

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Mestrado em Gestão dos Recursos Biológicos

**OS INSECTOS COMO RECURSO
Da Ecologia à Educação**

**INSECTS AS RESSOURCE
From Ecology to Education**

Inês Maria Comendinha Fortes Pequito

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Carola Meierrose

*“Esta dissertação não inclui as críticas
e sugestões feitas pelo júri”.*

*Évora
2004*

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

Mestrado em Gestão dos Recursos Biológicos

OS INSECTOS COMO RECURSO
Da Ecologia à Educação

INSECTS AS RESSOURCE
From Ecology to Education



169722

Inês Maria Comendinha Fortes Pequito

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Carola Meierrose

*“Esta dissertação não inclui as críticas
e sugestões feitas pelo júri”.*

Évora
2004

Dedico esta tese à minha filha Margarida
e ao meu marido, João Pequito.

O conhecimento é a chave para a valorização e preservação através de uma gestão racional.

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos	IX
Resumo	X
Abstract	XI
Lista de figuras	XII
Lista de tabelas	
1. Introdução	1
2. Algumas características da classe Insecta que contribuem para a sua vasta distribuição	
2.1. Origem	3
2.2. Distribuição	3
2.2.1. Climas secos	4
2.2.2. Climas de temperaturas extremas	4
2.2.3. Ambientes urbanos	5
2.3. Abundância	6
2.3.1. Modos de reprodução	6
2.3.2. Mecanismos de auto-defesa	8
a) Métodos passivos	8
b) Métodos activos	9
3. Importância ecológica dos insectos	
3.1. Contexto das teias tróficas	
3.1.1. Insectos e o seu regime alimentar como função dos principais tipos de armaduras bucais	10
3.1.1.1. Mastigador	11
3.1.1.2. Sugador	15
a) Raspador-sugador	16
b) Libador-sugador	16
c) Picador-sugador	18
d) Lambedor-sugador	19
3.1.2. Insectos como recurso alimentar	20
3.1.2.1. Bactérias e protozoários entomófagos	20
3.1.2.2. Fungos entomófagos	20
3.1.2.3. Plantas entomófagas	21
3.1.2.4. Animais entomófagos (exclusivos ou acessórios)	
3.1.2.4.1. Nemátodes	23
3.1.2.4.2. Artrópodes entomófagos	23
3.1.2.4.3. Peixes	24
3.1.2.4.4. Anfíbios	25
3.1.2.4.5. Répteis	26
3.1.2.4.6. Aves	27
3.1.2.4.7. Mamíferos insectívoros	29
3.1.3. Exemplos de teias tróficas com intervenientes da classe Insecta	29

3.2. Aproveitamento antropocêntrico de representantes da classe <i>Insecta</i>.....	35
3.2.1. Produtividade de alimento vegetal e/ou animal	
3.2.1.1. Polinização.....	35
3.2.1.2. Luta biológica contra infestantes.....	36
3.2.1.3. Luta biológica contra pragas.....	37
3.2.1.4. Os insectos como recurso alimentar.....	38
3.2.2. Saúde humana	
3.2.2.1. Produtos elaborados por insectos.....	39
3.2.2.2. Medicina	40
3.2.2.3. Medicina legal.....	42
3.2.2.4. Decomposição de resíduos orgânicos.....	42
3.2.3. Investigação.....	43
3.2.4. Aspectos estéticos.....	43
3.2.5. Comportamento	
3.2.5.1. Organização social.....	44
3.2.5.2. Detecção de narcóticos e de explosivos.....	45
3.2.5.3. Bioindicadores.....	45
4. Amostragem de entomofauna (Lepidópteros noctuídeos) – Parte experimental científica	
4.1. Introdução.....	47
4.1.1. Objectivos.....	48
4.1.2. Localização geográfica das armadilhas.....	49
4.2. Materiais e Métodos	
4.2.1. Colheita e conservação da entomofauna.....	51
4.2.1.1. Constituição das armadilhas luminosas.....	52
4.2.1.2. Funcionamento da armadilha luminosa.....	54
4.2.2. Triagem, esticagem e identificação da entomofauna capturada....	57
4.3. Caracterização das zonas de estudo	
4.3.1. Caracterização agrícola.....	60
4.3.1.1. Classes de áreas das explorações.....	60
4.3.1.2. Culturas temporárias.....	62
4.3.1.3. Culturas e vegetação permanente.....	64
4.3.2. Caracterização climática.....	65
4.3.2.1. Temperatura do ar.....	66
4.3.2.2. Precipitação.....	68
4.3.2.3. Humidade relativa do ar.....	70
4.3.2.4. Vento.....	72

4.4. Resultados	
4.4.1. Ordens capturadas	
4.4.1.1. Número de indivíduos capturados em cada ordem.....	74
4.4.1.2. Número de espécies capturadas em cada ordem.....	76
4.4.2. Ordem Lepidoptera.....	77
4.4.2.1. Índice de diversidade (α).....	77
4.4.2.2. Constância simultânea (Cs).....	78
4.4.2.3. Exemplos de espécies capturadas.....	79
4.5. Análise estatística dos resultados	
4.5.1. ANOVA.....	94
4.5.2. Teste de Duncan.....	97
4.6. Discussão dos resultados.....	100
5. Os insectos como recurso pedagógico— parte experimental educacional	
5.1. Objectivos.....	104
5.2. Estratégias	
5.2.1. 1º Ciclo do Ensino Básico.....	108
5.2.2. 2º e 3º Ciclos do Ensino Básico.....	112
5.2.3. Ensino Secundário.....	116
5.3. Materiais e Métodos.....	121
5.4. Avaliação.....	145
6. Considerações finais	
6.1. Valorização ecológica e económica dos insectos.....	152
6.2. Factores de risco para as populações de insectos.....	153
6.3. Exemplos de espécies de insectos incluídas nas listas vermelhas.....	155
6.4. Gestão do “recurso” insecto.....	156
6.5. Críticas e perspectivas futuras.....	158
Bibliografia.....	159
Cibergrafia.....	166
Anexos.....	167

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização do presente trabalho, nomeadamente:

- à Professora Carola Meierrose por todo o apoio, encorajamento e críticas construtivas, desde a cedência do tema e de bibliografia, auxílio na classificação de algumas das espécies capturadas e revisão atenta de todo o manuscrito;

- à D^a Francisca Figo, funcionária do Laboratório de entomologia da Universidade de Évora, por todo o auxílio prestado aquando do trabalho laboratorial;

- ao Sr. Ruprecht Steinmann, pela cedência de fotografias aéreas de uma das zonas em estudo (Arraiolos), e pelo precioso auxílio técnico e disponibilidade aquando das avarias nas armadilhas luminosas;

- às Direcções Regionais de agricultura do Alentejo e da Beira Litoral, pela cedência de informação referente à caracterização agrícola das zonas em estudo;

- aos Conselhos executivos da Escola Secundária de Serpa, Escola E.B. 2,3/ S Cunha Rivara – Arraiolos e Escola Secundária André de Gouveia – Évora;

- aos alunos da Escola Secundária de Serpa e da Escola E.B. 1 de Arraiolos – Outeiro de S. Francisco;

- ao apicultor Carlos Amaral, pela visita efectuada à escola E.B.1 de Arraiolos, Outeiro de S. Francisco, no ano lectivo de 2001/2002;

- ao Dr. Nelson Tomás pela ajuda prestada a nível do tratamento estatístico dos resultados;

- à minha verdadeira amiga Carla Gaspar, pela cedência de bibliografia e das capturas na zona de Leiria. Obrigada pelo apoio sincero e generoso;

- ao apicultor Carlos Amaral, pela visita efectuada à escola E.B.1 de Arraiolos, Outeiro de S. Francisco, no ano lectivo de 2001/2002.

Esta dissertação representa o fim de uma etapa algo conturbada da minha vida pois, ser mãe, dona de casa e professora são tarefas que exigem muito tempo e dedicação. Neste processo foram imprescindíveis a presença constante, apoio, carinho, compreensão e amizade de toda a família, nomeadamente:

- da minha avó Eufémia pelos cuidados, carinhos e tempo dedicado à minha filha Margarida;

- das minhas irmãs Sílvia Fortes e Ângela Fortes por todas as informações obtidas e pelo apoio informático;

- do meu pai António e da minha mãe Maria de Fátima, por todo o apoio prestado;

- da minha sogra Rosária pelo apoio culinário;

- do David, Nela e primo Gonçalo, pelo apoio informático;

- do meu marido, João Pequito, pelo apoio financeiro e emocional, sendo o seu encorajamento determinante na concretização desta tese.

A todos o meu muito obrigada!

RESUMO

No Alentejo (Portugal), os insectos são normalmente desprezados, ou quando estudados, é sobrevalorizada a sua acção negativa. A nossa atitude perante um grupo de animais tão abundante e diversificado, não pode restringir-se às espécies que directa ou indirectamente competem connosco, aplicando frequentemente métodos de gestão e/ou controlo dos insectos baseados na aplicação de insecticidas e outros pesticidas ou produtos agroquímicos.

Neste trabalho procurou-se fazer uma revisão sobre a importância ecológica dos insectos, nomeadamente a nível das interacções tróficas que estabelecem.

Numa perspectiva antropocêntrica, são apresentadas formas de aproveitamento dos insectos, destacando-se a componente pedagógica (parte experimental educacional do trabalho, onde são apresentadas estratégias, materiais e métodos que podem ser aplicados nos ensinos básico e secundário, de forma a serem desenvolvidas competências essenciais, tais como, a vontade de conhecer e preservar os seres vivos).

Com vista à aplicação do método científico, foi feita uma amostragem de entomofauna crepuscular e nocturna, centrada nos lepidópteros noctuídeos, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001, nas zonas de Arraiolos e Leiria, sendo utilizadas 4 armadilhas luminosas "Pennsylvania".

Através da análise estatística dos resultados (índices de diversidade das espécies capturadas - α e constância simultânea - C_s), verificou-se que: a zona de Leiria apresenta maiores índices de diversidade; nas duas zonas em estudo esse índice revela valores mais elevados nos períodos alegadamente "mortos" entomologicamente, nomeadamente nos meses de Dezembro (Leiria) e de Janeiro (Arraiolos); relativamente aos valores de constância simultânea, foi durante o mês de Janeiro que se registaram maiores semelhanças ($C_s=0,440$) entre as duas zonas, considerando o número de espécies iguais que foram capturadas.

Para uma gestão racional do "recurso" insecto, é necessário começar por investir no seu estudo, na sua valorização e na formação da consciência ecológica de todos os cidadãos, com início na escola...

ABSTRACT

In the Alentejo region of Portugal, at least, insects are frequently overlooked, and when studied, their negative effects are exaggerated. Our attitude regarding such an abundant and diversified animal group should not be limited to the species that direct or indirectly compete with mankind. Very often methods of management and for control are limited to pesticide or agro chemical product applications.

We present an attempt to review part of the ecological importance of insects, especially regarding trophic interactions they establish.

Under an anthropocentric perspective, we present forms of profiting insects, stressing also pedagogic points of view (we show strategies, material and methods that can be applied at the basic and secondary level in order to help develop essential competences, like the will to discover and preserve life forms.

In order to apply the scientific method, we proceeded to a sampling and monitoring part of the local insect fauna, especially noctuid Lepidopteran, between August 2000 and January 2001, in Arraiolos and Leiria, using to that end 4 black light traps type "Pennsylvania".

Through the statistic analyses of results (diversity index of captured species – α and simultaneous constancy – C_s), has been verified that: Leiria presents larger diversity indexes; on the two places of study, Arraiolos and Leiria, that index shows higher numbers on the alleged entomologically "dead" periods, namely on December (Leiria) and on January (Arraiolos); relating to simultaneous constancy numbers, it was during January that were registered bigger similitude ($C_s=0,440$), considering the number of species that were captured.

