de traquiandesito de Vale da Pipa (69 ± 2 M.a.); soleira de traquiandesito de Cabeço de Anços (70 ± 2 M.a); rochas da Torre, Fanhões, Pimenteira e Sete Rios ($72,6 \pm 3,1$ M.a) (Ferreira & Macedo, 1979; Matos Alves *et al.*, 1980; Ramalho *et al.*, 2001).

Em termos petrográficos, os basaltos são o tipo litológico dominante no CVL, embora também estejam representados, de forma mais escassa, vulcanitos mais diferenciados (traquibasaltos, traquitos e riólitos) e rochas granulares máficas (gabros). Os basaltos do CVL constituem uma série relativamente pouco diferenciada, atingindo os hawaiitos e os mugearitos. São caracterizados por uma grande heterogeneidade mineralógica e textural como consequência de variações significativas nas proporções modais de olivina, piroxena e plagioclase e do maior ou menor papel dos feldspatóides. O mineral ferromagnesiano mais comum é a augite titanífera, embora também possam conter hornblenda e biotite. A magnetite e a ilmenite estão sistematicamente presentes como fases acessórias. O carácter alcalino e titanífero é sempre nitidamente marcado, através da ocorrência de feldspatos intersticiais, zeólitos e, por vezes, feldspatóides e dos elevados teores em titânio da augite, hornblenda e biotite.

Segundo Palácios (1985), os magmas basálticos primários teriam resultado de pequenas taxas de fusão de peridotitos do manto superior. A sua evolução subsequente parece ter sido controlada por processos de cristalização fraccionada e, embora em menor escala, contaminação crustal. Com base nos dados de geoquímica macro- e oligo elementar, admite-se que as rochas do CVL se formaram durante um episódio de vulcanismo intraplaca, de natureza oceânica (Matos Alves *et al.*, 1980), provavelmente associado a um penacho convectivo (Fig. IV.18).

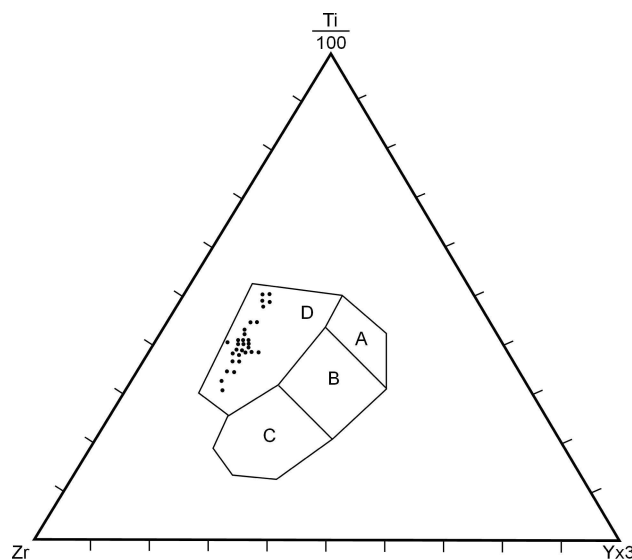


Figura IV.18 – Projecção das amostras de basaltos do CVL no diagrama de Pearce e Cann (1973). Campo D — Basaltos intraplaca (extraído de Matos Alves *et al.*, 1980).

IV.4 RECURSOS GEOLÓGICOS

Relativamente aos recursos geológicos da zona refere-se na Notícia Explicativa da Carta da Folha 34 – C (Sintra), publicada em 1993, a exploração de calcários para britas, nas zonas do Cacém e de Belas, a norte da escola. Essas explorações visam quase sempre os calcários com Rudistas e “Camadas com *Neolobites vibrayeanus*” (C³_C), datados do Cenomaniano superior, por serem os mais adequados para esse fim.

Onze destas pedreiras, de dimensões variáveis, estão representadas no canto SE da Carta Militar de Portugal – Folha 416 – de Sintra, numa faixa com cerca de 2 km de largura por 4 km de comprimento, a norte da escola. Actualmente estas pedreiras estão desactivadas. Duas delas, situadas entre Colaride e o Monte Abraão, foram aterradas.

Numa das pedreiras abandonadas, a norte do Pendão, na Quinta de Santa Luzia, Pego Longo, um grupo de alunos de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa encontrou, em 1985, um vasto conjunto de pegadas de dinossauro (Galopim de Carvalho, 1994). As pegadas distribuem-se por três pedreiras na região de Belas/Carenque. O conjunto mais importante, com cerca de uma centena de impressões, é constituído por pegadas organizadas em pistas e outras isoladas. Na vertente NE do Monte Abraão, também foram descobertas pegadas isoladas e pistas, enquanto no Casal da Barota foram encontradas impressões que podem corresponder a pegadas (Dias & Madeira, 1987; Galopim de Carvalho, 1994).

A cerca de 4 km a norte da escola, no Monte Suímo, aflora um filão de natureza basáltica, que apresenta uma mineralogia pouco comum. Contém megacristais de granada vermelha, anfíbola, piroxenas, espinela e olivina no seio de uma matriz afanítica. Estas granadas foram exploradas no passado para joalharia (Choffat, 1914; Ramalho *et al.*, 1993):

“A norte da Venda Seca, o monte Suímo (sinal geodésico, 291m de alt.), colina quase cónica com as históricas minas de granadas que foram objecto de activa exploração no tempo dos romanos.” (Guia de Portugal – Lisboa e Arredores, 1979).

A zona de Massamá é desde há muito tempo conhecida pela sua riqueza em água, o que terá favorecido a ocupação humana da região. Com efeito, existem vestígios de ocupação humana em Colaride (a W da escola) desde o Paleolítico Médio. Além disso, supõe-se que o nome da localidade – Massamá – deriva do termo de origem árabe “*Mactamã*” que se traduz por “*lugar onde se toma água; fonte, manancial*” (Machado, 1991). Nos símbolos heráldicos da Freguesia de Massamá (Fig.

IV.19) estão incluídos motivos relacionados com a riqueza em água – as ondas representadas na base, são alusivas às ribeiras e o respiradouro, representado a amarelo, é alusivo às clarabóias de um aqueduto subsidiário do Aqueduto das Águas Livres existente na área da freguesia (Boletim da Junta de Freguesia, Dezembro de 2000).



Figura IV.19 - Símbolos Heráldicos da Freguesia de Massamá (Boletim da Junta de Freguesia, Dezembro de 2000)

No que diz respeito a recursos hídricos, as rochas do Complexo Vulcânico de Lisboa funcionam como áreas de recarga de aquíferos, pois a água circula facilmente através das diaclases e zonas de alteração. Em alguns prédios de Massamá, construídos em zonas de menor cota, existem bombas para remover a água que em dias de forte pluviosidade se acumula junto aos alicerces.

A NW da escola, no Alto de Colaride, uma gruta talhada nos calcários do Cretácico, funciona como um colector natural que recolhe as águas de escorrência, conduzindo-as posteriormente para níveis inferiores. Essas águas ressurgem na Ribeira de Barcarena, perto da fábrica Cambournac, no lugar do Papel (<http://colaride.no.sapo.pt/geologia/index.html>).

Trata-se também de uma zona de solos férteis. Existem vestígios arqueológicos que atestam a ocupação agrícola da região desde o neolítico até aos anos oitenta, altura em que a zona, devido à sua proximidade de Lisboa, foi fortemente urbanizada (Fig. IV.20).

Restam ainda na toponímia das ruas da antiga aldeia vestígios dessa actividade – Rua da Tascôa (operação de tascar o linho, de lhe tirar o tasco ou tomento das fibras do linho, usando uma espadela) (Fig. IV.21), Rua da Milharada (sementeira de milho, milheiral ou quantidade de espigas de milho que se transportam para a eira) e Casal do Olival (terreno onde crescem oliveiras).



Figura IV.20 - Aqueduto de Queluz, no vale do Jamor. Ao fundo vê-se o Monte Abraão em 1900, quando ainda era uma vasta seara (<http://www.monte-abraao-queluz.blogspot.com/>).



Figura IV.21 – Vestígios da actividade agrícola na toponímia.

Nos símbolos heráldicos da Freguesia podem identificar-se duas espigas cruzadas a lembrar os tempos em que os terrenos da freguesia tinham vocação agrícola (Fig. IV.19).

CAPÍTULO V: EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DA BACIA LUSITÂNICA

Conhecida a litologia da região de Massamá e os processos geológicos que aí ocorreram, importa ordená-los no tempo de modo a dar resposta à questão:

Como foi a evolução paleogeográfica da região em que habitamos?

A exploração desta questão requer uma abordagem de conceitos estruturantes que permitam aos alunos enquadrar os acontecimentos geológicos num contexto geodinâmico global.

V.1 CICLO DE WILSON

Com o desenvolvimento da teoria da Tectónica de Placas e o conhecimento da dinâmica litosférica, o processo de edificação de cadeias de montanhas – orogenia – passou a ser explicado através de um novo modelo, conhecido por “ciclo de Wilson” (Fig. V.1). Segundo este modelo, o levantamento de uma cadeia de montanhas envolve uma sequência de fases que se podem sistematizar nos seguintes termos:

- **Estiramento crustal**, a que se associa a abertura de um novo oceano.
- **Formação de bacias de sedimentação marinhas** nas margens continentais passivas que gradualmente se afastam.
- **Tectonogénese** em que ocorre subducção e colisão continental, que induzindo processos de deformação, metamorfismo e magmatismo, culmina com a formação de uma cadeia de montanhas.

O tempo necessário para que ocorra estiramento crustal, abertura de um novo oceano, formação de bacias de sedimentação nas margens continentais passivas, transformação de uma margem de tipo passivo numa margem de tipo activo e desenvolvimento de uma zona de subducção está estimado em 180-200 Ma.

A partir desse momento, inicia-se uma etapa de redução da crosta oceânica já que esta é progressivamente subductada sob as margens continentais. A aproximação lenta das massas continentais associadas a cada uma das placas acaba por resultar num processo de colisão continental, com conseqüente edificação de cadeias de montanhas, cujas raízes chegam a atingir 40-50 km de espessura.

Depois do espessamento crustal gerado pela colisão das duas massas

continentais, as diferenças de densidade e de espessura entre a astenosfera e a litosfera são compensados através de reajustamentos isostáticos o que, associado a processos de erosão, leva ao desgaste das cadeias montanhosas até se atingir uma situação análoga à inicial.

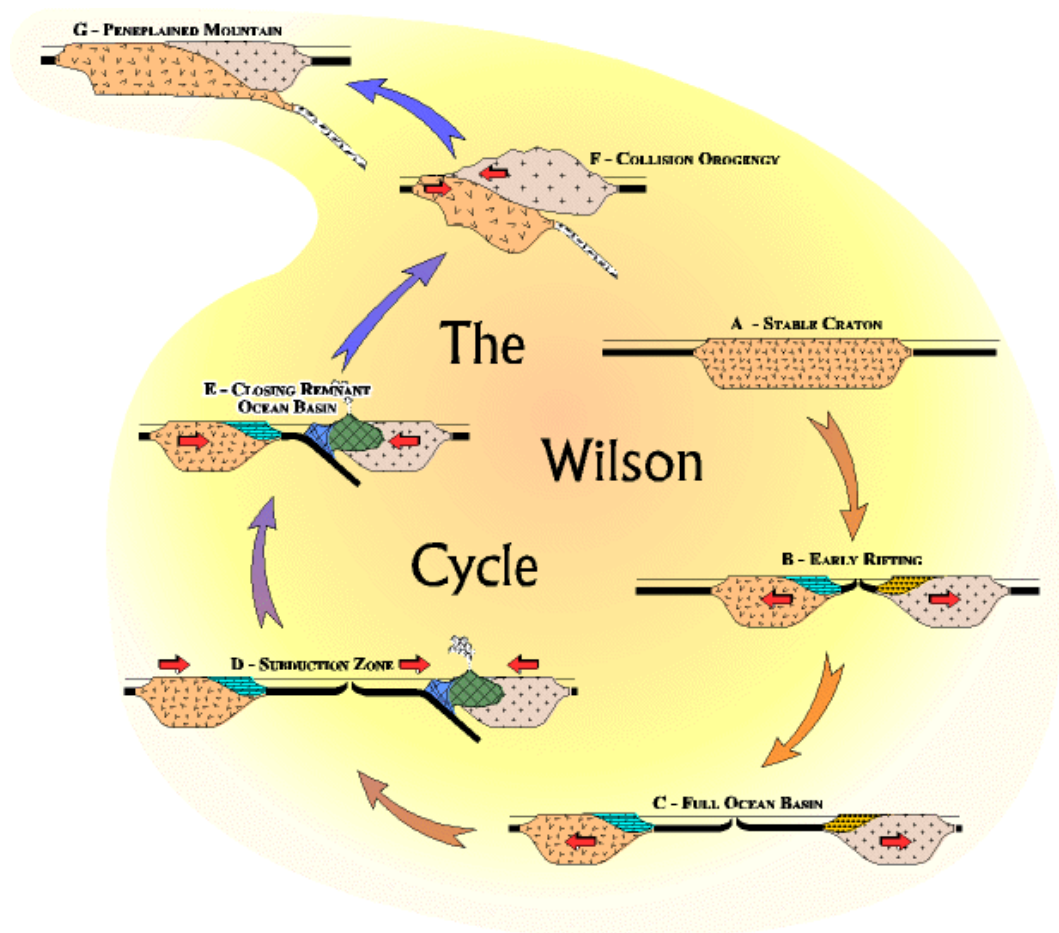


Figura V.1 – O Ciclo de Wilson.

Assim, a fase de estiramento crustal envolve essencialmente a formação das rochas vulcânicas que irão constituir o fundo do novo oceano, enquanto a fase de formação de bacias de sedimentação está associada à deposição de espessas sequências de rochas sedimentares. Finalmente, a tectonogénese é caracterizada pela deformação (frágil e dúctil), metamorfização das rochas pré-existentes e abundante actividade magmática (intrusiva e extrusiva) culminando com a edificação de uma nova cadeia de montanhas e fechando um ciclo iniciado milhões de anos antes.

Devido ao dinamismo terrestre, as rochas formadas no decorrer do ciclo de Wilson — sedimentares, metamórficas e magmáticas — podem ser relacionadas entre

si através de um ciclo de transformações — ciclo litológico — que descreve a sucessão de processos e condições de pressão e temperatura que controlam a génese, evolução, alteração, deformação, modificação e destruição dos diferentes tipos de rochas (Fig. V.2). As principais fontes de energia envolvidas nestas transformações são o Sol e o calor interno da Terra.

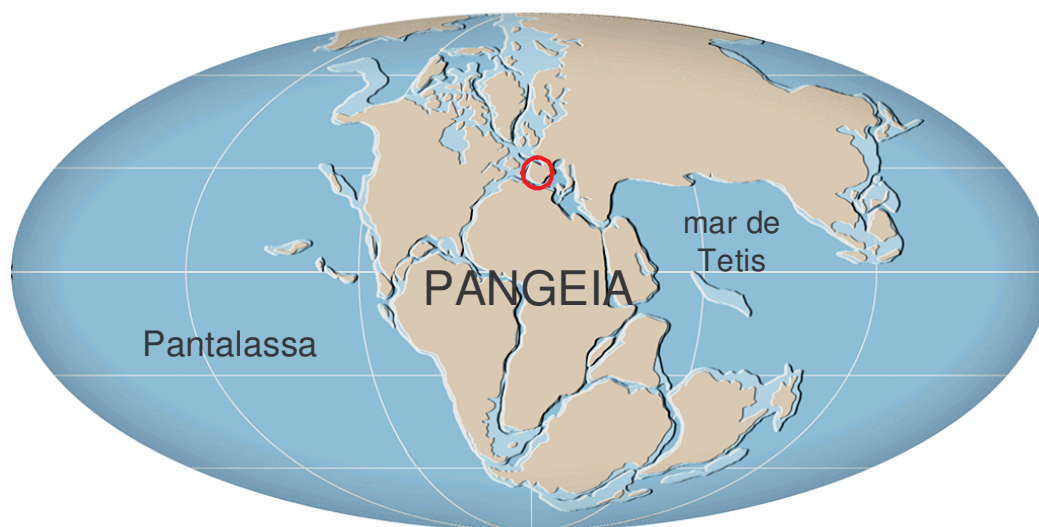


Figura V.2 – O Ciclo Litológico (extraído de <http://biologiact4.blogs.sapo.pt/6271.html>).

V.2 AS GRANDES UNIDADES GEOLÓGICAS DA PENÍNSULA

Grande parte dos terrenos que constituem as porções mais internas da Península Ibérica têm idades mais antigas que 250 Ma e foram afectados por uma importante orogenia, conhecida como orogenia Hercínica ou Varisca, no final do Paleozóico.

O levantamento da cadeia de montanhas varisca, resultou da colisão de dois grandes continentes: Laurussia e Gondwana e de algumas micropalacas continentais de menor dimensão – Avalónia e Armórica — e deu origem a um supercontinente, a PANGEIA, e a um oceano, PANTALASSA, cuja evolução posterior explica a configuração dos continentes e oceanos actuais (Fig. V.3).



Copyright © 1998 Tasa Graphic Arts, Inc. All rights reserved.

Figura V.3 – Configuração dos continentes no final do Paleozóico, mostrando a localização da Península Ibérica (círculo vermelho), extraído de <http://www.geology.com/pangea.htm> (US Geological Survey – USGS)

Um extenso segmento da cadeia varisca europeia aflora na Península Ibérica constituindo o chamado **Maciço Ibérico**, que como se mostra na Figura V.4 representa uma das suas grandes unidades geológicas. Este maciço é composto por rochas com idades compreendidas entre o Precâmbrico e o Carbónico, variavelmente deformadas e metamorfizadas, que foram intruídas por enormes volumes de magmas graníticos durante o episódio orogénico varisco.

Depois da última fase de deformação varisca, a litosfera que hoje constitui o Maciço Ibérico tornou-se mais rígida e passou a ter um comportamento frágil. Gerou-se assim, ainda no Pérmico inferior, um sistema de importantes fracturas, denominadas tardi-variscas ou tardi-hercínicas, que vieram a ter um papel determinante no Mesozóico.

Com efeito, foram estas fracturas que controlaram a instalação de várias bacias e sub-bacias nos bordos do Maciço Ibérico durante o Mesozóico. O conjunto sedimentar que preencheu estas depressões ao longo da Era Mesozóica constitui a **Cobertura Mesozóica** que, no território continental português, está representada por duas importantes bacias que se prolongam sobre a plataforma continental: a Bacia Lusitânica e a Bacia do Algarve, ocupando a orla ocidental e meridional da Península Ibérica, respectivamente (Fig. V.4). Na parte imersa da orla ocidental, foram ainda identificadas duas outras bacias mesozóicas designadas por: Bacia do Porto e Bacia do Baixo Alentejo (Fig. V.5).

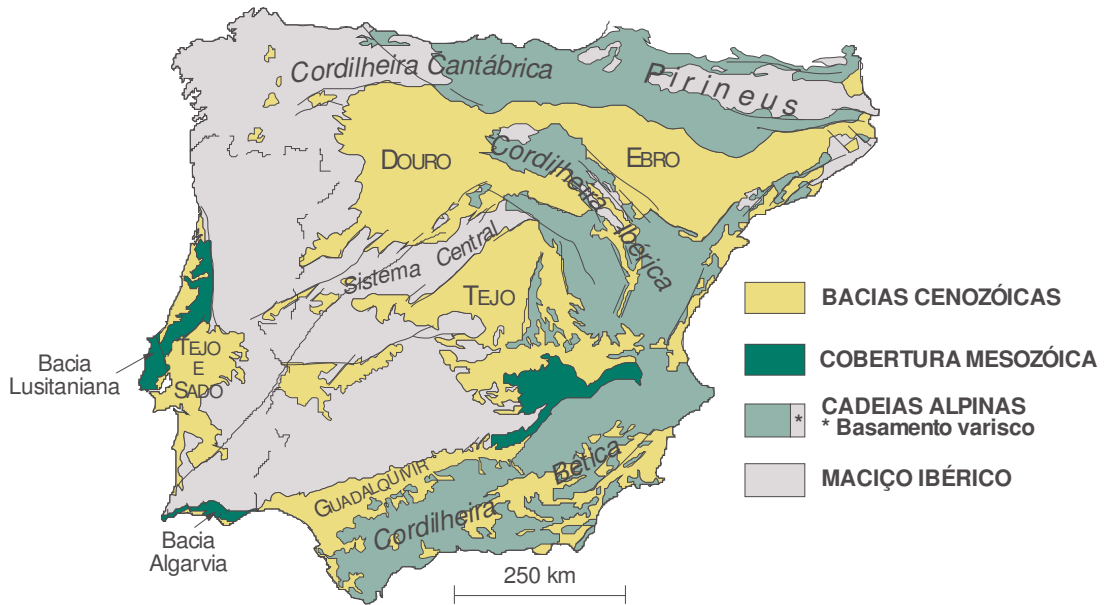


Figura V.4 – As grandes unidades geológicas da Península Ibérica (simplificado de Vera *et al.*, 2004 e da Carta Geológica de Portugal, escala 1:500000 por B. Valle Aguado).



Figura V.5 – Localização das bacias Mesozóicas nos bordos oeste e sul de Portugal (extraído de Andrade, 2006).

A reactivação das falhas tardi-variscas e a individualização das bacias mesozóicas esteve intimamente associada ao processo de fragmentação do supercontinente Pangeia e subsequente abertura de dois oceanos: o Atlântico Norte e o paleo-oceano Tétis (Fig. V.6).

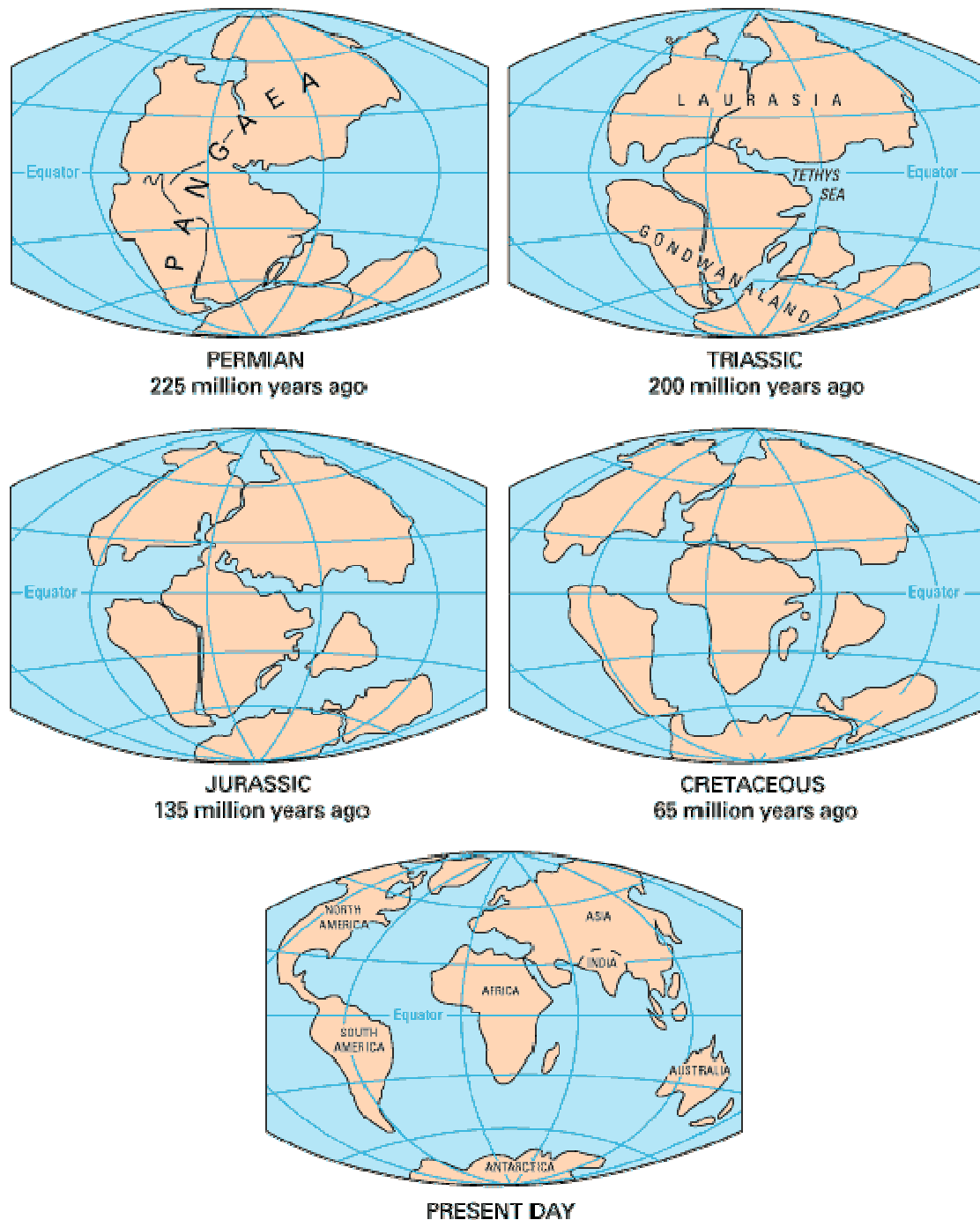


Figura V.6 - Reconstrução hipotética da Pangeia e sua evolução posterior (extraído de <http://www.geology.com/pangea.htm> — US Geological Survey – USGS).

A abertura do Atlântico Norte esteve na origem da separação das placas Norteamericana e Euroasiática, enquanto a abertura do paleo-oceano Tétis, ao longo da fronteira entre as placas Africana e Euroasiática foi o processo precursor da formação do Mar Mediterrâneo.

Nas duas bacias mesozóicas — Lusitânica e do Algarve — a deposição caracteriza-se por uma distribuição de fácies muito variada que reflecte os avanços e recuos do mar sobre o Maciço Ibérico. Além dos depósitos sedimentares, as áreas de cobertura incluem ainda rochas magmáticas plutónicas e vulcânicas, datadas do final do Mesozóico, bem representadas nos maciços de Sintra, Sines e Monchique e no Complexo Vulcânico de Lisboa. Como se referiu nos capítulos anteriores, parte dos sedimentos que se depositaram no sector meridional da bacia Lusitânica jazem hoje por baixo dos basaltos do Complexo Vulcânico de Lisboa, sobre os quais foi construída a escola.

Depois dos últimos episódios de rifting dá-se a inversão tectónica das bacias mesozóicas e, no sector espanhol, dá-se o levantamento das **Cadeias Alpinas** em consequência da compressão da placa Ibérica contra a placa Africana (a Sul) e contra a placa Euroasiática (a NE) (Fig. V.4).

A partir do final do Cretácico, a sedimentação passa a ter um carácter predominantemente continental ou lacustre. Formam-se as **bacias Cenozóicas** de que é exemplo a do Baixo Tejo e Sado (Fig. V.4). Estas bacias são preenchidas por depósitos subhorizontais, assentes em discordância quer sobre as formações do Maciço Ibérico quer sobre as rochas mesozóicas das orlas.

V.3 EVOLUÇÃO DA BACIA LUSITÂNICA

A Bacia Lusitânica abriu a oeste do Maciço Ibérico e da que viria a ser a microplaca ibérica. Apresenta uma orientação NNE-SSW, paralela à actual costa atlântica e faz fronteira, a este, com o Maciço Ibérico (Fig. V.7), que constituiu a sua principal fonte de alimentação de sedimentos clásticos. É limitada, a oeste, por compartimentos marginais de que hoje restam apenas as ilhas granítico-gnaissicas das Berlengas e Farilhões (Fig. V.7), interpretadas como a última expressão da massa continental que se separou da Península Ibérica durante as primeiras tentativas de abertura do Atlântico Norte (Rey *et al.*, 2006).

Incluindo a área actualmente imersa, a bacia tem uma extensão aproximada de 300 km e uma largura de cerca de 150 km (Fig. V.8). A espessura máxima de sedimentos, cobrindo o intervalo Triásico – Cretácico e o Cenozóico está estimada em

cerca de 5 km (Ribeiro *et al.*, 1979; Wilson, 1988; Azerêdo *et al.*, 2003).

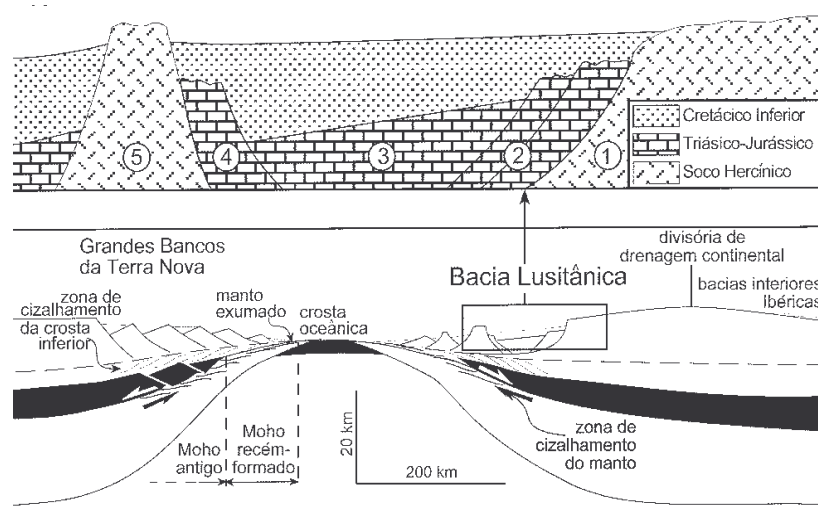


Figura V.7 – Corte interpretativo da Bacia Lusitânica no Aptiano superior, reconstruindo o contexto geodinâmico da abertura do Atlântico. 1 – Maciço Hespérico; 2 e 4 – socalcos (semi-grabens) marginais; 3 – sulco depocêntrico; 5 – compartimento (horst) marginal. Modificado de Rey (1972) e Dinis (1999) — extraído de Rey *et al.* (2006).

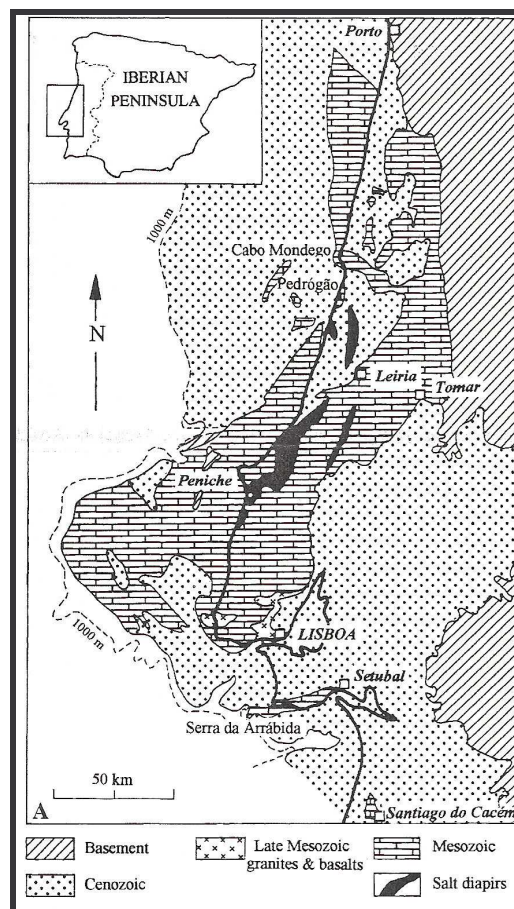


Figura V.8 - Mapa geológico simplificado da Bacia Lusitânica (centro-oeste de Portugal), incluindo a sua extensão "offshore" (extraído de Azerêdo *et al.*, 2002).

A génese e evolução da bacia Lusitânica, tal como a das bacias do Porto, do Alentejo e do Algarve, foram fortemente condicionadas pelo processo de formação do Oceano Atlântico e do paleo-oceano Tétis. Após várias fases de rifting, a abertura definitiva do Atlântico viria a processar-se para ocidente da bacia Lusitânica.

Entre o Triásico superior e o Cretácico inferior, a microplaca Ibérica esteve sujeita a um campo de tensões distensivo de que resultou o afundamento e elevação de blocos (sistema de *graben e horst*), controlados pelo movimento ao longo das falhas tardi-variscas. A bacia Lusitânica com orientação NNE-SSW, evoluiu como um *graben*, sujeito a enchimento sedimentar e a tensões preponderantemente E-W. A evolução tectónica regional foi responsável por significativas variações na geometria dos blocos, o que levou a que a bacia assumisse diferentes configurações ao longo do Mesozóico.

Por não ter chegado a ocorrer formação de crosta oceânica, nem toda a comunidade científica interpreta a Bacia Lusitânica como um rifte abortado.

V.3.1 Primeira fase de “rifting” (*Triásico-Sinemuriano*)

A primeira fase de “rifting”, que acabou por abortar, iniciou-se no Triásico superior e, como já foi referido, não foi acompanhada pela produção de crosta oceânica (Fig. V.9 e V.10). Envolveu essencialmente uma movimentação de blocos, limitados por falhas normais, e deu origem a uma topografia irregular (Ribeiro *et al.*, 1979; 1996; Wilson *et al.*, 1989; Azerêdo *et al.*, 2003).

