

**Universidade de Lisboa**

**Faculdade de Ciências**

**Departamento de Geologia**



**A Natureza na Aprendizagem Científica:  
o percurso pedestre como instrumento de um ambiente educativo  
– o Parque Natural de Sintra-Cascais**

**Joana d'Orey Capucho**

Dissertação orientada pelo Prof. Doutor Pedro Fevereiro

**Mestrado de Ciências da Terra e da Vida para o Ensino**

**2009**

[página propositadamente em branco]

*Dedicado aos meus alunos  
por todos os dias me ensinarem algo de novo*

[página propositadamente em branco]

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Doutor Manuel Pedro Salema Fevereiro, pela orientação e amizade.

Aos alunos e professores que colaboraram e mostraram que há esperança no futuro.

À Ana Santos, pela ajuda inestimável desde a primeira hora.

Aos meus filhos João, Pedro e, particularmente, Teresa, por toda a ajuda e apoio.

A todos os amigos e família que me incentivaram a concluir este trabalho.

E ao João, pela persistência tenaz, a ajuda preciosa em todos os aspectos e o apoio total que sempre me tem dado.

[página propositadamente em branco]

## RESUMO

Os percursos pedestres e as aulas de campo são ambientes de aprendizagem ricos, a serem explorados com regularidade. Nesta perspectiva, procedeu-se à caracterização de um dado local, capaz de suportar o desenvolvimento de actividades centralizadas na sua interpretação geológica e na exploração da flora mediterrânica que é mal conhecida e com raros exemplos nos currículos e manuais.

Pretende-se contribuir para a compreensão de como as aulas de campo/percursos terrestres podem ser mais efectivas em termos cognitivos e com impacto duradouro nos alunos, provocando ainda mudanças comportamentais em relação à defesa e preservação do património natural.

A abordagem compreendeu um estudo de um local/percurso considerado apropriado e aplicação das aulas de campo desenhadas em diferentes níveis de ensino. As variáveis medidas relacionam-se com a efectiva mudança cognitiva, procedimental e atitudinal efectuada após as aulas de campo e a determinação dos factores que contribuem para o sucesso destas aulas como o tempo, abrangência do tema, número de visitas, número e nível de alunos, custo, tipo de trabalho a efectuar e materiais de apoio.

Os resultados obtidos sugerem que com esta abordagem, e apesar das dificuldades de implementação, os alunos parecem relacionar-se afectivamente com o espaço–Natureza, passam a envolver-se mais nas questões ambientais, ficam a conhecer aspectos da flora mediterrânica e reconhecem a importância sua da preservação.

Neste contexto, considera-se que as aulas de campo são fundamentais na educação global dos alunos em todos os níveis, sendo um modo efectivo de promover valores de cidadania e de consciência ambiental.

Palavras-chave: Ensino de Biologia e Geologia; Educação Ambiental; Trabalho prático; Aula de Campo; Percorso pedestre na Natureza.

[página propositadamente em branco]

## **ABSTRACT**

*Nature field trips are rich educational environments for learning Biology and Geology. With this in mind, a given site was characterized so that we could develop activities connected to the geological interpretation and Mediterranean flora exploration of the area in study.*

*We aim to contribute to the understanding of how field trips or classes in the open air can be more effective in cognitive terms and also have a positive impact in the students causing behavioural changes towards Nature and it's preservation.*

*The study consisted on exploring a place that was considered appropriate for field trips in different teaching levels. We tried to measure if the students really learned better and showed a real change in attitude towards the environment. We also determinate factors that may help the success of these classes, like duration, number of trips, number and age of students, costs and supporting materials.*

*The results suggest that in this type of classes the students relate to Nature and become more evolved in environmental issues. They know more about Mediterranean flora and the importance of its preservation.*

*Field trips are fundamental in the global education of students of all ages, and are also an effective way to promote values of citizenship and environmental awareness.*

*Keywords: Science (Biology, Geology) Teaching; Environmental Education; Hands-on activities; Field Trips; Nature Path Exploration*

[página propositadamente em branco]

# ÍNDICE

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
<i>Abstract</i> .....	ix
Índice.....	xi
Índice de Tabelas.....	xiv
Índice de Ilustrações.....	xv
Índice de Gráficos .....	xvi
Índice de Fotografias .....	xix
1 Introdução.....	1
1.1 Actividades de ensino das ciências .....	2
1.2 motivação para este trabalho .....	6
1.3 objectivos do trabalho .....	6
1.4 Estrutura do trabalho .....	7
2 Caracterização do bioma mediterrânico.....	9
2.1 A paisagem Mediterrânica .....	9
2.2 Vegetação Mediterrânica.....	10
2.2.1 Flutuações climáticas .....	12
2.2.2 História geológica .....	13

2.2.3	Influência humana .....	16
2.2.4	Flora Mediterrânica .....	18
2.2.5	Estratégias específicas da Flora Mediterrânica .....	19
2.2.6	Ameaças .....	32
2.3	O clima do bioma mediterrânico .....	34
2.4	Biogeografia .....	39
3	Biodiversidade.....	47
3.1	Ameaças à biodiversidade .....	57
3.2	Preservação <i>versus</i> conservação.....	71
4	As aulas de campo e o desenvolvimento cognitivo e de competências. ....	81
4.1	Organização de uma Unidade de Aprendizagem integrando uma aula de campo... 86	
4.1.1	Visita de Estudo/Aulas de Campo.....	86
4.2	Competências a desenvolver .....	88
4.3	A organização e planificação das aulas de campo .....	91
4.3.1	Visita prévia .....	94
4.3.2	O dossiê-guia/guião da aula .....	95
4.3.3	Tipos de visita .....	96
4.3.4	Factores que afectam a qualidade de aprendizagem e a qualidade das experiências sentidas pelos alunos, na Natureza.....	97
4.3.5	Percursos de natureza investigativa.....	104
5	Metodologia .....	107

5.1	Análise dos programas de ciências naturais do 3º ciclo e de Biologia e Geologia do ensino secundário .....	109
5.2	Geologia do parque natural sintra cascais relevante para a exploração educativa. 116	
5.2.1	Período Jurássico superior.....	119
5.2.2	Período Cretácico .....	121
5.3	Caracterização da flora relevante para a exploração educativa.....	132
5.3.1	As dunas .....	133
5.3.2	As falésias .....	137
5.3.3	Factores que condicionam a morfologia e fisiologia das plantas.....	139
5.3.4	Flora ameaçada existente no Parque Natural de Sintra-cascais .....	142
5.4	Seleccção e caracterização do percurso .....	144
5.5	Levantamento da flora no percurso .....	147
5.6	Actividades a realizar .....	147
5.7	Implementação das aulas de campo .....	152
5.8	Avaliação realizada .....	154
6	Resultados obtidos.....	156
6.1	Questionários aos alunos - sensações.....	156
6.1.1	Sétimos e Oitavos anos – Questões sobre as sensações durante o percurso ....	156
6.1.2	Secundário – Questões sobre as sensações durante o percurso.....	160
6.2	Questionários aos alunos – conhecimentos .....	164
6.2.1	Básico – resultados às Questões sobre conhecimentos .....	164

6.2.2	Secundário – Questões sobre conhecimentos.....	172
6.3	Limitações do estudo.....	180
7	Discussão e conclusões .....	183
	Bibliografia.....	187
	Outros Sítios consultados na Internet.....	199
	Anexos.....	209

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - História Geológica do Mediterrâneo (adaptado de THOMPSON, 2005).....	13
Tabela 2: Resumo das categorias biogeográficas. Adaptado de RIVAS-MARTÍNEZ (2004b, 2005).....	42
Tabela 3: Terminologia recomendada por RICHARDSON, et al. (2000) para plantas invasoras (adaptado).....	66
Tabela 4: Listagem que corresponde às espécies naturalizadas .....	68
Tabela 5: Ficha Modelo.....	152

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1- Diagrama com possível tipologia de actividades de ensino das Ciências.....	3
Ilustração 2- Macrobioclima mediterrânico .....	34
Ilustração 3: Garfield ( JIM DAVIS) céptico em relação a acampar com John.....	81
Ilustração 4: Mafalda (QUINO) cínica em relação ao entusiasmo do pai pela Natureza .....	81
Ilustração 5- A aplicação Google Earth .....	95
Ilustração 6 - Vista de Satélite no Google Earth, identificando o percurso seleccionado.....	107
Ilustração 7- Sobreposição do mapa hipsométrico ao mapa do Google Eearth.....	116
Ilustração 8 – Sobreposição da geomorfologia ao mapa do Google Earth .....	118
Ilustração 9 – Sobreposição da litologia da região ao mapa do Google Earth da zona. ....	132
Ilustração 10 – Imagens de satélite no Google Earth mostrando Portugal Continental e a Localização da Falésia da Praia Grande do Rodízio .....	145
Ilustração 11 – Algumas zonas de interesse no Parque Natural Sintra-Cascais.....	146
Ilustração 12 - Representação do “catálogo” disponível em anexo (anexo 21).....	147
Ilustração 13- Representação das Fichas de Actividades disponíveis em Anexo (1 a 18)....	148

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Questão 1- Sensações - Ensino Básico .....	156
Gráfico 2: Questão 2- Sensações - Ensino Básico .....	157
Gráfico 3: Questão 3- Sensações - Ensino Básico .....	157
Gráfico 4: Questão 4- Sensações - Ensino Básico .....	158
Gráfico 5 : Questão 5- Sensações - Ensino Básico .....	159
Gráfico 6 - Questão 7 - Sensações - Ensino Básico .....	160
Gráfico 7 - Questão 1- Sensações - Ensino Secundário .....	161
Gráfico 8: Questão 2 - Sensações - Ensino Secundário .....	161
Gráfico 9 : Questão 3 - Sensações - Ensino Secundário .....	162
Gráfico 10: Questão 4 - Sensações - Ensino Secundário .....	162
Gráfico 11: Questão 5 - Sensações - Ensino Secundário .....	163
Gráfico 12: Questão 7 - Sensações - Ensino Secundário .....	163
Gráfico 13: Questão 1 – Conhecimentos - Ensino Básico .....	165
Gráfico 14: Questão 2 – Conhecimentos - Ensino Básico .....	165
Gráfico 15: Questão 3 – Conhecimentos - Ensino Básico .....	166
Gráfico 16: Questão 4 – Conhecimentos - Ensino Básico .....	166
Gráfico 17: Questão 5 – Conhecimentos - Ensino Básico .....	167
Gráfico 18: Questão 6 – Conhecimentos - Ensino Básico .....	167

Gráfico 19. Questão 7 – Conhecimentos - Ensino Básico .....	168
Gráfico 20 - Questão 8 – Conhecimentos - Ensino Básico .....	168
Gráfico 21: Questão 9– Conhecimentos - Ensino Básico .....	169
Gráfico 22: Questão 10 – Conhecimentos - Ensino Básico .....	169
Gráfico 23: Questão 11 – Conhecimentos - Ensino Básico .....	170
Gráfico 24: Questão 12 – Conhecimentos - Ensino Básico .....	170
Gráfico 25: Questão 13 – Conhecimentos - Ensino Básico .....	171
Gráfico 26. Questão 14 – Conhecimentos - Ensino Básico .....	171
Gráfico 27 : Questão 1– Conhecimentos - Ensino Secundário.....	172
Gráfico 28: Questão 2 – Conhecimentos - Ensino Secundário .....	172
Gráfico 29: Questão 3 – Conhecimentos - Ensino Secundário .....	173
Gráfico 30: Questão 4 – Conhecimentos - Ensino Secundário .....	173
Gráfico 31: Questão 5 – Conhecimentos - Ensino Secundário .....	174
Gráfico 32: Questão 6 – Conhecimentos - Ensino Secundário .....	174
Gráfico 33: Questão 7 – Conhecimentos - Ensino Secundário .....	175
Gráfico 34: Questão 8 – Conhecimentos - Ensino Secundário .....	175
Gráfico 35: Questão 9 – Conhecimentos - Ensino Secundário .....	176
Gráfico 36: Questão 10 – Conhecimentos - Ensino Secundário .....	176
Gráfico 37: Questão 11 – Conhecimentos - Ensino Secundário .....	177
Gráfico 38: Questão 12 – Conhecimentos - Ensino Secundário .....	177

Gráfico 39: Questão 13 – Conhecimentos - Ensino Secundário ..... 178

Gráfico 40: : Questão 14 – Conhecimentos - Ensino Secundário ..... 178

## ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1: Paisagem sobre a falésia, vendo-se o marco geodésico .....	2
Fotografia 2: Abano, Junho 2007 .....	6
Fotografia 3: Antigos muros evidenciando ocupação humana na Falésia sobre a praia Grande do Rodízio, Abril 2005.....	11
Fotografia 4: Pormenor das folhas de zambujeiro, Fevereiro 2005 .....	20
Fotografia 5: <i>Cistus salvifolius</i> , Falésia da Praia Grande, Maio 2007 .....	22
Fotografia 6: Folhas suculentas do <i>Sedum sediforme</i> , Falésia da Praia Grande, Maio 2007...	23
Fotografia 7: Alecrim, <i>Rosmarinus officinalis</i> , Falésia da Praia Grande, Abril 2007 .....	23
Fotografia 8: Alfazema <i>Lavandula sp.</i> e carrasco <i>Quercus coccifera</i> , duas estratégias de adaptação ao fogo, , Falésia da Praia Grande Abril 2007 .....	25
Fotografia 9: Esteva, <i>Cistus ladanifer</i> , Abano, Abril 2007.....	26
Fotografia 10: Tamargueira, <i>Tamarix spp.</i> Estoril, Maio 2006 .....	28
Fotografia 11 – <i>Iberis procumbens</i> – Maio 2005 .....	29
Fotografia 12: Arbustos em almofada de <i>Juniperus</i> , Abano, Junho 2007.....	30
Fotografia 13: <i>Armeria pseudarmeria</i> , Cabo da Roca, e <i>Armeria welwitschii</i> , falésia da Praia Grande, Maio 2004.....	45
Fotografia 14: Zona de 50 cm onde podem ser observadas diferentes espécies, falésia da Praia Grande. Junho 2007.....	49
Fotografia 15: Miosótis da Praia, <i>Omphalodes kuzinskyanae</i> , Abano Maio 2005 .....	60
Fotografia 16: Chorão, <i>Carpobrotus edulis</i> , falésia da Praia Grande, Abril 2007.....	63
Fotografia 17: Fósseis Crismina, Maio 2005 .....	122

Fotografia 18: Camadas verticais na Praia Grande do Rodízio, Maio 2005 .....	124
Fotografia 19: Vista para a serra de Sintra da Praia da Cresmina, Outubro 2005 .....	129
Fotografia 20. Filões em X, Abano. Junho 2007 .....	130
Fotografia 21: Pegadas na falésia da Praia Grande do Rodízio, Maio 2005 .....	131
Fotografia 22: Cardo rolador, <i>Eryngium maritimum</i> – Praia da Cresmina, Junho 2007.....	133
Fotografia 23: Perpétua das areias, <i>Helichrysum italicum</i> , Abano, Junho 2007.....	134
Fotografia 24: <i>Silene littorea</i> Falésia da Praia grande, Abril 2007 .....	136
Fotografia 25: <i>Daucus halophilus</i> , falésia da Praia Grande Maio 2005 .....	139

As fotografias são da autoria de João Freitas, Teresa Capucho Freitas e da autora.

# 1

## INTRODUÇÃO

Nos meio urbanos, onde o contacto com a Natureza se faz maioritariamente em zonas estruturadas e preparadas pelo Homem, coloca-se a questão de como os jovens, desde já e quando futuros cidadãos, vão defender valores relacionados com a preservação da Natureza se não a conhecem nem a ela se ligaram afectivamente.

Alunos que facilmente mergulham nas piscinas mostram grande dificuldade em atravessar um riacho com menos de um palmo de altura. Conhecem as múltiplas variedades dos sumos engarrafados dos frutos mais exóticos mas não conhecem o fruto do medronheiro.

O propósito deste estudo é a exploração das potencialidades de uma zona de falésia na zona costeira do Parque Natural Sintra-Cascais na aprendizagem da Biologia e da Geologia e na consciencialização da importância da defesa do património Natural e não o de investigar aprofundadamente a geologia e a flora desta paisagem.

As linhas orientadoras da investigação são equacionadas a partir de um conjunto de questões decorrentes da exploração de um percurso pedestre na falésia sobre a Praia Grande do Rodízio: quais são as principais características deste ecossistema? Quais as plantas mais frequentes? Que adaptações revelam? Que biodiversidade podemos encontrar ao nível específico? A exploração desde percurso permite-nos depois questionar as suas potencialidades educativas: Como tornar a aula de campo num ambiente de efectivo trabalho e investigação? Como interessar os alunos por problemas que não estão directamente ligados ao seu dia a dia?

A investigação desenvolve-se usando como metodologia o estudo de caso (YIN, 1994), sendo cada unidade um ano de ensino com uma ou mais turmas expostas a uma aula de campo com actividades e características especificamente desenhadas para a mesma.



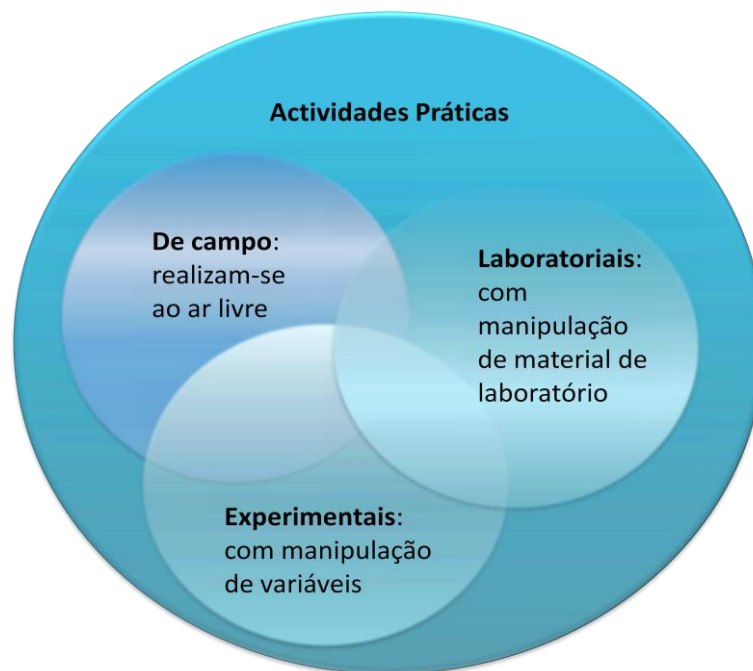
**Fotografia 1: Paisagem sobre a falésia, vendo-se o marco geodésico**

## **1.1 ACTIVIDADES DE ENSINO DAS CIÊNCIAS**

O ensino das ciências compreende actividades designadas como trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho no campo e trabalho experimental.

HODSON (1988) define o trabalho prático como todas as actividades em que o aluno esteja activamente envolvido, nos domínios psicomotor, cognitivo e afectivo. Assim pode ser considerado trabalho prático, por exemplo, um debate, a resolução de exercícios, ou a execução de um protocolo. O trabalho prático pode ser realizado na sala de aula, no laboratório ou ao ar livre (cf. PEDRINACI et al, 1992). Assim uma aula de campo (trabalho de campo) e uma aula laboratorial (trabalho laboratorial), podem ser consideradas aulas práticas (trabalho prático), variando no local onde são efectuadas. O trabalho laboratorial pode também ser realizado numa sala de aula, desde que haja manipulação de material de uso

laboratorial. Já o trabalho experimental (LEITE, 2001), é uma actividade que envolve o controlo e manipulação de variáveis.



**Ilustração 1- Diagrama com possível tipologia de actividades de ensino das Ciências<sup>1</sup>**

O ensino das ciências, nomeadamente da Biologia, é muitas vezes considerado de uma forma reducionista (VERÍSSIMO et al, 2000), decompondo a complexidade em partes. Esta atitude reflecte-se no ensino prático: são isolados os constituintes e as funções dos seres vivos e tentam-se encontrar condições em laboratório que permitam o estudo e compreensão desse constituinte isoladamente. Não se considera o organismo na totalidade nem os sistemas onde está integrado e dos quais faz parte.

A atitude integracionista (VERÍSSIMO et al, 2000), considera que, pelo contrário, cada organismo não pode ser dissociado em constituintes separados e é elemento integral de sistemas de ordem superior (população, comunidade, etc.) e inferior. As estruturas celulares ou moleculares de um ser vivo não explicam, tomadas isoladamente e depois adicionadas,

---

<sup>1</sup> Elaborado a partir de HODSON (1988) , e LEITE, (2001)

todas as propriedades, funções e comportamentos do ser vivo. Nesta visão, o trabalho de campo tem um papel fundamental e complementar do trabalho laboratorial. O estudo pormenorizado de uma determinada função, conforme a sequência do programa, leva muitas vezes a que os alunos se esqueçam ou não percebam como é que essa determinada função se integra no organismo e como este se integra no sistema em que vive. Estudam o pormenor e depois têm dificuldade em relacionar com outras funções, com o todo e em colocar esse pormenor na organização do mundo vivo e em reconhecer a sua importância, o “para que serve”.

Em Portugal, na década de sessenta e setenta já se relacionava as Ciências Naturais com factores de natureza moral, social e económico, como mostra SACARRÃO (1972), referindo-se ao colóquio de Abril de 1967, relativo ao ensino liceal, onde os professores aprovaram a “Proposta de bases para a remodelação dos programas de Ciências Naturais do 3º ciclo Liceal” no qual está patente a exigência de haver sempre uma componente prática no ensino das Ciências Naturais e se afirma que “a observação e a experimentação devem anteceder as considerações teóricas” e onde, ainda, se dão orientações para o equipamento de salas específicas para o desenvolvimento desta componente prática.

Nos anos oitenta surge o movimento CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade) que inclui as finalidades, métodos e conteúdos do ensino das Ciências (SANTOS, 1998).

Em 1997 foi iniciado pelo Ministério de Educação o Processo da Revisão Curricular do Ensino Secundário que defende o ensino experimental das Ciências (ANÓNIMO<sup>(1)</sup>, 2002), verificando-se que o programa de Biologia e Geologia refere a realização de aulas exclusivamente práticas a decorrer em laboratórios ou salas adequadamente equipadas (ANÓNIMO<sup>(2)</sup>, 2001).

Segundo ALMEIDA (1995) verificam-se em Portugal discrepâncias entre as orientações programáticas e as aulas práticas efectivamente realizadas pelos professores. Esta autora refere que os motivos apontados são de ordem física, como falta de laboratórios e/ou equipamentos ou de ordem institucional, como o elevado número de alunos por turma e o

facto de estas não serem desdobradas em dois turnos<sup>2</sup>. MARQUES, (2002) refere que a concepção da Ciência que os professores adquirem durante a sua formação inicial, e mais raramente durante a formação contínua, também condiciona o que se ensina e como ensina.

Sendo patente que as ciências experimentais tiveram uma grande evolução nas últimas décadas, parece verificável que a frequência de realização de aulas laboratoriais, experimentais e de campo, dependem muito do professor e, em muito menor grau, das instalações ou equipamentos existentes. É certo que é mais simples controlar uma turma de alunos “sentados” e virados para o professor enquanto este expõe os conteúdos, eventualmente mostrando ou demonstrando actividades práticas, do que envolver os alunos em actividades de discussão, de trabalhos em grupo ou de manuseamento de equipamentos. Observa-se ao longo dos anos que professores com a mesma formação de base, a mesma formação contínua, colocados na mesma escola com as mesmas instalações, mesmos manuais e alunos e turmas equivalentes diferem na gestão e aplicação das aulas práticas.

Neste contexto, a escolha do tema desta dissertação é importante porque se propõe estudar de que forma que uma aula de campo tem múltiplos benefícios sobre as aulas expositivas, que compensam largamente o trabalho acrescido e especializado necessário na sua preparação. O objectivo deste trabalho é demonstrar que as aulas de campo, nomeadamente percursos pedestres, na Natureza, têm potencialidades educativas muito elevadas, abrangendo diferentes competências quer a nível da construção do saber quer a nível da consciencialização para os problemas decorrentes da intervenção do Homem nos ecossistemas.

---

<sup>2</sup> Actualmente as turmas do secundário desdobram a partir de 14 alunos, tendo o horário das disciplinas experimentais 90+90+135min semanais, sendo os 135 sempre em laboratório e para aulas práticas. No básico varia de Escola para escola, sendo ou 90 min semanais com a turma sempre desdobrada, ou 45 min com a turma toda e 45 com a turma desdobrada, por semana.

## **1.2 MOTIVAÇÃO PARA ESTE TRABALHO**

O valor pedagógico das aulas práticas no ensino das Ciências, particularmente as aulas de campo, laboratoriais e experimentais, constitui a motivação da escolha deste tema.

As Ciências Naturais, no 3º ciclo, e a disciplina de Geologia e Biologia, no Secundário, têm temas de Geologia e de Biologia que são referidos em compartimentos estanques, não se procurando, nos programas, fazer a ligação entre estas Ciências e entre as diferentes áreas de cada uma delas. Num percurso pedestre a interacção dos subsistemas terrestres torna-se evidente e contribui para estabelecer as pontes e as ligações que faltam entre os diferentes conteúdos programáticos facilitando, deste modo, a percepção das relações que entre eles existem.



**Fotografia 2: Abano, Junho 2007**

A Natureza é um conceito abstracto e, ao mesmo tempo, um termo familiar e de uso banal. Com a actividade de campo procura-se não só delinear cientificamente o conceito Natureza como também ampliar o conhecimento dos alunos sobre a flora mediterrânica bem como criar neles a vontade de colaborar na sua preservação.

## **1.3 OBJECTIVOS DO TRABALHO**

De forma a concretizar os objectivos da dissertação, pretende-se com este trabalho:

- Conhecer aspectos relacionados com o Ecossistema Mediterrânico em geral e particularmente com a sua flora, seja reconhecendo as espécies mais significativas seja verificando as estratégias de adaptação específicas aos factores ambientais.
- Escolher e explorar um percurso pedestre numa paisagem pouco humanizada e diversificada, onde os alunos possam observar e investigar vários aspectos característicos da flora mediterrânea.
- Desenvolver actividades simples durante o percurso e depois, nas salas de aula, com o intuito de estabelecer, nos alunos, uma ligação afectiva e efectiva com a Natureza e, concomitantemente,
- Promover metodologias de investigação em Ciências e aquisição de competências tanto ao nível cognitivo como ao nível dos procedimentos e das atitudes.
- Construir uma base de dados de fácil consulta e que, ao mesmo tempo, contenha a variedade e a diversidade observada e inventariada durante as sucessivas visitas de estudo e que servirá também como material de apoio e referência para o trabalho a desenvolver
- Disponibilizar a outros professores, com menos formação a nível de flora mediterrânea, um recurso que ajude na exploração da flora
- Implementar as aulas de campo como estratégia comum e corrente nas aulas de Ciências da Natureza e de Biologia.

## **1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO**

O presente trabalho encontra-se organizado em 7 capítulos.

Após uma breve introdução no capítulo 1, prossegue-se com a caracterização do ponto de vista botânico, geológico e climático da zona seleccionada para o estudo nos capítulos 2 e 3. No capítulo 4 estabelece-se a importância das aulas de campo no ensino e é apresentada a organização da unidade de aprendizagem com a aula de campo. A metodologia utilizada é

descrita no capítulo 5, seguindo-se a apresentação dos resultados obtidos no capítulo 6, incluindo aqui as limitações do estudo e, por último, a discussão e conclusões do trabalho no capítulo 7. Seguem-se a Bibliografia e os Anexos (CD-ROM), onde se integram o “Catálogo de Algumas Plantas do Parque Natural Sintra-Cascais” e as várias Fichas de Actividades.

# 2

## CARACTERIZAÇÃO DO BIOMA MEDITERRÂNICO

### 2.1 A PAISAGEM MEDITERRÂNICA

A Bacia do Mediterrâneo<sup>3</sup> tem associada uma paisagem característica, mas não única, havendo mais quatro zonas semelhantes.

As regiões denominadas mediterrânicas ocorrem entre as latitudes, aproximadamente, de 30° a 40° Norte e Sul, no lado Oeste dos continentes (cf. WALKER, 2005).

O critério mais usado para delimitar as regiões mediterrâneas é o bioclimático: o Verão é o período mais seco havendo uma seca fisiológica efectiva, DAGET (1997)<sup>4</sup>

Segundo THOMPSON (2005), o clima característico do Mediterrâneo tem duas estações dominantes e factores climáticos que influenciam a evolução das plantas que são a seca prolongada no Verão e o frio no Inverno. Efectivamente o Verão é árido e quente devido ao anticiclone dos Açores, e o Inverno é frio e imprevisível com chuvadas por vezes muito intensas, que podem ocorrer desde o Outono à Primavera e que são muito variáveis, quer de ano para ano quer na intensidade.

WALKER (2005) refere que o clima seco durante o Verão, no mediterrâneo, está relacionado com a mudança sazonal da posição dos sistemas subtropicais de alta pressão, semi-permanentes, que estão centrados sobre os desertos tropicais e sobre os trópicos de Câncer e

---

<sup>3</sup> ETIM. lat. Que está no meio das terras. A bacia do Mediterrâneo inclui, para além das Terras banhadas pelo Mar Mediterrâneo, Portugal, litoral Atlântico de Marrocos e Litoral turco do Mar Negro.

<sup>4</sup> citado por HEYWOOD (1999)

de Capricórnio. Estes sistemas produzem ventos ocidentais<sup>5</sup> que fornecem uma corrente contínua de ar quente e seco para as regiões mediterrâneas. Durante o Inverno o sistema de alta pressão recua na direcção do equador, e a frente polar avança trazendo humidade e frio nas regiões mediterrâneas.

O bioma mediterrânico está dividido em cinco subtipos florísticos: mediterrâneo, californiano, chileno, capense e australiano (cf. WALKER, 2005). Destes grupos o maior é o mediterrâneo, ocupando mais de metade da área total deste bioma. Isto deve-se ao facto de haver uma grande penetração do clima mediterrânico para o interior, ao longo da costa mediterrânica, enquanto na Austrália e África do Sul a vegetação está limitada a Sul pelo final dos continentes, no Chile pelos Andes e na Califórnia pela Serra Nevada a Este.

Segundo o mapa biogeográfico da Europa a zona em estudo neste trabalho corresponde, à subprovincia Luso-Extremadurens<sup>6</sup> da sub-região Mediterrânea ocidental (cf. RIVAS-MARTÍNEZ, 2001).

## **2.2 VEGETAÇÃO MEDITERRÂNICA**

A vegetação mediterrânica é dominada por arbustos sempre-verdes e árvores esclerófilas adaptadas às regiões climáticas específicas, nomeadamente seca efectiva no Verão e Invernos frios e húmidos com geadas muito esporádicas (WALKER 2005). Também são importantes, em certas regiões, herbáceas com bolbos ou tubérculos e anuais.

---

<sup>5</sup> Ventos do oeste para o leste: são ventos prevalentes nas latitudes entre os 30 e 60 graus, que sopram das áreas de alta pressão em direcção aos pólos. Estes ventos são predominantemente de sudoeste no hemisfério Norte e Noroeste no hemisfério Sul.

<sup>6</sup> Reino Holártico.Región Mediterránea.Subregión Mediterránea Occidental. Provincia Lusitano-Andaluza Litoral. Subprovincia Luso-Extremadurens (Rivas-Martínez, 2004)

O período com maior crescimento vegetativo é a Primavera, com as temperaturas a subir e o solo ainda com humidade e no Outono após as primeiras chuvas. De Inverno as temperaturas de 10°C ou menos são demasiado frias para permitir o crescimento (WALKER 2005).

Segundo BLONDEL e ARONSON (1999), a bacia do mediterrâneo tem características botânicas únicas que são o resultado de factores como o clima, a intervenção humana, o relevo e a história geológica, nomeadamente as glaciações e a biogeografia. THOMPSON (2005), considera três factores dominantes: as actividades humanas, a história geológica e o clima. Na bacia do mediterrâneo há 25 000 espécies vasculares das quais 50% são endémicas, faltando ainda um estudo exaustivo de briófitos e líquenes. Devido à geologia, clima e intervenção humana, a diversidade biológica (diversidade  $\beta$ )<sup>7</sup> do mediterrâneo é muito alta<sup>8</sup>.



**Fotografia 3: Antigos muros evidenciando ocupação humana na Falésia sobre a praia Grande do Rodízio, Abril 2005**

As características especiais da bacia do mediterrâneo foram influenciadas a vários níveis:

- Flutuações climáticas;

---

<sup>7</sup> Diversidade  $\beta$  refere-se à variação do coberto vegetal numa paisagem: em cada 10 a 100 Km<sup>2</sup> há uma mudança de flora.

<sup>8</sup> Na província do cabo é a diversidade específica desse local, que é muito alta.

- História Geológica;
- Influência humana

É sobre estas influências que nos iremos agora debruçar.

### 2.2.1 FLUTUAÇÕES CLIMÁTICAS

A nível da macro escala, as flutuações climáticas durante milhões de anos causaram movimentos de flora e fauna, criando muitos cruzamentos biogeográficos<sup>9</sup>. Estas oscilações climáticas causaram 20 ciclos de expansão e contracção das cinturas de vegetação e fauna que constituem verdadeiras migrações comparáveis, em escala diferente, às anuais de aves ou diárias do plâncton. Estas migrações forçadas, as sucessivas contracções e expansões de habitat e as pressões selectivas muito fortes causadas pelas oscilações climáticas, foram uma das causas para a existência de uma flora tão rica no mediterrâneo (GAMÉZ CAMPO e MALATO-BELIZ, 1985).

O clima mediterrâneo estabeleceu-se durante o Pliocénico, há cerca de 3,2 Milhões de anos (BLONDEL E ARONSON, 1999; SUC, 1984)<sup>10</sup> com sazonalidade marcada em termos de variação de temperatura e uma estação marcadamente árida, com seca efectiva.

Em termos de evolução este clima vai surgir bastante tarde, quando as placas continentais já se encontravam em posições próximas das actuais. Nesta altura os reinos florísticos já estavam individualizados (DI CASTRI, 1981). Assim, quando começou a influência do clima mediterrâneo, nas cinco regiões do globo mencionadas, o fundo genético das populações era muito diferente em cada uma. Nestas cinco regiões, a influência do meio físico semelhante em organismos filogeneticamente distintos teve como consequência as floras distintas mas com as mesmas adaptações ao clima, constituindo exemplos de evolução convergente.

---

<sup>9</sup> Do inglês *Biogeographical crossroads*.

<sup>10</sup> Citado por THOMPSON (2005)

Antes de surgir o tipo Mediterrânico, o clima era tropical húmido, sem estação seca, existindo uma floresta denominada Laurissilva.

## 2.2.2 HISTÓRIA GEOLÓGICA

A história geológica da bacia do Mediterrâneo é muito complexa. Este mar constitui um exemplo único de um mar rodeado por diferentes continentes, localizado na zona de colisão entre as placas Africana e Euro-asiática, e com um estreito, Estreito de Gibraltar, que é a única comunicação do mar com o Oceano Atlântico.

<b>Era</b>	Período	Época	Tectónica e Mudanças climáticas	Flora	
<b>Cenozóico</b>	<i>Quaternário</i>	<i>Holocénico</i>			
		Plistocénico	2ª parte da orogenia alpina, estabelecimento do clima mediterrâneo. (Glaciações)		
	Terciário	Neogénico	Pliocénico	Posições relativas dos continentes idênticas às actuais, arrefecimento, aumento dos períodos de seca	Vegetação herbácea, lenhosas escleróticas
			Miocénico	Aumento da aridez	Laurissilva
		Paleogénico	Oligocénico	Sazonalidade	Aparecimento de decíduas
			Eocénico	Colisão e rotação – mar mediterrâneo	
			Paleocénico		Tropical
		<b>Mesozóico</b>	Cretácico		Início da Orogenia Alpina
Jurássico			Colisão placas Africana e Euro-asiática		
Triássico					

**Tabela 1 - História Geológica do Mediterrâneo (adaptado de THOMPSON, 2005)**

Segundo THOMPSON (2005), a colisão entre as placas iniciou-se no Jurássico, mas a orogenia dos Alpes iniciou-se no Cretácico<sup>11</sup>. Nesta altura, as diferentes plantas de origem temperada e tropical formaram uma flora diversificada e espacialmente heterogénea, que no Paleogénico inferior, Paleocénico, era essencialmente tropical.

Durante o Eocénico e Oligocénico continuou a colisão com a rotação de África, causando na bacia do Mediterrâneo duas características próprias: 1. mar com elevada salinidade e falta generalizada de marés com várias bacias profundas e zonas pouco profundas, no qual as placas continentais se tocam, permitindo o contacto e migração entre as populações; 2. formação de montanhas que são *hot-spots* de endemismo (cf. THOMPSON, 2005).

Estas múltiplas barreiras geográficas limitaram a dispersão e criaram divisões filogeográficas em muitos grupos de plantas (cf. THOMPSON, 2005). A folhagem decídua surge com a sazonalidade, no Oligocénico inferior. Durante o Oligocénico e Miocénico dominavam as florestas tropicais e de loureiros, Laurissilva<sup>12</sup>. Na costa norte, a oeste, havia muitas famílias subtropicais e mangais nas costas pantanosas. Durante o Miocénico extinguiram-se grupos taxonómicos inteiros devido a uma maior aridez e fogos naturais que criaram uma pressão selectiva específica. (cf. THOMPSON, 2005).

A reabertura, no Pliocénico, do mar Mediterrânico ao oceano Atlântico, pelo Estreito de Gibraltar, permitiu a renovação do mar que quase tinha secado. No Pliocénico (de 5,4 milhões de anos até há 1,6 milhões de anos atrás) as massas continentais rapidamente ocupavam posições praticamente iguais às actuais, com as características geomorfológicas também idênticas. Nesta época ocorreu um arrefecimento global que levou às idades do gelo do período Quaternário. Durante o Pliocénico, alguns dos primeiros homínídeos já habitavam a

---

<sup>11</sup> “Porém, desde o final do Cretácico (70 a 60 Ma), por alturas da extinção dos dinossauros, a Europa, Ibéria incluída, entrou em clara rota de colisão com a África.” DINIS, J. (2005,)

<sup>12</sup> A Floresta Laurissilva, que surgiu no Terciário e se espalhou pela Europa, subsiste apenas em alguns arquipélagos do Atlântico Norte, onde a acção moderadora do oceano sobre o clima e o isolamento relativo permitiu a sua sobrevivência. ICN <http://portal.icnb.pt> consultado em Abril 2007

África, incluindo a famosa Lucy (*Australopithecus afarensis*) por volta do ano -3 900 000 anos e o *Homo erectus* no final do período, por volta de -1 600 000 anos.

No Pliocénico verificou-se uma tendência para o arrefecimento da temperatura e aumento dos períodos de seca. Estes factores transformaram a vegetação ao longo deste período. As oscilações climáticas tiveram consequências a nível do coberto vegetal, com florestas caducifólias a serem substituídas pela vegetação predominantemente herbácea das zonas semi-desérticas. No final deste período começou um arrefecimento que antecedeu a glaciação do início do período Quaternário: Esta diminuição da temperatura causou a extinção de muitas *taxa* de características sub-tropicais como por exemplo a família das lauráceas das quais subsistiu o Louro (*Laurus nobilis*). Nos arquipélagos da Madeira, Açores e Canárias ainda subsistem *taxa* representativos deste período eliminados do resto do mediterrâneo com as glaciações do quaternário (DI CASTRI, 1981, BLONDEL E ARONSON, 1999)

No Pliocénico, a variação da flora mediterrânea (THOMPSON, 2005; BLONDEL E ARONSON, 1999) é a seguinte:

De -5 400 000 a -3 200 000 Ma,

- Matorrais à base de palmeiras, como a Palmeira-de-leque (*Chamaerops humilis*) ou palmeiras Sabal (*Sabal spp.*);
- Vegetação ripícola com Loureiro-rosa (*Nerium oleander*);
- Florestas ricas em lauráceas, como o Louro-das-canárias (*Laurus canarienses*), *Sassafras*, *Persea*, *Cinnamomum*, *Myrica*, *Ilex* e *Magnolia*; florestas mesófilas com carvalhos (*Quercus hispânica*), *Carpinus sp.*, *Carya*, *Sequoia*, tulipas (*Liriodendrum tulipifera*), *Ginkgo*.

De -2 300 000, a -1 600 000 Ma (final do período Pliocénico),

- Vegetação mesófila como os géneros: *Acer*, *Carya*, *Parrotia*, *Zelkova*, *Celtis*, *Carpinus*, *Quercus*, *Fagus*, *Populus*, *Salix*, *Ulmus* e *Castanea*.
- Vegetação xerófila mediterrânea como as *Phillyrea*, *Olea*, *Cistus*, *Quercus ilex* e *Pistacia lentiscus*.

## **A Floresta Mediterrânica no início do Mediterrâneo**

Foi durante o Pliocénico e Plistocénico, segundo THOMPSON (2005), que se deu a segunda parte da orogenia alpina, com subida e fracturação e também o estabelecimento do clima mediterrâneo. No Pliocénico superior surgiram ecossistemas de lenhosas escleróticas que originaram a vegetação mediterrânea actual (THOMPSON 2005),

De acordo com GAMÉZ CAMPO e MALATO-BELIZ (1985) a história geológica complexa foi a segunda causa da diversidade da flora, mesmo com as extinções que ocorreram, devido ao facto das espécies terem origens biogeográficas diferentes e muito heterogéneas e dos limites físicos impostos à distribuição de alguns taxa, que se diferenciaram *in situ*.

O último máximo glacial<sup>13</sup>, segundo THOMPSON (2005), causou um grande declínio da flora, persistindo as plantas mediterrâneas em refúgios como a Península Ibérica, as Balcãs e a Grécia, em encostas voltadas a Sul, entre os 400 e 800 m de altitude, em ravinas, gargantas, etc. PONS (1984)<sup>14</sup>, denominou essa altura de “*état zéro*”. Estes refúgios permitiram a recolonização durante os períodos posteriores, com o aquecimento do clima, no princípio do Holocénico. Na Península Ibérica a baixa latitude permitiu a existência de refúgios, como a Serra da Arrábida, que posteriormente, com o aquecimento do clima, foram fonte de colonização de outros locais.

### **2.2.3 INFLUÊNCIA HUMANA**

O aquecimento definitivo, há 10 000 anos<sup>15</sup>, coincide com a intensificação das actividades humanas, segundo THOMPSON (2005), o que influenciou, a nível meso-escala, a paisagem

---

<sup>13</sup> “... é consensual que no Último Máximo Glaciar, há cerca de 18 000 anos, quando a temperatura média global do planeta era cerca de 4°C mais baixa do que a temperatura média no início do séc. XX,...” FREITAS (2005)

<sup>14</sup> citado por CHEDDADI et al. (2004)

<sup>15</sup> BP: *Before Present*

do mediterrâneo, com uma história muito antiga e intrincada do uso da terra em agricultura e pastorícia<sup>16</sup>, e outras influências naturais (BLONDEL e ARONSON, 1999).

Esta longa história de ocupação humana, segundo THOMPSON (2005), ofereceu novas oportunidades de colonização para algumas espécies enquanto outras se isolaram em alguns pontos. A modificação espacial de habitats e das pressões selectivas locais tiveram, por um lado, consequências no fluxo de genes e no potencial para a diferenciação, e, por outro, no estabelecimento, persistência e evolução das plantas.

Com início no Neolítico, há 8000 anos AC, começou a primeira destruição significativa de florestas. Com a expansão demográfica, esta destruição continuou, excepto durante a queda de civilizações em que havia alguma recuperação. Durante o período dos descobrimentos e enquanto foram grandes potências navais, as florestas ibéricas foram sendo destruídas em Portugal e Espanha. Em Portugal a exigência de material lenhoso para a construção naval foi a causa da ampliação do pinhal de Leiria, de Pinheiro-manso, tendo sido introduzido o Pinheiro-bravo por ordem de D. Dinis (cf. PIZARRO, 2005)

Cada região do mediterrâneo tem a sua história de destruição florestal, BLONDEL e ARONSON (1999), por exemplo, na região de Sousse da Tunísia não há qualquer vestígio das florestas ancestrais que foram destruídas por legionários Romanos em 56 AC, usadas na reconstrução da frota naval perdida numa tempestade durante a guerra contra Pompeia.

Em termos globais, segundo BLONDEL e ARONSON (1999), apenas 9,4% da área terrestre do mediterrâneo está ocupada por florestas, uma elevada proporção destas áreas florestadas são plantações de pinheiro e eucalipto.

As consequências principais da desflorestação são, em primeiro lugar, a substituição de comunidades florestais por charnecas e matagais de esclerófilas sempre verdes e herbáceas, diminuindo os carvalhos decíduos e expandindo-se os pinheiros, neste processo de sucessão secundária (THOMPSON, 2005 e BLONDEL e ARONSON, 1999). Por outro lado, a

---

<sup>16</sup> Na Austrália, por exemplo, os aborígenes não lavravam a terra nem faziam pastorícia, sendo apenas o fogo o principal factor antrópico que influenciou a paisagem.

desflorestação provocou a dissecação da bacia do mediterrâneo como um todo, com a diminuição da cobertura por plantas aumenta a escorrência superficial e o fluxo dos cursos de água. Também aumentou dramaticamente a erosão do solo.

O *Q. ilex* e *Q. suber* tornaram-se espécies dominantes apenas há 6 000 anos e no séc. XIX foram introduzidas as espécies *Castanea sativa* e *Pinus halepensis* (cf. THOMPSON, 2005).

A nível da micro-escala houve respostas evolutivas das populações a mudanças de habitat.

RIBEIRO (1986), refere que a ocupação humana desde a pré-história causou a extinção, pela pastorícia e agricultura, de muita vegetação natural.

Muitos autores discordam da importância atribuída à influência humana na flora mediterrânea. GROVE e RACKHAM (2001), argumentam que há muitas espécies endémicas que não ocorrem em florestas, pelo que este não deveria ser um tipo de ecossistema ubíquo antes da colonização pelo Homem. REILLE, (1998), considera que a vegetação de matagal, na Córsega, estava bem estabelecida muito antes da ocupação pelo Homem. PEREVOLOTSKY e SEIGMAN, (1998), referem que a pastorícia constituía um modo eficaz de gerir o ecossistema e não implica necessariamente a sua destruição, antes foi o abandono das práticas agrícolas tradicionais e o estabelecimento das populações no litoral que degradaram as comunidades vegetais existentes.

Mesmo assim, e juntamente com o fogo e seca actuando durante um tempo geológico, foram criados uma grande diversidade de habitats, pela variação espacial em disponibilidade de recursos, perturbações variadas, efeitos de vizinhança e do acaso, grande heterogeneidade de topografias, climas, geomorfologia, solos e práticas do uso do solo (COX e MOORE, 2000).

#### **2.2.4 FLORA MEDITERRÂNICA**

O mediterrâneo é a fonte das principais colheitas de cereais do mundo, árvores de grande importância como a oliveira, flores cultivadas como os narcisos e os crocus e plantas aromáticas como a alfazema e o tomilho (THOMPSON, 2005).

Estas plantas foram exportadas para o mundo e também espalhadas no mediterrâneo, geralmente de este para oeste. Nas oliveiras, por exemplo, há dados que mostram a sua

domesticação independente em várias regiões, mas os haplotipos<sup>17</sup> de populações de Leste são dominantes em variedades cultivadas em toda a região (THOMPSON, 2005).

Segundo WALKER (2005), a maior parte da floresta original já não existe, havendo dois tipos principais: o maquis, formações arbustivas e densas, e a garrigue, arbustos mais abertos, rasteiros e aromáticos.

### **2.2.5 ESTRATÉGIAS ESPECÍFICAS DA FLORA MEDITERRÂNICA**

Em todos os subtipos do bioma, as semelhanças das características ecológicas das plantas, como resposta ao clima mediterrânico, tanto em forma como em função, é um exemplo de evolução convergente e resultou num elevado grau de endemismo nas floras regionais (ARCHIBOLD, 1995)<sup>18</sup>.

Quando surge o clima mediterrânico nos diferentes pontos do globo (Chile, Califórnia, sul de África, Austrália e Bacia do Mediterrâneo), a separação dos continentes já era uma realidade, pelo que as plantas destes locais não têm uma relação filogenética próxima. (cf. DI CASTRI, 1981)

O clima semelhante levou a fenómenos de convergência evolutiva nas adaptações ao ambiente.

#### **Adaptações ao clima seco no Verão**

A situação de seca efectiva, no período mais quente do ano resultou no aparecimento de duas estratégias de adaptação: tolerar o *stress* hídrico e evitar o *stress* hídrico. As adaptações de ambos os grupos são denominadas xeromorfoses.

---

<sup>17</sup> Haplotipos são segmentos de cromossomas ancestrais que são partilhados por múltiplos indivíduos. São regiões que não sofreram recombinação e contêm alelos de genes diferentes que estão em *linkage* e são passados à geração seguinte em bloco, como uma unidade.

<sup>18</sup> citado por WALKER (2005)

Estes dois tipos contrastantes de plantas diferem no ciclo das folhas, longevidade foliar e nas diferenças entre o balanço energético e custos de manutenção do tecido fotossintético, sendo que estas diferenças resultam de adaptações evolutivas à sazonalidade, (cf. BLONDEL e ARONSON, 1999).

A tolerância ao *stress* hídrico é conseguida nas plantas lenhosas perenifólias pela esclerófilia.

A convergência morfológica entre os arbustos, com redução de porte e do tamanho das folhas, aumento da esclerófilia e protecções das folhas é exemplificada pelas espécies *Olea europaea* var. *Sylvestris*, *Phyllirea angustifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Myrtus communis*, *Viburnum tinus* e *Phyllirea latifolia*.



**Fotografia 4: Pormenor das folhas de zambujeiro, Fevereiro 2005**

A folhagem perene é uma característica das plantas vasculares (gimnospérmicas e angiospérmicas) mais primitivas. Os primeiros grupos destas plantas surgem no Cretácico e nesta altura o clima era uniforme e quente o que justifica a existência de plantas sempre verdes. Para resistir à aridez do Verão surge, nestas plantas, a esclerófilia.

As folhas das esclerófilas são rígidas, coriáceas, pequenas e revestidas por uma cutícula espessa que reduz a evaporação e as torna quebradiças quando dobradas. Têm vários estratos epidérmicos lenhificados ou com esclerênquima, estomas na página inferior, por vezes em cavidades. Também têm pêlos, escamas ou ceras que reflectem a luz solar, reduzindo o

aquecimento e mantêm uma película húmida na superfície foliar que reduz perdas de água. A razão superfície/volume é baixa, têm grande desenvolvimento de nervuras por área foliar.