For a rational management of the "recourse" insect is necessary to start investing on their study, valuation and also on the formation of an ecological conscience of all citizens, early in school...

LISTA DE FIGURAS

Figura n.º

1- Teia trófica na savana africana (Fuente, 1971).....	31
2 - Teia trófica baseada no pinheiro em Surrey, Inglaterra. Adaptado de Price, 1984.....	32
3 - Teia trófica aquática, ilustrando a importância dos insectos como herbívoros e predadores (Price, 1984).....	33
4 - Algumas relações de plantas com fitófagos, insectívoros, organismos mutualistas e decompositores (Price, 1984) – adaptado.....	34
5 – Locais de monitorização da entomofauna com armadilhas luminosas. Adaptado de Anónimo (1982).....	50
6- Armadilha de luz ultravioleta do tipo “Pennsylvania”, adaptada Araújo (1982) e Wagner (1994) (FH -Aachen – Jülich; Projecto: Altener).....	51
7 – Aspecto do painel solar e da lâmpada de luz ultravioleta, ladeada pelas barras reflectoras.....	52
8 – Dispositivo electrónico que assegura o funcionamento automático da armadilha.....	52
9 – Funil metálico e recipiente colector provido de 4 gavetas – crivo.....	53
10 – Bateria de automóvel de 24V.....	53
11 – Estruturas que asseguram a fixação da armadilha.....	54
12 – Recolha dos espécimes capturados.....	56
13 – Aspecto dos sacos contendo os espécimes capturados.....	57
14 e 15 – Esticagem de um lepidóptero noctuídeo, utilizando um esticador de esferovite, alfinetes e tiras de plástico.....	58
16 – Etiquetagem do lepidóptero esticado e colocação numa caixa hermeticamente fechada, a fim de ser assegurada a sua conservação.....	59
17 – Classes de áreas das explorações – Arraiolos (RGA 1999).....	60
18 – Áreas totais por classes de área – Arraiolos (RGA 1999).....	61

Figura n.º

19 – Número de explorações e área, por classes de SAU – Leiria (RGA 1999).....	61
20 – Culturas temporárias – Arraiolos (RGA 1999).....	62
21 - Culturas temporárias – Leiria (RGA 1999).....	63
22 - Culturas permanentes – Arraiolos (RGA 1999).....	64
23 - Culturas permanentes – Leiria (RGA 1999).....	64
24 – Médias semanais das temperaturas mínimas, médias e máximas do ar, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Évora (I.M.).....	66
25 – Médias semanais das temperaturas mínimas, médias e máximas do ar, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Leiria (I.M.).....	67
26 – Médias semanais da quantidade de precipitação (mm), entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Évora (I.M.).....	69
27 - Médias semanais da quantidade de precipitação (mm), entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Leiria (I.M.).....	70
28 – Médias semanais da humidade relativa do ar às 9 horas, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Évora (I.M.).....	71
29 - Médias semanais da humidade relativa do ar às 9 horas, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Leiria (I.M.).....	71
30 – Velocidade média do vento, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Évora (I.M.).....	72
31 - Velocidade média do vento, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Leiria (I.M.).....	73
32 e 33 – Número de indivíduos capturados e respectiva ordem, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Arraiolos.....	74
34 e 35 – Número de indivíduos capturados e respectiva ordem, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Leiria.....	75
36 – Número de espécies capturadas em cada ordem – Arraiolos.....	76
37 – Número de espécies capturadas em cada ordem – Leiria.....	76
38 – Índices de diversidade da ordem Lepidoptera nas armadilhas A e B, durante os meses de Agosto de 2000 a Janeiro de 2001 – Arraiolos.....	77

Figura n.º

39 – Índices de diversidade da ordem Lepidoptera nas armadilhas A e B, durante os meses de Agosto de 2000 a Janeiro de 2001 – Leiria.....	78
40 – Índices de constância simultânea (Cs) entre as zonas de Arraiolos e Leiria, durante os meses de Agosto de 2000 a Janeiro de 2001.....	78
41 e 42- Curvas de voo da espécie <i>Aporophyla nigra</i> Haw.	80
43 e 44- Curvas de voo da espécie <i>Arctia caja</i> L.	81
45 e 46- Curvas de voo da espécie <i>Aspilates gilvaria</i> Schiff.	82
47 - Curva de voo da espécie <i>Athetis gluteosa</i> Tr.	83
48 - Curva de voo da espécie <i>Bryophila muralis</i> Forst	83
49 - Curva de voo da espécie <i>Calothysanis amata</i> L.	84
50 - Curva de voo da espécie <i>Cerapteryx graminis</i> L.	84
51 e 52 - Curvas de voo da espécie <i>Conistra vaccinii</i> L.	85
53 - Curva de voo da espécie <i>Lacanobia oleracea</i> L.	86
54 e 55 - Curvas de voo da espécie <i>Mythimna pallens</i> L.	87
56 e 57 - Curvas de voo da espécie <i>Mythimna unipuncta</i> HW.	88
58 - Curva de voo da espécie <i>Noctua pronuba</i>	88
59 e 60 - Curvas de voo da espécie <i>Ochropleura plecta</i>	89
61 e 62 - Curvas de voo da espécie <i>Phragmatobia fuliginosa</i> L.	90
63 - Curva de voo da espécie <i>Scopula ornata</i>	91
64 e 65 - Curvas de voo da espécie <i>Tarache lucida</i> Hufn.	92
66 - Curva de voo da espécie <i>Thamatopoea pityocampa</i>	92
67 - Curva de voo da espécie <i>Xestia xanthographa</i> D.&S.	93
68 e 69 - Puzzles com desenhos de insectos.....	109
70, 71 e 72 - Visita do apicultor Carlos Amaral à escola E.B.1 de Arraiolos, Outeiro de S. Francisco, no ano lectivo de 2001/2002.....	111

Figura n.º

73 - Exposição de trabalhos elaborados pelos alunos de 10 ^a ano da Escola Secundária de Serpa, durante o ano lectivo de 1999/2000.....	120
74 e 75 – Pratos de plástico de cores variadas contendo água com detergente, utilizados para captura de insectos na escola E.B. 1 de Arraiolos, Outeiro de S. Francisco, durante o ano lectivo de 2001/2002.....	133
76 – Rede aérea – captura de insectos. Adaptado de Diniz, 1964.....	134
77 – Aspirador entomológico – captura de insectos. (Diniz, 1964).....	135
78 – Armadilha luminosa – captura de insectos nocturnos. Adaptado de Borrer e DeLong, 1969.....	135
79 – Funil de Berlese – captura de insectos (Diniz, 1964).....	136
80 e 81 – Construção de esticadores em esferovite, pelos alunos da escola E.B.1 de Arraiolos, durante o ano lectivo de 2001/2002.....	137
82 – Esticagem de insectos utilizando esticadores de esferovite, alfinetes entomológicos e tiras de plástico (alunos da Escola Secundária de Serpa, ano lectivo 1999/2000).....	139
83 – Montagem entre duas lâminas de vidro das asas, apêndices bucais, antenas e patas de um insecto de pequenas dimensões.....	139
84 – Esquema ilustrativo das asas de um dos espécimes capturados.....	140
85 – Instrumentos ópticos (lupas binoculares e microscópios monoculares), utilizados na observação dos insectos aquando da elaboração dos seus esquemas ilustrativos.....	140
86 – Etiquetagem de um exemplar capturado. Adaptado de Borrer e DeLong, 1969.....	141
87 – Conservação de insectos de corpo mole, no interior de um frasco com álcool etílico a 95%. Adaptado de Diniz, 1964.....	142
88 – Aspecto de caixas para acondicionamento de insectos esticados e secos.....	143
89 – Construção de um formigueiro. Adaptado de Borrer e DeLong, 1969....	144
90 – Sessão de sensibilização de professores do ensino básico e secundário, sobre a importância dos insectos e sua utilização como recurso pedagógico – Escola E.B. 2,3/S Cunha Rivara de Arraiolos.....	151

LISTA DE TABELAS

Tabela:

I - Período diário de funcionamento das armadilhas.....	54
II - Período anual de funcionamento das 4 armadilhas em simultâneo.....	56
III - Relação entre o período de funcionamento das armadilhas para captura de insectos, e a ocorrência das culturas temporárias – Arraiolos.....	62
IV - Relação entre o período de funcionamento das armadilhas para captura de insectos, e a ocorrência das culturas temporárias – Leiria.....	63
V- Exemplos de espécies de lepidópteros noctuídeos capturados entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001, respectivos habitats e plantas hospedeiras	79
VI – Médias (μ) e desvios padrão (σ) dos índices de diversidade, ao longo do período de tempo em que foram efectuadas as capturas – Arraiolos.....	94
VII – Análise estatística das médias (μ) e desvios padrão (σ) dos índices de diversidade (ANOVA) – Arraiolos.....	95
VIII – Médias (μ) e desvios padrão (σ) dos índices de diversidade, ao longo do período de tempo em que foram efectuadas as capturas – Leiria.....	95
IX – Análise estatística das médias (μ) e desvios padrão (σ) dos índices de diversidade (ANOVA) – Leiria.....	95
X - Médias (μ) e desvios padrão (σ) dos índices de constância simultânea.....	96
XI – Análise estatística das médias (μ) e desvios padrão (σ) dos índices de constância simultânea (ANOVA).....	96
XII– Resultados do teste de Duncan.....	98

1. INTRODUÇÃO

Muitas vezes nos questionámos: porque existem as incomodativas moscas domésticas? As repugnantes baratas? As lagartas que teimam em devorar as culturas das nossas hortas? ou os mosquitos que sugam o nosso sangue, causando irritação e transmitindo por vezes doenças graves? Mas, será única e exclusivamente a função destes seres prejudicar o Homem, atacando-o a si, aos seus produtos e culturas?

No Alentejo os insectos são normalmente desprezados, ou quando estudados são considerados principalmente os seus aspectos negativos, tendo as questões económicas um peso preponderante. É necessária, no entanto, uma abordagem mais natural e menos antropocêntrica.

Lentamente, o Homem tem-se apercebido que a sua acção sobre os recursos naturais e ecossistemas não tem sido benéfica. Estamos a causar a extinção de muitas espécies de seres vivos, cujas funções nas cadeias tróficas não conhecemos ou não nos interessam. A crescente preocupação com o impacto do Homem nos ecossistemas, está a acontecer sobretudo porque compreendemos que os efeitos imprevisíveis das nossas acções, já começam lentamente a abater-se sobre nós. Nesta fase de consciencialização, apesar dos progressos, ainda é necessária uma mudança de atitude, pois, a preocupação recai sobretudo sobre os vertebrados e outros animais e plantas vistosos e bem conhecidos. A nossa tendência é a de proteger aquilo que conhecemos, e conhecermos sobretudo o que directamente nos diz respeito e nos traz benefícios directos.

É necessário catalogar todos os intervenientes dos ecossistemas, decifrar as suas funções ecológicas e conhecer as interacções existentes entre eles. Na natureza tudo se relaciona, existe um mutualismo global, sendo necessário proteger sistemas e não apenas espécies.

A grande riqueza de espécies de insectos e grande riqueza de interacções que estabelecem merecem portanto a nossa atenção, pois, por serem pequenos e difíceis de identificar não são menos importantes.

É essencial o estudo do Universo dos Hexapodes, de forma a conhecer a sua origem e algumas características. É necessário conhecer estes seres para os compreender, respeitar e não os matar inutilmente, só porque dispomos de insecticidas.

Em Portugal faltam monografias e catálogos para a maioria das Ordens de insectos (base fundamental para trabalhos de investigação mais avançados); a população em geral tem pouca informação relativamente à importância ecológica destes animais, o que pode ser demonstrado com o testemunho de apicultores que, aquando do seu pedido de autorização para colocação das colmeias, deparam frequentemente com obstáculos por parte de alguns agricultores, que perguntam frequentemente: “ e o que recebemos nós em troca?”