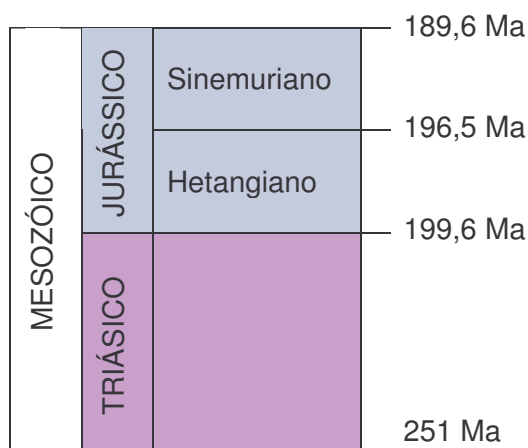


Figura V.9 – Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à 1ª fase de “rifting” da Bacia Lusitânica.

Durante esta fase, a Bacia Lusitânica correspondia a uma bacia intracratónica que foi sendo progressivamente preenchida por sedimentos terrígenos de fácies continental (essencialmente fluvial, mais ou menos torrencial), em condições climáticas semi-áridas.

O ambiente sedimentar da época seria caracterizado por planícies aluvionares, com rios temporários meandriformes e formação de leques aluviais (Palain, 1976; 1979; Pimentel, 1998; Azerêdo *et al.*, 2003). As camadas conglomeráticas, areníticas e pelíticas, de cor vermelha, de idade triásica foram agrupadas por P. Choffat, em 1887, numa formação denominada Grés de Silves (Galopim de Carvalho, 2003).

Após este período de erosão e sedimentação continental, a bacia em subsidência foi invadida, no início do Jurássico (Hetangiano), pela água do mar (Fig. V.10). Estabelece-se um regime lagunar com sedimentação de evaporitos (em especial gesso e sal-gema), incluídos numa série argilosa e margosa conhecida como Margas de Dagorda (Galopim de Carvalho, 2003).

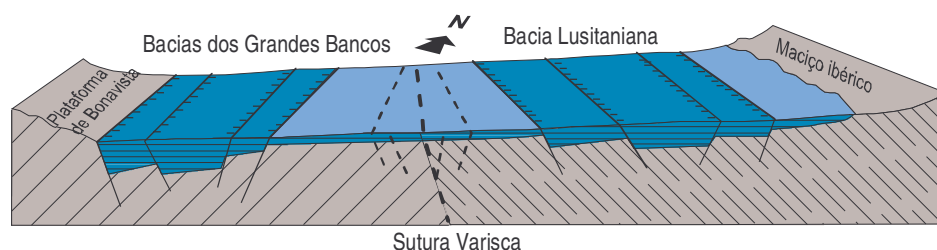


Figura V.10 – Configuração esquemática da Bacia Lusitânica no Triásico-Hetangiano (adaptado de Kullberg *et al.*, 2006).

A acumulação de gesso, sal-gema e outros evaporitos, indica uma fácies litoral (lagunar e de planície de inundação de maré) num clima quente e seco. Vários autores (e.g. Palain, 1976, 1979) consideram que estes sedimentos se depositaram em ambiente de pequena profundidade, alimentados por águas marinhas, provavelmente em sabkas costeiras anidritico-halíticas (conhecidas na região saariana pelo termo árabe *sebkha* ou *sebkra* - Galopim de Carvalho, 2003) e lagoas evaporíticas, dando lugar a alternâncias de argilas salgadas, halite e gesso/anidrite.

Às Margas de Dagorda sucedem-se as camadas da base da Formação de Pereiros. Estas camadas, formadas por calcários e dolomitos com uma importante fase detrítica, apresentam uma fauna constituída por moluscos, facto que permite inferir a ocorrência de uma invasão gradual do mar no início do Jurássico (Palain, 1976; Soares *et al.*, 1985, 1993; Azerêdo *et al.*, 2003).

É importante realçar que a passagem do Triásico para o Jurássico é marcada por uma importante modificação do quadro climático na Ibéria. Tal como outras massas continentais do hemisfério norte, resultantes da fragmentação da Pangeia, a Ibéria migra de uma localização na faixa de latitudes correspondente a clima quente

com uma estação seca predominante, para a zona intertropical, com clima quente e húmido (Dercourt et al., 1985, 1993; Azerêdo *et al.*, 2003).

O clima tropical favoreceu a sedimentação carbonatada, largamente representada na Bacia Lusitânica. Em latitudes compreendidas entre os 30°S e os 30°N constituíram-se ambientes sedimentares neríticos carbonatados, com sedimentação essencial ou exclusivamente biogénica.

V.3.2 Segunda fase de “rifting” (*Sinemuriano-Oxfordiano*)

No Sinemuriano – início do Carixiano, a Bacia Lusitaniana sofre uma profunda transformação de geometria e cinemática, passando a estruturar-se em *half-graben*, com basculamento para W (Fig. V.11 e V.12).

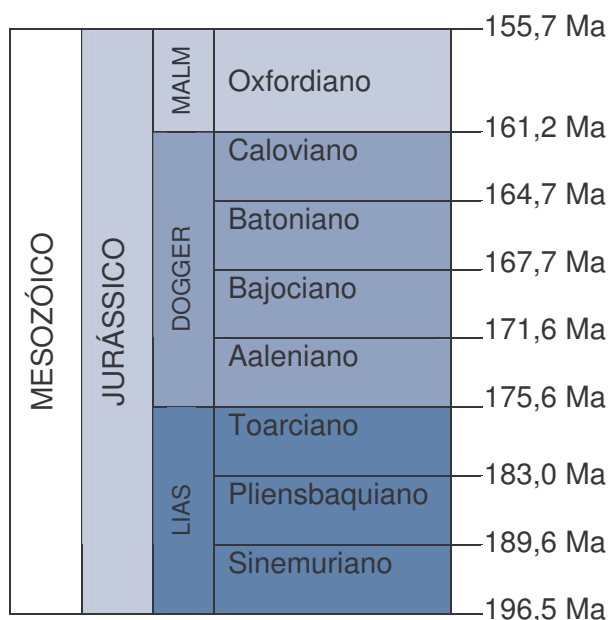


Figura V.11 – Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à 2ª fase de “rifting” da Bacia Lusitânica.

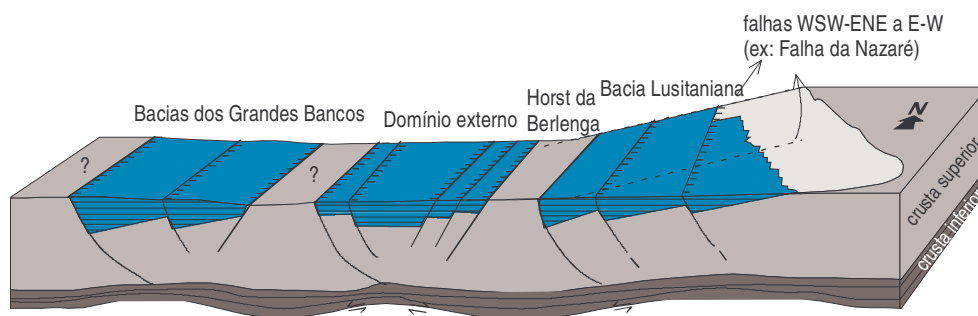


Figura V.12 – Configuração esquemática da Bacia Lusitaniana no Sinemuriano-Carixiano (adaptado de Kullberg *et al.*, 2006 por B. Valle Aguado).

O *horst* das Berlengas, localizado no bordo ocidental, comporta-se como limite activo durante a maior parte do tempo de duração do 2º episódio de *rifting*. A

orientação da distensão sofre uma rotação de cerca de 30° no sentido horário, assumindo uma direcção aproximadamente E-W que se manterá até ao final. A W do *horst* das Berlengas, diferencia-se um domínio externo e a bacia Lusitânica passa a constituir uma bacia interna, desenvolvida sob mar epicontinental, com distensão atenuada, mas mais concentrada na região central.

As principais falhas responsáveis pelo afundamento da bacia são sub-meridianas, sendo notórias as variações de fácies e de espessuras controladas por falhas de orientação ENE-WSW a E-W. Com a definição de uma rampa homoclinal carbonatada suavemente inclinada para W, a estrutura da bacia adquire uma configuração mais assimétrica e instalam-se condições marinhas mais acentuadas no flanco W.

Durante o Sinemuriano superior (196-189 Ma), depositam-se sedimentos contendo os primeiros amonóides e uma macrofauna composta por lamelibrânquios, braquiópodes, gastrópodes e, por vezes, peixes actinoptérgios, testemunhando a primeira grande abertura da bacia ao meio marinho (Azerêdo *et al.*, 2003).

A progressiva imersão da bacia, a partir do Sinemuriano deu origem a uma série tendencialmente transgressiva (Ramalho, 1971; Mouterde *et al.*, 1971, 1979, Azerêdo, 1993a). As rochas dolomíticas de pequena profundidade da “Formação Coimbra” passam gradualmente à “Formação Brenha”, constituída essencialmente por argilas, margas e calcários com amonites.

O intervalo Caloviano superior - Oxfordiano médio é caracterizado por uma importante descontinuidade sedimentar. Devido ao seu carácter generalizado, à dimensão temporal da lacuna/hiato e à existência, em alguns locais, de discordância angular, esta descontinuidade é interpretada, pela maioria dos autores, como estando associada ao final do 2º episódio de *rifting* e ao início do episódio seguinte. Contudo, Kullberg *et al.* (2006) relacionam esta perturbação com um episódio de inversão tectónica precoce, semelhante ao registado na Bacia do Algarve, cujos efeitos na Bacia Lusitânica terão tido um carácter muito localizado.

V.3.3 Terceira fase de “*rifting*” (Kimeridgiano-Berriasiano Inferior)

O 3º episódio de *rifting* é provocado por uma forte aceleração da distensão que activa as falhas existentes e faz funcionar novas falhas (Fig. V.13 e V.14). A distensão mantém a direcção E-W e dá origem a importantes relevos tanto a W como a E. A bacia reassume uma morfologia em *graben* central com *half-grabens* periféricos. As falhas responsáveis por esta geometria constituem os actuais limites tectónicos da

Bacia Lusitânica.

Outra das grandes transformações que afectou a bacia durante este episódio foi a sua fragmentação em sub-bacias, especialmente evidente no sector central. Esta instabilidade tectónica generalizada vai provocar o transporte de material siliciclástico, proveniente tanto de E como de W, dando origem a importantes sistemas de leques deltaicos submarinos em domínio de plataforma carbonatada - terrígena.

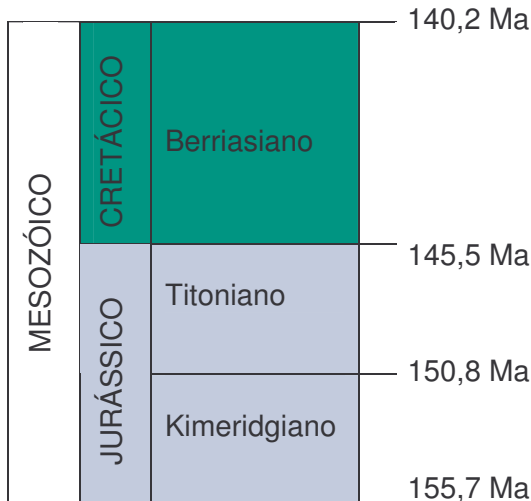


Figura V.13 – Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à 3ª fase de “rifting” da Bacia Lusitânica.

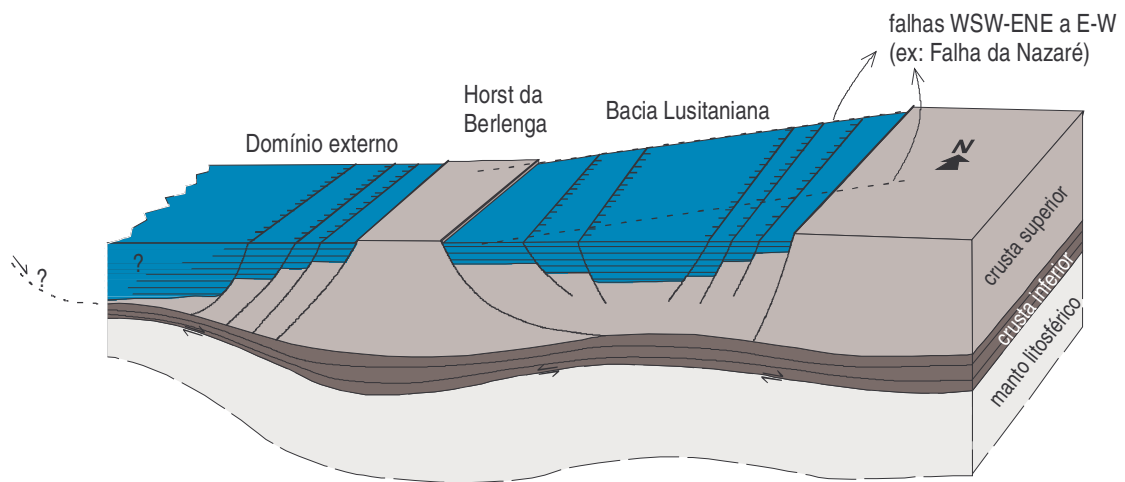


Figura V.14 – Configuração esquemática da Bacia Lusitaniana no Kimeridgiano inferior (adaptado de Kullberg *et al.*, 2006 por B. Valle Aguado).

Apesar da exposição e consequente exumação dos relevos marginais, o centro da bacia continua a apresentar uma taxa de subsidência elevada e um ambiente de águas relativamente profundas. Este tipo de ambiente facilita a circulação de amonites, como é testemunhado pela sua abundância nas unidades do Kimeridgiano

inferior.

Ainda no Kimmeridgiano, depositam-se sequências carbonatadas e mesmo recifais, que segundo Ramalho (1971), Wilson *et al.* (1989) e Azerêdo (1993a), se relacionam com a diferenciação da bacia em várias sub-bacias. Este conjunto de sedimentos tem sido incluído na “Formação Abadia” e outras equivalentes como é o caso das “Camadas de Alcobaça”. O final do Jurássico superior é caracterizado pelo predomínio de fácies siliciclásticas fluviais interdigitadas com formações margocarbonatadas marinhas.

A tendência para a colmatação progressiva da bacia com sedimentos arenítico-conglomeráticos continentais continua até ao fim do Malm. É a partir desta altura que a região de Sintra-Cascais-Arrábida ocidental passa a funcionar como um golfo, sem comunicação para Norte e com raras conexões com o domínio externo a oeste, constituindo a única área imersa da bacia. Deste modo, na passagem do Titoniano terminal (final do Malm - Jurássico superior) ao Berriasiano (primeiro andar do Cretácico), o depocentro da bacia Lusitânica localizava-se na região de Lisboa, materializado por uma plataforma carbonatada centrada na região de Cascais - Sintra.

V.3.4 Quarta fase de “rifting” (*Berriasiano Superior - Aptiano Superior*)

Durante o Cretácico inferior, inicia-se o 4º episódio de *rifting* e produzem-se profundas alterações na Bacia Lusitânica. A passagem do 3º para o 4º episódio de *rifting* está marcada no registo sedimentar por uma lacuna estratigráfica que se estende a toda a bacia, com excepção da região de Sintra-Cascais, onde continua a ocorrer sedimentação carbonatada marinha (parte inferior da **Formação de Serradão**).

Tal como na bacia do Algarve, o novo episódio de *rifting* poderá ter sido precedido por inversão tectónica. O enchimento da bacia é feito essencialmente com depósitos siliciclásticos provenientes de relevos continentais do Maciço Ibérico e do *horst* das Berlengas, em regime aluvial a fluvial.

| | | | |
|-----------|-----------|--------------|----------|
| MESOZÓICO | CRETÁCICO | Aptiano | 112,0 Ma |
| | | Barremiano | 125,0 Ma |
| | | Hauteriviano | 130,0 Ma |
| | | Valanginiano | 136,4 Ma |
| | | Berriasiano | 140,2 Ma |
| | | | 145,5 Ma |

Figura V.15 – Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à 4ª fase de “rifting” da Bacia Lusitânica.

O golfo aberto na região entre Cascais e o Cabo Espichel, com ligação ao oceano essencialmente a sudoeste, constitui uma área resguardada das influências de mar aberto, devido à existência de uma ou mais barreiras topográficas que seriam responsáveis quer pela redução do trânsito sedimentar para os fundos atlânticos quer pela limitação da chegada de faunas pelágicas (Rey *et al.*, 2006). Na Figura V.16 representa-se esquematicamente a evolução paleogeográfica do sector meridional da bacia Lusitânica durante o Cretácico inferior (Hauteriviano inferior ao Albiano inferior).

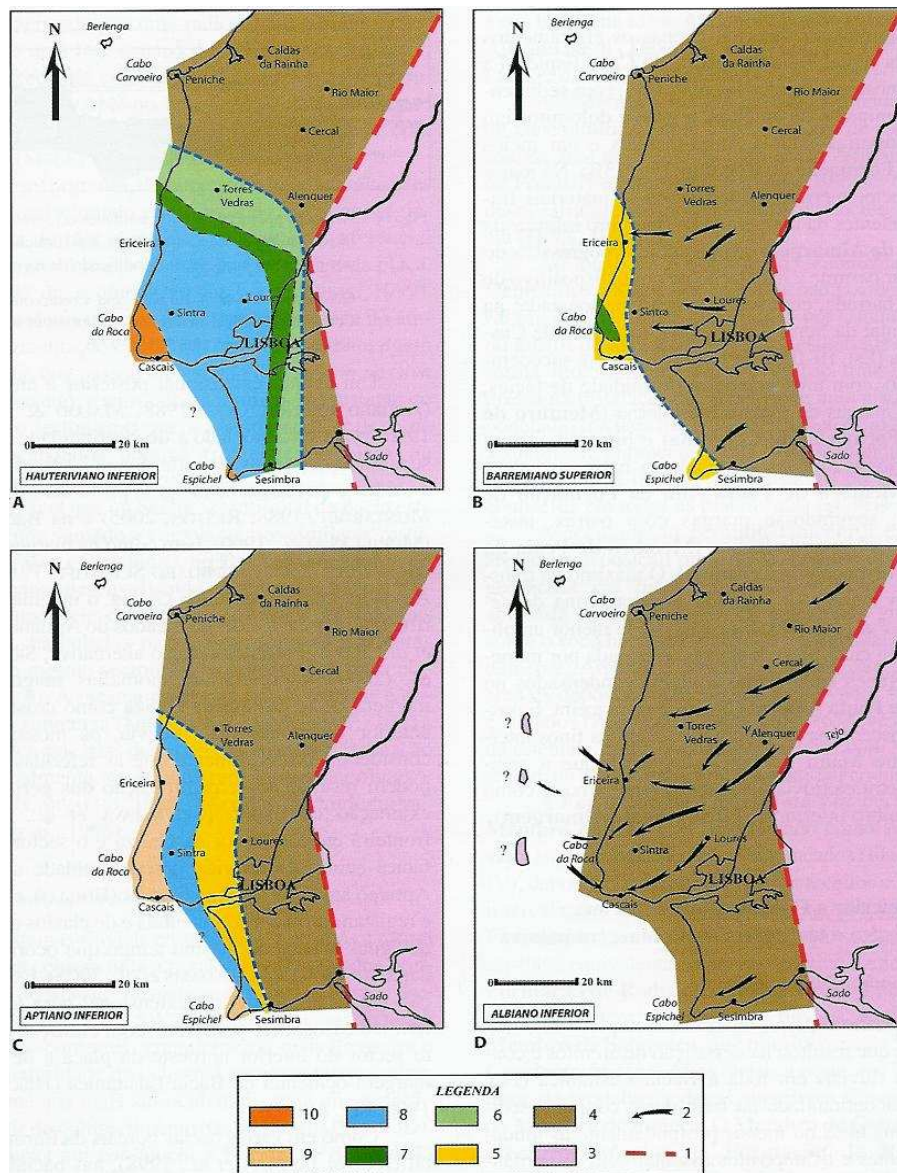


Figura V.16 – Evolução paleogeográfica do sector meridional da Bacia Lusitânica no Cretácico Inferior. 1 – limite suposto das áreas erodidas; 2 – direcção das correntes fluviais; 3 – Maciço Hespérico; 4 – depósitos fluviais; 5 – depósitos detríticos intermareais; 6 – depósitos de planícies lodosas litorais; 7 – depósitos carbonatados intermareais; 8 – depósitos carbonatados de plataforma interna; 9 – depósitos de plataforma intermédia; 10 – bioconstruções recifais. (extraído de Rey *et al.*, 2006).

Ao 4º episódio de *rifting*, associam-se ainda importantes manifestações magmáticas de natureza alcalina que parecem ter constituído o mecanismo despoletador do diapirismo. Segundo Rey *et al.* (2006), a magmatismo cretácico compreende dois ciclos de actividade. O primeiro, do Cretácico Inferior (Berriasiano a Barremiano), de carácter transicional (toleítico a alcalino), típico e coevo do rifting na margem ocidental ibérica, parece revelar um abrandamento do regime distensivo na Bacia Lusitânica devido à deslocação do estiramento para W (Martins, 1991). O segundo, ocorre já no Cretácico Superior, tem características claramente alcalinas e está associado a um ambiente de margem passiva.

V.3.5 Evolução pós-“rift” (pós- Aptiano)

Como já foi referido atrás, a abertura definitiva do Atlântico viria a dar-se a W da Bacia Lusitânica. Com efeito, dados sedimentológicos, estratigráficos e geofísicos permitem deduzir que a abertura do Atlântico foi espasmódica e que progrediu de sul para norte (em “tesoura”) ao longo de três sectores — Tejo, Ibérico e Galiza, limitados pelo Acidente Choffat e pela Falha da Figueira da Foz (Fig.V.17). A transição entre a fase de rotura continental e a fase de margem passiva terá tido lugar durante o Aptiano superior (Rey *et al.*, 2006).

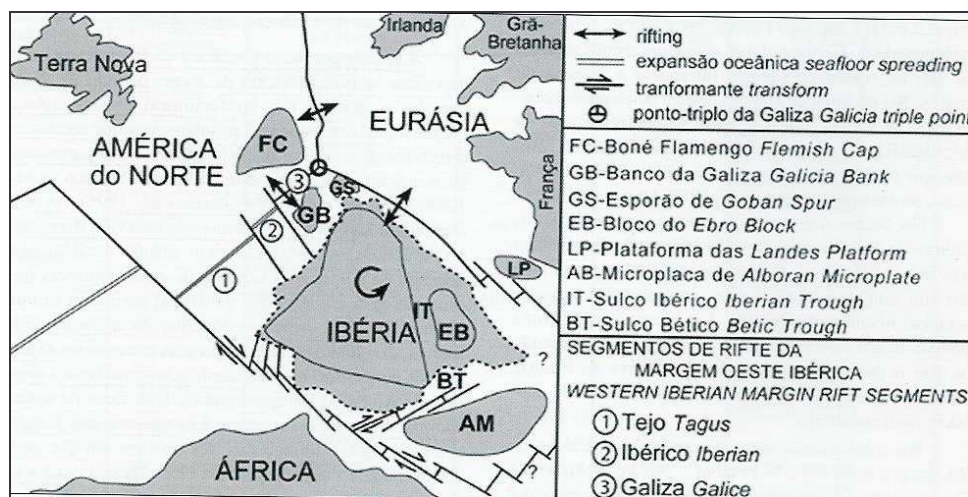


Figura V.17 – Reconstituição da posição da placa Ibérica no Aptiano inicial (Srivastava *et al.*, 2000). Limite dos sectores: Acidente Choffat entre o Ibérico e o do Tejo, Falha da Figueira da Foz entre o Ibérico e o da Galiza (Pinheiro *et al.*, 1996). (Figura extraída de Rey *et al.*, 2006).

A conjugação da abertura do Atlântico, de sul para norte, com a abertura do Golfo da Gasconha ou Biscaia, de oeste para este, a partir do ponto triplo da Galiza

(Fig.V.17) teve como consequência uma rotação sinistrogira (no sentido anti-horário) da placa Ibérica. A norte da Falha da Figueira da Foz, a acreção oceânica terá progredido da seguinte forma: (a) Aptiano superior - Sector da Galiza; (b) Albiano inferior e médio — W do Golfo da Biscaia e (c) Albiano superior — E do Golfo da Biscaia e, mais tarde, a NW do ponto triplo da Galiza. Da rotação da microplaca Ibérica resultou uma mudança do campo de tensões, de distensivo para compressivo — inversão tectónica.

O movimento de rotação da Península provocou a compressão da placa Ibérica contra a placa Africana e contra a placa Euroasiática na faixa onde haveriam de se formar os Pirinéus. O final do Santoniano (83 Ma) é a idade proposta para a passagem de subducção para colisão continente/continente nos Pirinéus (Sibuet et al., 2004; Rey et al., 2006). Uma descontinuidade identificada na zona bética, datada do Santoniano terminal a Campaniano inferior (\approx 83 Ma) é interpretada como resultante da compressão entre a Ibéria e a África (Martín-Chivelet, 1995; Reicherter & Pletsch, 2000; Rey et al., 2006).

Segundo Callapez (2006), é possível distinguir duas etapas fundamentais de enchimento da bacia Lusitânica a partir do Aptiano (Fig. V.18 e V.19). A primeira (Cenomaniano-Turoniano), representada na Estremadura e Beira Litoral, corresponde à instalação gradual de uma plataforma carbonatada favorável à proliferação de biótopos recifais, com rudistas e corais. O máximo transgressivo é atingido no Cenomaniano superior. Na figura V.20, sintetiza-se a evolução paleogeográfica na Bacia Lusitânica no período compreendido entre o Albiano superior e o Cenomaniano superior.

Da rotação da microplaca Ibérica, ocorrida durante o Cretácico resultou, como já foi referido, uma mudança do campo de tensões. Deste modo, nos finais do Cenomaniano superior, a plataforma foi fortemente perturbada por movimentos compressivos que provocam soerguimentos dos sectores localizados a sul do eixo Caldas da Rainha – Nazaré – Leiria – Pombal. No sector meridional da bacia, o limite Cenomaniano-Turoniano é regressivo e corresponde a uma descontinuidade com paleocarsificações (Reis *et al.*, 1997; Callapez, 1993, 1998, 1999a, 1999b). A partir da parte média do Turoniano, reinicia-se a sedimentação carbonatada a norte do paralelo da Nazaré, que passa lateralmente a fácies de planície litoral e aluvial.

A segunda etapa de enchimento (Campaniano superior – Maastrichtiano), restringe-se ao sector setentrional da orla mesozóica, em particular, às regiões do Baixo Mondego e Aveiro. É caracterizada por uma sedimentação essencialmente

lutítica, constituída por sucessões de argilitos avermelhados com restos de pequenos vertebrados e moluscos terrestres, intercalados com níveis arenosos grosseiros, indicando o desenvolvimento de um extenso sistema aluvial meandriforme (Callapez, 1999). Segue-se uma transição gradual para domínios mais externos de natureza lagunar ou litoral.

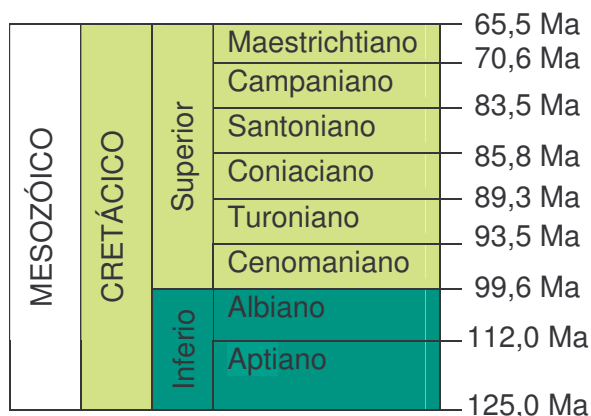


Figura V.18 – Fragmento da escala do tempo geológico correspondente à evolução pós-“rift” da Bacia Lusitânica.

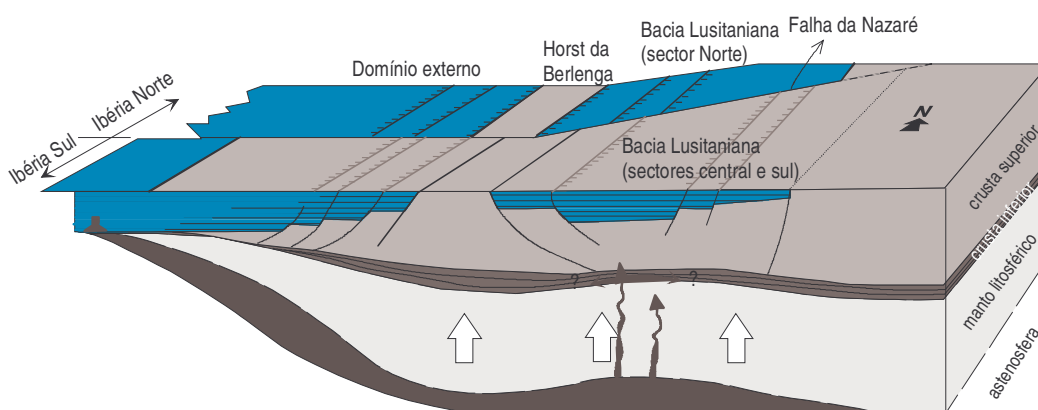


Figura V.19 – Configuração esquemática da Bacia Lusitânica no Aptiano superior (adaptado de Kullberg *et al.*, 2006 por B. Valle Aguado).

A inversão tectónica da bacia no final do Cretácico Superior viria a atingir o clímax durante o Miocénico superior. É acompanhada por um 2º ciclo de actividade magmática alcalina, representada pelos maciços eruptivos de Sintra (Matos Alves, 1964), pelo Complexo Intrusivo de Mafra (Martins, 1991) e pelo Complexo Vulcânico de Lisboa – CLV - (Palácios, 1985), associados à progressão da abertura do Atlântico para norte. Dados paleomagnéticos recentes (Márton *et al.*, 2004; Rey *et al.*, 2006) apontam para uma rotação de cerca de 26º entre o Cenomaniano e a implantação do corpo principal do Maciço de Sintra (82 M.a. – Campaniano inferior; Macintyre & Berger, 1982).

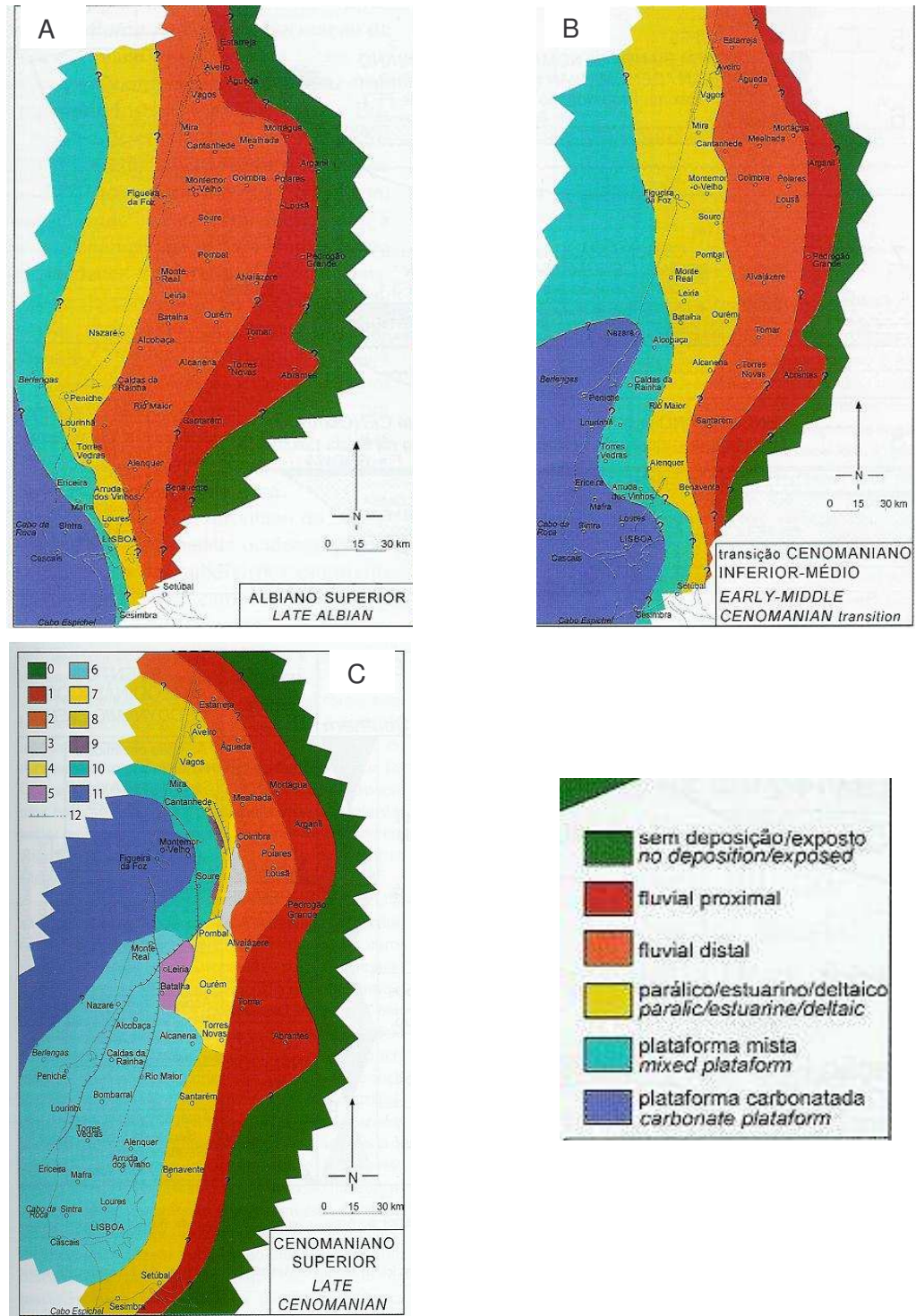


Figura V.20 – Esboço paleogeográfico da margem ocidental portuguesa do Albiano superior ao Cenomaniano superior (extraído de Rey *et al.*, 2006). Legenda da Fig. V.21.C: 0 – sem deposição/exposto; 1 – sistema fluvial proximal areno-conglomerático; 2 – planície litoral ou sistema aluvial distal, siliciclástico areno-lutítico; 3 – planície palustre areno-lutítica; 4 – domínio lagunar de plataforma interna com fácies mistas e com equídeos e ostreídeos; 5 – complexo recifal com corais e rudistas; 6 - plataforma interna com bioermas de rudistas; 7 – domínio lagunar de plataforma interna com fácies mistas e ostreídeos; 8 – plataforma interna com fácies mistas; 9 - domínio de sedimentação margosa em plataforma interna, com equídeos; 10 – plataforma interna; 11 –plataforma externa.