O *Q. Ilex* apresenta dimorfismo foliar: as folhas da copa são mais pequenas e lobuladas enquanto as internas são maiores e com bordos inteiros.

Segundo MOONEY e DUNN (1970)<sup>19</sup>, a esclerofilia nas sempre verdes resulta de uma evolução convergente em todos os ecossistemas mediterrânicos que lhes permite prolongar a actividade fotossintética durante o período seco, o que lhes confere uma vantagem em relação às decíduas.

As folhas das esclerófilas podem ter um tempo de vida médio de 1, 2, 3 e até 5 ou 6 anos (cf. BLONDEL e ARONSON, 1999).

Estas plantas também são mais resistentes à herbivoria, devido ao mau gosto resultante de vários compostos. A grande resiliência após perturbação, como o corte ou fogo, com a rebentação por toixa, também contribuem para a grande expressão destas plantas na flora Mediterrânica.

De manhã a taxa fotossintética é máxima decaindo ao meio do dia com o fecho quase total dos estomas, recuperando pela tarde apesar do calor continuar intenso (cf. MANZANEQUE, 2001)

O solo pobre levou os bosques de esclerófilos sempre verdes a armazenam grande quantidade de nutrientes na sua biomassa, de tal modo que, segundo SPECHT (1973), a pobreza do solo em nutrientes pode ter sido o factor mais determinante da evolução das plantas Mediterrânicas.

Evitar o *stress* hídrico é a estratégia do grupo das herbáceas anuais ou perenes, das suculentas e dos arbustos decíduos ou semi-decíduos de Verão com dimorfismo foliar, cujo género mais comum é o *Cistus*.

---

<sup>19</sup> citados por BLONDEL e ARONSON (1999)

As decíduas de Verão aparentemente evoluíram mais tarde, como resposta a mudanças climáticas como o aparecimento da sazonalidade no oligocénico inferior, há 35 Ma.

As plantas arbustivas semi-decíduas de Verão tiveram uma grande expansão como resultado das actividades antropogénicas. Estas plantas possuem diferentes tipos de folhas, conforme as estações, com redução da superfície foliar no Verão. As folhas das plantas semi-decíduas são malacófilas ou moles, murcham facilmente quando não há água, o que reduz a exposição da superfície foliar.

As caducifólias de Verão, como o *Cistus monspeliensis*, têm uma desvantagem em relação aos esclerófilos sempre verdes pois o Inverno é relativamente frio o que dificulta o crescimento nesta estação, reduzindo assim os períodos favoráveis à Primavera e Outono. Mas comparando na globalidade os dois tipos, há evidências que sugerem que as semi-decíduas estão melhor adaptadas do que as esclerófilas sempre verdes (cf. BLONDEL E ARONSON, 1999).



**Fotografia 5: *Cistus salvifolius*, Falésia da Praia Grande, Maio 2007**

Também existem outros tipos de adaptação ao *stress* hídrico como as suculentas (*Euphorbia*, *Sedum*), ou folhas pilosas (*Phlomis*) (cf. BLONDEL e ARONSON, 1999).



**Fotografia 6: Folhas suculentas do *Sedum sediforme*, Falésia da Praia Grande, Maio 2007**

Muitas plantas mediterrânicas possuem óleos aromáticos a revestir as folhas: Cistáceas, Tomilhos, Alfazemas, Alecrim, Murta, Orégãos.

A evaporação destas substâncias durante o Verão limita as perdas hídricas por transpiração porque constituem uma resistência adicional ao movimento do vapor de água.



**Fotografia 7: Alecrim, *Rosmarinus officinalis*, Falésia da Praia Grande, Abril 2007**

### **Adaptações ao fogo**

Para além do clima rigoroso, o fogo é um elemento que regularmente faz parte do ecossistema. Segundo WALKER (2005), o ciclo de incêndios regulares tem períodos de 40

anos nos fynbos<sup>20</sup> da África do Sul, 10 a 25 anos na região mediterrânea e 10 a 13 anos na Austrália.

O fogo tem sido destacado pela sua importância na evolução e diferenciação da flora Mediterrânea, tanto que NAVEH (1991)<sup>21</sup>, considera-o a força motriz da co-evolução de humanos e paisagens, no mediterrâneo, desde o Plistocénico.

A flora Mediterrânea caracteriza-se por apresentar estratégias que lhe permitem, por um lado resistir ao Verão seco e quente e, por outro, regenerar após o fogo. Encontram-se assim dois grupos, as esclerófilas sempre verdes que rebentam após o fogo, e as semi-decíduas de Verão que produzem uma grande quantidade de sementes – banco de sementes que germinam após o fogo (cf. CORREIA, 2002).

Nos ecossistemas mediterrâneos o fogo influenciou a biologia reprodutiva das plantas. BLONDEL e ARONSON (2002) referem que muitas espécies, particularmente nas zonas de baixa altitude, são resistentes ao fogo ou estimuladas pelo fogo. Estas pirófitas (KUHNHOLTZ-LORDAT, 1938)<sup>22</sup> pertencem a dois tipos diferentes:

- Espécies de regeneração vegetativa “*sprouters*” e
- Espécies de regeneração obrigatória por semente “*seeders*”.

O primeiro grupo “*sprouters*” inclui todas as espécies cuja regeneração imediatamente após o fogo é garantida através do lançamento de novos rebentos. Neste grupo encontram-se algumas das espécies dominantes da nossa vegetação autóctone, como o medronheiro, a aroeira ou os carvalhos.

---

<sup>20</sup> A vegetação mediterrânea, predominantemente arbustiva, tem o nome de maquis em França, macchia em Itália, batha em Israel, heathlands na Austrália, fynbos na África do Sul, chaparral nos EUA e matorral no Chile e matagal ou matos em Portugal. SILVA, J.S. (2003)

<sup>21</sup> citado por HEYWOOD (1999, pág).

<sup>22</sup> citado por BLONDEL e ARONSON (1999).

De um modo geral, as espécies de regeneração vegetativa podem atingir um porte elevado, produzem relativamente poucas sementes, têm uma raiz profunda e folhas largas e tenras.

As “*sprouters*” rebentam rapidamente após um fogo, através de estruturas lenhosas, por toiça, das raízes ou caules (eucalipto, carrasco) devido a um sistema radicular muito desenvolvido que geralmente constitui a maior parte da biomassa da planta (BLONDEL e ARONSON, 1999), exemplos disso são os carvalhos, lentisco, medronheiro, *Quercus ilex* e *Quercus coccifera* que rebenta após um fogo pelos rizomas.



**Fotografia 8: Alfazema *Lavandula sp.* e carrasco *Quercus coccifera*, duas estratégias de adaptação ao fogo, Falésia da Praia Grande Abril 2007**

No segundo grupo incluem-se as espécies que morrem após a ocorrência do fogo e, como tal, estão normalmente dependentes de sementes que possam germinar logo depois do incêndio. Estas espécies têm tendência a dominar em zonas mais secas e menos férteis e em fases pouco evoluídas da vegetação. Alguns exemplos são a esteva, o sargaço e o rosmaninho. As espécies de regeneração obrigatória por semente são plantas que preferem áreas expostas, têm uma grande produção de sementes, possuem raízes pouco profundas e mecanismos de defesa contra a secura, nomeadamente através de adaptações diversas das suas folhas (por exemplo, menor tamanho, consistência coriácea e existência de pêlos). O segundo tipo de pirófitos é

constituído pelos “seeders” como os *Cistus* spp., cujas sementes precisam de um choque térmico para germinar (cf. TRABAUD e OUSTRIC, 1989)<sup>23</sup>.



**Fotografia 9:** Esteva, *Cistus ladanifer*, Abano, Abril 2007

Algumas espécies desenvolvem outras adaptações ao fogo como a cortiça, no *Quercus suber*, com troncos isoladores do calor e que rebenta e regenera rapidamente após o fogo (cf. WALKER, 2005), ou baixo grau de inflamáveis, como o *Tamarix* spp. ou o *Atriplex* spp., com um conteúdo mineral muito elevado na madeira.

O fogo pode ainda estimular geófitos a crescer ou florir como é o exemplo do *Crocus*. Outras adaptações podem ser a diminuição da idade de maturação para a produção de sementes, produção de sementes com longa durabilidade e a retenção das sementes até que ocorra um fogo, que permita a dispersão destas como por exemplo no *Pinus halepensis*.

O fogo é uma presença frequente devido em parte ao conteúdo em óleos essenciais altamente inflamáveis, nas plantas, o que ajuda a ignição facilitando a regeneração posterior. A acumulação de materiais finos no solo, como ramos e folhas secas, facilitam a propagação do fogo.

---

<sup>23</sup> citados por BLONDEL e ARONSON (1999).

A capacidade que os ecossistemas Mediterrânicos têm de reconstituir, num relativamente curto período de tempo, a vegetação consumida pelas chamas, é o resultado de milhões de anos de evolução. Este tipo de ecossistemas possuem uma elevada resiliência, pois rapidamente retomam as características que tinham antes do fogo, embora a frequência dos incêndios seja hoje em dia bastante mais elevada, devido a factores diversos relacionados com a actividade humana.

A sucessão típica destas paisagens, após corte e lavra, pastorícia ou fogo, é de matos e charnecas onde predominam as semi-decíduas de Verão, seguindo-se os matos e matagais com predomínio das esclerófilas e atingindo o clímax com a floresta esclerófila sempre verde.

### **Adaptações ao Litoral**

Além das adaptações típicas da flora ao clima mediterrânico, as plantas que ocupam o litoral têm adaptações para poderem resistir a factores como a falta de água, o vento, os efeitos da proximidade do mar, como a salsugem<sup>24</sup> e também, muitas vezes, a um baixo teor de elementos nutritivos no solo.

As adaptações podem ser morfológicas, anatómicas fenológicas ou fisiológicas (WAISEL, 1972)<sup>25</sup>.

### **A salinização do solo**

Com excesso de sais, o componente osmótico do potencial da água do solo é demasiado elevado para a actividade das raízes, constituindo um problema pois tende a reduzir a absorção de água pelas raízes e reduzir o crescimento.

Por outro lado tem a vantagem de enriquecer o solo de iões específicos.

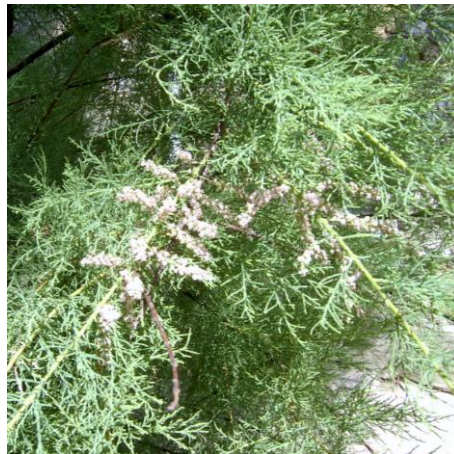
---

<sup>24</sup> O vento deposita partículas de sal, a salsugem- sobre as folhas, o que causa saída de água por osmose, provocando a dessecação.

<sup>25</sup> Citado por COSTA (2001).

As plantas que vivem em ambientes salgados, como os halófitos, adaptaram o seu metabolismo de maneiras diferentes, (RANWELL, 1972, SCHRIMER e BRECKLE, 1982, KELEY et al., 1982, LIPSCHITZ e WEISEL, 1982)<sup>26</sup>, como por exemplo:

- Aumentarem a relação superfície externa /volume da folha, tornando-se suculentas, devido ao aumento da concentração de iões, como as folhas de *Atriplex spp.*,
- Acumularem grandes quantidades de sais em partes da planta que depois são eliminados junto com os órgãos que os armazenavam, como algumas espécies do género *Limonium* e as raízes do *Elymus elongatus*;
- Terem glândulas que excretam sais como no *Tamarix spp.*,
- Possuírem pêlos glandulares nas epidermes das páginas superior e inferior das folhas, como nas plantas do género *Atriplex* com uma concentração muito superior do que a do interior da folha.



**Fotografia 10: Tamargueira, *Tamarix spp.* Estoril, Maio 2006**

Segundo COSTA (1992) para sobreviver em meio tão adverso as plantas das dunas também sofreram modificações morfológicas, anatómicas e fisiológicas.

Para reduzir a transpiração as folhas têm:

---

<sup>26</sup> Citados por COSTA (2001).

- dimensões reduzidas (*Juniperus turbinata*, *Otanthus maritimus*, *Polygonum maritimum*, *Anagallis monelli* var. *microphylla*);
- formas muito recortadas (*Anthemis maritima*, *Artemisia crithmifolia*, *Seseli tortuosum*); folhas cilíndricas ou revolutas (*Ammophila arenaria* subsp. *australis*, *Elymus farctus* subsp. *boreali-atlanticus*, *Armeria welwitschii*, *Iberis procumbens*);
- forte cutícula (*Eryngium maritimum*, *Artemisia crithmifolia*, *Calystegia soldanella*, *Lotus creticus*, *Pancratium maritimum*, *Cakile maritima*, *Juniperus turbinata*);
- indumento de pêlos compridos esbranquiçados para reflectir a luz ou pêlos glandulares (*Medicago marina*, *Otanthus maritimus*, *Lotus creticus*, *Iberis procumbens*).



**Fotografia 11 – Iberis procumbens – Maio 2005**

Para resistir aos ventos fortes, as plantas adoptam formas como:

- prostrada (*Euphorbia peplis*, *Calystegia soldanella*);
- pulviniforme, isto é "em forma de almofada" pois a pressão mecânica eólica molda os arbustos em contornos baixos e aerodinâmicos o que impede a formação de um estrato arbóreo como no carrasco (*Quercus coccifera*), as sabinas-das-praias (*Juniperus turbinata*) e as aroeiras (*Pistacia lentiscus*).



**Fotografia 12: Arbustos em almofada de *Juniperus*, Abano, Junho 2007**

Para colmatar a falta de água no solo:

- As raízes são profundas para captar água em profundidade (*Linaria lamarckii*, *Artemisia crithmifolia*, *Otanthus maritimus*, *Calystegia soldanella*);
- Os sistemas radiculares são superficiais de forma a recolher de imediato a água que chega ao solo e a condensação do vapor de água durante as épocas de maior secura (*Silene littorea*, *Medicago littoralis*);
- Os caules e folhas são suculentos com reservas de água (*Sedum sediforme*, *Herniaria maritima*, *Otanthus maritimus*).
- Plantas CAM, que só abrem os estomas à noite (*Sedum sediforme*, *Carpobrotus edulis*)

Nas dunas a mobilidade do substrato promoveu a capacidade para formar entre-nós ou rizomas horizontais e verticais conforme as deposições sobre a planta e da mobilidade da areia (*Ammophila arenaria subsp. australis*, *Elymus farctus subsp. boreali-atlanticus*, *Artemisia crithmifolia*)

A presença de micorrizas nas raízes ajudam a sobreviver as plântulas e posteriormente colonizar as dunas.

## **Pobreza em nutrientes no solo**

Nas zonas mais áridas, com declives, em solos muito finos e pobres podemos encontrar as Cistáceas que podem sobreviver em zonas muito degradadas. Estas plantas podem cobrir até 100% do solo e atingir portes até 2 metros. Protegem os solos degradados contra a erosão e são de grande importância na recuperação dos ecossistemas.

Outros aspectos característicos da flora Mediterrânica são os geófitos. Estas plantas têm vantagem em relação às anuais pois iniciam de imediato o crescimento logo que a temperatura atinge um determinado valor, não perdendo semanas a germinar e a estabelecer um sistema radicular eficaz. Muitos geófitos florescem no Outono depois de perderem as folhas. BLONDEL e ARONSON (1999)

As herbáceas anuais, mais abundantes em riqueza e biomassa do que os geófitos, são muitas vezes metade da vegetação presente enquanto que noutros ecossistemas não ultrapassam os dez por cento, RAVEN, 1973, citado em BLONDEL e ARONSON (1999). Estas são as primeiras a colonizar terrenos agrícolas abandonados. Uma das adaptações destas plantas é a dispersão das sementes por animais que pastam com formas de frutos conformes, ou o enterramento no solo. Alguns exemplos são: *Erodium*, *Emex*, *medicago*, *Stipa* e *Trifolium*.

A defesa contra a herbivoria também conduziu ao aparecimento de características, quer físicas quer químicas, nas plantas do mediterrâneo. Um dos principais métodos de defesa é a produção de metabolitos secundários como taninos, terpenos e alcalóides amargos ou tóxicos e espinhos longos e espessos que limitam a acessibilidade às folhas.

Muitos arbustos sempre-verdes têm também óleos essenciais voláteis nas folhas que aparentemente repelem os herbívoros. São exemplos a sálvia, alfazema, orégão, louro, rosmaninho, funcho, etc. O papel ecológico destes compostos aromáticos voláteis é complexo, segundo BLONDEL e ARONSON (1999), pois são óleos altamente inflamáveis, o que sugere uma ligação com o fogo e foi também sugerido que estão relacionados com a inibição da germinação de sementes de outras espécies – allelopatia, com a atracção de insectos polinizadores pela mímica das ferohormonas e ainda que podem reduzir o *stress* hídrico pela acção anti-transpirante MARGARIS e VOKOU, citados em BLONDEL e ARONSON (1999).

A polinização não é realizada por morcegos ou aves, como acontece nas plantas dos trópicos, mas por insectos e vento. Na maioria da flora Mediterrânica as espécies são generalistas, podendo ser polinizadas por muitos tipos diferentes de insectos. Excepções são as orquídeas e a figueira (cf. BLONDEL e ARONSON, 1999).

### **2.2.6 AMEAÇAS**

Em 1999 a organização “Conservation International” introduziu limites quantitativos para a designação de hotspots de biodiversidade:

Para se poder qualificar como um hotspot, uma região tem que conter pelo menos 1500 espécies de plantas vasculares endémicas (mais de 0,5% do total mundial) e ter perdido pelo menos 70% do habitat original.

Em 2000, na revista Nature, MYERS identificou 25 hotspots de biodiversidade. Colectivamente estas áreas têm plantas endémicas que são 44% de todas as plantas do mundo e 35% de todos os vertebrados terrestres, isto numa área que cobria, no passado, 11,8 % da superfície terrestre do planeta. Como a extensão de habitat original desta área foi reduzida em 87,8%, todo este conjunto de biodiversidade ficou restrito a um espaço de apenas 1,4% de toda a superfície terrestre da Terra.

Segundo a WWF - Mediterranean Programme, constituem ameaças à continuidade deste bioma, na região Mediterrânica, os seguintes factores:

#### **Turismo de massas e pressão populacional**

Todos os anos visitam a região 220 milhões de turistas, dos quais mais de 100 milhões vão para as praias. Esta pressão resultou em paisagens degradadas, erosão do solo, aumento das descargas no mar, maior pressão para as espécies em risco e maior vulnerabilidade ao fogo florestal. Os recursos hídricos também são afectados.

As áreas costeiras, que são o destino de 30% dos turistas internacionais, já estão seriamente danificadas.

### **Poluição marítima**

As águas do mar mediterrâneo têm uma taxa de renovação baixa (80 a 90 anos) pelo que são extremamente sensíveis à poluição. Embora o Mediterrâneo represente menos de 1% da totalidade de área marítima mundial, o tráfico de petroleiros é 20% do global. Cada ano são derramadas 635,000 toneladas de crude no mar mediterrâneo.

Acresce que 80% dos esgotos urbanos são despejados sem tratamento, ao que se junta a escorrência proveniente da agricultura com pesticidas, nitratos e fosfatos.

### **Degradação e perda de floresta**

Cerca de 85% das florestas Mediterrânicas desapareceram. As principais ameaças são a fragmentação, construção de estradas, turismo, fogos florestais, limpeza de terras para agricultura e pastoreio excessivo.

### **Fogos florestais**

Cada ano mais de 50 000 fogos queima uma média de 600 000 a 800 000 hectares, sendo que 95% foram induzidos pelo Homem, deliberadamente ou por negligência.

### **Desertificação**

Cerca de 300,000km<sup>2</sup> na zona Mediterrânica costeira da Europa está a sofrer desertificação, o que afecta cerca de 16,5 milhões de pessoas. Na Tunísia e em Espanha os custos da desertificação foram avaliados, respectivamente, em \$100 milhões e \$200 milhões por ano.

### **Falta de água**

Muitos recursos de águas subterrâneas estão a ser gastos pela irrigação ineficiente. As construções de barragens continuam a alterar os rios e sistemas de inundação.

### **Sobre-exploração pesqueira**

Os *stocks* de peixe estão a diminuir e os espécimes são cada vez mais pequenos, devido à quantidade de pesca, por vezes com métodos ilegais. Baleias, golfinhos e tartarugas são mortas acidentalmente.

## 2.3 O CLIMA DO BIOMA MEDITERRÂNICO

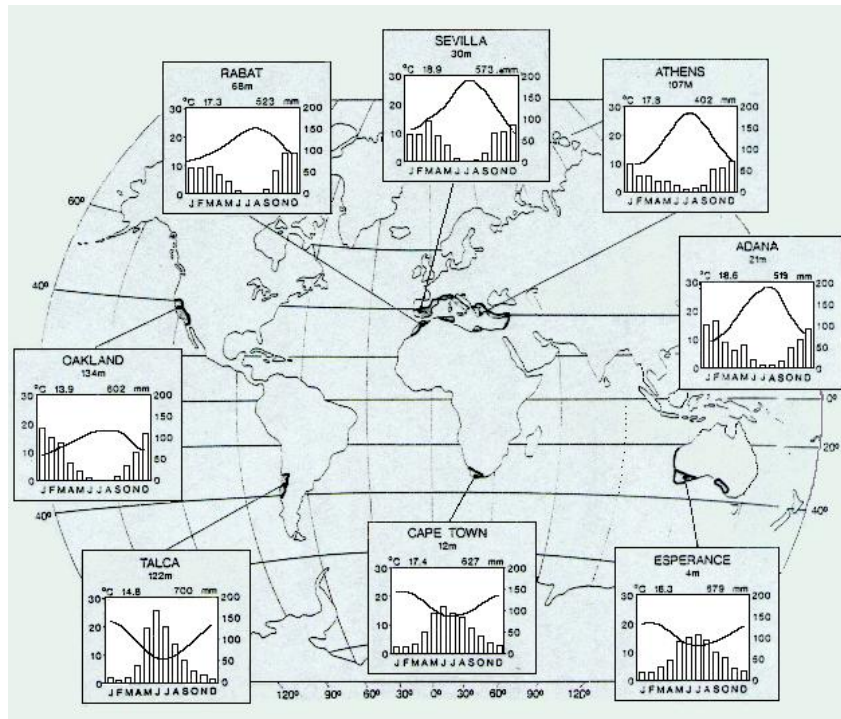


Ilustração 2- Macrobioclima mediterrânico<sup>27</sup>

Caracterização do macrobioclima Mediterrâneo.

São considerados como tendo este clima todos os territórios entre 23° a 51° de latitude, qualquer que seja a altitude e valor de continentalidade, onde existam pelo menos dois meses consecutivos de seca durante o período mais quente do ano (RIVAS-MARTÍNEZ, 2004). A seca mede-se tomando o valor em milímetros da precipitação média (P) do bimestre mais

<sup>27</sup> Disponível em in <http://geologia.cicese.mx/ahinojosa/Bioclina/HI/medit.htm>, consultado em 2008-11-24

quente do trimestre de Verão. No clima mediterrâneo este valor é menor do que o dobro da temperatura média desse bimestre (T) expressa em graus centígrados:

$$Ps2 < 2 \cdot Ts2 \iff P < 2T$$

Os territórios da cintura subtropical (23° a 35° N e S) podem ser considerados do macrobioclima mediterrâneo desde que, para além desta característica, possuam também dois dos seguintes parâmetros:

- Temperatura média anual inferior a 25°C;
- Temperatura média das mínimas do mês mais frio inferior a 10°C;
- Índice e termicidade compensado 580 ( $T < 25^\circ$ ,  $m < 10^\circ$ ,  $Itc < 580$ ).<sup>28</sup>

Os bioclimas mediterrâneos xéricos e desérticos ocupam amplos territórios no interior de todos os continentes (excepto Antárctida).

O bioclima mediterrâneo pluviestacional fica sempre situado nos países banhados por oceanos ou mares situados a acidente dos continentes (cf. RIVAS-MARTÍNEZ, 2004).

Para territórios a mais de 200m de altitude situados entre os paralelos 23° e 48° Norte ou 23° e 52° Sul, para o cálculo teórico dos valores termoclimáticos é necessário adicionarem, por cada 100m a mais, 0,6°C à temperatura média anual, 0,5°C à temperatura média das máximas do mês mais frio e 13 unidades ao índice de termicidade.

Entre os paralelos 48° a 52° Norte devem ser adicionados, por cada 100 m, 0,4°C à temperatura média anual, 0,5°C à temperatura média das máximas do mês mais frio e 12 unidades ao valor da temperatura positiva.

Os termotipos do macroclima mediterrâneo são o inframediterrâneo, termomediterrâneo, mesomediterrâneo e supramediterrâneo (PEINADO et al., 1994), DELGADILLO, 1995)

---

<sup>28</sup> Índice de termicidade – índice que pondera a intensidade de frio invernal. É um factor muito importante uma vez que o frio invernal actua como factor limitante para muitas plantas e comunidades vegetais. O seu valor é exprimido através da expressão:  $It = (T+m+M) 10$

Segundo RIVAS-MARTÍNEZ (1994), os bioclimas mediterrâneos são o mesofítico oceânico e o xerofítico oceânico. As zonas respectivas caracterizam-se por:

- As zonas mesofíticas têm uma vegetação climácica de bosque esclerófilo ou dominado por coníferas;
- As zonas xerofíticas têm o clímax com formações arbustivas esclerófilas (chaparral), bosques abertos de sabinas e pinheiros e matorrais.

Conforme a quantidade de precipitação a estrutura da vegetação potencial Mediterrânica pode variar muito (RIVAS-MARTÍNEZ, 2004):

- Mediterrâneo pluviestacional - Bosques cerrados de esclerófilas sempre verdes ou decíduos;
- Mediterrâneo xérico - microbosques e formações arbustivas cerrados;
- Semidesérticos - Formações arbustivas abertas e Bosques abertos (matorrais);
- Desertos;
- Hiperdesertos - com ausência de vegetação climatófila lenhosa. (estes dois últimos com prolongamento do período de seca mais do que os dois meses consecutivos).

Nos sistemas anglo-saxónicos, a definição de bioclima mediterrâneo é quase sempre um tipo subtropical temperado-quente com pluviosidade abundante no Inverno e seca no Verão sempre relacionada com bosques e pré-bosques esclerófilos.

As comunidades vegetais dos bioclimas mediterrâneos têm uma vegetação distinta dos bioclimas temperados e tropicais com precipitações semelhantes (RIVAS-MARTÍNEZ, 2004).

### **Previsões da evolução do clima**

SANTOS et al. (2002), referem que as emissões de origem antrópica de gases com efeito de estufa<sup>29</sup> estão a ter um efeito observável no clima da Terra, sendo que no sec. XX as temperaturas médias subiram 0.6°C +/- 0.2°C.

Segundo o Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC third Assessment Report (IPCC, 2001a), a maior parte do aquecimento global observado durante os últimos 50 anos é provavelmente consequência da emissão de gases com efeito de estufa. Para além disso, é muito provável que o aquecimento referido tenha contribuído significativamente para a subida do nível do mar observado devido à expansão térmica dos oceanos e perda do gelo terrestre.

Em Portugal, SANTOS et al. (2002), referem três mudanças em termos de temperatura, nomeadamente nos períodos de 1910 a 1945 com aquecimento, 1946 a 1975 com arrefecimento e de 1976 a 2000 com um aquecimento rápido. As mudanças na precipitação têm sido irregulares nas últimas décadas com uma redução da precipitação média de Março em todo o País e, na última década, uma redução da precipitação de Fevereiro.

Em vários cenários analisados com recurso a modelos diferentes<sup>30</sup>, MIRANDA et al<sup>31</sup> (2002, prevêm, entre 2080 e 2100:

- um aumento substancial da temperatura do ar em todo o País, nomeadamente no interior e no Verão,
- um aumento da amplitude térmica diurna, visto que o aumento das Temperaturas máximas são maiores que os das Temperaturas mínimas,
- um aumento também muito significativo dos índices:
  - nº de dias quentes (T máx. Igual ou superior a 35°C),

---

<sup>29</sup> Os gases com efeito de estufa são o H<sub>2</sub>O, o CO<sub>2</sub>, o CH<sub>4</sub>, o N<sub>2</sub>O, os CFC, etc. sendo o CO<sub>2</sub> o que tem vindo a aumentar significativamente por acção do Homem,.

<sup>30</sup> Sendo o modelo de maior resolução o Hadley Center Regional Climate Model

<sup>31</sup> Pedro Miranda, Fátima C. Santo Coelho, António Rodrigues Tomé, Maria Antónia Valente, 2º capítulo de Climate Change in Portugal. Scenarios, Impact and adaptation measures.

- nº de noites tropicais (T min. Igual ou superior a 20°C),
- diminuição no índice
  - nº de dias com geada (T min. Igual ou inferior a 0°C).

Em relação à precipitação quase todos os modelos prevêem uma redução da precipitação média e redução da estação chuvosa, ou uma maior precipitação de Inverno devido a eventos de elevada precipitação acompanhados por uma descida nas outras estações.

Estas alterações climáticas, segundo SANTOS et al<sup>32</sup> (2002), implicam um maior *stress* ambiental para os ecossistemas naturais e um clima propício a espécies subtropicais, o que pode favorecer as invasões bióticas.

Estas mudanças climáticas vão também tornar vulneráveis pequenas populações ou populações com uma distribuição geográfica limitada, ou com um habitat muito específico, havendo extinções prováveis em espécies ou populações com baixa capacidade dispersiva ou reprodutiva.

Ao nível das possíveis consequências da alteração climática prevista, PEREIRA E SANTOS (2003), referem que as características climáticas do futuro irão aumentar substancialmente o risco de incêndios, por um lado, devido ao aumento do número de dias muito quentes que se vão alargar à Primavera e Outono e, por outro, ao aumento do período seco. Assim, aumentam os riscos de incêndio associados ao clima e aumenta também a duração da época de incêndios severos. Estes problemas vão causar alterações na estrutura das florestas e na sua gestão.

Também o aumento da temperatura no Inverno e Primavera podem favorecer surtos de espécies nativas ou invasoras, especialmente as que se reproduzem várias vezes por ano. A mortalidade mais elevada, nas espécies arbóreas e arbustivas, devido ao *stress* hídrico e incêndios, também podem causar o desenvolvimento de alguns insectos (PEREIRA et al,

---

<sup>32</sup> 10º capítulo de Climate Change in Portugal. Scenarios, Impact and adaptation measures.

2002). Os ecossistemas vão ser invadidos por pragas e doenças de origem tropical e subtropical.

## 2.4 BIOGEOGRAFIA

A Biogeografia estuda os padrões de distribuição geográfica das espécies e os processos que resultam nesses padrões, o modo como estes seres vivos se agrupam e como se relacionam com o mundo físico.

A finalidade da Biogeografia é estabelecer um modelo tipológico hierárquico do território expresso espacialmente.

A Corologia<sup>33</sup>, a Bioclimatologia<sup>34</sup> e a Fitossociologia<sup>35</sup> são as ciências que contribuem mais significativamente para a Biogeografia.

A distribuição das espécies é explicada por um conjunto de factores que actuam ao longo do tempo, como a dispersão, a especiação, a extinção, a deriva dos continentes, glaciações e as implicações do nível do mar, leitos dos rios e bacias hidrográficas, e, ainda a área de habitat, taxa de emigração e taxa de extinção (MacARTHUR, 1967). As evidências da Biogeografia são baseadas em dados paleontológicos e sistemáticos nomeadamente os filogenéticos.

A fitocenose (BARKMAN, 1989)<sup>36</sup> “é um segmento concreto de vegetação no qual as diferenças florísticas internas são significativamente menores do que aquelas relativas à

---

<sup>33</sup> A Corologia estuda as relações casuais entre os fenómenos geográficos que ocorrem numa dada região e a distribuição espacial dos organismos nessa região.

<sup>34</sup> A Bioclimatologia estuda as relações entre a biosfera e o clima, tendo como referência temporal as estações do ano ou escalas superiores.

<sup>35</sup> A Fitossociologia estuda as características, classificação, relações e distribuição de comunidades vegetais naturais, com o objectivo caracterizar cada unidade de vegetação pela presença e dominância de táxons. Tem como objecto as fitocenoses ou seja a componente vegetal das biocenoses (CAPELO 2003)

vegetação circundante”. Acrescenta-se a este critério os critérios estruturais e de unidade funcional relativos ao habitat. As fitocenoses organizam-se espacialmente com uma arquitectura que é o resultado dos constrangimentos causados pelos factores do meio.

Geralmente os tipos biogeográficos são baseados nas diferentes populações de plantas presentes, pois estas representam a maior parte da biomassa, tendo assim uma ligação estreita com a Fitogeografia (COSTA et al., 1998 e RIVAS-MARTÍNEZ, 2005).

Segundo RIVAS-MARTÍNEZ (2004b, 2005), as unidades da Biogeografia são, por ordem hierárquica decrescente:

1. reino,
2. região,
3. província,
4. sector,
5. distrito,
6. comarca,
7. elemento de paisagem e
8. tessela

<b>1. Reino biogeográfico</b> <sup>37</sup>
Subreino biogeográfico
O reino é a mais abrangente das unidades. Caracteriza-se pela história evolutiva da sua fauna e flora. Os padrões de distribuição foram moldados pela tectónica de placas logo a definição dos reinos compreende a génese dos continentes, bioclimas e paleoclimas. <sup>38</sup>
Super-região biogeográfica
<b>2. Região biogeográfica</b>

---

<sup>36</sup> Citado por CAPELO (2003)

<sup>37</sup> Também se encontra, em vez de reino, o termo ecozona.

<sup>38</sup> Distingue-se assim reinos de biomas que são caracterizados pela vegetação clímax independentemente da história evolutiva das espécies.

Sub-região biogeográfica
A região é um extenso território que apresenta uma flora na qual existem espécies, géneros ou mesmo famílias endémicas. Possui um bioclima e tipos de solos particulares.
Superprovíncia biogeográfica
<b>3. Província biogeográfica</b>
Subprovíncia biogeográfica
A província é um vasto território que, para além de possuir elementos florísticos endémicos próprios, catenas <sup>39</sup> e andares de vegetação particulares com elementos endémicos, é detentora de domínios climáticos únicos.
Supersector biogeográfico
<b>4. Sector biogeográfico</b>
Subsector biogeográfico
O sector possui elementos florísticos específicos (característico ou diferencial), e pode ter espécies endémicas e domínios climáticos únicos. (pode ter ilhas de vegetação relíquia de outra região em zonas de topografia elevada, por exemplo)
Superdistrito biogeográfico
<b>5. Distrito biogeográfico</b>
Subdistrito biogeográfico
O distrito é um amplo conjunto de comarcas caracterizado por condições edáficas particulares assim como por uma flora característica com espécies diferenciais óbvias, associações, séries, geosséries e geosséries cliseriais que permitam a separação de distritos adjacentes. Será então ao nível do distrito que a Fitossociologia paisagista se acoplará à Biogeografia.

---

<sup>39</sup> Catenas: conjunto de comunidades vegetais contíguas ordenadas em função de alguma mudança de factor ecológico (temperatura, humidade, topografia, etc.), sendo a representação paisagística do fenómeno de zonação. A causa desta ordem são gradientes ambientais muitas vezes ligadas à geomorfologia.

<p>Supercomarca biogeográfica</p> <p><b>6. Comarca biogeográfica</b></p> <p>Subcomarca biogeográfica</p>
<p>Amplo território bem delimitado geograficamente que possua um conjunto de espécies, associações, geosigmatum cliseriais e topográficos peculiares</p>
<p>Superelemento de paisagem</p> <p><b>7. Elemento de paisagem</b></p>
<p>Conjunto de tesselas ou microtesselas contíguas (e.g. peneplanícies em horst, vales fluviais, relevos montanhosos).</p>
<p>Pluritessela e plurimicrotessela</p> <p><b>8. Tessela e microtessela</b></p>
<p>A tessela constitui a unidade tipológica elementar, ecologicamente homogénea. Tem apenas com um tipo de vegetação potencial e consequentemente com uma única sequência de unidades de sucessão.</p> <p>A microtessela refere-se a espaços geográficos ocupados por comunidades permanentes (altas montanhas, espaços polares). Pode repetir-se de um modo descontínuo. Pode apresentar vegetação distinta devido à variação de um factor ecológico.</p>

**Tabela 2: Resumo das categorias biogeográficas. Adaptado de RIVAS-MARTÍNEZ (2004b, 2005)**

Em 1975, Miklos UDWARDY propôs um sistema de 203 províncias biogeográficas agrupadas em oito reinos biogeográficos.

A WWF<sup>40</sup> baseia-se nos reinos ou ecozonas definidas por PIELOU (1979) e UDWARDY (1975), para dividir a Terra, considerando oito Reinos, ou ecozonas:

---

<sup>40</sup> Sigla de "World Wide Fund for Nature", organização não-governamental dedicada à conservação da Natureza, anteriormente designada por World Wildlife Fund (designação ainda válida nos Estados Unidos da América).

- Neártico: 22.9 mil km<sup>2</sup> (incluindo a maior parte da América do Norte, terras altas do México e Gronelândia)
- Paleártico: 54.1 mil km<sup>2</sup> (incluindo a maior parte da Eurásia e Norte de África, e zonas norte e central da Península arábica)<sup>41</sup>.
- Afrotropical: 22.1 mil km<sup>2</sup> (incluindo a África sub-sahariana, zona sul e este da Península Arábica, ilha de Madagáscar, Sul do Irão e extremo Sudoeste do Paquistão e as ilhas do oceano Índico Ocidental).
- Indomalaya: 7.5 mil km<sup>2</sup> (inclui o sub-contidente sul asiático e sudeste asiático).
- Australasia: 7.7 mil km<sup>2</sup> (incluindo Austrália, Nova Guiné, e ilhas vizinhas). A fronteira norte desta zona é conhecida como a linha Wallace.
- Neotropical: 19.0 mil. km<sup>2</sup> (incluindo a América do Sul e Central, zonas baixas do México, Caraíbas e Sul da Florida ).
- Oceânia 1.0 mil. km<sup>2</sup> (incluindo a Polinésia, Fiji e Micronésia)
- Antártico: 0.3 mil. km<sup>2</sup> (incluindo a Antártica).

COSTA et al, propõem uma tipologia biogeográfica para Portugal baseados nos trabalhos de RIVAS-MARTÍNEZ et al (1990). Em relação ao percurso que nos interessa explorar com este trabalho, temos a tipologia:

Portugal Continental está situado:

*Reino Holártico*<sup>42</sup> (ou reino paleartico segundo outros autores)

*Região Eurosiberiana e Região Mediterrânica*

A zona em estudo localiza-se num território com características de dois Superdistritos: Superdistrito Sintrano e Superdistrito Costeiro Português.

---

<sup>41</sup> Muitos autores consideram o reino Holártico, como a conjugação das zonas Nearctica and Palearctica, pois estas zonas estiveram ligadas pela ponte terrestre no estreito de Bering durante longos períodos da sua história geológica.

<sup>42</sup> Engloba a Europa, norte de África, parte da Ásia e a América do Norte

Região mediterrânica  
Sub-região mediterrânica ocidental  
Superprovincia mediterrânica ibero-atlântica  
Província gaditano-onubo-algarviense ou provincia lusitano-andaluza litoral  
Subprovincia luso-extremadurensis (RIVAS-MARTÍNEZ, 2004)  
Sector divisório português  
Subsector oeste-estremenho  
Superdistrito costeiro português  
Superdistrito sintrano

O Superdistrito Sintrano (COSTA, 1999), tem características distintas devido ao solo e clima:

- Características edáficas: solos siliciosos de origem granítica e sienítica da Serra de Sintra.
- Características bioclimáticas: clima temperado com forte carácter oceânico.
- Flora: Tem alguns elementos da flora reliquiaes, atlânticos eusiberianos<sup>43</sup> e espécies macaronésicas naturalizadas<sup>44</sup>.
- Possui flora endémica com a *Armeria pseudarmeria*, *Dianthus cintranus subsp. cintranus* e *Silene cintrana*.
- No Cabo da Roca estão presentes as comunidades anemófilas e halófilas *Daphno maritimi-Ulicetum congesti* e o *Diantho cintrani-Daucetum halophili*, esta última endémica do território.

O Superdistrito Costeiro Português engloba o litoral de areias e arribas calcárias, que se estende desde a Ria de Aveiro até ao Cabo da Roca.

- Características bioclimáticas: essencialmente termo-mediterrânico.

---

<sup>43</sup> *Quercus robur*, *Acer pseudoplatanus*, *Ilex aquifolium*, *Hypericum androsaemum*, *Polygonatum odoratum*, *Primula vulgaris*, *Trachelium caeruleum*, *Cytisus striatus* var. *eriocarpus* e *Ulex europaeus* subsp. *Lactebracteatus*.

<sup>44</sup> *Aichryson dichotomum* e *Persea indica*.

- Flora:
  - Espécies endémicas: *Armeria welwitschii* subsp. *cinerea* e *Limonium plurisquamatum*.
  - Alguns taxa diferenciais: *Armeria welwitschii* subsp. *welwitschii*, *Corema album*, *Halimium halimifolium*, *Halimium calycinum*, *Herniaria maritima*, *Iberis procumbens*, *Juniperus turbinata*, *Limonium multiflorum*, *Linaria caesia* subsp. *decumbens*, *Stauracanthus genistoides*, *Ulex europaeus* subsp. *Latebracteactus*. (COSTA 1999),



**Fotografia 13: *Armeria pseudarmeria*, Cabo da Roca, e *Armeria welwitschii*, falésia da Praia Grande, Maio 2004**

A zona de influência do Tejo constitui-se como local de elevada diversidade biológica por ser uma zona de transição biogeográfica, misturando-se aqui floras e faunas características de climas quentes do Mediterrâneo e Atlântico subtropical e características de climas mais frios do Atlântico norte.

Neste superdistrito encontra-se, na zona de Peniche, a fronteira entre duas comunidades, *Otantho-Ammophiletum australis* e *Loto cretici-Amophiletum australis*, que são respectivamente de óptimo eurosiberiano (atlântico) e de óptimo mediterrânico. Assim este território constitui o local de encontro entre as vias migratórias litorais atlântica (descendente) e mediterrânica (ascendente).

As suas dunas são a área preferencial de distribuição da comunidade de “duna cinzenta” *Armerio welwitschii-Crucianellietum maritimae*.

As comunidades permanentes das dunas são os sabinais *Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*.

As comunidades permanentes das arribas calcárias são os **sabinais** *Quercus cocciferae-Juniperetum turbinatae* e os **tojais** *Daphno maritimi-Ulicetum congesti*, *Salvia sclareoidis-Ulicetum densi ulicetosum densi*, e as **comunidades casmofíticas aero-halinas** *Limonietum multiflori-virgati* e *Dactylo marini-Limonietum plurisquamati*, esta última endémica do superdistrito.

### **Sabinais:**

- Comunidade *Quercus cocciferae-Juniperetum turbinatae*
  - Espécies encontradas:
    - *Juniperus*
    - *Olea europaea var. Sylvestris*
    - *Phyllirea angustifolia*
    - *Phyllirea latifolia*
    - *Quercus coccifera*
    - *Quercus ilex*
    - *Quercus suber*
    - *Rhamnus alaternus*
    - *Myrtus communis*
    - *Viburnum tinus*

# 3

## BIODIVERSIDADE

*“The one process now going on that will take millions of years to correct is the loss of genetic and species diversity by the destruction of natural habitats. This is the folly our descendants are least likely to forgive us”. (EDWARD O. WILSON, 1984)*

“Diversidade biológica” significa a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, entre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.”<sup>45</sup>

A definição de Biodiversidade, ou diversidade biológica, é um conceito que foi evoluindo ao longo do tempo, começando por se referir apenas à riqueza específica (componente taxonômica) e/ou variabilidade genética intraespecífica (componente genética) e incluindo depois a diversidade das interações dentro de um ecossistema e entre ecossistemas (componente ecológica) (cf. AVELAR, 1999).

PRIMACK (2006), define o termo biodiversidade como o conjunto de todas as espécies, a variação genética dentro da espécie e todas as comunidades biológicas que incluem as interações no ecossistema.

Assim a biodiversidade pode ser considerada como tendo três níveis: o genético, o de espécies e o de ecossistema.

---

<sup>45</sup> Convenção sobre Diversidade Biológica. Decreto -lei Nº 2.519, de 16 de Março de 1998

(Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de Junho de 1992.)

A diversidade genética refere-se à variação genética intraespecífica, quer entre populações isoladas geograficamente quer entre indivíduos de uma população. É necessária para que a população mantenha a sua vitalidade reprodutiva, resistência a doenças e capacidade de se adaptar a ambientes em transformação.

A diversidade de espécies é a fonte de recursos e de recursos alternativos em termos de alimento, abrigo ou medicamentos.

A diversidade de ecossistemas compreende as diferentes comunidades biológicas e as suas associações com o ambiente.

Para PRIMACK (2006) a diversidade genética numa população é determinada pelo número de genes que têm mais de um alelo (genes polimórficos), e o número de alelos para cada um destes genes. A existência de genes polimórficos também significa que há indivíduos heterozigóticos para esse gene. A diversidade genética pode ser medida em termos de uma população, espécie, comunidade ou bioma.

A variabilidade genética contribui para a capacidade de adaptação, e assim a diminuição de uma população torna-se perigosa (AVELAR, 1999). As espécies raras têm geralmente menor variabilidade genética do que espécies frequentes, o que as torna mais vulneráveis à extinção quando as condições ambientais mudam. Por outro lado, as espécies frequentes, cultivadas pelo Homem, (batata, milho, arroz, trigo) também têm o mesmo problema, i.e., apesar do número de efectivos ser muito elevado estão, no entanto, a tornar-se cada vez mais uniformes do ponto de vista genético (AVELAR, 1999), ficando deste modo mais susceptíveis a doenças. A diminuição ou desaparecimento de populações selvagens ou de variedade de cultivares é por isso preocupante, mesmo que a espécie subsista.

Os indivíduos heterozigóticos têm maior *fitness* que os homozigóticos: têm maior taxa de crescimento, sobrevivência e reprodução. À medida que as populações vão ficando mais pequenas devido à destruição do habitat ou outras actividades humanas, a variabilidade genética vai ser perde-se e os indivíduos vão ter uma média de *fitness* mais baixa (PRIMACK, 2006).

As populações franja, que existem nos limites da área ocupada pela espécie, são geralmente consideradas como um componente importante da diversidade biológica e os biólogos conservacionistas geralmente recomendam a sua protecção.

A diversidade ao nível genético é importante porque constitui o material em bruto para a evolução e adaptação da população.

De acordo com PRIMACK (2006), a diversidade das espécies, é, no sentido mais amplo, o número de espécies diferentes numa comunidade, também referida como a riqueza específica. Constitui o nível de diversidade mais mencionado nos estudos de biodiversidade. Mas há definições mais especializadas, quantitativas, desenvolvidas por ecologistas de modo a comparar a diversidade total de diferentes comunidades em escalas geográficas diferentes.

O número de espécies numa comunidade é designado como a diversidade alpha. Refere-se a um grupo de organismos que interagem e competem pelos mesmos recursos ou partilham o mesmo ambiente. Estabelece-se comparações entre ecossistemas, referindo, para a mesma área, o número de espécies diferentes encontradas (WHITTAKER, 1960, 1967; FISHER et al., 1943).



**Fotografia 14: Zona de 50 cm onde podem ser observadas diferentes espécies, falésia da Praia Grande.**

**Junho 2007**

A diversidade beta representa a velocidade de mudança de composição em espécies ao longo de um gradiente geográfico ou ecológico, ou as diferenças entre áreas distintas de um habitat. Alta diversidade beta implica pouca semelhança entre a composição em espécies de diferentes habitats. Por exemplo, se cada lago de uma região tem espécies de peixes diferentes, a diversidade beta é alta, se têm as mesmas espécies é baixa. Quanto maior for a diversidade beta maior a diferença entre o nº de espécies de cada amostra. Pode ser calculada dividindo gamma por alpha (WHITTAKER 1960, 1967).

Em escalas maiores, por exemplo numa grande região ou continente, usa-se a diversidade gamma, por exemplo, compara-se a diversidade em aves da Grã-Bretanha com a do Quênia. É uma diversidade geográfica (WHITTAKER 1960, 1972).

A utilidade destas medidas é dar-nos uma referência em termos de padrões de distribuição de espécies, comparar regiões do mundo e realçar áreas que necessitam de protecção.

### **Diversidade de ecossistemas**

PRIMACK (2006), refere que o ambiente físico, como os ciclos anuais de temperatura e precipitação e ainda as características da superfície terrestre condicionam a estrutura e as características da comunidade biótica. Esta comunidade, por sua vez, também pode influenciar as características físicas do ecossistema. Por exemplo, num sistema terrestre a velocidade do vento, humidade e temperatura são afectadas pela vegetação (PRIMACK, 2006).

A diversidade a nível do ecossistema está relacionada com a distribuição das espécies, padrões da comunidade, o papel e função das espécies-chave, e combina as funções das espécies e as suas interacções.

A diversidade dos ecossistemas também está relacionada com as perturbações que sofrem, a sua frequência e os fenómenos de sucessão ecológica que são processos de alteração gradual na composição em espécies, estrutura da comunidade, química do solo, e características microclimáticas que ocorre após qualquer perturbação, causada pelo Homem ou natural, numa comunidade biológica (PRIMACK, 2006).

## Interacção das espécies nos ecossistemas

A composição da comunidade é afectada pela predação e pela competição (PRIMACK, 2006).

Em muitas comunidades, os predadores mantêm a número das presas num número abaixo do que os recursos do ecossistema podem suportar, o que constitui o *carrying capacity*<sup>46</sup> do ecossistema. Na ausência do predador a população aumenta mais do que o *carrying capacity* até ao ponto em que recursos essenciais se esgotam e a população decai.

O tamanho da população também pode ser influenciado pela competição com outra espécie para os mesmos recursos. Uma espécie cuja população seja suficientemente grande para ter impacto noutras espécies da comunidade, é chamada ecologicamente funcional.

As relações mutualistas também influenciam a composição da comunidade. Espécies mutualistas atingem uma maior densidade num local quando estão presentes ambas do que quando apenas uma está presente.