O presente trabalho incidiu nos seguintes componentes:

- i) Revisão de alguns aspectos da importância ecológica dos insectos: no contexto das teias tróficas (como consumidores, considerando os tipos de peças bucais, e como recurso alimentar) e numa perspectiva antropocêntrica;
- ii) Amostragem de entomofauna crepuscular e nocturna (ordem Lepidoptera), nas zonas de Arraiolos e Leiria – Parracheira, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001;
- iii) Os insectos como recurso pedagógico: apresentação de estratégias, materiais e métodos que podem ser aplicados nos ensinos básico e secundário, proporcionando o desenvolvimento de competências essenciais, nomeadamente a nível da formação ecológica das futuras gerações, despertando a curiosidade, a vontade de conhecer e de preservar os seres vivos.

O conhecimento sólido constitui um alicerce forte, base eficaz para uma gestão racional e durável dos recursos.

2. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DA CLASSE INSECTA QUE CONTRIBUEM PARA A SUA VASTA DISTRIBUIÇÃO

2.1. Origem

É longa a história evolutiva dos insectos. As primeiras formas eram ápteras, tendo surgido no Devónico há aproximadamente 400 milhões de anos. Os primeiros insectos alados têm uma origem mais recente, tendo surgido no Carbonífero – cerca de 300 milhões de anos (Kukalová – Peck, 1991; Gray e Shear, 1992; Gray e Boucot, 1994), nas florestas quentes e húmidas que cobriam a Terra. As suas asas eram como as dos representantes da actual ordem *Odonata*, isto é, estendidas num plano horizontal (Ferron, 1996).

Os primeiros insectos viviam em ambientes húmidos, geralmente sob as pedras, na base da vegetação e no manto húmido dos bosques. Durante a sua evolução assumiram as mais variadas formas e desenvolveram capacidades, o que possibilitou a conquista de toda a Terra. Actualmente podemos encontrar insectos em praticamente todos os ambientes (Alonso, 1996).

2.2. Distribuição

Os insectos encontram-se distribuídos pelos vários ambientes. Cerca de 95% ocupam os ecossistemas terrestres, encontrando-se os restantes 5% em ecossistemas aquáticos (Tola, 1992).

Podemos encontrar insectos mesmo nos ambientes mais inóspitos, onde parece impossível a existência de vida. Existe, no entanto, um ambiente onde está ausente esta classe – ambiente marinho (Ferron, 1996).

A grande capacidade colonizadora dos insectos, deve-se a várias características anatómicas e fisiológicas que possuem, entre as quais, o seu tamanho reduzido, que lhes possibilita a ocupação de espaços diminutos; a capacidade de voo, que facilita a sua dispersão e os seus regimes alimentares diversificados, permitindo a inserção em várias cadeias alimentares e ocupação de diferentes níveis tróficos.

2.2.1. Climas secos

Nalguns ambientes é notória a escassez de um dos factores abióticos mais importantes para a vida – a água. Tal condição, não afasta no entanto os insectos que abundam nestes ambientes, apresentando características que impedem as perdas de água, tais como: um revestimento quitinoso; o ácido úrico é libertado juntamente com as fezes, sendo estas maioritariamente muito secas, isto porque, nalguns insectos os seus cólon e recto possuem mecanismos cuja função é reabsorver toda a água dos resíduos dos alimentos (Hickman, Roberts e Larson, 1995); algumas espécies produzem água metabólica através da oxidação das suas reservas, sendo no caso da traça da farinha 95% das suas necessidades em água asseguradas pela oxidação do amido (Ferron, 1996).

2.2.2. Climas de temperaturas extremas

Ambientes que apresentam temperaturas muito baixas (Ex: -20°C) ou muito elevadas (Ex: fontes termais +50°C), também não oferecem obstáculo à existência de insectos (Borror e DeLong, 1969).

A sua sobrevivência em ambientes muito quentes justifica-se, pelo facto de se encontrarem protegidos contra os principais problemas com que se deparam nestes climas, nomeadamente a desidratação, coagulação das proteínas e destruição das vitaminas. A questão que se coloca, no entanto, é a seguinte: sendo estes seres poiquilotérmicos (temperatura corporal oscila consoante a temperatura ambiental), como conseguem sobreviver quando as temperaturas ambientais são muito baixas?

Alguns lepidópteros noctúdeos a fim de aquecer utilizam a actividade muscular, batendo energeticamente as asas até atingirem a temperatura necessária; outras espécies como os besouros possuem cobertura pilosa e as borboletas nocturnas possuem escamas, que os ajuda a conservar o calor (Hickman, Roberts e Larson, 1995).

Estes mecanismos só são eficientes até determinados valores de temperaturas, abaixo dos quais, a sua sobrevivência é assegurada por comportamentos que conduzem à suspensão do desenvolvimento dos insectos, tais como, a quiescência e/ou a diapausa. A diferença entre estes dois comportamentos é que a quiescência é imediatamente interrompida quando as condições ambientais se tornam favoráveis, pois, é induzida directamente por essas condições, ao passo que a diapausa é um mecanismo fisiológico sob controlo endócrino, não sendo retomado o desenvolvimento imediatamente após o restabelecimento das condições propícias. Algumas espécies como a lagarta processionária do pinheiro, durante o Inverno se as condições forem muito rigorosas podem entrar em quiescência, entrando em diapausa durante a Primavera quando se encontram na forma de crisálida, retomando a maioria a actividade fisiológica um mês antes da emergência dos adultos (Julho / Agosto). No entanto, uma pequena parte permanece 1 ou 2 anos suplementares no solo antes que as borboletas nasçam, possibilitando este período de pausa não só a sobrevivência da espécie como também a variabilidade genética entre gerações (Ferron, 1996).

Outras adaptações às baixas temperaturas são as migrações e a presença de glicerol no sangue dos insectos, que funciona como anti gelo (Hickman, Roberts e Larson, 1995).

2.2.3. Ambientes urbanos

Gradualmente, o Homem foi ampliando a sua dispersão, modificando os ambientes naturais por ele ocupados.

Essa ocupação foi acompanhada pelos insectos, que foram fazendo a transposição dos ambientes naturais, onde normalmente se encontram para os artificiais, adaptando-se a estes ambientes e afectando-nos directamente, quer através das suas acções sobre os nossos produtos (comida, vestuário, mobílias e estruturas habitacionais), quer ameaçando a nossa saúde (Serrano, 1998).

O aumento crescente da poluição cria condições ideais para a proliferação de certos insectos, tais como baratas, servindo-lhes o lixo de alimento (Serrano, 1998).

Construções humanas, como cabos condutores de electricidade revestidos de chumbo, servem de habitat a esta classe, mais propriamente ao besouro “curto-circuito” (Borror e DeLong, 1969).

2.3. Abundância

Não existe consenso relativamente ao número de espécies de insectos existentes. Alguns autores defendem a existência de 3 a 5 milhões (May, 1986), outros 30 milhões (Erwin, 1982), 50 milhões (Erwin, 1988) e ainda 80 milhões (Stork, 1988).

Gaston (1991,1992) defendeu a existência de 5 a 10 milhões de espécies, por sua vez Hammond (1992), defende que o número é de aproximadamente 8 milhões.

Como se pode constatar com os números indicados, a questão da quantidade de espécies de insectos existentes ainda não está esclarecida e talvez nunca se venha a conhecer o número exacto, pois, é vasto o património desta classe, descobrindo-se todos os anos novas espécies.

Num aspecto estão todos os cientistas de acordo, a classe *Insecta* representa o grupo mais numeroso dos artrópodes em particular e dos animais em geral (60%, segundo Stork – 1988). Deste modo, o que existe em tão grande número não deve ser indiferente ao funcionamento dos ecossistemas, não devendo continuar a ser negligenciada a sua importância.

2.3.1. Modos de reprodução

A vida dos insectos adultos, tal como acontece com as outras espécies, tem um único objectivo: a continuidade da espécie, o que é assegurado pela reprodução.

A reprodução nos insectos é sexuada e tem características particulares que têm contribuído para a sua abundância.

Para o acasalamento são fundamentais os órgãos sensoriais, que facilitam o encontro dos parceiros sexuais possibilitando a reprodução. Destacam-se a comunicação química através de feromonas sexuais e as antenas dos machos (olfacto); visão, sentido explorado por exemplo pelos pirilampos e lepidópteros noctuídeos, e a audição (grilos, e mosquito da febre amarela – *Aedes aegypti*). Geralmente é o macho que procura a fêmea, tendo por esse motivo os órgãos sensoriais mais desenvolvidos.

Alguns insectos apresentam cópulas sucessivas, como é o caso das fêmeas de lepidópteros noctuídeos, que podem acasalar até sete vezes com machos diferentes. Outros insectos acasalam uma única vez, sendo o esperma armazenado pela fêmea numa bolsa especial, por exemplo, a abelha rainha durante o voo nupcial, acasala com aproximadamente seis zangãos, armazenando todo o esperma. Estes mecanismos possibilitam a existência de várias gerações por ano (Alonso, 1996).

O número de ovos produzidos pelos insectos é geralmente grande, por exemplo a mosca do vinagre (*Drosophila melanogaster*), tem uma postura de aproximadamente 3 000 ovos, produzindo as fêmeas dos termítidos vários milhares de ovos por dia (Alonso, 1996).

Os progenitores normalmente não têm comportamentos de vigilância da prole, no entanto, deixam estruturas protectoras que contrariam em certa medida agressões do ambiente (chuvas fortes, sol directo, entre outros) e de eventuais parasitóides ou predadores. Algumas espécies cobrem os ovos com secreções reforçadas pelo depósito de escamas e pêlos urticantes, sendo a postura depositada em locais propícios ao desenvolvimento da descendência (Ferron, 1996).

A partenogénese (desenvolvimento de um indivíduo a partir de um ovo não fecundado) e poliembrionia (desenvolvimento de centenas de embriões a partir de um único ovo), são mecanismos desenvolvidos por algumas espécies nomeadamente pelos pulgões e himenópteros, respectivamente, e que têm reflexo no seu sucesso numérico.

2.3.2. Mecanismos de auto-defesa

Relativamente aos métodos de protecção contra predadores, os insectos desenvolveram comportamentos com grande sucesso, contribuindo para a sua sobrevivência, procriação e conseqüentemente abundância.

a) Métodos passivos

Um dos métodos utilizados consiste na ocultação no solo, sob as pedras, nos troncos, nos caules e frutos das plantas. O exosqueleto quitinoso dos insectos, revestimento duro e coriáceo, além de evitar a desidratação também constitui uma protecção relativamente eficaz contra o esmagamento (Alonso, 1996); muitos insectos assemelham-se a objectos do seu ambiente (folhas mortas – algumas borboletas, pedaços de cortiça – besouros, ramos ou paus – bichos-pau) confundindo-se com estes. A este comportamento chama-se mimetismo, sendo manifestado, por exemplo, pela borboleta nocturna – *Phalera bucephala*, que passa despercebida durante o dia devido à sua coloração, confundindo-se com os troncos dos salgueiros onde permanece imóvel (Alonso, 1996).

Alguns insectos inofensivos, tiram vantagem do seu aspecto e comportamento semelhante ao de outros animais venenosos ou agressivos, levando os predadores a afastarem-se. A título exemplificativo, temos o caso da larva do lepidóptero *Leucorhampha ornatus*, que ao pressentir perigo ergue a cabeça e incha o tórax de tal modo que parece a cabeça de uma cobra pequena muito venenosa; por sua vez o lepidóptero *Sesia apiformis*, tem um aspecto semelhante ao das abelhas que funciona como meio de defesa (Alonso, 1996).