V.4 EVOLUÇÃO DA REGIÃO DURANTE O CENOZÓICO

A região em estudo manteve-se emersa durante todo o Cenozóico. Nos últimos 65 Ma da sua história, esteve exposta a um clima quente e foi afectada por sucessivas mudanças paleogeográficas que ocorreram a norte e a sul, entre as quais se destacam: (a) a instalação da Bacia do Tejo-Sado, (b) o levantamento do Maciço Calcário Estremenho e da Serra da Arrábida e (c) as modificações do curso do rio Tejo.

A bacia do Baixo Tejo e Sado constitui uma depressão alongada na direcção NE-SW. É marginada, a norte e oeste, pelas formações mesozóicas da orla ocidental, a nordeste e este, pelos terrenos do soco varisco e comunica, a sul, com o Atlântico, na península de Setúbal. A sua individualização iniciou-se no Terciário com o afundamento da região por acção de falhas normais (Carvalho, 1977).

No Paleogénico, a Bacia do Baixo Tejo e Sado funcionou em regime endorreico. Os primeiros depósitos de enchimento são siliciclásticos continentais (arenitos grosseiros e conglomerados), a que se associam alguns corpos arcóicos mais finos e calcários lacustres e/ou palustres. Constituem uma banda quase contínua, que rodeia por completo a bacia, sendo conhecidos, na região de Lisboa e na Península de Setúbal, por **Formação de Benfica**.

A “Formação de Benfica” assenta em discordância sobre o “Complexo Vulcânico de Lisboa-Mafra” embora, nalguns locais, contacte directamente com o Cenomaniano. O seu limite superior é marcado, nuns sectores, por descontinuidade e noutros, por uma passagem gradual a sedimentos do Miocénico Inferior (Aquitânico), pelo que a sua idade, ainda que reportada ao Paleogénico, se torna bastante imprecisa.

Durante o Miocénico, o interior da bacia foi invadido, em maior ou menor escala, pelas águas do mar. A partir de então, a sedimentação na região de Lisboa e da Península de Setúbal ocorreu na interface oceano-continente, com oscilações da linha de costa dependentes das variações do nível do mar e dos efeitos da tectónica.

No final do Miocénico (Tortoniano – Messiniano inferior \approx 11 a 7 Ma), teve lugar um episódio compressivo associado à fase Bética da deformação Alpina, que provocou o levantamento das serras do Maciço Calcário Estremenho, a norte, e o levantamento da Serra da Arrábida, a sul. Estes acontecimentos afectaram os sedimentos depositados no sector sul da Bacia Lusitânica e causaram modificações importantes do relevo.

Finalmente, o Quaternário está bem representado pelos níveis de terraços fluviais escalonados do Plistocénico, que podem ser observados ao longo dos vales do Tejo e do Sado (Carvalho, 1977). O território português, situado numa latitude semelhante à actual, esteve sujeito a oscilações eustáticas associadas às mudanças climáticas provocadas pelos avanços e recuos da calote glaciária ártica (Galopim de Carvalho, 2003).

Neste Período, ocorreu uma outra mudança paleogeográfica relevante a sul da área em estudo: o Rio Tejo mudou o seu curso. Pensa-se que, no passado, o rio desaguava na zona da Lagoa de Albufeira (Península de Setúbal), tendo sido, posteriormente, capturado por uma linha de água de direcção E-W. O seu curso passou então a fazer-se ao longo da falha do chamado “Gargalo do Tejo”. Esta captura terá sido favorecida pelo início de uma fase de levantamento continental que ocorreu no Quaternário inferior e foi acompanhada por uma descida do nível de base geral (Cabral, 1995; Pais et al., 2006). O leito actual do rio “encaixou-se” numa superfície de erosão preservada, a cerca de 110 m de altitude, no topo das colinas de Lisboa e de Almada (Pais et al., 2006). Na actualidade, o rio Tejo tem uma direcção NNE-SSW, a montante do Mar da Palha, e uma direcção E-W, a jusante, onde corre em vale muito encaixado (Fig. V.21).



Figura V.21 – Aspecto do estuário do rio Tejo. A jusante no Mar da Palha, o rio corre na direcção E-W, enquanto, a montante, tem uma direcção NNE-SSW (extraído de <http://blogosocialportugues.blogspot.com>).

A mudança da posição do leito do rio Tejo esteve na origem de modificações significativas da sua rede hidrográfica. Na região de Massamá/Queluz, instalaram-se os leitos da Ribeira de Barcarena e do Rio Jamor, afluentes da margem direita do Tejo, que desaguam em Caxias e na Cruz Quebrada, respectivamente.

CAPÍTULO VI: CONCLUSÕES

O trabalho desenvolvido no âmbito desta tese teve como principal objectivo estudar a geologia da região envolvente da Escola Secundária Stuart Carvalhais (Massamá) e preparar um conjunto de actividades que permitam articular esse estudo com os conteúdos programáticos das disciplinas de Biologia e Geologia do 10º e 11º anos, do Ensino Secundário, e de Ciências Naturais do 7º ano do Ensino Básico.

A zona de Queluz/Massamá localiza-se na Península de Lisboa (Estremadura) e integra-se, em termos geológicos, na Bacia Lusitânica, instalada a Oeste do Maciço Hespérico, a partir do Pérmico, como consequência da fragmentação do supercontinente Pangeia e da abertura de dois grandes oceanos: o Atlântico Norte e o paleo-oceano Tétis.

Todas as rochas que afloram em torno da escola têm idade cretácica, sendo as mais antigas (Cenomaniano médio e superior) de natureza sedimentar, depositadas em meio marinho mais ou menos profundo, e, as mais recentes, basaltos e piroclastos do Complexo Vulcânico de Lisboa, associados a um episódio de vulcanismo alcalino sub-aéreo em ambiente intraplaca do final do Cretácico.

Sob as formações aflorantes, jaz uma espessa coluna de sedimentos que se acumularam na Bacia Lusitânica ao longo de todo o Mesozóico. A sua espessura máxima é estimada em de cerca de 5 km, cobrindo um intervalo de idades entre o Triásico superior e o Cretácico (Ribeiro *et al.*, 1979; Wilson *et al.*, 1989, Azerêdo *et al.*, 2002). Numa sondagem realizada em Monsanto, em 1963, pela Companhia Portuguesa de Petróleos, atingiu-se a Formação do Ramalhão (Jurássico) a uma profundidade de 2885,4 m (Pais *et al.*, 2006), o que faz supor que as rochas paleozóicas do soco varisco se localizem a cerca de 4-5 km de profundidade no sector estudado.

Como resultado da instalação do Maciço de Sintra, a aproximadamente 10 km para WNW da zona de Queluz/Massamá, as camadas sedimentares cretácicas da região inclinam hoje 10º a 20º para Sul, constituindo o flanco Norte do sinclinal do Baixo Tejo, cujo eixo se localiza na zona da Lagoa de Albufeira (Península de Setúbal), e tem o seu flanco Sul na Cadeia da Arrábida. A oeste da escola, é possível observar uma pequena dobra nas camadas margosas da Formação de Caneças (Cenomaniano médio).

Depois dos episódios vulcânicos do final do Cretácico que deram origem ao Complexo Vulcânico de Lisboa, a zona de Queluz/Massamá terá permanecido emersa e sujeita à erosão. No Quaternário, acompanhando as modificações da bacia hidrográfica do Tejo, formaram-se os vales do rio Jamor e da ribeira de Barcarena, que atravessam a zona e são afluentes da margem direita do Tejo. Actualmente, a actividade geológica cinge-se à sedimentação de aluviões nos leitos das ribeiras e à erosão provocada pelas águas de escorrência, bem visível no terreno a Norte do Pavilhão G da escola.

A variedade de aspectos geológicos que existem nas imediações da escola — trilho de pegadas de dinossauro, gruta nos calcários, pedra com bons afloramentos da sequência estratigráfica local, camadas sedimentares (calcários e margas), frequentemente fossilíferas, rochas vulcânicas (basaltos e piroclastos), falhas e dobras - tornam o estudo do chão que pisamos um recurso privilegiado para a compreensão dos conteúdos conceptuais de Geologia.

Por outro lado, a existência destes locais de interesse didáctico permite associar o desenvolvimento de competências nos domínios do “saber” e do “saber fazer” e promover os valores enunciados no Projecto Educativo “Stuart XXI”, nomeadamente: (1) Valorização do trabalho e do saber; (2) Defesa e preservação do ambiente; (3) Defesa e preservação do património e (4) Promoção do exercício da cidadania.

Foram estes objectivos que nortearam a planificação das actividades propostas para os anos de escolaridade em que a Geologia é leccionada na Escola Secundária Stuart Carvalhais — 7º ano (Ciências Naturais) e 10º e 11º anos (Biologia e Geologia) — que se incluem em anexo.

Fica em aberto a possibilidade de, ao nível do 7º ano, se realizar o estudo do “chão que pisamos” em regime de interdisciplinaridade, pois afigura-se fácil a articulação do conjunto de actividades proposto com as disciplinas de História, Geografia e Educação Visual. Esta poderá vir a ser a próxima etapa deste projecto, se os Conselhos de Turma assim o entenderem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abranches, M.C. & Canilho, M.H. (1980-81) – Estudos de geocronologia e geologia isotópica pelo método do rubídio estrôncio, dos três maciços mesozóicos portugueses: Sintra, Sines e Monchique. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, XXII, pp. 385-390.
- Alonso, L. (2000) – *A construção de um Referencial de Competências-chave para a Cidadania e a Empregabilidade*. Saber Mais, 5, 20-27.
- Alves, T.M., Gawthorpe, R. L. Hunt, D. W., Monteiro, J. H. (2003) – Post-Jurassic tectono-sedimentary evolution of the Northern Lusitanian Basin (Western Iberian margin). *Basin Research*, 15, 227-249.
- Andrade, A.A.S. (2006) – Introdução às excursões. *Simpósio Ibérico de Ensino de Geologia*, Livro guia de campo, Aveiro 2006, 1-6.
- Aubrun, S. & Orofiama, R., (1990) – *Les Compétences de 3^{ème} Dimension*. C.N.A.M. Paris.
- Azerêdo, A.C. (1993a). Calcareous debris flows as evidence for a distally steepened carbonate ramp in West Central Portugal. *Com. Serv. Geol. Portugal*, 74, 57-67.
- Azerêdo, A.C. (1993b). Jurássico Médio da Maciço Calcário Estremenho (Bacia Lusitaniana): análise de fácies, micropaleontologia, paleogeografia. *Tese de Doutoramento*, Dep. Geologia, Fac. Ciências Univ. Lisboa.
- Azerêdo, A.C., Wright, V.P., Ramalho, M.M. (2002). The Middle-Late Jurassic forced regression and disconformity in central Portugal: eustatic and climatic effects on a carbonate ramp system, *Sedimentology*, 49, 1339-1370.
- Azerêdo, A.C., Duarte, L.V., Henriques, M.H., Manuppella, G., (2003) – Da dinâmica continental no Triásico aos mares do Jurássico Inferior e Médio. *Cadernos de Geologia de Portugal*, IGM. 43 pp.
- Berthou, P. Y., (1965) – Une coupe dans le “Bellasiens” de Cacém. *C.R. som. Soc. Geol. France*. Fasc. 4, p. 129.
- Berthou, P. Y., (1966) – Quelques précisions stratigraphiques sur l’Albien et le Cénomaniens de la région de Lisbonne (Portugal). *C.R. som. Soc. Geol. France*. Fasc. I, 13-15.
- Berthou, P. Y., (1973) – Le Cénomaniens de l’Estremadura portugaise. *Mem. Ser. Geol. Portugal*, 23 (N.S.), 168 pp.
- Berthou, P. Y. & Lauverjat, J. (1979) – Essai de synthèse paléogéographique et paléobiostratigraphique du Bassin Occidental Portugais au cours du Crétacé supérieur. *Ciências da Terra, Univ. Nov. Lisboa*, 5, 121-144.
- Berthou, P. Y., (1984a) – Albien-Turonian stage boundaries and subdivisions in the Western Portuguese Basin, with special emphasis on the Cenomanian-Turonian boundary in the Ammonite Facies and Rudist Facies. *Bulletin of Geological Society of Denmark*, 33, 41-45.
- Berthou, P. Y., (1984b) – Résumé synthétique de la stratigraphie et de la paléogéographie du Crétacé moyen et supérieur du bassin occidental portugais. *Geonovas*, 7, 99-120.
- Bonhomme, M., Mendes, F. & Vialette, Y. (1961) – Âges absolus par la méthode au strontium de granites de Sintra et de Castro Daire au Portugal. *C.R. Acad. Sci. Paris*, Paris, 252: 3305-3306.
- Bunk, G.P., (1994) – Prestação de Competências na Formação Inicial e Contínua na RFA. *Revista Europeia de Formação Profissional*, 1, 8-14.

- Cabral, J., (1995) – Neotectónica em Portugal Continental. *Memórias do Instituto Geológico e Mineiro*, Lisboa, 31, 265 p.p.
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M., (2002) – *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Instituto de Inovação Educacional. Ministério da Educação. Lisboa. 21-58 e 139-193.
- Callapez, P. (1993) – Fácies e macrofauna do Turoniano inferior na região do Baixo Mondego (Beira Litoral, Portugal), *Cadernos de Geografia*, 12, 97-105.
- Callapez, P. (1998) – Estratigrafia e Paleobiologia do Cenomaniano-Turoniano. O significado do eixo da Nazaré-Leiria-Pombal. *Tese de Douturamento (não publicada)*, Universidade de Coimbra, 491 pp.
- Callapez, P. (1999a) – The Cenomanian-Turonian of the western Portuguese Basin: Stratigraphy and Paleobiology of the Central and Northern sectors. *European Paleontological Association, Workshop of Lisbon, field trip 2*, 45 pp.
- Callapez, P. (1999b) – The marine Lower Turonian of West Central Portugal. *European Paleontological Association, Workshop of Lisbon*, 83-87.
- Callapez, P. (2006). A Bacia Lusitaniana: Evolução paleogeográfica pós-rift (Cretácico Superior) *In: Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P. e Kullberg, J.C. (Eds.), Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*, Universidade de Évora, Évora, 359-361.
- Choffat, P. (1885) – Recueil de monographies stratigraphiques sur le système Crétacique du Portugal. 1ère étude: contrées de Cintra, de Bellas et de Lisbonne. *Mem. Sec. Trab. Geol. Portugal*, Lisboa, 68 p.
- Choffat, P. (1914) – Rapports de géologie économique. 4 – Les mines de grenats du Suímo. *Comun. Com. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, V: 186-198.
- Choffat, P. (1951) – Planches et coupes géologiques de la région éruptive au N. du Tage (publication posthume) coordonnées par A. de Castello Branco. *Dir. Ger. Minas e Serv. Geol. De Portugal*.
- Coke, C. & Monteiro, P. B. (1986) – *Cartografia estrutural na região a ESE de Sintra*. Estágio científico (FCL), 323 pp (relatório interno).
- Dercourt, J., Zonenshain, L., Ricou, L. E., Kazmin, V.G., Le Pichon, X., Knipper, A., Grand-Jacquet, C., Sborshchikov, L.M., Boulin, J., Sorokhtim, O., Geysant, J., Lepurier, C., Biju-Duval, B., Sibuet, J.C., Savostin, L.A., Westphal, M., Lauer, J.P. (1985) – Présentation de 9 cartes paléogéographiques au 1/20000000^e s'étendant de l'Atlantique au Pamir pour la période du Lias à l'Actuel. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, 8, I (5), 637-652.
- Dercourt, J., Ricou, L. E., Vrielynck, B., (eds.) (1993) – *Atlas Tethys paleoenvironmental maps*. Gauthier- Villars, Paris, 307 pp., 14 mapas, 1 est.
- E. S. Stuart Carvahais, (2004) – *Projecto Educativo Stuart XXI*. Escola Secundária Stuart Carvahais. Massamá.
- Ferreira, M. R., Portugal, Macedo, C. R., (1977) – Actividade basáltica pérmico-liássica no território português – uma achega para a datação. *Mem. Not., Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 83, 39-52.
- Ferreira, M. P. & Macedo, C. R., (1979) – Actividade magmática durante o Mesozóico: I – Achega para a datação K-Ar das rochas filonianas básicas intrusivas na Zona Centro Ibérica (Portugal). *Mem. Not., Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 87, 29-49.
- Ferreira, M. P. & Macedo, C. R., (1983) – Igneous rocks in the diapiric areas of the western portuguese border: The K-Ar ages and settings of the Upper Jurassic suite. *Mem. Not., Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*, 96, 159-181.
- Fontes, A. & Silva, I. R., (2004) – *Uma nova forma de aprender Ciências. A educação em Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS)*. Guias Práticos. Asa Editores, S.A. Porto.

- Galopim de Carvalho, A. M., (1994) – *Dinossáurios e a Batalha de Carenque*. Editorial Notícias. Lisboa, 291 pp.
- Galopim de Carvalho, A. M., (2002) – *Introdução ao estudo do magmatismo e das rochas magmáticas*. Ciência Viva, Ministério da Ciência e da Tecnologia, Âncora Editora, Lisboa, 292-294.
- Galopim de Carvalho, A. M., (2003) – *Geologia Sedimentar. Volume I - Sedimentogénese*. Ciência Viva, Ministério da Ciência e da Tecnologia, Âncora Editora, Lisboa, 444 pp.
- Galvão, C. (coord.), Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A. M. S., Santos, M. C., Vilela, M. C., Oliveira, M. T., Pereira, M., (2001) – *Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares 3º Ciclo*. Ministério da Educação. Departamento da Educação Básica. Lisboa, 1-20.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, A., Oliveira, T., (2006) – *Avaliação de competências em Ciências. Sugestões para professores dos ensinos Básico e Secundário*. Guias Práticos. Asa Editores, S.A. Porto.
- Girardeau, J., Cornen, G., Beslier, M.O., Le Gall, B., Monnier, C., Agrinier, P., Dubuisson, G., Pinheiro, L., Ribeiro, A., Whitechurch, H. (1998) – Extensional tectonics in the Gorringe Bank rocks, Eastern Atlantic ocean: evidence of an oceanic ultra-slow mantellic accreting centre. *Terra Nova*, 10, 330-336.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Smith, A.G., et al (2004) – *A Geologic Time Scale 2004*. International Commission on Stratigraphy (ICS). Cambridge University Press.
- Hancock, J. M. (2003) – Lower sea levels in the Middle Cenomanian. *Carnets de Géologie / Notebooks in Geology*, Letter 2003/02, http://paleopolis.rediris.es/cg/CG2003_L02_JMH/.
- Inverno, C.M.C., Manuppella, G., Zbyszewski, G., Pais, J., Ribeiro, M.L. (1993) – Notícia Explicativa da Folha 42-C (Santiago do Cacém) da Carta Geológica de Portugal à escala de 1:50000. *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 75 pp.
- Jonet, S. (1977) – Cénomaniens Moyens de Cacém de Cima. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*. Lisboa. Tomo LXI, 195-222.
- Junta de Freguesia de Massamá (ed.) (2000) – Símbolos Heráldicos da Freguesia de Massamá (Município de Sintra). *Boletim da Junta de Freguesia (4)*, Massamá, 13.
- Kullberg, J.C. (2000). Evolução tectónica mesozóica da Bacia Lusitaniana. *Tese de Doutoramento*, Univ. Nova de Lisboa, 361 pp
- Kullberg, J.C., Rocha, R., Soares, A.F., Rey, J., Terrinha, P., Martins, L., Callapez, P. (2006). A Bacia Lusitaniana: Estratigrafia, Pelaogeografia e Tectónica. In: Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P. e Kullberg, J.C. (Eds.), *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*, Universidade de Évora, Évora, 317-368.
- Lauverjat, J. (1982) – Le Crétacé Supérieur dans le Nord du Bassin Occidental Portugais. *Thèse 3^{ème} Cycle, (não publicada)*, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 717 pp.
- Machado, J.P. (1991) – *Vocabulário Português de Origem Árabe*. Editorial Notícias. Lisboa, p.105.
- Macintyre, R.M. & Berger, G. W. (1982) – A note on the geochronology of the Iberian Alkaline Province. *Lithos*, 15, 133-136.
- Madeira, J. & Dias, R. (1987) – Pegadas de dinossaúrios no Cretácico superior. *Boletim Informativo da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa* (Departamento de Geologia), p. 53.
- Marques, L., Praia, J., Trindade, V., (2001) – Situação da Educação em Geociências em Portugal: Um confronto com a investigação didáctica. *Geociências nos Currículos dos Ensinos Básico e Secundário*. Centro de Investigação Didáctica e Tecnológica na

- Formação de Formadores e Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa. Universidade de Aveiro. Aveiro, 15-38.
- Martín-Chilvet J., (1995) – Sequence stratigraphy of mixed carbonate-siliciclastic platforms developed in a tectonically active setting, Upper Cretaceous, Betic Continental margin (Spain). *J. Sedim. Research*, B25 (2), 235-254.
- Márton, E., Abranches, M. C., Pais, J. (2004) – Iberia in the Cretaceous: new paleomagnetic results from Portugal. *J. Geodynamics*, 38, 209- 221.
- Martins, L.T. (1991) – Actividade ígnea mesozóica em Portugal (contribuição petrológica e geoquímica). *Tese de Doutoramento*, Fac. Ciências Univ. Lisboa, 418 pp.
- Matos Alves, C.A. (1964) – Estudo petrológico do Maciço Eruptivo de Sintra. *Rev. Fac. Ciências Lisboa*, série 2 — C — t. XII, 123-289.
- Matos Alves, C.A., Rodrigues, B., Serralheiro, A., Faria, A.P. (1980) – O Complexo basáltico de Lisboa. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, t. 66, 111-134.
- Ministério da Educação (1999) – *Ensino básico - competências gerais e transversais*. Ministério da Educação. Departamento da Educação Básica. Lisboa.
- Ministério da Educação (Ed.). (2001) – *Currículo nacional do ensino básico. Competências essenciais*. Ministério da Educação. Departamento da Educação Básica. Lisboa.
- Mouterde, R., Rocha, R.B., Ruget, C. (1971) – Le Lias moyen et supérieur de la région de Tomar. *Com. Serv. Geol. Portugal*, LV, 55-86.
- Mouterde, R., Rocha, R.B., Ruget, C., Tintant, H. (1979) – Faciés, biostratigraphie et paléogeographie du Jurassique portugais. *Ciências da Terra (UNL)*, 5, 29-52.
- Orion, N., (2001) – A Educação em Ciências da Terra: da teoria à prática-implementação de novas estratégias de ensino em diferentes ambientes de aprendizagem. *Geociências nos Currículos dos Ensinos Básico e Secundário*. Centro de Investigação Didáctica e Tecnológica na Formação de Formadores e Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa. Universidade de Aveiro. Aveiro, 93-114.
- Oyarzun, R., Doblas, M., López-Ruiz, J., Cebriá, J. M. (1997) – Opening of the Central Atlantic and asymmetric mantle up-welling phenomena: Implication for long-lived magmatism in western North Africa and Europe. *Geology*, 25 (8), 727-730.
- 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) – Notícia explicativa da Folha 34 – D, Lisboa. *Carta Geológica de Portugal*, Departamento de Geologia, INETI, Lisboa.
- Palácios, T. (1985) – Petrologia do Complexo Vulcânico de Lisboa. *Tese de Doutoramento*, Fac. Ciências Univ. Lisboa, 260 pp.
- Palain, C., (1976) – Une série détritique terrigène, les „Grés de Silves“: Trias et Lias inférieur du Portugal. *Mem. Serv. Geol. Portugal*, N.S., Lisboa, 25, 377 p.
- Palain, C., (1979) – Connaissances stratigraphiques sur la base du Mésozoïque portugais. *Ciências da Terra*, Univ. Nova Lisboa, 5, 11-28.
- Perrenoud, P., (2000) – *Novas competências para ensinar*. Artmed. S. Paulo.
- Pimentel, N. L., (1998) – Considerações sedimentológicas sobre o Triásico de Santiago do Cacém. Actas do V Congresso Nacional de Geologia, Lisboa, *Comun. Inst. Geol. Mineiro*, Lisboa, 84 (1), A38- A40.
- Pinheiro, L.M., Wilson, R.C.L., Pena dos Reis, R., Whitmarsh, R. B., Ribeiro, A. (1996) – The Western Iberia margin: a geophysical and geological overview. *Proc. ODP Sci. Results*, 149, 3-23.

- Ramalho, M.M. (1971) – Contribution à l'étude micropaléontologique et stratigraphique du Jurassique Supérieur et du Crétacé Inférieur des environs de Lisbonne (Portugal). *Mem. Serv. Geol. Portugal*, 19 (N.S.), 212 p.
- Ramalho, M.M., Pais, J., Rey, J., Berthou, P.Y., Alves, C.A.M., Palácios, T., Leal, N., Kullberg, M.C. (1993) – Notícia explicativa da Folha 34 – A, Sintra. *Carta Geológica de Portugal*, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Ramalho, M., Rey, J., Zbyszewski, G., Matos Alves, C.A., Palácios, T., Moitinho de Almeida, F., Costa, C., Kullberg, M. (2001) – Notícia explicativa da Folha 34 – C, Cascais. *Carta Geológica de Portugal*, Departamento de Geologia, IGM, Lisboa.
- Reis, R. P., Corrochano, A., Armenteros, I. (1997) – El paleokarst de Nazaré (Cretácico Superior de la Cuenca Lusitana, Portugal), *Geogaceta*, 22, 149-152.
- Rey, J. (1972) – Recherches géologiques sur le Crétacé inférieur de l'Estremadura (Portugal). *Mem. Serv. Geol. Portugal*, 21 (N.S.), 477 p.
- Rey, J. (1979) – Le Crétacé inférieur de la marge atlantique portugaise: Biostratigraphie, organization séquentielle, évolution paléogéographique. *Ciências da Terra, Univ. Nov. Lisboa*, 5, pp. 97-121.
- Rey, J. (1992) – Les unités lithostratigraphiques du Crétacé inférieur de la région de Lisbonne. *Com. Serv. Geol. Portugal*, 78, pp.103-124.
- Rey, J., Bilotte, M., Peybernes, B. (1977) – Analyse biostratigraphique et paléontologique de l'Albien d'Estremadura (Portugal). *Geobios*, 10(3). 369-393
- Rey, J., Dinis, J., Callapez, P., Cunha, P. (2006) – Da rotura continental à margem passiva. Composição e evolução do Cretácico de Portugal. *Cadernos de Geologia de Portugal*, INETI. 75 pp.
- Ribeiro, A., Antunes, M.T., Ferreira, M.P., Rocha, R.B., Soares, A.F., Zbyszewski, G., Moitinho de Almeida, J.H., Carvalho, D., Monteiro, J.H. (1979) - *Introduction a la Géologie Générale du Portugal*. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 114 pp
- Ribeiro, A.(coord.), Silva, J.B., Cabral, J., Dias, R., Fonseca, P., Kullberg, M.C., Terrinha, P. & Kullberg, J.C. (1996) – Tectonics of the Lusitanian Basin. *C.E. C. Project MILUPOBAS, Contract n° J0U2-CT94-0348 (unpublished report)*, Lisboa, 126 pp
- Roldão, M.C., (2003) – *Gestão do currículo e avaliação de competências. As questões dos professores*. Editorial Presença. Lisboa.
- Santos, V. H., Moratalla, J. J., Dantas, P. M., Cachão, M.A., Silva, C. M., Coke, C. (1992) – *Pistas de dinossaúrios do Cretácico superior da região de Lisboa (Portugal). Problemas de interpretação de uma pista de pegadas subcirculares*, III Congresso Geológico de Espanha e VIII Congresso Latino-Americano de Geologia, Salamanca, actas 1, pp. 565-569.
- Schärer, U., Girardeau, J., Cornen, G., Boillot, G. (2000) – 138-121 Ma asthenospheric magmatism prior to continental break-up in the North Atlantic and geodynamic implications. *Earth Plan. Sci. Lett.*, 181, 555-572.
- Serralheiro, A. (1978) – Contribuição para a actualização do conhecimento do complexo vulcânico de Lisboa. *Trabalho Adicional Tese Fac. Ciênc. Univ. Lisboa*, Lisboa, 39 p.
- Sibuet, J. C., Srivastava, S.P., Spakman, W. (2004) – Pyrenean orogeny and plate kinematics. *J. Geophys. Res.*, 109, B08104, doi:10.1029/2003JB002514.
- Silva, C.P., Amador, F.(coord.), Baptista, J.F.P., Valente, R.A., (2001) – *Programa de Biologia e Geologia 10º/11º anos – Componente de Geologia*. Ministério da Educação. Departamento do Ensino Secundário. Lisboa.
- Skelton, P. W. (2003) – Fluctuating sea-level. In: P. W. Skelton (ed), *The Cretaceous World*. Cambridge Univ. Press, Cambridge , 67-83.

- Soares, A.F., Marques, J. F., Rocha, R. B. (1985) – Contribuição para o conhecimento geológico de Coimbra. *Memórias e Notícias, Publ. Mus. Lab. Geol. Univ. Coimbra*, Coimbra, 100, 47-71 pp.
- Soares, A.F., Rocha, R. B., Elmi, S., Henriques, M. H., Mouterde, R., Almeras, Y., Ruget, C., Marques, J. F., Duarte, L., Carapito, C., Kullberg, J. C. (1993) – Le sous-bassin nord-lusitanien (Portugal) du Trias au Jurassique moyen: histoire d'un "rift avorté" . *C. R. Acad. Sci. Paris*, Paris, 317, série II, pp. 1659-1666.
- Storetvedt, K.M., Mogstad, H., Abranches, M.C., Mitchell, J.G., Serralheiro, A. (1987) – Paleomagnetism and isotopic age data from Upper Cretaceous igneous rocks of W Portugal: geological correlation and plate tectonic aspects. *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 88: 241-263.
- Suguió, K. (1980). *Rochas Sedimentares: Propriedades, Génese, Importância Económica*. Edgar Blucher Ltd, São Paulo, Brasil, 500 pp.
- Teixeira, C.(1962) – La structure annulaire subvolcanique des massifs eruptifs de Sintra, Sines et Monchique. *Junta Inv. Ultramar, Livro de homenagem ao Prof. J. Carrington da Costa*, Lisboa: 461-493.
- Tucker, M.E. (1996) – *Sedimentary Rocks in the Field*. John Wiley & Sons, Ltd, 153 pp.
- Vera, J.A., Ancochea, E., Barnolas, A., Bea, F., Calvo, J.P., Civis, J., De Vicente, G., Fernández-Gianotti, J., Garcia-Cortéz, A., Pérez-Estaún, A., Pujalte, V., Rodríguez-Fernández, L.R., Sopena, A., Tejero, R. (2004) - Introducción. *In: Vera, J.A. (Eds.). Geología de España*. SGE-IGME, Madrid, 3-17.
- Wilson, R.C.L, Hiscott, R.N., Willis, M.G., Gradstein, F.M. (1989) – The Lusitanian Basin of West-Central Portugal: Mesozoic and Tertiary tectonic, stratigraphic and subsidence history. *In: A. Tankard & H. Balkwill (Eds), Extensional tectonics and stratigraphy of the North Atlantic Margin. Mem. AAPG*, 46, 341-361.