As espécies-chave<sup>47</sup>, segundo PRIMACK (2006), são espécies que, apesar de terem uma biomassa proporcionalmente pequena, influenciam a estrutura da comunidade e estão implicadas na sobrevivência de muitas outras espécies na comunidade. A identificação destas espécies é fundamental para o conservacionista, visto que a sua eliminação da comunidade pode precipitar a perda de outras espécies (LETOURNEAU et al 2004)<sup>48</sup>. O desaparecimento de uma espécie-chave pode levar a uma extinção em cascata resultando numa degradação do ecossistema que fica com uma diversidade muito menor em todos os níveis tróficos.

---

<sup>46</sup> A “*carrying capacity*” de uma espécie num ecossistema é o tamanho da população que o ecossistema pode sustentar a longo prazo, em termos de água, habitat e outras necessidades. (autor, ano)

<sup>47</sup> Keystone é a pedra que colocada numa abóbada segura toda a estrutura, removendo-a a estrutura desaba – pedra basilar ou de toque.

<sup>48</sup> Citado por PRIMACK (2006)

As espécies e as interações mais importantes nos ecossistemas não estão ainda totalmente identificadas, já para não mencionar que mesmo nas comunidades mais simples há espécies que desconhecemos (cf. GROFFMAN, 1997)<sup>49</sup>. Ainda mais grave é o desconhecimento de grande parte dos processos que ocorrem no solo e nos sedimentos.

### **Dinâmica dos ecossistemas**

Um ecossistema no qual os processos de fluxos de energia, produção de biomassa e ciclos de matéria estão a funcionar normalmente, é referido como um ecossistema saudável (PRIMACK, 2006). Ecossistemas que permanecem no mesmo estado são referidos com estáveis.

Estes ecossistemas estáveis permanecem assim ou porque não há perturbação ou porque têm características que lhes permitem continuar estáveis face à perturbação ocorrida. Esta estabilidade face à perturbação resulta da resiliência e da resistência. A resistência é a capacidade de manter a estabilidade mesmo durante a perturbação. A resiliência é a capacidade de voltar rapidamente ao estado anterior ao da perturbação.

Factores que determinam a abundância e a distribuição de espécies no bioma mediterrâneo

A riqueza em espécies de comunidades terrestres tende a aumentar com o decréscimo da altitude, aumento da radiação e aumento da precipitação, já que estes factores agem em combinação, (PRIMACK, 2006).

Nas comunidades terrestres, temperadas, de clima mediterrâneo<sup>50</sup> há uma grande biodiversidade na flora. Estas regiões são caracterizadas por terem invernos húmidos e verões secos e quentes (GROOMBRIDGE e JENKINS 2002)<sup>51</sup>. Destas regiões a bacia do

---

<sup>49</sup> citado por AVELAR (1999)

<sup>50</sup> Bacia do Mediterrâneo, Chile Central, Califórnia, região do cabo na África do Sul e Sudoeste australiano.

<sup>51</sup> Citado por PRIMACK (2006)

mediterrâneo tem a maior área (2,3 milhões de Km<sup>2</sup>) e o maior número de espécies vegetais (25000). A região do Cabo tem uma extraordinária concentração de espécies únicas (8550) numa área relativamente pequena (70 000 Km<sup>2</sup>). A riqueza em espécies das comunidades arbustivas e herbáceas destas regiões é aparentemente devido à combinação única de idade geológica considerável complexidade de condições locais, e condições ambientais severas, (PRIMACK 2006). A frequência de fogos nestas regiões também pode ter favorecido uma especiação rápida (COWLING et al. 1996; RICHARDSON et al. 2001; RUNDEL 2001)<sup>52</sup>).

A riqueza em espécies é claramente afectada pela variação local em clima, ambiente, topografia e idade geológica (HUSTON 1994; GASTON 2000)<sup>53</sup>).

A riqueza em espécies pode ser maior nos locais onde há uma topografia complexa e idade geológica maior, o que se reflecte numa maior variedade de ambientes, que vai permitir o isolamento genético, adaptação às condições locais e ocorrência de especiação. Áreas geologicamente complexas, podem produzir uma variedade de tipos de solo com fronteiras muito definidas entre eles, o que leva a existência de múltiplas comunidades e espécies adaptadas a cada um dos tipos específico de solo (PRIMACK, 2006).

### **Importância do número de espécies num ecossistema**

A ideia de que a estabilidade de um ecossistema resulta da sua riqueza em espécies foi originalmente proposta por Darwin (1859). De facto, observa-se que os ecossistemas produtivos com bastante água limpa e solo rico também têm elevada biodiversidade. A questão que falta estabelecer é se é a biodiversidade que gera o bom funcionamento do ecossistema ou são as condições do ecossistema que causam a biodiversidade.

Nos anos oitenta, a hipótese “*rivet-popper*”<sup>54</sup> (EHRlich e EHRlich, 1981) ou hipótese dos rebites, estabeleceu que acrescentando espécies a um ecossistema aumentavam as suas

---

<sup>52</sup> Citados por PRIMACK (2006)

<sup>53</sup> Citados por PRIMACK (2006)

funções, embora quanto maior o número de espécies menos impacto terá a introdução de uma nova espécie. No inverso, um ecossistema com muitas espécies sofre pouco com o desaparecimento de uma, mas se já tiver pouca diversidade o impacto da perda de uma espécie é muito grande.

Em cada ecossistema há muitas espécies que podem ser divididas em grupos funcionais, de acordo com respostas comuns ao ambiente ou efeitos comuns nos processos do ecossistema (i.e. têm nichos similares). Para um ecossistema funcionar será apenas necessário que exista uma espécie de cada grupo funcional ou várias espécies diferentes que realizam a mesma função? Ou seja, desde que exista uma espécie a realizar uma função podem desaparecer, sem problemas para o ecossistema, outras espécies que realizavam a mesma função<sup>55</sup>, ou um ecossistema saudável necessita das centenas a milhares de espécies que geralmente se encontram? (NEEM, 2004)

Actualmente, um dos modelos para explicar a relação entre espécies e ecossistema é o modelo da redundância (WALKER, 1992, 1995).

Este modelo postula que o número de espécies é menos importante para o funcionamento de um ecossistema do que a presença de todos os grupos funcionais. Neste caso, prevê-se que se uma espécie desaparecer, aumentará o número de outra, ou outras, com a mesma função e assim um ecossistema pobre em biodiversidade funcionará tão bem quanto um mais rico, desde que exista uma combinação apropriada dos vários grupos funcionais (NEEM, 2004).

Outro modelo “modelo idiosincrático” refere que apesar do número de espécies afectar a forma como os ecossistemas funcionam, não é possível prever como o ecossistema responde à

---

<sup>54</sup> Os norte-americanos Ehrlich e Ehrlich (ano) que comparam as espécies aos parafusos da asa de um avião no que denominam por hipótese "rivet": existe um determinado número de parafusos que pode ser desenroscado antes que alguma coisa grave aconteça à asa e eventualmente o avião caia. Compara-se ao ecossistema indicando que há um determinado número de espécie que podem desaparecer sem que o ecossistema sofra.

<sup>55</sup> Hipótese da redundância é o caso, por exemplo, das plantas como as leguminosas, capazes de fixar o azoto atmosférico.

perda de espécies. Por exemplo, a perda de uma espécie-chave pode ser dramática para as propriedades do ecossistema mas há ecossistemas que perderam espécies sem terem sofrido qualquer alteração (NEEM, 2004).

O modelo da complementaridade diz que espécies diferentes contribuem para o funcionamento do ecossistema de formas complementares, pelo que o número de espécies num ecossistema é importante (NEEM, 2004), a perda de biodiversidade reduz os processos num ecossistema devido ao menor número de sinergias entre as diferentes espécies.

A biodiversidade, nos tempos actuais, em que as mudanças ambientais são rápidas e drásticas, pode ser um seguro contra o declínio dos ecossistemas. A existência de várias espécies diferentes dentro do mesmo grupo funcional garante, ou pelo menos possibilita que, mesmo no caso do desaparecimento de algumas, outras espécies possam continuar a realizar a sua função. Por outras palavras, a elevada biodiversidade constitui um tampão para o funcionamento do ecossistema (YACHI e LOREAU, 1999).

A vantagem de um ecossistema ter um elevado número de espécies também está relacionada com dois factores diferentes, importantes, característicos da cada espécie: por um lado, cada espécie tem características intrínsecas que lhe permitem responder a factores ambientais como perturbações ou recursos disponíveis; e, por outro lado, cada espécie tem características que determinam o seu impacto nos ecossistemas.

As interacções entre estes dois grupos de características são mais uma razão para a vantagem de se manter o elevado número de espécies num ecossistema: uma espécie redundante que seja extinta agora pode ser a única espécie nesse grupo funcional que tenha capacidade de adaptação a novas condições ambientais impostas ao ecossistema (EHRlich e WALKER, 1998).

Os modelos teóricos começaram a ser testados no princípio dos anos 90 no Imperial College of London (NEEM, 2004). A primeira experiência foi com ecossistemas terrestres, de 1m<sup>2</sup> cada, com todos os factores abióticos iguais variando no nível de biodiversidade. Os resultados adaptavam-se melhor ao modelo da complementaridade.

Um outro estudo que também reforçou o modelo da complementaridade foi o projecto BIODDEPTH (Biodiversity and Ecological Processes in Terrestrial Herbaceous Ecosystems: experimental manipulations of plant communities). Este projecto, financiado pela União Europeia, foi desenhado para investigar os efeitos da diminuição da biodiversidade nos processos ecológicos em ecossistema. Foram efectuados estudos em comunidades de herbáceas em oito países (Suíça, Alemanha, Grã-Bretanha, Irlanda, Suécia, Portugal e Grécia), com uma grande variedade de climas e tipos de solo. Neste estudo verificou-se que a produtividade, medida pela acumulação de biomassa vegetal, diminuiu com a redução do número de espécies. Também se observou que menos espécies de cada grupo funcional resultaram em menor produtividade. Este estudo sugere que espécies vegetais diferentes possam estar a utilizar recursos (nutrientes, água, luz) de modo diferente e até complementar (HECTOR et al, 1999).

Apesar das evidências mostrarem que a perda de biodiversidade pode afectar negativamente a produtividade de um ecossistema, não há nenhuma prova que ateste a sua resistência ou resiliência. No entanto a teoria, experiências laboratoriais e evidências experimentais indirectas sugerem que a diversidade e a estabilidade estão relacionadas.

PFISTERER et al. (2002) investigaram o efeito da perturbação cruzado com a biodiversidade em comunidades herbáceas. Simularam o efeito da geada em parcelas construídas com diferentes números de espécies (1, 2, 4, 8 ou 32). Sem perturbação, os sistemas pobres tinham menos produtividade que os sistemas mais ricos. Mas, introduzindo a perturbação, os sistemas mais pobres mostraram maior resistência e também uma maior resiliência inicial.

Assim confirma-se que a biodiversidade aumenta a produtividade mas pode haver uma relação inversa entre a biodiversidade e a estabilidade.

Este conjunto de resultados discordantes não torna fácil uma conclusão, mas há vários pontos consensuais com elementos dos vários modelos (NEEM, 2004).

Os factores principais no funcionamento de um ecossistema são a história, a geografia e o clima; a biodiversidade tem um papel importante mas secundário.

Mudanças na biodiversidade como a perda de espécies-chave, a perda ou adição de espécie complementares ou a adição de espécies invasivas, pode afectar o funcionamento do ecossistema e estes impactos podem ser previsíveis ou imprevisíveis.

Muitas vezes pode ser reduzida a ruptura de um ecossistema pela manutenção da biodiversidade tão próxima quanto possível dos níveis históricos.

Resumindo, na prática e de forma a podermos solucionar os problemas que surgem com o decair dos ecossistemas, a biodiversidade deve ser medida não apenas como uma catalogação das espécies mas também, se possível, medir como cada espécie contribui para o funcionamento do ecossistema.

### **3.1 AMEAÇAS À BIODIVERSIDADE**

Segundo WILSON<sup>56</sup>, , um dos mais graves aspectos das perturbações no ambiente é a extinção das espécies.

Desde 1600 que estão documentadas extinções de mais de 400 espécies animais e 5000 espécies de plantas devido á intervenção do Homem (AVELAR, 1999). Este número é certamente muito inferior ao número real, tanto por terem desaparecido muitas espécies antes de serem descritas<sup>57</sup>, como por muitas espécies não serem vistas há muitos anos e não serem ainda consideradas oficialmente extintas. Acresce ainda a existência de um grande número de espécies endémicas ameaçadas, cuja extinção é já inevitável.

A variação genética está a perder-se mesmo nas espécies domesticadas como o trigo, milho, arroz, aves de capoeira e gado à medida que os agricultores abandonam a agricultura

---

<sup>56</sup> Citado por PRIMACK (2006)

<sup>57</sup> Segundo STEADMAN, (1995), cerca de 2000 aves das ilhas do pacífico foram extintas à medida que o homem as foi colonizando, séculos antes dos ocidentais as descobrirem.

tradicional. Segundo CHERFAS (1993)<sup>58</sup> nos EUA cerca de 97% das variedades vegetais cultivadas estão agora extintas.

Mesmo quando uma comunidade biológica é degradada e reduzida em área, desde que todas as espécies originais sobrevivam, pode ainda, potencialmente, haver recuperação.

Em termos da variabilidade genética de uma espécie, esta diminui quando o número de indivíduos é reduzido mas a variabilidade poderá posteriormente aumentar pela mutação, selecção natural e recombinação.

Quando uma espécie se extingue, toda a informação genética contida no seu DNA e todas as características combinadas que possuía perdem-se para sempre. As populações não podem ser restabelecidas, as comunidades ficam empobrecidas para sempre e o valor potencial para o Homem nunca poderá ser realizado.

O significado do termo extinto pode variar com o contexto (PRIMACK 2006): assim, uma espécie é considerada extinta se nenhum membro dessa espécie sobreviver em nenhuma parte do mundo; se houver indivíduos da espécie mas apenas em cativeiro ou em situações controladas pelo Homem, diz-se que a espécie está extinta no estado selvagem; e, se em ambas destas situações a espécie está globalmente extinta.

Uma espécie está extinta localmente se não existe numa área que habitava mas existe noutros locais na Natureza. Também pode ser considerada extinta regionalmente. Alguns Biólogos de Conservação consideram ainda que uma espécie está ecologicamente extinta se o número de indivíduos é tão pequeno que não tem interacção com as outras espécies da comunidade (SEKERCIOGLU et al. 2004)<sup>59</sup>.

As extinções em massa, “naturais”, ocorreram em cinco principais episódios, havendo ainda o sexto que, iniciado há cerca de 30000 anos atrás, incorpora os efeitos da caça excessiva e perda de habitat ocorridos à medida que as populações humanas se espalharam pelos

---

<sup>58</sup> Citado por PRIMACK (2006)

<sup>59</sup> Citado por PRIMACK (2006).

continentes (PRIMACK 2006). Foi nesta altura que as espécies de insectos, vertebrados e plantas com flor atingiram o máximo de diversidade. A partir desta altura o número de espécies tem vindo a diminuir enquanto uma espécie estabelece a sua dominância. (LEAKEY e LEWIN, 1996; LOVEI 2001; BAILLIE et al. 2004; MACE et al. 2005)<sup>60</sup>.

A extinção notou-se em primeiro lugar com o desaparecimento da megafauna na Austrália, América do Norte e América do Sul, quando o homem colonizou estes locais há dezenas de milhares de anos.

Estas extinções devem-se provavelmente à caça e à queima de extensas áreas de florestas e pradarias e à introdução de espécies invasivas e de doenças (MARTIN 2001 e BARNOSKY et al. 2004)<sup>61</sup>

As grandes extinções geológicas foram compensadas ou mesmo excedidas pela evolução de novas espécies. A extinção causada pela actividade humana largamente ultrapassa qualquer velocidade conhecida de evolução, mesmo considerando a evolução rápida das moscas da fruta ou a poliploidia em plantas.

Segundo AVELAR et al (1999) a causa subjacente a todas que implicam a perda de biodiversidade é o crescimento da população Humana. A taxa natural da extinção de espécies se não houvesse intervenção do Homem é difícil de determinar. A paleontologia diz-nos que uma espécie dura entre 1 e 10 milhões de anos até ser extinta ou evoluir para uma nova espécie (RAUP 1992; PIMM e JENKINS 2005). Sabendo que talvez existam 10 milhões de espécies actualmente, a velocidade de extinção seria de cerca de 10 espécies por ano, num a taxa de 0.0001 a 0.00001% por ano<sup>62</sup>. BEGON et al., (1996)<sup>63</sup>, refere uma taxa de extinção de 1% por século, o que equivale a 0.01% por ano.

---

<sup>60</sup> Citados por PRIMACK (2006).

<sup>61</sup> Citados por PRIMACK (2006).

<sup>62</sup> Estes valores são muito discutíveis até porque não se sabe ao certo o número de espécies, nomeadamente a fauna do solo, microrganismos.

## Vulnerabilidade à extinção

Segundo RABINOWITZ et al. (1986) citado em PRIMACK (2006), uma espécie rara tem maior probabilidade de se extinguir, já que se considera rara se (1) vive numa zona geográfica restrita, (2) ocupa um ou poucos habitats especializados e (3) só existe em populações pequenas.



**Fotografia 15: Miosótis da Praia, *Omphalodes kuzinskyanae*, Abano Maio 2005**

Como dizia Charles Darwin, no seu livro “A Origem das Espécies”<sup>64</sup>,

“To admit that species generally become rare before they become extinct, to feel no surprise at the rarity of the species, and yet to marvel greatly when the species cease to exist, is the same as to admit that sickness in the individual is a forerunner of

---

<sup>63</sup> Citado por PEREIRA et al., (2002)

<sup>64</sup> "Sobre a origem das espécies através da selecção natural ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida", tradução de On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life, 1859

death-to feel no surprise at sickness, but when the sick man dies, to wonder and to suspect that he died of some deed of violence.”

O endemismo, característico de espécies que apenas se encontram naturalmente numa determinada área geográfica, também está relacionado com a extinção. As espécies neoendémicas ocupam uma pequena área porque apenas recentemente sofreram uma evolução a partir de espécies próximas. As espécies paleoendémicas são espécies muito antigas e as espécies aparentadas já se extinguíram (PRIMACK 2006).

Áreas geográficas isoladas como lagos e ilhas geralmente têm grandes percentagens de espécies endémicas (PRIMACK 2006). Um alto nível de endemismo também se observa nas zonas continentais, geologicamente antigas, com clima mediterrâneo.

Segundo TERBORGH (1974), GITTLEMAN (1994), ISAAC e COLINSHAW (2004)<sup>65</sup> as categorias de espécies mais vulneráveis à extinção, algumas das quais são as características que definem a raridade de uma espécie, são:

- Espécies com uma área geográfica muito restrita – se toda a área for submetida a pressões antrópicas a espécie pode extinguir-se (BRASHARES 2003; DUNN 2005; RICKETTS et al. 2005)<sup>66</sup> Estas espécies também são especialmente vulneráveis á mudança global de climas.
- Espécies com uma ou poucas populações. Qualquer população pode extinguir-se devido ao acaso (terramotos, cheias, doenças, etc.). Espécies com muitas populações são menos vulneráveis à extinção, (PINTO et al, 2005). Esta categoria está relacionada com a anterior, visto que espécies com poucas populações também tendem a ter uma área geográfica restrita.
- Espécie em que o tamanho da população é pequena. As populações pequenas são mais sensíveis às variações demográficas e ambientais e à perda de variabilidade genética.
- Espécies em que o tamanho da população está a diminuir.

---

<sup>65</sup> Citados por PRIMACK (2006).

<sup>66</sup> Citados por PRIMACK (2006).

- Espécies que são objecto de caça ou colheita pelo Homem. Segundo AVELAR et al (1999), cerca de 20% das espécies extintas, documentadas, desde 1600, foram-no devido à caça e exterminação directa. Incluem-se espécies que fornecem produtos valiosos, caça de subsistência de mamíferos com taxas reprodutivas baixas, pesca de baleias, peixes e moluscos, etc..

Também se consideraram relacionadas com a extinção as seguintes categorias:

- Espécies que necessitam de um grande território;
- Espécies animais grandes;
- Espécies cuja estratégia de dispersão não é eficiente;
- Migrantes sazonais;
- Espécies com pouca variabilidade genética;
- Espécies com necessidade de um nicho muito específico, quer em aspectos físicos do meio quer as que estabelecem uma relação de predação, parasitismo, cooperação com apenas uma outra espécie: se uma se extingue a outra também se extinguirá, constituindo uma extinção secundária (AVELAR et al, 1999);
- Espécies que se encontram em ambientes estáveis, não poluídos, corrompidos ou estragados, originais;
- Espécies que se agregam temporariamente ou de forma permanente;
- Espécies sem contacto com o Homem;
- Espécies que são relacionadas com outras que se extinguiram.

### **Categorias de conservação**

Segundo a IUCN 2001 (International Union for the Conservation of Nature), são estabelecidas as seguintes categorias:

- Extinct (EX)
- Extinct in the wild (EW)
- Critically Endangered (CR)
- Endangered (EN)
- Vulnerable (VU)

- Near Threatened (NT)
- Least Concern (LC)
- Data Deficient (DD)
- Not evaluated (NE)

Às anteriores, acrescem as novas categorias a nível regional (IUCN 2003):

- Regionally extinct (RE)
- Not applicable (NA)

### **Espécies invasoras**

O Ministério do Ambiente alerta para a introdução de espécies não indígenas: “A introdução de espécies não indígenas na Natureza pode originar situações de predação ou competição com espécies nativas, a transmissão de agentes patogénicos ou de parasitas e afectar seriamente a diversidade biológica, as actividades económicas ou a saúde pública, com prejuízos irreversíveis e de difícil contabilização.”<sup>67</sup>



**Fotografia 16: Chorão, *Carpobrotus edulis*, falésia da Praia Grande, Abril 2007**

---

<sup>67</sup> MINISTÉRIO DO AMBIENTE Decreto-Lei n.º 565/99 de 21 de Dezembro

Espécies exóticas ou não indígenas são espécies que ocorrem fora da sua área geográfica natural devido à intervenção do Homem. Muitas das espécies exóticas não se estabelecem no novo ambiente onde foram introduzidas visto que este não é adequado às suas necessidades. No entanto algumas destas espécies conseguem estabelecer-se e muitas destas podem ser consideradas invasivas (PRIMACK 2006). Consideram-se invasivas se aumentam em abundância à custa das espécies nativas (MC NEELY 2004, KNAPP et al 2005, SIMBERLOFF et al. 2005, PARKER et al. 2006)<sup>68</sup>

As espécies invasivas caracterizadas pela sua grande capacidade reprodutiva, competem com as naturais e ocupam nichos livres, (BLONDEL e ARONSON, 1995). Por exemplo, no género *Acacia*, a *A. longifolia* e *A. cyanophylla* ocupam as dunas e a *A. melanoxylon* e *A. dealbata* ocupam habitats para o interior.

Estas espécies, uma vez estabelecidas, podem eliminar as nativas pela competição para os recursos limitados, pela predação ou podem alterar o habitat de forma a impedir a sua subsistência, alterado a química do solo, o ciclo de nutrientes, o regime hidrológico ou do fogo (WALKER e VITOUSEK, 1991)<sup>69</sup> Por exemplo a *Tradescantia fluminensis*<sup>70</sup>, originária da América do Sul, faz uma cobertura do solo que impede a regeneração das espécies arbustivas e arbóreas. As espécies invasoras competem com vantagem<sup>71</sup> com as nativas após perturbações do habitat como fogo, geada, ou trovoadas, ocupando os nichos ecológicos.

---

<sup>68</sup> Citados por PRIMACK (2006).

<sup>69</sup> Citado por BLONDEL e ARONSON (1995).

<sup>70</sup> *Tradescantia fluminensis* é endémica nas florestas tropicais do SE brasileiro e naturalizou-se na Nova Zelândia, SE Australiano, Portugal, Rússia, Japão e Se USA. É uma herbácea invasiva, cobrindo o solo e impedindo a regeneração natural em zonas húmidas como as florestas de laurisilva. Altera a decomposição da manta morta, ciclo de nutrientes e a sucessão natural. Propaga-se facilmente por fragmentação (Global Invasive Species Database, 2007)

<sup>71</sup> Do inglês *Outcompete*

No mediterrâneo a ocupação e utilização agrícola dos solos pelo Homem há milhares de anos pode explicar o potencial invasivo de algumas plantas desta região, visto que foram sendo seleccionadas as que tinham sucesso nas paisagens moldadas pelo Homem.

A evolução de espécies bem adaptadas à perturbação humana e a elevada diversidade pode explicar o baixo nível de plantas invasivas na região (THOMPSON, 2005).

A invasão de suculentas como o *Carpobrotus edulis* do Sul de África e *Opuntia ficus-indica* e *Agave americana* na região Oeste da América do Norte podem servir de exemplo para a teoria de MACK (2003)<sup>72</sup> segundo a qual as invasoras são espécies sub-representadas na flora nativa e com poucas possibilidades de evoluir devido a constrangimentos filogenéticos.

Segundo AVELAR et al. (1999), 30% das extinções de espécies deram-se devido à introdução de espécies exóticas. WILSON (1999) refere que a competição com espécies invasoras é a maior causa do declínio em 18% das espécies em perigo e contribui com a perda adicional de mais 24% dessas espécies. Ainda de acordo com WILSON (1999), os impactos das invasoras são a segunda causa do declínio de espécies, apenas ultrapassado pela destruição de habitat.

A introdução de espécies pode ser intencional, muitas plantas foram introduzidas como ornamentais, cultivares, pastagens, ou estabilizadoras de solos. Desde o séc. XVI que se introduziram plantas em Portugal, para a ornamentação de jardins, (MARQUES, 2007). Muitas destas espécies “escaparam” dos jardins e cultivos e estabeleceram-se nas comunidades locais. Muitas algas e plantas aquáticas estão agora a invadir lagos e ambientes marinhos com o desenvolvimento da aquacultura. As espécies também podem ser transportadas não intencionalmente, através de hospedeiros, aviões, barcos e outros meios de transporte. A luta biológica também introduziu espécies para destruir invasoras e estas novas espécies tornaram-se, por sua vez, também elas invasoras, destruindo não só a ameaça original como também as espécies nativas.

---

<sup>72</sup> Citado por THOMPSON (2005)

Quando uma espécie invade uma comunidade, há evidências que as plantas nativas e os insectos que delas se alimentam diminuem de diversidade. Também há evidências (CALLAWAY et al. 2004) que até a flora microbiana do solo reduz em biodiversidade.

A invasão de um território por plantas exóticas, segundo RICHARDSON e al. (2000)<sup>73</sup>, realiza-se numa sequência faseada:

- Introdução – implica a quebra do isolamento geográfico, pela intervenção humana.
- Naturalização – quando não existem barreiras ambientais que impeçam a sobrevivência e a reprodução da espécie introduzida
- Invasão – quando a espécie introduzida se dispersa para outras áreas

Termo	Definição
Planta exótica (Alien plant)	Taxa que existe numa região devido à introdução pelo Homem, intencional ou acidental.  Planta não indígena.
Planta exótica temporária	Planta alóctone que sobrevive mas não se reproduz eficientemente pelo que não persiste na região tendo que ser repetidamente introduzida.
Planta aclimatada	Plantas adaptadas que se reproduzem e mantêm as suas populações. Não são invasivas.
Planta invasora	Planta naturalizada que se reproduz abundantemente e se dispersa facilmente ocupando áreas vizinhas
Planta infestante (daninha)	Planta que pode ou não ser exótica e que causa prejuízos ambientais e /ou económicos apreciáveis.

**Tabela 3: Terminologia recomendada por RICHARDSON, et al. (2000) para plantas invasoras (adaptado)**

No entanto nem todas as espécies introduzidas se consideram infestantes, como se pode verificar na tabela 3.

---

<sup>73</sup> Citado por MARQUES (2007)

## Razões para as espécies se tornarem invasivas

De todas as espécies introduzidas em novos habitats menos de 1% tem a capacidade de se tornar invasiva, aumentando e espalhando-se pelo novo ambiente. A capacidade de um espécie se tornar invasiva pode dever-se a vários factores como:

A ausência de predadores especializados e de parasitas que controlam esta população no seu habitat natural. (TORCHIN e MITCHELL, 2004)<sup>74</sup>).

Espécies exóticas podem estar melhor preparadas para tirar partido de condições em que há perturbação do ambiente. (FACON et al, 2006)<sup>75</sup> A actividade humana pode criar condições diferentes, como nutrientes minerais mais elevados, maior incidência de fogo ou mais luminosidade disponível, para as quais as plantas exóticas podem estar melhor adaptadas do que as nativas. De facto, as taxas mais altas de espécies invasoras são geralmente encontradas em habitats que foram mais alterados pela actividade humana (PRIMACK, 2006).

Assim para além do aspecto da introdução de uma espécie num ambiente, accidental ou propositada, esta torna-se invasora se as suas características favorecerem a colonização, como, por exemplo, rebentação vigorosa por toija e raiz, produção abundante de sementes, sementes viáveis por longos períodos, no solo, germinação síncrona das sementes após o fogo, grande capacidade de dispersão de sementes, elevada taxa de crescimento inicial, resistência a perturbações.

As espécies invasivas geralmente são definidas como espécies exóticas que proliferaram fora da sua área habitual, mas por vezes algumas espécies nativas multiplicam-se desmesuradamente pois estão adequadas aos modos como o Homem alterou o ambiente e assim são quase tão preocupantes com as espécies exóticas (*op. cit.*). Estão nesta categoria algumas espécies de gaivotas ou os “booms”<sup>76</sup> de algas que se seguem ao despejo de esgotos.

---

<sup>74</sup> Citado por PRIMACK (2006)

<sup>75</sup> Citado por PRIMACK (2006).

<sup>76</sup> “Boom” – aumento muito significativo dos indivíduos da população

A remoção das espécies invasoras pode ser extremamente difícil e onerosa (*op. cit*), pois podem estar num número muito elevado e muito integradas na comunidade. Quando a espécie invasora é removida, as espécies nativas podem recuperar sozinhas, ou ser necessário um programa de restauração (SAMWAYS et al, 2005; CAMPBELL e DONLAN, 2005)<sup>77</sup>.

Em relação às invasoras lenhosas, segundo MARQUES (2007), a remoção manual ou mecânica são insuficientes, quer devido à propagação vegetativa que apresentam e que obrigam à remoção total da planta, quer devido ao elevado banco de sementes no solo.

Espécie (Folhosas)	Nome vulgar
<i>Acacia cyanophylla</i> Lindley	Acácia Mimosa Acácia
<i>Acacia dealbata</i> Link	Acácia
<i>Acacia karroo</i> Hayne	Acácia
<i>Acacia longifolia</i> (Andrews) Willdenow	Acácia
<i>Acacia mearnsii</i> De Wild	Acácia
<i>Acacia melanoxylon</i> R. Brown Austrália	Acácia
<i>Acacia pycnantha</i> Bentham	Acácia
<i>Acacia rhetinodes</i> Schlechtendal	Acácia
<i>Ailanthus altissima</i> (Miller) Swingle	Ailanto
<i>Hakea salicifolia</i> (Vent) B.L. Burt	Háquea-de-folhas-de-
<i>Hakea sericea</i> Schrader	salgueiro Háquea-picante
<i>Pittosporum undulatum</i> Ventanat	Árvore-do-incenso
<i>Robinia pseudoacacia</i> L	Robínia

**Tabela 4: Listagem que corresponde às espécies naturalizadas<sup>78</sup>**

<sup>77</sup> Citados por PRIMACK (2006).

<sup>78</sup> Conforme a identificação constante no Anexo I do D.-L. N.º 565/99 (que regula a introdução na Natureza de espécies não indígenas de fauna e flora).

Para a gestão das espécies lenhosas, o Ministério do Ambiente, pelo Decreto-Lei nº 565/99 de 21 de Dezembro, definiu estratégias sintetizados num Plano de Gestão, cujo artigo 18º se refere especificamente ao controlo de espécies invasoras. Deste plano constam estratégias de prevenção, de restauração e de controlo.

A prevenção consiste não só em impedir a introdução de infestantes e regularmente inspeccionar a área de modo a detectar invasoras, mas também em minimizar factores de perturbação, visto que áreas degradadas são mais susceptíveis à invasão (Colorado Natural Areas Program, 2000).

A restauração visa prevenir as invasões manipulando os processos ecológicos de modo a favorecer o restabelecimento das espécies indígenas.

Em relação a áreas já infestadas, é necessário proceder à sua eliminação, seguida da remoção das plântulas que surgem posteriormente. Visto que a erradicação nunca é completa, há que proceder a uma manutenção do nível de densidade das populações infestantes baixa. Em simultâneo, deve ser realizada uma reflorestação com espécies nativas, tal como na restauração, o que ajuda a prevenir a reinfestação (MARQUES, 2001).

Segundo AVELAR et al (1999), certas regiões do mundo tornam-se cada vez mais semelhantes porque partilham as mesmas espécies exóticas e as típicas da região desapareceram ou diminuíram. O mundo estará assim a homogeneizar-se o que constitui uma das ameaças mais graves à biodiversidade, até porque o isolamento geográfico é um dos factores principais para a especiação e diversificação. As espécies invasoras não só causam o desaparecimento das espécies nativas como também diminuem futuras possibilidades de especiação.

Segundo SCHMIDT et al. (2005)<sup>79</sup>, as espécies invasoras têm geralmente impactos negativos mas também podem, por vezes, trazer benefícios como impedir a erosão do solo, alimento para insectos e locais de nidificação e ainda o desenvolvimento de recursos alimentares como

---

<sup>79</sup> Citado por PRIMACK (2006)

foram a introdução da batata e do milho. Por exemplo, citando MARQUES (2007), as acácias foram plantadas para a fixação das dunas e melhoramento da fertilidade do solo. A *Ammophila arenaria*, nativa da Europa, é invasiva nas dunas dos Estados Unidos, onde foi plantada como mesmo fim.

O reconhecimento que há espécies invasivas que causam a diminuição da biodiversidade, conhecer algumas das mais importantes em Portugal e saber como intervir para combater a sua dispersão e estabelecimento devem ser objectivos da educação para a cidadania e para a conservação ambiental. Assim, este aspecto deve ser uma das actividades que se podem realizar com os alunos. Naturalmente que um estudo teórico das invasivas não pode ter o mesmo impacto cognitivo e de transferência que terá uma aula de campo ou actividades práticas. Nomeadamente temos que sensibilizar os alunos para o problema da introdução de espécies exóticas concomitantemente com a valorização da flora natural.

### **A fragmentação de habitat**

Apesar das paisagens Mediterrânicas terem sido sujeitas, durante milhares de anos, a mudanças pela desflorestação, transumância, pastorícia, agricultura, fogo, plantação de florestas, introdução de espécies exóticas, desenvolvimento industrial e urbano, turismo e crescimento populacional, a maioria das espécies de plantas Mediterrânicas conseguiu sobreviver (HEYWOOD 1999).

Actualmente estão a ser exercidas mais pressões nos habitats, como as mudanças na agricultura em operações de larga escala, o abandono do cultivo em terraços a substituição de colheitas tradicionais pelo cultivo em estufas, e o movimento do mundo rural, interior, para cidades e para o litoral.

Segundo AVELAR et al. (1999), 76% das espécies de mamíferos e 60% das aves estão ameaçadas devido à fragmentação do habitat. Seja devido ao cultivo, construção de barragens, expansão das cidades e construção de estradas, ou à poluição e sedimentação de rios e lagos, os habitat naturais estão a ser drástica e rapidamente reduzidos ou fragmentados.

A fragmentação acarreta vários problemas, entre eles os que a seguir se descrevem:

- Algumas espécies ficam sem os recursos mínimos que necessitam, como por exemplo as espécies predadoras que ficam sem número suficiente de presas;
- Outras espécies necessitam de se deslocar passando por habitats diferentes que podem ser inadequados ou perigosos,
- As populações ficam isoladas, não recebem imigrantes de outros locais o que implica menor biodiversidade genética;
- Uma área pequena tem maior proporção de orla em relação à área e através desta fronteira podem ocorrer efeitos nocivos como entrada de predadores, espécies invasivas, mudanças ambientais, etc.

AVELAR et al. (1999) referem ainda que há evidências que espécies resistiram à extinção resultante de mudanças climáticas globais pela migração para locais mais favoráveis<sup>80</sup>. Com a destruição e fragmentação de habitats estas migrações já não são possíveis o que impedirá a utilização dessa estratégia para sobreviver às mudanças climáticas globais como as que se avizinham com o efeito de estufa.

### **3.2 PRESERVAÇÃO *VERSUS* CONSERVAÇÃO.**

Se a Preservação é manter, a Conservação pode ser considerada gerir, sendo a conservação criativa essencial se queremos manter a biodiversidade (SHEAIL et al, 1997). Segundo este autor, referindo-se à experiência no Reino Unido, após a segunda Guerra Mundial foram implementadas medidas de protecção à vida selvagem que incluíam o estabelecimento de reservas Nacionais. No final do século XX, a participação do primeiro ministro do Reino Unido na cimeira do Rio levou à implementação de programas de gestão da vida selvagem que visam não só preservá-la mas também aumentá-la e enriquecê-la não apenas nas reservas naturais mas também em zonas rurais mais alargadas. Mais recentemente surge o termo

---

<sup>80</sup> A extinção de coleópteros durante as glaciações do quaternário foi praticamente nula visto que migraram para regiões mais a Sul (COOPE, 1995, citado por AVELAR et al. 1999).

conservação criativa para descrever as estratégias de tentar restaurar, recriar e mesmo criar vida selvagem.

Estas três fases, que se sobrepõem, requerem cada vez mais um conhecimento ecológico detalhado das espécies individualmente, das comunidades e do impacto que nelas tem o uso antrópico da terra.

O conhecimento dos ecossistemas está ainda muito longe de ser compreensivo. Segundo AVELAR et al. (1999), a tentativa de recriar ecossistemas em grande escala, no projecto Biosfera II<sup>81</sup>, mostra o quanto estamos longe de compreender a dinâmica dos ecossistemas e o funcionamento da Biosfera I, o planeta Terra.<sup>82</sup>

Segundo WALKER e CARROLL (2006), a experiência da Biosfera II serve como um aviso importante: a humanidade é actualmente incapaz de sobreviver afastada dos ecossistemas naturais que existem na Terra. Em primeiro lugar e mais importante, temos que nos esforçar para preservar a Biosfera I, visto que não temos mais nenhum lugar para ir.

### **Argumentos para a preservação da biodiversidade:**

Segundo AVELAR et al., 1999, a reverência perante as maravilhas e complexidade da Vida deveriam ser suficientes para preservar a Biodiversidade. No entanto é, muitas vezes,

---

<sup>81</sup> A Biosfera II foi construída no deserto do Arizona, sendo o maior ecossistema artificial, fechado, jamais construído. Foram recriados sete ecossistemas com 4000 plantas e animais, solo, ar e água. Em 26 de Setembro de 1991 entrou uma equipa de 4 mulheres e 4 homens e a biosfera II foi selada. Esta equipa deveria produzir os seus próprios alimentos e ainda realizar uma série de experiências.

<sup>82</sup> Na Biosfera II os níveis de oxigénio decaíram rapidamente e de modo constante, obrigando a bombagem de mais oxigénio, ao fim de 18 meses, para poderem funcionar os dois anos previstos. A taxa de extinção de espécies também foi muito mais alta do que o previsto, apenas 6 das 25 espécies de pequenos vertebrados sobreviveu, extinguíram-se quase todas as espécies de insectos, nomeadamente todos os polinizadores. Por outro lado outras espécies tornaram-se autênticas pragas como as formigas (*Paratrechina longicornis* Latreille (1925)), baratas (katydids- família relacionada com grilos e gafanhotos) e algumas trepadeiras que ameaçavam estrangular todas as outras plantas. O nível de Óxido de nitrogénio N<sub>2</sub>O, na atmosfera, ficou perigosamente alto e a água ficou poluída com demasiados nutrientes.

necessário dar um valor mais “egoísta”, ou seja, um valor que reflecta a importância da manutenção da Biodiversidade para o Homem, e não apenas pelo seu valor intrínseco.

Na declaração da EEAC – Rede de Conselhos Consultivos Europeus de Ambiente e de Desenvolvimento Sustentável (European Environment and Sustainable Development Advisory Councils), em Setembro de 2005:

“A biodiversidade é a base de sustentação dos bens e serviços fornecidos pelos ecossistemas, os quais são cruciais ao bem-estar e sobrevivência do Homem. Os bens e serviços, fornecidos pelo ecossistema, têm um valor económico significativo, apesar de alguns destes bens e a maioria destes serviços não serem comercializados e não possuem preço tabelado. O seu valor advém dos usos directos (v.g. na alimentação, medicamentos, controle biológico, matérias-primas para a indústria, lazer e turismo) e usos indirectos dos serviços providos pela biodiversidade (ex. fotossíntese, regulação atmosférica, climática e hidrológica, ciclo de nutrientes, controle de pestes, polinização, e formação e manutenção do solo). A biodiversidade tem também uma variedade de outros valores não utilizados, nomeadamente o seu valor intrínseco (valor inerente) e o seu valor de legado (valor para as futuras gerações).”

Pode ser calculado um valor económico directo da biodiversidade, como os recursos que podem ser colhidos directamente. Em muitos países subdesenvolvidos ou em vias de desenvolvimento a exploração dos recursos fornece um valor económico imediato mas com riscos devido à Sobre-exploração e ao aumento da população. Segundo GROOT (1994)<sup>83</sup> esta função dos ecossistemas enquadra-se na categoria da produção, ou produtividade dos ecossistemas referindo-se ao fornecimento de alimentos, recursos energéticos e matérias-primas, material genético.

Por outro lado, também há outros valores indirectos da biodiversidade, que trazem benefícios para as populações. Segundo GROOT, 1994, citado em ANTUNES e SANTOS (1999), estão aqui incluídas as categorias da regulação, que envolve a regulação climática a nível local, regional ou global, a protecção de recursos hídricos e de solos, o fornecimento de oxigénio, o

---

<sup>83</sup> Citado por ANTUNES e SANTOS (1999),

tratamento de desperdícios e retenção de nutrientes, o melhoramento de cultivares comerciais por espécies selvagens<sup>84</sup>, etc., a categoria de suporte ou seja de fornecimento de espaços adequados para habitação, cultivo ou recreio como o ecoturismo; e a categoria de informação, que se refere ao aspecto estético, histórico, religioso, os materiais educacionais e de reportagem nos *mass media*. A inspiração cultural e artística também beneficia indirectamente com a biodiversidade. Todos estes benefícios constituem um valor de uso+, ou seja benefícios, no presente ou no futuro, que se podem retirar dos ecossistemas.

Também se podem contabilizar os benefícios indirectos para as populações fornecidos pela biodiversidade local, não envolvendo a sua recolha: o valor de opção que se refere ao valor potencial, no futuro, da biodiversidade (novos medicamentos<sup>85</sup>, colheitas melhoradas, agentes biológicos de controlo), ou seja, o que as pessoas estão dispostas a pagar pela possibilidade de usufruírem, no futuro, de um bem ambiental cujo valor, no presente, é reduzido ou nulo, ANTUNES e SANTOS (1999).

Para além destes valores económicos, mais sou menos centrados no benefício para o Homem, há os valores éticos que têm fundações em muitas religiões e filosofias e que são facilmente compreendidos pelo público em geral (PRIMACK, 2006). Neste conjunto incluem-se o valor de existência, que está calculado com base no que a sociedade está disposta a pagar para proteger a biodiversidade, (PRIMACK, 2006), sem terem qualquer intenção de recolherem benefícios, e o valor de legado, que se prende com a responsabilidade que as pessoas sentem de preservar os recursos ambientais para as gerações futuras (ANTUNES e SANTOS, 1999). Os argumentos éticos são baseados no valor intrínseco de cada espécie e nos deveres para com o outro, o que proporciona uma base teórica para defender a protecção de todas as

---

<sup>84</sup> É importante conseguir cultivar plantas resistentes às condições extremas devido à progressiva salinização de solos agrícolas, às concentrações elevadas de metais tóxicos para restaurar a cobertura vegetal em locais contaminados e outras. AVELAR et al (1999).

<sup>85</sup> DOBSON, (1995) refere que 1 em cada 25 espécies de plantas estudadas permitiu a produção de um composto importante com um valor de 200 milhões de dólares nos EUA, enquanto que apenas 1 em cada 10000 compostos sintéticos obtêm sucesso. Citado por AVELAR et al. (1999).

espécies, incluindo as que são raras e as que não têm nenhum valor económico óbvio (PRIMACK 2006).

Cada espécie representa uma solução biológica única para o problema da sobrevivência. Cada espécie tem um valor intrínseco que não está relacionado com as necessidades ou desejos do Homem (LEE, 1996; AGAR, 2001)<sup>86</sup>, As espécies são repositórios de história e experiência acumuladas de milhões de formas de vida anteriores através da adaptação evolutiva contínua a um ambiente em mudança. (ROLSTON 200, citado em PRIMACK 2006).

Este argumento sugere não só que não temos o direito de destruir nenhuma espécie mas também temos o dever de proteger activamente as espécies que estão em perigo devido às actividades humanas.

Opositores a este argumento consideram que o Homem tem um valor superior a todas as outras espécies e assim qualquer acção no mundo natural é moralmente aceitável desde que não afecte outras pessoas, directa ou indirectamente. (PRIMACK, 2006).

A perda de uma única espécie pode ter consequências imprevisíveis na comunidade. (CHAPIN et al. 2000; TILMAN 2000)<sup>87</sup>.

Para além do oxigénio do ar que respiramos ser fornecido pelas espécies fotossintéticas e a precipitação em alguns locais ser consequência da transpiração local das árvores, também as espécies que nos servem de alimento ou fornecem produtos necessitam da interacção com outras como, por exemplo, as árvores que dependem dos fungos nas suas raízes, micorrizas, cuja destruição tem consequências graves (CHERFAS 1991)<sup>88</sup>.

---

<sup>86</sup> Citados por PRIMACK (2006).

<sup>87</sup> Citados por PRIMACK (2006).

<sup>88</sup> Citado por AVELAR et al. (1999).

A polinização pelas abelhas, nos EUA, que são alugadas e transportadas para locais onde os polinizadores naturais foram eliminados pelos pesticidas, é um serviço que foi avaliado em cerca de 10 milhões de dólares (AVELAR et al, 1999)

Quando a Natureza é destruída o Homem também sofre com problemas de saúde como a asma, contaminação dos alimentos, da água, e cancro causados ou agravados pela poluição ambiental. (PRIMACK 2006).

Também se considera que os ecossistemas fornecem protecção contra catástrofes naturais como cheias, tempestades e furacões que tiveram recentemente consequências muito graves devido à desflorestação e fragilidade dos solos devido a esta destruição.<sup>89</sup>

Outro argumento refere que o Homem tem uma responsabilidade em relação à Terra.

Muitas religiões consideram errada a destruição de espécies, visto serem criações de Deus e assim presumivelmente têm valor.

O nosso dever em relação a outros humanos exige que vivamos dentro de limites sustentáveis (NORTON 2003)<sup>90</sup>. Este objectivo pode ser atingido pelas populações dos países industrializados, se forem tomadas medidas fortes e eficazes na redução do consumo excessivo e desproporcionado dos recursos naturais.

O argumento que o Homem tem uma responsabilidade para com as gerações futuras. Se no nosso dia-a-dia degradamos os recursos naturais da terra e causamos a extinção de espécies, as gerações futuras vão pagar o preço, tendo menor nível e menor qualidade de vida. (ELLISON 2003)<sup>91</sup>.

---

<sup>89</sup> Inundações no Bangladesh, furacão Mitch na América central, cheias na China 1998, citado de AVELAR et al. (1999).

<sup>90</sup> Citado por PRIMACK (2006).

<sup>91</sup> Citado por PRIMACK (2006).

O respeito pela vida humana e pela diversidade humana é compatível com o respeito pela diversidade biológica.

O reconhecimento de um valor intrínseco da Natureza pode envolver retirar recursos e oportunidades aos seres humanos. Mas o respeito pela diversidade biológica pode, ao invés, levar mais oportunidades para as pessoas. As acções sociais e políticas para os mais desfavorecidos podem levar a uma exploração sustentável dos recursos (WESTRA e LAWSON, 2001)<sup>92</sup>.

Algum público tem a percepção que os biólogos conservacionistas são mais preocupadas com os direitos das aves, tartarugas ou da Natureza em geral do que das pessoas, o que podem impedir a adesão a algumas causas.

Em resumo, os argumentos económicos sublinham que a protecção da biodiversidade é do nosso próprio interesse material. Os argumentos éticos baseados no valor intrínseco da Natureza e do nosso dever para com os outros enfatizam que devemos actuar de um modo altruísta para com a Natureza mesmo que seja contra o nosso próprio interesse material.

Por outro lado temos o nosso próprio interesse esclarecido: a biodiversidade suporta os nossos sistemas básicos de suporte de vida. Produção de alimentos, fornecimento de água, de oxigénio, decomposição de desperdícios, conservação do solo, etc.

Dependemos e devemos valorizar um ambiente despoluído. Também é a biodiversidade que directa ou indirectamente nos permite criar riqueza e proporciona um usufruir estético e recreacional.

A Natureza é a fonte do conhecimento científico sobre a origem da vida a evolução das espécies e do Homem, e ainda permite conhecer e imaginar a história do homem. A Inspiração religiosa e espiritual é muitas vezes encontrada na Natureza.

---

<sup>92</sup> Citado por PRIMACK (2006).

O reconhecimento do valor económico e intrínseco da biodiversidade impõe novos limites à acção do Homem. Poder-se-ia pensar que a Conservação é uma série de proibições, mas muitos ambientalistas consideram que a compreensão do nosso verdadeiro interesse leva a uma conclusão diferente, a escolha de um novo caminho com novos critérios para o progresso a eficiência e a acção racional, que leva a uma mudança ideológica, apreciar a qualidade da vida e não apenas aspirar a um elevado nível de vida. (NAESS, 1989, citado em PRIMACK 2006).

Em 1984 George Sessions e Arne Naess formularam oito princípios que descrevem a ecologia profunda, como, por exemplo o valor intrínseco dos seres vivos, o seu desenvolvimento e biodiversidade, que os homens não têm o direito de reduzir; a necessidade do decréscimo da população humana, e a mudança ideológica necessária de apreciar a qualidade de vida em vez de aderir a níveis de vida cada vez mais altos.

A filosofia da ecologia profunda ajudou a diferenciar o movimento ecológico moderno chamando a atenção para o preconceito antropocêntrico do termo “meio ambiente” e rejeitando a ideia de humanos como guardiões autoritários desse meio ambiente.

### **A importância da região Mediterrânica e porque deve ser conservada**

Segundo HEYWOOD, (1999), há uma série de factores que dão importância à região Mediterrânica, onde se destacam, além de ser um dos maiores centros de biodiversidade de plantas, ser um dos centros de biodiversidade para plantas agrícolas e ter um alto grau de endemismos.