A mosca doméstica assegura a sua sobrevivência recorrendo à rapidez do seu voo; pelo contrário, outras espécies como alguns escaravelhos e lagartas, aquando do perigo ficam imóveis e rígidas, como se estivessem mortas.

Outro mecanismo de defesa está relacionado com a sensibilidade tátil, olfactiva e auditiva dos insectos, o que lhes permite, por vezes, antever o ataque do predador por detecção de certas vibrações. Certos lepidópteros noctúdeos, por exemplo, ao detectarem os ultra-sons produzidos pelos morcegos, reagem ou acelerando o voo ou deixando-se cair no solo (Ferron, 1996).

b) Métodos activos

Algumas espécies de insectos vivem em sociedade, existindo uma distribuição de tarefas. Deste modo, a casta especializada na protecção da sociedade possui “armas”, por exemplo, as térmitas soldados possuem mandíbulas fortes e muito desenvolvidas, as quais permitem uma execução mais eficaz da sua actividade defensora. Nas vespas e abelhas, por sua vez, os dispositivos de defesa estão associados ao ovopositor, funcionando como ferrão (Alonso, 1996).

As defesas químicas constituem outro método muito utilizado na auto-defesa, sendo o veneno a substância mais utilizada. Por exemplo, o grande percevejo assassino *Platymerus*, é capaz de projectar a sua saliva venenosa em forma de jacto até uns 30 cm de distância, constituindo uma protecção eficaz contra aves e répteis. Se o veneno alcançar os olhos humanos pode provocar cegueira; algumas formigas segregam ácido fórmico e outras juntamente com o veneno produzem substâncias aromáticas que servem de aviso aos inimigos.

Quando perturbados, alguns insectos soltam líquidos repelentes, como é o caso de algumas baratas que possuem glândulas fedorentas em ambos os lados do abdómen, podendo projectar a repulsiva substância que segregam a uns 5 a 10 cm de distância (Alonso, 1996).

3. IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DOS INSECTOS

3.1. Contexto das teias tróficas

3.1.1. Insectos e o seu regime alimentar como função dos principais tipos de armaduras bucais

Os primeiros insectos, cujo habitat era o manto húmido do solo, alimentavam-se de restos vegetais em decomposição e sobretudo, de fungos e bactérias decompositores (Alonso, 1996).

Posteriormente, por acção da pressão selectiva exercida pelo meio sobre as suas formas larvares e adultas, foram aumentando as suas capacidades adaptativas, nomeadamente a nível das suas peças bucais, sendo favorecidos os que desenvolveram peças bucais adaptadas a regimes alimentares diversos.

Alguns insectos são fitófagos, convertendo biomassa vegetal em energia animal. Por vezes acontece que uma só planta constitui o regime alimentar de várias espécies de insectos, por exemplo em Portugal, mais propriamente no Alentejo, entre 1980 e 1988, Meierrose fez um estudo que permitiu identificar fitófagos associados à cultura do tomate (*L. esculentum*). Foram encontradas espécies que se alimentam das suas folhas (*Thrips tabaci*, *Aphis fabae*, *Aphis rhamni*, *Aphis rumicis*, *Empoasca fabae*, *Plusia chalcites*, *Spodoptera exigua*, *Spodoptera littoralis*, *Spodoptera litura* e *Trichoplusia orichalcea*), das suas plântulas (*Gryllotalpa gryllotalpa*, *Agriotes lineatus* e *Agrotis segetum*), das suas raízes (*Agriotes lineatus* e *Agrotis segetum*), do seu caule (*Phthorimea operculella* e *Spodoptera littoralis*) e dos seus frutos (*Heliothis armigera*).

Existem também muitas espécies entomófagas, isto é, que se alimentam de outros insectos, podendo ser predadoras, parasitas (insectos que vivem dentro ou sobre o corpo do seu hospedeiro animal) ou parasitóides, podendo parasitar ovos, larvas e pupas de outros insectos, que matam.

A função dos insectos na teia trófica, não se restringe à de consumidor, a sua acção estende-se à reciclagem da matéria, como decompositores. Para tal, existem os insectos saprófagos, que se alimentam de excrementos e de plantas ou animais em decomposição. Estes insectos, além de removerem materiais nocivos e putrefactos, são essenciais na manutenção do equilíbrio na Natureza, e na transformação de materiais complexos em substâncias inorgânicas mais simples e assimiláveis pelas plantas.

Segundo Strong et al. (1984), aproximadamente 26% das espécies conhecidas de insectos (361 000) são fitófagas, 31% (431 000) são saprófagas e entomófagas, sendo as restantes 43% facultativas (geralmente consumidores de 2ª e 3ª ordem, ocupando muitos outros níveis nas teias alimentares como detritívoras).

As peças bucais dos insectos incluem normalmente um labro, um par de mandíbulas, um par de maxilas, um lábio e uma hipofaringe. A forma dessas estruturas e conseqüentemente a sua função varia de espécie para espécie consoante o tipo de alimentação, existindo peças bucais do tipo mastigador e sugador (raspador – sugador, libador – sugador, picador – sugador e lambedor – sugador) (Hickman, Roberts e Larson, 1995).

Foi no século XVIII, com Johann Christian Fabricius (1745 – 1808), que surgiu o interesse pela comparação sistemática das peças bucais dos insectos, critério utilizado entre outros na descrição de 10 000 a 15 000 espécies, tendo conservado a sua importância até aos nossos dias.

3.1.1.1. Mastigador

Nas peças bucais mastigadoras, as mandíbulas movem-se para os lados, o que possibilita ao insecto arrancar e mastigar o alimento.

Este tipo de armadura bucal estava presente nos primeiros insectos, constituindo a forma original a partir da qual surgiram os outros tipos (Borror e DeLong, 1969).

Este tipo de aparelho ocorre em várias ordens, nomeadamente em formas ápteras (*Thysanura* e *Collembola*) e aladas (*Orthoptera*, *Dermaptera*, *Psocoptera*, *Mallophaga*, *Odonata*, *Plecoptera*, *Isoptera*, *Neuroptera*, *Mecoptera*, *Trichoptera*, *Coleóptera*, *Hymenoptera*, *Dictioptera*, *Phthiráptera* e formas larvais de outras ordens como a *Lepidoptera* e *Díptera*). Existem espécies fitófagas, entomófagas e saprófagas, sendo considerável a sua influência a nível das teias tróficas e consequentemente dos ecossistemas e seu funcionamento, como será posteriormente exemplificado.

Ortópteros como a locusta migratória (*Locusta migratoria*), coleópteros (besouro pisoeiro – *Polyphylla fullo*) e praticamente todas as larvas de lepidópteros alimentam-se de folhas, caules, raízes e frutos; larvas de coleópteros (besouros Melolontinos) comem raízes (Alonso, 1996). Aquando da sua alimentação, vão-se soltando pequenas partículas vegetais que caem no solo contribuindo para a sua fertilização. Outro aspecto a considerar é que estes seres são “podadores” naturais das espécies vegetais.

Insectos como a libélula, enquanto larva alimenta-se de uma grande variedade de insectos aquáticos, como larvas de dípteros. No estado adulto come dípteros, pequenos lepidópteros e outros insectos (Borror e DeLong, 1969). Por exemplo, a libélula *Aeschna eyaneas* alimenta-se de lepidópteros, coleópteros, dípteros e de outras libélulas mais pequenas. No último estágio larvar alimentam-se de animais tão volumosos como girinos ou peixes miúdos, consumindo também larvas de dípteros e de crustáceos (Alonso, 1996).

coccínédeos e carabídeos também são predadores. Por exemplo, a *Coccinella septempunctata* consome cerca de 250 pulgões/dia (Ferron, 1993); o cábaro dourado, auxiliar na horticultura, alimenta-se de todos os tipos de insectos e outros invertebrados; a formiga vermelha (*Formica rufa*), por sua vez, desempenha um papel importante na protecção dos bosques, pois, devora larvas de processionárias e coleópteros da madeira (Alonso, 1996).

As larvas da formiga-leão, borboleta ibérica rara e protegida, têm um aspecto que tal como o nome indica faz lembrar uma formiga, sendo esta imitação tão perfeita que inclui a produção das mesmas substâncias químicas. Esta larva é recolhida por formigas que, confundidas, a transportam para o formigueiro. Uma vez lá dentro, a lagarta entomófaga, alimenta-se das larvas dos Himenópteros, não oferecendo as formigas qualquer resistência, pelo contrário oferecem-lhe as suas próprias larvas, pois a predadora produz uma feromona semelhante à que é produzida pela rainha (National Geographic, 2004).

Além das espécies predadoras entomófagas, também existem entre os insectos, predadores capazes de atacar invertebrados aparentemente mais fortes, é o caso do escaravelho do género *Scaphynotus*, que come caracóis, incluindo a sua concha (Price, 1997).

Vespas solitárias Sul americanas do género *Pepsis* são também predadoras, caçando espécies de aranhas gigantes como é o caso das terríveis migalas aveludadas, cujas patas alcançam os 20 centímetros de envergadura (Alonso, 1996).

Algumas espécies de insectos parasitas também possuem armaduras bucais do tipo mastigador, nomeadamente as formas endoparasitas que utilizam o hospedeiro como substrato para o desenvolvimento da sua progenitura. No caso da mosca do gado ou lucília-carniceira (*Cochliomyia hominivorax*), cujas fêmeas depositam os ovos nas chagas existentes em animais de sangue quente, incluindo o Homem, as suas larvas devoram a carne dos animais vivos. À medida que a ferida aumenta atrai outras moscas, o que agrava o estado da vítima podendo causar a sua morte (Ferron, 1996).

Relativamente às espécies decompositoras ou saprófagas que possuem aparelho bucal do tipo mastigador, destacam-se insectos subterrâneos, como colêmbolas, himenópteros (formigas e térmitas), larvas de coleópteros e dípteros, sendo a sua acção determinante no processo de degradação da matéria orgânica que regressa anualmente ao solo, sob a forma de folhas, raízes e madeira morta, atingindo, consoante os ecossistemas, algumas toneladas ou dezenas de toneladas por hectare (Price, 1997).

As fezes dos insectos, resultantes da modificação química dos elementos digeridos, além de apresentarem características físicas e químicas que facilitam a acção dos microrganismos, vão enriquecer o solo em compostos azotados e em enzimas, contribuindo para a formação do húmus. Alguns insectos como os himenópteros, além de enriquecer o solo em matéria orgânica também contribuem para o melhoramento das suas propriedades físicas, através da escavação de túneis.

Formigas e térmitas transformam fisicamente materiais, criando habitats e adubando os solos (Elmes, 1991). Por exemplo, a formiga desfolhadora pertencente ao género *Atta*, vive em colónias com aproximadamente um milhão de indivíduos. Depois de terem escavado as galerias e as vastas habitações do formigueiro, o volume de terra lançada para a superfície pode atingir os 170 metros cúbicos. Como a sua alimentação inclui uma espécie de cogumelos, as *Atta* criaram um sistema de cultivo de forma a conseguir a quantidade suficiente deste alimento. Estas formigas cortam pequenos pedaços de folhas dos arbustos e amontoam-nos em câmaras subterrâneas onde estes fermentam ligeiramente. De seguida, são inoculados por cogumelos que se desenvolvem graças aos múltiplos cuidados das formigas, e ao arejamento assegurado por canais adequados (Alonso, 1996).

Insectos como os besouros cavadores de madeira, alimentam-se de madeira, acelerando deste modo a queda dos troncos, matéria vegetal essa que irá enriquecer os solos (Borror e DeLong, 1969).