CARTAS CONSULTADAS

- Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos (1980) – Carta Geológica de Portugal, escala 1:50000, Folha 34-C, Cascais. Serviços Geológicos, Lisboa.
- Direcção Geral de Geologia e Minas (1991) – Carta Geológica de Portugal, escala 1:50000, Folha 34-A, Sintra. Serviços geológicos de Portugal, Lisboa.
- Instituto Geológico e Mineiro (2001) – Carta Geológica de Portugal, escala 1:50000, Folha 34-C, Cascais. Departamento de Geologia, Lisboa.
- Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, I.P. (2005) – Carta Geológica de Portugal, escala 1:50000, Folha 34-D, Lisboa. , 2ª Edição. Instituto Geográfico do Exército, Lisboa.
- Serviços Cartográficos do Exército (1992) – Carta Militar de Portugal, escala 1:25000, Folha 430, Oeiras. Série M 888, 5ª Edição.
- Serviços Cartográficos do Exército (1992) – Carta Militar de Portugal, escala 1:25000, Folha 416, Sintra. Série M 888, 3ª Edição.

ENDEREÇOS ELECTRÓNICOS

biologiact4.blogs.sapo.pt/6271.html

blogosocialportugues.blogspot.com

colaride.no.sapo.pt

dn.sapo.pt/2008/01/08

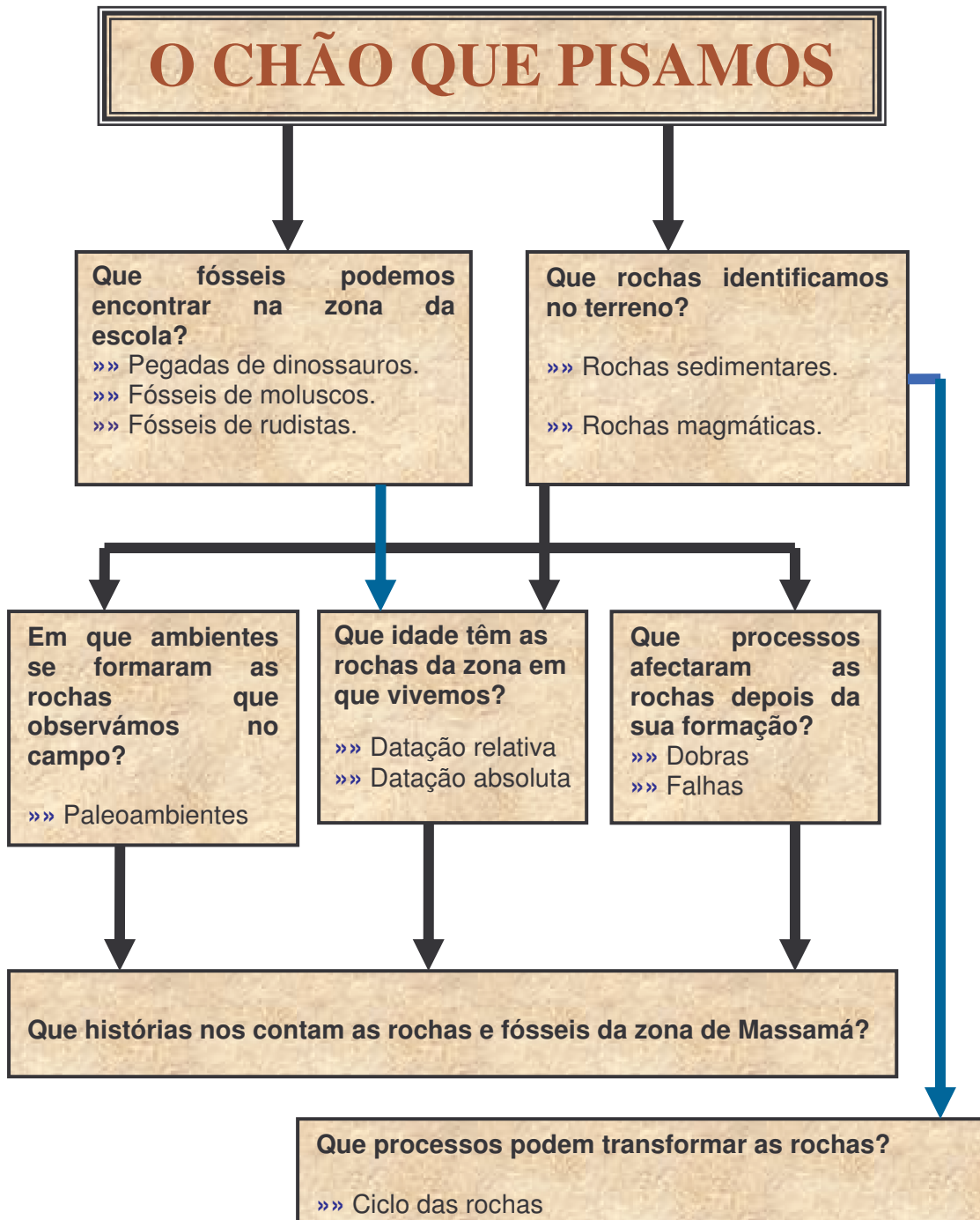
earth.google.com/gallery/
e-geo.ineti.pt/bds/geobases/paleontologia/amostras_fosseis.aspx
geollab.jmu.edu/Fichter/Wilson/wilsoncircl.html
massamacidadeaberta.blogspot.com
milhasnauticas.blogspot.com
ribeiradasjardas.blogspot.com/2008
vps2.elementodigital.com
www.eb1-belas-n5-serra-silveira.rcts.pt
www.geocaching.com
www.geology.com/pangea.htm
www.lifecooler.com
www.malhatlantica.pt
www.mnhn.ul.pt/dinos/public_html/Jazidas/Carenque/index.html
www.monte-abraao-queluz.blogspot.com/
www.stratigraphy.org
www.stuartcarvalhais.com

ANEXOS

ANEXO 1 – ACTIVIDADES PARA O 7º ANO

CARTA DE EXPLORAÇÃO

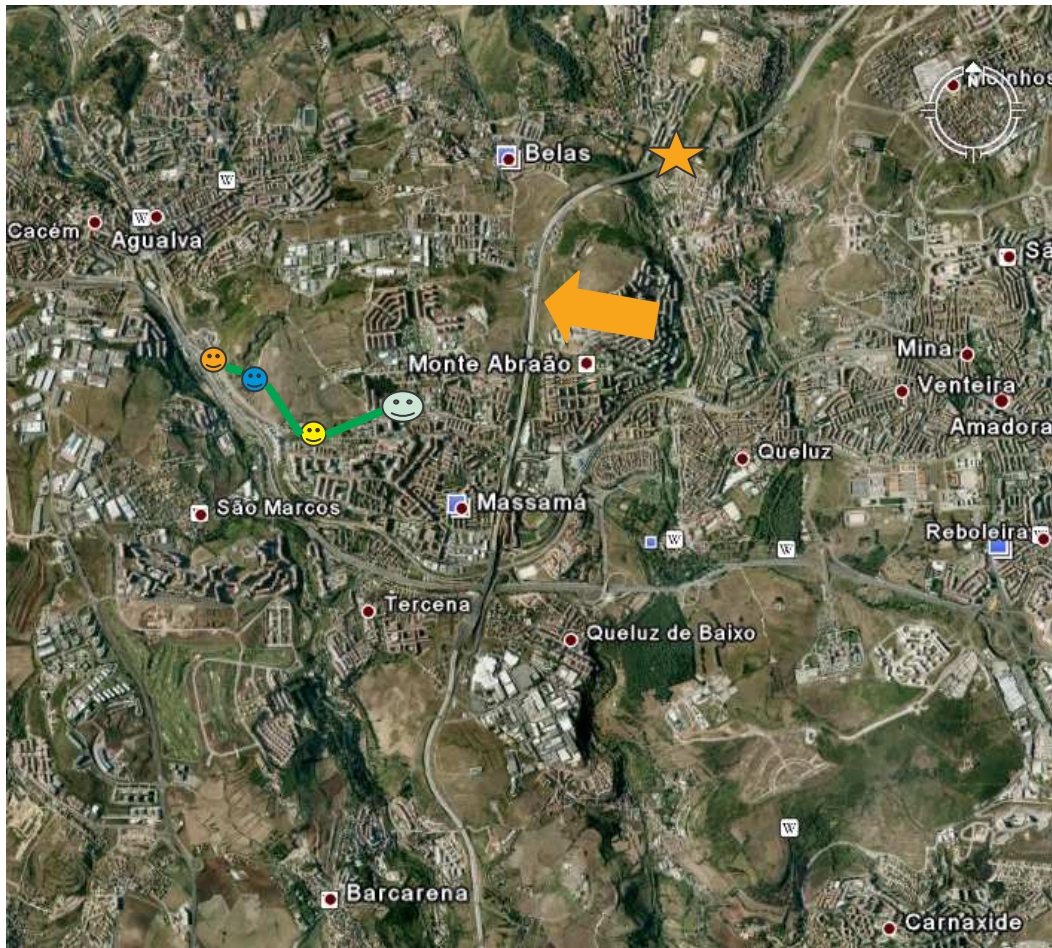
A TERRA EM TRANSFORMAÇÃO










A TERRA EM TRANSFORMAÇÃO

| CONTEÚDOS CONCEPTUAIS ABORDADOS | FICHAS | AMBIENTE DE TRABALHO |
|--|---|----------------------------|
| <p>1. A Terra conta a sua história:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Os fósseis e a sua importância para a reconstituição da história da Terra. ▪ Grandes etapas da história da Terra. <p>2. Dinâmica interna da Terra</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deriva dos continentes e tectónica de placas. ▪ Ocorrência de falhas e dobras. <p>3. Consequências da dinâmica interna da Terra</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Actividade vulcânica. <p>4. Dinâmica externa da Terra</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rochas magmáticas e sedimentares. ▪ Ciclo das rochas. | Que fósseis podemos encontrar na zona da escola? | Aula/Computador |
| | Preparação da aula de campo. | Aula |
| | Guião para o trabalho de campo: Quais são as rochas da zona da escola? | Campo |
| | O que sabemos sobre as rochas da região em que vivemos? | Laboratório/ Computador |
| | Em que ambientes se formaram as rochas que observámos no campo? | Aula |
| | Que processos afectaram as rochas depois da sua formação? | |
| | Que história nos contam as rochas e fósseis da região? | |
| | Porque razão é que estas rochas se formaram na nossa região? | Aula/Computador |
| | Elaboração de posters para a exposição “O chão que pisamos” | |
| | Que processos podem transformar as rochas? | Laboratório |

Localização dos afloramentos abordados ou observados nas actividades desenvolvidas com os alunos do 7º ano



LEGENDA:

-  Percurso efectuado durante a aula de campo nas imediações da escola.
-  Localização das pegadas de dinossauros da jazida de Carenque.
-  Escola Secundária Stuart Carvalhais (observação de basaltos).
-  Traseiras da Rua do Serrado (observação de basaltos e piroclastos).
-  Pedreira de Colaride (observação de calcários e basaltos).
-  Recta do Papel (observação de um corte com uma dobra).
-  Circular Regional Externa de Lisboa (CREL)

| | | |
|---|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS CIÊNCIAS NATURAIS – 7º Ano | |  |
| Que fósseis podemos encontrar na zona da escola? | Prof. Fátima Guerra | |

Os documentos seguintes referem-se à chamada “Batalha de Carenque”. Lê-os atentamente e responde às questões finais.

TEXTO I

Pegadas em risco de extinção

VANDA FARIA DOS SANTOS *

Em Carenque - Pego Longo, quando Carlos Coke e Paulo Monteiro efectuavam investigações geológicas numa pedreira, perceberam que havia um longo trilho de um dinossáurio. Analisaram o achado, que, mais tarde, foi alvo de atenção aprofundada, num estudo sobre pegadas de dinossáurios. Decorria 1992 quando se soube que a jazida** estava em risco de se perder com a construção da CREL. O Museu Nacional de História Natural deu início à que ficou conhecida por Batalha de Carenque, uma campanha nacional e internacional, no sentido de salvaguardar uma jazida ímpar com valor reconhecido a nível mundial. Entre pareceres favoráveis de cientistas, apoio da opinião pública, acção favorável dos media e reuniões para avaliação da ocorrência, a jazida de Carenque foi a primeira em Portugal a ser alvo de inúmeras acções que culminaram com a louvável intervenção do Governo de então, ao ordenar a construção dos túneis da CREL para evitar a sua destruição. Em 1995, a via rápida foi inaugurada com a jazida a salvo. A classificação como Monumento Natural só surgiu em 1997, mas nada mais foi feito. O projecto de musealização da jazida foi aprovado pelo Instituto da Conservação da Natureza e Câmara Municipal de Sintra, mas as pegadas que sobreviveram a 90 milhões de anos estão a degradar-se e continuam escondidas.

* Paleontóloga

** Rocha que contém fósseis ou minério.

Diário de Notícias
13/05/2004

TEXTO II

Sobre as rochas que contêm as pegadas dos dinossáurios, escreveram os alunos finalistas da licenciatura de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa que as descobriram o seguinte: *“foram observados abundantes restos vegetais e numerosas impressões deixadas por animais de grande porte (...), contêm fósseis de gastrópodes* e lamelibrânquios**.”*

Adaptado do relatório de Carlos Coke e Paulo Monteiro – 1986

* Moluscos com concha formada por uma única valva, ex: búzio.

** (= a bivalves). Moluscos com concha formada por duas valvas, ex: mexilhão.

TEXTO III

Jazida de Carenque em risco de destruição. Entulho estraga pegadas de dinossáurios.

PAULA CARVALHO

Frigoríficos, colchões, sofás, lavatórios e um monte de ferro-velho teimam em “cobrir”, de novo, as pegadas milenárias de dinossáurios, descobertas numa pedreira de Carenque, Sintra.

A Capital – 9 de Março de 1993

TEXTO IV

“Chamo Batalha de Carenque aos dossiers – dois enormes calhamaços – de papeladas oficiais que reuni sobre o caso do trilho ali encontrado, em 1986. Uma “batalha” que opõe a pista dos dinossauros a uma lixeira e a uma futura via rápida e tem uma longa história”

Professor Galopim de Carvalho – Diário de Notícias
8/10/1992

TEXTO V

Dá-se o nome de **Fóssil** a todo e qualquer vestígio do corpo ou da actividade de um organismo do passado conservado nas rochas. Há dois tipos básicos de fósseis: somatofósseis e icnofósseis.

Os **Somatofósseis** são restos ou marcas do corpo de organismos do passado. Por exemplo dentes, carapaças, folhas, conchas, troncos e ossos.

Os **Icnofósseis** são vestígios da actividade de organismos do passado. Por exemplo moldes de pegadas, pistas de deslocação, marcas de dentadas, excrementos, ovos, túneis e galerias de habitação.

Adaptado de
<http://correio.fc.ul.pt/~cmsilva/Paleotem/Icnofoss.htm>

Adaptado de <http://pt.wikipedia.org>

Figura 2:
Somatofóssil



Figura 1: Icnofóssil

**TEXTO VI**

Historicamente a denominação do grupo **Dinosauria** foi usado pelo paleontólogo e anatomista inglês Richard Owen numa palestra conferida em 2 de Agosto de 1841 em Plymouth, Inglaterra, sobre fósseis de répteis. Aquele termo foi usado para agrupar os então recém-descobertos Iguanodonte, Megalossauro e Hylaeossauro. Apesar dos fósseis encontrados não estarem completos, Owen percebeu que eram bastante distintos dos répteis (vivos e fósseis) até então conhecidos.

QUESTÕES:


1. Os documentos de I a IV referem-se à chamada “Batalha de Carenque” feita para defender a mais longa pista ou trilho de pegadas de dinossauros da Europa. Após a leitura dos textos ordena-os sequencialmente, do mais antigo para o mais recente.
2. Consultando os textos responde:
 - 2.1. Onde se localizam as pegadas?
 - 2.2. Quais as características das rochas em que foram encontradas as pegadas?
 - 2.3. Refere as ameaças que em 1992/93 punham em causa a preservação do trilho?
 - 2.4. Após a análise dos textos II e V refere os fósseis descobertos em Carenque.
 - 2.5. Os fósseis encontrados em Carenque encontram-se numa rocha formada há 90 M.a. Tendo em atenção o tipo de fósseis encontrado, que paisagem existiria nesta zona (Carenque + Belas + Massamá) naquela época?
3. Em 1995 a CREL (Circular Regional Externa de Lisboa) foi inaugurada. Refere a solução técnica que foi encontrada para a preservação das pegadas.
4. Indica o ano em que a jazida de Carenque foi classificada como Monumento Natural.
5. Refere a situação em que se encontrava aquele Monumento Natural em 2004.
6. Utilizando o mapa 1:25000, calcula a distância a que a escola se encontra daquele Monumento Natural. Utiliza uma régua para medir a distância e depois efectua o cálculo.

TPC - Para aprofundar os teus conhecimentos sobre dinossauros consulta:

http://www.mnhn.ul.pt/dinos/public_html/Jazidas/index.html

http://pt.wikipedia.org/wiki/Extin%C3%A7%C3%A3o_K-T

Textos II a IV, retirados de Galopim de Carvalho, A. (1994), *Dinossaúrios e a Batalha de Carenque*, Editorial Notícias, Lisboa.

| | | |
|---|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS CIÊNCIAS NATURAIS – 7º Ano | |  |
| Preparação da aula de campo | Prof. Fátima Guerra | |

Os geólogos estudam a estrutura e os processos que formaram a Terra e a sua evolução ao longo do tempo. Trabalham em laboratórios de investigação, empresas privadas e instituições académicas. Governos e empresas contratam geólogos para desenvolverem trabalhos nas áreas do ordenamento, prospecção de recursos naturais, construção de obras de grande envergadura (como barragens, pontes...), projectos de recuperação ambiental, preparação para situações que envolvam desastres naturais (como sismos, erupções vulcânicas, deslizamento de terrenos)...

São várias as áreas de especialização dentro da **Geologia — Paleontologia, Mineralogia, Vulcanologia, Geoquímica, Hidrogeologia, Petrologia, Estratigrafia, Geofísica, Geomorfologia, Geologia Estrutural e Cartografia.** Em todas estas áreas da Geologia o trabalho de campo é indispensável.

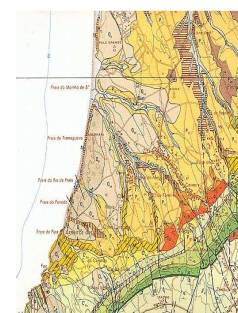
A jazida de Carenque foi descoberta em 1985, quando dois alunos de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, Carlos Coke e Paulo Monteiro, realizavam **trabalho de campo** numa pedreira abandonada, perto de Carenque. Descobertas tão especiais são raras, mas mesmo sem a expectativa de encontrar alguma coisa tão especial, também nós vamos realizar trabalho de campo na zona que envolve a escola. Para isso vamos ter de usar algum material e saber como ele se utiliza.



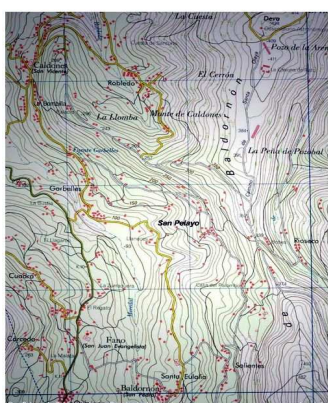
Bússola de geólogo



Martelo de geólogo



Carta Geológica



Carta topográfica



Lupa




Ácido clorídrico

| INSTRUMENTOS DE TRABALHO DE CAMPO | |
|--|--|
| ✓ cartas topográficas | Nas cartas topográficas vemos estradas, caminhos, construções, rios, pedreiras, vestígios arqueológicos e temos uma noção do relevo da zona, através das curvas de nível. |
| ✓ cartas geológicas | Nas cartas geológicas , além das informações incluídas nas cartas topográficas encontramos informações relativas à idade e ao tipo de rochas. |
| ✓ bússola | A bússola permite a orientação no campo e além disso permite conhecer a posição das camadas de rochas e das falhas. |
| ✓ lupa | A lupa permite uma observação mais detalhada das rochas. |
| ✓ martelo | O martelo permite a colheita de amostras. |
| ✓ caderno de campo | O caderno de campo é o local onde se registam todas as observações e esquemas que se realizam durante o trabalho de campo. |
| ✓ lápiz e borracha | O lápiz e a borracha são indispensáveis para fazer o registo dos dados recolhidos, bem como para a realização de esboços relativos às observações efectuadas. |
| ✓ lápiz de cor | O lápiz de cor permite assinalar no mapa, com cores diferentes, os terrenos por onde vamos passando. |

Para o nosso trabalho de campo vamos ter de formar grupos de quatro elementos. Em cada grupo haverá um elemento para executar uma das seguintes tarefas:

- Registar no mapa topográfico o percurso efectuado e pintar a castanho os locais em que observamos basalto e com cor verde os locais em que observamos calcário.
- Tomar notas em cada local sobre aquilo que se observou.
- Tirar fotografias aos afloramentos.
- Fazer esquemas do que foi observado com a respectiva legenda.

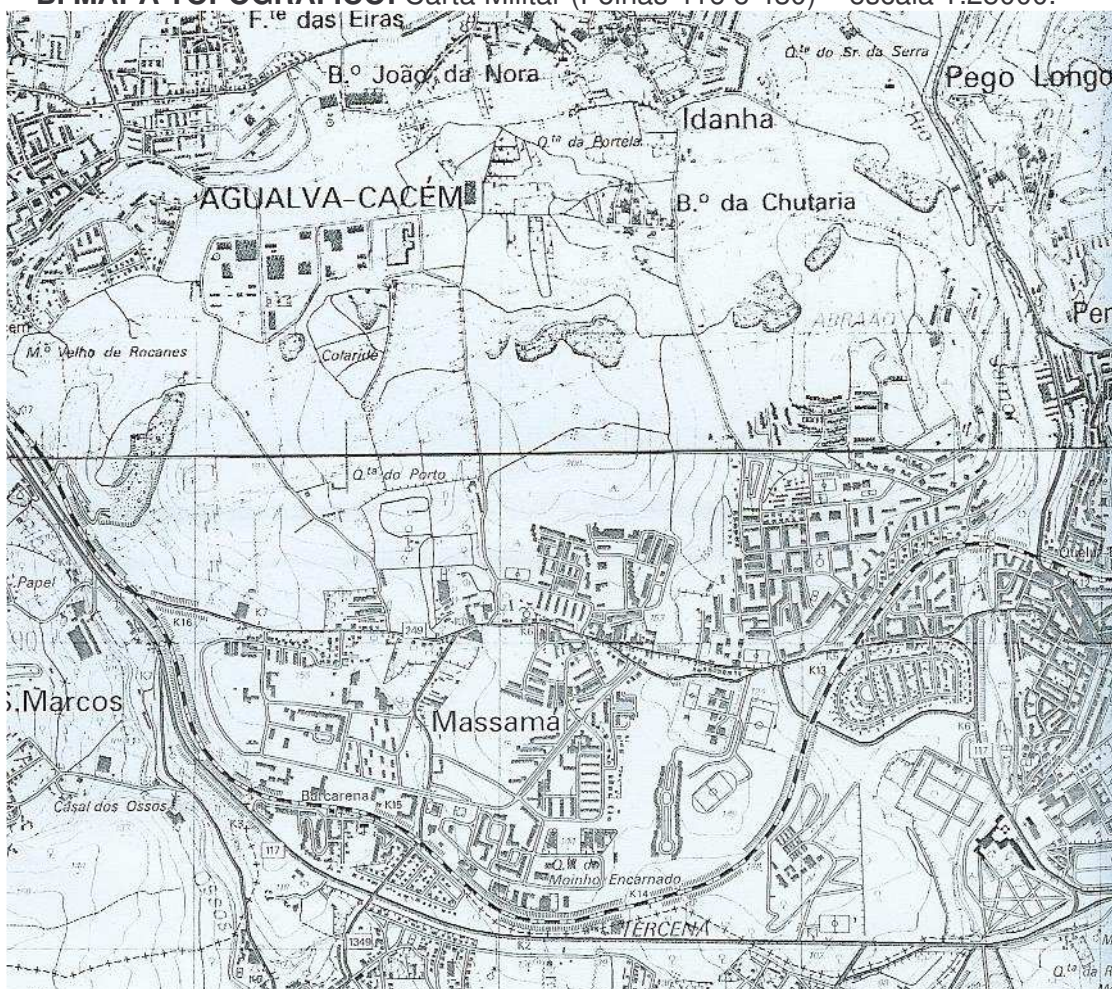
Depois da aula de campo, cada grupo deve realizar um poster com as fotografias e esquemas recolhidos. Os registos efectuados durante o percurso, devem ser utilizados para executar as legendas das figuras do poster.

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS CIÊNCIAS NATURAIS – 7º Ano | |  |
| Guião para o trabalho de campo Quais são as rochas da zona da escola? | Prof. Fátima Guerra | |

A. GRUPOS DE TRABALHO: vamos ter de formar grupos de quatro. Em cada grupo haverá um elemento para executar uma das seguintes tarefas:

- Registar no mapa topográfico o percurso efectuado e pintar a castanho os locais em que observamos basalto (rocha vulcânica) e com cor verde os locais em que observamos calcário (rocha sedimentar de cor clara).
- Tomar notas em cada local sobre aquilo que se observou (respostas às questões do guião).
- Tirar fotografias aos afloramentos e ao trabalho desenvolvido pelos grupos.
- Fazer esquemas do que foi observado com as respectivas legendas.

B. MAPA TOPOGRÁFICO: Carta Militar (Folhas 416 e 430) – escala 1:25000.



C. ORIENTAÇÕES PARA O TRABALHO DE CAMPO: em cada local de observação o grupo irá receber as instruções para o trabalho a desenvolver. No final veremos qual é o grupo que merece o prémio para a melhor equipa de trabalho — **“Os Pedrinhas”**.

1ª Estação — Escola Secundária Stuart Carvalhais

1. Assinala no mapa o local em que nos encontramos.
2. Colhe uma amostra da rocha e guarda-a num saco registando o local e data de colheita (com uma etiqueta ou um marcador).
3. Com a colher recolhe uma amostra de solo e guarda-a num saco registando o local e data de colheita (etiqueta/ marcador).
4. Fotografa o talude.
5. A rocha que estamos a observar é uma rocha vulcânica que se chama basalto. Utilizando o lápiz de cor castanho pinta, na carta topográfica incluída no guião, o local em que nos encontramos.

2ª Estação — Traseiras da rua do Serrado da Bica

1. Assinala no mapa o local em que nos encontramos.
2. Esquematiza o talude e as respectivas formações, legendando o esquema.
3. Aplicando o Princípio da sobreposição identifica a rocha mais antiga.
4. Compara os diferentes materiais observados no talude relativamente à cor e à coerência ou coesão.
5. Estamos a observar rochas vulcânicas, por cima basaltos semelhantes ao que observamos na escola e por baixo cinzas vulcânicas. Utilizando o lápiz de cor castanho pinta, na carta topográfica incluída no guião, o local em que nos encontramos.
6. Fotografa o talude.

3ª Estação — Pedreira de Colaride

1. Assinala no mapa o local em que nos encontramos.
2. Identifica a direcção Norte.
3. Utilizando o Norte como referência, esquematiza as rochas que observas nos taludes Este e Oeste da pedreira, legendando os esquemas.
4. Aplicando o Princípio da sobreposição identifica a rocha mais antiga do talude Este.
5. Compara as rochas observadas no talude Este relativamente à cor.
6. Compara as rochas observadas no talude Este da pedreira com:
 - as rochas do talude Oeste da pedreira.
 - com as rochas observadas na estação anterior.

»»»»»»»» O que podes concluir?

7. Colhe uma amostra da rocha do talude Oeste e do respectivo solo. Guarda-as em sacos registando o local e data de colheita.

8. Fotografa ambos os taludes.

9. Nesta pedreira foram explorados calcários (rocha de cor clara). Utilizando o lápiz de cor verde escuro pinta, na carta topográfica incluída no guião, o local em que nos encontramos.

10. Calcula a distância, em linha recta, a que nos encontramos da escola. Deves ter em conta a escala do mapa que consta do guião, o local em que nos encontramos e a localização da escola.

4ª Estação — Recta do Papel

1. Assinala no mapa o local em que nos encontramos.

2. Compara as rochas que aqui observas com as da estação anterior.

3. Estas rochas são sedimentares e depositaram-se em camadas horizontais. Observa o talude e procura encontrar sinais de deformação das rochas (deformação = modificação da forma inicial). Regista as tuas observações através de notas e fotografia(s).

4. Colhe uma amostra da rocha do talude. Guarda-a num saco de plástico registando o local e data de colheita.

5. Utilizando o lápiz de cor verde clara pinta, na carta topográfica incluída no guião, o local em que nos encontramos.

A terminar, assinala no mapa o percurso efectuado. O nosso trabalho irá continuar na aula.

ESPERAMOS QUE ESTE TRABALHO DE CAMPO TE TENHA PERMITIDO CONHECER O CHÃO QUE PISAMOS.

Agora que a visita terminou queremos saber a tua opinião:

1º Refere dois aspectos positivos da visita -

2º Refere dois aspectos negativos da visita -

3º Apresenta sugestões para que futuramente a visita possa ser melhorada.

| | | |
|---|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS CIÊNCIAS NATURAIS – 7º Ano | |  |
| O que sabemos sobre as rochas da região em que vivemos? | Prof. Fátima Guerra | |

1. CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS OBSERVADAS: Durante a aula de campo, colhemos algumas amostras de rocha. Classifica essas rochas, procedendo à observação e aos ensaios enunciados na **CHAVE** seguinte:

| CHAVE SIMPLIFICADA PARA CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS COLHIDAS NA AULA DE CAMPO | |
|---|---|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Rocha de cor escura, formada por pequenos cristais que lhe conferem um aspecto homogéneo (por vezes observam-se cristais de maiores dimensões envolvidos por essa massa homogénea) ...Basalto ➤ Rocha de cor clara ... 2 |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Faz efervescência com os ácidos e apresenta geralmente as cores branca ou cinzenta... Calcário ➤ Suja os dedos, cheira ligeiramente a barro quando bafejada, faz efervescência com os ácidos e apresenta cor branca, amarela clara ou cinzenta clara...Marga (ou Calcário margoso) |

Registo da Classificação:

Estação___ - _____

Estação___ - _____

Estação___ - _____

2. ANÁLISE DO SOLO: Durante a aula de campo, colhemos uma amostra de solo no talude atrás do pavilhão G. Vamos agora analisar esse solo.

1º Coloca algum solo numa caixa de Petri.

2º Observa a amostra com a lupa. Regista o aspecto das partículas observadas através de um esquema.

3º Coloca duas gotas de ácido sobre o solo. Regista o que observas.

4º Coloca uma gota de ácido em cada uma das amostras de rocha que colheste. Regista o que observas.

5º Completa:

Em conclusão podemos dizer que: apesar de na região da escola existirem rochas diferentes, isto é, _____, _____ e _____, a rocha que deu origem ao solo da escola foi o _____, porque essa rocha tem o mesmo comportamento em relação ao ácido.

3. PONTO DA SITUAÇÃO: Recordando as observações efectuadas no campo, os conhecimentos que já têm sobre as rochas da região, as informações contidas na ficha “Em que ambientes se formaram as rochas que observámos no campo?” e os Princípios da Sobreposição e do Actualismo, devem completar o quadro, usando os termos e expressões seguintes:


70 M.a. — 90 M.a. — 95 M.a. — Vulcânicas — Sedimentares — Calcário recifal — Gastrópodes — Lamelibrânquios — calcários com argilas — Basaltos — Piroclastos — branca — cinzenta/amarelada — castanho — Laguna — Região vulcânica — Recife — castanho-avermelhada.

| Local de observação | Rochas observadas | Cor | Fósseis* | Paleoambiente | Idade aproximada |
|--|-------------------|-----|--------------------------|---------------|------------------|
| Escola | | | ----- | | |
| Rª Serrado | | | ----- | | |
| Pedreira | | | ----- | | |
| | | | Rudistas Amonites | | |
| Estrada para o Cacém (iguais às rochas de Pego Longo) | | | Pegadas de dinossauro(1) | | |

* Não observados durante a visita

(1) Jazida de Pego Longo (Carenque/Belas), observadas em rochas com a mesma idade das rochas que afloram na estrada de Massamá para o Cacém.

4. TRABALHO DE PESQUISA: As rochas que formam o chão que pisamos são do final do Mesozóico (95-70 M.a.). Investiga, em livros ou através da Internet, como era a vida durante o Mesozóico (250-65 M.a.) nos meios marinhos e terrestres. Recolhe duas imagens que consideres significativas.

| | | |
|---|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS CIÊNCIAS NATURAIS – 7º Ano | |  |
| Em que ambientes se formaram as rochas que observámos no campo? | Prof. Fátima Guerra | |

Os documentos que se seguem fornecem informações relativas aos paleoambientes que existiram na zona da escola. Através da análise desses documentos e da aplicação dos princípios da Sobreposição e das Causas Actuais, procura deduzir a evolução ambiental que teve lugar na região da escola desde há cerca de 95 M.a.