Assim sendo, como preservar a biodiversidade?

A preservação de espécies ou de populações locais, no seu ambiente natural, envolve a proibição de caça, pesca ou recolha e também a protecção do seu habitat. Isto só pode ser feito mediante o estabelecimento de reservas (AVELAR et al. 1999). Da superfície terrestre, cerca de 5% está oficialmente protegida em reservas.

Uma população pequena é muito mais vulnerável à extinção, segundo AVELAR et al. (1999), por problemas como a perda de variabilidade genética que conduz à menor capacidade de adaptação, a consanguinidade aumentada que pode levar ao aumento da homozigotia e

consequente expressão no fenótipo de genes recessivos deletérios, o efeito da deriva genética como doenças, fogos, cheias, etc, e também por problemas demográficos como o número de indivíduos de cada sexo não ser equilibrado ou haver desequilíbrio nas taxas de mortalidade ou natalidade nas várias classes etárias. Assim é necessários recorrer ao estabelecimento de corredores ecológicos para minimizar o problema da endogamia e permitir uma recolonização mais fácil em caso de extinção localizada.

A preservação também pode ser feita *ex situ*, segundo AVELAR et al 1999), tanto para espécies que já não existem em habitats naturais como também para espécies cujas populações necessitem de um reforço de efectivos. Segundo estes autores os jardins botânicos e zoológicos deveriam ter como principal finalidade a criação em cativeiro de espécies ameaçadas, a sua reintrodução nos habitats naturais e a educação das populações locais.

A preservação também pode implicar acções específicas, como o caso do *Quercus faginea*, que está a desaparecer de locais muito ensombrados por ser intolerante ao ensombramento, (CATARINO et al. 1982, CORREIA, 1998). Os bosques de *Quercus faginea* representam uma vegetação reliquial menos adaptada ao clima actual, mais seco e quente, do que estão os matagais esclerófilos. A restauração destes bosques é dificultada pelo desaparecimento de sementes e indivíduos jovens após o arroteamento (ICN, 2007). A espécie *Olea europaea* tem uma longevidade grande e produz rebentos vigorosos o que facilita a sucessão para tipos de bosques com esta espécie (GONZALÉZ, 2002), nomeadamente a *O. Europea*, var. *sylvestris* em solos calcários ou *Quercus suber* em solos silicatados. Para preservar estes bosques é necessária a intervenção do Homem de modo a garantir a regeneração, com cortes e eliminação das espécies competitivas e, ao mesmo tempo, minimizando a perturbação no habitat.

Noutro exemplo, GUTMAN, et al. (2001), referindo-se às experiências de simulação dos efeitos da pastorícia na vegetação conclui que estas sugerem que as herbáceas podem ser sujeitas à pastagem intensiva sem perda significativa da biomassa, embora a pastorícia durante a fase reprodutiva pode reduzir a sobrevivência e a produção de sementes. Mas em relação à comunidade a pastagem contínua pode aumentar a heterogeneidade espacial por formar lacunas o que permite o estabelecimento de outras espécies (STERNBERG et al. 2000, citado em GUTMAN et al. 2001). Assim, a gestão das pastagens Mediterrânicas usando gado

tem implicações diversas, pois se por um lado uma comunidade mais heterogénea pode atingir um equilíbrio sustentável mais rapidamente, (WALKER 1979, TAINTON et al. 1996)<sup>93</sup>. por outro lado a pastagem pode reduzir o banco de sementes.

Também é necessário ter em conta os efeitos indirectos que a pastagem tem na competição entre espécies e na selecção de espécies, quer pela desfolhagem vertical imposta pelo gado nas ervas mais altas, quer pela preferência do gado por espécies específicas.

Há especialistas que afirmam que o fogo controlado é a única forma de manter a vitalidade dos ecossistemas Mediterrâneos, pois favorece a sua regeneração (SILVA, FALTA Ano). Na opinião destes autores o fogo tem o papel de rejuvenescimento das comunidades arbustivas. Estas comunidades se deixadas sem intervenção envelhecem e são potencialmente mais perigosas porque alimentam incêndios de grande intensidade. Este tipo de comunidades é designado como dependentes do fogo, que aqui tem um papel natural causando uma perturbação que permite um reinício da sucessão mantendo-se o tipo de ecossistema. O fogo sempre teve um papel importante na modelação e regeneração dos ecossistemas Mediterrâneos, mas de formas diferentes em locais diferentes e não com a intensidade e frequência que se verifica actualmente, em que o factor humano teve uma contribuição com efeitos e objectivos muito diferentes.

---

<sup>93</sup> Citados por Gutman et al. (2001)

# 4

## AS AULAS DE CAMPO E O DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E DE COMPETÊNCIAS.

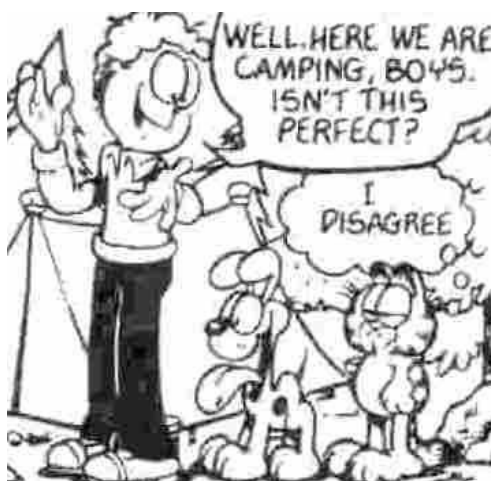


Ilustração 3: Garfield ( JIM DAVIS) céptico em relação a acampar com John<sup>94</sup>



Ilustração 4: Mafalda (QUINO) cínica em relação ao entusiasmo do pai pela Natureza

<sup>94</sup> Esta ilustração e a seguinte foram utilizadas como motivadoras de debate nas aulas realizadas.

Nem sempre os jovens em geral e os alunos em particular, estão despertos para o impacto da acção do Homem na Natureza e para a problemática da sua conservação.

A educação ambiental refere-se a um processo educativo, compreendendo currículos e programas que ensinam a Natureza e o modo como os ecossistemas funcionam. (NEILL, 2006) Estes programas têm como objectivo mudar a percepção dos alunos acerca do valor do mundo natural e mudar comportamentos e atitudes face ao ambiente natural, intervindo activamente na resolução dos problemas ambientais. (NEILL, 2006)

Para conseguir que os alunos experienciem uma mudança eficaz ao nível da percepção e do comportamento, face ao ambiente, tem que haver uma ligação afectiva com a Natureza. O conhecimento da Natureza baseado unicamente em experiências indirectas (livros, filmes, actividades práticas na aula), não é suficiente, como foi demonstrado por PINHEIRO (2001)<sup>95</sup> num trabalho sobre as ilustrações botânicas em livros didácticos, no qual se concluiu que as fotos e desenhos favorecem uma visão distorcida dos padrões encontrados na Natureza, sendo fundamental a observação ao vivo.

Faz sentido que estas ligações afectivas se estabeleçam com ecossistemas naturais do ambiente onde se insere o aluno e não com ambientes longínquos como florestas tropicais ou tundras. Embora se note nos manuais uma crescente preocupação com exemplos relacionados com o Bioma mediterrânico, estes aspectos são ainda pouco explorados. Segundo PYLE (2003), o conhecimento que as pessoas têm da Natureza é muito reduzido, como por exemplo nome de animais ou seu modo de vida. O conhecimento dos alunos (e também dos professores) sobre a flora ou fauna mediterrânica é ainda mais reduzido. Assim é importante formar os professores neste aspecto e implementar aulas de campo em zonas de paisagem mediterrânea.

A educação ambiental é assim indissociável da prática de aulas no campo pois apenas passando pelas emoções, pelo conhecer e amar, se chega à racionalidade: "Knowledge without love will not stick. But if love comes first, knowledge is sure to follow", JOHN

---

<sup>95</sup> Citado por SENICIATO (2004)

BURROUGHS<sup>96</sup>. Associar o conhecimento a uma ligação mais emotiva pode pois constituir-se uma estratégia eficaz no ensino das Ciências Naturais.

“Em um nível prático, a função atribuída às emoções na criação da racionalidade tem implicações em algumas das questões com que nossa sociedade se defronta actualmente, entre elas a educação e a violência. Não é este o local para uma abordagem adequada dessas questões, mas devo dizer que os sistemas educativos poderiam ser melhorados se insistisse na ligação inequívoca entre as emoções actuais e os cenários de resultados futuros [...]” (DAMÁSIO, 2001: 278)

As aulas de campo sempre tiveram um papel importante no ensino de algumas ciências, como a Geologia, a Biologia e a Geografia. Sendo um ambiente de aprendizagem especialmente complexo, interactivo e social, permite a ligação do *curriculum* ao ambiente e combina os aspectos afectivos e cognitivos da aprendizagem. (REVITAL et al 2001). No entanto há hoje em dia a percepção crescente de que as aulas de campo são cada vez menos utilizadas.

Segundo o biólogo EDWARD WILSON (1984:121), o Homem tem uma sensibilidade inata **para**, e uma **necessidade de**, outros seres vivos, devido a termos coexistido durante milénios numa relação íntima com a Natureza. WILSON definiu o termo “biofilia” como as ligações que os seres humanos procuram inconscientemente com os outros seres vivos<sup>97</sup> e que estas são determinadas por uma necessidade biológica. Os cientistas que estudam a biofilia referem

---

<sup>96</sup> “In the fields and woods more than anything else all things come to those who wait, because all things are on the move, and are sure sooner or later to come your way. To absorb a thing is better than to learn it, and we absorb what we enjoy. We learn things at school; we absorb them in the fields and woods. When we look upon Nature with fondness and appreciation, she meets us halfway and takes a deeper hold on us than when studiously conned. Hence I say the way of knowledge of Nature is the way of love and enjoyment, and is more surely found in the open air than in the school room or the laboratory.” BURROUGHS ()

<sup>97</sup> “The connections that human beings subconsciously seek with the rest of life.”

que os Homens têm uma profunda necessidade de interagir e relacionar-se com a Natureza e o mundo vivo que os rodeia.

Desde a industrialização o homem criou riqueza material mas foi perdendo o contacto com a Natureza e as competências de sobrevivência. Agora os Homens têm receio do contacto íntimo com a Natureza o que se verifica, por exemplo na necessidade de transportarem consigo uma enorme quantidade de equipamento que os proteja do desconhecido e os mantenha sempre comunicáveis. (WILSON, 1984).

Se a atracção das crianças pela Natureza não for promovida poderá criar uma biofobia ou aversão pela Natureza, que pode ir desde um certo sentimento de desconforto até um desprezo por tudo o que não for feito pelo Homem. A biofobia também se manifesta na perspectiva que a Natureza é apenas um recurso à disposição da humanidade (WILSON, 1984).

A educação na Natureza pode ser entendida como a resposta lógica ao divórcio da sociedade com a vida baseada nessa mesma Natureza. (NEILL, 2007)

Segundo DILLON et al (2006), a recolha de evidências em estudos realizados por todo o mundo demonstram que o trabalho de campo tem um conjunto de impactos benéficos nos participantes.

No mesmo sentido vai um estudo efectuado na Califórnia, em mais de 60 escolas, que refere que os alunos aprendem mais eficazmente num contexto ambiental do que num ambiente tradicional de sala de aula. As vantagens observadas incluem melhores resultados em testes académicos estandardizados de leitura, escrita, matemática, ciências e estudos sociais. Também se verificaram vantagens a nível afectivo, como uma menor indisciplina e problemas de controlo da turma, maior empenho e entusiasmo para aprender e maior orgulho nos resultados obtidos.<sup>98</sup>

---

<sup>98</sup> Cf. SEER (2000) California Student Assessment Project – the effects of environment based education on student achievement. Acedido em <http://www.seer.org/pages/csap.pdf>, Março 2006

A combinação dos aspectos cognitivos com aspectos afectivos conduz a uma aprendizagem mais significativa e mostra a natureza do conhecimento científico como resultado de processos de raciocínio aliados a uma construção de valores. Segundo SENICIATO (2004) a maioria das pesquisas visam apenas avaliar se as actividades de educação ambiental promovem mudanças a nível de valores e atitudes em relação à Natureza, embora sejam consideradas como metodologias que envolvem, motivam e constituem promovem a integração dos conhecimentos.

Os benefícios das aulas de campo são também enumerados por DAVIS e EVES (2002): aumento das competências cognitivas de nível elevado, melhoria de competências de observação e inquérito, aumento da auto-confiança e melhoria das atitudes.

Por outro lado, ao aprender sobre a dinâmica dos ecossistemas, o aluno, enquanto cidadão, estará mais apto a decidir sobre problemas ambientais e sociais, além de que, como afirma MACHADO (1982)<sup>99</sup> citado em também só cuidamos, respeitamos e preservamos aquilo que conhecemos.

RUDMAN (1994)<sup>100</sup> considera que as visitas de estudo não mudaram muito ao longo da história da Educação, nas últimas dezenas de anos. As aulas de campo podem ser um instrumento para desenvolver capacidades de raciocínio, interesse e sucesso na aprendizagem das ciências. O maior potencial das aulas de campo deve ser a possibilidade de ter experiências directas com fenómenos e materiais concretos permitindo a construção e amplificação de conceitos abstractos. O autor enfatizou ainda a importância das aulas de campo como uma actividade educacional que deve ser um dos constituintes principais do curriculum em ciências.

---

<sup>99</sup> Citado por SENICIATO (2004)

<sup>100</sup> Citado por REVITAL (2001).

Segundo o Plano de Acção do ICN para a implementação da ENCNB<sup>101</sup> 2005 – 2007 “A consciência da importância que a Natureza e a biodiversidade assume nos nossos dias e da sua dimensão global, torna necessária a intervenção de todos no quotidiano a nível local. É assim essencial que esta riqueza seja conhecida, reconhecida e valorizada. Para além do seu valor intrínseco, gera riqueza económica e satisfação de necessidades fundamentais nos domínios da alimentação e saúde pública (actuais ou futuras). Deverá suscitar comportamentos individuais e colectivos mais respeitadores destes valores.”

As aulas de campo virtuais são por vezes usadas para substituir as visitas reais. Segundo o estudo de SPICER e STRATFORD (2001), os alunos apesar de considerarem muito positivas as experiências de aprendizagem das visitas de estudo virtuais referiram, na sua grande maioria, que não podem e não devem substituir as aulas de campo reais. Posteriormente, após terem ido a uma aula de campo esta percepção foi consolidada, afirmando que as visitas de estudo virtuais são mais efectivas na preparação ou revisão de uma visita. Outros estudos indicam dados contraditórios como é o caso de WHITELOCK e JELFS (2005).

Neste contexto e neste estudo, a utilização do Google Earth, complementa a aula de campo “real”.

## **4.1 ORGANIZAÇÃO DE UMA UNIDADE DE APRENDIZAGEM INTEGRANDO UMA AULA DE CAMPO**

### **4.1.1 VISITA DE ESTUDO/AULAS DE CAMPO**

---

<sup>101</sup> N° 236 — 11 de Outubro de 2001 DIÁRIO DA REPÚBLICA — I SÉRIE-B Resolução do Conselho de Ministros n° 152/2001, É definida a estratégia nacional de conservação da Natureza e da biodiversidade (ENCNB), cuja elaboração está prevista na Lei de Bases do Ambiente (Lei n° 11/87, de 7 de Abril). Estão previstas 10 opções estratégicas das quais a 8) “Promover a educação e a formação em matéria de conservação da Natureza e da biodiversidade”

O que distingue a visita de estudo de um passeio ou excursão é a sua integração no processo ensino-aprendizagem (MONTEIRO, 2002). Como qualquer outra actividade pode ter como objectivo a motivação e/ou sensibilização dos alunos para a abordagem de um tema, a aplicação de conhecimentos adquiridos ou a recolha de dados e informações para um projecto em curso.

As visitas de estudo possibilitam o desenvolvimento de várias competências e capacidades: a aquisição e aplicação de técnicas de pesquisa, recolha e tratamento de informação, o desenvolvimento de capacidades de observação e organização do trabalho bem como a elaboração de sínteses e relatórios, o desenvolvimento do trabalho em equipa e a capacidade de comunicação (MONTEIRO, 2002)

Em Portugal, no ofício-circular de 11-03-2004, a Direcção Regional de Educação do Norte (DREN), destaca o valor estratégico das visitas de estudo, “quer de ensino-aprendizagem, quer de complemento e enriquecimento da acção educativa” e, ainda, segue com uma série de orientações de organização das mesmas. No documento indica que devem ser contemplados todos os alunos, sem qualquer discriminação em termos económicos, em conformidade com o já referido Despacho nº 28/ME/ 91. (<http://www.apagina.pt/arquivo/Artigo.asp?ID=3571>)

A Direcção Regional de Educação de Lisboa (DREL), no Ofício Circular n.º 2 2005- 01- 04, refere o seguinte:

“1 - Conceito de visita de estudo: uma visita de estudo é uma actividade decorrente do Projecto Educativo de Escola e enquadrável no âmbito do desenvolvimento dos projectos curriculares de escola/agrupamento e de turma quando realizada fora do espaço físico da escola ou da sala de aula.

Nesta acepção, uma visita de estudo é uma actividade curricular intencionalmente planeada, servindo objectivos para desenvolver/complementar conteúdos de todas as áreas curriculares disciplinares e não disciplinares, de carácter facultativo, cuja operacionalização deverá estar definida no respectivo Regulamento Interno de cada Escola/Agrupamento.

Nota: Não há enquadramento para visitas de estudo no âmbito de actividades extracurriculares.”

Para Monteiro (2002), “As visitas de estudo constituem uma situação de aprendizagem que favorece a aquisição de conhecimentos, proporciona o desenvolvimento de técnicas de trabalho, facilita a sociabilidade”.

O mesmo autor distingue dois tipos de visitas: as visitas globalizantes, que resultam de um projecto multidisciplinar e favorecem a integração dos conhecimentos de várias disciplinas, e as visitas especializadas, que abordam um carácter específico de uma disciplina.

As visitas especializadas, nas ciências naturais, podem ser denominadas “aulas de campo” pois o que as distingue de qualquer outra actividade prática ou experimental é o local da sua realização – a Natureza.

Inseridas na componente curricular, as aulas de campo podem se enquadradas nos programas de 7ºano (Ciências da Natureza) – geologia, 8º ano (Ciências da Natureza) – funcionamento dos ecossistemas, 9ºano (Ciências da Natureza) – a Natureza como elemento essencial ao bem estar, saúde global, 10ºano (Biologia e Geologia)– geologia, 11ºano(Biologia e Geologia) – adaptações, diversidade do mundo vivo, 12ºano (Biologia)– genética, conservação.

## **4.2 COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER**

No âmbito das competências a desenvolver, podemos considerar dois domínios: os referentes aos conteúdos atitudinais e aos conteúdos procedimentais.

Conteúdos Atitudinais:

- Tomar consciência que a intervenção do homem em qualquer fase do ciclo de vida dos organismos pode interferir com a conservação da espécie;
- Valorizar o conhecimento;
- Valorizar a contribuição da ciência para a melhoria da vida dos cidadãos, e ainda valorizar o contributo das diversas ciências, a colaboração entre pares e a partilha de dados para o avanço do conhecimento e a construção da ciência;

- Conhecer a forma de construção do conhecimento nomeadamente a contribuição das hipóteses, dos avanços científico-tecnológicos e dos contextos (ex. socioeconómicos, religiosos e/ou políticos);
- Reflectir sobre comportamentos humanos que podem influenciar a biosfera.
- Construir e defender opiniões, com base científica, relacionadas com a defesa do ambiente;
- Reconhecer a importância da investigação científica na contribuição para a solução de problemas actuais;
- Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.
- Assumir atitudes de defesa do património geológico e da biodiversidade, ancoradas em bases científicas;
- Reconhecer a importância da diversidade fenotípica dos indivíduos de uma população.
- Consciencialização da necessidade de divulgar conhecimentos e mobilizar a comunidade educativa na adopção de comportamentos mais saudáveis e sustentáveis, quer em relação a si quer em relação ao ambiente.

#### Conteúdos Procedimentais:

- Problematizar e formular hipóteses;
- Identificar elementos constitutivos da situação problema;
- Testar e validar ideias;
- Planear e realizar pequenas investigações, executar actividades laboratoriais, experimentais e de campo;
- Recolher, interpretar e organizar dados de natureza diversa, relativamente a organismos e factores nos ecossistemas;
- Analisar, interpretar e discutir situações de adaptação ao ambiente;
- Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação;
- Apreciar de forma crítica a informação veiculada pelos media e aplicação de conhecimentos para interpretar problemáticas com impacte na sociedade e no ambiente;
- Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita;

- Usar as tecnologias de informação e comunicação para todas as fases do trabalho desenvolvido.

As aulas de campo são geralmente organizadas pela Escola, têm objectivos educacionais e têm lugar em cenários interactivos (KREPEL e DURRAL, 1981, citado em REVITAL T. TAL 2001).

Para LOPES e ALLAIN (2002), citado por SENICIATO (2004), nas aulas de campo há uma muito maior complexidade e número de fenómenos de diferentes naturezas do que na sala de aula. Este factor pode confundir os alunos na construção de conceitos pelo que requer, por um lado objectivos claros e, por outro, um professor que conheça bem o ambiente<sup>102</sup>. Também refere a importância do limite espacial e físico do ambiente a ser visitado, de modo a corresponder aos objectivos estabelecidos para a aula.

Resumindo, é importante criar um ambiente dinâmico que promova a aprendizagem das ciências, uma aula de campo tem que ser cuidadosamente planificada e tirar o melhor partido das condições físicas e educacionais do ambiente de aprendizagem que englobam os aspectos cognitivos mas também os sociais e afectivos.

DAVIS, L. e EVES R.(2002), referem que as aulas de campo, quando bem organizadas, replicam a boa ciência: A metodologia em Ciências só pode ser aprendida pela acção: fazer perguntas sobre a Natureza, criar métodos que dêem resposta a estas perguntas, implementar a metodologia, avaliar as respostas obtidas e comunicar os resultados com os outros. As aulas de campo ilustram como estes passos ocorrem muito mais facilmente do que numa série de exercícios laboratoriais que simplesmente verificam algo que já é conhecido.

---

<sup>102</sup> Este é um dos problemas colocados a grande maioria dos professores: a formação em biologia não implica, necessariamente, um conhecimento da fauna e flora, nomeadamente dos nomes de árvores e arbustos.

### **4.3 A ORGANIZAÇÃO E PLANIFICAÇÃO DAS AULAS DE CAMPO**

Para ser proveitoso, o trabalho de campo tem de ser cuidadosamente planificado, implementado e seguido de um trabalho na escola. Na planificação das actividades, os professores devem ter em conta factores como a experiência dos alunos, medos, e tipos de aprendizagem preferenciais (DILLON et al, 2006).

Na planificação de uma aula de campo os aspectos afectivos não podem ser dissociados dos cognitivos e a importância relativa destes dois aspectos têm que ser equilibrada: Para MORIN (2001) o desenvolvimento da inteligência é inseparável da afectividade, mas esta pode ter acções antagónicas, ou seja, pode fortalecer ou asfixiar o conhecimento. Assim uma aula de campo não pode ser planificada tendo apenas em conta um dos aspectos, afectivo ou cognitivo.

Segundo este autor, a afectividade não deve ser uma finalidade da aula de campo mas uma consequência natural desta.

Também DAMÁSIO (2001) estabelece uma estrita relação entre o raciocínio e as emoções.

Para além destes aspectos as aulas de campo devem ser planificadas de acordo com os princípios de ORION'S (1993)<sup>103</sup>, que propõe a inclusão de três partes: a introdução à turma da aula a realizar; as actividades no campo e por fim a actividade sumário na sala de aula.

A importância de um trabalho preparatório da aprendizagem no exterior também é um factor importante, como se verifica no estudo de BALLANTYNE e PACKER (2002), que demonstra diferenças significativas entre estudantes que fizeram actividades prévias e os que não as fizeram. ORION e HOFSTEIN (1994) ou HEALEY et al. (2001), Também demonstram a importância do trabalho preparatório.

ORION e HOFSTEIN (1994) e UZZEL et al (1995) também apresentam estudos que demonstram a necessidade de um trabalho de continuidade após a visita de estudo e o

---

<sup>103</sup> Citado por REVITAL (2001)

estabelecimento de ligações claras entre as actividades exteriores e na escola. Segundo DOURADO (2001), o trabalho desenvolvido no campo pode ser continuado em laboratório e os trabalhos laboratoriais podem condicionar as actividades a realizar no campo, estes dois tipos de trabalho devem desenvolver-se em torno de um problema global comum. Este autor também considera que é essencial que as aulas de campo não tenham um carácter esporádico.

Segundo Piaget há estádios de desenvolvimento das crianças que ocorrem em sequências previsíveis e ordenadas. Todos os domínios do desenvolvimento, físico, emocional, social, cognitivo e de linguagem mudam de uma forma previsível. E, por outro lado, os valores formam-se nos anos mais precoces.

WHITE (2001) refere que, para serem eficazes, os programas e ambientes educacionais para as crianças devem ser planificados de acordo com as necessidades, interesses e competências dos alunos a que se destinam. Para este especialista, as crianças têm uma tendência biológica para o mundo natural (*biophilia*), pela sua diversidade em vários aspectos, por não serem paisagens humanizadas, por serem o habitat natural dos animais. Mas para que as crianças desenvolvam esta sua inclinação natural e se tornem guardiões da Terra, devem ter oportunidades para aprender acerca da Natureza, baseadas nos princípios do desenvolvimento e aprendizagem, de modo a promover a biofilia e impedir a instalação da biofobia. Considera três estádios de desenvolvimento gerais para a educação ambiental:

- Empatia – crianças até aos 7 anos;
- Exploração - dos 8 aos 11 anos;
- Acção social - dos 12 aos 15 anos.

Nesta última faixa, na qual se encontram os alunos do 3º ciclo e do ensino secundário, os adolescentes estão mais sensíveis ao mundo, que querem “salvar”, assumindo que tiveram oportunidades, nos anos anteriores, de desenvolver empatia e de explorar a Natureza.

As oportunidades de trabalhar e desenvolver competências de cidadania relativas à preservação do ambiente devem ser dirigidas para o nível local, onde os jovens se podem relacionar com os resultados da sua intervenção, do que dirigidas para um ambiente longínquo de outras realidades WHITE (2001).

Para além dos aspectos focados a ter em atenção (ambiente com maior complexidade e factores de distração, necessidade de uma planificação cuidada, conjugação de aspectos afectivos e cognitivos, importância de um trabalho preparatório e de continuidade com os alunos, atenção à faixa etária e interesses), os professores devem seguir as orientações da DREL relativas às visitas de estudo:

### “3 - Organização da visita

As visitas de estudo devem constar da planificação do trabalho lectivo de cada disciplina, Departamento, do Conselho de Turma e respectivo Projecto Curricular, respeitando os seguintes itens:

- razões justificativas da visita;
- objectivos específicos;
- guiões de exploração do(s) local (ais) a visitar;
- aprendizagens e resultados esperados;
- regime de avaliação dos alunos e do projecto;
- Calendarização e roteiro da visita;
- docente a envolver (o rácio professor/ aluno deverá variar com a idade dos alunos sendo que o ponto 5 do Despacho N.º 28/ME/91, de 28 de Março considera adequados os seguintes (1 docente por cada 10 alunos nos 1º e 2º ciclos ; 1 docente por cada 15 alunos no 3º Ciclo do ensino básico e ensino secundário, por analogia com os procedimentos a ter no caso dos intercâmbios escolares) ;
- apresentação obrigatória de um Plano de ocupação/ proposta de actividades para os alunos não participantes na visita de estudo ou intercâmbio escolar ou cujos professores se encontram integrados numa visita;
- Data da aprovação da visita de estudo / intercâmbio escolar em Conselho Pedagógico;
- Data da reunião de pais para aprovação e autorização da participação dos educandos na respectiva actividade.

3.1- As visitas de estudo devem ser planificadas e concebidas de acordo com os conteúdos programáticos das diversas áreas curriculares disciplinares e não disciplinares.

3.2- Na organização dos planos das visitas, dever-se-á evitar a realização das mesmas no 3º período, tendo em consideração a proximidade das avaliações finais, sugerindo-se a sua programação para os 1º e 2º períodos.

3.3- Sem detrimento do dever de vigilância e custódia que recai sobre as funções dos professores em qualquer actividade, deverão ser objecto de co-responsabilização das famílias os eventuais danos que os alunos venham a causar no decurso da mesma que não estejam cobertos pelo seguro escolar, independentemente de qualquer procedimento disciplinar;

4.3 – As visitas de estudo/intercâmbios culturais, em território nacional, estão cobertas pelo seguro escolar.” in Ofício Circular n.º 2 2005- 01- 04- Serviço de Origem: Gabinete da Direcção DREL

### 4.3.1 VISITA PRÉVIA

Será útil uma visita prévia para recolher informações e dados que permitam a elaboração de um guião e fichas de trabalho. Se a distância e a falta de disponibilidade não permitem esta deslocação, os professores poderão pedir às instituições o envio de materiais de apoio (MONTEIRO 2002). Na perspectiva de deixar que os alunos construam o seu percurso investigativo ou projecto, não deixa de ser útil uma visita prévia de modo a aconselhar os alunos sobre os dados que estão disponíveis para recolha, a facilidade ou dificuldade dessa recolha.

Os materiais de apoio cedidos pelos parques naturais, geralmente sob a forma de folhetos, podem ser muito úteis como fonte de informação para os grupos de trabalho.

Por outro lado, também é assim possível fazer uma apresentação com fotografias dos locais a visitar e discuti-la com os alunos, o que resulta numa menor distração depois, visto já terem tido contacto com o local, embora virtualmente. Este contacto permite reconhecerem certos aspectos da paisagem e ajuda à concentração.

O recurso ao *Google Earth*<sup>104</sup> (v. Ilustração 5) também é de grande interesse. Os alunos podem construir um percurso nesta aplicação com base nas estações fornecidas e depois visualizar todo o trajecto. Podem também ficar com uma noção mais realista do enquadramento dos locais a visitar, do tipo de paisagem que vão ver e topografia.

Em termos da flora mediterrânica, é útil conhecer os estádios fenológicos dos arbustos e árvores, de modo a escolher a melhor altura para visitar um determinado local. As herbáceas também têm períodos de floração em que a visita se torna mais produtiva, se o objectivo é a identificação de algumas plantas.

---

<sup>104</sup> A aplicação Google-earth permite-nos obter modelos computuzidados com representação tridimensional do terreno e fotografias de saltélite, com muita informação geográfica, permitindo ainda a adição de informação por parte do utilizador

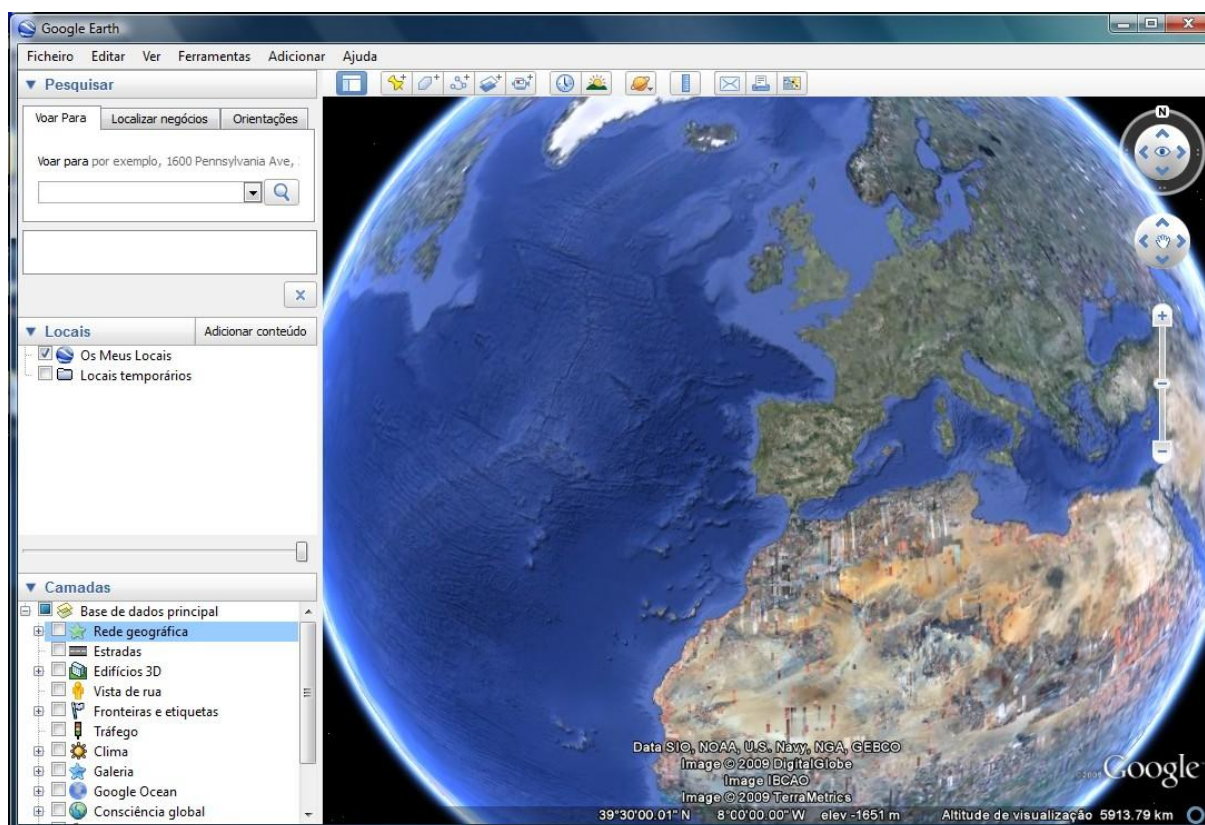


Ilustração 5- A aplicação Google Earth

### 4.3.2 O DOSSIÊ-GUIA/GUIÃO DA AULA

O guião pode conter exercícios de inquérito dirigidos ou abertos. Num exercício de inquérito dirigido, o professor indica o problema, formula as hipóteses e desenvolve um plano de trabalho que é realizado pelo aluno, executando a actividade, registando os dados obtidos e tirando conclusões a partir destes dados. Este tipo de exercício é útil para o ensino de um conteúdo específico. Por exemplo, FOOS, A. e LEONARD, K. (2002), referem um exercício feito em pistas de dinossáurios no qual os alunos medem as pegadas e o comprimento da passada para determinar a velocidade com que os dinossáurios se deslocam. Depois fazem medidas semelhantes com passadas humanas. Neste caso que os icnofósseis podem ser usados para inferir o comportamento dos animais. Também ilustram o facto que nas investigações científicas alguns dados são assumidos e estas suposições terão que ser avaliadas antes de interpretar os resultados.

Estes autores também referem que exercícios abertos podem ser úteis para desenvolver competências de investigação científica embora não sejam os mais indicados para ensinar um conteúdo específico já que o conteúdo aprendido resulta do problema que o aluno escolheu para investigar. Nestes exercícios são os alunos que observam e destas observações surgem problemas e levantam-se hipóteses. São fornecidos aos alunos vários equipamentos que eles podem usar para recolher dados e testar as hipóteses formuladas.

O guião ou dossiê-guia deverá conter as informações básicas: dia e horário da partida e da chegada, material necessário, percurso, etc. Contudo, se incluir outros elementos, poderá constituir um instrumento que oriente e rentabilize a visita de estudo (MONTEIRO 2002).

Ainda de acordo com MONTEIRO (2002), o tema deve ser enunciado, podendo ser acompanhado por um ou mais textos. Os objectivos gerais e específicos devem ser registados; em muitos casos, os professores transcrevem os conteúdos programáticos relacionados com a visita. Deverão ser assinaladas as paragens previstas durante o percurso que poderão ser assinaladas pelos alunos num mapa, que deve constar do dossiê.

A preparação prévia das aulas de campo com os alunos revela-se de grande importância, visto que os alunos têm que lidar com muitos factores de distração, e muitas vezes não conseguem ouvir o professor ou guia. Por outro lado, nem sempre é possível voltar ao lugar da visita para realizar algum procedimento mal feito ou esquecido. Assim, apenas com um conhecimento interiorizado dos objectivos da visita, dos dados que devem que recolher, das actividades que lhes compete realizar é que a aula de campo se torna verdadeiramente proveitosa.

Poder-se-ão integrar fichas-guia onde, para além de dados e informações, se reservem espaços para os alunos registarem as suas observações e impressões pessoais e prever tarefas a cumprir durante a visita (MONTEIRO 2002).

### **4.3.3 TIPOS DE VISITA**

Uma **visita guiada** ou dirigida - por professores ou por guias - valoriza sobretudo a transmissão de conhecimentos (MONTEIRO 2002). Apesar de ser uma variante da aula expositiva, também se é difícil manter os alunos atentos e motivados para a aprendizagem fora da sala de aula. A aprendizagem vai estar muito dependente da capacidade intrínseca do

guia para mobilizar a atenção dos alunos e, por outro lado, o rácio guia/alunos pode comprometer uma boa captação do que é dito por parte destes.

Na **visita de descoberta**, os alunos têm um papel activo: orientados por um guião assumem um papel activo. Os professores podem fornecer informações complementares e ajudam os alunos a progredir na visita. (MONTEIRO 2002).

Na aula de campo, os alunos têm tarefas a desenvolver, que já planificaram, com objectivos muito precisos. Trata-se de uma actividade prática, muitas vezes experimental, em que há a aplicação de conhecimentos já explorados e adquiridos. Sendo uma aula prática, não deve ser demasiado sobrecarregada, pois será necessário recolher dados ou resultados para posterior tratamento.

#### **4.3.4 FACTORES QUE AFECTAM A QUALIDADE DE APRENDIZAGEM E A QUALIDADE DAS EXPERIÊNCIAS SENTIDAS PELOS ALUNOS, NA NATUREZA.**

Segundo DILLON et al (2006), algumas barreiras externas à aprendizagem e aquisição de experiências são:

- Medo e preocupação com a segurança e a saúde (mais importante em certas condições, este factor impede muitos professores de realizarem aulas de campo que possam ter “riscos”. Alguns alunos menos habituados a situações não urbanas também demonstram muitas dificuldades em passar uma linha de água, sentarem-se numa rocha ou sobre plantas, subir ou descer carreiros, receio de abelhas)
- Falta de confiança dos professores para ensinar fora da sala de aula (habituados a ter um controlo muito apertado na sala – alunos sentados nas carteiras, sala delimitada, posições relativas definidas, tempo limitado de aula, alguns professores receiam indisciplina numa ambiente muito aberto)
- Curriculum (grande extensão do programa, matérias não adaptadas a aulas de campo)
- Falta de tempo, recursos e apoios (matérias que têm que ser dadas e testadas, dificuldades económicas de alguns alunos, falta de colegas para acompanhar a visita)

As barreiras internas à aprendizagem, segundo BALLANTYNE e PACKER (2002)<sup>105</sup>, podem depender da idade dos alunos:

- os mais novos são significativamente mais entusiastas e mais concentrados em pontos específicos do programa;
- os alunos mais velhos, de nível secundário, revelam menos entusiasmo e estão mais interessados em experimentar algo diferente e sair da escola do que propriamente aspectos de conhecimento.

Em relação aos professores REVITAL (2001) considera existirem três tipos genéricos:

- O professor “envolvido” - mostra iniciativa e está interessado em introduzir as aulas de campo nas suas actividades. Sabe da importância da planificação destas aulas e compreende a importância destes ambientes na aprendizagem de conteúdos e competências. Participa activamente na condução da aula de campo e na distribuição das tarefas para os alunos;
- O professor que “segue o programa” – aceita a aula de campo como uma tradição mais do que uma actividade educacional importante. Pode estar envolvido na organização da aula mas não na planificação de actividades específicas. Durante a aula de campo vê-se mais como um promotor da disciplina.
- O professor “passivo” – é praticamente obrigado a fazer uma aula de campo. Não utiliza a potencialidade deste ambiente de trabalho e a sua atitude negativa pode reflectir-se nos alunos

### **Preparação prévia**

O professor deve reflectir sobre alguns aspectos antes de organizar uma aula de campo:

- Para que serve?

---

<sup>105</sup> Citado por DILLON et al (2006).

Há vantagens em fazer actividades na Natureza em comparação a fazê-las na sala de aula? As vantagens superam os aspectos negativos, nomeadamente faltar a outras disciplinas e custear o transporte. Quais os objectivos específicos da aula de campo?

- Qual a função da aula de campo?

Motivação da turma para uma determinada matéria; conclusão ou síntese final de um estudo; estudo de um assunto através da observação dos elementos durante a visita de estudo.

- O que espero que os alunos aprendam?

As actividades estão relacionadas com conteúdos incluídos no currículo? Ou são de complemento curricular?

- Que competências posso desenvolver com esta actividade?

Competências de planificação que os grupos fazem, ou durante a visita na execução das actividades, no registo de resultados após a visita na organização dos dados recolhidos, na comunicação dos resultados, na aquisição de conhecimentos demonstrada.

- Onde ir?

Para além de estabelecer o paralelismo entre o que pretende conseguir e o local a visitar, a pesquisa prévia é essencial com vista à recolha de dados pelo professor, de modo a assegurar-se que as actividades práticas a realizar são exequíveis, que há dados a recolher ou resultados que podem ser tratados, e ainda caso ocorra algum imprevisto haja uma alternativa. As actividades práticas e experimentais são sempre mais imponderáveis e os alunos, principalmente os mais jovens, tendem a desmoralizar quando não ocorrem conforme o pretendido. Assim é essencial o professor ter um conhecimento sólido do que vai fazer e o que vai encontrar

- Como?

Organização em termos de transporte, duração da aula, altura do ano, número de alunos, professores acompanhantes.

### **Trabalho prévio do professor:**

- escolha do local a visitar;
- data da realização da visita;

- meios de transporte;
- custos por aluno
- autorizações dos Encarregados de Educação;
- informação ao coordenador de grupo; professores da turma e Director
- definição de objectivos desde o domínio cognitivo aos das capacidades e competências, valores e atitudes;
- recolha de informação para posterior fornecimento aos alunos através de textos ou folhetos impressos sobre o local a visitar ou uma aula audiovisual que servirá de motivação para a visita de estudo;
- tentar a multidisciplinaridade, se possível;
- integrar esta actividade no estudo de um determinado tema do programa.
- Integrar a aula no PAA, e, caso não o esteja, pedir a aprovação do Conselho Pedagógico

**Antes da visita de estudo os alunos também devem ter tempo para:**

A participação activa dos alunos na discussão dos objectivos bem como nas tarefas que envolvem todas as fases: planificação, preparação, organização e avaliação da visita é condição do sucesso pedagógico da visita (MONTEIRO 2002).

A apresentação do tema pelo professor deve ser seguida, na turma, em grande grupo pela discussão orientada para o levantamento de problemas e sobre o que pode ser feito para os ultrapassar.

Posteriormente, em pequenos grupos, os alunos podem levantar problemas sobre o conteúdo da aula de campo, conhecer o local da aula, saber ou planificar as actividades que vão ser desenvolvidas; determinar as informações que possuem sobre o local/assunto, listar as informações e dados que precisam de recolher; determinar e registar.

Caso seja apropriado podem também responder a questões como:

Que área(s) seleccionar? Como delimitar a(s) área(s) de estudo? Que informações já possuiis?  
Que informações precisas de recolher?

Também podem proceder à formulação de sub-problemas, fazer uma pesquisa bibliográfica para recolher informações sobre o local, seleccionar mapas e plantas.

Os alunos podem treinar a manipulação instrumental e fazer uma selecção do material que vão necessitar na preparação das actividades a desenvolver como por exemplo:

- Factores abióticos: Que factores medir? Onde medir? Que materiais preciso de levar? Como medir? Que material recolher? Como acondicionar o material?
- Comunidade biótica: Que tipo de seres espero encontrar? Que técnicas usar para recolher o material biológico? Posso recolher material ou apenas fotografar? Como acondicionar o material recolhido? Como identificá-lo? Que instrumentos utilizar? Que registos efectuar?
- Rochas: Que tipo de rochas espero encontrar? Podemos recolher amostras? Como acondicionar o material recolhido? Como identificá-lo? Que instrumentos utilizar? Que registos efectuar?
- Ensaio a realizar: Que ensaios/observações efectuar? Porquê? Com que materiais? Que dispositivos montar? Que variáveis controlar? Que registos efectuar?

Poderão dirigir-se à autarquia ou empresas da comunidade, para solicitar apoios financeiros. Ao contactar com diferentes instituições, o aluno compreende que a escola é um elemento interactivo e interdependente da comunidade.

Também convêm que este trabalho em pequenos grupos seja apresentado a toda a turma com a apresentação de todos os sub-problemas seguida de discussão e de avaliação dos trabalhos – o que irá homogeneizá-los, enriquecendo todos e evitando que os grupos mais fracos vão sem a preparação necessária.

### **Durante a aula de campo:**

BALLANTYNE e PACKER (2002) consideram importante não haver demasiadas actividades estruturadas durante a aula de campo.

Durante a aula de campo os alunos e professores realizam observações e actividades diversas como, por exemplo, medição de parâmetros, registos fotográficos e outros, recolha de amostras e montagem de armadilhas<sup>106</sup>.

Quer haja ou não trabalhos diferentes por grupo, o número de actividades não deve ser demasiado nem serem morosas. Por exemplo, devemos ter a noção que pedir para um alunos desenhar um aspecto da paisagem leva tempo e deve ser feito em posição confortável e com material apropriado. Os alunos devem poder apreciar, sem pressas, a Natureza.

### **Depois da aula de campo:**

Após a visita de estudo o professor deve organizar a continuidade ao trabalho já desenvolvido com os alunos, para o que deve dispor de tempo de aula para, por exemplo:

Preparar infusões, terrários, observação macroscópica e microscópica de organismos, de tecidos, constituição e organização de colecções, identificação de amostras.

Deve ser dado especial cuidado aos dados/resultados quer no aspecto de organização quer na interpretação e apresentação.

Para que se aproveite ao máximo todas as potencialidades de uma aula de campo, os alunos, em sala de aula, no grupo de trabalho devem reflectir sobre os resultados e os dados recolhidos, por exemplo:

- Como organizar os resultados? Como apresentá-los?
- Os resultados apoiam ou refutam as hipóteses de trabalho?
- Quais as principais limitações do trabalho realizado?
- Como melhorá-lo?
- Como se articulam os resultados e das hipóteses de trabalho?

---

<sup>106</sup> No caso das últimas duas, impossíveis de realizar, dado o regulamento do Parque Natural, que o proíbe.

Em relação aos produtos e à avaliação também é proveitoso construir mapas de conceitos, quadros com resultados, painéis ou posters com textos e fotografias, elaborar relatórios com a interpretação dos resultados, crítica ao trabalho desenvolvido e conclusões possíveis.

Na avaliação dos resultados é essencial que se reflecta sobre a organização do trabalho e a concretização deste, criticando os aspectos que falharam de modo a consciencializar os alunos para a importância de uma planificação cuidada de qualquer actividade prática, ao nível de vários parâmetros.

Será também através dos alunos que se poderão envolver os pais. O pedido de autorização dirigido aos Encarregados de Educação deve fornecer informação sobre o horário, itinerário, custo e material necessário. Mas, além disso, deve esclarecer os objectivos da visita. Se for organizada uma exposição dos materiais produzidos, os pais deverão ser convidados. Muitas vezes, as visitas de estudo proporcionam oportunidades para, em contactos mais informais, se estabelecer relações mais próximas entre a escola e as famílias.

A avaliação da participação e desempenho dos alunos poderá ser feita a partir de fichas de auto e hetero-avaliação (MONTEIRO 2002). Se os professores valorizarem, fundamentalmente, as aquisições no domínio cognitivo, poderão aplicar fichas de aferição de conhecimentos. (MONTEIRO 2002).

Para não tornar a avaliação num aspecto demasiado fastidioso, com o preenchimento de fichas, parece-nos mais útil insistir na avaliação patente no relatório, onde a crítica deve conter aspectos referentes a avaliação do grupo e individual.

A observação feita pelo professor, registadas em fichas, também é importante, nomeadamente para a avaliação de atitudes como a iniciativa, a autonomia, o empenhamento, a interacção do grupo e outras.

### 4.3.5 PERCURSOS DE NATUREZA INVESTIGATIVA

As actividades usadas no ensino de Ciências são, resumidamente:

- A Experienciação – permite a percepção ou a familiarização com fenómenos ou factos.
- As Demonstrações - permitem comprovar Leis, melhorar a compreensão de conceitos.
- Os Exercícios – desenvolvem habilidades específicas (técnicas, comunicação, processos cognitivos)
- As Experiências – actividades de natureza experimental para testar hipóteses, que implicam a manipulação de variáveis
- As Investigações – actividades práticas com características do trabalho científico, centradas na resolução de problemas.

Os percursos de natureza investigativa vieram substituir, no que se refere a processos educativos mais em voga, o desenvolvimento de projectos de investigação. Sendo os projectos mais estruturados a nível de sequências de etapas a seguir, os percursos estão menos sujeitos a um formalismo sequencial.

No entanto também se podem considerar etapas, embora não necessariamente por sequência temporal mas prevendo-se a desordenação e o voltar atrás.

Assim o percurso pode ser sinuoso e com voltas, embora se possam identificar, depois de concluído, etapas como:

- Relevância social do contexto;
- Exploração qualitativa das situações (emergem saberes, concepções, surgem questões operativas);
- Problematização e formulação de hipóteses (fundamentadas);
- Ponto de situação;
- Definição de planos de acção;
- Pesquisa, organização, síntese da informação;

- Experimentação;
- Análise, interpretação e avaliação de dados (fiabilidade, pertinência);
- Reflexão, avaliação crítica do processo, novas questões, decisões, etc.;
- Redacção de memórias descritivas (com o processo e o produto e que permitam a reprodução);
- Trabalho cooperativo (intra e inter-grupos);
- Debate, argumentação, confronto de ideias, fundamentação;
- Valorização e integração de aspectos pluri, inter e transdisciplinares.

Os percursos de natureza investigativa não são investigação científica (HODSON, 1993; LEITE, 2001), são um processo de aprender ciência. A investigação científica visa produzir novos conhecimentos, enquanto os alunos, na Escola, desenvolvem um percurso com o objectivo de desenvolver competências. Embora os cientistas não saibam as respostas que lhes serão eventualmente dadas pela investigação, os alunos podem encontrar as respostas ao que investigam procurando na bibliografia ou questionando o professor, o qual geralmente sabe as respostas.