O escaravelho peloteiro (*Scarabaeus sacer*), assegura a sobrevivência da sua descendência, fabricando uma bola com excrementos de mamíferos, a qual irá ser depositada no fundo de um buraco escavado por um casal desta espécie. Os ovos são depositados por cima ou no interior dos excrementos, sendo posteriormente cobertos por terra, ficando assim protegidos e simultaneamente assegurada a alimentação das larvas. O escaravelho minotauro (*Typhaeus typhoeus*), também utiliza esta técnica para proteger e alimentar a sua postura, no entanto, utiliza excrementos de cabra ou coelho, não sendo necessário, dadas as características dos excrementos, fabricar bolas. Escaravelhos enterradores do género *Necrophorus* alimentam-se de cadáveres de animais. Assim, quando o cadáver é pequeno, como o de um rato ou musaranho, a pouco e pouco retiram a terra, enterrando o animal. Quando está completamente enterrado, os machos alimentam-se e as fêmeas depositam os ovos sobre a carne putrefacta, posteriormente, cobrem ovos e carne com terra. Quando o cadáver é grande, estes insectos, limitam-se a alimentar-se (Alonso, 1996).

A larva da mosca doméstica tem um papel importante, pois, transforma resíduos orgânicos em moscas, diminuindo assim a sua transformação em germes, eventualmente patogénicos e contribuindo para uma rápida decomposição de cadáveres (Meierrose, 2000).

3.1.1.2. Sugador

Insectos com peças bucais sugadoras possuem uma probóscide ou “bico” alongado, através do qual o alimento é sugado e as mandíbulas, quando presentes, são frequentemente alongadas e em forma de estilete. Estas peças apresentam variações nas várias ordens de insectos, sendo considerados 4 tipos principais.

a) Raspador-sugador

Os raspadores-sugadores possuem uma probóscide curta, forte e cônica. Os seus estiletos servem para raspar os alimentos. Este tipo de armadura bucal ocorre na ordem *Tisanoptera* (thrips) (Borror e DeLong, 1969).

b) Libador-sugador

Neste tipo de aparelho bucal, as mandíbulas conservam a forma original movendo-se para os lados, no entanto, os alimentos não são mastigados mas sugados através de uma estrutura longa resultante da modificação das maxilas e do lábio (Hickman, Roberts e Larson, 1995).

Os himenópteros, mais propriamente as vespas e abelhas, possuem este tipo de peças bucais com as quais sugam o néctar das flores. O pólen também lhes serve de alimento, ficando aderido ao corpo do insecto o que vai assegurar a polinização das plantas visitadas.

Algumas plantas superiores são autopolinizadoras, no entanto, a maioria apresenta polinização cruzada, sendo necessária a transferência de pólen de uma flor para o estigma de outra. Essa transferência pode ser assegurada por dois vectores principais, o vento e os insectos.

Nas primeiras Angiospérmicas a polinização é assegurada pelo vector vento. Estas plantas (gramíneas, árvores de folha persistente e muitas plantas silvestres), produzem grandes quantidades de pólen seco que vai ter uma grande área de dispersão, no entanto, só alguns desses milhares de grãos de pólen vão atingir o objectivo, caindo no estigma da flor certa. Foi o aparecimento de uma cobertura pegajosa ao redor dos grãos de pólen, que converteu os insectos num importante vector de transporte e transferência dessa substância. Deste modo, plantas polinizadas por insectos (árvores de fruto; plantas hortícolas; plantas forrageiras, algodão, tabaco e muitas flores), produzem menores quantidades de pólen, sendo este pegajoso, de forma a aderir ao corpo dos insectos. Posteriormente, as flores femininas começaram a segregar pequenas quantidades de um líquido doce, o néctar.

O pólen e o néctar tornaram-se num precioso alimento para alguns insectos, ficando assegurada a polinização de determinadas plantas.

Outras modificações foram ocorrendo nas plantas, atraindo cada vez mais insectos o que assegura a sua polinização e conseqüentemente a perpetuação da espécie. Estas alterações foram acompanhadas por uma evolução paralela nos órgãos sensoriais dos insectos, desenvolvendo a sua capacidade de percepção de cores, aromas e memória (coevolução insecto / planta).

Os insectos mais especializados no processo da polinização são as abelhas melíferas (*Apis mellifera*). Visitam várias flores (segundo Vrânceanu, 1977, um só insecto visita 25 a 30 flores de girassol por minuto), apresentam um comportamento de fidelidade à espécie de flor visitada e possuem uma grande quantidade de pêlos nas patas posteriores, onde fica acumulado aproximadamente metade do peso total do insecto em pólen. Como consequência existe uma grande produção de mel e uma polinização mais eficaz (Alonso, 1996).

A maioria das plantas são polinizadas por vários insectos, como é o caso de muitas plantas com flores nocturnas conspícuas de odores fortes. A madressilva e o tabaco são polinizadas por abelhas e certas mariposas; plantas umbelíferas como cenouras, são polinizadas por moscas, abelhas e vespas; plantas forrageiras dependem de várias abelhas principalmente da abelha doméstica; pimentos, beringelas, tomateiros, pepinos e melões, em estufa são polinizados por colónias de zangãos; a polinização do girassol, colza, leguminosas, amendoim, algodoeiro, sésamos, palmeira de óleo, groselheiras, morangueiros, framboeseiros, figueiras, citrinos, abacateiros, kiwis, cacauzeiros e de variadas plantas de especiarias, é assegurada pelos insectos melíferos (Borror e DeLong, 1969).

Algumas plantas, como é o caso dos jarros comuns (*Arum maculatum*), asseguram o seu processo reprodutivo, emanando odores fétidos, semelhantes aos das matérias putrefactas, sendo atraídos insectos decompositores (Alonso, 1996). O figo de Esmirna, polinado pela vespa do figo, *Blastóphagus psènes* L., apresenta uma grande especificidade relativamente ao insecto polinizador (Borror e DeLong, 1969).

c) Picador-sugador

Hemípteros, dípteros e himenópteros apresentam este tipo de peças bucais. Geralmente parasitas, estes seres picam com o seu estilete plantas ou animais sugando os seus sucos.

Espécies hemípteras são essencialmente ectoparasitas de plantas, como é o caso do percevejo *Codophila varia*, que pica os caules, frutas e as raízes dos vegetais extraíndo os seus líquidos. As cigarras e as suas larvas, também se alimentam de plantas extraíndo com o estilete a sua seiva (Alonso, 1996).

Insectos dípteros são hematófagos (alimentam-se de sangue de aves e mamíferos) ou saprófagos. Por exemplo, a mosca burriqueira ou mosca-aranha (*Hippobosca equina*) alimenta-se do sangue de cavalos e em menor quantidade do sangue de cães e vacas; a mosca-rapaz ou asilo ataca qualquer criatura, com excepção do Homem, sugando-lhe o sangue. As fêmeas chegam mesmo a atacar os machos, quando estes se aproximam para acasalarem. Deste modo, se um macho pretende fecundar uma fêmea, deve fazê-lo de surpresa, enquanto ela esteja a devorar uma presa. Entre as espécies saprófagas destaca-se o moscardo cinzento da carne (*Sarcophaga carnaria*), que se alimenta de matérias orgânicas putrefactas como cadáveres de animais vertebrados. As suas larvas liquidificam a carne e sugam os seus sucos (Alonso, 1996).

Relativamente aos himenópteros destacam-se os mosquitos. Hematófagos, alimentam-se sobretudo do sangue dos mamíferos, de peixes ou de répteis, no entanto, só as fêmeas se alimentam de sangue. O macho ou não se alimenta, recorrendo às reservas nutritivas acumuladas durante a fase larval ou alimenta-se da seiva dos vegetais. A fêmea do mosquito *Anopheles* alimenta-se do sangue humano transmitindo o paludismo ou malária (Alonso, 1996).

d) Lambedor-sugador

Neste tipo de armadura bucal a probóscide é geralmente longa e enrolada, as mandíbulas são reduzidas ou ausentes e os palpos labiais estão normalmente bem desenvolvidos. Lepidópteros adultos e alguns dípteros possuem este tipo de armadura bucal, utilizando a probóscide para sugar o alimento.

Apesar da maioria destas espécies serem fitófagas também existem representantes saprófagas.

Os lepidópteros, tal como acontece com as abelhas e vespas, são importantes para a polinização, pois, ao visitarem as plantas sugando o seu néctar transportam o pólen. Por exemplo, a mariposa da morte ou esfinge de caveira (*Acherontia atropos*), tem hábitos crepusculares ou nocturnos, sugando o néctar das flores. Outras mariposas esfingídeas ao procurarem alimento desempenham igualmente um importante papel na polinização, constituindo por vezes o único agente polinizador. Tal situação verifica-se nas orquídeas. Além do néctar, borboletas e mariposas também se alimentam de sucos vegetais, por exemplo, a borboleta magnífica (*Kallima inachus*), alimenta-se da seiva que sai da casca das árvores da selva (Alonso, 1996).

Embora maioritariamente fitófagos, alguns lepidópteros desenvolveram hábitos alimentares saprófagos, como a vanesa de Sonda (*Vindula erota*), frequente nas ilhas da Sonda. Apesar de apresentarem uma alimentação variada, mostram uma preferência especial pelas bostas e outros excrementos animais, aos quais sugam o suco. Na ilha Komodo, estas borboletas formam grandes grupos, encontrando-se frequentemente sobre os restos dos cadáveres de javalis e de veados devorados por lagartos gigantes (Alonso, 1996).

Relativamente à Ordem *Diptera*, machos de várias espécies possuem peças bucais adaptadas para sugarem e lambem néctar e pólen. Destaca-se, no entanto, o sirfo *Syrphus sp.*, pois, macho e fêmea participam activamente na polinização das plantas (Alonso, 1996).

3.1.2. Insectos como recurso alimentar

Os insectos constituem uma vasta, nutritiva e apreciada fonte alimentar, servindo os cinco reinos da Natureza.

3.1.2.1. Bactérias e protozoários entomófagos

Um grande número de bactérias entomopatológicas têm como habitat o corpo dos insectos, provocando várias doenças.

Muitos parasitas protozoários afectam igualmente os insectos, sendo um dos mais conhecidos o agente causador da Malária – sporozoa. Este parasita tem como hospedeiro intermediário o mosquito. Segundo Strickland (1911), protozoários das espécies *Guglea bracteata* e *Glugea multispora* são parasitas de larvas de moscas pretas, respectivamente das espécies *Simulium bracteatum* e *Simulium vittatum*, formando grandes quistos nas suas cavidades corporais o que conduz à sua morte.

3.1.2.2. Fungos entomófagos

O papel dos fungos, como causadores de doenças entre os insectos é igualmente importante, existindo um grande número de fungos parasitas de insectos. As suas manifestações são extremamente diversas e geralmente assumem proporções epidémicas. Estas doenças, normalmente conhecidas como micoses, são mais conhecidas, sendo detectadas mais facilmente que aquelas que se devem a bactérias.

Uma das mais conhecidas das micoses insectívoras é provocada pelo fungo do género *Cordyceps*, que parasita larvas subterrâneas e outros insectos que vivem no solo. O seu micélio consome o hospedeiro, emergindo do corpo mumificado o talo, que perfura o solo e produz o corpo frutífero aéreo. A repentina dizimação das populações de moscas domésticas americanas, no Outono deve-se a outra espécie de fungo parasita (*Empusa muscae*), que invade o corpo das moscas adultas. Outros membros deste grupo afectam larvas de lepidópteros e hemípteros. A espécie *Arthrobotys entomophaga* aprisiona colêmbolas, através de uma rede de hifas entrelaçadas e de um líquido pegajoso que expele (Dustan, 1920). Um outro grupo interessante é o dos Laboulbeníales, mais propriamente a espécie *Dimeromyces formicola* que parasita a formiga *Prenolepis silvestri* (Thaxter, 1920).

As doenças provocadas por fungos são importantes no controlo natural das populações de insectos.