TEXTO I

As rochas que observámos junto à estrada Massamá-Cacém, têm uma idade semelhante às que se observam na jazida de Pego Longo (Carenque/Belas), ou seja, cerca de 95 M.a.. Esta jazida, de que já falámos anteriormente, contém um trilho de pegadas de dinossauro. A rocha onde se encontram as pegadas é constituída por calcários com argilas com cor cinzenta-amarelada. Nessa rocha foram observados abundantes restos vegetais e fósseis de moluscos (gastrópodes e bivalves).

Adaptado de Galopim de Carvalho, 1994

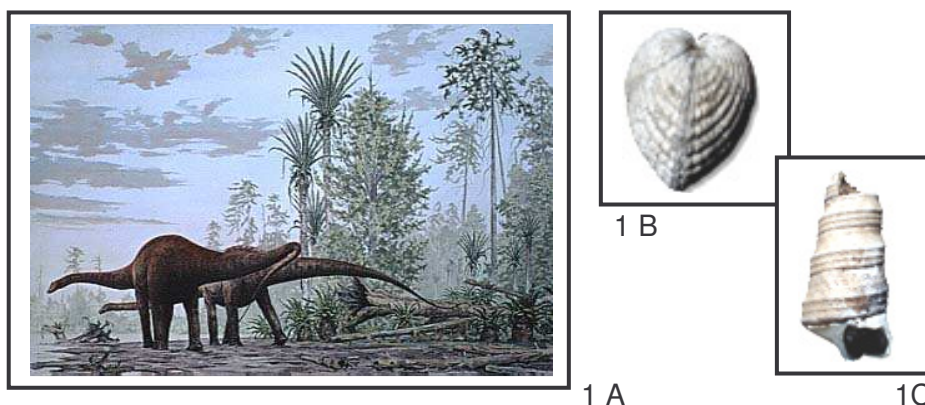


Figura 1A - Dinossauros; 1B – Fóssil de bivalve; 1C – Fóssil de gastrópode.

TEXTO II

Na pedra de Colaride pudemos observar calcários de cor clara. Estes calcários, com cerca de 90 M.a., possuem nalguns locais fósseis de rudistas e de amonites.

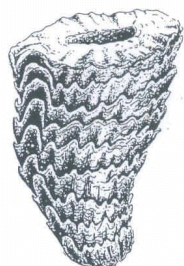


Figura 2:
Rudista

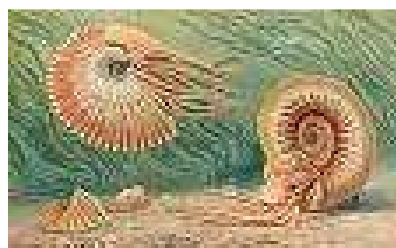


Figura 3:
Amonites.

TEXTO III

Os rudistas eram um grupo de organismos que se extinguiu quase por completo há cerca de 65 M.a. ou pouco tempo depois. Viviam no fundo marinho, em zonas de águas quentes pouco profundas e límpidas, formando aglomerados coloniais com características de recife. Eram organismos bivalves, isto é, constituídos por conchas com duas valvas, com formas variadas. Estes animais partilhavam o seu habitat com outros organismos. No entanto, a biodiversidade dos recifes dessa altura era muito menor do que nos recifes actuais. Estes organismos de corpo mole formavam as suas conchas (duras), através da formação de sucessivas camadas de carbonato de cálcio (CaCO_3) que extraíam da água do mar.

TEXTO IV

Com morfologia idêntica aos nautilóides, as amonites surgiram há cerca de 400 M.a. Prosperaram em todos os mares nos 340 M.a que se seguiram, tendo desaparecido bruscamente no final do Cretácico, há 65 M.a.

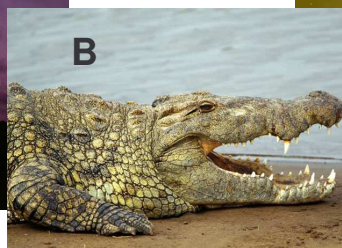
A evolução rápida das amonites, a sua abundância e a sua vasta distribuição geográfica fazem deles excelentes fósseis estratigráficos para o Mesozóico, permitindo datar rochas com erro inferior a 1 Ma. São **fósseis de idade** por excelência!

Pensa-se que deslizavam no fundo marinho, mas teriam também a capacidade de nadar activamente com a cabeça voltada para trás.

<http://www.naturlink.pt>

TEXTO V

Durante a aula de campo observámos rochas vulcânicas no pátio da escola e nas duas paragens seguintes. Essas rochas fazem parte do chamado Complexo Vulcânico de Lisboa-Mafra que se estende por uma vasta zona e compreende diversos tipos de estruturas, como chaminés vulcânicas (ex: Lexim, em Mafra), e escoadas que resultaram do arrefecimento das lavas saídas dos vulcões que há cerca de 70M.a. estiveram em actividade a norte de Lisboa. Dessa actividade vulcânica, há muitos anos extinta, resultaram rochas como os basaltos que observámos na escola e camadas de piroclastos como os que observámos junto à esquadra da P.S.P. Em alguns locais existem paleossolos que demonstram que a actividade vulcânica não foi contínua, havendo longos períodos de repouso entre diferentes erupções. Nalguns locais das imediações de Lisboa, têm sido descobertos fósseis variados, entre os quais restos de vertebrados semelhantes a crocodilos, rãs e tritões, factos que apontam para a existência de rios e lagos num clima tropical (Adaptado de ALVES et al., 1980; RAMALHO, M. et al., 2001).



B e C: representantes actuais dos crocodilos e rãs.

| | | |
|---|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS CIÊNCIAS NATURAIS – 7º Ano | |  |
| Que processos afectaram as rochas depois da sua formação? | Prof. Fátima Guerra | |

A mobilidade da litosfera gera tensões que originam deformações nas rochas. Durante a aula de campo observámos uma dobra que afectou as rochas.

→ Como se pode explicar o aparecimento daquela dobra?



As deformações podem assumir diversos aspectos, pois resultam de forças (tensões) que actuam com diferentes intensidades e direcções.

As rochas podem apresentar comportamento frágil ou dúctil. No primeiro caso dão origem a falhas e no segundo caso dão origem a dobras como as que observámos na aula de campo.

Utilizando o conjunto de três peças de madeira fornecido e um pedaço de cartolina vamos ver como se movimentam as rochas sempre que são sujeitas a tensões, ou seja, forças.

Procedimento:

I – Deformação por rotura (rochas com comportamento frágil).

1º - (a) Com as três peças de madeira forma um paralelepípedo de modo a que todas as setas de cor verde fiquem na mesma face.

(b) Empurra lentamente os blocos laterais um contra o outro e observa o que acontece ao bloco central.

(c) Desenha no caderno o que observas após o movimento.

(d) Consulta o livro e identifica o tipo de forças que actuou sobre os blocos e a designação atribuída às falhas deste tipo, quando isoladas e quando conjugadas.

2º - (a) Com as três peças de madeira forma um paralelepípedo de modo a que todas as setas de cor vermelha fiquem na mesma face.

(b) Levanta ligeiramente o conjunto e afasta lentamente os blocos laterais. Observa o que acontece ao bloco central.

(c) Desenha numa folha o que observas após o movimento.

(d) Consulta o livro e identifica o tipo de forças que actuou sobre os blocos e a designação atribuída às falhas deste tipo, quando isoladas e quando conjugadas.

3º - (a) Coloca as duas peças de madeira de maiores dimensões sobre a mesa. Encosta as duas peças de modo a que as setas de cor azul fiquem viradas para o observador (na mesma face). Justapõe a banda azul de modo a formar uma linha contínua.

(b) Imagina que a banda azul representa o muro entre duas propriedades: Quinta de S. Mateus e Quinta de S. João.

(c) Desloca os blocos de acordo com as setas. O que aconteceu ao muro que separa as duas propriedades?

(d) Desenha numa folha o que observas após o movimento.

(e) Consulta o livro e identifica o tipo de forças que actuou sobre os blocos e a designação atribuída às falhas deste tipo.

CURIOSIDADES:

Movimentos das rochas devido à formação de falhas e dobras dão origem a sismos e também estão na origem da formação de montanhas.

A Cordilheira Central, formada pela Serra da Estrela, do Açor, da Lousã e da Gardunha, resultou da existência de um conjunto de falhas que foram sujeitas a forças compressivas. Em consequência deste processo, ocorreu o levantamento de blocos rochosos formando-se relevos de tipo horst (tal como na situação I - 1º).

II – Deformação plástica (rochas com comportamento dúctil)


(a) Coloca as duas peças maiores sobre a mesa de modo a que as setas a preto fiquem na face voltada para o observador e voltadas uma para a outra.

(b) Entre as duas peças de madeira coloca um pedaço de plasticina ou de cartolina.

(c) Empurra lentamente os blocos laterais um contra o outro e observa o que acontece à plasticina (ou à cartolina).

(d) Desenha numa folha o que observas após o movimento.

(e) Consulta o livro e identifica o tipo de forças que actuou sobre a cartolina e a designação atribuída à estrutura obtida.

| | | |
|---|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS CIÊNCIAS NATURAIS – 7º Ano | |  |
| Que história nos contam as rochas e fósseis da região? | Prof. Fátima Guerra | |

**E se fizéssemos uma viagem numa máquina do tempo...
O que veríamos na nossa região?**

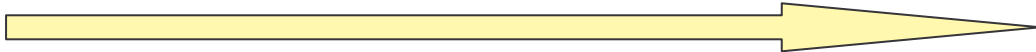
Objectivos:

- Relacionar todas as informações recolhidas;
- Elaborar uma barra cronológica

Procedimento:

1º Elabora uma barra cronológica onde sejam registados os acontecimentos geológicos identificados através do trabalho de campo e da investigação realizada, bem como as idades dos acontecimentos. Devem utilizar os termos seguintes:

vulcanismo; 90 M.a.; erosão; 95 M.a.; Recife; 70 M.a.; Laguna



A
C
T
U
A
L
I
D
A
D
E

| | | |
|---|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS CIÊNCIAS NATURAIS – 7º Ano | |  |
| Porque razão é que estas rochas se formaram na nossa região? | Prof. Fátima Guerra | |

»» O supercontinente Pangeia (Figura 2 A) formado no final da Era Paleozóica, fracturou-se em diferentes “partes” que se foram afastando umas das outras à medida que se formavam os fundos dos oceanos actuais.

»» No início da Era Mesozóica, a Pangeia fracturou na zona que hoje corresponde à costa oeste portuguesa.

»» Como a região estava sujeita a forças distensivas alguns blocos abateram formando-se um *graben* (Figura 1) de grandes dimensões.

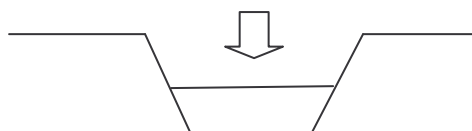


Fig 1 – Graben

»» Esse *graben* formou uma depressão alongada que se estendia desde a zona de Aveiro até Setúbal.

»» À medida que essa depressão se tornou mais profunda, a água do mar foi-a invadindo e formaram-se rochas sedimentares, entre as quais os calcários recifais que observámos na Pedreira de Colaride.

»» A actividade vulcânica do rifte do Atlântico acabou por afastar gradualmente a América do Norte e a Europa (Figura 2 D).

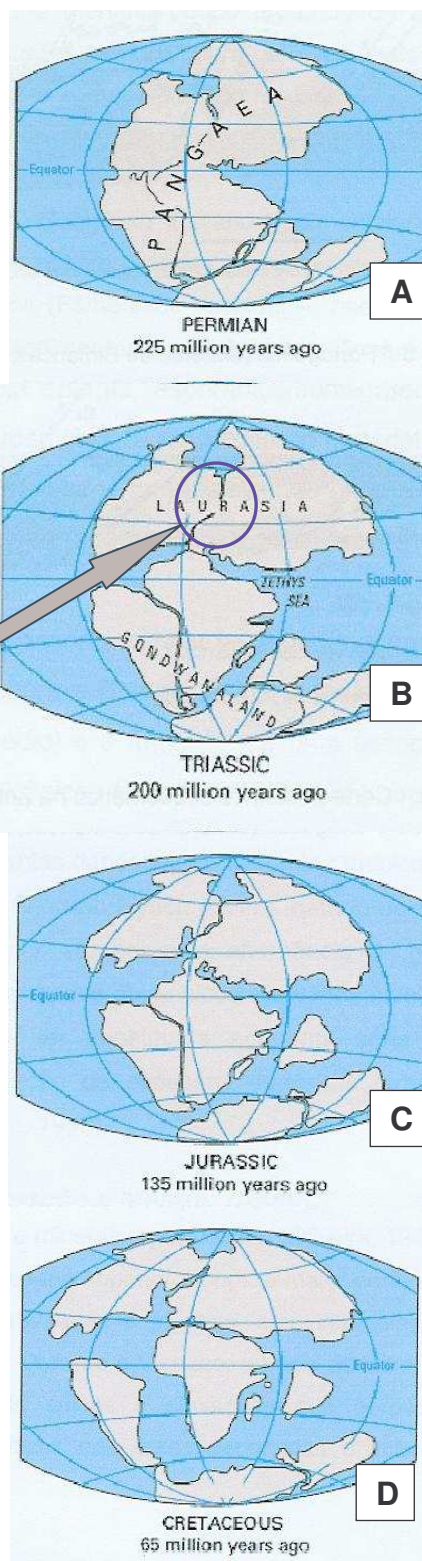



Fig.2 - Evolução da Pangeia (225 até 65 Ma).

| | | |
|---|----------------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 7º Ano | |  |
| Exposição: “O CHÃO QUE PISAMOS” | Prof. Fátima Guerra | |

Objectivos:

- Elaborar posters para divulgação do trabalho de pesquisa realizado;

Procedimento:

- Com as informações, as amostras e as imagens recolhidas durante o trabalho de campo e recorrendo às conclusões que resultaram da investigação realizada, devem elaborar um poster relativo à geologia da zona de Massamá.
- Cada grupo de trabalho deve fazer a “Reportagem” da aula de campo.
- O poster pode ser feito em cartolina ou no computador.
- Se o poster for feito no computador, podem usar o powerpoint seguindo a sequência:

»» Ficheiro »» Novo »» Apresentação do Microsoft PowerPoint »» Abrir o documento »» Clicar para adicionar o primeiro diapositivo »» Ficheiro »» Configurar página »» Seleccionar → Diapositivos: vertical; Notas, folhetos e destaques: vertical; Registar as dimensões pretendidas para o poster »» OK.

Elaboração do poster

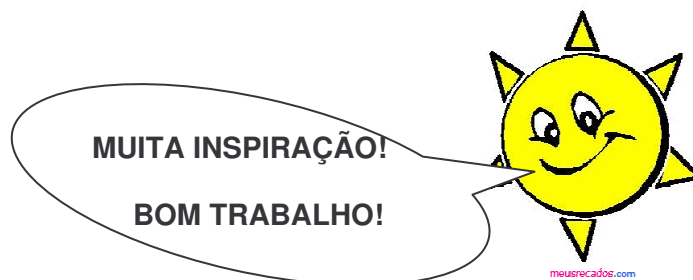
Para realizar o poster devem seguir os seguintes critérios:

TAMANHO: A dimensão do poster deve ser A2 (42x 59,4);

LETRAS: As letras utilizadas no poster devem permitir **uma leitura fácil à distância de dois metros.**

CONTEÚDO: O poster deve ter um Título, uma Introdução e Conclusões.

IMAGENS: Deve-se apresentar o maior número possível de imagens. As legendas das figuras e fotografias são essenciais, mas devem ser curtas e informativas.



| | | |
|---|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS CIÊNCIAS NATURAIS – 7º Ano | |  |
| Que processos podem transformar as rochas? | Prof. Fátima Guerra | |

Objectivos:

- Compreender o ciclo das rochas;
- Construir um modelo do ciclo das rochas;
- Apresentar um relatório da actividade realizada.

Documento:

As aventuras de D. Rocha — montanha russa, banhos de Sol, parque aquático e sauna em ambiente quente e escuro, houve de tudo um pouco.

Será que ela alinha em mais uma volta?

Vamos então dar a palavra à protagonista para que conte a sua história...

D. ROCHA:

Uff!... Que fresquinho... Oh! Como agradeço ao vulcão que me libertou daquelas altas temperaturas! Já sou sólida! Estou ansiosa por conhecer a maravilhosa superfície terrestre.

Mas então como é isto? Ainda há pouco me formei e já me estão a incomodar...

Que vento! E agora a chuva!...

Ai que me estou a desfazer! Alguns dos elementos que me constituíam já se foram, levados pela água e pelo vento... Fiquei toda aos bocadinhos! Quero parar e não consigo... Socorro... Socorro!!

Estou tão cansada! Ainda bem que parei. Se não tivesse encontrado este local tão fundo, ainda não era desta vez que parava. Sempre a redemoinhar! A água e o vento não me deixavam em paz. Até que enfim que vou descansar.

Ih! Tantos grãos que chegaram antes de mim! Vou cair em cima deles! Ai! Ai! Estão outros grãos a chegar e a cair em cima de mim!

Olha que linda folhinha que aqui ficou sepultada connosco...

Que esquisito! Estou cada vez mais apertada... Estou a ficar colada aos outros grãos... Já não me consigo mexer! Já sou uma rocha diferente...

Mas... Que calor que está aqui. Uff! Estou cada vez mais apertada. Tenho de me adaptar a este novo ambiente. Já está: pareço uma sanduíche de pedra! Ainda bem que consegui guardar em mim a marca da folhinha que me fez companhia. Estou tão gira! Tenho um novo visual — toda formada por lâminas sobrepostas.

Mais calor e mais apertados!? Estou a sentir-me esquisita. Pastosa? Viscosa?

E não é que estou a ficar líquida outra vez?! Sou de novo um líquido quente...

Passou muito tempo, mas agora o “clima” já está mais fresco. Estou neste lugar tão escuro, há uma eternidade!!

Espera aí?! Estou sólida outra vez!? Será que estou a ver bem? Estou cheia de cristais coloridos e brilhantes! Uau! Adoro o meu “new look”!

Da outra vez que fiquei sólida, há uns milhões de anos atrás, não estava tão bonita, mas foi muito mais divertido. Não estava neste sítio apertado e escuro! Ainda me lembro — parecia a montanha russa: eu era líquida e subi muito depressa por um grande túnel. E de repente vi o Sol e o céu azul. Depois... arrefeci e fiquei sólida. Foi tudo muito rápido e bem mais fresco. Foi lindo! Durante muito tempo vi o Sol.

E agora? Será que irei voltar a ver o Sol?

No final da actividade o grupo deve apresentar um relatório numa folha à parte.

→ **COMO REALIZAR O RELATÓRIO?**

Esse relatório deve conter:

- **Título**;
- **Identificação dos autores** (nº, nome, turma, ano);
- **Introdução** referindo os diferentes tipos de rochas e respectivos exemplos;
- **Objectivos** da actividade (que encontram na página anterior);
- **Material e método** a utilizar (quadros I e II devidamente preenchidos);
- **Resultados** (esquema do ciclo das rochas que irão construir);
- **Conclusão** (algumas frases que resumam o ciclo das rochas);
- **Bibliografia** (se consultarem o manual registam os seus autores, ano em que foi publicado, nome do manual e editora).

→ Começam por registar o **título** do relatório, a **identificação** dos elementos do grupo, a **introdução** e os **objectivos**.

→ **MATERIAL E MÉTODO:**

Os Quadros I e II que se seguem correspondem à parte do relatório que vamos designar por **material e método**.

1º Retira do texto uma expressão que se relacione com cada um dos conceitos contidos no QUADRO I.

QUADRO I

| |
|------------------------------|
| A. rocha metamórfica |
| B. erosão |
| C. rocha magmática vulcânica |
| D. magma |
| E. rocha magmática plutónica |
| F. rocha sedimentar |
| G. sedimentos |
| H. transporte |
| I. fóssil |
| J. sedimentação |
| K. cimentação |

2º São fornecidos vários elementos (gobelés, rochas, sedimentos, giz e etiquetas) para a realização de um modelo representativo do ciclo litológico.

Copia o Quadro II para o relatório e estabelece a correspondência entre as duas colunas que o constituem.

Na Coluna I encontram-se discriminados os elementos a utilizar para a construção do modelo, que representam simbolicamente os “actores” do Ciclo Litológico constantes da Coluna II.

QUADRO II

| COLUNA I | COLUNA II | CORRESPONDÊNCIAS |
|-------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| 1. Gobelé com água | A. rocha metamórfica | 1 - |
| 2. Gobelé com líquido laranja | B. água | 2 - |
| 3. Xisto | C. rocha magmática vulcânica | 3 - |
| 4. Granito | D. magma | 4 - |
| 5. Basalto | E. rocha magmática plutónica | 5 - |
| 6. Areia | F. rocha sedimentar | 6 - |
| 7. Arenito | G. sedimentos | 7 - |

→ **RESULTADOS — CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DO CICLO DAS ROCHAS:**

1º Utilizando o giz verde desenha sobre a bancada de ardósia do laboratório, uma linha horizontal que represente a superfície da Terra.

2º Constrói o Ciclo litológico ou ciclo das rochas, utilizando:

- os elementos da Coluna I;
- o giz branco para representar as setas do diagrama;
- as etiquetas para representar os processos geológicos.

3º Na parte do relatório relativa aos resultados devem apresentar o esquema do modelo construído pelo grupo, com os materiais que se encontravam sobre a bancada e que estão enumerados no quadro II.

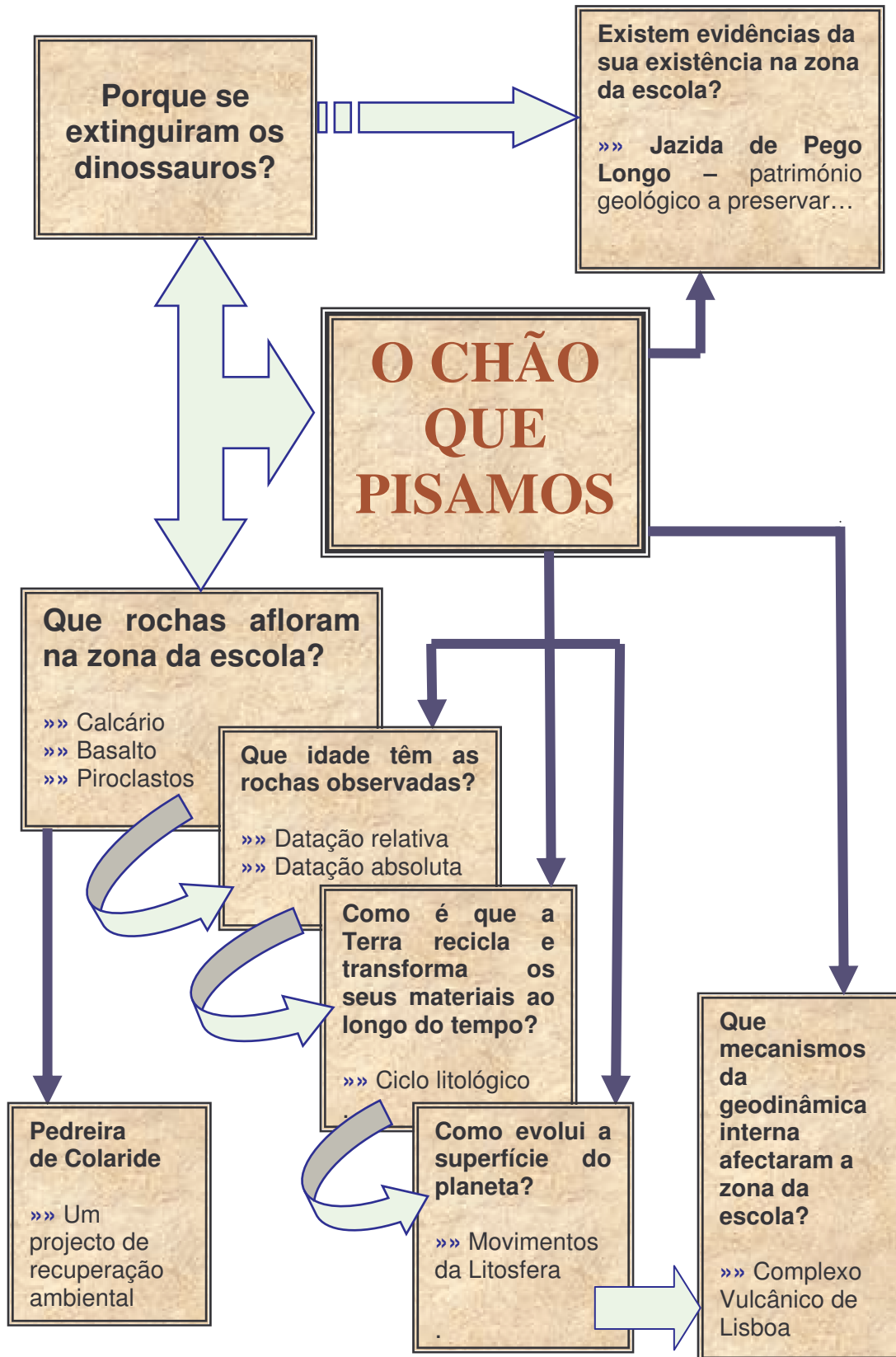
→ **CONCLUSÃO E BIBLIOGRAFIA**

- Para terminar o relatório o grupo deve analisar o esquema realizado e registar em poucas linhas as **conclusões** que podem retirar desta actividade.
- Se, durante a realização da actividade consultaram o manual, devem registar na **Bibliografia** os nomes dos seus autores, ano de publicação, título e editora.
Exemplo:

Antunes, C., Bispo, M., Guindeira, P. (2006) — *Descobrir a Terra 7*. Areal Editores, Porto.

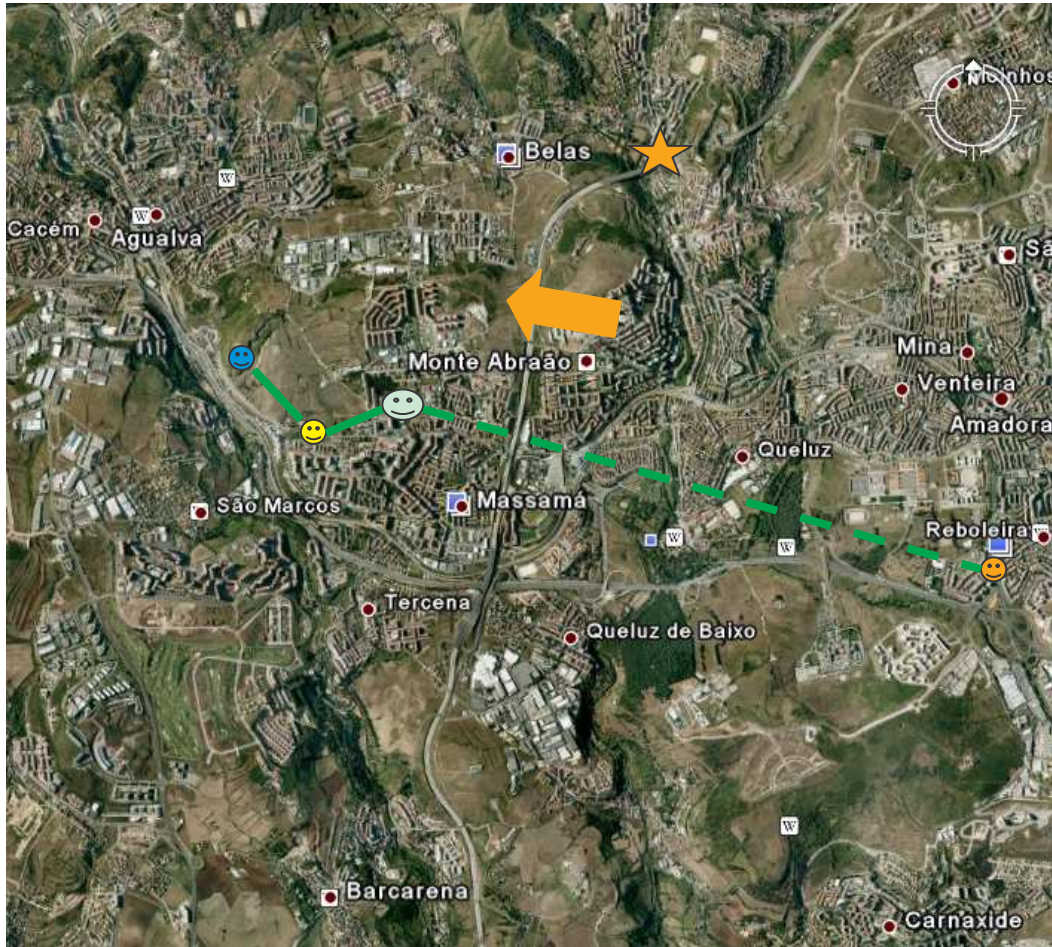
ANEXO 2 – ACTIVIDADES PARA O 10º ANO

CARTA DE EXPLORAÇÃO











| CONTEÚDOS CONCEPTUAIS ABORDADOS | FICHAS | AMBIENTE DE TRABALHO |
|--|---|-------------------------|
| <p>1.A Geologia, os geólogos e os seus métodos</p> <p>→ As rochas, arquivos que relatam a história da Terra.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rochas sedimentares. ▪ Rochas magmáticas. ▪ Ciclo das rochas. <p>→ A medida do tempo e a idade da Terra.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Idade relativa e idade radiométrica. <p>→ A Terra, um planeta em mudança.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Princípios básicos do raciocínio geológico. ▪ O mobilismo geológico. As placas tectónicas e os seus movimentos. <p>2.A Terra, um planeta muito especial</p> <p>→ Intervenções do Homem nos subsistemas terrestres.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Protecção ambiental e desenvolvimento sustentável. <p>3.Compreender a estrutura e a dinâmica de Geosfera</p> <p>→ Vulcanologia.</p> | <p>Porque se extinguiram os dinossauros?</p> <p>Existem evidências da sua existência na zona da escola?</p> | <p>Aula/Computador</p> |
| | <p>Preparação da aula de campo:</p> <p>Como trabalham os Geólogos?</p> | <p>Aula</p> |
| | <p>Guião para o trabalho de campo</p> <p>Que rochas afloram na zona da escola?</p> <p>Que idade têm as rochas observadas?</p> | <p>Campo</p> |
| | <p>Como é que a Terra recicla e transforma os seus materiais ao longo do tempo?</p> | <p>Laboratório</p> |
| | <p>Como evolui a superfície do planeta?</p> | <p>Aula/Computador</p> |
| | <p>Como trabalham os Geólogos?</p> <p>Projecto de recuperação ambiental</p> <p>Elaboração de um powerpoint para apresentação do projecto.</p> | |
| | <p>Que mecanismos da geodinâmica interna afectaram a zona da escola?</p> | <p>Aula</p> |

Localização dos afloramentos abordados ou observados nas actividades desenvolvidas com os alunos do 10º ano



LEGENDA:

-  Percurso efectuado durante a aula de campo nas imediações da escola.
-  Localização das pegadas de dinossauros da jazida de Carenque.
-  Escola Secundária Stuart Carvalhais (observação de basaltos).
-  Traseiras da Rua do Serrado (observação de basaltos e piroclastos).
-  Pedreira de Colaride (observação de calcários e basaltos).
-  Reboleira - Escola Roque Gameiro (observação de piroclastos) (*)
-  Circular Regional Externa de Lisboa (CREL)
- (*) paragem da aula de campo que implica uma deslocação em autocarro.

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 10º Ano | |  |
| Porque se extinguiram os dinossauros? Existem evidências da sua existência na zona da escola? | Prof. Fátima Guerra | |

Os documentos seguintes dizem respeito à chamada “Batalha de Carenque” e pretendem ser o ponto de partida para um trabalho de pesquisa sobre os dinossaúrios e as causas da sua extinção. Lê-os atentamente e depois responde às questões finais.

TEXTO I

Uma jazida* fósil de pegadas de dinossauros, descoberta em Carenque, no Concelho de Sintra, poderá vir a constituir um importante pólo de atracção turística e científica, se for por diante o seu estudo e preservação.

Localizada na pedreira da Quinta de Santa Luzia, nos limites das freguesias de Queluz e Belas, a jazida — com aquela que poderá ser a maior pista encontrada, até ao momento, em Portugal — foi, no início deste mês, classificada pelo executivo autárquico como imóvel de valor local. (...)

No entanto, nem tudo são rosas para este projecto cultural. O principal obstáculo reside na descarga de entulhos, que ameaça soterrar os vestígios paleontológicos.

* Rocha que contém fósseis ou minério.

Público, 2 de Outubro de 1990

TEXTO II

A história da jazida de Carenque remonta a 1985, ano em que dois alunos finalistas da licenciatura de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, Carlos Coke e Paulo Monteiro, localizaram no fundo de uma pedreira abandonada, a norte do Pendão, na Quinta de Santa Luzia, Pego Longo, perto de Carenque (concelho de Sintra), um vasto conjunto de pegadas que identificaram como “impressões deixadas por animais de grande porte”.