Este processo resulta da necessidade sentida de ultrapassar os antigos modelos de ensino das ciências, reduzidos aos aspectos conceptuais e integrar também aspectos procedimentais e axiológicos (PERÉS e VILCHES, 2004)<sup>107</sup>. HODSON (1992)<sup>108</sup>, vai mais longe quando afirma que “A aprendizagem das ciências num processo de investigação orientada (...) não envolve simples mudança conceptual, metodológica e axiológica(...) já que permite aos alunos participarem na (re)construção de conhecimentos científicos, o que favorece uma aprendizagem significativa.”

CACHAPUZ et al. (2002) sobre o Ensino de Pesquisa, refere que, ao fazerem investigações, os alunos:

---

<sup>107</sup> Disponível em <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001595/159537S.pdf>, consultado em Agosto 2008

<sup>108</sup> Ver National Research Council de 1996

- Envolvem-se cognitivamente e afectivamente na aquisição de saberes;
- Mobilizam conceitos e modelos de outras áreas;
- Interiorizam e praticam formas de trabalhar com paralelismo ao trabalho científico;
- Desenvolvem estratégias pessoais de pesquisa organização, selecção e avaliação da informação;
- Desenvolvem atitudes e valores que permitam posicionar-se de forma crítica e fundamentada face aos aspectos que envolvem os conhecimentos científicos e as suas formas de trabalhar.

Resumindo, os percursos de natureza investigativa são caracterizados por explorar problemas abertos, estarem enquadrados no contexto Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSeA).

Em termos de operacionalização o professor deve reflectir sobre como iniciar, como surgem os problemas a investigar, sobre o contexto (mais ou menos conhecido e explorável).

O professor também deve ter um papel activo em termos de ajustar o grau de dificuldade às características dos alunos para evitar investigações que sendo demasiado ambiciosas e difíceis não produzem quaisquer resultados que os alunos possam interpretar, por exemplo.

O grau de dificuldade e de abertura do problema a investigar, também pode ser aconselhado, bem como a natureza e o número de variáveis (dependentes, independentes e a controlar) e a complexidade das técnicas a utilizar.

A carga conceptual necessária para compreender e resolver o problema também deve ser ponderada.

# 5

## METODOLOGIA

*“Learning Science – acquiring and developing conceptual and theoretical knowledge. Learning About Science – developing and understanding of the nature and methods of science, and an awareness of the complex interactions between science and society. Doing Science – engaging in and developing expertise in scientific inquiry and problem-solving”* Hodson (1993) p.106

Analisaram-se os programas de ciências do 3º ciclo, de Biologia e Geologia e de Biologia do ensino secundário de modo a estabelecer os conteúdos e as competências que podem ser desenvolvidos em aulas de campo, num percurso a pé, por zonas com interesse em termos de flora Mediterrânica.



**Ilustração 6 - Vista de Satélite no Google Earth, identificando o percurso seleccionado**

Dada a proximidade à escola onde se realizou o estudo e à riqueza florística e interesse geológico, considerou-se a possibilidade de recorrer, para efeitos deste estudo, ao Parque Natural de Sintra-Cascais, ao qual se realizaram várias visitas exploratórias, tendo finalmente sido escolhida a falésia da Praia Grande do Rodízio, por ser o que melhor interpretava os critérios enunciados.

Selecionou-se neste local um percurso (v. Ilustração 6), com determinadas características, nomeadamente ser de fácil acesso, pouca perigosidade e baixo grau de dificuldade e onde se pudessem observar/estudar elementos da flora Mediterrânica variados e com interesse.

Fez-se em seguida um levantamento simplificado da flora e geologia que podem ser observadas no percurso escolhido, com a identificação de espécies, ou, se não for possível, de géneros. Construiu-se uma base de dados com o material de apoio à identificação de espécies, designadamente fotografias, breve descrição das famílias e das espécies encontradas e do habitat específico.

Fez-se um levantamento da zona e desenharam-se actividades práticas que podem ser realizadas, quer durante a aula de campo quer depois na sala de aula ou em laboratório, relacionadas com a especificidade do percurso e dos conteúdos programáticos, adaptados aos diferentes níveis etários.

Realizaram-se as aulas de campo no percurso escolhido, com as actividades preparadas, com alunos de diferentes níveis de ensino, nomeadamente 7<sup>os</sup> e 8<sup>os</sup> anos no 3<sup>o</sup> ciclo, 10<sup>os</sup>, 11<sup>os</sup>, e 12<sup>os</sup> no secundário .

Construíram-se e aplicaram-se instrumentos para obter informação sobre a utilidade da realização do percurso em termos de aquisição de competências cognitivas, procedimentais e atitudinais.

Analisaram-se os dados obtidos relativos ao impacto que tiveram nos alunos. Reformulou-se o percurso e as actividades.

## **5.1 ANÁLISE DOS PROGRAMAS DE CIÊNCIAS NATURAIS DO 3º CICLO E DE BIOLOGIA E GEOLOGIA DO ENSINO SECUNDÁRIO**

### **Ciências físicas e naturais – 3º ciclo**

Segundo o Currículo Nacional<sup>109</sup>, o ensino das Ciências (Físicas e Naturais) no ensino básico tem com objectivos, entre outros, despertar a curiosidade nos alunos sobre o mundo natural à sua volta, adquirir uma compreensão geral dos procedimentos de investigação científica e questionar o comportamento humano perante o mundo.

Considera-se fundamental a vivência de experiências diversas das quais a primeira referida é de “observar o meio envolvente. Para isso planificar saídas de campo: elaborar roteiros de observação, instrumentos simples de registo de informação, diários de campo; usar instrumentos.”

São nomeados os conhecimentos substantivo, epistemológico e processual, este último “pode ser vivenciado através da realização de pesquisa bibliográfica, observação, execução de experiências, individualmente ou em equipa, avaliação dos resultados obtidos, planeamento e realização de investigações, elaboração e interpretação de representações gráficas onde os alunos utilizem dados estatísticos e matemáticos.”E ainda, o Raciocínio, Comunicação e Atitudes referindo-se para esta “a implementação de experiências educativas onde o aluno desenvolva atitudes inerentes ao trabalho em Ciência, como sejam a curiosidade, a perseverança e a seriedade no trabalho, respeitando e questionando os resultados obtidos, a reflexão crítica sobre o trabalho efectuado, a flexibilidade para aceitar o erro e a incerteza, a reformulação do seu trabalho, o desenvolvimento do sentido estético, de modo a apreciar a

---

<sup>109</sup> consultado em 2 de Setembro 2009 no sítio: [http://sitio.dgidec.min-edu.pt/basico/Paginas/Programas\\_OrientacesCurriculares\\_3CFN.aspx](http://sitio.dgidec.min-edu.pt/basico/Paginas/Programas_OrientacesCurriculares_3CFN.aspx)

beleza dos objectos e dos fenómenos físico-naturais, respeitando a ética e a sensibilidade para trabalhar em Ciência, avaliando o seu impacte na sociedade e no ambiente.”

Os quatro temas gerais das disciplinas de Ciências naturais e Ciências Físico-Químicas são:

- Terra no espaço
- Terra em transformação
- Sustentabilidade na Terra
- Viver melhor na Terra

Para cada um destes Temas gerais, os conteúdos que podem ser abordados com vantagem evidente, em aulas de campo são:

### **Tema : Terra no espaço**

São propostas actividades como “visualização de documentários com seres vivos nos seus ambientes naturais” e “sobre a vida de determinados grupos de animais e a observação da dependência que existe entre eles e em relação ao meio” sendo referido que “o fundamental é reforçar a ideia de biodiversidade e unidade”.

Parece-nos que nesta tema seria de sugerir aulas de campo já que os documentários não têm o mesmo impacto que o contacto directo com a Natureza.

### **Tema : Terra em transformação**

Este tema é estreitamente ligado à Geologia, pelo que a organização pelos alunos, das colecções, de amostras de mão e de fósseis, além das aulas de campos são fundamentais.

Neste tema são sugeridas saídas de campo para observação e recolha de fósseis e amostras de mão e o estudo de paisagens geológicas

### **Tema : Sustentabilidade na Terra**

Neste tema, abordado geralmente no 8º ano, são referidas, nas experiências educativas, que “A compreensão dos mecanismos fundamentais subjacentes ao funcionamento e ao equilíbrio dos ecossistemas é essencial para o desenvolvimento de acções, mesmo a nível local, de

conservação e gestão do património natural, as quais podem contribuir de forma decisiva para a sustentabilidade da Terra.”

Na temática dos Ecossistemas o programa indica: ”deve ser explorada numa perspectiva de educação ambiental(...). Pretende-se que os factores abióticos, bióticos, cadeias e teias alimentares, ciclos de matéria e de energia não tenham um tratamento separado para não se perder de vista a ligação sistémica existente, de facto, na Natureza.” Também aqui se sugere o visionamento de um filme seguida de discussão.

Parece-nos que as aulas de campo, para a compreensão dos conceitos de ecossistema, espécie, comunidade, população e habitat e a influência de factores físicos e químicos do meio sobre cada indivíduo e/ou sobre as populações será uma estratégia extremamente eficaz e adequada.

Sugere-se que a temática sucessão ecológica seja exemplificada pela sucessão que ocorre após uma área ser devastada por um incêndio (o que será particularmente significativo se tiver ocorrido um incêndio numa região próxima. A propósito, consideramos que uma actividade interessante seria, na aula de campo, interligar esta temática com as da adaptação das plantas ao fogo, na flora Mediterrânica. Deste modo integrar-se-iam diferentes tópicos e saberes.

Na temática perturbações no equilíbrio dos ecossistemas são mencionadas “catástrofes podem comprometer o equilíbrio dos ecossistemas (...)” Parece-nos que não serão de abordar apenas estes episódios mais violentos mas também outros aspectos causadores de desequilíbrios com pode ser feito com a actividade sobre plantas invasoras na aula de campo.

No final e transversalmente são sugeridas “outras actividades como a realização de visitas de estudo a uma ou várias das seguintes áreas: Parque Nacional, Parque Natural, Reserva Natural, Paisagem Protegida e/ou Sítio Classificado (...)”

### **Tema Viver melhor na Terra**

Este tema é abordado no 9º ano e refere-se a conteúdos relacionados com a saúde humana. Por ser um tema muito específico fizemos um percurso com os alunos com o objectivo de estudarem o efeito do contacto directo com a Natureza na saúde humana, nomeadamente no bem-estar psicológico e social.

## **BIOLOGIA E GEOLOGIA – 10º e 11º anos**

Este programa pretende desenvolver competências nos seguintes domínios:

“aquisição, compreensão e utilização de dados, conceitos, modelos e teorias, isto é, do saber ciência; desenvolvimento de destrezas cognitivas em associação com o incremento do trabalho prático, ou seja, no domínio do saber fazer; adopção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentadas, visando uma educação para cidadania.”

Sugere como metodologia, actividades que incluem as laboratoriais e de campo, devendo ser previstas a aplicação de conceitos a situações concretas. Também se propõe que os alunos devem estar envolvidos na planificação destas actividades. São destacadas as actividades de campo no caso da Geologia.

Parece-nos que a Biologia também deveria ser mencionada, pelo menos para referir que as aulas de campo podem potenciar a integração de saberes cuja compartimentação, em biologia, é tão justamente criticada.

## **GEOLOGIA**

### **No Tema I – A Geologia, os geólogos e os seus métodos**

1.1 Subsistemas terrestres (geosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera)

1.2. Interacção dos subsistemas

Neste tema a aula de campo pode constituir motivação e fornecer material para nas aulas seguintes se explorar estes conteúdos, como o estudo do solo, microrganismos do solo, etc. Interessa referir que o solo é um aspecto que não é abordado no programa mas porque constitui um sistema que é exemplo paradigmático da ligação entre a Biologia e a Geologia deveria ser objecto de investigação nas aulas.

Neste tema, o ponto 2. As rochas, arquivos que relatam a História da Terra; e 2.1 Rochas sedimentares são também aspectos que podem ser explorados no percurso proposto.

### **Tema II – A Terra, um planeta muito especial**

3.2 Intervenções do Homem nos subsistemas terrestres.

3.2.1 Impactos na geosfera.

3.2.2 Protecção ambiental e desenvolvimento sustentável.

Nestes temas são referidos os aspectos relativos à Geologia mas parece-nos que se poderia integrar os impactos na Geosfera e na Biosfera e a protecção ambiental também se referir aos dois sistemas em interligação.

#### **TEMA IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano**

O percurso localiza-se numa região costeira, com problemas de vertente que podem ser explorados nos temas:

1.2 Zonas costeiras (*Análise de uma situação-problema*).

1.3 Zonas de vertente (*Análise de uma situação-problema*).

As etapas de formação das rochas sedimentares e as rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra, também são temas que estão bem representados no percurso.

#### **BIOLOGIA**

Nas finalidades e objectivos gerais do programa considera-se:

“A interiorização de um sistema de valores e a assunção de atitudes que valorizem os princípios de reciprocidade e responsabilidade do ser humano perante todos os seres vivos, em oposição a princípios de objectividade e instrumentalização característicos de um relacionamento antropocêntrico. Neste sentido consideram-se “cruciais os três seguintes princípios éticos:

- valorização da diversidade biológica, nas suas dimensões multissistémica, estrutural e funcional;
- valorização da interdependência Homem — Ambiente;
- valorização da evolução biológica enquanto processo que assegura a biodiversidade.”

O programa inicia-se por uma introdução:

1. A Biosfera.

1.1. Diversidade.

1.2. Organização.

1.3. Extinção e conservação.

Nesta introdução são propostas actividades como:

Realizar estudos em ambientes naturais.

Participar nos processos de planificação das actividades a realizar antes, durante e após as saídas de campo.

Compreender a existência de diferentes modos de interacção entre os seres vivos de um ecossistema.

Reconhecimento e valorização das funções dos diferentes constituintes do ecossistema e sua contribuição para o equilíbrio do mesmo.

Valorização do registo sistemático de dados durante os trabalhos de campo.

Preocupação de evitar que as actividades de campo afectem o ambiente em estudo.

Identificação de actividades humanas responsáveis pela contaminação e degradação do ecossistema.

Esta introdução parece-nos de extrema importância, quer como motivação quer constituindo uma âncora unificadora e integradora dos conteúdos explorados nas unidades seguintes. Infelizmente não lhe é dada a importância que merece, até nos manuais, não sendo realizadas actividades neste contexto, o que conduz a uma abordagem muito superficial do tema, sem impacto nos alunos.

## **Unidade 1 - Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos.**

1.1 Unicelularidade vs pluricelularidade.

2 Obtenção de matéria pelos seres autotróficos.

2.1 Fotossíntese.

A cromatografia é uma actividade prática geralmente realizada nas aulas, como introdução à fotossíntese. O que propomos é ampliar o âmbito desta experiência e ligar o tema da

fotossíntese com o tema da diversidade, neste caso a diversidade ao nível molecular, patente na variedade de pigmentos de folhas de diferentes espécies.

### **Unidade 3 - Respiração aeróbia.**

3 Trocas gasosas em seres multicelulares.

3.1 Nas plantas.

O estudo da transpiração e a sua importância para a hidrosfera e o ciclo da água constituem uma actividade prática que pode ser desenvolvida no percurso e depois na aula.

### **Unidade 6 - Reprodução**

3. Ciclos de vida:

1.Unidade e diversidade

Com a recomendação de apenas se estudar aprofundadamente um ciclo de vida, geralmente os manuais e o professor optam pelo ciclo do polipódio. Parece-nos que não insistindo na nomenclatura específica de cada classe, apenas nos termos gerais, pode ser importante a comparação de ciclos para cimentar a noção de alternância de gerações que existe nas plantas e ainda verificar a diversidade de estratégias reprodutoras.

### **Unidade 7 — evolução biológica**

O estudo das adaptações da flora a factores bióticos como o vento, a seca e ainda a constatação da diversidade de respostas indiciadoras de evolução convergente ou divergente são actividades a desenvolver durante o percurso que podem constituir exemplos mais concretos da evolução das espécies.

### **Unidade 8 — sistemática dos seres vivos**

1. Sistemas de classificação -Taxonomia e Nomenclatura

A elaboração de uma base de dados com as espécies identificadas, com fotografias, permite aqui a interiorização das regras de taxonomia e a constatação da importância da Sistemática como Ciência.

## 5.2 GEOLOGIA DO PARQUE NATURAL SINTRA CASCAIS RELEVANTE PARA A EXPLORAÇÃO EDUCATIVA

No PNSC podem ser observados muitos tipos de rochas, não sendo necessário percorrer grandes distâncias para se ter uma visão do ciclo das rochas nos seus principais componentes.

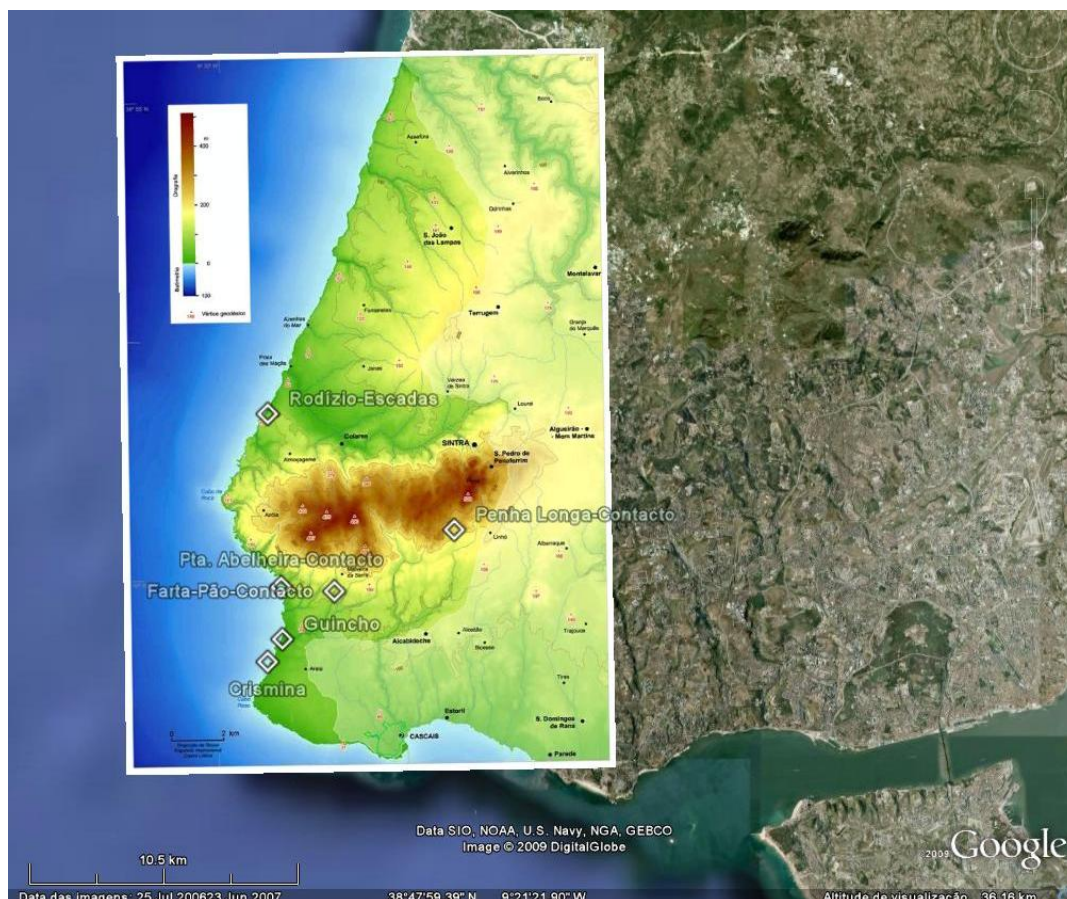


Ilustração 7- Sobreposição do mapa hipsométrico<sup>110</sup> ao mapa do Google Earth

A região de Sintra é constituída por uma Serra que domina toda a região com cumes de mais de 500 metros de altura, rodeada por um planalto litoral complexo, a plataforma de Cascais a

---

<sup>110</sup> Fonte: Mapoteca dos Serviços Geográficos da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.

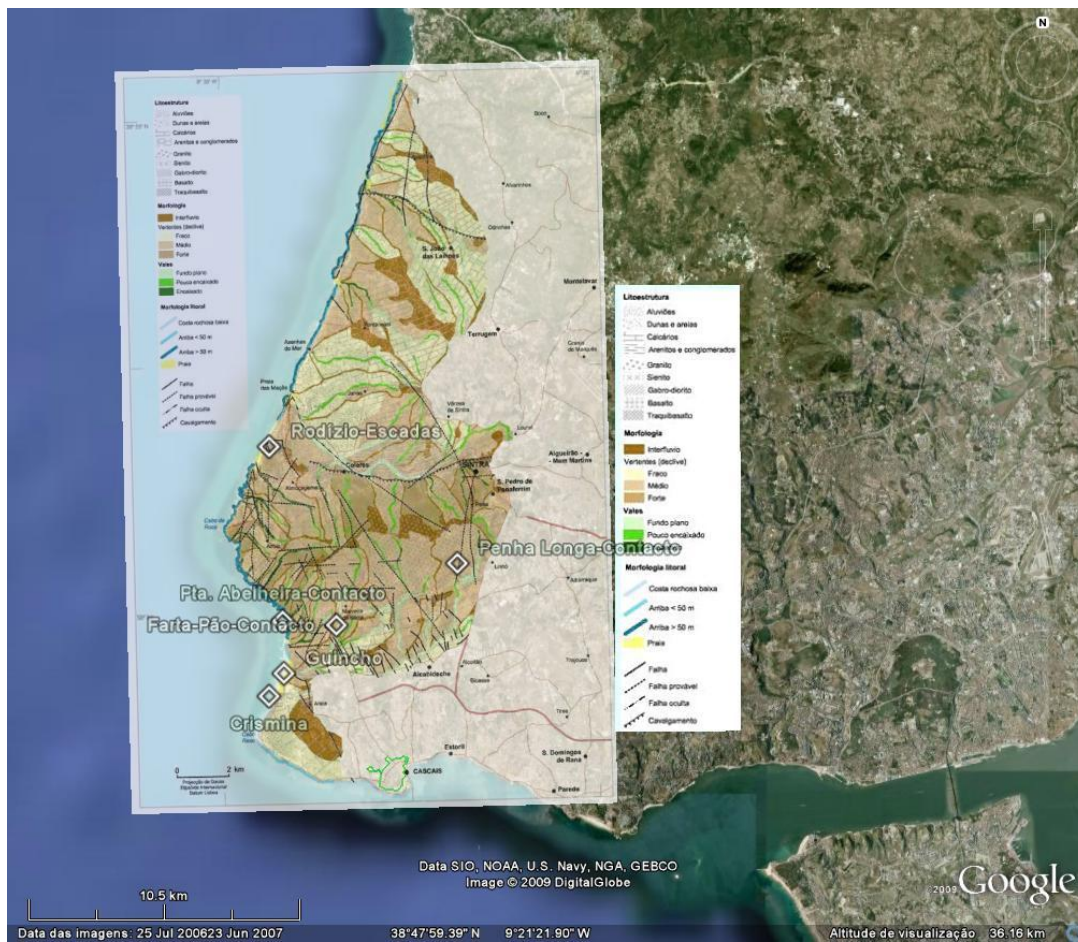
Sul e Leste e a plataforma de S. João das lampas a Norte. Esta última confina, a Leste, com rochas do Complexo Vulcânico de Lisboa (CVL) (KULLBERG e al, 2000).

A plataforma de Cascais é mais baixa e inclina lentamente para Sul até ao Cabo Raso, correspondendo a uma superfície de abrasão marinha (RIBEIRO et al, 1997).

Aqui podemos encontrar rochas sedimentares, de vários ambientes e idades, desde as mais antigas, calcários e margas depositadas durante o Mesozóico no Jurássico Superior até depósitos recentes de areias e aluviões. Estas rochas formam um anel em torno do relevo do Maciço Eruptivo de Sintra – (MES), constituído por rochas magmáticas, intrusivas, encontrando-se também rochas extrusivas do Complexo Vulcânico de Lisboa – (CVL). As rochas magmáticas são muito variadas constando de granitos, sienitos, gabros, dioritos, brechas ígneas, traquibasaltos e basaltos. Têm uma idade que vai, aproximadamente, desde os 95 ( $\pm 8$ ) aos 72 milhões de anos. (RIBEIRO et al. 1997).

O contacto com o maciço causou a transformação das sedimentares encaixantes, formando-se uma auréola de rochas metamórficas também diversificadas.

Na Serra podemos também constatar a presença de linhas de água muito entalhadas, que formaram vales muito jovens, por erosão diferencial ou relacionados com linhas de fraqueza (KULLBERG, 2000) que, no caso de se dirigirem para o mar, a Oeste, são vales suspensos (RIBEIRO e al. 1940). Esta rede hidrográfica é constituída por pequenos cursos de água que se dirigem geralmente para Oeste, seguindo uma direcção paralela à família de desligamentos direitos que ao mesmo tempo da instalação do maciço (KULLBERG, 2000).



**Ilustração 8 – Sobreposição da geomorfologia<sup>111</sup> ao mapa do Google Earth**

O contacto com o maciço causou a transformação das sedimentares encaixantes, formando-se uma auréola de rochas metamórficas também diversificadas.

Na Serra podemos também constatar a presença de linhas de água muito entalhadas, que formaram vales muito jovens, por erosão diferencial ou relacionados com linhas de fraqueza (KULLBERG, 2000) que, no caso de se dirigirem para o mar, a Oeste, são vales suspensos (RIBEIRO e al. 1940). Esta rede hidrográfica é constituída por pequenos cursos de água que se dirigem geralmente para Oeste, seguindo uma direcção paralela à família de desligamentos direitos que ao mesmo tempo da instalação do maciço (KULLBERG, 2000).

---

<sup>111</sup> Fonte: Mapoteca dos Serviços Geográficos da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.

## **A História geológica**

A partir dos cerca de 2500 metros de espessura média dos sedimentos que afloram no PNSC (RIBEIRO et al. 1997), pode-se contar a história geológica de Sintra e Cascais a partir do Mesozóico. Nessa era o território português encontrava-se a menor latitude que actualmente (20 a 30°N) e o clima era quente e húmido com sazonalidade bem definida (RIBEIRO et al. 1997).

### **5.2.1 PERÍODO JURÁSSICO SUPERIOR**

No Mesozóico, durante o Jurássico superior, há cerca de 160 milhões de anos, houve deposição de sedimentos, em meio marinho relativamente profundo, que devido a alterações do nível do mar e à acumulação destes mesmos sedimentos, evoluiu para marinho pouco profundo, depois recifal, laguno-marinho, fluvial e lacustre (RIBEIRO et al. 1997).

Encontraram-se, como exemplos de rochas deste período, calcários nodulares e compactos com algumas intercalações margosas numa faixa larga que vai do Forte do Guincho, por Pisão de Cima, até à proximidade da Ribeira da Penha Longa. Situam-se temporalmente entre uma zona do Kimeridgiano-Portiandiano, a Norte, e do Oxfordiano Superior, a Sul. A sua espessura é da ordem dos 400m, compreendendo a parte inferior (com cerca de 65m) micrites<sup>112</sup> com inclusões piritosas. Esta parte é pobre em restos orgânicos. A parte superior,

---

<sup>112</sup> Micrite existe nos ambientes actuais como cristais extremamente pequenos de aragonite com forma de agulha. O sedimento tem consistência de lama e os cristais só podem ser vistos no microscópio electrónico de varrimento.

A aragonite é uma variedade de  $\text{CaCO}_3$ , comum em conchas e pérolas, mas que recristaliza em calcite por ser menos estável. A origem pode ser por precipitação química, bioquímica pelo desgaste dos esqueletos calcários, ou ambas.

Um calcário de origem marinha forma-se pela precipitação destes minúsculos grânulos de micrite a partir de águas quentes sobressaturadas. O ambiente de deposição pode-se encontrar mais ou menos próximo da linha de costa, sem ser afectado por sedimentos oriundos do continente.

com cerca de 340m de espessura, caracteriza-se micrograficamente pela existência de micrites que, no topo, passam a infra e/ou omicrites, por vezes microbrélicas, sendo rica em restos orgânicos.

As formações sedimentares do Jurássico, da zona de contacto com o maciço, encontram-se metamorfoseadas e levantadas, como os Calcários de S. Pedro do Oxfordiano Superior, que são os mais antigos e estão situados na periferia do maciço. Observam-se estas formações numa pequena mancha sobreposta ao gabro da Malveira, a cerca de 800 metros a nordeste da Figueira do Guincho, testemunho da antiga cobertura sedimentar do maciço, a qual foi fortemente erodida. São calcários metamorfizados em mármore, de cor branca a cinzento azulado, em bancos espessos. No topo o calcário cristalino alterna com margas xistificadas pelo metamorfismo.

Os Xistos do Ramalhão (Calcoxistos com intercalações margosas e níveis conglomeráticos) são mais recentes, do Oxfordiano Superior - Kimmeridgiano Inferior, e constituem a orla mais externa de metamorfismo de contacto (RIBEIRO et al. 1997). São uma formação com 400 a 1000m de espessura (RAMALHO, 1971), mostrando a alternância de margas xistificadas e silificadas, calcários margosos e calcário fino e compacto, escuro, micrítico, raramente com a presença de microrganismos. Esta formação tem um aspecto típico com bandas esbranquiçadas alongadas e entrecruzadas que afectam principalmente as zonas mais margosas. A instalação do maciço de Sintra causou a silificação desta formação por um processo de metassomatismo (KULLBERG, 2007), conferindo-lhes um aspecto raiado típico. Estes xistos observam-se bem entre a Ponta da Abelheira e a Ribeira da Cadaveira.

Já não sujeitas a metamorfismo, mais recentes ainda, do Kimeridgiano-titoniano (KULLBERG 2007), temos os Calcários de Mem-Martins que são uma alternância de calcários compactos, brechas calcárias e calcários margosos, fossilíferos, com uma espessura de mais de 60m.

Sobre estes últimos depositaram-se os Calcários do Farta-Pão com uma espessura de 400m. Estes calcários possuem uma estrutura nodular que se deve à bioturbação por crustáceos e possuem bastantes microfósseis característicos dos ambientes de baixa profundidade e pouca energia, laguno-marinhos (RIBEIRO e al, 1997). Estes calcários afloram na praia do Abano.

## 5.2.2 PERÍODO CRETÁCICO

A transição do Jurássico para o Cretácico está representada por uma sedimentação contínua e em meio marinho, de pouca profundidade, o que constitui um exemplo único na Bacia Lusitaniana<sup>113</sup> (KULLBERG e al, 2000).

Durante o Cretácico o nível do mar continuou a sofrer oscilações e os ambientes de deposição variaram ciclicamente, sendo de referir o ambiente fluvial, muito importante neste período, com estratos a evidenciar o transporte, a partir das zonas emersas, de arenitos, conglomerados e argilas com fósseis de plantas, resultantes da erosão de maciços antigos.

Um dos aspectos interessantes é a existência de depósitos fluviais de rios que corriam a partir de relevos a oeste do litoral actual. Estes dados demonstram que existiam zonas emersas nessa direcção, onde hoje está o Atlântico. As Berlengas são o único vestígio que resta dessas zonas.

No Cretácico depositaram-se Calcários, margas e arenitos, sendo os *Calcários amarelo-nanquim* os que testemunham a passagem do Jurássico para o Cretácico.

Os primeiros depósitos ocorreram em ambientes lagunares com influência lacustre passando a regime marinho: faixa compreendida entre uma formação do Berriasiano e uma faixa de

---

<sup>113</sup> A Bacia Lusitaniana é uma bacia sedimentar que se desenvolveu na Margem Ocidental Ibérica (MOI) durante parte do Mesozóico, relacionada com a fragmentação da Pangeia, especificamente da abertura do Atlântico Norte. É uma bacia resultante de fenómenos distensivos, pertencente a uma margem continental. do tipo atlântico de rift não vulcânica. Cerca de 2/3 da bacia está emersa e a restante encontra-se imersa, na plataforma continental. (KULLBERG, 2007)

margas e calcários margosos com *Toxaster*<sup>114</sup>, localizada a partir de Cabril até às proximidades de Atrozela, passando por Charneca e Pisão de Baixo.

Calcários e margas com *A. lusitanica*, *M. purbeckensis* e Trocholinas, incluindo os níveis de calcário de "calcários amarelo - nanquim" constituem um conjunto de idade Berriasiana - Esta formação desenvolve-se numa faixa das proximidades de Barril às de Atrozela, separando as formações do Cretácico das do Jurássico Superior, a Norte.

A Nascente da Quinta da Marinha, incluindo uma faixa que se estende do Farol da Guia à Pedra da Nau, encontram-se estratos de calcários e margas acinzentados, muito fossilíferos, com equinodermes, bivalves, gastrópodes e braquiópodes, correspondentes a ambientes marinho circalitoral (margas e calcários margosos com *Toxaster* do Hauteriviano Inferior).

Estes depósitos são seguidos de Calcários dolomíticos e Dolomitos que se encontram a Oeste de Cascais na zona superior das arribas, e onde se podem ver fósseis de Corais e estromatoporídeos, formados em ambiente recifal.



**Fotografia 17: Fósseis Crismina, Maio 2005**

---

<sup>114</sup> *Toxaster* género de echinoderme. Distribuição estratigráfica: cretácico (berriasiano-cenomaniano).

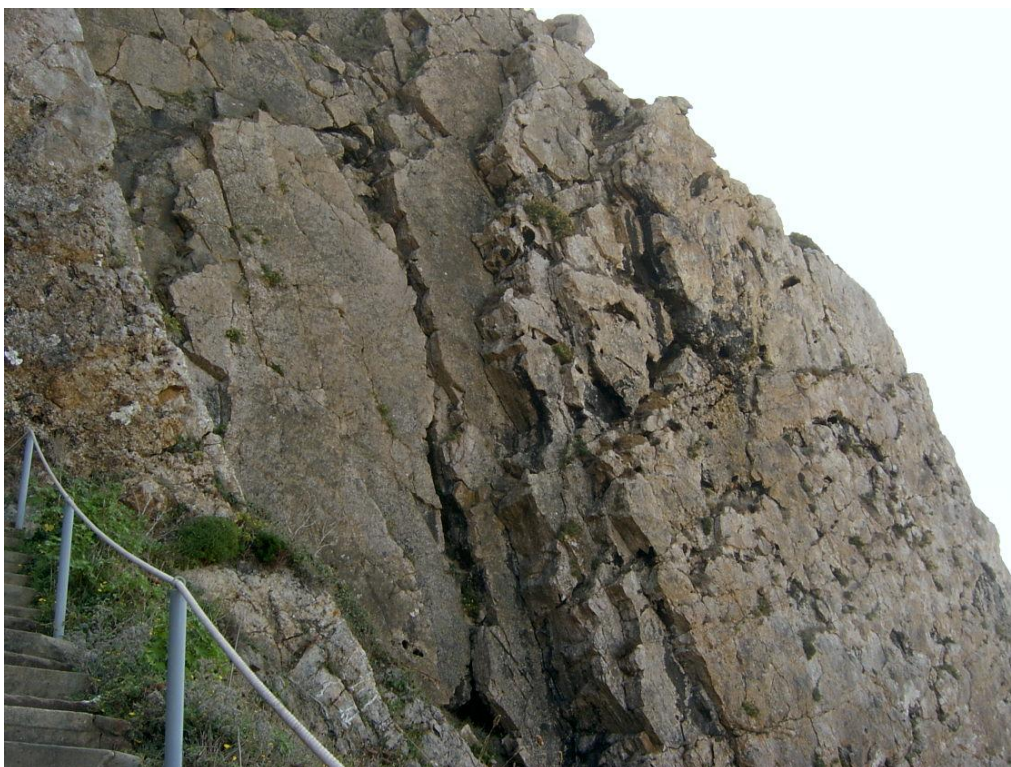
No Cabo Raso, zona da Praia e Forte do Guincho e prolongando-se até às proximidades de Atrozela, estão calcários recifais e calcários com Chofattelas e Dasicladáceas do Hauteriviano a Barremiano Inferior. Estas rochas estão parcialmente cobertas de areias de praia e de dunas actuais ou antigas dunas consolidadas.

As Camadas de Almargem que consistem em arenitos, argilas e Calcários com Orbitulinas, são observáveis em muitos locais como nas arribas da Crismina, na Praia Grande do Rodízio e a norte da povoação da Areia.

A parte inferior das "Camadas de Almargem" é também designado por "Grés inferiores", são Arenitos, argilas e dolomias do Barremiano Sup., encontram-se a seguir à Praia Grande do Guincho, para o interior, perto do Forte da Crismina e acompanhando o limite da área a Norte de Areia, por Aldeia de Juso e Atrozela.

A formação que constitui o termo médio das "Camadas de Almargem" são Calcários e margas com *Palorbítolina lentícularis* do Aptiano Inf. Ocorrem na Ponta Alta, numa faixa a Norte de Areia e a acompanhar o limite da área protegida por Aldeia de Juso, Cabreiro, Quinta do Marquês, onde intercala com arenitos, argilas e dolomias.

Esta formação contém os calcários em bancadas maciças, onde se observam, na Praia Grande do Rodízio, as pegadas de Dinossáurios. Estas camadas formaram-se primeiro em ambientes marinho de pequena profundidade (média a supralitoral), depois em ambiente infra e circalitoral, marinho de pequena profundidade (camada das pegadas).



**Fotografia 18: Camadas verticais na Praia Grande do Rodízio, Maio 2005**

Os arenitos, do Aptiano Superior, constituem o termo superior das "Camadas de Almargem". Estes arenitos constituem o registo do máximo da regressão marinha que se iniciou no Valangiano, são os grés de Almargem (KULLBERG e al, 2000).

Inicia-se então, na transição Albiano-Cenomaniano, uma importante transgressão marinha, à escala da Bacia Lusitânica, que se traduz na deposição de margas com fósseis de ostracodos que se encontram a Sul da Praia Grande do Guincho. No Cenomaniano superior depositaram-se de calcários compactos com fósseis de Rudistas, (KULLBERG e al, 2000).

Há uma lacuna sedimentar com 40 a 50 M.a.

No Senoniano, há cerca de 80 milhões de anos (72 M.a. e  $95\pm 8$  M.a. segundo RIBEIRO e al, 1997) ou Santoniano há 82 M.a. (KULLBERG e al, ANO) instalou-se, nas formações sedimentares, o maciço Eruptivo de Sintra, gerado a grandes profundidades, encaixado entre as rochas do Jurássico superior, provavelmente em resultado de tensões que levaram à abertura do Oceano Atlântico. A instalação deste maciço foi controlada por um acidente crustal profundo que atravessa toda a margem oeste Ibérica com orientação NW-SE a NNW-

SSE<sup>115</sup> (RIBEIRO e al, 1997), e que foi acompanhado por uma compressão regional de direcção aproximada N-S (KULLBERG e al, 2000).

Ao longo deste acidente estão intruídos, além do maciço de Sintra, os maciços de Sines e de Monchique (KULLBERG e al, 2000).

A intrusão deste diapiro ígneo, no final do Cretácico, foi um acontecimento tectónico que veio influenciar todas as formações de cariz sedimentar existentes. Esta intrusão causou a formação de um doma, que já está parcialmente exposto, com geometria assimétrica que se alonga de Este para Oeste e com acentuada vergência<sup>116</sup> para Norte (KULLBERG, 2000).

A intrusão do maciço causou a formação de uma estrutura, o sinclinal de Alcabideche, que é uma estrutura que rodeia quase completamente o maciço. A charneira deste sinclinal anelar localiza-se, a **Sul**, na praia do Guincho, a **Sudeste** na região de Manique e Albarraque, a **Leste** entre Rio de Mouro e Merçês, a **Norte** na região entre Lourel e Algueirão e a Norte do Calhau do Corvo que se situa no bordo sul da Praia Grande (KULLBERG, 2000). As camadas do flanco Norte de sinclinal estão mais inclinadas (entre 40 e 70° Sul) do que as camadas do flanco Sul (entre 14 e 30° Norte) verificando-se uma vergência para Norte.

O maciço eruptivo de Sintra também está associado à instalação de filões camada, filões do tipo “cone-sheet” e diques radiais que se inclinam para o interior do maciço.

O flanco Sul das formações encaixantes do maciço, têm numerosas falhas, na sua maioria desligamentos direitos de direcção NW-SE.

O maciço foi subindo e atingiu a superfície já no Paleogénico. As rochas sedimentares alteradas estruturalmente e levantadas, arrastados pela subida do maciço eruptivo, sofreram

---

<sup>115</sup> Ao longo deste acidente crustal profundo estão intruídos, além do maciço de Sintra, os maciços de Sines e de Monchique (KULLBERG, 2000)

<sup>116</sup> Vergência de uma estrutura: direcção para a qual "olham" os flancos curtos dos anticlinais, ou a direcção para a qual houve transporte de massa quando há cavalgamentos ou carreamentos.

posteriormente erosão e transporte, durante o Terciário, acumulando-se em áreas periféricas, em regime continental do qual só resta a bacia a norte do maciço.

As rochas magmáticas que afloram pertencem ao diapiro magmático de Sintra ou aos filões que acompanharam a sua intrusão.

A disposição dos plutonitos que constituem o maciço reflecte a instalação de dois diapiros: um primeiro de composição granítica com afinidades crustais e um segundo de composição gabro-sienítica de afinidades mantélicas. Este segundo diapiro ocupa grosseiramente o núcleo do primeiro diapiro (KULLBERG e al, 2000).

Quanto aos tipos de plutonitos temos, relacionados com o segundo diapiro, sienito, microsienito, traquito e traquiandesito. Os sienitos da serra de Sintra são leucocratas, de grão médio e grosso, conservando em toda a região características semelhantes. São calco-alcalinos, quartzíferos e fracamente biotíticos. No interior do batólito de Sintra, um núcleo de estrutura complexa, devido a diferenciações magmáticas é constituído por microsienitos augíticos. Trata-se de rochas sódico-potássicas, da família dos sienitos calco-alcalinos, representando um termo de passagem para os dioritos. Os Sienitos afloram no litoral – Praia de Assentiz e Praia da Aroeira e nos Cabeços da Serra na Peninha, Picos Novos, Picos Velhos, Pedras Irmãs; Adro Nunes e Picoto.

A envolver o núcleo, correspondendo ao primeiro diapiro, há um largo anel granítico e um anel gabro-diorítico descontínuo que está melhor representado a Sul, sendo reduzido a Norte.

O Granito de Sintra tem uma composição mineralógica de, essencialmente, quartzo, ortoclase de cor vermelha, oligoclase, por vezes andesina de cor branca, biotite, apatite e alanite. Existem diferenciações alcalinas, no seio destas rochas fundamentalmente calco-alcalinas. Ao longo da estrada da Malveira da Serra à Lagoa Azul podem ser observados caos de blocos resultantes da erosão destes granitos. Os granitos também podem conter encraves de outras rochas sedimentares, por vezes de grandes dimensões, como o encrave de calcário metamorfizado em mármore observável na Praia da Ursa.

O Gabro da Malveira - Os gabros (ou gabro-dioritos) que afloram nesta área corresponde a uma mancha que se poderia designar por mancha de Malveira-Biscaia. É uma mancha

arqueada, situada entre o núcleo sienítico da Peninha, a Norte, e os granitos a Sul. A rocha é cinzenta-esverdeada, apresentando fácies de grão fino, até algumas variedades quase pegmatíticas. Podem ser observados no afloramento na berma da estrada Malveira-Cabo da Roca, antes do Caminho para a Quinta da Tomélia.

Em numerosos pontos da serra existem filões de traquitos quartzíferos, cortando os sienitos e microsienitos.

No interior do núcleo sienítico e nos seus contactos encontram-se brechas ígneas com cimento fino e elementos muito variados, cobrindo toda a gama de litologias presentes no M.E.S., podem ser observadas na Peninha, na Atalaia, Azoia-Roca.

Há 72 M.a. do Cretácico superior ao Eocénico ocorreu vulcanismo extrusivo alcalino, constituindo o complexo vulcânico de Lisboa (C.V.L.) o que originou formações estratiformes extrusivas (Cacém), e filões contemporâneos.

Os basaltos do C.V.L. não afloram na área do parque mas a sua influência faz-se sentir nos filões e massas, como os basaltos brechóides na Praia do Guincho. A sua espessura atinge 20m e estende-se por 3 km.

Um dos melhores locais de observação é junto à antiga pedreira da Lomba de Pianos.

No Cenozóico depositaram-se, no período Paleogénico, o Complexo de Benfica a Norte do maciço. São conglomerados com elementos variáveis, geralmente de Calcários, areias e clastos de cariz eruptiva, semelhantes aos do maciço. Estes elementos estão ligados por carbonato de cálcio. (RIBEIRO et al. 1997). Os fósseis destas rochas são contemporâneos dos clastos que as compõem. Surgem fósseis microscópios (*microcodium*) de génese sub-aérea. São formações continentais, de depósitos de vertente, resultantes da erosão de relevo que surgiu com a subida do M.E.S. Observam-se na Praia grande do Rodízio.

No período Neogénico, depositaram-se calcários e argilas do Miocénico em ambiente marinho, com fósseis de bivalves e gastrópodes. Estas rochas afloram entre as dunas na região entre Fontanelas, Janas e Praia Grande do Rodízio. Em termos tectónicos deu-se outro acontecimento, compressivo, Miocénico, que constitui a fase de inversão mais importante da bacia lusitânica (KULLBERG et al. 2000).

A plataforma de Cascais foi sujeita à abrasão marinha pelo que tem um relevo suave. Desta plataforma horizontal destaca-se com grande contraste a Serra, cuja altura é apenas cortada por vales que encaixam os cursos de água que descem a Serra, no flanco Sul.

No Quaternário depositaram-se, no Plistocénico, areias e cascalheiras de praias antigas em pequenas áreas perto dos fortes do Guincho, da Galé e Quinta da Marinha, assim como dunas consolidadas como a duna de Oitavos.

Na época Holocénico depositaram-se dunas actuais, entre o farol da Guia e a praia do Guincho, e areias de praia, e aluviões do Holocénico ao longo dos principais cursos de água. Também há cascalheiras de vertente nas vertentes menos inclinadas.

Todas estas formações são consideradas depósito de cobertura.

### **Paisagem geológica do litoral**

Percorrendo a faixa litoral, com início na praia do Guincho, observa-se o sistema dunar Guincho-Oitavos. A areia entra no sistema dunar pelas praias do Guincho e da Crismina, a norte, move-se sobre as rochas do Cretácico na zona da Crismina e da Marinha, por acção dos ventos predominantes de noroeste, e retorna ao mar entre Oitavos e a Guia, a sul. Nas dunas depois da estrada, frente ao restaurante Muchaxo, observam-se rochas calcárias com ventifactos, polimento resultante do vento e da areia que transporta.



**Fotografia 19: Vista para a serra de Sintra da Praia da Cresmina, Outubro 2005**

No centro da praia, na baixa-mar, observa-se uma extremidade de chaminé vulcânica. Esta formação corresponde à instalação de rochas do complexo vulcânico de Lisboa.

Na arriba litoral entre a ponta da Abelheira e a Praia do Abano é visível o contacto entre as rochas magmáticas do maciço eruptivo de Sintra e as camadas sedimentares antigas que o encaixam. A Norte da Praia do Abano são referências os filões em X.



**Fotografia 20. Filões em X, Abano. Junho 2007**

O Cabo da Roca é um esporão rochoso de sienitos, onde também afloram brechas eruptivas; constitui o extremo ocidental da parte emersa do maciço eruptivo de Sintra e é o local mais destacado de toda a costa de arribas altas.

Deste cabo avista-se a Pedra da Ursa, de calcários Jurássicos. Na Praia da Ursa são bem visíveis alguns pontos de contacto dos granitos do maciço eruptivo de Sintra com os calcários de Jurássico. Num dos casos ocorre mesmo um enclave de calcário, redondo, com auréola de metamorfismo de contacto (transformado em mármore).

A praia Grande do Rodízio apresenta uma sequência sedimentar, de arenitos, argilas, calcários e margas que constituem imponentes arribas e que evidenciam, na sua verticalidade, a intensa deformação a que foram submetidas e que se deve fundamentalmente à instalação do Maciço de Sintra.

A praia é delimitada a Sul por estratos quase verticais, de Calcários formados no Cretácico inferior.

Esta rocha formou-se pelo depósito de sedimentos muito finos, nas lagunas litorais, e, no topo de uma destas camadas, com cerca de 115 Ma, junto à escadaria que conduz à praia, podem-se

observar um conjunto de pegadas de dinossáurios<sup>117</sup> postas a descoberto pela acção da erosão sobre estas rochas ( Fotografia 21)

Os dinossáurios que passaram nessa altura pelos sedimentos lamacentos e as suas pegadas foram cobertas por novas camadas de sedimentos e posteriormente transformadas em rochas sedimentares ao longo de milhões de anos.

Há cerca de 80 milhões de anos estas rochas sofreram com a intrusão do maciço de Sintra, foram dobradas e, aqui, ficaram quase verticais. A erosão das camadas mais recentes deixou a descoberto o estrato proveniente dos sedimentos onde originalmente foram feitas as pegadas.

Os estudos efectuados permitiram atribuir estas pegadas aos géneros *Megalosaurus* e *Iguanodon*. As pegadas do *Megalosaurus* apresentam um ângulo muito apertado entre os dedos, enquanto as de *Iguanodon* apresentam um maior afastamento entre os dedos.



**Fotografia 21: Pegadas na falésia da Praia Grande do Rodízio, Maio 2005**

---

117 São pegadas deixadas por saurópodes, dinossáurios herbívoros quadrúpedes, de pescoço e cauda compridos, bem como por carnívoros bípedes denominados terópodes, estes últimos responsáveis por pegadas tridáctilas, com evidências de garras afiadas.

Estes dois dinossauros têm a particularidade de terem sido os primeiros a ter sido descobertos e estudados cientificamente na década de 1820 na Inglaterra (conjuntamente com *Hylaeosaurus*).