3.1.2.3. Plantas entomófagas

Pântanos, desertos, lodaçais, pauis, declives, turfeiras, penhascos e leitões de água, habitats percos em nutrientes, no entanto, servem de substrato a algumas plantas, que de forma a suprir as suas necessidades nutritivas (em particular de azoto), desenvolveram alguns mecanismos que as tornaram num grupo bastante original, suscitando grande curiosidade nos Botânicos: as plantas carnívoras. Estas plantas adquiriram alguns atributos animais como o movimento (Brues, 1972).

A sarracénia (*sarracenia psitacina*), transformou as folhas num comprido recipiente com uma abertura na extremidade. Atraídos pela cor e aroma emitidos pela planta, os insectos aventuram-se no seu interior, ficando presos nos pêlos e substância viscosa que revestem as paredes internas, sendo posteriormente incorporadas as substâncias provenientes dos insectos mortos.

A *Sarracenia flava*, por sua vez, aprisiona pequenos insectos nas suas folhas de forma côncava e tubular.

Uma outra espécie que representa uma armadilha para os insectos é a *Drosera binata*. Planta cujas extremidades apresentam pêlos envolvidos por uma substância viscosa e gordurosa, atraindo e capturando os insectos que ficam lá colados. Sucos digestivos são exsudados sobre a vítima, iniciando-se a sua absorção ainda, antes da sua morte.

A planta-jarro ou *Nepenthes* apresenta folhas cuja forma se assemelha a uma odre, isto é, recipiente de boca larga com tampa. Esta “tampa” apresenta cores atraentes, estando a sua superfície interna carregada de glândulas secretoras de néctar. Quando se aproximam da planta, moscas, mosquitos e outros insectos não conseguem resistir, entrando naquele apetecível jarro, sendo a sua fuga impedida pelas superfícies escorregadias e pêlos que revestem o interior da planta. As vítimas acabam por cair no líquido que se encontra no fundo da folha, afogando-se. Posteriormente ocorrem processos fisiológicos que permitem à planta incorporar as substâncias provenientes dos insectos mortos.

Dos pântanos norte – americanos é natural a *Dionea miscipula*, planta cujas folhas foram transformadas em dois lóbulos de contornos arredondados, cujos rebordos apresentam estreitas fileiras de bicos (semelhantes a uma boca com dentes afiados). O seu néctar atrai os insectos, que ao pousarem na folha aberta (sendo o seu tamanho suficientemente grande para tocar simultaneamente em dois ou mais pêlos existentes no seu interior), estimulam um mecanismo que conduz ao seu fecho em apenas 1/30 de segundo.

Plantas aquáticas do género *Utricularia* especializaram-se na captura de pequenos insectos aquáticos e de crustáceos, que ficam aprisionados em vesículas cheias de água. Após a sua decomposição, fornecem uma substância nitrogenosa que vai ser absorvida pela planta.

3.1.2.4. Animais entomófagos (exclusivos ou acessórios)

3.1.2.4.1. Nemátodes

Parasitas importantes dos insectos são os nemátodes. Entre os parasitas nemátodes podemos considerar a *Filaria*, que tem vários hospedeiros, sendo um dos quais o mosquito. Este parasita passa uma parte do seu ciclo de desenvolvimento nos músculos torácicos dos mosquitos, que os adquirem ao picarem outros hospedeiros como humanos infectados. Outros nemátodes, sem hospedeiros alternados, são parasitas importantes numa grande variedade de insectos (Glaser e Wilcox, 1918; Christie, 1937). Entre estes destacam-se os membros da família Mermithidae, alguns dos quais, parasitas de gafanhotos, que os adquirem ao ingerirem os ovos que se encontram nas plantas que lhes servem de alimento. Outros ocupam o abdómen de formigas, afídeos – *Anoecia*, baratas e outros insectos (Davis, 1916).

O nemátode *Neoplectana glaseri* (Glaser, 1932) é um parasita útil no controlo da barata japonesa, o que levou à sua criação artificial por Glaser (1931, 1932).

3.1.2.4.2. Artrópodes entomófagos

São vários os invertebrados insectívoros, existindo espécies predadoras, parasitas e parasitóides.

Existem espécies predadoras da classe Insecta, no entanto, as mais importantes pertencem à classe Aracnida.

Alguns insectos, como dictiópteros (louva-a-deus), hemípteros (percevejos), coleópteros (joaninhas), neurópteros, odonatos e um grande número de espécies de Himenópteros, especializaram-se na captura de outros insectos, sendo considerados pelo Homem como insectos úteis. Estes insectos têm uma dieta insectívora obrigatória, específica.

Bilasing (1920), fez um estudo interessante sobre a alimentação de várias famílias de aranhas norte-americanas, verificando que espécies como a aranha tecedora *Agelena naevia*, alimentam-se sobretudo de gafanhotos, sendo a alimentação da espécie *Acacesia foliata* à base de moscas domésticas. Conclui-se desta forma que a sua alimentação depende do seu habitat e da abundância alimentar, não sendo tão específica como a dos insectos entomófagos.

Segundo o mesmo autor, a aranha *Araneus trifolium*, alimenta-se entre muitos insectos, de abelhas e as aranhas saltadoras da família Attidae, capturam habitualmente pequenos insectos, como moscas. Para a maioria das aranhas, os insectos são a sua principal vítima.

Entre as espécies parasitas de insectos, encontram-se pequenos invertebrados pertencentes à ordem Acarina (*Macrocheles carolinensis*), vulgarmente conhecidos por ácaros. O seu diminuto tamanho possibilita a sua sobrevivência como parasitas externos, nos corpos de baratas, moscas, formigas e outros insectos, dos quais, extraem os seus sucos corporais.

3.1.2.4.3. Peixes

Para muitos peixes de água doce, principalmente para algumas espécies tal como as trutas, os insectos constituem uma importante fonte alimentar.

As trutas consomem uma grande quantidade de larvas de insectos aquáticos, por exemplo, na Nova Zelândia a introdução destes peixes ameaçou a fauna autóctone de insectos (*Oniscogaster distans*) (Brues, 1972).

No extremo das montanhas Rockies, onde abundam trutas, larvas e variadas moscas adultas constituem a sua dieta alimentar. Em contrapartida, em Yellowstone Park, Muttkowski (1925) observou que o principal alimento das trutas (salmo *clarkii*) eram plecopteros, especialmente da espécie *Pteronarcys californica*, assim como espécies de Acroneuria, Perla e Alloperla (constituem no total 90 % da sua dieta). As moscas também estão incluídas, embora num número mais reduzido. Muitos outros peixes consomem insectos, no entanto, numa menor abundância.

3.1.2.4.4. Anfíbios

Muitos anfíbios são carnívoros, principalmente após a maturidade, sendo os insectos a sua principal fonte alimentar. No entanto, caracóis, lagartos e pequenos crustáceos também são por eles apreciados.

Os sapos de jardim, assim como outros membros do género *Bufo*, são por excelência insectívoros. Por exemplo, Hamilton (1930) ao dissecar um exemplar da espécie *Bufo americanus* encontrou no seu estômago uma grande variedade de insectos incluindo, um número surpreendentemente elevado de larvas de Dípteros. Estas espécies também ingerem baratas do género *Calosoma*.

O *Bufo marinus* gigante do trópico americano foi introduzido em grande número nas Ilhas Oeste - Indianas assim como noutros locais. Em Trinidad e Guiana britânica, segundo Weber (1938), as formigas constituem a sua principal fonte alimentícia. Por sua vez em Porto Rico, a sua introdução levou à descoberta do seu apreço por larvas brancas, pragas da cana do açúcar. Conclui-se então que estas espécies têm uma grande capacidade adaptativa, adequando o seu regime alimentar ao tipo e quantidade de insectos existentes, o que é bastante vantajoso no combate a pragas. Outras espécies de sapos têm regimes alimentares similares.

Power (1931) descobriu um sapo Sul-africano (*Bufo regularis*), que ingere quase exclusivamente insectos, observando um indivíduo que ingeriu 147 baratas da mesma família, assim como larvas brancas.

Os gafanhotos constituem a principal iguaria do sapo leopardo comum. A espécie *Rana catesbiana* foi observada por Mallonee (1916) a alimentar-se do lepidóptero, *Papilis turnus*, sendo esta uma fonte alimentar para outras espécies.

Os girinos de sapos e rãs, embora maioritariamente herbívoros, podem ocasionalmente alimentar-se de larvas de insectos aquáticos, quando as plantas escasseiam. Por exemplo, nos desfiladeiros do Arizona, existem pequenos lagos resultantes de inundações. Nestes lagos, a ausência de plantas conduziu à especialização dos girinos de sapos, na captura de larvas de mosquitos (Brues, 1972).

Outros anfíbios, como os *Urodela*, conhecidos vulgarmente por salamandras são carnívoros, consumindo preferencialmente insectos assim como outros pequenos invertebrados. As suas formas terrestres, como *Ambystoma* e *Plethodon* incluem centípedes, larvas e caracóis na sua dieta alimentar. As formas larvares das espécies terrestres e formas aquáticas adultas, tal como *Triturus*, consomem grandes quantidades de larvas de insectos aquáticos, variados insectos aquáticos e outros invertebrados. As salamandras constituem um auxiliar no controlo das larvas de mosquitos (Garofolini, 1924).

3.1.2.4.5. Répteis

Uma grande variedade de insectos serve de alimento a várias espécies de lagartos, actuando estes na regulação da taxa populacional dos insectos, nas regiões secas de climas quentes.

Vários estudos foram realizados, principalmente nos Estados Unidos, com o objectivo de determinar o regime alimentar de alguns répteis.

Observações e dissecções efectuadas por Knowlton (1938), mostram que vários lagartos comuns em Utah apreciam especialmente ortópteros (gafanhotos), isópteros (térmitas) e muitos hemípteros e homópteros, embora também se alimentem de himenópteros. Por sua vez Burt (1928), descobriu que os lagartos comuns do Kansas consomem uma grande variedade de insectos, sobretudo gafanhotos, que formam aproximadamente metade do seu regime alimentar insectívoro.

No Texas, lagartos do género *Phrynosoma*, especializaram-se na captura de formigas do género *Pogonomyrmex*, que abundam nesta região. Para tal, levantam as patas e atiram-se para o formigueiro, esmagando as formigas, que, a fim de se defenderem picam o agressor, com o objectivo de o inactivar, no entanto, misteriosamente nada lhe acontece. De acordo com Winton (1915), a dieta insectívora destes lagartos inclui ainda uma proporção considerável de insectos fedorentos, principalmente dos percevejos *Lacertilian yogis*.

Pack (1922) encontrou no estômago da espécie comum de *Callisaurus*, uma grande variedade de aracnídeos e de insectos.

Villadolid (1934) dedicou-se ao estudo de variados lagartos comuns Filipinos, descobrindo a sua preferência por vários tipos de insectos.

3.1.2.4.6. Aves

Muitas espécies de aves são insectívoras e, embora não sendo predadoras específicas têm muitas vezes um papel importante no controlo de espécies praga e conseqüentemente na manutenção do equilíbrio ecológico. Por exemplo em Utah, nos Estados Unidos, gaivotas controlaram uma explosão populacional de *Anabrus simplex* Haldeman (Borror e DeLong, 1969).

Segundo o Instituto da sobrevivência Biológica – Washington, as aves não são selectivas relativamente ao tipo de insecto predado, dependendo a sua escolha da abundância populacional de insectos.

Barber (1925), estimou que na Nova Inglaterra, a principal fonte alimentar das aves (aproximadamente 61%) durante os Invernos rigorosos, são as larvas do caruncho do milho.

Estabelecendo uma correlação tamanho/apetite, algumas aves podem consumir per capita um grande número de insectos num curto espaço de tempo. Por exemplo, McAtee (1932) encontrou no estômago do picanço 2000 formigas, sendo encontradas, num caso específico e excepcional, 5000 formigas. Os gafanhotos representam o alimento favorito de muitas aves, o que se deve ao seu tamanho e corpo suculento.