TEXTO III

Sobre as rochas que contêm as pegadas dos dinossaúrios, escreveram os alunos que as descobriram o seguinte: *“foram observados abundantes restos vegetais (carvão) e numerosas impressões deixadas por animais de grande porte (...) contêm fósseis de gastrópodes(*), lamelibrânquios(**). etc.”*

Relatório de Carlos Coke e Paulo Monteiro - 1986

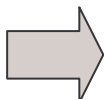
(*) Moluscos com concha formada por uma única valva, ex: búzio; (**) Moluscos com concha formada por duas

TEXTO IV

Em 23 de Março de 1992 recebi um telefonema do engenheiro Teles Fortes, da BRISA — Auto-Estradas de Portugal, S.A., informando-me da existência de um projecto da Junta Autónoma das Estradas, referente a uma auto-estrada denominada “Circular Regional Externa de Lisboa”, mais conhecida pela sigla CREL, cujo traçado intersectava uma parte importante da jazida de Carenque.

O engenheiro Fortes tomara conhecimento através dos *media* da existência desta jazida e tinha na sua frente um documento que previa a sua destruição.

Prof. Galopim de Carvalho, Director do Museu Nacional de História Natural, 1994



TEXTO V

O trilho de dinossaúrios existente em Carenque, Sintra, corre o risco de ser destruído por falta de verbas. A decisão deverá ser tomada nos próximos dias (...) Aos técnicos, apenas duas soluções se apresentam como viáveis: ou a destruição pura e simples de um achado que é já tido como sendo parte integrante do património da Humanidade ou a construção de um túnel. A comunidade científica internacional está atenta. (...)

A terceira opção que se delineava – e que era tida como a mais provável – é desaconselhada pelos técnicos do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. A remoção da laje onde estão marcadas as pegadas dos dinossaúrios é tida como impossível por estar partida em milhares de pedaços com centímetros e, por vezes, com milímetros.

A Capital – 28 de Janeiro de 1993

TEXTO VII

A jazida de pegadas de dinossaúrios de Carenque é a mais longa pista contínua da Europa e, porventura, do mundo, constituindo, por consequência, património inestimável, que urge preservar.

Sabendo-se que tal geomonumento se apresenta como obstáculo à passagem da CREL, se se considerar o projecto de traçado existente (...) requeiro a V. Ex.^a Sr. Presidente da Assembleia da República, que pelo governo seja esclarecido o seguinte:

1 — Qual a solução adoptada para impedir que a auto-estrada A9 (CREL) não venha a prejudicar a salvaguarda e o aproveitamento científico-cultural da jazida em apreço?

2 — Que medidas estão a ser tomadas aos diferentes níveis, para garantir essa salvaguarda e permitir esse aproveitamento científico-cultural?

Requerimento apresentado na Assembleia da República (deputado socialista Fernando Marques, em 28/1/1993)

TEXTO VI

“Chamo Batalha de Carenque aos dossiers – dois enormes calhamaços – de papeladas oficiais que reuni sobre o caso do trilho ali encontrado, em 1986. Uma “batalha” que opõe a pista dos dinossauros a uma lixeira e a uma futura via rápida e tem uma longa história”

**Prof. Galopim de Carvalho
Diário de Notícias 8/10/1992**

TEXTO VIII

Jazida de Carenque em risco de destruição. Entulho estraga pegadas de dinossaúrios.

Frigoríficos, colchões, sofás, lavatórios e um monte de ferro-velho teimam em “cobrir”, de novo, as pegadas milenárias de dinossaúrios, descobertas numa pedreira de Carenque, Sintra.

A Capital – 9/3/1993

TEXTO IX

Em Carenque - Pego Longo, quando Carlos Coke e Paulo Monteiro efectuavam investigações geológicas numa pedreira, perceberam que havia um longo trilho de um dinossáurio. Analisaram o achado, que, mais tarde, foi alvo de atenção aprofundada, num estudo sobre pegadas de dinossáurios. Decorria 1992 quando se soube que a jazida* estava em risco de se perder com a construção da CREL. O Museu Nacional de História Natural deu início à que ficou conhecida por Batalha de Carenque, uma campanha nacional e internacional, no sentido de salvaguardar uma jazida ímpar com valor reconhecido a nível mundial. Entre pareceres favoráveis de cientistas, apoio da opinião pública, acção favorável dos media e reuniões para avaliação da ocorrência, a jazida de Carenque foi a primeira em Portugal a ser alvo de inúmeras acções que culminaram com a louvável intervenção do Governo de então, ao ordenar a construção dos túneis da CREL para evitar a sua destruição. Em 1995, a via rápida foi inaugurada com a jazida a salvo. A classificação como Monumento Natural só surgiu em 1997, mas nada mais foi feito. O projecto de musealização da jazida foi aprovado pelo Instituto da Conservação da Natureza e Câmara Municipal de Sintra, mas as pegadas que sobreviveram a 90 milhões de anos estão a degradar-se e continuam escondidas.

VANDA FARIA DOS SANTOS — Paleontóloga — Diário de Notícias – 13 de Maio de 2004

TEXTO X

Dá-se o nome de **Fóssil** a todo e qualquer vestígio do corpo ou da actividade de um organismo do passado conservado nas rochas. Há dois tipos básicos de fósseis: somatofósseis e icnofósseis. Os **somatofósseis** são restos do corpo de organismos do passado. Por exemplo dentes, carapaças, folhas, conchas, troncos, ossos. Os **icnofósseis** são vestígios da actividade de organismos do passado. Por exemplo moldes de pegadas, pistas de deslocação, dentadas, excrementos, ovos, túneis e habitação.

Figura 1:
Icofóssil



<http://correio.fc.ul.pt/~cmsilva/Paleotem/Icnofoss.htm>

Figura 2 – Trilho de Pego Longo (Carenque).

QUESTÕES


1. O texto VI refere-se à chamada “Batalha de Carenque” feita para defender a mais longa pista (ou trilho) de pegadas de dinossauros da Europa.
 - 1.1. Onde se localizam as pegadas?
 - 1.2. Quais as características das rochas em que foram encontradas as pegadas?
 - 1.3. Refere as ameaças que em 1992/93 punham em causa a preservação do trilho?
 - 1.4. Após a análise dos textos III e X, classifica o tipo de fósseis descobertos em Carenque.
2. Para manter o traçado inicial da CREL que opções técnicas foram equacionadas em 1993?
3. Em 1995 a CREL (Circular Regional Externa de Lisboa) foi inaugurada. Refere a solução que foi encontrada para a preservação das pegadas.
4. Indica o ano em que a jazida de Carenque foi classificada como Monumento Natural.
5. Refere a situação em que se encontrava aquele Monumento Natural em 2004.
6. Utilizando o mapa topográfico (1:25000), faz uma estimativa da distância a que a escola se encontra da mais longa pista de pegadas de dinossauros da Europa.

TPC - Para aprofundar os teus conhecimentos sobre dinossauros, consulta os sites referidos em baixo e desenvolve um trabalho de pesquisa que dê resposta às questões que se seguem.

http://www.mnhn.ul.pt/dinos/public_html/Jazidas/index.html
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Dinossauros>
http://pt.wikipedia.org/wiki/Extin%C3%A7%C3%A3o_K-T

1. Em que tipo(s) de rochas podemos encontrar vestígios de seres vivos do passado?
2. Identifica os Períodos geológicos em que ocorreu o aparecimento, o apogeu e o desaparecimento dos dinossauros.
3. Localiza os vestígios de dinossauros encontrados em Portugal.
4. Regista a(s) causa(s) que têm sido apontadas pelos cientistas para a Extinção dos dinossauros.

Textos I a VIII e as figuras, foram retirados de: Galopim de Carvalho, A.M. (1994) — “Dinossaúrios e a Batalha de Carenque”, Editorial Notícias, Lisboa.

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 10º Ano | |  |
| Como trabalham os Geólogos? | Prof. Fátima Guerra | |

TEXTO I

Do Grão ao Planeta foi o nome escolhido um Ciclo de Geoconferências realizado em 2008. No texto de apresentação ciclo de conferências referia - se:

“Ainda que a própria Geologia — ciência essencialmente holística - possa conter algumas subdivisões de carácter meramente operativo, com sejam a Petrologia, a Geoquímica a Estratigrafia, a Sedimentologia e a Paleontologia, etc, as perspectivas com que todas as especialidades podem ser abordadas é quase infinita. Esta infinidade de abordagens deve-se, entre outras razões, ao facto dos materiais geológicos poderem ser estudados a diferentes escalas, desde a atómica à planetária, através de equipamento tão sofisticado como o microscópio de força atómica ou o espectrómetro de Mössbauer, à observação do afloramento, no campo, ou nos fundos oceânicos.

O ciclo corrente mostrará alguns dos métodos que o geólogo utiliza para estudar a Terra, o Mar e o Espaço.”



<http://geologia.fc.ul.pt/artigo>

TEXTO II**O geólogo...**

estuda, individualmente ou em equipa, a composição, estrutura e evolução histórica da crosta terrestre e de outros planetas, efectuando experiências e investigações, para o que utiliza equipamento e instrumentos adequados: analisa rochas, minerais e fósseis para determinar a evolução e natureza de formações geológicas; estuda as origens, comportamento e efeitos de forças que modificam a crosta terrestre, como altas pressões, temperaturas internas e erupções vulcânicas, aplicando conhecimentos de química, física, biologia e matemática; colabora na elaboração e identificação de jazidas de minérios, gás, petróleo e recursos subaquáticos; aplica conhecimentos geológicos na resolução de determinados problemas de engenharia civil, como por exemplo, construções de barragens, pontes, túneis e outras edificações de grande envergadura; faz o estudo de fósseis de plantas e animais, a fim de determinar a sua idade e evolução; elabora relatórios, mapas e diagramas geológicos das regiões estudadas. Pode dedicar-se a um campo específico da geologia.

Excerto da Classificação Nacional de Profissões, 1994, Instituto de Emprego e Formação Profissional

http://www.apgeologos.pt/frame_nsoc.htm

TEXTO III

Em resumo podemos dizer que os geólogos estudam a estrutura e os processos que formaram a Terra e a sua evolução ao longo do tempo. Trabalham em laboratórios de investigação, empresas privadas e instituições académicas. Governos e empresas contratam geólogos para desenvolverem trabalhos nas áreas do ordenamento, prospecção de recursos naturais, construção de obras de grande envergadura (como barragens, pontes...), projectos de recuperação ambiental, preparação para situações que envolvam desastres naturais (como sismos, erupções vulcânicas, deslizamento de terrenos)...

Já sabemos que são várias as áreas de especialização dentro da **Geologia** — **Paleontologia, Mineralogia, Vulcanologia, Geoquímica, Hidrogeologia, Petrologia, Estratigrafia, Geofísica, Geomorfologia, Geologia Estrutural e Cartografia.** Em todas estas áreas da Geologia o trabalho de campo é indispensável.

Sabemos também que a jazida de Carenque foi descoberta em 1985, quando dois alunos de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, Carlos Coke e Paulo Monteiro, realizavam **trabalho de campo** numa pedra abandonada, perto de Carenque. Descobertas tão especiais são raras, mas mesmo sem a expectativa de encontrar alguma coisa tão especial, também nós vamos realizar trabalho de campo na zona que envolve a escola. Para isso vamos ter de usar algum material e saber como ele se utiliza.

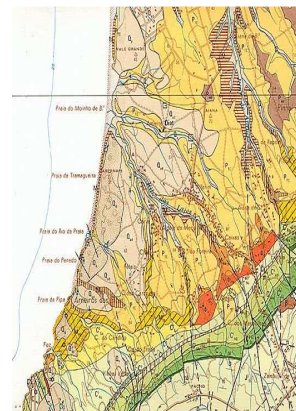
MATERIAL A UTILIZAR NO CAMPO:



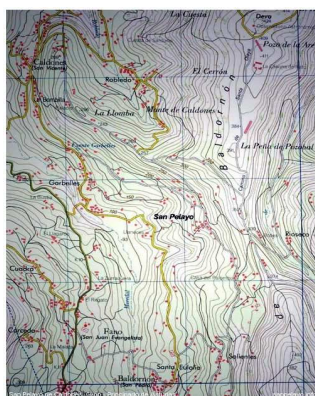
Bússola de geólogo



Martelo de geólogo



Carta Geológica



Mapa topográfico



Lupa



Ácido clorídrico


| INSTRUMENTOS DE TRABALHO DE CAMPO | |
|--|--|
| ✓ cartas topográficas | Nas cartas topográficas vemos estradas, caminhos, construções, rios, pedreiras, vestígios arqueológicos e temos uma noção do relevo da zona, através das curvas de nível. |
| ✓ cartas geológicas | Nas cartas geológicas , além das informações incluídas nas cartas topográficas encontramos informações relativas à idade e ao tipo de rochas. |
| ✓ bússola | A bússola permite a orientação no campo e além disso permite conhecer a posição das camadas de rochas e das falhas. |
| ✓ lupa | A lupa permite uma observação mais detalhada das rochas. |
| ✓ martelo | O martelo permite a colheita de amostras. |
| ✓ caderno de campo | O caderno de campo é o local onde se registam todas as observações e esquemas que se realizam durante o trabalho de campo. |
| ✓ lápiz e borracha | O lápiz e a borracha são indispensáveis para fazer o registo dos dados recolhidos, bem como para a realização de esboços relativos às observações efectuadas. |
| ✓ lápiz de cor | O lápiz de cor permite assinalar no mapa, com cores diferentes, os terrenos por onde vamos passando. |

Para o nosso trabalho de campo vamos ter de **formar grupos de quatro elementos**.

Em cada grupo haverá um elemento para executar uma das seguintes **tarefas**:

- **Registar no mapa topográfico** o percurso efectuado e pintar a castanho os locais em que observamos basalto e com cor verde os locais em que observamos calcário.
- **Tomar notas** em cada local sobre aquilo que se observou.
- **Tirar fotografias** aos afloramentos.
- **Fazer esquemas** do que foi observado com a respectiva legenda

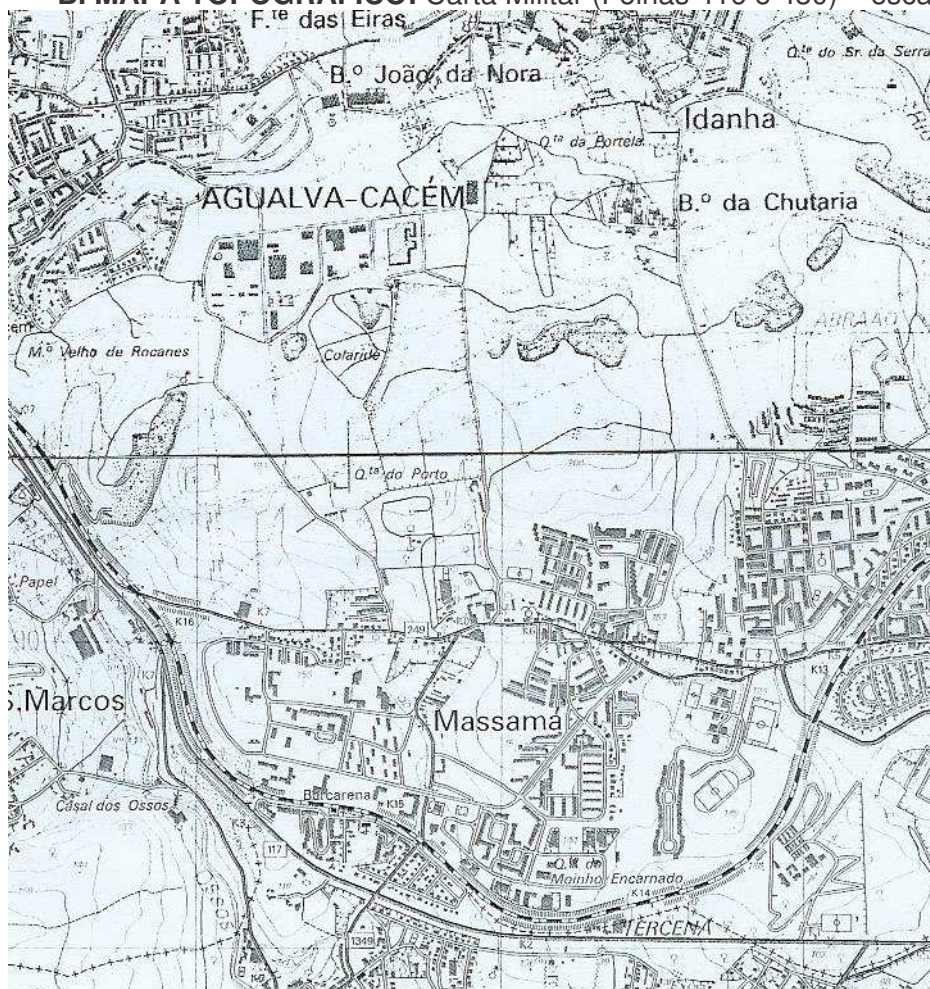
A análise dos dados recolhidos será feita posteriormente na aula.

| | | |
|---|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS CIÊNCIAS NATURAIS – 10º Ano | |  |
| Guião para o trabalho de campo Que rochas afloram na zona da escola? | Prof. Fátima Guerra | |

A. GRUPOS DE TRABALHO: vamos ter de formar grupos de quatro. Em cada grupo haverá um elemento para executar uma das seguintes tarefas:

- Registar no mapa topográfico o percurso efectuado e pintar a castanho os locais em que observamos basalto (rocha vulcânica) e com cor verde os locais em que observamos calcário (rocha sedimentar de cor clara).
- Tomar notas em cada local sobre aquilo que se observou (respostas às questões do guião).
- Tirar fotografias aos afloramentos e ao trabalho desenvolvido pelos grupos.
- Fazer esquemas do que foi observado com as respectivas legendas.

B. MAPA TOPOGRÁFICO: Carta Militar (Folhas 416 e 430) – escala 1:25000.



LEGENDA:



C. ORIENTAÇÕES PARA O TRABALHO DE CAMPO:

1ª Estação — Escola Secundária Stuart Carvalhais

1. Assinala no mapa o local em que nos encontramos.
2. Colhe uma amostra da rocha e guarda-a num saco registando o local e data de colheita (com uma etiqueta ou um marcador).
3. Com a colher recolhe uma amostra de solo e guarda-a num saco registando o local e data de colheita (etiqueta/ marcador).
4. Fotografa o talude.
5. A rocha que estamos a observar é uma rocha vulcânica que se chama basalto. Utilizando o lápiz de cor castanho pinta, na carta topográfica incluída no guião, o local em que nos encontramos.

2ª Estação — Rua do Serrado da Bica

1. Assinala no mapa o local em que nos encontramos.
2. Esquematiza o talude e as respectivas formações, legendando o esquema.
3. Aplicando o Princípio da Sobreposição identifica a rocha mais antiga.
4. Compara os diferentes materiais observados no talude relativamente à cor e à coerência (ou coesão).
5. Estamos a observar rochas vulcânicas: basalto semelhante ao que observamos na escola por cima de cinzas vulcânicas. Utilizando o lápiz de cor castanho pinta, na carta topográfica incluída no guião, o local em que nos encontramos.
6. Fotografa o talude.

3ª Estação — Pedreira de Colaride

1. Assinala no mapa o local em que nos encontramos.
2. Identifica a direcção Norte.
3. Utilizando o Norte como referência, esquematiza as rochas que observas nos taludes Este da pedreira, legendando os esquemas.
4. Aplicando o Princípio da Sobreposição identifica a rocha mais antiga do talude Este.
5. Compara as rochas observadas no talude Este relativamente à cor.
6. Compara as rochas observadas no talude Este da pedreira com as rochas observadas na estação anterior. O que podes concluir?
7. Fotografa o talude.

8. Nesta pedreira foram explorados calcários (rocha de cor clara). Utilizando o lápiz de cor verde pinta, na carta topográfica incluída no guião, o local em que nos encontramos.

9. A terminar analisa as cores com que assinalaste na carta topográfica os afloramentos observados e constrói a legenda da carta (página 1 do guião) pintando os rectângulos com as cores apropriadas, tendo presente:

- as rochas observadas no campo (basaltos e calcários);
- a idade relativa dessas rochas;
- as cores utilizadas para referenciar os afloramentos;
- o facto das rochas sedimentares, metamórficas e vulcânicas serem representadas nas legendas das cartas geológicas de acordo com o princípio da sobreposição.

10. Que idade relativa têm as rochas observadas?

11. Consulta a Carta Geológica da região e, através da legenda, identifica a Era e o Período a que pertencem as rochas observadas no campo.

4ª Estação — Reboleira (Escola Roque Gameiro / Amadora)

1. Assinala no mapa o local em que nos encontramos.
2. Esquematiza o talude e as respectivas formações, legendando o esquema.
3. Aplicando o Princípio da Sobreposição identifica a rocha mais antiga.
4. Compara os diferentes materiais observados no talude relativamente à cor e à coerência (ou coesão).
5. Compara as observações feitas neste local com o que observaste nas traseiras da Rua do Serrado (Massamá – junto à PSP).
6. Fotografa o talude.

ESPERAMOS QUE ESTE TRABALHO DE CAMPO TE TENHA PERMITIDO CONHECER O CHÃO QUE PISAMOS.

1º Refere dois aspectos positivos da visita -

2º Refere dois aspectos negativos da visita -

3º Apresenta sugestões para que futuramente a visita possa ser melhorada.

| | | |
|---|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 10º Ano | |  |
| Como é que a Terra recicla e transforma os seus materiais ao longo do tempo? | Prof. Fátima Guerra | |

Objectivo: Executar um diagrama do Ciclo Litológico.

TEXTO

CICLO LITOLÓGICO

À superfície da Terra ocorrem alterações físicas e químicas das rochas que afloram. As rochas podem ser magmáticas (plutónicas ou vulcânicas), sedimentares ou metamórficas e, à superfície, por acção dos agentes erosivos, vão sendo alteradas e desagregadas dando origem a outras rochas. Ao conjunto de transformações que as rochas podem experimentar chama-se **Ciclo Litológico** ou **Ciclo das rochas**.

À superfície as rochas desagregam-se dando origem a sedimentos de vários tipos que são transportados pelo vento e pela água (rios, glaciares) até uma bacia de sedimentação onde se vão acumulando.

Sob a acção da pressão os sedimentos (areia, cascalho, argila) vão sendo compactados e os seus grãos vão sendo cimentados (diagénese), formando-se rochas sedimentares. Quando se encontram em zonas profundas, onde a pressão e a temperatura atingem valores elevados formam-se novos cristais e os minerais alinham formando-se foliação e surgem as rochas metamórficas.

Mas se a temperatura sobe ainda mais podem atingir-se as temperaturas de fusão e forma-se magma. Se ascender o magma e atingir a superfície pode dar origem a rochas vulcânicas e se ficar em bolsas magmáticas no interior da crosta dá origem a rochas plutónicas.

UM POUCO DE HISTÓRIA...

Remonta pelo menos ao século XVIII a ideia de que os fenómenos geológicos são cíclicos. Atribui-se a James Hutton a primeira descrição e ilustração do ciclo geológico apresentada à Comunidade Científica em 1785, num congresso que teve lugar em Edimburgo. Já nessa altura Hutton defendia que no interior da Terra, a profundidades a que a temperatura e a pressão são suficientemente elevadas, é possível ocorrer a fusão de qualquer rocha pré-existente, seja magmática, metamórfica ou sedimentar. Posteriormente o magma formado pode dar origem a novas rochas... Estas ideias ainda hoje se mantêm.

PROCEDIMENTO:

1º São fornecidos vários elementos (gobelés, rochas, sedimentos, giz e etiquetas) para a realização de um diagrama representativo do ciclo litológico.

Na Coluna I encontram-se discriminados os elementos a utilizar para a construção do diagrama, que representam simbolicamente os “actores” do Ciclo Litológico constantes da Coluna II.


Estabelece a correspondência entre as duas colunas.

| COLUNA I | COLUNA II | CORRESPONDÊNCIAS |
|-------------------------------|----------------------|------------------|
| 1. Gobelé com água | A. rocha metamórfica | 1 - B |
| 2. Gobelé com líquido laranja | B. água | 2 - D |
| 3. Xisto | C. rocha vulcânica | 3 - A |
| 4. Granito | D. magma | 4 - E |
| 5. Basalto | E. rocha plutónica | 5 - C |
| 6. Solo basáltico | F. rocha sedimentar | 6 - G |
| 7. Argilito | G. sedimentos | 7 - F |

2º Utilizando o giz verde desenha sobre a bancada de ardósia (laboratório) uma linha horizontal que represente a superfície terrestre.

3º Constrói o Ciclo litológico utilizando os elementos da Coluna I, o giz branco para representar as setas do diagrama e as etiquetas para representar os processos geológicos.

4º Esquematiza no caderno o diagrama que construístes.

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 10º Ano | |  |
| Como evolui a superfície do planeta? | Prof. Fátima Guerra | |

A superfície do planeta está sempre em evolução: a distribuição dos continentes muda, formam-se novos oceanos e novas montanhas.

O processo de edificação de montanhas — **orogenia** — decorre do dinamismo terrestre e de um conjunto de fases sucessivas que constituem o chamado “Ciclo de Wilson” (Figura 1).

De acordo com este ciclo, o levantamento de uma cadeia de montanhas envolve as fases de:

- Abertura de um novo oceano.
- Formação de bacias de sedimentação (essencialmente marinhas) nas margens continentais que gradualmente se afastam.
- Subducção e colisão continental acompanhados de deformação (formação de falhas e dobras), metamorfismo e magmatismo que culmina com a formação de uma cadeia de montanhas.

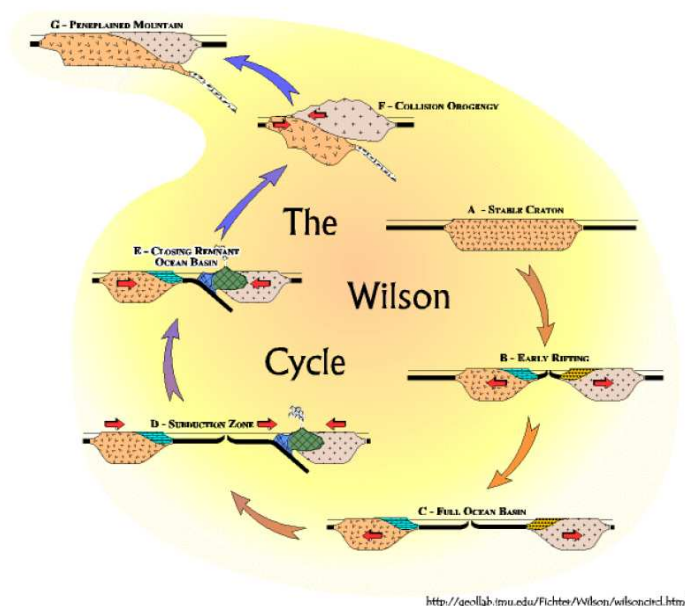


Figura 1 - Ciclo de Wilson

Na actualidade estão em formação grandes cadeias de montanhas — Andes e Montanhas Rochosas (na América), Alpes (na Europa); Himalaias (na

Ásia)... O processo que está na origem da formação destas montanhas teve início há muitos milhões de anos atrás, quando a Pangeia se começou a fracturar.

»» O supercontinente Pangeia (Figura 3 A) formado no final da Era Paleozóica, fracturou-se em diferentes “partes” que se foram afastando umas das outras à medida que se formavam os fundos dos oceanos actuais.

»» No início da Era Mesozóica, a Pangeia fracturou na zona que hoje corresponde à costa oeste portuguesa.

»» Como a região estava sujeita a forças distensivas alguns blocos abateram formando-se um *graben* (Figura 2) de grandes dimensões.

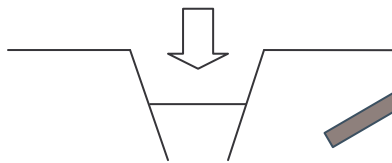


Fig 2 – Graben

»» Esse *graben* formou uma depressão alongada que se estendia, paralelamente à costa portuguesa, desde Aveiro até Setúbal.

»» À medida que essa depressão se tornou mais profunda, a água do mar foi-a invadindo e formaram-se rochas sedimentares, entre as quais os calcários recifais que observámos na Pedreira de Colaride.

»» A actividade vulcânica que tem lugar ao longo do rifte do Atlântico acabou por afastar gradualmente a América do Norte

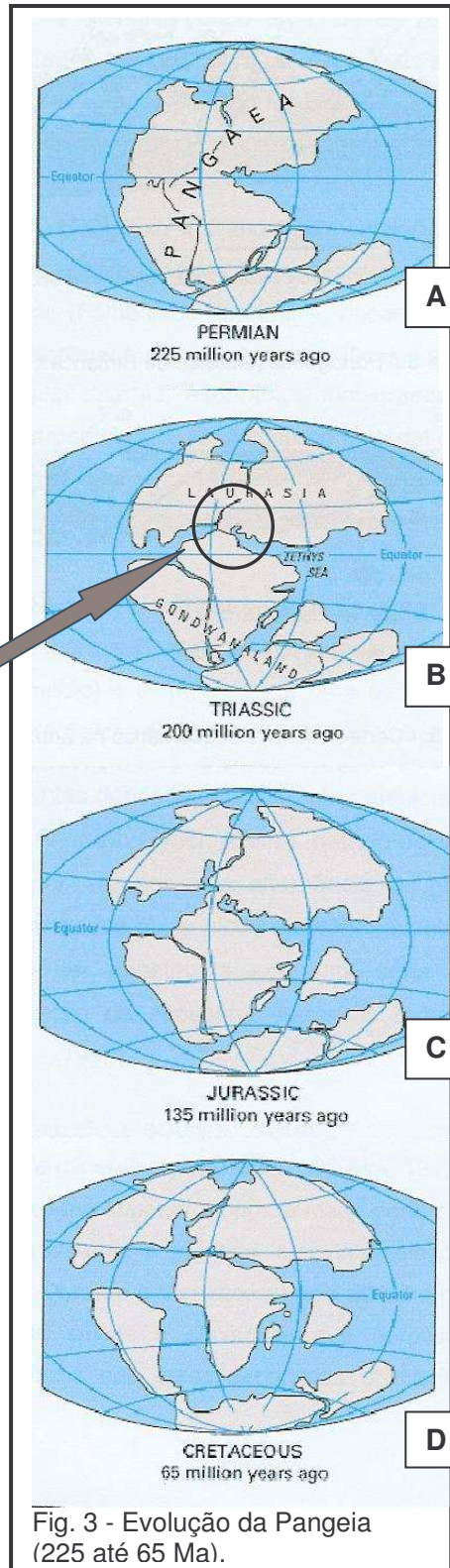



Fig. 3 - Evolução da Pangeia (225 até 65 Ma).

T.P.C: Investiga, consultando a internet ou livros, os processos que levaram à formação dos Himalaias e dos Andes.

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS | |  |
| BIOLOGIA E GEOLOGIA – 10º Ano | | |
| Como trabalham os Geólogos? Projecto de recuperação ambiental | Prof. Fátima Guerra | |

A observação das rochas da escarpa Oeste da Pedreira de Colaride não foi efectuada por razões de segurança. Como puderam observar a pedreira tem sido utilizada como vazadouro de todo o tipo de lixo — entulho das obras, estofos de automóveis, vidros, madeiras com pregos,...— pelo que se considerou pouco seguro fazer observações e colheita de dados na escarpa Oeste da pedreira.

O trabalho que estamos a desenvolver é no âmbito de tema “A Geologia os geólogos e os seus métodos”. Tendo em conta que existem geólogos que trabalham em projectos de recuperação ambiental, o desafio proposto é:

Imaginem que a Câmara Municipal, a Junta de Freguesia ou o Ministério do Ambiente abria concurso para a recuperação da Pedreira de Colaride e que o vosso grupo era formado por uma equipa de geólogos que pretendia apresentar um projecto a esse concurso...Como procederiam ?

1º Devem definir:


- Etapas de trabalho;
- Aspectos a analisar;
- Finalidades do projecto;
- Projecto final;

2º Devem elaborar um powerpoint para apresentar o projecto ao Júri do Concurso.

Sugere-se que iniciem o trabalho por uma pesquisa genérica sobre a população e património da freguesia que pode ser realizada através da Internet.

Dentro de um mês devem apresentar as linhas gerais do projecto para uma primeira análise e possíveis correcções ou melhorias.

O powerpoint só deve ser realizado depois dessa primeira análise e será apresentado em data a definir.

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 10º Ano | |  |
| Que mecanismos da geodinâmica interna afectaram a zona da escola? | Prof. Fátima Guerra | |

TEXTO

A nossa escola foi construída sobre os basaltos do Complexo Vulcânico de Lisboa. Este complexo ocupa uma extensão de cerca de 200Km² e aflora essencialmente nas zonas de Lisboa, Barcarena, Queluz, Amadora, Carnaxide, Mafra e Runa estendendo-se até à margem sul do Tejo.

O Complexo Vulcânico compreende diversos tipos de estruturas como chaminés vulcânicas (ex: Lexim), escoadas (ex: zona de Massamá) e filões (ex: Monte Suímo) e diferentes tipos de rochas. Predominam os basaltos em escoadas (como observámos no pátio da escola) muitas vezes intercalados com níveis piroclásticos (como observámos nas traseiras da Rua do Serrado, junto à PSP).