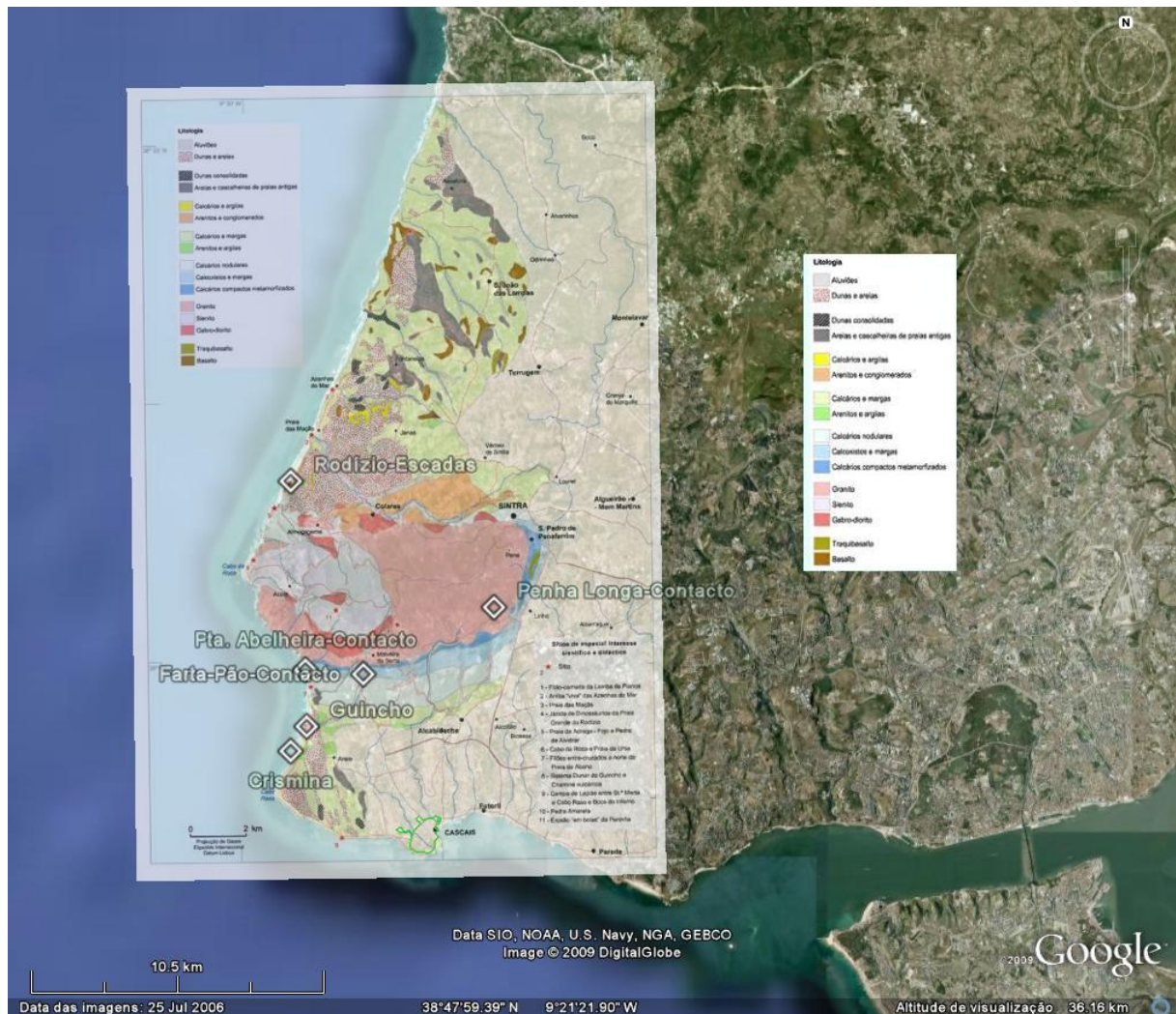


Ilustração 9 – Sobreposição da litologia da região ao mapa do Google Earth da zona.

### 5.3 CARACTERIZAÇÃO DA FLORA RELEVANTE PARA A EXPLORAÇÃO EDUCATIVA

A flora junto ao litoral do PNSC é condicionada pelos solos pobres, pelos ventos fortes e a salugem arrastado do oceano. As dunas e falésias constituem os habitats do litoral desta zona que serão brevemente descritos, excluindo-se o sapais, que não existem no PNSC.

### 5.3.1 AS DUNAS

As dunas litorais estão divididas em habitats caracterizados por espécies e associações específicas.

Na parte superior do areal da praia do Guincho as dunas móveis embrionárias (habitats 2110), instáveis, apresentam os primeiros estados de vegetação dunar dominada pelo Feno-das-areias (*Elymus farctus*, subsp. *boreali-atlanticus*), planta que condiciona a formação das dunas, e com a presença das espécies Cardo-rolador (*Eryngium maritimum*), Maleiteira-das-areias (*Euphorbia peplis*), a Luzerna-das-praias (*Medicago marina*), Cordeiros-da-praia (*Otanthus maritimus*), Narciso-das-areias (*Pancratium maritimum*), (ICN, 2009) , (Costa et al., 1994).



**Fotografia 22: Cardo rolador, *Eryngium maritimum* – Praia da Cresmina, Junho 2007**

Seguem-se as dunas brancas (2120), caracterizadas pelo estorno (*Ammophila arenaria* subsp. *australis*) é o estabilizador destes ecossistemas, acumulando-se os grãos de areia em torno dos seus tufo, ocorrendo assim a fixação das areias. Estas plantas possuem rizomas de crescimento contínuo em altura e raízes activas a vários metros de profundidade, o que permite que, com a acumulação de areia cresçam mais, acumulando-se mais areia e assim sucessivamente até vários metros de altura. Encontram-se, para além do estorno, plantas das dunas móveis como o cardo-marítimo, os cordeiros-da-praia, a luzerna-das-praias e plantas

indicadoras como a morganeira-das-praias (*Euphorbia paralias*) e o trevo de Creta (*Lotus creticus*). Podem também ser encontradas a Couve-marinha (*Calystegia soldanella*) e a luzerna-das-praias (*Medicago marina*).

Nos solos estabilizados surgem as dunas cinzentas, (2130\*), com vegetação herbácea. Segundo RIVAS-MARTÍNEZ e al. (1980), é na costa portuguesa que há dunas cinzentas com maior diversidade de espécies. Caracterizam-se por terem solos estabilizados, cobertos de plantas rasteiras, musgos e líquenes. A raiz-divina (*Armeria welwitschii*), endémica lusitana, encontra-se neste habitat, quando começa a haver fixação das areias, assim como as espécies *Artemisia crithmifolia*, Granza-da-praia (*Crucianella maritima*), Perpétuas-das-areias (*Helichrysum italicum*), Goiveiro-da-praia (*Malcolmia littorea*), Joina-das-areias (*Ononis natrix* subsp. *ramosissima*).



**Fotografia 23: Perpétua das areias, *Helichrysum italicum*, Abano, Junho 2007**

Também se encontram Perpétuas-das-areias (*Helichrysum italicum*), Morrião (*Anagallis monelli* var. *microphylla*), (*Scrophularia frutescens*), ? *Silene nicaensis*, Junça?(*Cyperus capitatus*), Condrila-de-Dioscórides (*Aetheoriza bulbosa*), Narciso-das-areias (*Pancratium maritimum*), *Euphorbia portlantica*, Luzerna-das-praias (*Medicago marina*), Erva-pinchoeira (*Corynephorus canrescens* var. *maritimus*), e Assembleias-bravas (*Iberis procumbens*).

Entre Cascais e a Praia da Murtinheira vivem os endemismos lusitanos Erva-divina (*Armeria welwitschii* subsp. *Welwitschii*) e *Herniaria maritima*, (COSTA e al., 2001), (*Linaria caesia*

*subsp. Decumbens*), Junça-das-areias (*Carex arenaria*) e Goiveiro (*Matthiola sinuata*) que se distribuem a norte do Cabo da Roca.

As dunas litorais com *Juniperus* spp. (2250\*) são habitats com *Juniperus* associados a Camarinha (*Corema album*) e de Sargaça (*Halimium halimifolium*).

Segundo COSTA (2001), a vegetação clímax das dunas fixas é a das sabinas-das-praias (*Juniperus turbinata*) também com a presença de camarinhas (*Corema album*). Também existe Sargaça (*Halimium halimifolium*) (ICN, 2009).

Estas dunas são matos esparsos com Carrasco (*Quercus coccifera*). Nestas comunidades nanofanerofíticas são comuns Ruiva-brava (*Rubia peregrina*), Antirrhinum cirrhingerum, Espargo-bravo-maior (*Asparagus aphyllus*), Aderno-bastardo (*Rhamnus alaternus*), Aroeira (*Pistacia lentiscus*), Salsaparrilha-bastarda (*Smilax aspera*), Trovisco-fêmea (*Daphne gnidium*), Lentisco (*Phillyrea angustifolia*), Estevinha (*Cistus salvifolius*), Esteva (*Cistus ladanifer*), Sargaço (*Cistus monspeliensis*) e Rosmaninho (*Lavandula luisieri*).

Encontram-se também espécies ameaçadas como o Miosótis-das-praias (*Omphalodes kuzinskyanae*) e a Cocleária-menor (*Ionopsidium acaule*).

Caracterizam-se pela presença do endemismo lusitano Raiz-divina (*Armeria welwitschii*). As principais espécies de flora características são a (*Artemisia crithmifolia*), Granza-da-praia (*Crucianella maritima*), Perpétuas-das-areias (*Helichrysum italicum*), Goiveiro-da-praia (*Malcolmia littorea*), Joina-das-areias (*Ononis natrix*). Como indicadores deste habitat temos Aira sp., Orquídea-piramidal (*Anacamptis pyramidalis*), Junça das areias (*Carex arenaria*), granza-da-praia (*Crucianella marítima*) e narciso-das-areias (*Pancratium maritimum*), em risco de desaparecimento no território europeu, desempenhando um papel importante na estabilização do sistema dunar.

As dunas com pinheiros como o pinheiro-manso (*Pinus pinea*) e o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*), constituem o habitat 2270\* que foi originalmente plantado na tentativa de travar o avanço das areias, substituindo os carvalhos perenifólios da vegetação clímax original, sendo agora de regeneração natural ou plantados. Sob a vegetação arbórea encontra-se uma vegetação arbustiva espontânea. Estes habitats contêm populações de espécies ameaçadas

como o verbasco-de-flores-grossas (*Verbascum litigiosum*) ou o miosótis-das-praias (*Omphalodes kuzinskyanae*).

As dunas estabilizadas com vegetação esclerófila da Cisto-Lavenduletaria (2260) são matos esclerófilos, que se encontram mais para o interior em relação aos habitats anteriores. São caracterizados por formações vegetais dominadas por Cistáceas (diversas espécies de *Cistus* – estevas (*Cistus ladanifer*), sargacinhas (*Lithodora prostrata* subsp. *Lusitanica*) e Labiadas (diversas espécies de *Lavandula*-rosmaninhos). A presença da ameaçada verbasco-de-flores-grossas (*Verbascum litigiosum*) e do endemismo lusitano raiz-divina (*Armeria welwitschii*) conferem importância a este habitat.

As dunas com prados dunares de Malcolmietalia (2230) são dunas com vegetação psamófila anual, pioneira de dunas costeiras e paleodunas. A *Silene littorea* é uma espécie frequente.



**Fotografia 24: *Silene littorea* Falésia da Praia grande, Abril 2007**

Atrás das dunas há frequentemente comunidades arenícolas e nanofanerofíticas, com a presença frequente de Sargaço-das-areias (*Halimium halimifolium*), (*Halimium calycinum*), Rosmaninho maior (*Lavandula pedunculata* subsp. *lusitanica*), Perpétuas-das-areias (*Helichrysum italicum* var. *virescens*), Estevinha (*Cistus salvifolius*), Camarinha (*Corema album*), Assembleias (*Iberis linifolia* subsp. *Welwitschii*), Rosmaninho (*Lavandula luisieri*), Sargacinha (*Lithodora prostrata* subsp. *Lusitanica*), (*Euphorbia baetica*), que, na costa portuguesa são acompanhadas de Tojo manso (*Stauracanthus genistoides*), Tojo (*Ulex*

*europaeus subsp. latebracteatus*), Tojo-molar (*Genista triacanthos*) e Urze (*Calluna vulgaris*).

### 5.3.2 AS FALÉSIAS

A comunidade clímax das falésias portuguesas de influência mediterrânica é endémica de Portugal, do Algarve ao cabo Mondego, sendo dominada por *Juniperus turbinata* acompanhada de *Quercus coccifera*, *Smilax aspera*, *Asparagus aphyllus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Rubia peregrina*, *Rhamnus alaternus*, etc. (RIVAS-MARTÍNEZ e al., 1990, COSTA e al, 2001).

Nos cabos da Roca e Mondego também ocorre um tojal aero-halinos formado por *Ulex jussiaei subsp. congestus*, *Daphne gnidium var. maritima*, *Calluna vulgaris*, *Armeria pseudarmeria*, *Cistus salvifolius*, *Dactylis marina*, *Daucus halophilus*, etc. COSTA et al., 2001).

Nas arribas portuguesas encontram-se assinaladas comunidades de pequenos arbustos halonitrófilos que necessitam dos dejectos das aves marinhas ricos em azoto para se desenvolverem (COSTA et al., 2000). *Suaeda vera*, *Frankenia laevis*, *Atriplex halimus* e *Beta vulgaris subsp. maritima* encontram-se na quase totalidade das falésias portuguesas.

As arribas, nomeadamente as das costas mediterrânicas habitat 1240, com *Limonium spp.*, apresentam um elevado grau de biodiversidade, provavelmente devido às condições ecológicas extremas, à alternância entre dunas e arribas, de litologia muito diversa e à elevada taxa de especiação intrínseca, com um elevado número de microendemismos dos géneros *Limonium* e *Armeria*, como pode ser observado no litoral do PNSC.

As arribas são colonizadas por pequenos geófitos, caméfitos e hemicriptófitos rupícolas.

Estas plantas caracterizam-se por colonizarem fendas ou pequenas acumulações de solo (casmofilia), sendo também xerófilas e halófilas.

Na zona inferior das arribas a primeira banda de vegetação vascular são de comunidades halocasmófilas perenes, que se dispõem em mosaico com comunidades anuais aero-halófilas pioneiras (classe *Saginetea maritimae*).

Na parte superior das arribas surgem os matos baixos, que podem ser urzais-tojais aero-halófilos, classe *Calluno-Ulicetea*, (vd. habitat 4030) ou matagais zimbrais-carrascais de *Juniperus turbinata* subsp. *turbinata*, (vd. habitat 5210).

As espécies que podem ser encontradas variam muito, mas destacam-se:

- As que são dominantes e indicadoras deste habitat: *Limonium virgatum*, *Crithmum maritimum*, *Dactylis marina*, *Daucus halophilus*, *Plantago coronopus* subsp. *occidentalis*, *Spergularia australis*, *Spergularia rupicola*;
- Não sendo indicadoras, também dominam espécies como: *L. ovalifolium*, *L. multiflorum*, *L. plurisquamatum*, *L. laxiusculum*, *Armeria pseudarmeria*, *A. pungens* subsp. *major*, *A. welwitschii* subsp. *cinerea*, *Dianthus cintranus* subsp. *cintranus*, *Helianthemum apenninum* subsp. *stoechadifolium*, *Silene cintrana*, *S. obtusifolia*, *S. rothmaleri*, *Helichrysum decumbens*, *Calendula incana*;
- O *Limonium ferulaceum* é também indicador embora não domine.

Outras espécies que se podem encontrar são: *Astericus maritimus*, *Beta maritima*, *Calendula suffruticosa* subsp. *algarviense*, *Euphorbia portlantica*, *Frankenia laevis*, *Helianthemum origanifolium*, *Inula crithmoides*, , *Leontodon taraxacoides*, *Lobularia maritima*, *Lotus creticus*.

As arribas da praia grande do Rodízio, sendo um local de influência de Sintra, das arribas Calcárias do Norte e Sul (Arrábida) vão ter espécies destas diferentes zonas:

- Nas arribas calcárias da Arrábida (COSTA et al., 2000), encontram-se *Helianthemum apenninum*, *Limonium virgatum*, *Crithmum maritimum*, *Plantago coronopus* subsp. *occidentalis*, *Dactylis marina*, *Daucus halophilus*, *Helichrysum decumbens*, *Calendula suffruticosa* subsp. *algarbiensis*, *Helianthemum marifolium*, *Spergularia australis*, etc.;

- No Superdistrito Sintrano, nas escarpas de granito observam-se *Daucus halophilus*, *Dianthus cintranus subsp. cintranus\**, *Armeria pseudarmeria*, *Limonium virgatum*, *Crithmum maritimum*, *Plantago coronopus subsp. occidentalis*, *Dactylis marina*, *Spergularia australis*, *Helichrysum decumbens*, *Calendula suffruticosa subsp. algarbiensis*, etc.;
- As rochas calcárias entre Cabo Carvoeiro (inclusive) e Lisboa encontram-se *Limonium multiflorum*, *Limonium virgatum*, *Crithmum maritimum*, *Plantago coronopus subsp. occidentalis*, *Dactylis marina*, *Daucus halophilus*, *Armeria welwistchii subsp. cinerea*, *Helichrysum decumbens*, *Spergularia australis*, *Calendula suffruticosa subsp. algarbiensis*, *Limonium ferulaceum*, etc..



Fotografia 25: *Daucus halophilus*, falésia da Praia Grande Maio 2005

### 5.3.3 FACTORES QUE CONDICIONAM A MORFOLOGIA E FISIOLOGIA DAS PLANTAS

As plantas que vivem sobre as arribas estão sujeitas a vários factores condicionantes, para além dos característicos do clima mediterrâneo: Fortes ventos marítimos, salsugem, substrato rochoso (plantas rupícolas).

Estes factores acarretam modificações morfológicas e fisiológicas que são, por exemplo, COSTA (2001):

- forma pulviniforme (*Ulex jussiaei* subsp. *congestus*, *Ulex europaeus* subsp. *latebracteatus* f. *humilis*, *Ononis natrix* subsp. *ramosissima*, *Seseli tortuosum*, *Artemisia crithmifolia*.) A forma da planta, em bola, resiste melhor aos ventos fortes;
- Também para resistir à acção do vento podem apresentar forma prostrada rente ao solo (*Juniperus turbinata*, *Frankenia laevis*, *Cistus palhinae*, *Silene uniflora*, *Euphorbia peplis*, *Calystegia soldanella*, *Herniaria maritima*, *Herniaria ciliolata* subsp. *robusta*, *Linaria caesia* subsp. *decumbens*.);
- Para diminuir a transpiração possuem folhas de reduzidas dimensões (*Herniaria berlengiana*, *Calendula suffruticosa* subsp. *algarbienses*, *Spergularia rupicola*, *Frankenia laevis*, *Juniperus turbinata*, *Otanthus maritimus*, *Polygonum maritimum*, *Thymus carnosus*, *Linaria caesia* subsp. *decumbens*, *Anagallis monelli* var. *microphylla*, *Jasione lusitanica*, *Herniaria maritima*, *Herniaria ciliolata* subsp. *robustas*, *Linaria pedunculata*, *Silene littorea*, *Polycarpon alsinifolium* e *Salsola kali*.);
- Folhas cilíndricas ou revolutas (*Frankenia laevis*, *Spergularia rupicola*, *Spergularia australis*, *Limonium ferulaceum*, *Calendula suffruticosa* subsp. *algarbiensis*, *Ammophila arenaria* subsp. *australis*, *Elymus farctus* subsp. *boreali-atlanticus*, *Thymus carnosus*, *Helichrysum picardi*, *Armeria pungens*, *Armeria welwitschii* subsp. *welwitschii*, *Iberis procumbens*, *Corynephorus canescens* var. *maritimus*, *Corema album*.);
- presença de pêlos brancos ou glandulosos (*Daucus halophilus*, *Helichrysum decumbens*, *Dactylis marina*, *Helianthemum apeninum*.);
- indumento de pêlos compridos esbranquiçados para reflectir a luz ou pêlos glandulosos (*Medicago marina*, *Otanthus maritimus*, *Malcolmia littorea*, *Malcolmia ramosissima*, *Matthiola sinuata*, *Lotus creticus*, *Ononis natrix* subsp. *ramosissima*, *Helichrysum picardi*, *Verbascum litigiosum*, *Linaria ficelhoana*, *Herniaria algarvica*, *Iberis procumbens*, *Ononis natrix* subsp. *ramosissima*.);

- folhas muito recortadas (*Angelica pachycarpa*, *Crithmum maritimum*, *Anthemis maritima*, *Artemisia crithmifolia*, *Coynicia jonhstonii*, *Seseli tortuosum*, *Pseudorlaya pumila*, *Pseudorlaya minuscula*.);
- epiderme muito cutinizada (*Eryngium maritimum*, *Artemisia crithmifolia*, *Calystegia soldanella*, *Corema album*, *Linaria lamarckii*+, *Lotus creticus*, *Euphorbiaparalias*, *Euphorbia peplis*, *Honkenya peploides*, *Pancratium maritimum*, *Cyperuscapitatus*, *Carex arenaria*, *Cakile maritima*, *Juniperus turbinata*, *Anthirrinum majus subsp. cirrhigerum*, *Crithmum maritimum*, *Plantago coronopus subsp. occidentalis*, *Daphne gnidium var. maritima*.);
- Desenvolvimento da suculência resultante do aumento da diluição iônica mediante o incremento da relação volume/superfície externa (*Crithmum maritimum*, *Plantago coronopus subsp. occidentalis*, *Spergularia rupicola*, *Spergularia australis*, *Leontodon taraxacoides*, *Inula crithmoides*, *Atriplex prostrata*, etc.) Caules e folhas suculentas com reservas de água (*Sedum sediforme*, *Herniaria maritima*, *Otanthus maritimus*, *Artemisia crithmifolia*, *Honkenya peploides*, *Carpobrotus edulis*, *Plantago macrorrhiza*.);
- Folhas reduzidas, durante a maior parte do ano, a uma roseta basilar, só emitindo um escapo florífero num pequeno período do ano (*Limonim ovalifolium*, *Limonium virgatum*, *Limonium multiflorum*, *Limonium plurisquamatum*, *Limonium laxiusculum*, *Armeria pubigera*, *Armeria welwitschii subsp. cinerea*, *Armeria berlengensis*, *Armeria pseudarmeria*, *Daucus halophilus*, *Plantago coronopus subsp. occidentalis*);
- Capacidade de acumulação, em certas partes da planta, de grandes quantidades de sais provenientes do seu metabolismo que depois eliminam juntamente com os órgãos que os armazenavam, como as folhas em algumas espécies do género *Limonium* e as raízes do *Elymus elongatus*;
- Presença de glândulas especiais que excretam sais (em plantas de famílias das Plumbagináceas e Tamaricáceas. A tolerância de certas plantas do género *Atriplex* ao sal está relacionada com a presença de pêlos glandulosos nas epidermes das páginas superior e inferior das folhas onde a concentração do sal é muito mais elevada do que no interior da folha e no exudado pelo xilema, e também com a fixação do carbono no ciclo de Calvin na fotossíntese (plantas C<sub>4</sub>);

- Raízes muito profundas para captar água em profundidade (*Euphorbia paralias*, *Ammophila arenaria subsp. australis*, *Linaria lamarckii*, *Artemisiacrithmifolia*, *Otanthus maritimus*, *Ononis natrix subsp. ramosissima*, *Calystegia soldanella*.);
- Sistemas radiculares superficiais de forma a recolher de imediato a água que chega ao solo e a condensação do vapor de água durante as épocas de maior secura (*Ononis variegata*, *Pseudorlaya minuscula*, *Linaria pedunculata*, *Linaria algarvica*, *Linaria ficalhoana*, *Polycarpon alsinifolium*, *Silene littorea*, *Medicago littoralis*);
- Aptidão e capacidade para formar entre-nós ou rizomas horizontais e verticais conforme as deposições sobre a planta e da mobilidade da areia (*Ammophila arenaria subsp. australis*, *Elymus farctus subsp. boreali-atlanticus*, *Artemisia crithmifolia*, *Honkenya peploides*, *Calystegia soldanella*, *Aetheoriza bulbosa*);
- Plantas CAM, isto é que só abrem os estomas à noite (*Sedum sediforme*, *Carpobrotus edulis*);
- Presença de micorrizas nas raízes que ajudam a sobreviver as plântulas e posteriormente colonizar as dunas.

### 5.3.4 FLORA AMEAÇADA EXISTENTE NO PARQUE NATURAL DE SINTRA-CASCAIS

#### Atlântico – mediterrânica

Azevinho, pica-folha (*Ilex aquifolium* L.)  
 Coberto vegetal primitivo. Bosques ensombrados.  
 Comum na Serra.  
 Raro no Parque.

#### Endemismos ibéricos

Lirio-amarelo (*Iris lusitanica* Ker)  
 Solos calcários  
 Escasso no Parque.

Coclearia-menor (*Ionopsidium acaule* (Desf.) Reichenb)  
 Matos secos, sítios secos ou arenosos.  
 Frequente localmente.  
 Escassa no Parque.

#### Endemismos lusitânicos

Raiz-divina, erva-divina (*Armeria welwitschii* Boiss.)  
Rochedos calcários e areias marítimas do litoral  
Comum no litoral arenoso do Parque.

Cravinha (*Silene longicilia* (Brot.)ssp *cintrana* (Rothm.) Jeanmonod)  
Matos.  
Rara no Parque.

Tojo gatunho, tojo-da-charneca (*Ulex densus* Welw ex Webb)  
Solos calcários secos.  
Pouco frequente no Parque.

### **Endemismos sintranos**

Miosotis-das-praias (*Omphalodes kuzinskyanae* Willk)  
Rochedos e areias marítimos, sujeitos a salsugem.  
Em perigo de extinção.  
Muito raro no Parque.

Cravo-de-Sintra, cravinas-bravas (*Dianthus cintranus* Boiss. E Reuter ssp. *Cintranus*)  
Litoral rochoso em sítios expostos. Solos derivados de granitos.  
Escasso no Parque.

### **Endemismo da península de Lisboa**

Cravo-romano (*Armeria pseudarmeria* (Murray) Mansfeld)  
Matos muito abertos ou sítios rochosos, no litoral ou sub-litoral, em solos derivados de granitos básicos ou basaltos.  
Escasso no Parque.

### **Macaronésicas**

Feto-de-folha-de-hera (*Asplenium hemionitis* L.)  
Matas húmidas e sombrias.  
Escasso na Serra.  
Só existe na Serra.

Feto-dos-carvalhos (*Davallia canariensis*(L) Sm)  
Ameaçado. Sobretudo parte oriental da serra  
Troncos e ramos de árvores, rochas cobertas de musgo. Sítios frescos e húmidos  
Relativamente comum na Serra.

## 5.4 SELECÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PERCURSO

Os factores a ter em consideração quando se exploraram diferentes percursos foram:

- Fácil acesso com local para estacionar o transporte
- Baixa perigosidade
- Baixo a médio grau de dificuldade
- Com elementos da flora Mediterrânica variados e com interesse.

As oportunidades de trabalhar e desenvolver competências de cidadania relativas à preservação do ambiente devem ser dirigidas para o nível local, onde os jovens se podem relacionar com os resultados, e não dirigidas para um ambiente longínquo de outras realidades (WHITE, 2001). A existência de espécies comuns a todo o litoral, (mesmo as invasivas), que podem ser reconhecidas em qualquer ida à praia, em conjunto com a presença de espécies mais raras vão facilitar a ligação afectiva com a fitocenose observada.

Este percurso e as actividades com ele relacionadas permitem colmatar o desconhecimento sobre o que é a flora mediterrânea. PYLE (2003), refere que o número de indivíduos que conhecem, mesmo a nível rudimentar, os seus vizinhos não-humanos, já para não falar dos seus modos de vida, é pouquíssimo e cada vez menor.

No caso dos jovens inquiridos há um grande desconhecimento do que é a flora Mediterrânica, as associações possíveis entre plantas e as adaptações ao tipo de clima, embora haja algum conhecimento do que é o clima mediterrâneo. Também se desconhece o que é um *hot spot* (MYERS, 1988) e que a bacia do mediterrâneo é um dos 25 *hot spots* mundiais. O conhecimento desta flora e das suas adaptações específicas revela-se de grande importância não só porque é a comunidade vegetal característica da zona como constitui um legado cultural tão importante como os históricos.

Tentou-se assim escolher um percurso que tivesse patente não só características de flora mediterrânea, adaptações na flora facilmente observáveis, características climáticas típicas e peculiares, aspectos geológicos de interesse significativo, mas também fácil acesso e que, sendo relativamente próximo da Escola (1 hora), ficasse suficientemente longe e isolado para

constituir uma saída demorada (um dia), que tivesse mais impacto e que pudesse ficar na memória dos alunos.

O percurso escolhido situa-se sobre a falésia da Praia Grande do Rodízio, cuja localização pode ser apreciada nesta ilustração obtida a partir da aplicação de computador google-earth<sup>118</sup>



**Ilustração 10 – Imagens de satélite no Google Earth mostrando Portugal Continental e a Localização da Falésia da Praia Grande do Rodízio**

### Situação biogeográfica da zona:

Segundo COSTA et al. (1998) Portugal continental distribui-se pela Região Mediterrânea a sul da Ria de Aveiro e Região Eurosiberiana para norte.

O litoral mediterrânico situa-se na Sub-região Mediterrânea Ocidental, Superprovíncia Mediterrânea-Iberoatlântica, Província Gaditano-Onubo-Algarviense; esta Província distribui-se por três Sectores: Divisório Português, Ribatagano-Sadense e Algarviense. No Divisório Português situa-se o Subsector Oeste-Estremenho, onde se incluem os Superdistritos Costeiro Português (entre a Ria de Aveiro e foz do Lizandro), Berlenguense (Arquipélago das Berlengas), Sintrano (serra de Sintra e cabo da Roca) e Olissiponense (entre o Lizandro e o Tejo).

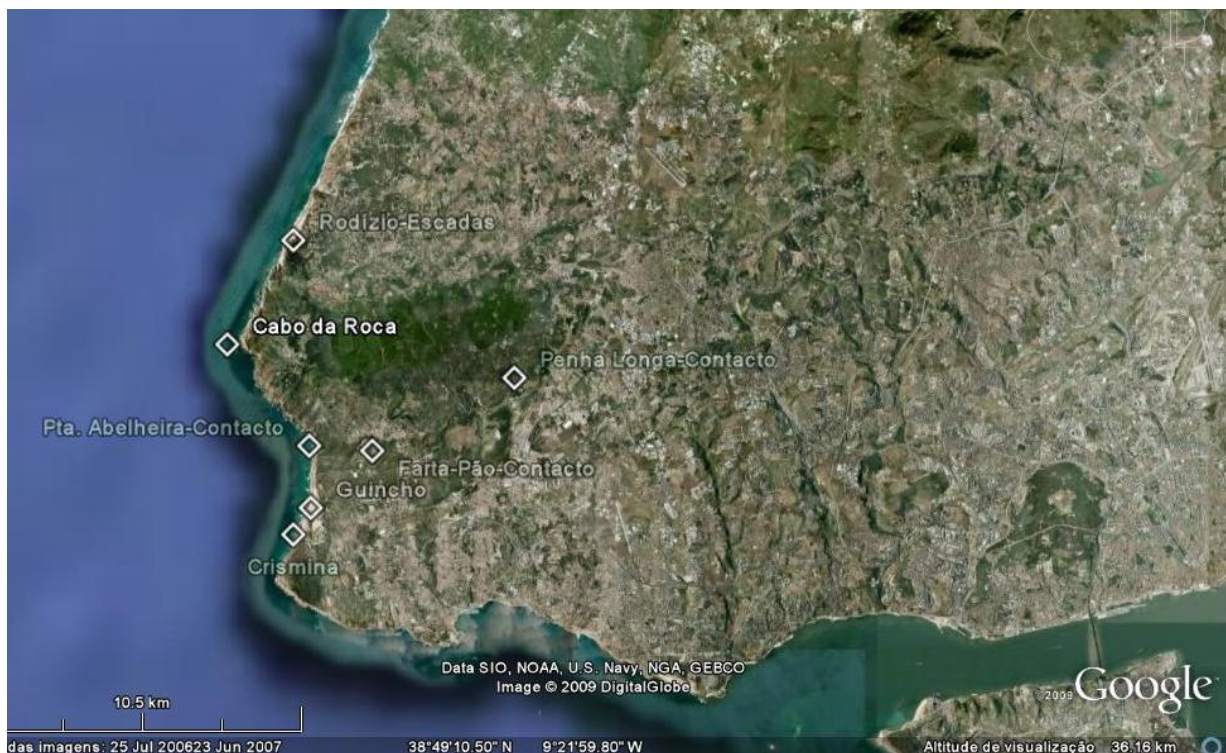


Ilustração 11 – Algumas zonas de interesse no Parque Natural Sintra-Cascais

## 5.5 LEVANTAMENTO DA FLORA NO PERCURSO

Foi feito um levantamento da flora, estratos arbustivos e herbáceos, ao longo do ano, com o objectivo de identificar as espécies mais comuns e não o de verificar a abundância e distribuição das mesmas.

Este levantamento contribui para elaborar um “catálogo” (cf. Ilustração 12) das espécies de plantas que se podem encontrar no percurso proporcionando a sua identificação, o que facilita a exploração com os alunos.

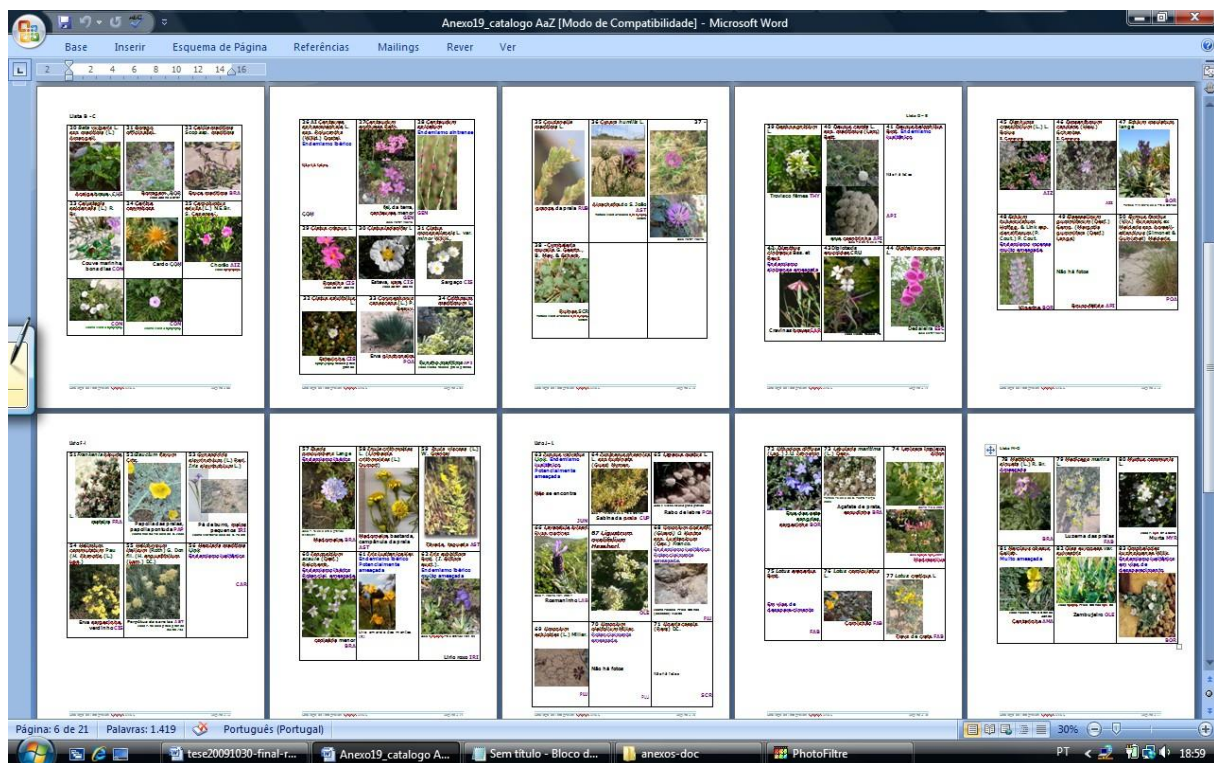
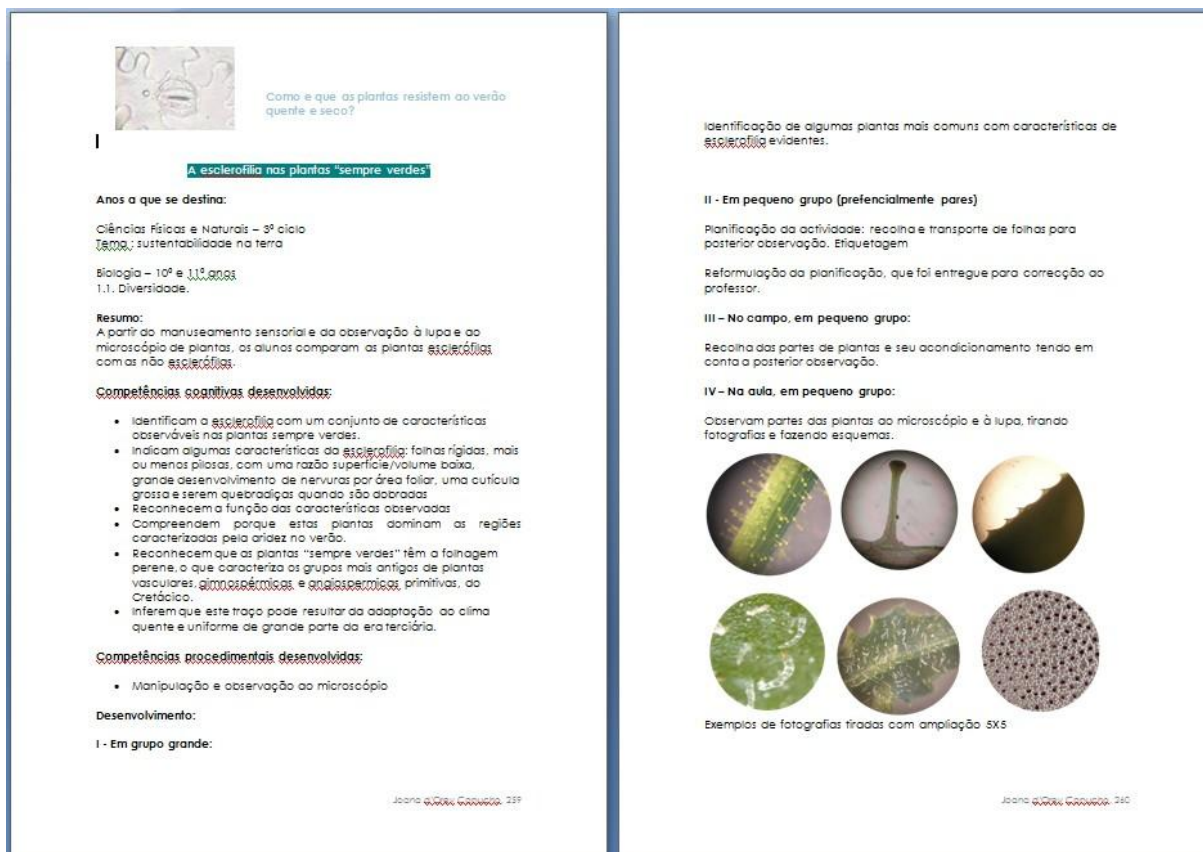


Ilustração 12 - Representação do “catálogo” disponível em anexo (anexo 21)

## 5.6 ACTIVIDADES A REALIZAR

Foram elaboradas e testadas fichas de actividades para realizar com os alunos, relacionadas com o percurso, que constituem um recurso facilitador da organização das aulas (Anexos 1 a 18) e das quais é apresentado um exemplo na



**Ilustração 13- Representação das Fichas de Actividades disponíveis em Anexo (1 a 18).**

As fichas relacionam-se com os vários temas, apresentados de seguida.

- Adaptações (Anexo 1) - são explorados exemplos de adaptações ao meio ambiente em plantas, relacionadas com um factor abiótico. Procuram-se exemplos de formas de adaptação que revelem uma evolução convergente em espécies não relacionadas.
- Biodiversidade na falésia (Anexo 2) - Operacionalização do conceito de biodiversidade, no que se refere à variedade de espécies existente num determinado ecossistema, neste caso a falésia sobre a Praia Grande do Rodízio. Constitui-se na construção de um catálogo: A fotografia e identificação de espécies permitem a efectiva compreensão do termo biodiversidade e o conhecimento de algumas famílias comuns da flora portuguesa. O catálogo/guia é um trabalho em permanente construção que ajuda quer os professores quer os alunos a identificar algumas espécies mais comuns.

- Clima Mediterrânico (Anexo 3)- operacionalização do conceito de clima mediterrânico com a construção de climatogramas com dados da zona em estudo.
- Interação entre plantas (Anexo 4)- estudo das formações arbustivas em “almofada”. Identificação das diferentes espécies presentes nestas formações.
- Fazer um herbário (Anexo 5)- aplicações de regras de classificação taxonómica, apreensão de alguns aspectos mais importantes de famílias mais significativas e identificação dos órgãos nas plantas, a sua estrutura e adaptações especiais para a sobrevivência nas condições únicas em que vive.
- Microrganismos do solo (anexo 6)- reconhecimento que o solo é um sistema complexo. Isolar bactérias produtoras de esporos a partir de uma amostra do solo.
- Plantas invasoras (Anexo 7)- reconhecimento das plantas invasivas. Estudo do impacto de uma planta exótica numa comunidade, nomeadamente na redução da biodiversidade. Descrição da espécie, origem, para o que era utilizada. Distribuição no parque Natural e efeito sobre as outras espécies.
- Proteger as plantas endémicas (Anexo 8)- estudo das espécies protegidas no parque.
- Ciclos de vida (Anexo 9)- exploração de fases do ciclo reprodutor de algumas plantas.
- Museu geológico na Escola (Anexos 10, 12 e 13)- organização das amostras recolhidas de forma didáctica e pedagógica:
  - Colecção de areias (Anexo10);
  - Colecção de rochas (Anexo 13);
  - Colecção de fósseis (Anexo 12).
- Colecção de sementes (Anexo 11) - compreensão da diversidade de estratégias nos processos de dispersão das espécies.
- Cromatografia em papel (Anexo 14)- operacionalização do conceito de biodiversidade ao nível molecular com separação de pigmentos fotossintéticos.
- Crostas do solo (Anexo 15)- conhecimento destas comunidades pioneiras que geralmente passam despercebidas.
- Esclerofilia (Anexo 16)- observação desta estratégia em diferentes plantas, usando a lupa e o microscópico em pequena ampliação na observação de folhas destas plantas.

- Biodiversidade, um estudo de esporófitos em briófitos (Anexo 17)- observação com ampliação de diferentes espécies, reconstruindo o ciclo de vida e constatando as diferenças morfológicas nesta classe.
- Quadrantes (Anexo 18)- observar a biodiversidade na falésia com um estudo de quadrantes. Efectuar um levantamento simplificado do número de espécies da comunidade.

As actividades em anexo, têm uma ficha–modelo com as competências gerais desenvolvidas para todas as actividades, que não serão sempre repetidas:

No cabeçalho: Fotografia e Questão orientadora da actividade.

título da actividade

Ano a que se destina preferencialmente:

- Enquadramento no programa

Resumo:

- o que vão fazer, antes durante e depois da aula de campo

Competências gerais para todas as actividades:

Competências cognitivas desenvolvidas:

- Compreendem a importância do rigor na pesquisa científica
- Criticam os procedimentos a diferentes níveis: recolha, acondicionamento, análise dos dados
- Conhecem as limitações impostas pelas técnicas, equipamentos e os conhecimentos.
- Relacionam dados observados

Competências procedimentais desenvolvidas:

- Planificam uma actividade prática, nomeadamente:
  - o Prevêem o que é necessário levar para a aula de campo e saber fazer uma lista de material,
  - o Planificam os procedimentos a usar e testam-nos antes da saída
  - o Elaboram uma folha adequada para o registo de resultados
- Organizam, no campo, na recolha de material biológico e na aula, a análise desse material
- Manuseiam material biológico
- Desenvolvem técnicas de microscopia
- Saber apresentar os resultados de forma a:
  - o A actividade poder ser feita por outro grupo (reprodução)
  - o Serem de fácil leitura, possibilitem a elaboração de conclusões, serem apelativos)
- 

Competências atitudinais desenvolvidas:

- Empenham-se na actividade
- Colaboram com o grupo
- Concentram-se nas tarefas em curso

Desenvolvimento:

I - Em grupo grande:

Motivação (filme, apresentação, observação)  
Discussão do tema.

II - Em pequeno grupo (preferencialmente pares)

Planificação da actividade:

O que vamos fazer?  
Para quê, com que objectivo?  
O que precisamos?  
Como vamos recolher os dados?  
Como vamos tratá-los depois?

III – Reformulação da planificação, que é entregue para correcção ao professor.

IV – No campo, em pequeno grupo:

Observação e recolha de dados que sejam relevantes para responder às questões colocadas

V – Na aula, em pequeno grupo:

Organização do material recolhido  
Registo dos dados obtidos  
Análise  
Discussão  
Conclusões

VI – *Follow-up*:

Pesquisa  
Novos problemas  
Projectos de intervenção

Avaliação:

Instrumentos

Observação das aulas  
Observação das aulas de campo  
Planificação do trabalho – entrevistas e verificação do plano, *check-list*  
Relatório  
Caderno de campo  
Painel/poster

<p>Competências cognitivas:  Avaliação da planificação realizada  Avaliação do trabalho efectuado  Avaliação da recolha feita</p> <p>Competências procedimentais:  Observação, no campo da recolha e acondicionamento das plantas  Observação dos cuidados com os espécimes recolhidos  Manipulação as amostras, montagem das lamelas, domínio das técnicas de iluminação, focagem, deslocação da preparação.</p> <p>Competências atitudinais:  Observação da autonomia, empenho, concentração na tarefa.</p>
---

**Tabela 5: Ficha Modelo**

## **5.7 IMPLEMENTAÇÃO DAS AULAS DE CAMPO**

7º ano Ciências da Natureza: 2003/2004 – 2 turmas

- Actividades realizadas
  - Construção de climatogramas
  - Interacção entre plantas
  - Solo
  - Colecção de areias
  - Colecção de sementes

8º ano Ciências da Natureza: 2004/2005 – 2 turmas

- Actividades realizadas
  - Esclerofilia
  - Proteger as Plantas Endémicas
  - Invasoras
  - Quadrantes

9º ano Ciências da Natureza

- Actividades realizadas - a saúde como bem-estar global: a importância do contacto com a Natureza
  - Identificação de algumas plantas com propriedades terapêuticas

- Recolha

10º ano Biologia e Geologia: 2004/2005 2 turma

- Actividades realizadas
  - Microrganismos do solo
  - Cromatografia
  - Museu geológico
  - Ciclos de vida

11º ano Biologia e Geologia: 2004/2005 1 turma; 2005/2006 1 turma

- Actividades realizadas
  - Adaptações
  - Esclerofilia
  - Herbários

11º ano Profissional técnico de Produção e Controlo da Qualidade Alimentar (TPCQA)  
Biologia e Microbiologia

- Actividades realizadas
  - Microrganismos do solo
  - Cromatografia
  - Adaptações

12º ano Biologia: 2006/2007 1 turma

- Actividades realizadas
  - Invasoras
  - Crosta

## 5.8 AVALIAÇÃO REALIZADA

Tanto os relatórios como as fichas de avaliação sumativa não conseguem avaliar, na totalidade, toda a diversidade de aprendizagens associadas a estas aulas, pelo que é necessário conjugar diferentes técnicas e instrumentos de avaliação (LEITE, 2000) como técnicas de inquérito, de observação e análise de documentos.

As técnicas e instrumentos aplicados foram:

1 – Técnicas de inquérito:

- Questionários de conteúdos - anexo 19 (aplicados antes das actividades de campo e laboratório e após estas aulas)
- Questionários de sensações/emoções durante o percurso – anexo 20 (aplicados após o percurso)
- Entrevistas

A utilização de inquéritos que permitam avaliar quantitativamente a aula de campo como ambiente de aprendizagem seria muito vantajosa se aplicada num estudo em larga escala. Com o número máximo de duas turmas por ano e não podendo comparar anos diferentes por várias razões, nomeadamente idades diferentes e actividades diferentes realizadas, os inquéritos realizados têm apenas um valor informativo, constituindo apenas um estudo exploratório neste campo.

Em relação aos inquéritos realizados aos professores o problema avoluma-se pois os inquiridos tendem a não ser absolutamente verdadeiros nas respostas visto que algumas respostas implicam uma falha na preparação da visita que não querem assumir. Este inquéritos não podem ser anónimos pois trata-se de avaliar a visita de estudo e assim deve ser feito logo a seguir à sua realização. Como se compreende, não há várias visitas efectuadas por diferentes professores no mesmo dia.

Foram efectuadas entrevistas a alguns alunos escolhidos aleatoriamente, com guião simples e não vinculativo, que procuravam determinar o impacto da aula de campo quer nas aprendizagens quer nas atitudes.

Os testes sumativos realizados ao longo do ano após a aula de campo, tiveram questões relacionadas com o percurso efectuado.

Estes instrumentos foram aplicados a alunos de:

7º ano Ciências da Natureza

8º ano Ciências da Natureza

10º ano Biologia e Geologia

11º ano Biologia e Geologia

11ºano TPCQA Biologia e Microbiologia

12º ano Biologia

## 2 – Técnicas de Observação

As fichas de observação utilizadas para avaliação de determinadas competências foram aplicadas sem instrumento formal de registo porque as listas de verificação escolhidas revelaram-se de difícil aplicação: de facto foi difícil anotar as observações ao mesmo tempo que se supervisiona e ajuda os alunos a recolher os dados que necessitam. Este trabalho foi por vezes feito em parceria o que facilita muito o processo embora só seja possível quando ambos os professores conheçam bem quer a ficha de observação quer os alunos da turma, situação que nem sempre foi possível.

## 3 – Análise de documentos

Foram analisados cadernos de campo do aluno e relatórios.

Relativamente aos relatórios, embora seja minha prática pedir a sua apresentação recorrendo ao modelo do “Vê de Gowin”, nalguns caso e devido ao número de dados/resultados que os alunos apresentam, não se torna sempre viável, optando-se então por uma apresentação tradicional.

# 6

## RESULTADOS OBTIDOS

Apresentam-se de seguida os resultados dos questionários aplicados, complementados com informação recolhida em entrevistas aos alunos, terminando com as limitações do estudo.

### 6.1 QUESTIONÁRIOS AOS ALUNOS - SENSACIONES

O questionário foi respondido por 91 alunos no total, sendo 47 do 7º ano e 44 do 8º ano.

Foram pedidas justificações às respostas. Estas justificações constituíram base para entrevista rápida com os alunos, visto que os questionários foram realizados nas aulas de turnos, com metade da turma o que permitir a interação imediata com cada aluno.