As quedas de água não constituem um ambiente favorável para os animais, no entanto, existem espécies que conseguem viver sob o impacto da pressão da água, agarrando-se firmemente às rochas, é o caso das larvas de dípteros e ninfas de efémeras, que servem de alimento ao melro-d'água e suas crias (Allen, 1978).

No Alentejo, mais propriamente nas zonas vinícolas de Reguengos e Valverde, Andrei (1998), verificou que entre as 40 espécies de aves identificadas, 17 são exclusivamente insectívoras (andorinhão-preto: *Apus apus*; garça-boeira: *Bulbucus ibis*; alcaravão: *Burhinus oedicnemus*; fuinha-dos-juncos: *Cisticola juncidis*; rouxinol-do-mato: *Cercotrichas galactotes*; cuco-canoro: *Coccyzus canorus*; andorinha-dos-beirais: *Delichon urbica*; andorinha-das-chaminés: *Hirundo rustica*; andorinha-aurica: *Hirundo daurica*; picanço-real: *Lanius excubitor*; picanço-barreteiro: *Lanius senator*; cotovia-pequena: *Lullula arborea*; Rouxinol-comum: *Luscinia megarhynchos*; abelharuco-comum: *Merops apiaster*; Chasco-ruivo: *Oenanthe hispanica*; pega-rabuda: *Pica pica*; Poupa: *Upupa epops*) e 20 outras espécies de aves incluem os insectos na sua alimentação, sendo parcialmente insectívoras (entre as quais a perdiz-comum: *Alectoris rufa*; o Pintassilgo: *Carduelis carduelis*; o Verdilhão-comum: *Carduelis chloris*; a codorniz: *Coturnix coturnix*; a escrevedeira-de-garganta-preta: *Emberiza cirius*; a cotovia-montesina: *Galerida theklae*; o chapim-azul: *Parus caeruleus*; o chapim-real: *Parus major*; o pardal-comum: *Passer domesticus*; o pardal-francês: *Petronia petronia*; o Cartaxo-comum: *Saxicola torquata*; o chamariz: *Serinus serinus*; o estorninho-preto: *Sturnus unicolor*; a toutinegra-de-barrete-preto: *Sylvia atricapilla*; a toutinegra-de-cabeça-preta: *Sylvia melanocephala*; o melro-preto: *Turdus merula*).

Com o objectivo de determinar o impacto das aves, a nível da biomassa entomológica existente nas vinhas, considerando que as aves identificadas ingerem aproximadamente 80% do seu peso em insectos, foi determinada a biomassa de artrópodes predados por dia. Entre as espécies que nidificam nas zonas vinícolas destacam-se a *Oenanthe hispanica* (chasco-ruivo), cuja biomassa individual é de aproximadamente 32 g, existindo um total de 84 indivíduos (adultos e crias) perfaz um total de 2688 g, sendo predadas aproximadamente 2150,4 g de artrópodes por dia; a cotovia-montesina: *Galerida theklae*, cuja biomassa individual é cerca de 45 g, existindo um total de 24 indivíduos (adultos e crias), perfaz um total de 1080 g, que ingerem aproximadamente 864 g de insectos / dia. A pega-rabuda: *Pica pica*, representa o predador mais activo entre as espécies que não nidificam nas vinhas, ingerindo por dia aproximadamente 604,8 g de insectos.

3.1.2.4.7. Mamíferos insectívoros

Toupeiras e morcegos são animais insectívoros. Alimentando-se todas as espécies de morcegos europeus de insectos nocturnos, podendo cada indivíduo ingerir cerca de 3000 insectos/noite.

Doninhas e o urso americano também comem insectos, apreciando especialmente abelhas. No entanto, as formigas estão igualmente incluídas no regime alimentar do urso (Bigelow, 1922).

O mamífero mais notável no consumo de insectos, é sem dúvida o papa-formigas, capturando um grande número de formigas e térmitas.

Certos primatas também estão incluídos no grupo de animais insectívoros, sendo um alimento muito importante e por vezes exclusivo do seu regime alimentar. O Homem, apesar de consumir directa ou indirectamente insectos, não faz parte desse grupo de primatas, pois consome-os como se de um “petisco” se tratasse.

3.1.3. Exemplos de teias tróficas com intervenientes da classe Insecta

Analisando os diversos ecossistemas e respectivas teias tróficas, podemos verificar que os insectos representam um elemento fundamental, estabelecendo relações com os mais variados organismos vivos e ocupando todos os níveis tróficos.

Geralmente os insectos produzem populações enormes em muito pouco tempo, por vezes numa única geração anual. No entanto, apenas uma pequena parte perfaz o ciclo de vida e se reproduz, assegurando a continuidade da espécie.

O fraccionamento das populações de insectos deve-se sobretudo, à sua inclusão no regime alimentar de muitos dos intervenientes das teias tróficas. Entre os inimigos naturais dos insectos temos, espécies que consomem os seus ovos (parasitóides oófagos), as suas larvas em vários estádios (parasitas: fungos e/ou predadores: artrópodes, peixes e aves, entre outros) e as suas pupas (por exemplo mamíferos: toupeiras).

As poucas formas adultas que conseguem sobreviver, podem ser parasitadas e/ou predadas por várias espécies (parasitas: bactérias; protozoários; nemátodes; ácaros; predadores: plantas entomófagas; artrópodes: aranhas e insectos entomófagos como dictiópteros - louva-a-deus, coleópteros - joaninhas, odonatos - libélulas e himenópteros – formigas; peixes entomófagos - truta; anfíbios entomófagos – rãs e sapos; répteis entomófagos - lagartos; aves insectívoras e mamíferos entomófagos – morcego, toupeira, papa-formigas, entre outros).

Como consumidores os insectos têm impacto sobretudo como fitófagos, situação em que muitas vezes “podam exuberâncias” das plantas, que não deixam de produzir uma quantidade de matéria verde (flores, folhas, frutos e raízes) bastante satisfatória (Meierrose, 1990). No entanto, não podemos esquecer os insectos entomófagos; as espécies que contribuem para a polinização de plantas (himenópteros – vespas e abelhas; lepidópteros); e as espécies decompositoras ou saprófagas (por exemplo os himenópteros: formigas e térmitas), que contribuem para a fertilização dos solos através da decomposição de matéria orgânica, e das suas fezes que os enriquecem em compostos azotados e enzimas.

A intervenção dos insectos como participantes em diversos regimes alimentares, pode ser observado nos exemplos de teias tróficas apresentadas.

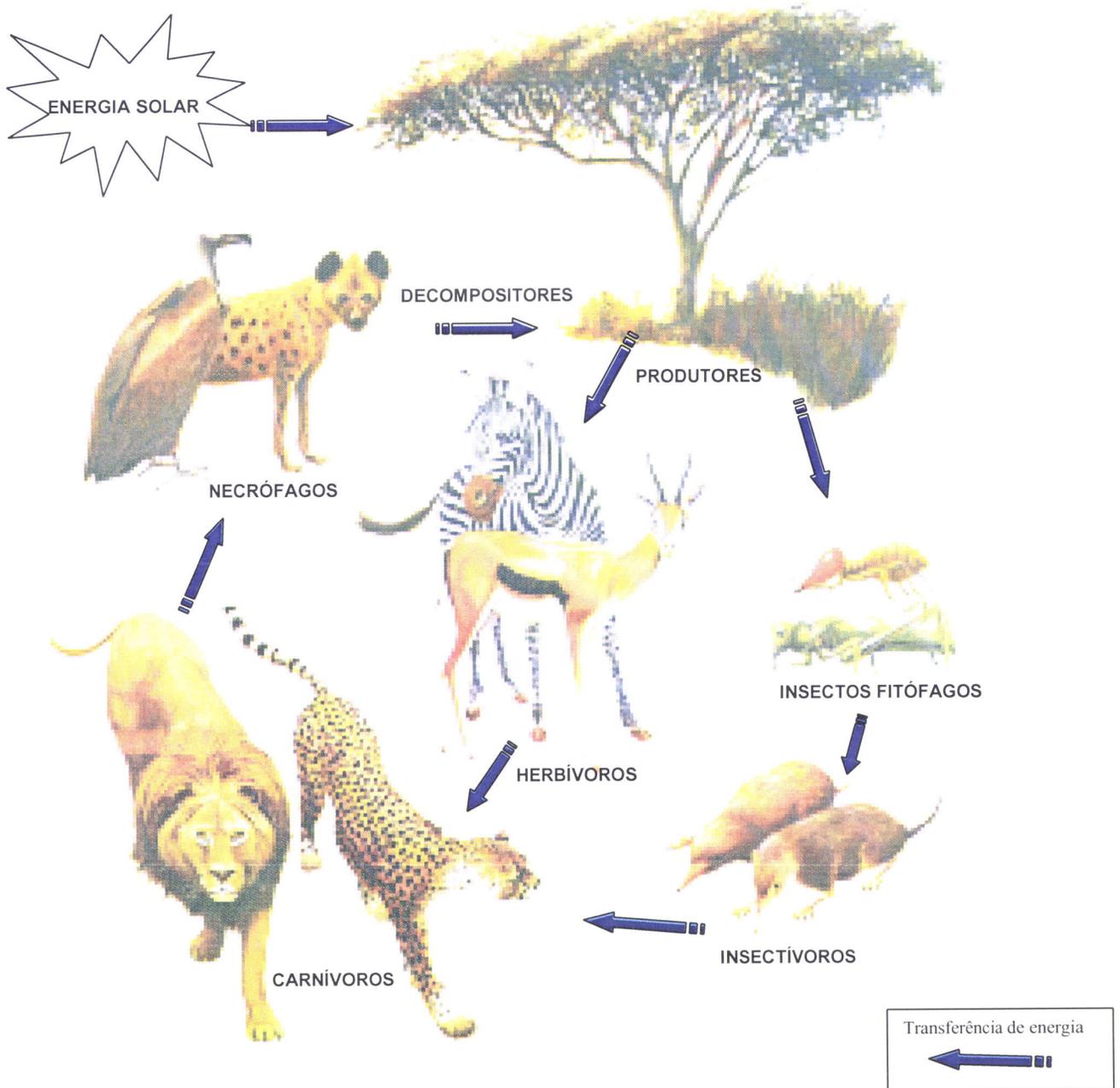


Figura 1 – Teia trófica na Savana africana. Adaptado de Fuente, 1971.