As determinações geocronológicas por métodos de Rb/Sr e K/Ar têm dado valores à volta de 70 Ma⁽¹⁾.

O vulcanismo ocorreu em ambiente subaéreo e foi predominantemente efusivo, pois os piroclastos, apesar de constituírem níveis intercalados por vezes muito repetitivos, são em menor percentagem.

O carácter alcalino e titanífero é sempre nitidamente marcado. O padrão geoquímico aponta para uma possível origem a partir de um penacho convectivo, ou seja, pluma térmica. O gráfico da figura 1 mostra que o vulcanismo é intraplaca.

O complexo apresenta espessuras variáveis — de 400m a 10m⁽²⁾. A reconstituição dos aparelhos vulcânicos e da volumetria dos materiais é problemática devido à forte erosão que atingiu o complexo. O estado avançado de alteração, levou à quase total obliteração da morfologia vulcânica. Da morfologia original, restam hoje as chaminés, as escoadas retalhadas e rochas geralmente muito alteradas. A configuração primitiva foi também profundamente transformada devido a falhas.

As chaminés vulcânicas principais situavam-se a Norte da zona da escola e a reconstituição, feita com base nas inclinações das escoadas basálticas e das formações piroclásticas, aponta para um cone vulcânico principal com altura superior a 2 Km e diâmetro da base da ordem dos 40 Km.

Os basaltos apresentam em alguns locais disjunção prismática (ex: Lexim) ou esferoidal (ex: Massamá).

Em alguns locais existem paleossolos que demonstram que a actividade vulcânica não foi contínua, havendo longos períodos de repouso entre diferentes erupções. As séries sedimentares ou vulcano-sedimentares, intercaladas no complexo, têm fornecido fósseis de natureza variada, entre os quais, restos de vertebrados crocodilianos, ranídeos e tritonídeos, parecendo ter origem lacustre e fluvial e apontar para um clima mais quente que o actual.

(SERRALHEIRO, 1978; ALVES et al., 1980; RAMALHO, M. et al., 2001)

(1) Chaminé basáltica do Lexim 55 ± 18 M.a.; manto ou soleira da Boa Viagem-Caxias 72 ± 2 M.a.; soleira de traquiandesito de Vale da Pipa 69 ± 2 M.a.; soleira de traquiandesito de Cabeço de Anços 70 ± 2 M.a (ALVES et al., 1980; RAMALHO, M. et al., 2001) ; rochas da Torre, Fanhões, Pimenteira e Sete Rios 72,6 ± 3,1 M.a (FERREIRA & MACEDO, 1979; RAMALHO, M. et al., 2001).

(2) Cerca de 900 m a oeste do pilar sul da Ponte 25 de Abril (Sondagens Ródio, 1964; Pais et al., 2006).

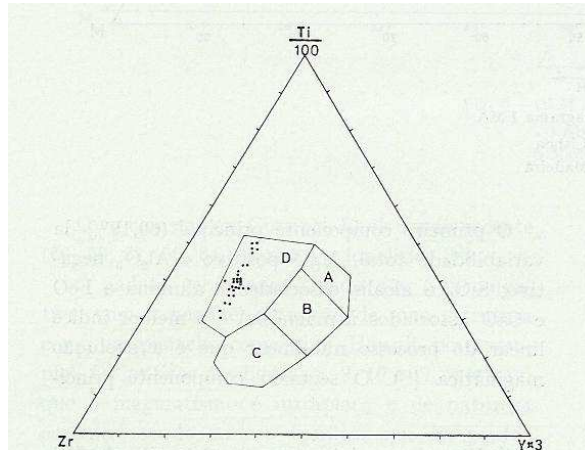


Figura 1 Complexo vulcânico de Lisboa, Pearce e Cann, 1973.
Campo D—Basaltos de intraplaca

TRABALHO DE PESQUISA EM DOCUMENTOS:

1. Através da análise dos documentos fornecidos caracteriza o Complexo Vulcânico de Lisboa em termos de:

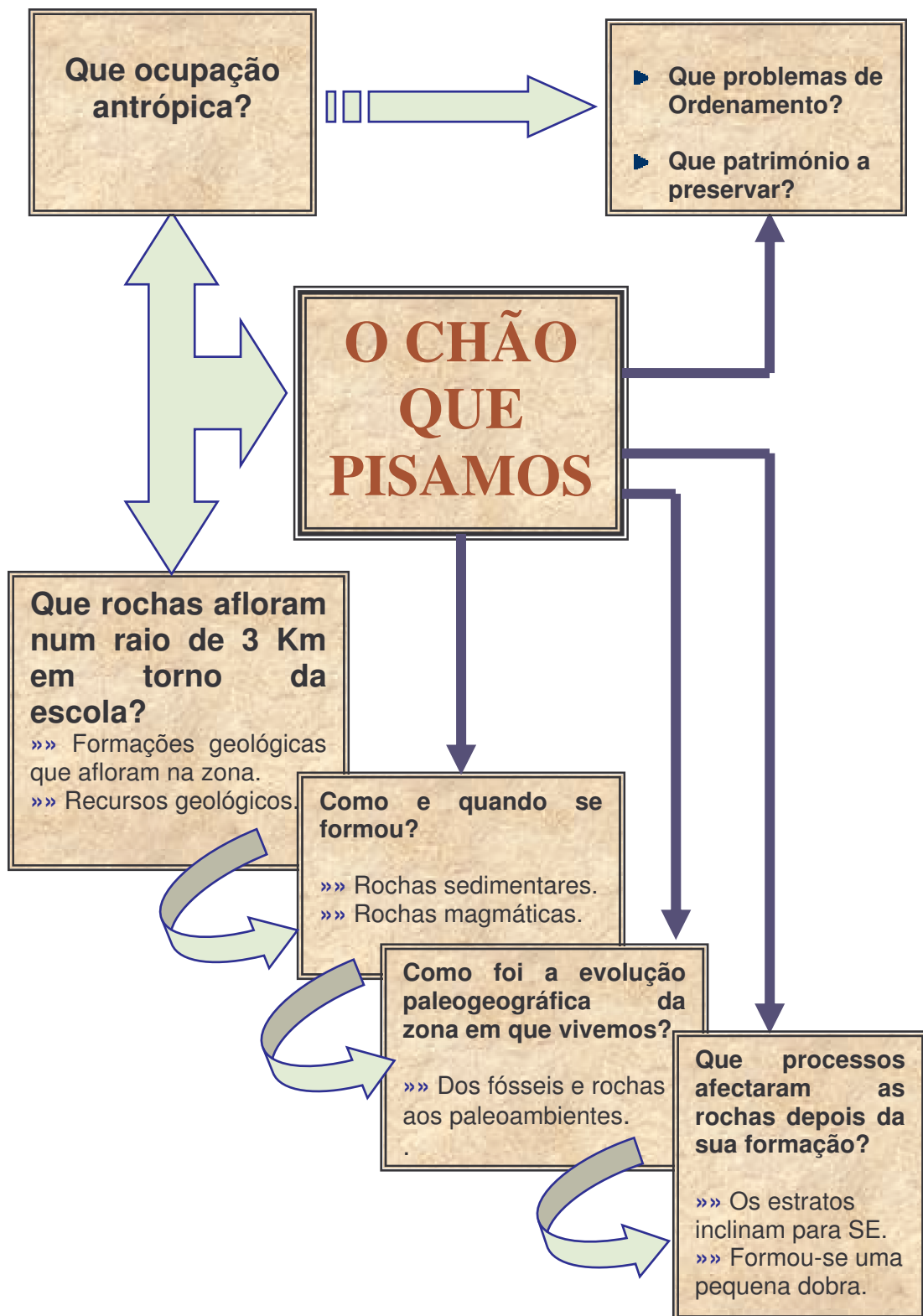
- Localização/extensão.
- Litologia.
- Idade.
- Origem/génese.
- Morfologia.
- Estado actual.

2. Identifica as dificuldades que se colocam aos geólogos que pretendem estudar o Complexo Vulcânico de Lisboa.

T.P.C. – Faz uma pesquisa sobre o tema: **Pontos quentes e plumas térmicas.**

ANEXO 3 – ACTIVIDADES PARA O 11º ANO

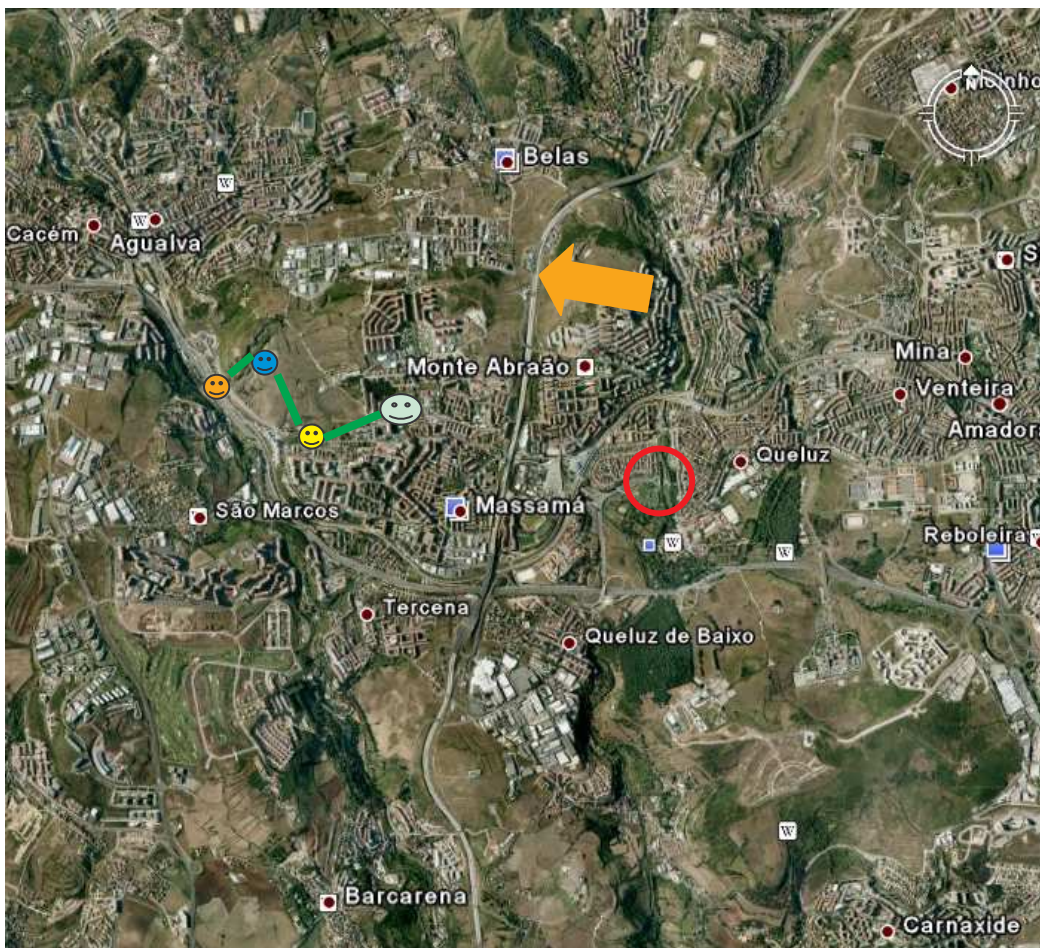
CARTA DE EXPLORAÇÃO










GEOLOGIA, PROBLEMAS E MATERIAIS DO QUOTIDIANO


| CONTEÚDOS CONCEPTUAIS ABORDADOS | FICHAS | AMBIENTE DE TRABALHO | |
|--|---|--|-----------------|
| 1.Ocupação antrópica e problemas de ordenamento: <ul style="list-style-type: none"> ▪Bacias hidrográficas. | Como foi a ocupação antrópica da região em que vivemos? → Que recursos disponibilizou ao Homem? → Que património devemos preservar? | Aula/Computador | |
| | 2.Recursos geológicos: <ul style="list-style-type: none"> ▪Recursos minerais. ▪Águas subterrâneas. | Preparação da aula de campo: interpretação de cartas geológicas. | Aula |
| | | Guião da aula de campo. | Campo |
| 3. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres: <ul style="list-style-type: none"> ▪Rochas sedimentares ▪Rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra. ▪Magmatismo — Rochas magmáticas. ▪Deformações das rochas. | Elaboração de um powerpoint documentando as observações da aula de campo. | Aula/Computador | |
| | Qual é a litologia na zona da escola? | Laboratório | |
| | Como são os solos na zona da escola? | | |
| | Que processos afectaram as rochas depois da sua formação? | Aula | |
| | Que paleoambientes podemos identificar na nossa região? | | |
| | Como foi a história geológica da região de Massamá? | | |
| | Uma viagem no tempo... | | |
| | | Elaboração de posters para a exposição “O chão que pisamos” | Aula/Computador |

Localização dos afloramentos abordados ou observados nas actividades desenvolvidas com os alunos do 11º ano



LEGENDA:

-  Percurso efectuado durante a aula de campo nas imediações da escola.
-  Localização dos prédios que ruíram em Queluz.
-  Escola Secundária Stuart Carvalhais (observação de basaltos).
-  Traseiras da Rua do Serrado (observação de basaltos e piroclastos).
-  Pedreira de Colaride (observação de calcários e basaltos).
-  Recta do Papel (observação de um corte com uma dobra).
-  Circular Regional Externa de Lisboa (CREL)
(*) paragem da aula de campo que implica uma deslocação em autocarro.

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11º Ano | |  |
| Como foi a ocupação antrópica da região em que vivemos? → Que recursos disponibilizou ao Homem? → Que património devemos preservar? | Prof. Fátima Guerra | |

A ocupação humana de uma região depende dos recursos que ela proporciona — água, solos, minerais, localização...
Os textos que se seguem dizem respeito à ocupação humana da região em que vivemos. Após a leitura desses textos, localiza nas cartas geológica e topográfica os locais neles referidos e responde às questões finais.

TEXTO I

A ocupação humana nesta zona data do Paleolítico. São conhecidas as estações arqueológicas de Colaride, Monte Abraão e Ribeira de Carenque. Do Neo-Calcolítico são conhecidas na região de Belas-Agualva-Carenque várias sepulturas megalíticas — Antas da Pedra dos Mouros (Idanha), Monte Abraão, Pego Longo (Carenque), Agualva (Cacém) e Galeria da Estria (Monte Abraão) — e o povoado de Colaride. Na Idade do bronze (séc. X a VIII A.C.) a região era importante em termos agrícolas, tal como indica o achado de um molde para fundição de foices encontrado em Colaride — Casal de Rocanes — que por se tratar de um molde permite deduzir que as foices seriam produzidas localmente.



Figura 1 - Molde talhado em pedra, destinava-se à fundição de lâminas em meia lua, utilizadas para a ceifa dos cereais na Idade do Bronze (séc. VIII a. C.). Trata-se dum exemplar único na arqueologia portuguesa, encontrado em Rocanes (Colaride).

<http://colaride.no.sapo.pt/historia/index.html>

TEXTO II

A cerca de 4 Km a norte da escola, no Monte Suímo (Venda Seca - Belas) aflora um filão de natureza basáltica, que apresenta megacristais de granada vermelha, anfíbola, piroxenas, espinela e olivina no seio de uma matriz mais fina. As granadas foram exploradas no passado para joalharia — minas de granadas que foram objecto de activa exploração no tempo dos romanos, (CHOFFAT, 1914; Ramalho, M. et al., 1993).

TEXTO III

A zona de Massamá é desde há muito tempo conhecida pela sua riqueza em água. Supõe-se que o nome da localidade — Massamá — deriva do termo de origem árabe “*Mactamá*” que se traduz por “*lugar onde se toma água; fonte, manancial*”. Nos símbolos heráldicos da Freguesia de Massamá estão incluídos motivos relacionados com a riqueza em água — as ondas representadas na base, são alusivas às ribeiras e o respiradouro, representado a amarelo, é alusivo às clarabóias de um aqueduto subsidiário do Aqueduto das Águas Livres existente na área da freguesia (Boletim da Junta de Freguesia, Dezembro de 2000).



Figura 2 - Símbolos Heráldicos da Freguesia de Massamá (Boletim da Junta de Freguesia, Dezembro de 2000).

TEXTO IV

Trata-se também de uma zona de solos férteis. Existem vestígios arqueológicos que atestam a ocupação agrícola da região desde o Neolítico até aos anos setenta quando a zona, devido à sua proximidade de Lisboa, foi fortemente urbanizada. Restam ainda na toponímia das ruas da antiga aldeia vestígios dessa actividade — Rua da Tascôa, Rua da Milharada e Casal do Olival. Nos símbolos heráldicos da Freguesia foram incluídas duas espigas cruzadas a lembrar os tempos em que os terrenos tinham vocação agrícola.

TEXTO V

Relativamente aos recursos geológicos da zona refere-se na Notícia Explicativa da Carta Geológica de Sintra (1993), a exploração de calcários para britas, na zona a norte da escola (Cacém e Belas). Essas explorações, visaram quase sempre os calcários com Rudistas e “Camadas com *Neolobites vibrayeanus*”(C³c), do Cretácico (Mesozóico), por serem os mais adequados para esse fim.

Onze destas pedreiras, de dimensões variáveis, estão representadas no canto SE da Carta Militar de Portugal – Folha 416 – de Sintra, numa faixa com cerca de 2Km de largura por 4Km de comprimento, a norte da escola. Actualmente estas pedreiras estão desactivadas e duas delas, situadas entre Colaride e o Monte Abraão, foram aterradas.

Numa das pedreiras abandonadas, a norte do Pendão, na Quinta de Santa Luzia, Pego Longo, foi encontrado em 1985, durante trabalhos de cartografia realizados por alunos de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, um vasto conjunto de pegadas organizadas em trilho (CARVALHO, A.,1994). A preservação deste achado, considerado Monumento Natural desde 1997, só foi possível devido à acção de numerosas pessoas que se envolveram na que ficou conhecida como a “Batalha de Carenque”. Esta “batalha” teve lugar nos jornais, nas escolas, na comunidade científica nacional e internacional e na Assembleia da República. Nela assumiram um papel muito importante grupos de jovens da Associação Olho Vivo que hoje se bate por outras causas, entre as quais a criação do Parque de Colaride.

Tarefas a desenvolver após a análise dos documentos:

1. Consulta as cartas da região para identificar os locais referidos nos textos:
 - Carta Militar (Folhas 416 e 430) – escala 1:25000.
 - Carta Geológica (Folhas 34 – A e 34 – C) – escala 1:50000.
2. Identifica os recursos que têm sido usados pelo Homem na zona onde vivemos.
3. Identifica elementos do património geológico e arqueológico da zona.

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11º Ano | |  |
| Que problemas de Ordenamento? | Prof. Fátima Guerra | |

TEXTO I

A proximidade de Lisboa trouxe consigo outra forma de ocupação e outros problemas. A zona de Massamá/Queluz foi gradualmente ocupada por prédios e as quintas e hortas foram dando lugar a urbanizações. À medida que o terreno se valorizou, devido à procura, os prédios foram-se tornando mais altos e as zonas verdes mais escassas. Os problemas decorrentes da falta de ordenamento foram surgindo:

- construção em leito de cheia;
- necessidades de energia;
- escassez de vias de comunicação;
- falta de espaços verdes;
- dificuldades de manutenção do património natural e construído.

De tudo isto resultaram acidentes, eventuais problemas de saúde, em suma, resultou uma diminuição da qualidade de vida da população residente.

TEXTO II

Na noite de 25 de Novembro de 1967, a região de Lisboa foi atingida por uma precipitação intensa e concentrada que desencadeou uma cheia com consequências trágicas. A estação de S.Julião do Tojal (Loures) registou 111 mm em apenas 5 horas. As estações da região de Lisboa registaram, nessa data, cerca de 1/5 do total da precipitação anual. A cheia foi amplificada por vários factores — bacias hidrográficas com áreas reduzidas; vastas zonas intensamente urbanizadas e impermeabilizadas; grande parte do coberto vegetal destruído; rios e ribeiras sem limpeza, onde existia vegetação muito densa e com lixo acumulado — mobiliário velho, electrodomésticos... — que dificultava a escorrência; coincidência com a praia-mar que no Tejo dificultava o escoamento da água dos afluentes.

Os fortes caudais da escorrência superficial tinham grande carga sólida, arrastando quantidade muito grande de detritos de dimensões muito variadas (de micra a metros), designadamente solo erodido, árvores, fragmentos de muros e blocos de edificações destruídas. Nalguns pontos a corrente de cheia revelou características de corrente de densidade. Muitas vezes os danos foram provocados pelo impacte de detritos de grandes dimensões, que fragilizaram as estruturas, as quais acabariam por ceder perante a força da corrente.

A situação na região de Lisboa tornou-se completamente caótica. As cheias destrutivas causaram a morte de 462 pessoas e desalojaram ou afectaram cerca de 1100, submergindo centenas de casas e infra-estruturas num rio de lamas e pedras. Todavia, permanecem muitas dúvidas sobre a dimensão deste evento, designadamente no que se refere ao número de vítimas mortais, pois que o regime político da altura nunca permitiu apurar as verdadeiras consequências desta catástrofe. Algumas estimativas apontam para prejuízos da ordem dos 3 milhões de dólares a preços da época. No dia seguinte as estruturas oficiais revelaram-se incapazes de ministrar o apoio necessário às vítimas, tendo-se, para tal, verificado mobilização da sociedade civil. Como recorda Mariano Gago "... com as cheias de 1967 e com a participação dos estudantes de Lisboa no apoio às populações (morreram centenas de pessoas na área de Lisboa e isso era proibido dizer-se). Só as Associações de Estudantes e a Juventude Universitária Católica é que estavam no terreno a ajudar as pessoas a tirar a lama, a salvar-lhes os pertences, juntamente com alguns raros corpos de bombeiros e militares. Talvez isso, tenha sido um dos primeiros momentos de mobilização política da minha geração".

TEXTOS III

A zona onde as cheias foram mais devastadoras foi a de Loures, mas noutros locais dos arredores de Lisboa, como em Queluz, tiveram também graves consequências.

Na zona do mercado de Queluz, existem alguns prédios construídos junto ao leito do Rio Jamor. Na noite de 25 de Novembro de 1967, o leito de cheia do rio, na zona mais baixa do actual Parque de Queluz (a montante do Palácio) foi completamente inundado. Naquela época não existia o Parque, a zona era ocupada por oliveiras (algumas das quais ainda hoje lá estão). Ao princípio da noite, o rio apresentava uma corrente fortíssima que arrastou carros e dois prédios. Actualmente há um espaço entre a Ponte Pedrinha e o nº 219 da Av. José Elias Garcia (junto ao Aqueduto), que no passado era ocupado por um dos prédios, que nessa noite foi arrastado pela corrente.

No leito de cheia do Jamor, a jusante da Ponte Pedrinha e a montante do Palácio, há hoje uma zona verde — o Parque Felício Loureiro — que constituiu uma boa opção em termos de Ordenamento.

Problemas mais actuais...

TEXTOS IV

Jazida de Pego Longo — A chamada “Batalha de Carenque”, iniciou-se em 1990 para impedir a utilização da pedreira, com pegadas de dinossauros, como local de descarga de entulho, passou depois por uma fase de sobressalto quando em 1992/93 o traçado da CREL ameaçou destruir as pegadas e “terminou” em 1995 com a construção de dois túneis que, permitindo manter o traçado da CREL, permitiram também a preservação das pegadas (...)

Falta construir o Museu e Centro de Interpretação do Pego Longo (Carenque), cujo projecto foi aprovado em 2001 pela Câmara Municipal de Sintra aguardando, desde então, a disponibilização das verbas necessárias para se tornar realidade.

Deputado Municipal António Filipe 17/05/08.

<http://www.alvordesintra.com/noticias/templates/Noticias.asp>

TEXTOS V

Parque Natural e Cultural de Colaride — Na sequência da mobilização das escolas e associações locais, da recolha dum abaixo-assinado com cerca de 6000 subscrições e de manifestações públicas que expressaram a vontade da população na criação de um pulmão verde entre Cacém e Massamá, foi possível a preservação daquele espaço. Em 1997, vencida a pressão dos lobbies da urbanização, a Câmara Municipal de Sintra classificou o local como Espaço Cultural e Natural com base numa proposta da Associação Olho Vivo para a alteração do Plano Director Municipal (PDM). Nos Espaços Culturais e Naturais estão interditas actividades como construção, movimentos de terra, corte ou destruição do revestimento vegetal e natural. No entanto, em 1998 uma empresa imobiliária, a Pimenta & Rendeiro S.A., proprietária de vários hectares naquela zona, iniciou a terraplanagem de uma vasta área. Derrubou parte dum montado de sobreiros para dar início às fundações de um hipermercado de materiais de construção. O solo da Estação Arqueológica da Barôta foi transportado em camionetas, desconhecendo-se o destino dado ao espólio arqueológico com mais de 30 000 anos. A Associação Olho Vivo apresentou uma queixa-crime ao Ministério Público.

Flora Silva - Presidente da Olho Vivo (Associação para a Defesa do Património, Ambiente e Direitos Humanos)

<http://colaride.no.sapo.pt/campanha/ameacas.html>

TEXTO VI

Linha de muito Alta Tensão Fanhões /Trajouce — Em Novembro de 2005, a população foi surpreendida pela discussão pública do projecto para a instalação, no município de Sintra, de 27 postes do sublanço da linha de muito Alta Tensão que ligará Fanhões (em Rio Maior) a Trajouce (em Cascais) (...) estando a sua instalação pensada para as imediações de bairros onde habitam milhares de pessoas e em zonas de património ambiental e natural de reconhecida importância.

A leitura do Estudo de Impacto Ambiental revelou omissões (...) verificando-se que o corredor proposto não está previsto no PDM e que o projecto foi feito com base em mapas desactualizados, onde não vêm assinaladas aquelas que hoje são importantes zonas residenciais... Mais tarde, veio a concluir-se que este traçado previa a instalação de um poste em cima de uma jazida arqueológica (Colaride) e vários outros em locais onde irão ser construídas as circulares poente e nascente do Cacém “ passando ao lado da jazida de Carenque.

Deputado Municipal André Beja 30/10/06.

<http://www.alvordesintra.com/noticias/templates/Noticias.asp>

Tarefas a desenvolver após a análise dos documentos:


1. Regista os problemas resultantes do crescimento acelerado e da falta de Ordenamento.
2. Refere as soluções técnicas encontradas para a resolução desses problemas.
3. Comenta o Estudo de Impacto Ambiental realizado para a Linha de muito Alta Tensão.

T.P.C:

1.Recorrendo à Internet investiga em que consiste um:

- **Estudo de Impacto Ambiental;**
- **Plano Director Municipal.**

2.No pátio da nossa escola, o talude a Norte do Pavilhão G, em virtude da sua inclinação para Sul, mostra evidências de movimento de terra. Identifica e fotografa evidências desse movimento e a intervenção humana no sentido de o minimizar.

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11º Ano | |  |
| Preparação da aula de campo: Interpretação de cartas geológicas | Prof. Fátima Guerra | |

Objectivos:

- Conhecer a simbologia das cartas geológicas e topográficas.
- Identificar e datar as formações geológicas próximas da escola.

Materiais:

- Carta Geológica de Portugal (1/50000) folhas 34-A (Sintra) e 34-C (Cascais).
- Tabela estratigráfica.

Sobre as cartas geológicas:

As cartas geológicas são muito coloridas. As várias cores representam diferentes formações geológicas, isto é, diferentes tipos de rochas e diferentes idades.

As cartas contêm sempre, do lado esquerdo ou do lado direito, uma legenda formada por pequenos rectângulos coloridos. Cada um desses rectângulos tem uma cor e um símbolo e, ao lado, algumas informações sobre as rochas que aparecem na carta representadas por essa cor e por esse símbolo. Devem ter em conta que as cores da legenda não estão colocadas ao acaso: na base da legenda estão as rochas plutónicas e filões, enquanto que na parte superior da legenda se encontram as rochas vulcânicas, metamórficas e sedimentares, dispostas de acordo com o princípio da sobreposição.

Além destas informações as cartas possuem uma escala numérica e uma escala gráfica que nos permitem conhecer as distâncias entre os vários locais; possuem curvas de nível que nos dão informações sobre o relevo; possuem um conjunto de sinais convencionais que nos dão informações relativas aos contactos entre as formações geológicas, inclinação dos estratos, falhas, pedreiras existentes na zona, achados arqueológicos, etc.

Procedimento:

Consultando as folhas 34-A e 34-C da Carta Geológica de Portugal o grupo deve:

1º Localizar Massamá .

2º Identificar a formação geológica que aflora na zona onde foi construída a escola, registando a cor que lhe corresponde e o respectivo símbolo.

3º Juntar as duas cartas de modo a formarem um todo.

4º Sabendo que as margens à esquerda e à direita das cartas nos indicam a direcção Norte-Sul, orientem as cartas de modo a que os observadores fiquem voltados para Norte.


5º Identificar as formações geológicas a Norte, Sul, Este e Oeste da escola, registando as cores que lhes correspondem e os respectivos símbolos.

| Ponto cardinal | Cor | Símbolo | Nome | Idade |
|----------------|-----|---------|------|-------|
| Norte | | | | |
| Sul | | | | |
| Este | | | | |
| Oeste | | | | |

6º Os estratos sedimentares podem apresentar-se deformados, isto é, inclinados, com falhas ou dobras. Na legenda das cartas encontra-se um conjunto de símbolos que dão indicações relativas a estes aspectos. Através da consulta das cartas geológicas procurem identificar sinais de deformação. Registem as conclusões.

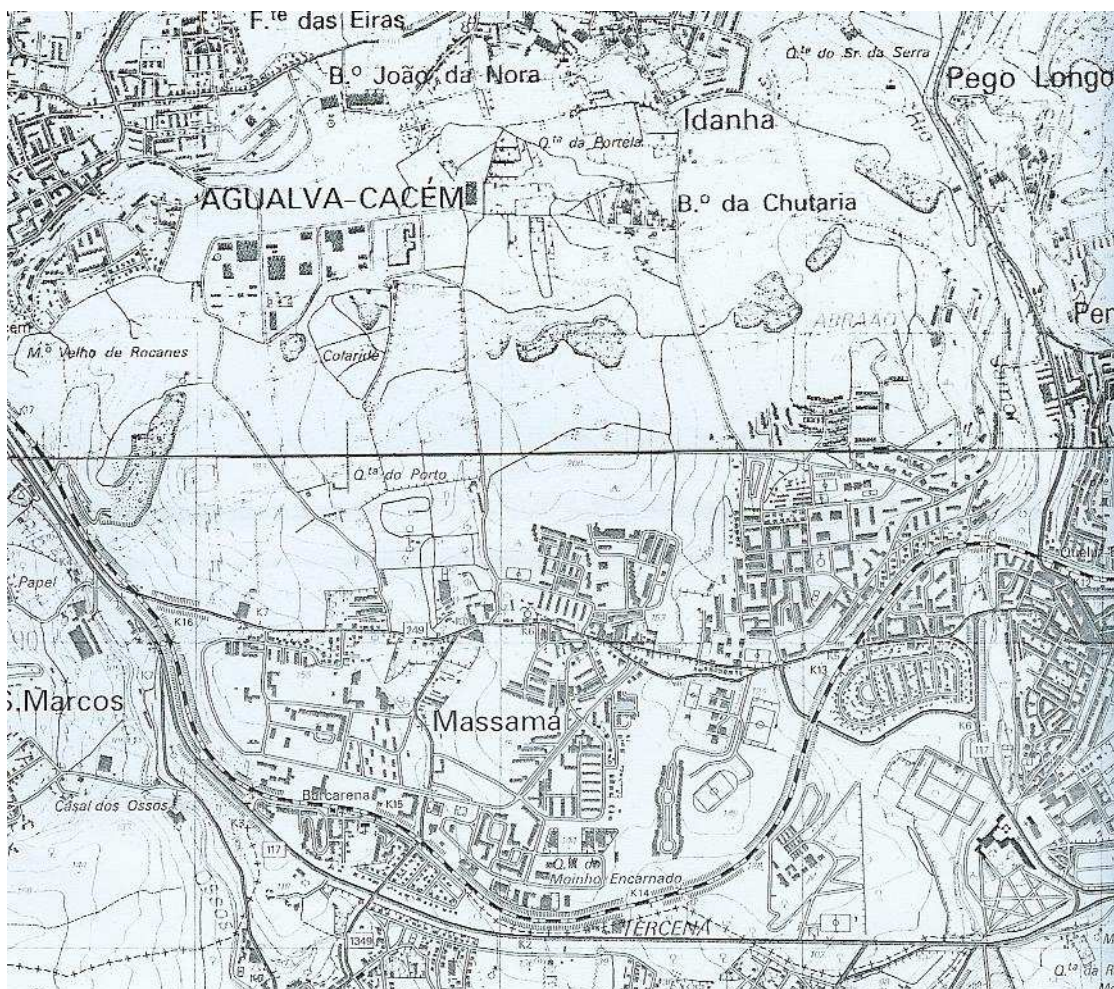
PARA A AULA DE CAMPO QUE VAMOS REALIZAR NAS IMEDIAÇÕES DA ESCOLA CADA GRUPO DE TRABALHO VAI NECESSITAR DO SEGUINTE MATERIAL:

- Sacos de plástico transparentes e marcador;
- Bússolas;
- Martelos de geólogo;
- Cartas topográfica 1:25000 – Folhas 416 e 430;
- Guião;
- Caderno de campo (ou prancha de capa dura com folhas lisas);
- Colher;
- Caneta, lápis, esferográfica e borracha;
- Lápis de cor: verde, verde claro e castanho.
- Vestuário e calçado desportivo (impermeável, se o tempo a isso aconselhar);
- Saco de plástico para o lixo;
- Merenda e água;
- Máquina fotográfica.

| | | |
|--|----------------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11º Ano | |  |
| Guião da aula de Campo | Prof. Fátima Guerra | |

Durante esta aula vamos conhecer o chão que pisamos...