#### 6.1.1 SÉTIMOS E OITAVOS ANOS – QUESTÕES SOBRE AS SENSACIONES DURANTE O PERCURSO

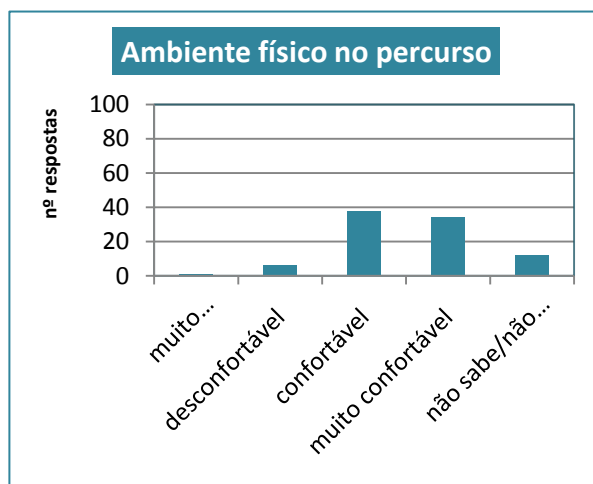
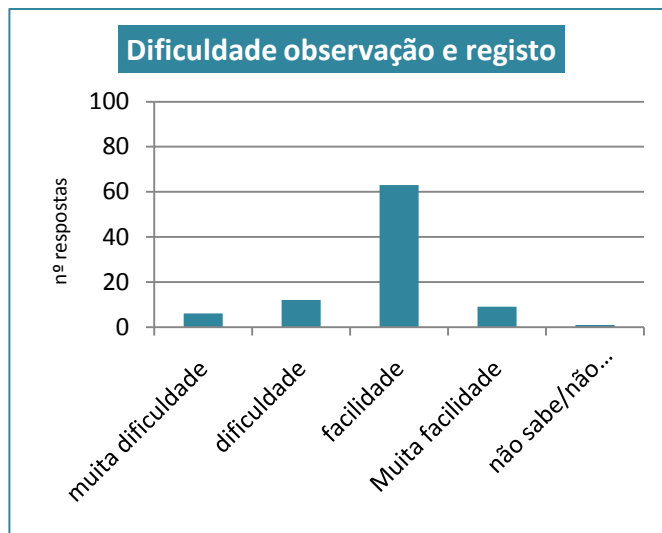


Gráfico 1: Questão 1- Sensações - Ensino Básico

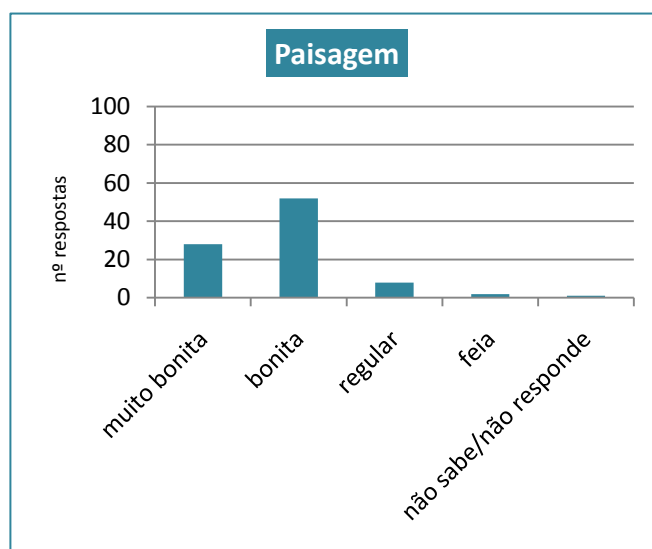
72 alunos em 91 consideraram o percurso confortável e muito confortável.

Em entrevista mencionaram que o percurso era fácil, não cansava porque não tinha subidas. Os alunos que responderam muito desconfortável e desconfortável referiram que faltavam locais para se sentarem.



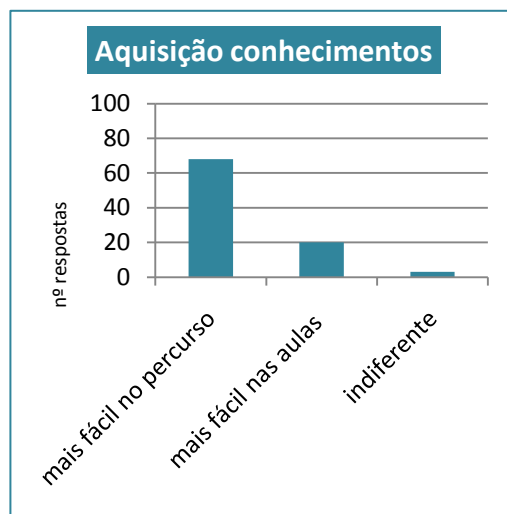
**Gráfico 2: Questão 2- Sensações - Ensino Básico**

A maioria dos alunos sentiram facilidade em observar e registar os aspectos importantes, embora 18 tenham tido muita ou alguma dificuldade. Estes alunos revelaram como justificação a falta de apoio para escrever (10), posição difícil de escrever (3) e ainda a falta de colaboração dos colegas de grupo (2).



**Gráfico 3: Questão 3- Sensações - Ensino Básico**

A grande maioria considerou a paisagem bonita (58) ou muito bonita (28). As justificações referem-se maioritariamente ao mar.



**Gráfico 4: Questão 4- Sensações - Ensino Básico**

68 alunos respondem que aprendem mais facilmente na aula de campo. As justificações são porque “estão com mais atenção”<sup>119</sup>(13); “gosto mais” (20); “vejo as coisas realmente” (4); “as [outras] aulas são mais monótonas”<sup>120</sup>(17); “é muito mais interessante” (6).

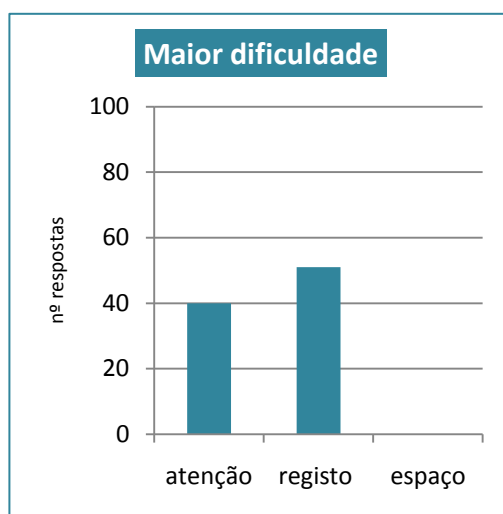
20 alunos consideram que aprendem mais facilmente na aula. Justificam que “nas aulas estão com mais atenção” (4), “oiço melhor o professor” (3).

Visto os alunos não terem termo de comparação pois fora da sala de aula apenas realizaram visitas de estudo, foi esclarecido que se pedia apenas relativamente a esta aula de campo específica.

---

<sup>119</sup> Ou: Distraio-me menos

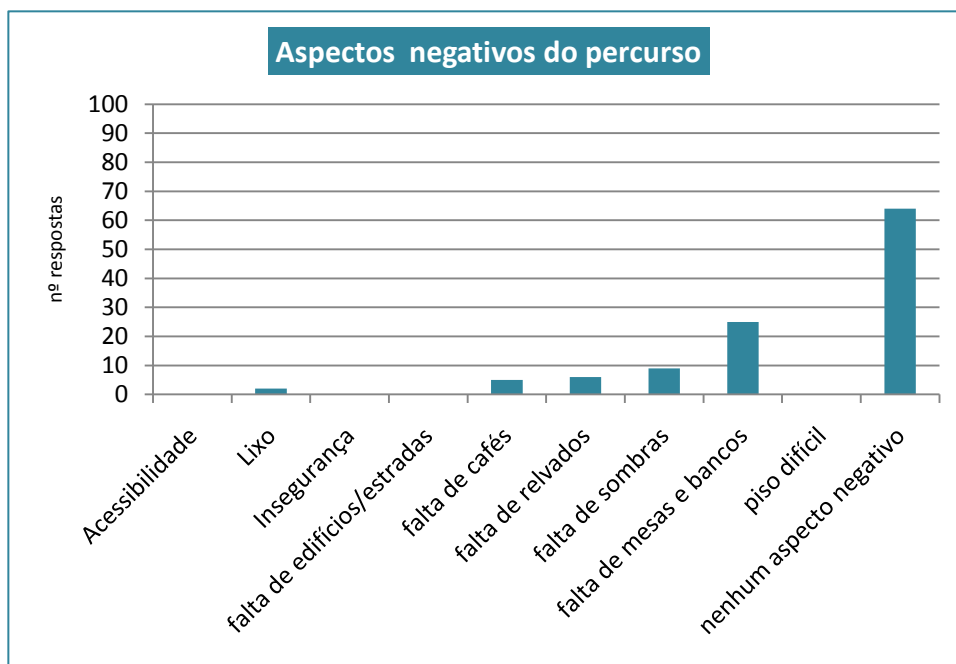
<sup>120</sup> Ou: Monótonas, chatas, aborrecidas, sem tanto interesse



**Gráfico 5 : Questão 5- Sensações - Ensino Básico**

40 alunos referem a atenção como a maior dificuldade, enquanto 51 alunos referem o registar dados no caderno.

Todos os alunos acharam importante fazer mais aulas de campo sendo as justificações variadas, desde porque aprendem mais, até por ser divertido, passando por sair da Escola.

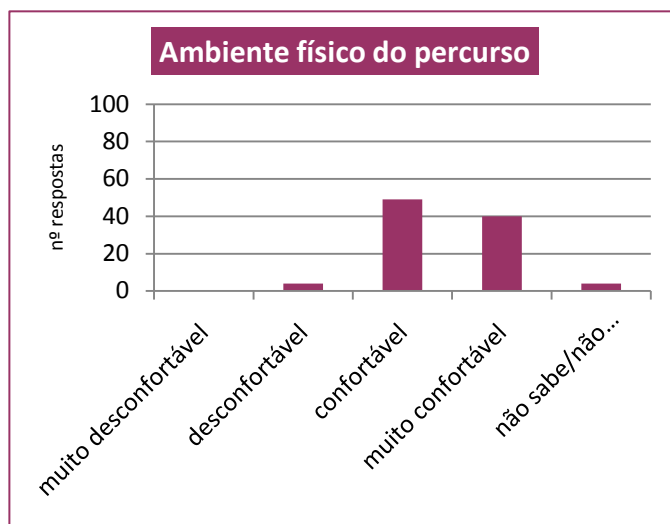


**Gráfico 6 - Questão 7 - Sensações - Ensino Básico**

A maioria dos alunos não referiu nenhum aspecto negativo do percurso, alguns referiram a falta de mesas e bancos, quer para comer quer para escrever e organizar os materiais necessários à actividade.

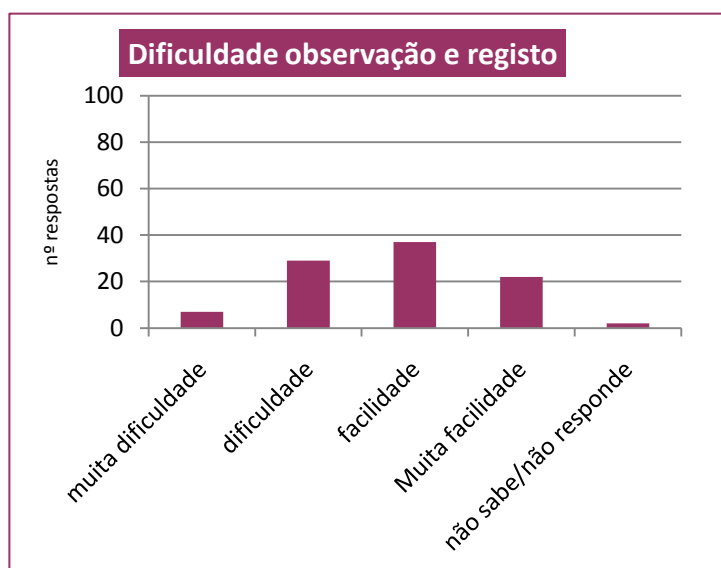
### **6.1.2 SECUNDÁRIO – QUESTÕES SOBRE AS SENSACIONES DURANTE O PERCURSO**

Foram aplicados os questionários a duas turmas do 10º ano, 56 alunos, 1 turma do 11º com 25 alunos e uma do 12º com 16 alunos. Os gráficos referem-se à totalidade destas respostas, 97.



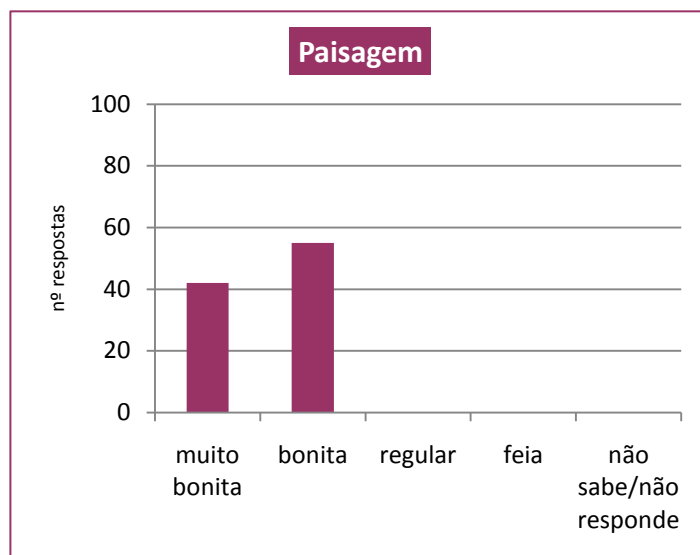
**Gráfico 7 - Questão 1- Sensações - Ensino Secundário**

Os alunos referiram o percurso confortável ou muito confortável, indicando que não tem um piso difícil. Os alunos que referiram desconforto justificaram que é complicado escrever no caderno de campo em percurso.



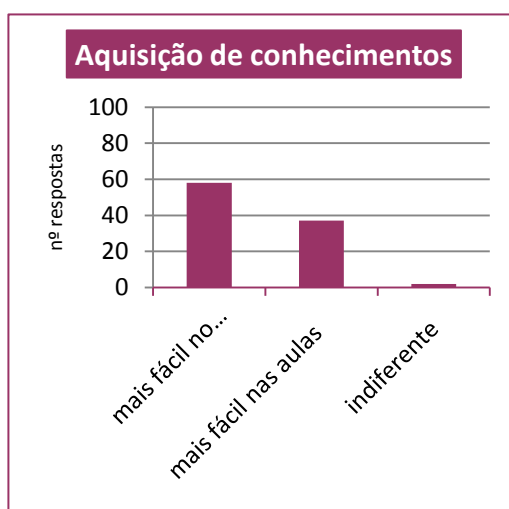
**Gráfico 8: Questão 2 - Sensações - Ensino Secundário**

Novamente foi justificado a dificuldade ou muita dificuldade com a escrita no caderno e o transporte de amostras.



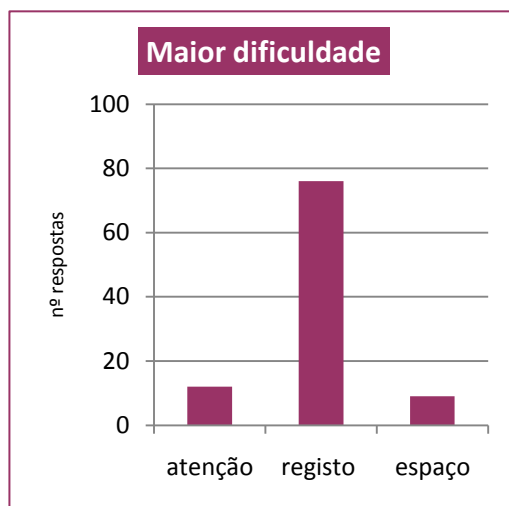
**Gráfico 9 : Questão 3 - Sensações - Ensino Secundário**

As justificações para a impressão causada pela paisagem foram relativas ao mar e ainda referido o “tapete” de plantas muito variadas – 11 alunos; a natureza selvagem – 27 alunos



**Gráfico 10: Questão 4 - Sensações - Ensino Secundário**

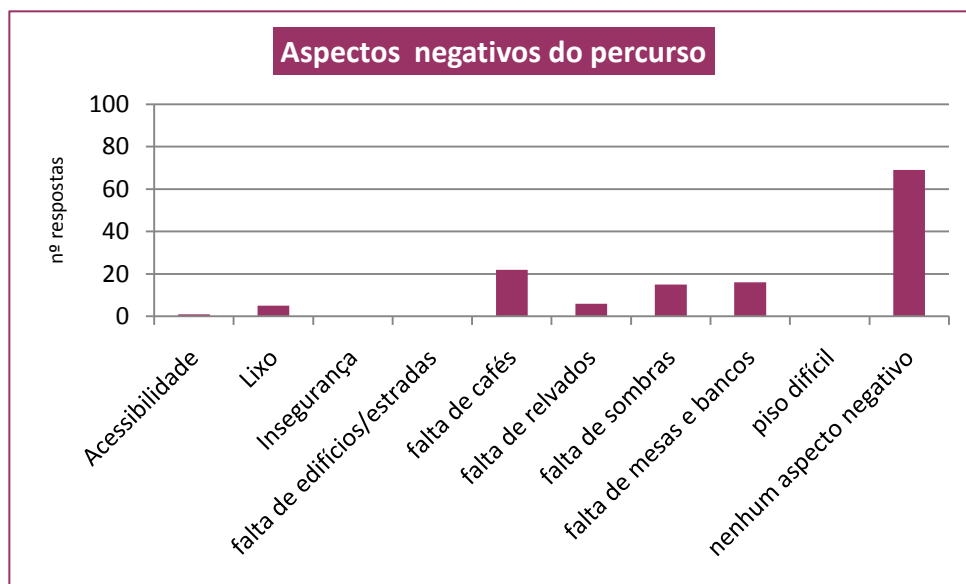
Os alunos justificaram a aprendizagem mais fácil no percurso devido ao contacto directo/concreto com a realidade; as justificações relativas a ser mais fácil nas aulas referem-se à maior capacidade de concentração, poderem seguir pelos livros, tirar apontamentos, o professor explicar bem/ ouvir-se melhor e a matéria ser “diferente”



**Gráfico 11: Questão 5 - Sensações - Ensino Secundário**

A dificuldade de atenção é justificada por haver ruído ou muitos colegas em pé. O espaço foi referido devido à dificuldade de sentar e escrever.

A grande maioria dos alunos refere que as aulas de campo são importantes com justificações maioritariamente relativas ao contacto com uma realidade que não conhecem e que não é igual a ver e filmes.



**Gráfico 12: Questão 7 - Sensações - Ensino Secundário**

Os aspectos negativos referem-se à falta de cafés (para ir ao W.C.) e comer, falta de sombras, nomeadamente quando estão parados debruçados sobre as plantas e falta de mesas e bancos para escrever e comer.

## **6.2 QUESTIONÁRIOS AOS ALUNOS – CONHECIMENTOS**

Foi feito um questionário aos alunos com catorze perguntas relativas a conhecimentos sobre a extinção de espécies, a flora mediterrânea e suas adaptações ao ambiente, etc.

Este questionário encontra-se em anexo 3 e 4.

Este questionário foi respondido após a aula teórica sobre a flora mediterrânea e conservação e novamente após o percurso/aula de campo e trabalhos desenvolvidos sobre as actividades realizadas.

De referir que os trabalhos desenvolvidos se encontram expostos quando os alunos fizeram o questionário e que foram feitas apresentações à turma, etc, pelo que a matéria em causa foi muitas vezes referida.

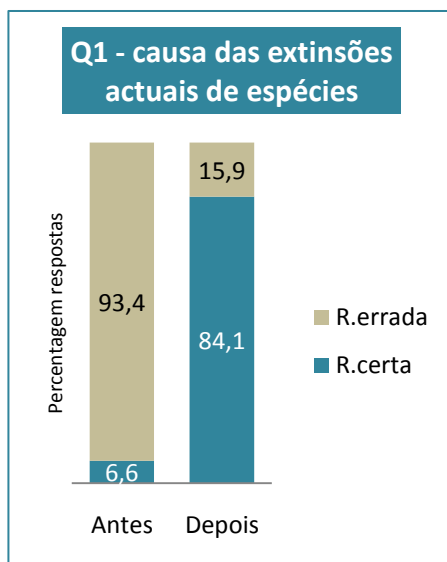
Foi aplicado aos alunos de 7º, 8º, 10º, 11º e 12º. Juntaram-se as respostas do 7º e 8º e do ensino secundário em dois grupos.

O objectivo deste questionário foi de tentar comparar os conhecimentos retidos logo após uma aula expositiva sobre esta matéria, que é vasta, e durante um período em que fizeram aulas práticas, trabalhos, pesquisas e revisões da matéria. Como o objectivo deste mestrado não é o de fazer uma análise exaustiva deste aspecto, e o número de alunos a que se aplicou o questionário é reduzido referem-se os resultados obtidos que não têm obviamente valor estatístico, constituindo apenas um estudo exploratório.

O questionário foi respondido na aula, com o professor que podia ajudar na interpretação de algumas perguntas no ensino básico.

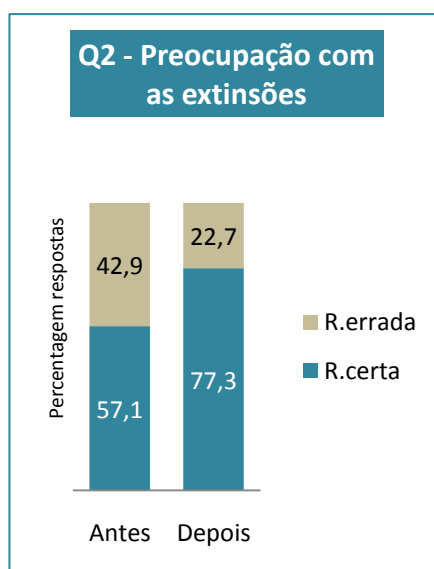
### **6.2.1 BÁSICO – RESULTADOS ÀS QUESTÕES SOBRE CONHECIMENTOS**

Responderam um total de 91 alunos depois da aula teórica e 88 alunos após todas as actividades desenvolvidas. Os resultados estão expressos em percentagem nos gráficos que se seguem.



**Gráfico 13: Questão 1 – Conhecimentos - Ensino Básico**

A grande maioria dos alunos coloca como resposta apenas uma causa. Depois de terem trabalhado e feito o percurso a percentagem de respostas correctas subiu significativamente.



**Gráfico 14: Questão 2 – Conhecimentos - Ensino Básico**

Nesta questão, muitos alunos já sabem que a velocidade com que ocorrem actualmente extinções é a causa da preocupação com este fenómeno. Depois da visita este número aumenta.

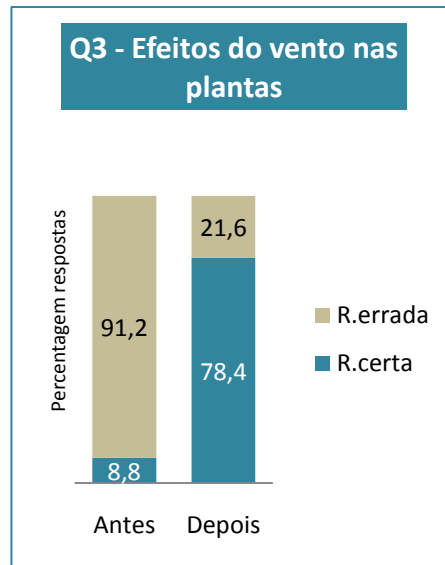


Gráfico 15: Questão 3 – Conhecimentos - Ensino Básico

A respostas que indicavam a forma prostrada e arbustos em almofada foram muito reduzidas. Depois do percurso esta percentagem aumentou, embora ainda haja respostas que coloquem outras alterações não relacionadas com o vento.

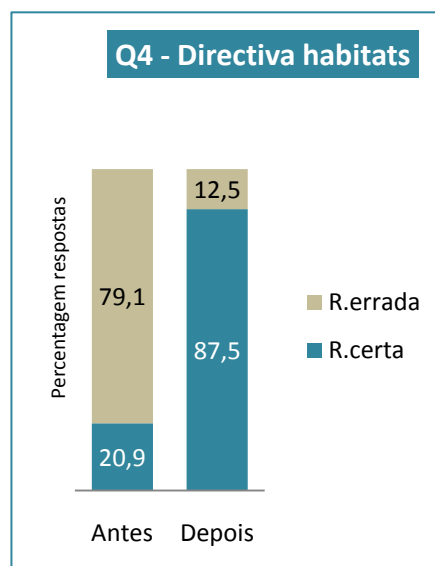
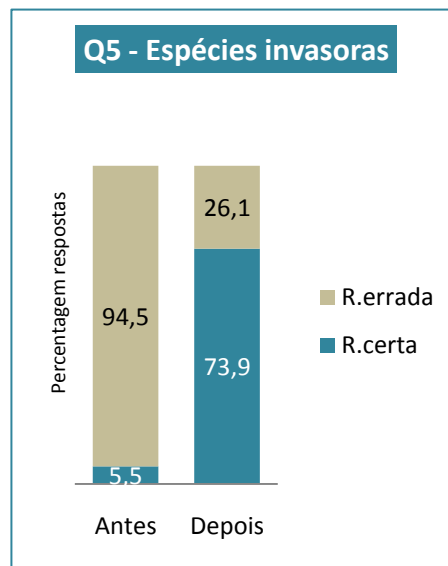


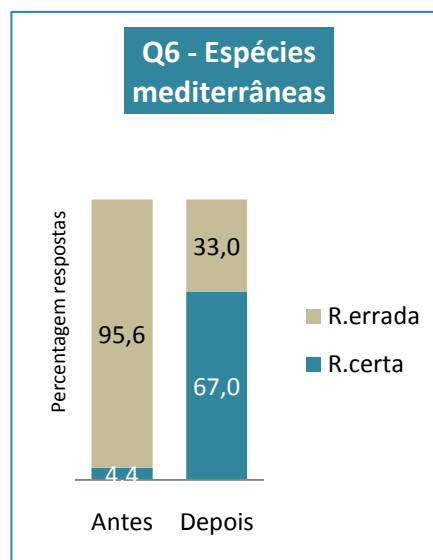
Gráfico 16: Questão 4 – Conhecimentos - Ensino Básico

Depois do percurso muitos alunos respondem correctamente.



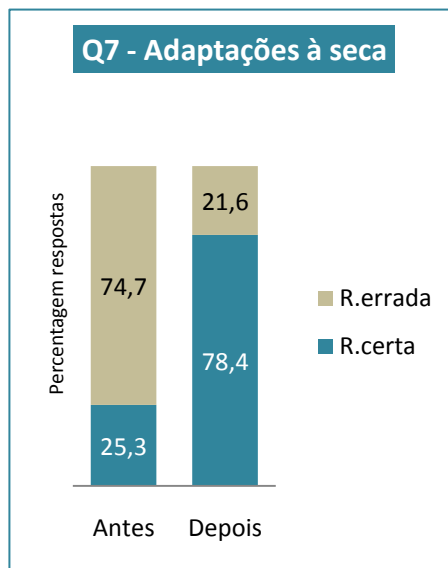
**Gráfico 17: Questão 5 – Conhecimentos - Ensino Básico**

Como seria de esperar, as respostas correctas antes do percurso foram muito reduzidas. Depois do percurso já há uma percentagem razoável dos alunos que identifica as invasoras correctamente.



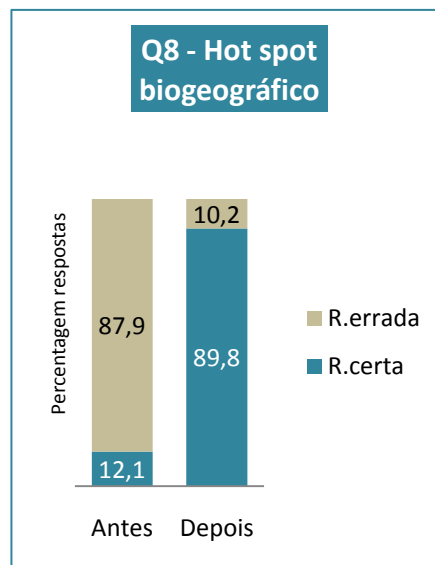
**Gráfico 18: Questão 6 – Conhecimentos - Ensino Básico**

Como na questão anterior, os alunos, depois do percurso, já identificam espécies tipicamente mediterrânicas.



**Gráfico 19. Questão 7 – Conhecimentos - Ensino Básico**

Antes do percurso alguns alunos já escolhem afirmações correctas, embora não refiram todas as adaptações. Após o percurso o conhecimento destas adaptações aumentou significativamente.



**Gráfico 20 - Questão 8 – Conhecimentos - Ensino Básico**

A maioria das respostas refere *Hot Spot* como sendo uma região vulcânica, o que se compreende devido aos programas de Ciências. Após o percurso os alunos já conhecem o termo.

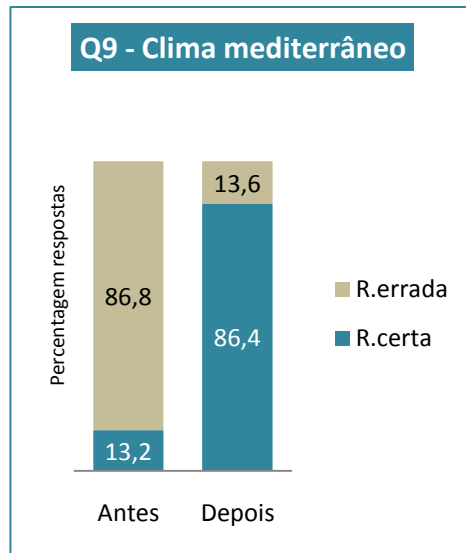


Gráfico 21: Questão 9– Conhecimentos - Ensino Básico

O conhecimento das características do clima mediterrânico aumentaram depois do percurso.

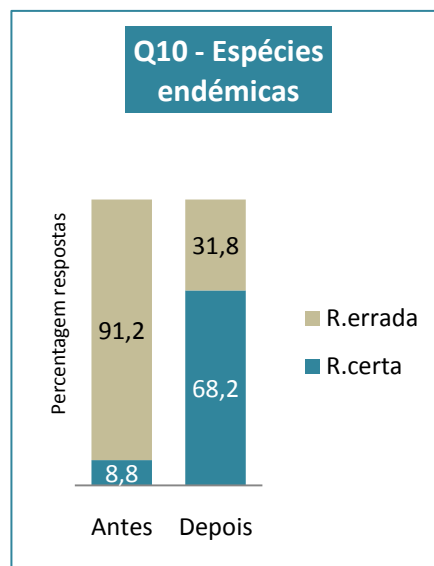
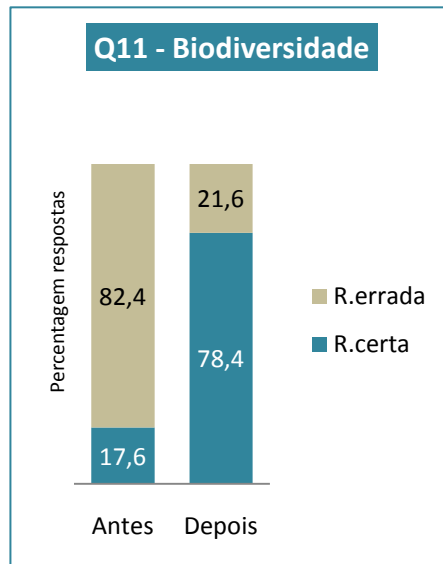


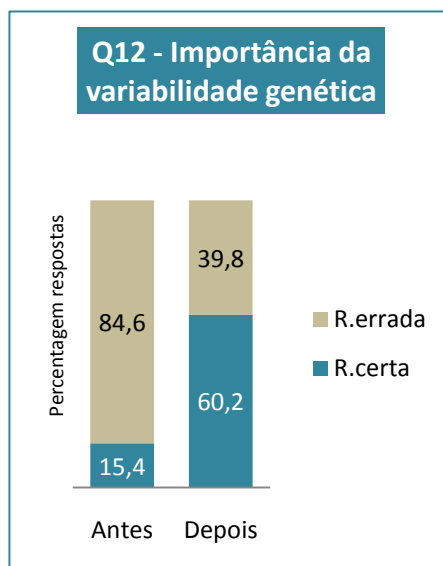
Gráfico 22: Questão 10 – Conhecimentos - Ensino Básico

Sessenta e oito por cento dos alunos sabem caracterizar uma espécie endémica, depois do percurso.



**Gráfico 23: Questão 11 – Conhecimentos - Ensino Básico**

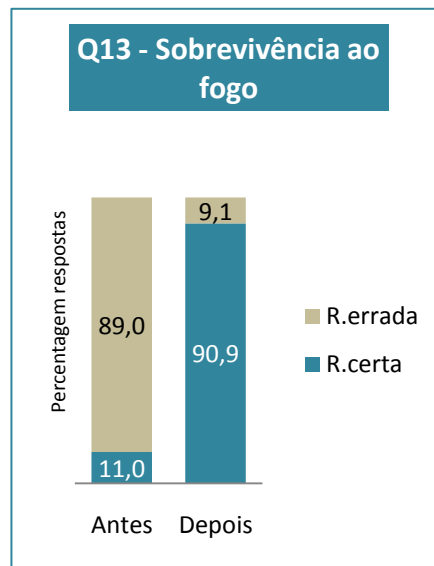
Antes do percurso as respostas variavam, após o percurso há uma clara maioria de alunos que identificam correctamente o termo biodiversidade.



**Gráfico 24: Questão 12 – Conhecimentos - Ensino Básico**

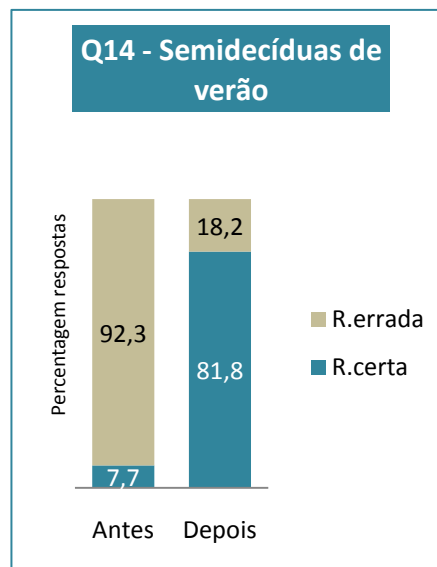
Esta pergunta exige conhecimentos que muitos alunos ainda não têm consolidados, pelo que teve que ser explicado os termos variabilidade genética, reservatório de genes, bancos de DNA/sementes. Mesmo assim houve aumento da noção da importância das espécies

selvagens, até porque a identificação de *Daucus sp.* e *Allium sp.*, no percurso, teve especial interesse para os alunos.



**Gráfico 25: Questão 13 – Conhecimentos - Ensino Básico**

Nesta questão houve um aumento muito significativo das estratégias de sobrevivência ao fogo.



**Gráfico 26. Questão 14 – Conhecimentos - Ensino Básico**

O termo era desconhecido para os alunos, que acertaram apenas por acaso. Após o percurso a grande maioria já conhece o termo.

## 6.2.2 SECUNDÁRIO – QUESTÕES SOBRE CONHECIMENTOS

Questionários aplicados: 97 antes e 96 depois (faltou um aluno).

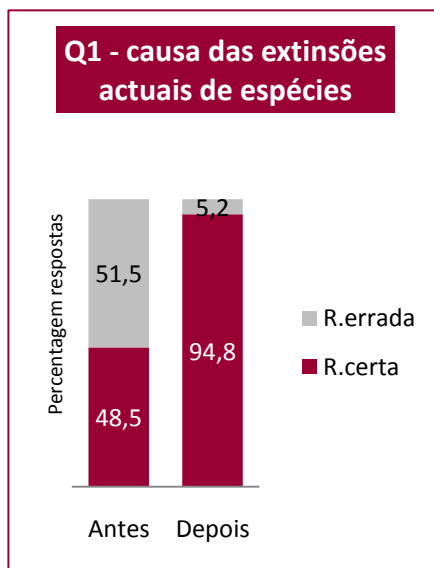


Gráfico 27 : Questão 1-- Conhecimentos - Ensino Secundário

Quase metade dos alunos já conhece as causas para a extinção de espécies, nomeadamente do 11º e 12º anos. Depois do percurso a grande maioria já responde correctamente.

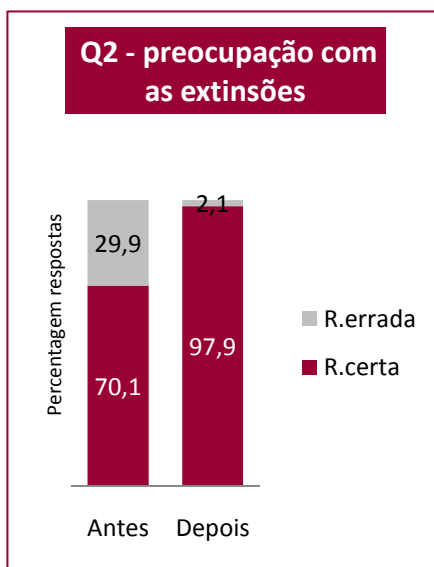
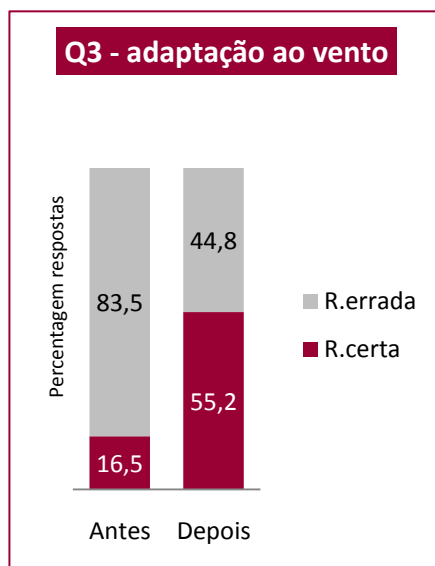


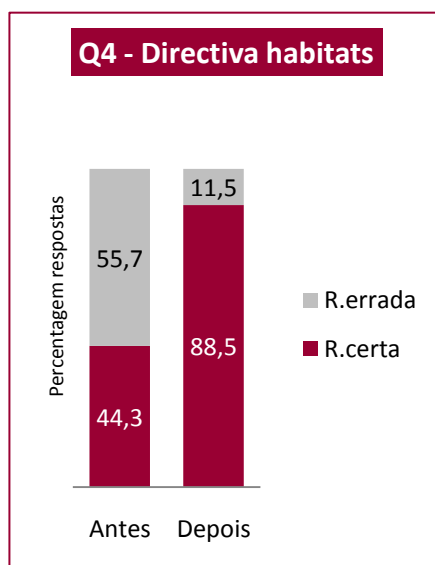
Gráfico 28: Questão 2 – Conhecimentos - Ensino Secundário

Nesta caso também há um conhecimento razoável que melhora após o percurso.



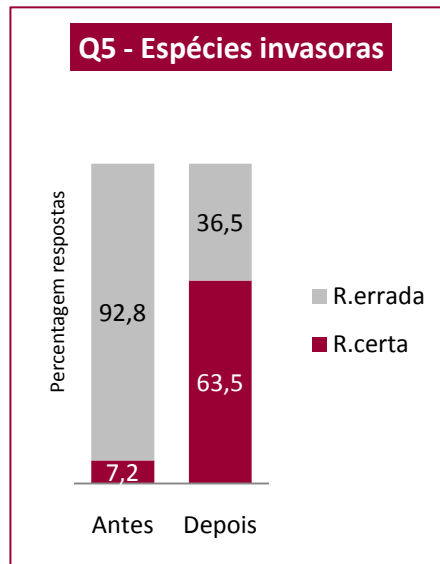
**Gráfico 29: Questão 3 – Conhecimentos - Ensino Secundário**

O conhecimento das alterações de forma das plantas relacionados com o vento eram reduzidos, após o percurso houve alguma aquisição de conhecimentos mas ainda não significativa.



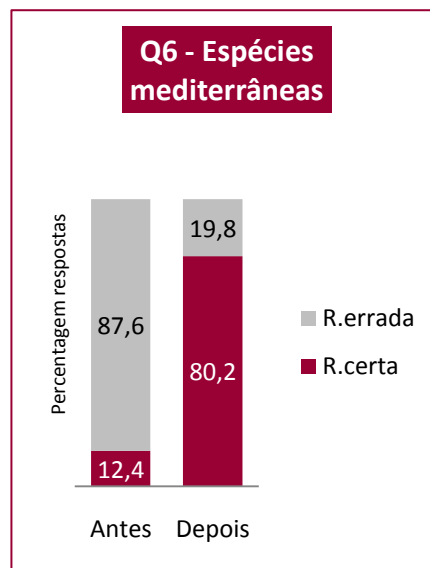
**Gráfico 30: Questão 4 – Conhecimentos - Ensino Secundário**

O facto de terem trabalhado com a Directiva possibilitou responder correctamente a esta questão, na grande maioria dos alunos.



**Gráfico 31: Questão 5 – Conhecimentos - Ensino Secundário**

O conhecimento das espécies invasoras é muito reduzido, tendo aumentado após o percurso.



**Gráfico 32: Questão 6 – Conhecimentos - Ensino Secundário**

A identificação de espécies mediterrânicas também é reduzida, após o percurso aumentou significativamente.

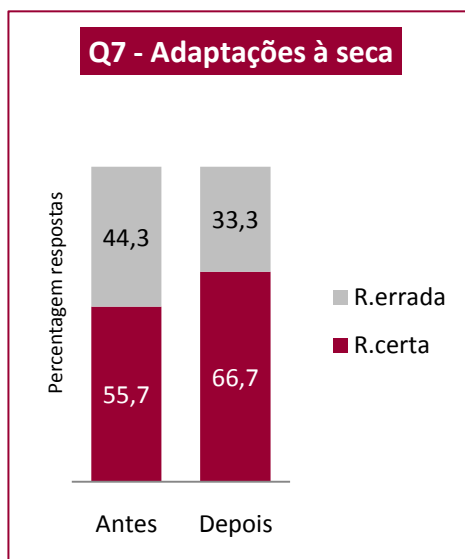


Gráfico 33: Questão 7 – Conhecimentos - Ensino Secundário

Muitos alunos já referem folhas enroladas como uma adaptação à seca, após o percurso este número aumenta dez por cento passando estes alunos a referir também a redução da área foliar.

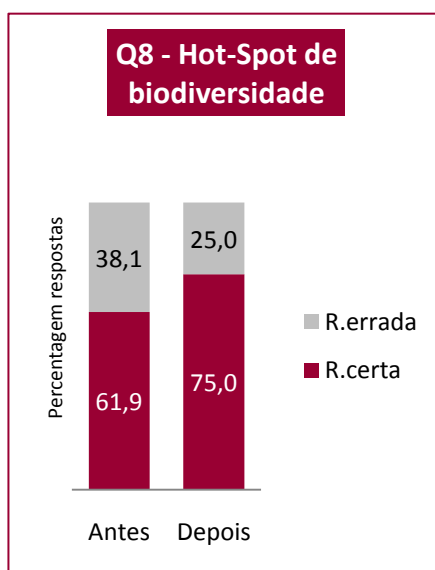
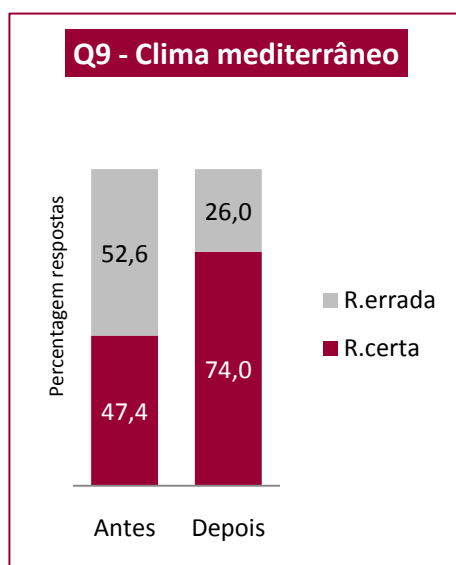


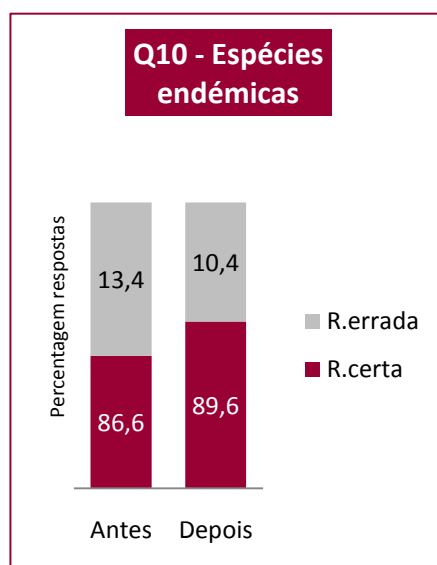
Gráfico 34: Questão 8 – Conhecimentos - Ensino Secundário

A percentagem de respostas correctas aumentou após o percurso.



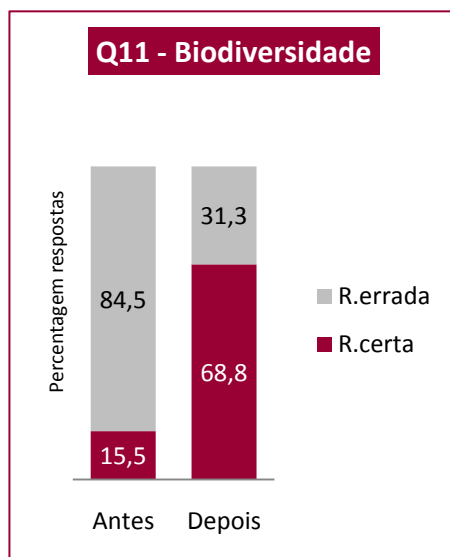
**Gráfico 35: Questão 9 – Conhecimentos - Ensino Secundário**

Cerca de metade dos alunos sabia as características do clima mediterrânico, após o percurso cerca de dois terços conhece as características deste clima.



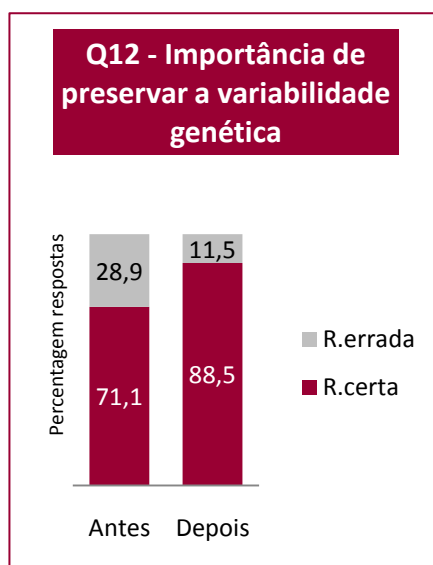
**Gráfico 36: Questão 10 – Conhecimentos - Ensino Secundário**

Os alunos já sabiam o que são espécies endémicas, não se verificando alteração após o percurso.



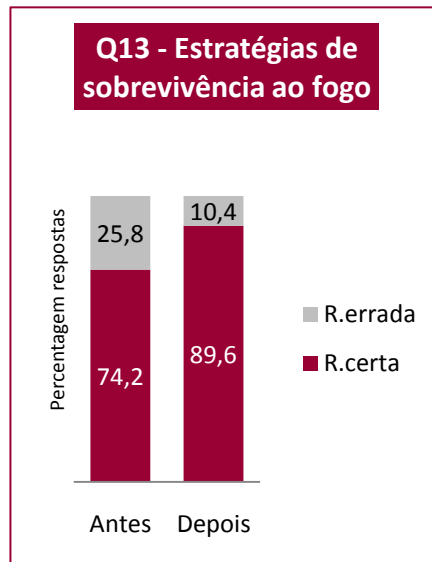
**Gráfico 37: Questão 11 – Conhecimentos - Ensino Secundário**

A definição correcta de biodiversidade aumentou significativamente após o percurso.



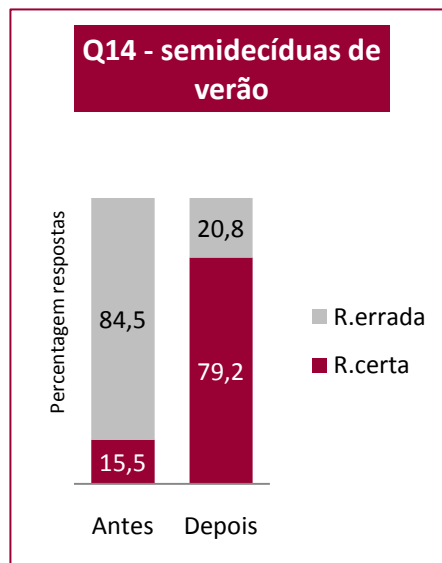
**Gráfico 38: Questão 12 – Conhecimentos - Ensino Secundário**

As respostas correctas aumentaram, mas já havia antes do percurso, um conhecimento da importância da preservação da variabilidade genética



**Gráfico 39: Questão 13 – Conhecimentos - Ensino Secundário**

Também nesta questão houve aumento das respostas correctas em relação a antes do percurso.



**Gráfico 40: : Questão 14 – Conhecimentos - Ensino Secundário**

Nesta questão houve um aumento significativo do conhecimento deste termo, após o percurso.

## **Entrevistas**

Como já foi referido as entrevistas, sem guião estruturado, foram efectuadas aleatoriamente a alguns alunos, nomeadamente para completar as justificações e respostas que deram no questionário relativo ao que sentiram durante o percurso. Os alunos responderam na aula, na minha presença e ao receber o questionário eu perguntava se podiam explicar melhor alguma coisa. Sabiam também que o objectivo era melhorar os percursos e aulas de campo e não avaliar os alunos.

Os dois aspectos mais referidos em relação á flora encontrada foi o não fazerem ideia que havia tanta plantas (espécies) diferentes e o facto das plantas neste ecossistema serem muito mis pequenas que noutros locais, aparecendo a questão “Será que os animais também serão mais pequenos?” como proposta de investigação.

As entrevistas realizadas aos professores de C. Naturais ou Biologia e Geologia das turmas permitiram concluir que este tipo de aulas de campo difere bastante das visitas de estudo com muitas paragens muito orientadas, sendo o facto mais referido o de os alunos estarem todos a trabalhar durante o percurso e assim a aprender, enquanto que muitas vezes só um pequeno grupo “aproveita” na totalidade a visita. Também se realçou o tempo disponível para registos e observações. Foi também referido que o trabalho de preparação se dilui porque várias aulas é abrangido e que a aprendizagem de conceitos gerais e procedimentos é muito mais eficaz. Como aspectos negativos foi referido a ansiedade de não avançar com a matéria e a preparação logística.

Foi ainda referido que com mais experiência estas aulas serão ainda mais eficazes.

Os professores manifestaram vontade de realizar mais aulas de campo, mesmo nos locais em redor das escolas.