A. MAPA TOPOGRÁFICO — Carta Militar (Folhas 416 e 430) – escala 1:25000.



B. OBJECTIVOS:

- Observar as diferentes formações geológicas existentes nas imediações da escola.
- Realizar esquemas e fotografias dos afloramentos observados.
- Colher amostras dos solos e dos afloramentos.
- Aplicar princípios estratigráficos na resolução de exercícios concretos.

C. MATERIAL:

- Sacos de plástico transparentes e etiquetas ou marcador;
- Bússolas;
- Martelos de geólogo;
- Cartas topográfica 1:25000 – Folhas 416 e 430;

- Caderno de campo (ou prancha de capa dura com folhas lisas);
- Colher;
- Caneta, lápis, esferográfica e borracha;
- Lápis de cor: verde, verde claro e castanho.
- Vestuário e calçado desportivo (impermeável, se o tempo a isso aconselhar);
- Saco de plástico para o lixo;
- Merenda e água;
- Máquina fotográfica.

D. ORIENTAÇÕES PARA O TRABALHO DE CAMPO

1ª Estação: Escola Secundária Stuart Carvalhais

1. Assinala no mapa o local em que nos encontramos.
2. Colhe uma amostra da rocha e guarda-a num saco registando o local e data de colheita (com uma etiqueta ou um marcador).
3. Com a colher recolhe uma amostra de solo e guarda-a num saco registando o local e data de colheita (etiqueta/ marcador).
4. Fotografa o talude.
5. Recorda o trabalho realizado na aula com a Carta Geológica e as cores que representam as formações geológicas que afloram na região. Utilizando o lápis de cor apropriado pinta, na carta topográfica incluída no guião, o local em que nos encontramos.

2ª Estação: Rua do Serrado da Bica

1. Assinala no mapa o local em que nos encontramos.
2. Esquematiza o talude e as respectivas formações, legendando o esquema.
3. Estabelece uma relação temporal entre as formações geológicas identificadas.
4. Compara os diferentes materiais observados no talude relativamente à cor e à coerência.
5. Recorda o trabalho realizado na aula com a Carta Geológica e as cores que representam as formações geológicas que afloram na região. Utilizando o lápis de cor apropriado pinta, na carta topográfica incluída no guião, o local em que nos encontramos.

3ª Estação – Pedreira de Colaride

1. Assinala no mapa o local em que nos encontramos.
2. Com a bússola identifica o Norte.

3. Utilizando o Norte como referência, esquematiza as formações que observas nos taludes Este e Oeste da pedreira, legendando os esquemas.
4. Estabelece uma relação temporal entre as formações geológicas identificadas no talude Este.
5. Compara as rochas observadas no talude Este relativamente à cor.
6. Compara as rochas observadas no talude Este da pedreira com:
 - as rochas do talude Oeste da pedreira.
 - com as rochas observadas na estação anterior.»»»»»»» O que podes concluir?
7. Colhe uma amostra da rocha do talude Oeste e do respectivo solo. Guarda-as em sacos registando o local e data de colheita.
8. Fotografa ambos os taludes.
9. Recorda o trabalho realizado na aula com a Carta Geológica e as cores que representam as formações geológicas que afloram na região. Utilizando o lápis de cor apropriado pinta, na carta topográfica incluída no guião, o local em que nos encontramos.

4ª Estação – Recta do Papel

1. Assinala no mapa o local em que nos encontramos.
2. Identifica as superfícies de estratificação.
3. Recorda o trabalho realizado na aula com a Carta Geológica e as cores que representam as formações geológicas que afloram na região. Utilizando o lápis de cor apropriado pinta, na carta topográfica incluída no guião, o local em que nos encontramos.
4. Esquematiza as formações que se observam no talude legendando o esquema.
5. Colhe amostras e guarda-as em sacos registando o local e data de colheita.
6. Mede e regista a atitude das camadas.
7. As rochas apresentam sinais de ligeira deformação. Indica-os.
8. Fotografa aspectos do talude que te pareçam relevantes.
9. Estabelece uma relação temporal entre as formações geológicas observadas neste talude e as rochas observadas nas estações anteriores. O que podes concluir?

A terminar, assinala no mapa o percurso efectuado. O nosso trabalho irá continuar no laboratório.


ESPERAMOS QUE ESTE TRABALHO DE CAMPO TE TENHA PERMITIDO CONHECER O CHÃO QUE PISAMOS.

Agora que a visita terminou queremos saber a tua opinião:

1º Refere dois aspectos positivos da visita -

2º Refere dois aspectos negativos da visita -

3º Apresenta sugestões para que futuramente a visita possa ser melhorada.

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS | |  |
| BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11º Ano | | |
| Qual é a litologia na zona da escola? | Prof. Fátima Guerra | |

Objectivos:

- Identificar as amostras recolhidas durante a aula de campo.
- Relacionar cada uma das amostras com a formação a que pertence.
- Relacionar cada uma das amostras com a sua génese e a sua idade.
- Construir um mapa de conceitos com os dados recolhidos.
-

Materiais:

- Amostras recolhidas durante a aula de campo.
- Registos da aula de campo.
- Carta Geológica de Portugal (1/50000) folhas 34-A (Sintra) e 34-C (Cascais).
- Tabela estratigráfica.
- Ácido clorídrico.

Actividades:

Durante a aula de campo o grupo de trabalho recolheu algumas amostras de rocha com as quais vão trabalhar nesta aula.

1º Registem o significado do termo litologia (relembrem o conceito de ciclo litológico).


2º Classifiquem as amostras de rocha com base na análise do seu aspecto e das suas propriedades. Utilizem o ácido clorídrico se for necessário e registem as conclusões.

3º Relacionem cada uma das amostras com o seu ambiente de formação. Registem as conclusões.

4º Consultando as cartas geológicas e, se necessário, a tabela estratigráfica, relacionem cada uma das amostras com a formação geológica a que pertence e com a respectiva idade.

| Paragem | Nºda amostra | Classificação | Formação geológica | Idade |
|---------|--------------|---------------|--------------------|-------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

5º No fim o grupo deve construir um mapa de conceitos que relacione todos os dados recolhidos relativamente às rochas da região (tipos de rocha, idades, designações atribuídas na carta geológica).

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11º Ano | |  |
| Como são os solos na zona da escola? | Prof. Fátima Guerra | |

Objectivos:

- Relacionar cada uma das amostras de solo com a rocha que lhe deu origem.
- Caracterizar os solos recolhidos.

Materiais:

- Amostras de solo recolhidas durante a aula de campo.
- Registos da aula de campo.
- Carta Geológica de Portugal (1/50000) folhas 34-A (Sintra) e 34-C (Cascais).
- Dois funis de vidro.
- Dois gobelés graduados (ou provetas).
- Papel de filtro.
- Água.
- Espátula.
- Cronómetro.
- Duas caixas de Petri.
- Ácido clorídrico.

Actividades:

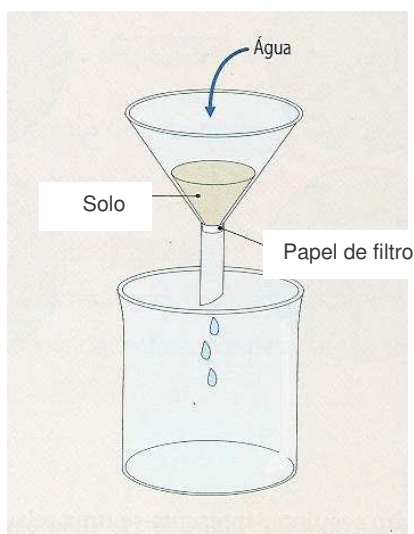
Durante a aula de campo o grupo recolheu duas amostras de solos com as quais vão trabalhar nesta aula.

Procedimento experimental:**ACTIVIDADE I**

1. Coloca sobre a bancada do laboratório duas Caixas de Petri.
2. Em cada uma das caixas coloca uma amostra de um dos tipos de solo (usa igual quantidade).
3. Adiciona duas gotas de ácido clorídrico ao conteúdo de cada uma das caixas de Petri.
4. Observa e regista os resultados.

ACTIVIDADE II

1. Coloca os funis sobre os gobelés graduados.
2. Coloca papel de filtro no interior de cada um dos funis.
3. Coloca em cada funil um tipo de solo (usa igual quantidade).
4. Adiciona água com uma proveta (usa igual quantidade).



(Adaptado de Dias, G. et al.2004)


Registo de resultados:

1. Regista o volume de água que passa de 30 em 30 segundos.
2. Indica qual das amostras é atravessada mais rapidamente pela água.
3. Indica em qual dos funis ocorre maior retenção de água.
4. De acordo com os resultados da experiência, propõe uma definição para o conceito de permeabilidade.

CONCLUSÕES:

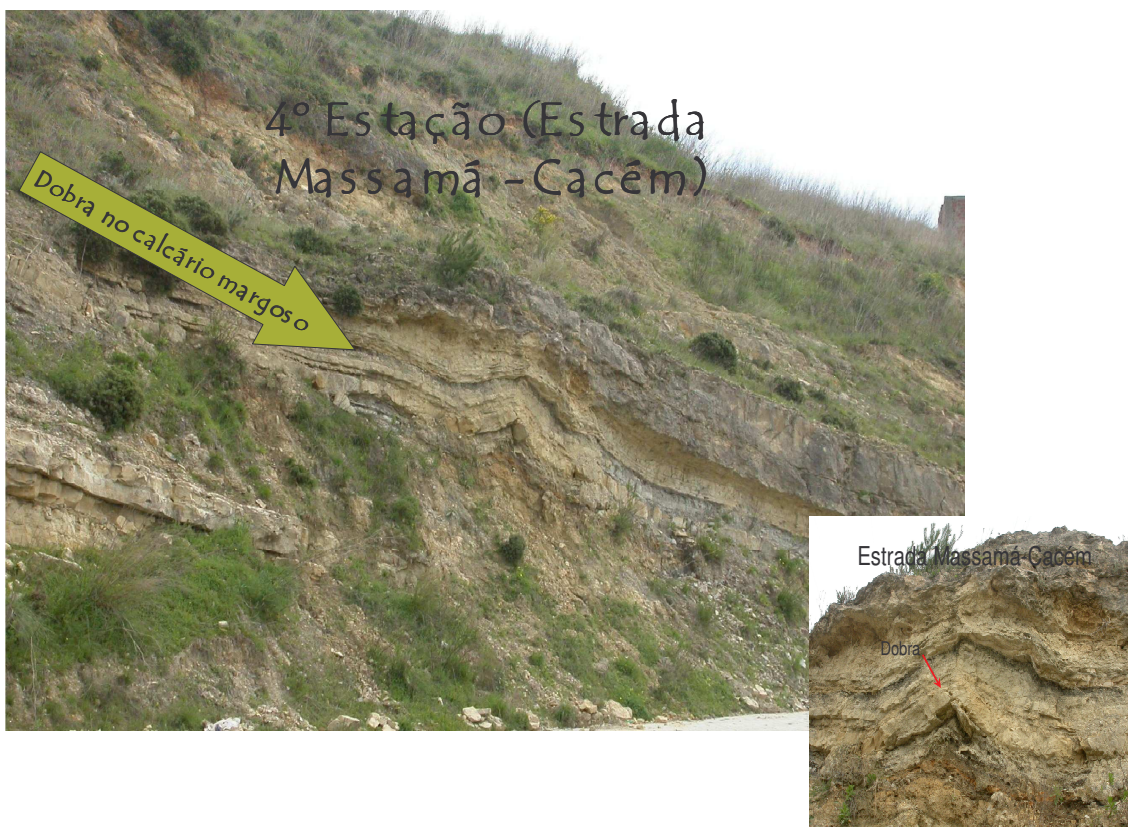
Tendo em conta as observações efectuadas no campo e os resultados obtidos nesta actividade experimental, preenche o seguinte quadro resumo:

| Paragens | Cor | Reacção com o ácido | Permeabilidade | Formação geológica |
|----------|-----|---------------------|----------------|--------------------|
| | | | | |
| | | | | |

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11º Ano | |  |
| Que processos afectaram as rochas depois da sua formação? | Prof. Fátima Guerra | |

A mobilidade da litosfera gera tensões que originam deformações nas rochas. Durante a aula de campo observámos uma dobra que afectou as margas e calcários margosos do Cretácico (± 95 Ma). Esta dobra, surge no contexto de um conjunto camadas que inclinam cerca de 20º para SE.

Como se pode explicar o aparecimento daquela dobra no contexto referido?



As deformações podem assumir diversos aspectos, pois resultam de tensões que actuam com diferentes intensidades e direcções, dependendo também de outros factores como a litologia e a presença de fluidos. Deste modo, diferentes rochas podem apresentar diferentes comportamentos quando sujeitas a condições idênticas e a mesma rocha pode apresentar diferentes comportamentos quando sujeita a diferentes condições.

Utilizando o conjunto de três peças de madeira fornecido e um pedaço de cartolina vamos ver como se movimentam as rochas sempre que são sujeitas a tensões.

Procedimento:

I – Deformação por rotura/ rochas com comportamento frágil

1º - (a) Com as três peças de madeira forma um paralelepípedo de modo a que todas as setas de cor verde fiquem na mesma face.

(b) Empurra lentamente os blocos laterais um contra o outro e observa o que acontece ao bloco central.

(c) Desenha no caderno o que observas após o movimento.

(d) Consulta o livro e identifica o tipo de forças que actuou sobre os blocos e a designação atribuída às falhas deste tipo, quando isoladas e quando conjugadas.

2º - (a) Com as três peças de madeira forma um paralelepípedo de modo a que todas as setas de cor vermelha fiquem na mesma face.

(b) Levanta ligeiramente o conjunto e afasta lentamente os blocos laterais. Observa o que acontece ao bloco central.

(c) Desenha numa folha o que observas após o movimento.

(d) Consulta o livro e identifica o tipo de forças que actuou sobre os blocos e a designação atribuída às falhas deste tipo, quando isoladas e quando conjugadas.

3º - (a) Coloca as duas peças de madeira de maiores dimensões sobre a mesa. Encosta as duas peças de modo a que as setas de cor azul fiquem viradas para o observador (na mesma face). Justapõe a banda azul de modo a formar uma linha contínua.

(b) Imagina que a banda azul representa o muro entre duas propriedades: Quinta de S. Mateus e Quinta de S. João.

(c) Desloca os blocos de acordo com as setas. O que aconteceu ao muro que separa as duas propriedades?

(d) Desenha numa folha o que observas após o movimento.

(e) Consulta o livro e identifica o tipo de forças que actuou sobre os blocos e a designação atribuída às falhas deste tipo.

CURIOSIDADES:

Movimentos das rochas devido à formação de falhas e dobras dão origem a sismos e também estão na origem da formação de montanhas.

A Cordilheira Central, formada pela Serra da Estrela, do Açor, da Lousã e da Gardunha, resultou da existência de um conjunto de falhas que foram sujeitas a forças compressivas. Em consequência deste processo, ocorreu o levantamento de blocos rochosos formando-se relevos de tipo horst (tal como na situação I)

II – Deformação plástica/ rochas com comportamento dúctil

(a) Coloca as duas peças maiores sobre a mesa de modo a que as setas a preto fiquem na face voltada para o observador e voltadas uma para a outra.

(b) Entre as duas peças de madeira coloca um pedaço de plasticina ou de cartolina.

(c) Empurra lentamente os blocos laterais um contra o outro e observa o que acontece à plasticina (ou à cartolina).

(d) Desenha numa folha o que observas após o movimento.

(e) Consulta o livro e identifica o tipo de forças que actuou sobre a cartolina e a designação atribuída à estrutura obtida.

III – Exercícios de aplicação

1. A figura 1 corresponde a uma representação simplificada de uma carta geológica.

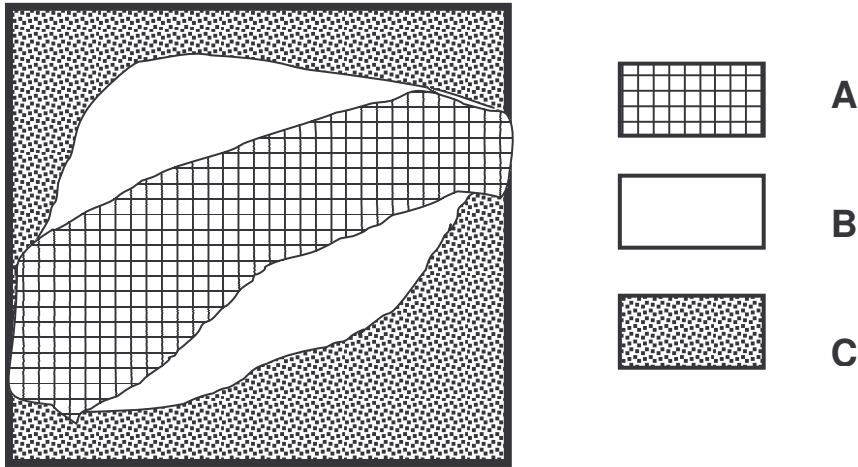


Figura 1

- 1.1. Regista a atitude da camada B na zona S da carta.
- 1.2. Identifica a estrutura representada e esquematiza-a segundo um corte NW-SE
- 1.3. Como podemos classificar a estrutura representada:
 - 1.3.1. Quanto à forma.
 - 1.3.2. Tendo em conta a idade das camadas.

2. A figura 2 corresponde a uma representação simplificada de uma carta geológica. As linhas XX' e ZZ' representam falhas. XX' inclina 40º para E e ZZ' inclina 40º para W.

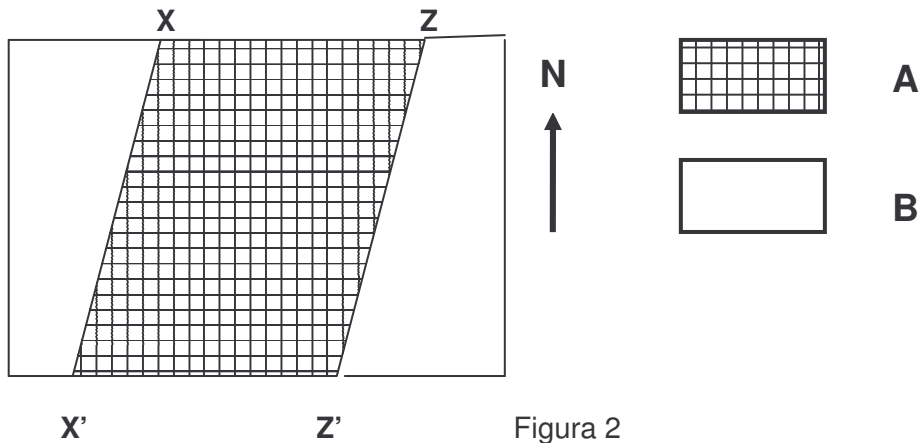



Figura 2

- 1.1. Regista a atitude da falha ZZ'.
- 1.2. Como podemos classificar as falhas representadas?
- 1.3. Identifica a estrutura representada e esquematiza-a segundo um corte W-E.

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11º Ano | |  |
| Que paleoambientes podemos identificar na nossa região? | Prof. Fátima Guerra | |

Os documentos que se seguem fornecem informações relativas aos paleoambientes que existiram na zona da escola. Através da análise desses documentos, da consulta das cartas geológicas locais e da aplicação dos princípios da Sobreposição e das Causas Actuais, procura deduzir a evolução ambiental que teve lugar na região da escola desde há cerca de 90 M.a.

TEXTO I

Os basaltos do Complexo Vulcânico de Lisboa, assentam sobre as camadas de calcário do Cenomaniano superior, que afloram quer nas zonas adjacentes daquele complexo, quer em pequenos retalhos postos a descoberto pela erosão. O Homem do Paleolítico, encontrava nestas rochas abundante matéria-prima para talhar os instrumentos líticos necessários à caça, pois nos calcários do Cenomaniano superior ocorrem nódulos de sílex (RAMALHO et al., 2001).

TEXTO II

A propósito das rochas da jazida de Carenque que contêm as pegadas dos dinossaúrios, escreveram, no seu relatório, os alunos que as descobriram o seguinte: *“Na bancada do chão, constituída por margas calcárias gresosas cinzento-amareladas, foram observados abundantes restos vegetais (carvão) e numerosas impressões deixadas por animais de grande porte.” (...)*

Na página 244 do relatório, os autores referem tratar-se de uma pedreira em calcários do topo do Cenomaniano médio, cuja exploração terminou quando foi alcançado o nível do calcário margoso (onde se encontram as pegadas). (...) Referem ainda que a camada em que se encontram as pegadas contém fósseis de gastrópodes, lamelibrânquios, etc.

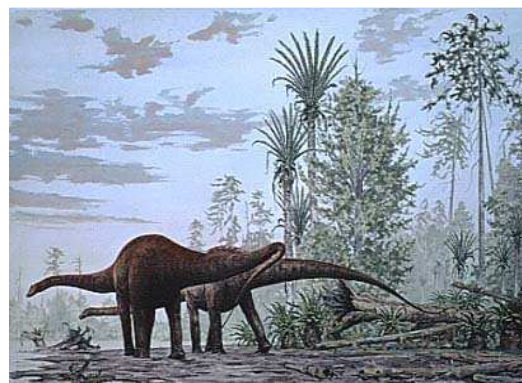


Figura 1
<http://www.palaeos.com/Mesozoic/Images/diplodocus.jpg>

(Galopim de Carvalho, 1994)

TEXTO III (PAIS et al., 2006)

Os calcários com rudistas e “Camadas com *Neolobites vibrayeanus*” (datadas como Cenomaniano superior) que afloram em Colaride, são designados actualmente como “Formação da Bica”.

A parte superior destes calcários é caracterizada pela presença de rudistas contendo também numerosos foraminíferos, ostracodos, tubos de serpulídeos, esponjas, algas, gastrópodes, bivalves e equinídeos, além das amonites *Neolobites vibrayeanus*.



Figura 2 – Fóssil de rudista
Radiolites peroni (Choffat)



Figura 3 – Fóssil de peixe (Barcarena)
Barcarenichthys joneti (Gayet, 1988)

TEXTO IV

O Complexo Vulcânico compreende diversos tipos de estruturas como chaminés (ex: Lexim), escoadas e filões (ex: Monte Suímo) e diferentes tipos de rochas – basaltos, piroclastos, brechas, ... Predominam os basaltos em escoadas, muitas vezes intercalados com níveis piroclásticos. Na zona da escola, as rochas do complexo assentam sobre os calcários recifais do Cenomaniano superior e a sua datação absoluta tem dado valores à volta de 70 M.a.

Em alguns locais existem paleossolos que demonstram que a actividade vulcânica não foi contínua, havendo longos períodos de repouso entre diferentes erupções. Têm sido descobertos fósseis variados, entre os quais restos de vertebrados crocodilianos, ranídeos e tritonídeos, parecendo ter origem lacustre e fluvial (ALVES et al., 1980; RAMALHO, M. et al., 2001).



Figura 4- Fóssil de *Pupa ? tournoueri*

Complexo Vulcânico de Lisboa

Fotografias: http://e-geo.ineti.pt/bds/geobases/paleontologia/amostras_fosseis.aspx?id

QUESTÕES FINAIS:

1. Tenta identificar o paleoambiente a que cada documento corresponde.
2. Elabora um quadro em que registes as formações geológicas, as idades e os paleoambientes correspondentes.
3. Investiga, em livros ou através da Internet, as características, os habitats, o modo e período de vida dos rudistas e das amonites.

Sugere-se a consulta de:

<http://www.naturlink.pt/canais/Artigo.asp?iArtigo=16440&iLingua=1>

<http://www.esec-alvide.rcts.pt/Nossaterra/myweb/paleontologia.htm>

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Rudista>

<http://e-geo.ineti.pt/MuseuGeologico/museu/roteiro.pdf>

| | | |
|---|--|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS | |  |
| BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11º Ano | | |
| Reconstituição da história geológica de Massamá. | | Prof. Fátima Guerra |

As actividades desenvolvidas nesta aula devem ser registadas no diagrama em V (ou diagrama de Gowin) fornecido ao grupo.

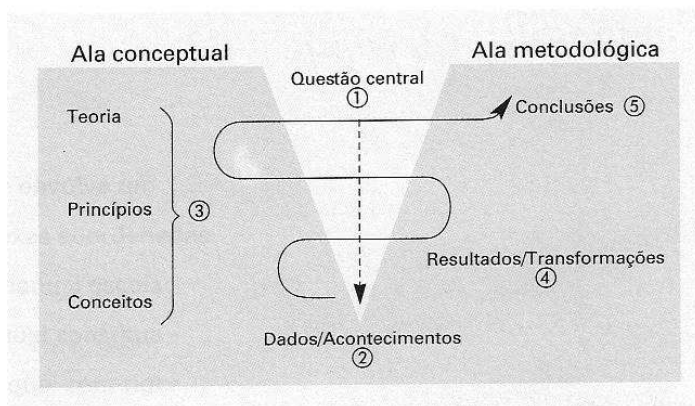


Figura 1

Objectivos:

- Deduzir os paleoambientes locais
- Aplicar princípios estratigráficos.
- Relacionar todos os dados recolhidos para deduzir a história geológica local.

Materiais:

- Ficha de trabalho: “Que paleoambientes na região da escola?”
- Carta Geológica de Portugal (1/50000) folhas 34-A (Sintra) e 34-C (Cascais).

Procedimento:

1º Definição do problema em estudo, registando-o na zona 1 do diagrama.

2º Definição dos procedimentos necessários para responder ao problema: o grupo deve analisar os materiais postos à sua disposição e, com base nisso, imaginar um conjunto de procedimentos que possam dar resposta ao problema em estudo, registando-o na zona 2 do diagrama.

3º Construção da ala conceptual: o grupo de trabalho deve proceder a uma discussão para definir os princípios e conceitos já abordados nas aulas que podem ser mobilizados nesta investigação, registando-os na zona 3 do diagrama.

4º Registo dos resultados: deve ser feito num quadro, ponderando-se os registos que vale a pena fazer no âmbito da investigação em curso (zona 4 do diagrama).

5º Registo das conclusões: o grupo deve fazer uma apreciação dos resultados obtidos, confrontando-os com os conceitos registados na zona 3 do diagrama e com o problema em estudo (zona 1 do diagrama). Em seguida devem registar, na zona

destinada às conclusões, os aspectos que permitam dar resposta ao problema em análise.

| | | |
|---|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS | |  |
| BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11º Ano | | |
| Reconstituição da história geológica de Massamá. | Prof. Fátima Guerra | |

Princípios e conceitos que necessitamos para dar resposta ao problema:

Conclusões:

Registo de resultados:

Procedimento:

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11º Ano | |  |
| Reconstituição da história geológica de Massamá. | Prof. Fátima Guerra | |

Princípios e conceitos que necessitamos de conhecer para dar resposta ao problema:

- Formações geológicas locais
- Registo fóssil
- Aplicar o Princípio da Sobreposição
- Aplicar o Princípio das Causas Actuais.

Como foi a história geológica da zona de Massamá?

Conclusões:


Colocar por ordem cronológica os paleoambientes identificados.

Registo de resultados:

| Rochas | Idade | Paleoambiente |
|--------|-------|---------------|
| | | |
| | | |
| | | |

Procedimento:

- Análise da Carta Geológica para identificar as formações geológicas presentes.
- Análise de documentos e aplicação do Princípio das Causas Actuais para deduzir os paleoambientes locais.
- Análise da tabela estratigráfica e aplicação do princípio da Sobreposição para compreender a cronologia dos acontecimentos geológicos que aqui tiveram lugar.

| | | |
|--|---------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11º Ano | |  |
| Uma viagem no tempo... | Prof. Fátima Guerra | |

**E se fizéssemos uma viagem numa máquina do tempo...
O que veríamos na nossa região?**

Objectivos:

- Relacionar todas as informações recolhidas;
- Elaborar uma barra cronológica

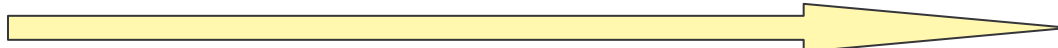
Procedimento:

1º Cruzar todas as informações recolhidas ...


- ambiente de formação das rochas e a respectiva datação.
- possíveis alterações climáticas/alterações do nível das águas do mar que possam ter ocorrido na região ao longo do tempo.
- paleoambientes identificados.

2º Elaborar uma barra cronológica onde sejam registados os acontecimentos geológicos identificados através do trabalho de campo e da investigação realizada. Devem utilizar os termos seguintes:

regressão, transgressão, deformação, vulcanismo, erosão, transporte, sedimentação, Cretácico, Neocretácico, actividade efusiva, actividade explosiva, aluviões, meteorização, Cenomaniano, "Belasiano".



ACTUALIDADE

| | | |
|--|----------------------------|---|
| ESCOLA SECUNDÁRIA STUART CARVALHAIS BIOLOGIA E GEOLOGIA – 11º Ano | |  |
| Exposição: “O CHÃO QUE PISAMOS” | Prof. Fátima Guerra | |

Objectivos:

- Elaborar posters temáticos com vista à apresentação pública das conclusões do trabalho de pesquisa realizado;

Procedimento:

- Com as informações, as amostras e as imagens recolhidas durante o trabalho de campo e recorrendo às conclusões que resultaram da investigação realizada, devem elaborar um poster temático, visando a divulgação dos episódios da história geológica da região em que a escola se insere.
- Cada grupo de trabalho deve desenvolver um dos seguintes temas:
 - ▶ Pegadas de Carenque: Massamá há \pm 95 M.a..
 - ▶ Um recife: Massamá há \pm 90 M.a..
 - ▶ Erupções vulcânicas: Massamá há \pm 70 M.a..
 - ▶ O Cenozóico e a ocupação humana: Massamá há $<$ 65 M.a.
 - ▶ “Reportagem” da aula de campo.

Elaboração do poster

Para realizar o poster devem seguir os seguintes critérios:

TAMANHO: A dimensão do poster deve ser A2 (42x 59,4);

LETRAS: As letras utilizadas no poster devem permitir **uma leitura fácil à distância de dois metros**. Deve-se usar LETRAS MAIÚSCULAS E MINÚSCULAS para o conteúdo geral, pois o uso de letras de um mesmo tamanho pode dificultar a leitura. Deve-se evitar misturar diferentes tipos de fontes e diferentes estilos no mesmo texto.

ORIENTAÇÕES GERAIS:

- Os posters científicos devem incluir os seguintes capítulos: Introdução, Métodos, Resultados, Discussão e Conclusões.
- A mensagem transmitida pelo poster deve ser clara e compreensível de modo a evitar apresentação oral. Por isso os Métodos apresentados devem ser simples e concisos.
- Após o Título, os dois itens mais importantes do trabalho são a Introdução e as Conclusões. Esses itens fazem com que um leitor se detenha (ou não) para ler o trabalho apresentado. Por isso, tais itens devem ser simples, concisos e visualmente atractivos.

- Deve-se apresentar os **Resultados** com o maior número possível de imagens (em trabalhos que envolvam a apresentação de valores, devem apresentar-se gráficos em vez de longas tabelas de dados).
- Devem ser utilizados figuras, símbolos e cores.
- As legendas das figuras são essenciais, porém devem ser curtas e informativas.
- O poster deve atrair a atenção do público para sua discussão. Não se devem apresentar detalhes complexos da Metodologia e Resultados do trabalho.

RECOMENDAÇÕES:

| | | | |
|------------------|--|--|--|
| TÍTULO | Sugerem-se fontes de 20-24 mm – no máximo 100 pt | LETRAS MAIÚSCULAS ou em Negrito . | Incluir o título do trabalho, os nomes dos autores e as instituições onde o trabalho foi desenvolvido no topo do poster. |
| CAPÍTULOS | Sugere-se fontes de 48 pontos – no máximo 60 pontos | LETRAS MAIÚSCULAS | Capítulos como “Introdução”, “Métodos”, “Resultados”, “Discussão” e “Conclusões” são úteis. |
| CONTEÚDO | Sugere-se fontes de 24-28 pontos – no máximo 32 pontos | Espaçamento simples. Letras maiúsculas e minúsculas. | Utilizar textos breves. Toda descrição de métodos deve ser simples e concisa. |

EXEMPLO DE UM POSTER:

Título

Introdução

Objectivos

Discussão

Materials and Methods

Conclusões

Materiais e métodos

BOM TRABALHO...