## **Fichas de observação**

Utilizaram-se fichas de observação, mas optou-se por fazer registos livres devido à dificuldade de observar/registar/ajudar os alunos neste ambiente. Os alunos mostraram uma

melhoria em termos de empenho, cooperação com o outro, atitude e comportamento em relação a avaliações realizadas sobre estes parâmetros noutros contextos (aulas práticas na sala de aula)

### **Testes sumativos**

Foram incluídas perguntas com referência a actividades realizadas relativamente ao percurso. Apesar de os alunos responderem a perguntas directas com bastante sucesso, no caso de perguntas de elevado nível de raciocínio o desempenho não melhorou significativamente: os alunos com essas dificuldades continuaram a ter dificuldade em relacionar temas.

## **6.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO**

Foram várias as dificuldades inerentes ao estudo da aquisição de competências e transferência das competências com alunos.

Não é simples separar os grupos/turma em dois estudos, sendo um com a aula de campo preparada antes e com actividades de desenvolvimento depois e outro grupo apenas com a aula de campo. À partida os professores têm a percepção que o grupo que não se envolve na preparação da aula de campo terá menor envolvimento e menor prestação na aula de campo. Claro que esta noção implica que todos querem que os seus alunos façam as aulas de preparação e de continuidade. Por outro lado há poucas turmas de cada ano, por exemplo do 12º de biologia há geralmente apenas uma turma na escola. As turmas de Biologia e Geologia são dadas por professores diferentes mas cujo trabalho de planificação é em conjunto pelo que todos os alunos devem, em princípio, fazer as mesmas actividades, ter o mesmo tipo de avaliação.

Acresce que é complicado, eticamente, arredar de actividades que se consideram importantes um grupo de alunos, mesmo que escolhidos aleatoriamente.

Assim optou-se por fazer as actividades com todos os alunos e determinar a sua eficácia. Comparou-se com alunos que realizaram outras visitas de estudo, noutro âmbito em cuja

preparação não estiveram envolvidos e da qual não fizeram trabalhos de continuidade, apenas relatórios.

Outro problema prende-se com o facto de os professores quererem sempre “aproveitar” as aulas de campo para tocar em vários pontos do programa curricular e fazer muitas actividades. O conceito de aulas de campo não está enraizado, ao contrário do conceito de visita de estudo tradicional, onde se vê muitas coisas diferentes, com excesso de informação e falta de tempo para contemplar a Natureza. A proposta de um pequeno percurso com uma actividade é aceite com alguma reserva, tentando os professores acrescentar mais temas ou visitar mais locais próximos com outros fenómenos.

A diversidade em termos de riqueza específica foi outra dificuldade sentida sendo a inventariação de todas espécies impossível no âmbito deste trabalho. Os estados fenológicos são naturalmente distribuídos em épocas diferentes ao longo do ano o que não permite uma identificação cabal de todas fases das espécies que se encontram. As herbáceas e geófitos têm, nesta zona, um tamanho mais reduzido do que noutros locais, isto implica que haja maior número de plantas e por vezes muito pequenas, passando despercebidas.

[página propositadamente em branco]

# 7

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Neste estudo os resultados evidenciam vantagens na realização de aulas de campo embora devam ser tomadas medidas, ao nível do Ministério da Educação, que facilitem a realização deste tipo de aulas.

Efectivamente, foi dada, pelo Ministério da Educação, e bem, grande importância às actividades experimentais com reforço de tempos lectivos para aulas de laboratório nas disciplinas estruturantes do 10º e 11º e opções do 12º, e a possibilidade de desdobrar as turmas das ciências experimentais, e ainda com questões nos exames nacionais de interpretação de experiências de nível elevado. Isto reflectiu-se, nomeadamente, na presença de actividades experimentais nos manuais para todas as unidades e num esforço para equipar as escolas.

Em contrapartida, as actividades práticas ao ar livre, designadamente no campo, estão a ser dificultadas pela própria organização: há um número máximo de alunos por professor em cada saída; os professores que acompanham não podem faltar sem deixar planos de aulas e actividades para as turmas às quais vão faltar; e, no ensino básico, o reduzido número de tempos por ano dificulta o cumprimento dos programas. As aulas de campo, que deveriam ter alguma frequência, pelo menos uma vez por período escolar, passam a ser uma excepção realizando-se uma vez por ano no máximo. Esta situação acarreta ainda outro problema: a aula de campo, que deveria ser estruturada de modo a permitir uma interacção com a Natureza, é “recheada” de múltiplas actividades e aspectos cognitivos a contemplar e desenvolver, com um horário e em etapas muito condensadas no tempo.

Segundo MONTEIRO (2002), na organização de uma visita de estudo o tema deve ser enunciado, podendo ser acompanhado por um ou mais textos. Os objectivos gerais e específicos devem ser registados; em muitos casos, os professores transcrevem os conteúdos programáticos relacionados com a visita. Deverão ser assinaladas as paragens previstas

durante o percurso que poderão ser assinaladas pelos alunos num mapa, que deve constar do dossiê.

No presente estudo, pelo contrário, considerou-se que é mais rentável que os alunos estabelecerem, em grupo, as tarefas que devem realizar durante a aula de campo. Assim é possível ao professor, antes da aula de campo, avaliar a compreensão que cada aluno tem do que vai fazer e para quê. Cada grupo constrói o seu guião pessoal, feito pelo grupo de trabalho. Este guião também constitui um dado importante para a avaliação dos alunos. Esta perspectiva mais activa evita que aos alunos seja fornecida uma grande quantidade de informação escrita que não lhes desperta grande interesse e que com a qual não têm qualquer empatia. Como o número de alunos por turma é sempre mais elevado do desejável, esta metodologia permite ainda que os alunos desenvolvam autonomamente o trabalho durante o percurso, permitindo assim que os professores acompanhantes não sejam de biologia o que facilita a organização destas aulas.

Esta metodologia de trabalho de campo, acompanhada da realização de actividades específicas (e limitadas) durante o percurso e com seguimento nas aulas após o percurso, permitiu fundamentalmente uma relação estreita do professor com cada grupo de alunos e ainda uma apropriação efectiva pelos alunos dos conteúdos programáticos em causa, dos problemas a resolver e da metodologia científica subjacente.

Os percursos pedestres desenvolveram nos alunos atitudes positivas face à conservação da Natureza, consolidadas nas actividades práticas realizadas posteriormente nas aulas. Foi também revelado um incremento nas relações interpessoais e reconhecimento da eficácia do trabalho cooperativo na investigação científica.

As aulas de campo, realizadas nestes moldes, diferem bastante das visitas de estudo que tradicionalmente se faziam, com ou sem um guião. O ambiente foi de trabalho efectivo e produtivo, foram realizadas pequenas investigações com grande interesse, a grande maioria ou todos os alunos sabiam o que tinham que fazer, como fazê-lo e mostraram confiança e autonomia. Os alunos lembram-se do que fizeram e mais importante ainda por que o fizeram. Conseguiram aplicar os conhecimentos e procedimentos a novas aulas.

Constatou-se que alunos com atitudes mais displicentes face ao ambiente tornaram-se mais conscientes da necessidade de preservação da Natureza e nomeadamente nestes refúgios de vida selvagem.

A implementação de uma colaboração com entidades locais ou regionais com vista à remoção de exóticas faz mais sentido a nível de clubes na Escola, ou de grupos formados para esse fim ou já existentes como escuteiros, grupos ecológicos, etc. Isto porque, numa turma, a diversidade de interesses e possibilidades é grande e, como tal, não se coaduna com actividades deste tipo que implicam empenho altruísta e são exigentes fisicamente e em disponibilidade.

No 12º ano, com a introdução da área de projecto, poderá eventualmente ser já possível fazer um trabalho de intervenção-acção nesta área.

[página propositadamente em branco]

## BIBLIOGRAFIA

- ACKERLY, David D. (2006) *Plant evolution at the crossroads: the imprint of history, climate, and humans on the Mediterranean flora Book Review*. American Journal of Botany, 2006; 93:170-174.)
- ALLCHIN, Douglas (2000). How *Not* to Teach History in Science. Journal of College Science Teaching (30): 33-37.
- ALMEIDA, Ana Maria (1995). *Trabalho Experimental na Educação em Ciência: Epistemologia, Representações e Práticas dos Professores – Volume I*; Dissertação Apresentada para a Obtenção do Grau de Mestre em Ciências da Educação – Área educação e Desenvolvimento; Universidade Nova De Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- ANDRADE, G. P. (1991). Ensino da Geologia. Temas didáticos. Universidade Aberta, pp. 64-70.
- ANÓNIMO<sup>(1)</sup>, (2000). *Revisão Curricular no Ensino Secundário, Cursos Gerais e Cursos Tecnológicos*; Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação, Lisboa
- ANÓNIMO<sup>(2)</sup>, (2001). *Programa de Biologia e Geologia*; Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação, Lisboa
- ANÓNIMO<sup>(3)</sup>, (2000). Colorado Natural Areas Program (2000). Creating an Integrated Weed Management Plan – A Handbook for Owners and Managers of Lands with Natural Values. Caring for the Land Series. Volume IV. 339 pp.
- ANTUNES, P.; SANTOS, R.(1999). *Economia Ecológica*. Cadernos de Ecologia SPECO e Escolar Editora. Nº 2, 79-96.
- AVELAR, T.; MATOS, M.; REGO, C.; PITÉ, M. T. (1999) *A Biodiversidade*. Cadernos de Ecologia SPECO e Escolar Editora. Nº 2, 9 –41.

AZEREDO, Ana C.; WRIGHT, Paul V.; RAMALHO, Miguel M. (2002). The Middle–Late Jurassic forced regression and disconformity in central Portugal: eustatic, tectonic and climatic effects on a carbonate ramp system. *Sedimentology* (49), 1339–1370

BALLANTYNE, R. and PACKER, J. (2002) *Nature-based excursions: school students' perceptions of learning in natural environments*. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 11(3), 218–236.

BLONDEL J. E ARONSON J. (1999). *Biology and Wildlife of the Mediterranean Region*. Oxford University Press

BLONDEL J. E ARONSON J. (1995). *Biodiversity and Ecosystem function in the Mediterranean basin. Human and non-human determinants. Mediterranean-type ecosystems: the function of biodiversity* (ed. by G.W. DAVIS and D.M. Richardson), pp. 43–119. *Ecological Studies*, Vol. 109. Springer-Verlag, Berlin.

BORGES Ana Eleonora, ALMEIDA Victor Valente de e SILVA António Morais da, 2002, *Análise da Estratégia Fenodinâmica de Cistus salvifolius em Três Locais Distintos (Pinhal de Leiria, Cabeção e Odemira)* *Silva Lusitana* 10(2): 235 - 245, 2002© EFN, Lisboa. Portugal 235

BRAUN-BLANQUET, J. (1979). *Fitossociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ed. H.Blume. Madrid. 820 pp (BISA)

CAPELO, J., (2003). *Conceitos e métodos da Fitossociologia. Formulação contemporânea e métodos numéricos de análise da vegetação*. Estação Florestal Nacional, Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais, Oeiras, 107 pág.,

CARVALHO, A. M. Galopim (1994). *Cenozóico continental a norte da Serra de Sintra*. Museu Nacional de História Natural, Universidade de Lisboa.

CARVALHO, A. (1991). "Sair da Escola - classes de Descoberta", in Revista "Aprender".

CARVALHO, A. (1991). "Sair da Escola é aprender", in Revista "O Professor", nº 17.

CASTRO, E.B.; GONZÁLEZ, M.A.C.; TENORIO, M.C.; BOMBIN, R.E.; ANTÓN, M.G.; FUSTER, M. G.; MANZANEQUE, F.G.; SAIZ, J.C.M.; JUARISTI, C.M.; PAJARES, P.R.; OLLERO, H.S. (1998). *Los bosques ibéricos una interpretación geobotânica*. Editorial Planeta S.A. Barcelona

CATARINO, F.M.; CORREIA, O.C.A.; CORREIA, A.I.V.D. (1981). *Structure and dynamics of Serra da Arrábida mediterranean vegetation*. *Ecologia Mediterranea* – T.VIII: 203 -222

CHEDDADI, R. ; VENDRAMIN, G. ; LITT T. ET DE BEAULIEU, J.-L. (2004). *Impact des environnements de la dernière période glaciaire sur la diversité génétique actuelle de Pinus sylvestris : approche multidisciplinaire*. Rôle des humains dans la dynamique de la biodiversité et du changement global. Deuxièmes Journées de l’Institut français de la biodiversité, Marseille, 25-28 mai

CLEMENTE, A.S., REGO, F.C. e CORREIA O. (2004). *Padrões de sobrevivência de sementes em grupos funcionais de resposta ao fogo*. *Revista de Biol. (Lisboa)* 22: 123-132

CLEMENTE, A.S., REGO, F.C. e CORREIA O. (1994). Demographic patterns and productivity of post-fire regeneration in Portuguese mediterranean maquis. *Int. J. Wildland Fire* e (1): 5-12

Conselho da Comissão Europeia (1992). Directiva 92/43/CEE do Conselho de 21 de Maio de 1992 relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens. Disponível em: [http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT\\_LC\\_6062\\_2\\_0001.htm](http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT_LC_6062_2_0001.htm), consultado em 2007-05-26.

CORREIA, O. e CLEMENTE, A. (2001). O fogo. Um mal necessário? *Revista Ciência. Série VII*. Nº 2, 3-13.

CORREIA, O. (2002). Os cistus. As espécies do futuro? in *Fragmentos em Ecologia*. M<sup>a</sup> Martins-Loução(ed.) FCUL. Escolar Editora 97-119

COSTA, F.; LOBATO, M. J.; NUNES, R. (1992). Guião - organizadores de intercâmbio, Ed. Instituto da Juventude. COSTA, J.C., ESPÍRITO SANTOS, M.D., LOUSÃ M. (1994). *The vegetation of Dunes of Southwest Portugal*. *Silva Lusitana* 2(1):51-68

COSTA, J.C. (2001). *Tipos de vegetação e adaptações das plantas do litoral de Portugal continental*. in Albergaria Moreira, M.E., A. Casal Moura, H.M. Granja e F. Noronha (ed.) Homenagem (*in honore*) Professor Doutor Soares de Carvalho: 283-299. Braga.

Universidade do Minho. Disponível em: <http://www.isa.utl.pt/>, consultado em 2007-05-20

COSTA, J. C.; AGUIAR, C.; CAPELO, J.; LOUSÃ, M. e NETO, C. (1998). Biogeografia de Portugal Continental. *Quercetea* 0: 5-56. Disponível em:

<http://www.isa.utl.pt/files/pub/ensino/cdocente/biogeografiaQuercetea.pdf>, consultado em 2007-05-20

COSTA, J.C., AGUIAR; C., CAPELO, J., LOUSÃ, M. e NETO, C. (1999). Biogeografia de Portugal Continental. *Quercetea* 0: 5-56. Disponível em: <http://www.isa.utl.pt/>, consultado em 2007-10-30

COX, C.B. e MOORE, P.D. (2000). *Biogeography, An Ecological and Evolutionary Approach*. 6<sup>th</sup> Ed. Blackwell Science Oxford

DAVIS, L. E., EVES, R. L., (2002). National Association of Geoscience Teachers: *Field Trips—Their Importance in Geoscience Education* Session No. 9, May 7, 2002. Disponível em: [http://gsa.confex.com/gsa/2002RM/finalprogram/abstract\\_33868.htm](http://gsa.confex.com/gsa/2002RM/finalprogram/abstract_33868.htm), consultado em 2007-09-16

DRAHON, G.; JULOX J. (1987). *Vivre ensemble*, Ed. L'Harmattan, Paris.

DIAS A. Carvalho MONTEIRO, M. (2002). "*Intercâmbios e Visitas de Estudo*", in *Novas Metodologias em Educação*, Porto Editora, pgs. 171-197

DIAS R., ARAÚJO A., TERRINHA P. E KULLBERG J. C. (Eds.) (2006). *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*. Univ. Évora, 418 p.

DILLON, J.; RICKINSON, M.; TEAMEY, K.; MORRIS, M.; YOUNG, M.; CHOI, SANDERS, D. (2006). *The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere*. *School Science Review*, March 2006, 87(320) 107-111

DINIS, J. (2005). *Lagoa da pedreneira geologia e História*. Colóquio da Câmara Municipal da Nazaré. Disponível em: <http://cm-nazare.pt/arquivos/coloquio-resumos/01.htm>, consultado em 2006-01-02

Escola Superior de Educação do Porto (s/d). Boletins editados pela Oficina de Formação e Interação cultural para uma Escola Europeia.

EHRlich, P. e WALKER, B. (1998), Rivets and Redundancy, *BioScience*, Vol. 48, No. 5 (May, 1998), pp. 387-387

FERNANDES, F. M; CARVALHO, L. M. (2003). *Portugal Botânico de A a Z Plantas Portuguesas e exóticas*. Lidel, Lisboa

FERNANDES, O. (1982). *Visitas de estudo*, in Revista "O Professor", nº 36.

FERNANDEZ-MARTINEZ, ESPERANZA M. E SUÁREZ ANDRÉZ, JUAN L. (1998). "Pon un fósil en tu vida Y sácale partido! (propuesta de recurso para el aprovechamiento didáctico de los fósiles)". *Enseñanza de las Ciencias de la tierra* (6.2) 138-144

FREITAS, M.C. (2005). *Lagoa da pedreneira geologia e História*. Colóquio Câmara Municipal da Nazaré. Disponível em: <http://cm-nazare.pt/arquivos/coloquio-resumos/01.htm>, consultado em 2008-01-22

FOOS, A.,; LEONARD, K.W., (2002). National Association of Geoscience Teachers: *Field Trips—Their Importance in Geoscience Education Session No. 9*, May 7, 2002. Disponível em: [http://gsa.confex.com/gsa/2002RM/finalprogram/abstract\\_33196.htm](http://gsa.confex.com/gsa/2002RM/finalprogram/abstract_33196.htm), consultado em 2008-03-23

GIBSON, D.J., MIDELTON, B.A., SAUNDERS, J.W., MATHIS, M., WEAVER, W.T., NEELY, J. RIVERA, J., OYLER, M., (1999). Learning ecology by doing ecology – long term field experiments in succession. *The American Biology Teacher* vol. 61, nº 3

GIL-PEREZ, D.; CARRASCOSA-ALIS, J., (1994) Bringing pupils learning closer to scientific construction of knowledge: a permanent feature in innovations in science teaching. *Science Education* 78(3): 301-315

GIL-PEREZ, D.; VILCHES, A (2004). Contribución de la educación secundaria a la formación de ciudadanas y ciudadanos para una sociedad sostenible, in KATZKOWICS, R.;SALGADO, C., (2004). “Construyendo ciudadanía a través de la educación científica”, UNESCO. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001595/159537S.pdf>, consultado em Agosto 2008

GUTMAN, M., I.; NOY-MEIR, D.; PLUDA, N. A.; ELIGMAN, S.; ROTHMAN, M.; STERNBERG. (2001). Biomass partitioning following defoliation of annual and perennial Mediterranean grasses. *Conservation Ecology* 5(2): 1. [online]. Disponível em: <http://www.consecol.org/vol5/iss2/art1/>, consultado em 2007-12-11.

HECTOR, A. *et al* (1999). Plant Diversity and Productivity Experiments in European Grasslands. *Science Magazine* Vol. 286. no. 5442, pp. 1123 - 1127

HEYWOOD V.H. (1999). The Mediterranean region a major centre of plant diversity . In HEYWOOD V.H. (ed.), Skoula M. (ed.) . *Wild food and non-food plants: Information networking* . Chania : CIHEAM-IAMC, 1999. p. 5-13 : 32 réf. (*Cahiers Options Méditerranéennes* ; v. 38). Regional Workshop of the MEDUSA Network "Wild Food and Non-food Plants: Information Networking". 2, 1997/05/01-03, Port El Kantaoui (Tunisia)

HODSON, D. (1988), Experiments in Science teaching. *Educational Philosophy and Theory* 20(2) 53-66

HODSON, D. (1992), Redifining and reorienting pratical work in school science. *School Science review*, 73 (264), 65-78

HODSON, D. (1993). Re-thinking Old Ways: Towards a More Critical Approach to Practical Work in School Science. *Studies in Science Education*, 22, .85-142.

HOUAISS, A., E VILLAR, M. S. (2002). *Dicionário Houaiss de Lingua Portuguesa*. Círculo de Leitores

LORD, T. R. (2001), 101 reasons for using cooperative learning in biology teaching. *The American Biology Teacher*, vol. 63, nº 1, 30-40

KINCHIN I.M. (2001). If concept mapping is so helpful in learning biology, why aren't we all doing it? *Int. Journ. Sci. Educ.* Vol. 23, nº 12, 1257-1269

KULLBERG, M.C. E KULLBERG, J.C. (2000). Tectónica das regiões de Sintra e Arrábida. *Mem. Geociências, Museu Nac. Hist. Nat.* Nº2, 1-34

KULLBERG, J. C.; ROCHA, R. B.; SOARES, A. F.; REY, J.; TERRINHA, P.; CALLAPEZ, P.; MARTINS, L. (2006). *A Bacia Lusitaniana: Estratigrafia, Paleogeografia e Tectónica*. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10362/1487>, consultado em 2009-04-15.

LADMIRAL, J. R.; LIPIANSKY (1989). *La communication interculturel*, Ed. A. Colin, Paris.

LEITE, L. (2000). *As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos*. In SEQUEIRA M. *et al.*, *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Departamento Metodologias da educação. Instituto de Educação e Psicologia. Universidade do Minho. 91-108pp

LEITE L. (2001), Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das Ciências. In CAETANO, H.V., e SANTOS, M.G., (orgs) *Cadernos didáticos das Ciências 1*. Lisboa Direcção do Ensino Secundário. 79-97

MANZANEQUE, F. G. (2001). *Los Bosques Ibéricos, una Interpretación Geobotánica*. Editorial Planeta. Barcelona.

MARQUES, Luís M.A. (2002). *Formação Contínua de Professores: Bases para o ensino laboratorial em Biologia*; Dissertação para a Obtenção do grau de Doutor em Metodologia das Ciências, Especialidade Metodologia da Biologia; Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

MIRANDA, A. M. (1986). Contribuição para o conhecimento da evolução mineralógica e geoquímica da meteorização no maciço eruptivo de Sintra. *Estudos, Notas e Trabalhos*, D.G.G.M, Tomo. 28, pp.3-86

- MORAIS, A. (sem data). Dicionário de Inglês-Português Porto Editora pag 1958
- MOSS, D.M. ABRAMS, E.D.; ROBB, J.; Examining students conception of the nature of science. Int. Jorn. Sci. Educ. Vol. 23 nº 8 771-790
- OPENSHAW, P. H. and WHITTLE, S. J. (1993). Ecological field teaching: how can it be made more effective? Journal of Biological Education, 27(1), 58–66.
- ORION, N. and HOFSTEIN, A. (1994). Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. Journal of Research in Science Teaching, 31(10), 1097–1119.
- OTTEN, H. (1993). Aprendizagem intercultural - 10 teses, Ed. Instituto da Juventude.
- PEDRINACI, E. EQUEROS, L. e GARCIA E. (1992). El trabajo de campo y el aprendizaje de la Geologia. Alambique, 2, 37-45
- PEDROSA, M. A. (2001). Ensino das Ciências e Trabalhos Práticos – (Re)Conceptualizar..., in A. Veríssimo, A. Pedrosa, R. Ribeiro (Coords.). *(Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário, 19-33
- PELCZAR; REID; CHAN (1977). Microbiology. 4ª edição. McGraw-Hill Book Company New York
- PEREIRA J. S., SILVA, T.; CORREIA A. V. (2002). Forests and Biodiversity. In Climate Change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures. Eds. SANTOS F D et al. Gradiva, Lisboa. Portugal, pp. 363-414
- PFISTERER, A. B.; SCHMID, B. (2002). Diversity-dependent production can decrease the stability of ecosystem functioning. Nature, Volume 416, Issue 6876, pp. 84-86 (2002).
- PIZARRO, J. (2005). Reis de Portugal – D. Diniz. Ed. Círculo de leitores Lisboa
- PRIMACK, R. B. (2006). Essentials of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc Sunderland Massachusetts USA. 4th. edition.

PYLE R.M. (2003). Naturematrix: reconnecting people and nature. Oryx Vol 37 N° 2 April 2003 206–214. United Kingdom

RAMALHO, M. M. *et al.* (1981). Carta geológica de Portugal, folha 34-C, Cascais. Direcção-geral de Geologia e Minas, Serviços Geológicos de Portugal. Lisboa.

REVITAL T. Tal (2001). Incorporating field trips as science learning environment enrichment – an interpretive study. Learning Environments Research, vol 4 n°1, 25-49,

RIBEIRO, O. (1986). *Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico*. 4ª Ed. Sá da Costa. Lisboa

RICHARDSON, D.M.; PYSEK, P.; REJMÁNEK, M; BARBOUR, M.G.; PANETTA F.D.; WEST, C.J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. Diversity and Distributions (6). Blackwell Science Ltd. pp: 93-107.

RIVAS-MARTÍNEZ S. (2004). *Global Bioclimatics (Clasificación Bioclimática de la Tierra)*. Disponível em: <http://www.ucm.es/info/cif/book/bioc/bioc1>, consultado a 2008-08-09.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; PENAS, A.; DÍAZ, T. E. (2001). *Biogeographic map of Europe*. Cartographic Service, University of León, 27.04.2001

RIVAS-MARTÍNEZ, S. (2004b). Sinopsis biogeográfica, bioclimática y vegetacional de América del Norte. *Fitosociologia* 41 (1) supl. 2: 19-52.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; AGUIAR, C.; COSTA, J. C.; COSTA, M.; JANSEN, J.; LADERO, M.; LOUSÃ, M. E PINTO-GOMES, C. (2000). Dados sobre a vegetação da Serra da Estrela. Guia do itinerário geobotânico dos III Encontros de Fitossociologia. *Quercetea* 2: 3-63.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. (2005). *Avances en Geobotánica – Discurso de Apertura del Curso Académico de la Real Academia Nacional de Farmacia del año 2005*. Real Academia Nacional de Farmacia. Instituto de España. Madrid 142pp. Disponível em: <http://www.ucm.es/info/cif/>, consultado em 2008-08-09

RIVAS-MARTÍNEZ, S. (2001b). Climatic data of Portugal 2. CIF – Phytosociological research center. Madrid. 270 pp. RIVAS-MARTÍNEZ, S. (2004a). Global Bioclimatics

(Clasificación Bioclimática de la Tierra). Disponível em:

<http://www.ucm.es/info/cif/book/bioc/bioc2.pdf>, consultado em 2005-07-08.

RIVAS-MARTÍNEZ, S. (2005). Avances en Geobotánica. Discurso de Apertura del Curso Académico de la Real Academia Nacional de Farmacia del año 2005. Disponível em:

<http://www.ucm.es/info/cif/book/ranf2005.pdf>, consultado em 2005-07-08.

RIVAS-MARTÍNEZ, S.; Penas, A.; Luengo, M. A. e RIVAS-Sáenz, S. (2002c). Review of Definitions. Phytosociologic, Bioclimatic and biogeographic terms, notions and units.

Disponível em: <http://www.ucm.es/info/cif/book/review.htm>, consultado em 2005-05-08

SACARRÃO, G. F.; (1972). *Bases para a Reforma do Ensino das Ciências Naturais e Encontros Sobre Metodologias destas Ciências. Conclusões (Colectânea)*; Arquivos do Museu Bocage; Publicação do Museu e Laboratório Zoológico e Antropológico; Faculdade de Ciências de Lisboa; Vol. I Nº 4: 53-82

SANTOS, F. D. FORBES, K. E MOITA, R. (2002). *Climate Change in Portugal. Scenarios, Impact and adaptation measures*. SIAM project, Gradiva, Lisbon

SANTOS, M. E. N. V. M. (1998). *Ciência, Tecnologia e Sociedade, Respostas Curriculares a Mudanças no Ethos da Ciências. Os manuais escolares como reflexo destas mudanças*.

Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em educação. Departamento de educação da Faculdade de Ciências de Lisboa.

SANTOS, S. A. M; VIVEIRO, A. A; SILVA, I. G. (2002). *A excursão como recurso didáctico no ensino de Biologia e Educação Ambiental*. In: VIII EPEB - Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, São Paulo.

SENICIATO T. CAVASSAN O. (2004). *Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências – um estudo com alunos do ensino fundamental*. *Ciência e Educação*, v. 10, n. 1, p. 133-147, 2004

SHEAIL, J.; TREWEEK J.R.; MOUNTFORD, J.O. (1997). *The UK transition from nature preservation to 'creative conservation'*. Institute of Terrestrial Ecology, (Natural Environment Research Council), *Environmental Conservation* 24 (3): 224–235 1997

- SIROVS, M.G. (2006). *The cascais-Cintra area, a walkers guide*. Ed martin B. Sirov
- SPICER, J.I.; STRATFORD, J. (2001). *Student perceptions of a virtual field trip to replace a real field trip*. Journal of Computer Assisted Learning Volume 17 Issue 4, Pages 345 - 354  
Published Online: 20 Dec 2001 Journal compilation © 2008 Blackwell Publishing Ltd
- TAVARES, A.; CALDEIRA, A. (s/d). *Lisboa e a Expansão marítima dos séculos XV e XVI - roteiros para visitas de estudo*, Edição do Ministério da Educação.
- TEIXEIRA, C. E GONÇALVES, F. (1983). *Aspectos gerais da cartografia geológica, a cartografia geológica no ensino secundário*. Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais, col. Natura, vol. 11, Lisboa, pp.3-14
- THOMPSON, J.D. (2005). *Plant evolution in the Mediterranean*. Oxford university Press
- VASCONCELOS, J.C. (1969). *Noções sobre a morfologia externa das plantas superiores (3ª edição)*. Série Estudos e Informação Técnica nº 25. Ministério da Economia. Direcção Geral dos Serviços Agrícolas.
- VERÍSSIMO, A. e RIBEIRO, R. (2000). Os conceitos de trabalho prático e experimental na educação em Ciências – uma visão Oriunda da biologia. In SEQUEIRA, M. e al (orgs) *Trabalho prático e experimental na educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho, 139-142
- WALKER, B. H. (1992). *Biodiversity and Ecological Redundancy*. Conservation Biology, Vol.6 nº 1 march 1992, pág 18-23
- WHITE, R. (2001). *Moving from Biophobia to Biophilia: Developmentally Appropriate Environmental Education for Children*, WHITE Hutchinson Leisure e Learning Group.  
Disponível em: <http://www.WHITEhutchinson.com/index.shtml>, consultado a 2009-09-30
- WHITELOCK, D. E JELFS A. (2005). *Would you rather collect data in the rain or attend a virtual field trip? Findings from a series of virtual science field studies*. International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning. Issue: Volume 15, Number 1-2 / 2005 Pages: 121 - 131

WHITEMAN D. (2003). *Teaching Green: Experimenting with Green Values in the Classroom*. University of South Carolina. PSONline [www.apsanet.org](http://www.apsanet.org) 87- 91

WILSON, Edward O. (1984). *Biophilia*. Cambridge: Harvard University Press. ISBN 0-674-07442-4.

YACHI, S. and LOREAU, M.L (1999). Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: The insurance hypothesis. PNAS February 16, 1999 vol. 96 no. 4, pp1463-1468. Disponível em: <http://www.pnas.org/content/96/4/1463.full>, consultado a 2007-08-08.

YIN, R.K. (1994). Discovering the Future of the Case Study. Method in Evaluation Research *American Journal of Evaluation*.1994; 15: 283-290

## OUTROS SÍTIOS CONSULTADOS NA INTERNET

Projecto Life. Disponível em: <http://www.cm-sintra.pt/pnsc/Enquadramento.html>, consultado em 2009-08-24.

Biodiversity occurrence data provided by: Field Museum of Natural History, Museum of Vertebrate Zoology, University of Washington Burke Museum, and University of Turku (Accessed through GBIF Data Portal) - Acesso gratuito a dados sobre biodiversidade.

Disponível em: <http://data.gbif.org/species/15365513> e [www.gbif.net](http://www.gbif.net), consultado em 2009-05-17.

Projecto BIODEPTH. Disponível em: <http://www.forschungsportal.ch/unizh/p396.htm>, consultado em 2009-04-04.

Herbário Digital, Universidade de Coimbra. Disponível em: [http://www.uc.pt/herbario\\_digital/Enc\\_plantas/cabo\\_roca](http://www.uc.pt/herbario_digital/Enc_plantas/cabo_roca), consultado em 2008-08-25.

Teoria da biodiversidade. Disponível em: <http://redpath-museum.mcgill.ca/Qbp/2.About%20Biodiversity/theory.html>, consultado em 2008-08-28.

Avaliação da organização de visitas de estudo pelo órgão de gestão. Disponível em: [http://edcommunity.apple.com/ali/galleryfiles/12021/assessment\\_2.pdf](http://edcommunity.apple.com/ali/galleryfiles/12021/assessment_2.pdf), consultado em 2008-09-18.

Plano de Gestão, cujo artigo 18º se refere especificamente ao controlo de espécies invasoras. Contêm anexo com as espécies. Disponível em: <http://www.ifadap.minagricultura.pt/ifadap/servicos/docs/formularios/agro/medida3/0023.000797.pdf>, consultado em 2008-08-18.

Plano Nacional da Água. Disponível em: [http://www.inag.pt/inag2004/port/a\\_intervencao/planeamento/pna/pdf\\_pna\\_v1/v1\\_c2\\_t07.pdf](http://www.inag.pt/inag2004/port/a_intervencao/planeamento/pna/pdf_pna_v1/v1_c2_t07.pdf), consultado em 2008-08-02.

Orientações estratégicas para a recuperação das áreas ardidas em 2003 e 2004, Lisboa 30 de Junho de 2005 Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, secretaria de estado do desenvolvimento rural e das florestas, conselho nacional de reflorestação.

Disponível em: [http://portal.min-agricultura.pt/portal/page/portal/MADRP/PT/servicos/Imprensa/Documentos/08\\_OER\\_FINA\\_L.pdf?\\_template=](http://portal.min-agricultura.pt/portal/page/portal/MADRP/PT/servicos/Imprensa/Documentos/08_OER_FINA_L.pdf?_template=), consultado em 2008-07-27.

Mapas com a utilidade das diferentes espécies arbóreas e arbustivas na protecção contra o fogo, por exemplo. Disponível em: Ibidem, consultado em 2008-07-27.

Site com muitos artigos para descarregar, inclusivamente sobre o mediterrâneo. © 2003 - Este site é propriedade da [Confederação dos Agricultores de Portugal](#) Todos os direitos reservados - Produzido por [Naturlink](#). Disponível em: <http://www.portalflorestal.com/default.asp>, consultado em 2008-07-26.

The Global Invasive Species Database (GISD) (This site aims to increase awareness about invasive alien species and to facilitate effective prevention and management activities. It is managed by the Invasive Species Specialist Group (ISSG) of the Species Survival Commission of the IUCN-World Conservation Union. The GISD was developed as part of the global initiative on invasive species led by the Global Invasive Species Programme (GISP) and is supported through partnerships with the National Biological Information Infrastructure, Manaaki Whenua-Landcare Research, the Critical Ecosystem Partnership Fund and the University of Auckland). Disponível em: <http://www.issg.org/database/welcome/>, consultado em 2008-07-15.

Projecto INVADER II - Instituto do Mar, Centro Interdisciplinar de Coimbra (IMAR-CIC) e Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC) (Informações sobre invasoras em Portugal com fichas detalhadas e métodos de controlo, distribuição em Portugal, etc. Boa para actividade baseada neste tema). Disponível em: <http://www.uc.pt/invasoras/invasoes/introducao.htm>, consultado em 2008-07-15.

2005 CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E ADAPTAÇÃO AOS IMPACTOS CAUSADOS PELAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS - Declaração da EEAC – Rede de Conselhos Consultivos Europeus de Ambiente e de Desenvolvimento Sustentável (European

Environment and Sustainable Development Advisory Councils). Disponível em: <http://www.cnads.pt/docs/Declara%E7%E3o%20Biodiversidade.pdf>, consultado em 2007-07-15.

Convention on Biological Diversity, Nações Unidas – diversos artigos. Disponível em: <http://scholar.google.com/scholar?q=Convention+on+Biological+Diversity+UNEP+1992+eh1=eneclient=firefox-aechannel=serls=org.mozilla:pt-BR:officialaum=1eoi=scholart>, consultado em 2008-07-03.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (this pane has been established by WMO and UNEP to assess scientific, technical and socio- economic information relevant for the understanding of climate change, its potential impacts and options for adaptation and mitigation; it is currently finalizing its Fourth Assessment Report "Climate Change 2007"; the reports by the three Working Groups provide a comprehensive and up-to-date assessment of the current state of knowledge on climate change; the Synthesis Report integrates the information around six topic areas). Disponível em:

[http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg1/index.htm](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/index.htm), consultado em 2008-06-11.

Report of the eighth meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity (1992). Disponível em: <http://www.biodiv.org/default.shtml>, consultado em 2007-07-23.

The report of the third meeting of the Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Cartagena Protocol on Biosafety. Ibidem, consultado em 2007-07-23.

Informação da Universidade da Florida, sobre vários insectos, doenças em plantas e outros aspectos mais voltados para a agricultura. Disponível em:

[http://creatures.ifas.ufl.edu/urban/ants/crazy\\_ant.htm](http://creatures.ifas.ufl.edu/urban/ants/crazy_ant.htm), consultado em 2007-07-23.

Environment DG (2003). Interpretation Manual of European Union Habitats – EUR25.

Directorate-Generale for the Environment. European Commission. Disponível em:

[http://europa.eu.int/comm/environment/nature/nature\\_conservation/eu\\_enlargement/2004/pdf/habitats\\_im\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/environment/nature/nature_conservation/eu_enlargement/2004/pdf/habitats_im_en.pdf), consultado em 2007-05-26.

Jardim Botânico de Chicago – muitos cursos com actividades educativas para alunos de diferentes faixas, em ecossistemas da zona (prados, florestas) ou no jardim (zona tropical, deserto); não podendo fazer os cursos, a descrição destes refere as actividades. Disponível em: <http://www.chicagobotanic.org/>, consultado em 2007-04-10.

Fotos e principalmente descrição simples de famílias organizadas em grupos de fácil consulta (está copiado no doc 2 em busca da planta). Disponível em: [www.howe.k12.ok.us/~jimaskew/plantfam.htm](http://www.howe.k12.ok.us/~jimaskew/plantfam.htm), consultado em 2007-04-08.

Australian National Botanic Gardens, Australian National Herbarium, Australian Biological Resources Study (base de dados sobre as plantas Australianas). Disponível em: <http://www.anbg.gov.au/cpbr/databases/index.html>, consultado em 2007-04-07.

Lista de espécies e endemismos (em Latim), Jardim Botânico da Universidade de Lisboa. Disponível em: [http://www.jb.ul.pt/publicacoes/LISU\\_INDEX\\_2001.pdf](http://www.jb.ul.pt/publicacoes/LISU_INDEX_2001.pdf), consultado em 2007-04-06.

Galeria de fotos de herbáceas. Disponível em: <http://images.google.pt/imgres?imgurl=www.vertdeterre.com/nature/img/herb/>, consultado em 2007-04-06.

Livro *on-line* de bacteriologia, 2005 Kenneth Todar University of Wisconsin-Madison Department of Bacteriology. Disponível em: <http://www.textbookofbacteriology.net/>, consultado em 2007-03-13.

Lista da Flora da Serra de Sintra - Projecto Comenius. Disponível em: <http://www.malhatlantica.pt/comenius/Portugalflora/flora.htm>, consultado em 2007-03-10.

Herbário fotográfico da flora europeia - com descrição dos géneros para as famílias. Disponível em: <http://utopia.knoware.nl/users/aart/flora/>, consultado em 2007-03-10.

Fotos de Plantas. Disponível em: [oficina.cienciaviva.pt/.../plantas\\_interdunar.htm](http://oficina.cienciaviva.pt/.../plantas_interdunar.htm), consultado em 2007-03-10.

Fotos de Plantas. Disponível em: [atelier.hannover2000.mct.pt/~pr584/sbentoflo.htm](http://atelier.hannover2000.mct.pt/~pr584/sbentoflo.htm), consultado em 2007-03-10.

Herbário Virtual das Ilhas Baleares. Disponível em:

<http://www.uib.es/depart/dba/botanica/herbari/generes/Cistus/monspeliensis/>, consultado em 2007-03-09.

Fotos de Plantas, com índice alfabético. Disponível em:

<http://www.ulsamer.at/db/stauden.html>, consultado em 2007-03-09.

Flora: fotos e descrição. Disponível em:

[http://tematico.princast.es/mediambi/siapa/Contenidos/02\\_06\\_04\\_058.htm](http://tematico.princast.es/mediambi/siapa/Contenidos/02_06_04_058.htm), consultado em 2007-03-07

Plantas das dunas atlânticas. Disponível em:

[http://perso.wanadoo.fr/bermen/siteany/SITE\\_ANY\\_Botanique\\_photos.html](http://perso.wanadoo.fr/bermen/siteany/SITE_ANY_Botanique_photos.html) consultado em 2007-03-07

Descrição breve com propriedades e fotos. Disponível em:

[http://perso.wanadoo.fr/argaud/botanique/index\\_alphabetique.html](http://perso.wanadoo.fr/argaud/botanique/index_alphabetique.html) ,consultado em 2007-03-06

Tem descrição de espécies com propriedades como o cheiro. Disponível em:

<http://www.anniesannuals.com> ,consultado em 2007-03-06

Fotos de plantas e informações dos animais que as comem. Disponível em:

<http://www.funet.fi/pub/sci/bio/life/plants>, consultado em 2007-03-05

Fotos com índice. Disponível em: <http://tncweeds.ucDAVIS.edu/photos/arcca04.jpg>, consultado em 2007-03-05

Muitas espécies com índice e com descrição e fotografias muito boas especialmente de pormenores. Tem busca e é de plantas espanholas. Disponível em: <http://www.hoseito.com>, consultado em 2007-03-05

Imensas fotos da serra de Ronda. Disponível em:

<http://www.pasoslargos.com/flora/nflora11.htm> ,consultado em 2007-03-04

Tabelas em pdf sobre habitat e espécies protegidas. Disponível em: <http://www.drarn-a.pt/> consultado em 2007-03-03

Sítio do Jardim Botânico Disponível em: <http://home.utad.pt/jardim-botanico/Por/defaultpage.htm> ,consultado em 2007-03-03

Muitos dados de plantas, por ex, acácias e também bibliografia. Disponível em: [waynesword.palomar.edu/ trmar98.htm](http://waynesword.palomar.edu/trmar98.htm) consultado em 2007-03-03

Classificação de plantas. Disponível em: <http://plants.usda.gov/classification.html>, consultado em 2007-03-03

Winsconsin Fast Plants.Muitas actividades para estudar estas plantas. Disponível em: [http://www.fastplants.org/resources/fp\\_story.html](http://www.fastplants.org/resources/fp_story.html) , consultado em 2007-03-02

Carolina Biological Supply Company. Revista com actividades principalmente de genética e geologia, poucas de ambiente. Disponível em: <http://www.carolina.com/> ,consultado em 2007-03-02

The globe program. Muitos protocolos de coisas relacionadas com educação, tipos de solo, hidrologia. Disponível em: [http://www.globe.gov/globe\\_flash.html](http://www.globe.gov/globe_flash.html) , consultado em 2007-03-01

Catálogo de plantas muito desenvolvido. Disponível em: [http://perso.club-internet.fr/v\\_pascal/amaryllidaceae/Narcissus/#obe](http://perso.club-internet.fr/v_pascal/amaryllidaceae/Narcissus/#obe) ,consultado em 2007-03-01

American journal of botany. Disponível em: <http://www.amjbot.org/misc/terms.shtml>, consultado em 2007-03-01

Fotos de plantas por ordem alfabética, Sardenha. Disponível em: <http://www.fotodisardegna.it/flora/> ,consultado em 2007-03-01

Sítio da universidade de Coimbra com muita informação sobre espécies invasoras, impacto nos ecossistemas e como controlá-las. Pertencem ao projecto invader. Disponível em: <http://www.uc.pt/invasoras/introducao.htm> ,consultado em 2007-03-01

Estudo na Califórnia com 60 escolas, comparando aprendizagem tradicional em contexto sala de aula com aprendizagem em contexto ambiental. Disponível em:

<http://www.seer.org/pages/csap.pdf> acessado em 2 de Março 2006) ,consultado em 2007-03-02.

Sítio da revista Nacional Geographic. Disponível em:

[http://www.nationalgeographic.com/wildworld/profiles/terrestrial\\_pa.html](http://www.nationalgeographic.com/wildworld/profiles/terrestrial_pa.html), consultado em 2007-02-19.

A importância da biodiversidade. Disponível em: [http://redpath-](http://redpath-museum.mcgill.ca/Qbp/2.About%20Biodiversity/importance.html)

[museum.mcgill.ca/Qbp/2.About%20Biodiversity/importance.html](http://redpath-museum.mcgill.ca/Qbp/2.About%20Biodiversity/importance.html), consultado em 2007-02-24.

BROWN James W. Protocolo experimental para o isolamento de bacillus a partir de amostras de solo - December 03, 2006. Disponível em:

<http://www.mbio.ncsu.edu/MB451/lab/Bacillus/isolation.html>, consultado em 2007-03-13.

Artigo sobre biodiversidade de COHEN, Joel E. and David TILMAN. Disponível em:

"Biosphere 2 and Biodiversity: The Lessons so Far". *Science*. v 274: 1150-1, consultado em 2007-03-13

Lista de espécies ameaçadas: IUCN (2003). *2003 IUCN Red List of Threatened Species*.

Disponível em: <http://www.redlist.org/>, consultado em 2005-09-29

ICN (2005). *Plano Sectorial Rede Natura 2000 – versão preliminar. Caracterização de Valores Naturais II*. Disponível em: <http://www.icn.pt/psrn2000/>, consultado em 2005-09-09

Instituto do Ambiente (2005). *Relatório do Estado do Ambiente 2003*. Instituto do Ambiente. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. Lisboa. Disponível em:

<http://www.iambiente.pt>, consultado em 2005-05-12.

Ministério do Ambiente (1999). Decreto-Lei n.º 140/99 de 24 de Abril de 1999. Disponível em: [http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT\\_LN\\_20227\\_1\\_0001.htm](http://www.diramb.gov.pt/data/basedoc/TXT_LN_20227_1_0001.htm), consultado em 2005-09-09

Artigo sobre a educação, aulas de campo. NEILL, James. Disponível em:  
<http://wilderdom.com/psycho-evolutionary/SocioCulturalHistoryOutdoorEducation.html>,  
consultado em 2007-02-27

Site com informações detalhadas de todos os hotspots de biodiversidade, incluindo um mapa interactivo. Disponível em: <http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/>, consultado em 2007-02-27

NEILL, James. Informações sobre a Agenda Mediterrânica. Disponível em:  
[http://www.panda.org/about\\_wwf/where\\_we\\_work/europe/what\\_we\\_do/mediterranean/index.cfm](http://www.panda.org/about_wwf/where_we_work/europe/what_we_do/mediterranean/index.cfm), consultado em 2007-02-27

NEILL, James, Teoria da biodiversidade e sua importância, referências. Disponível em:  
<http://canadianbiodiversity.mcgill.ca/english/index.htm>, consultado em 2007-02-24

Artigo com práticas laboratoriais sobre micróbios. THIEL, Teresa Ph.D. 1999. Science in the real World: Microbes in action.

Disponível em: <http://www.umsl.edu> , Consultado em 2007-03-13

WALKER Erin and Diana CARROLL, 2006. Tudo sobre a experiência biosfera II, o que correu mal. Disponível em:  
[http://biology.kenyon.edu/slouc/bio3/2000projects/CARROLL\\_d\\_WALKER\\_e/biosphere.html](http://biology.kenyon.edu/slouc/bio3/2000projects/CARROLL_d_WALKER_e/biosphere.html), consultado em 2007-03-13

WALKER TA Jay 2005. Artigo sobre flora mediterrânica.

Disponível em:  
[http://www.botany.wisc.edu/courses/botany\\_422/Lecture/Lect10Mediterr.html](http://www.botany.wisc.edu/courses/botany_422/Lecture/Lect10Mediterr.html). Consultado em 2008-07-03

WALKER TA Jay 2005 MEDITERRANEAN SCLEROPHYLLS, Disponível em:  
[http://www.botany.wisc.edu/courses/botany\\_422/Lecture/Lect10Mediterr.html](http://www.botany.wisc.edu/courses/botany_422/Lecture/Lect10Mediterr.html), consultado em 2007-02-22

WHITE Randy, 2001. Moving from Biophobia to Biophilia: Developmentally Appropriate Environmental Education for Children. Disponível em:

<http://www.WHITEhutchinson.com/index.shtml>, consultado em 2007-02-22

WHITE Hutchinson Leisure e Learning Group, sítio institucional. Desenvolve a educação na Natureza baseada no desenvolvimento cognitivo e afectivo das crianças. Disponível em:

<http://www.WHITEhutchinson.com/index.shtml>, consultado em 2007-02-27

World Wildlife Fund-U.S. Ecoregions. Site onde se pode fazer o download da base de dados:

World Database on Protected Areas (WDPA). Disponível em:

<http://www.worldwildlife.org/science/ecoregions/delineation.cfm>, consultado em 2007-02-27

[página propositadamente em branco]

## **ANEXOS**

[página propositadamente em branco]

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Actividades</b> .....	213
Anexo 1: Adaptações ao meio ambiente .....	215
Anexo 2: Biodiversidade – um catálogo de plantas ...	218
Anexo 3: Construção de climatogramas .....	221
Anexo 4: Interação entre plantas.....	224
Anexo 5: Construção de um herbário .....	228
Anexo 6: Microrganismos do solo .....	231
Anexo 7: Plantas invasoras .....	238
Anexo 8: Plantas endémicas .....	242
Anexo 9: Quadrantes .....	247
Anexo 10: Ciclos de vida .....	248
Anexo 11: Colecção de areia .....	252
Anexo 12: Colecção de frutos/sementes .....	255
Anexo 13: Fósseis – (re)organização da colecção geológica da escola .....	257
Anexo 14: Colecção de rochas .....	260
Anexo 15: Cromatografia .....	262
Anexo 16: Crostas do solo .....	265
Anexo 17: Esclerofilia .....	267
Anexo 18: Biodiversidade – um estudo em briófitos ....	270
<b>Catálogo de plantas</b>	
Anexo 19: .....	271
<b>Inquéritos</b>	
Anexo 20: Conhecimentos .....	294
Anexo 21: Sensações .....	298

[página propositadamente em branco]