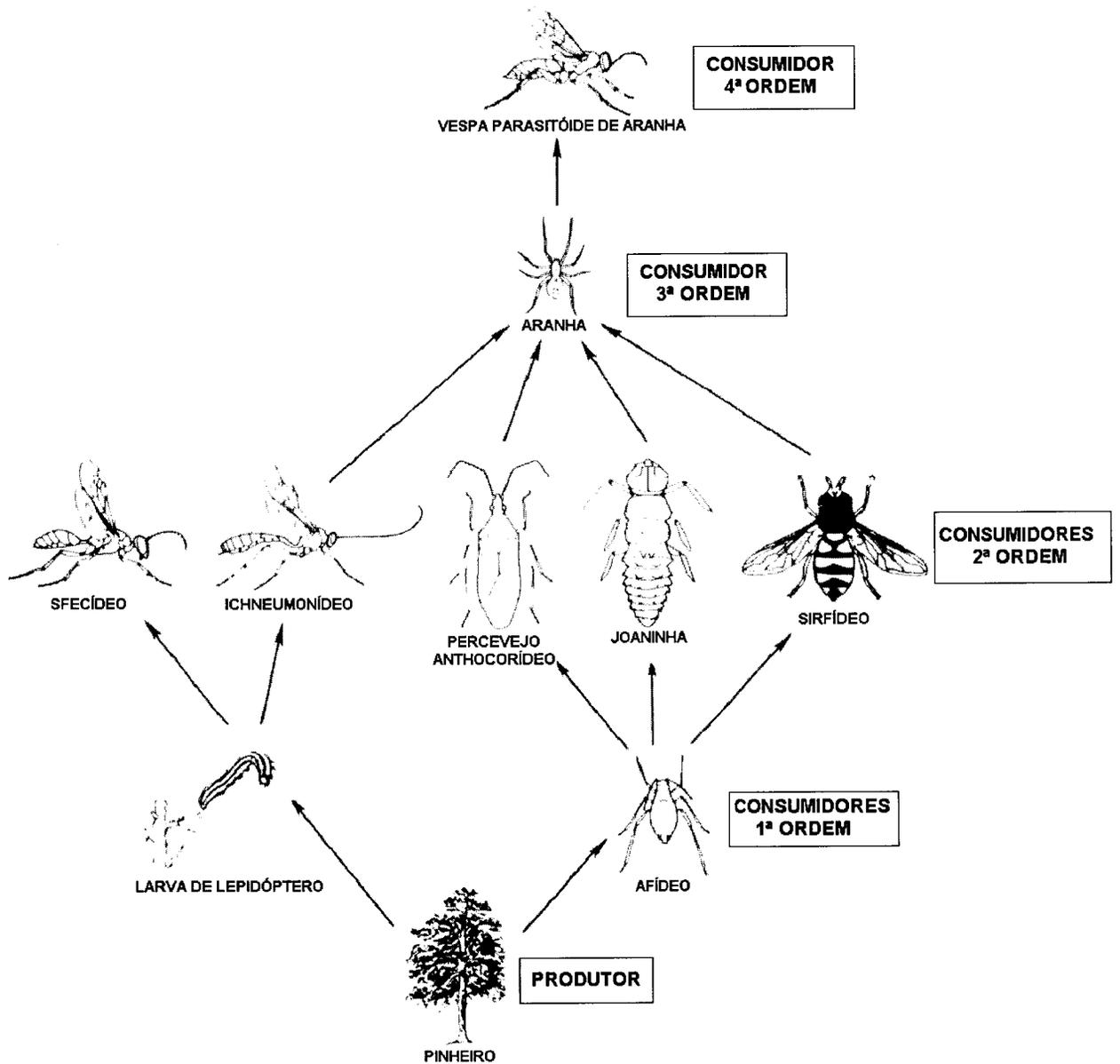


Figura 2 – Teia trófica baseada no pinheiro em Surrey, Inglaterra. Adaptado de Price, 1984.

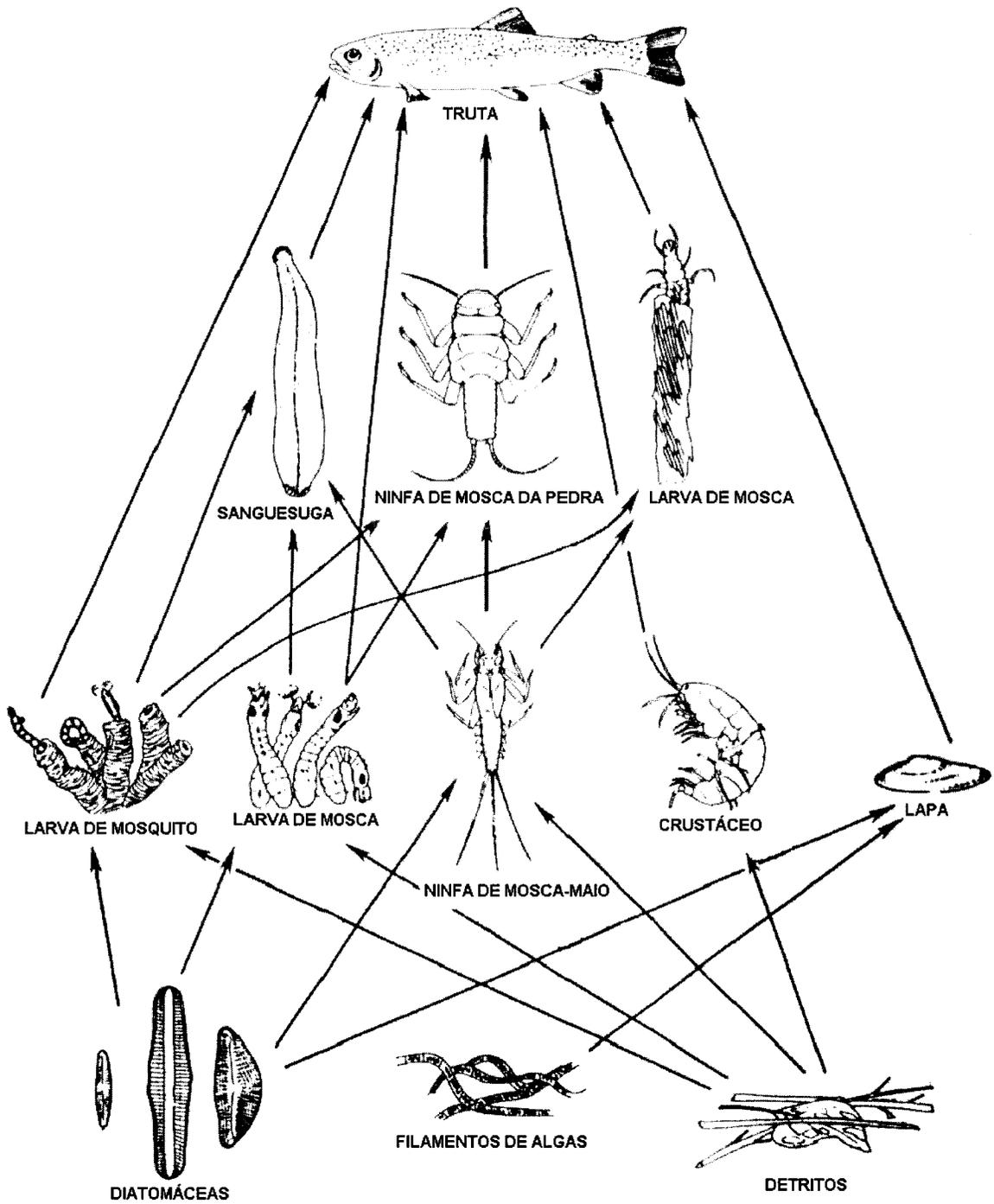


Figura 3 – Teia trófica aquática, ilustrando a importância dos insetos como herbívoros e predadores (Price, 1984).

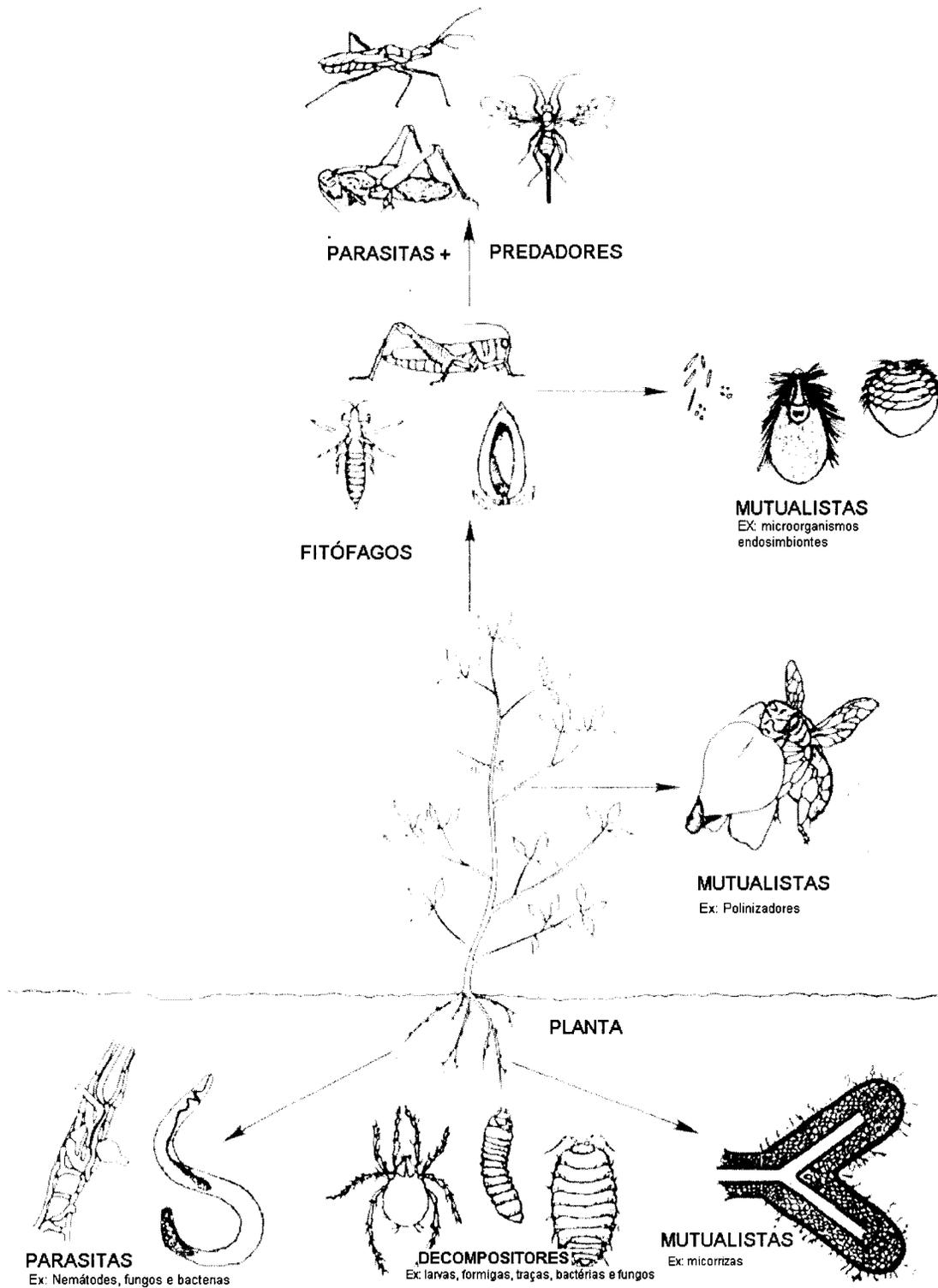


Figura 4 – Algumas relações de plantas com fitófagos, insectívoros, organismos mutualistas e decompositores (Price, 1984) – adaptado.

3.2. Aproveitamento antropocêntrico de representantes da classe *Insecta*

Partindo do princípio que o olhar do Homem sobre a natureza está intimamente ligado ao que o concerne directamente, não admira que o seu interesse para o mundo dos insectos seja tão parcial quanto o seu contacto com ele.

Podemos, pois, distinguir algumas das áreas em que os insectos se revelam de grande importância para o Homem, nomeadamente no que se refere à produtividade de alimento vegetal e/ou animal, incluindo o consumo directo de insectos (polinização, luta biológica contra infestantes e pragas, efeito na qualidade dos solos). Um outro domínio relaciona-se com a saúde humana (vectores de doenças, produtores de substâncias benéficas, aspectos úteis à medicina ou medicina legal).

Devido à grande taxa reprodutora dos insectos e à simplicidade na sua criação, servem igualmente para a investigação fundamental em muitos domínios, entre os quais da genética molecular.

Ultimamente os insectos ganharam importância devido às características do seu comportamento, nomeadamente a nível da detecção de estupefacientes e de explosivos, e como bioindicadores da qualidade ambiental dos ecossistemas.

3.2.1. Produtividade de alimento vegetal e/ou animal

3.2.1.1. Polinização

A acção polinizadora dos insectos é benéfica para os agricultores, que podem utilizar esta característica a fim de aumentar a produção em fruta, e obter frutos calibráveis.

Várias experiências foram realizadas, com o objectivo de comprovar a importância dos insectos como elemento polinizador. Árvores de pomar foram cobertas com tela, ficando isoladas de qualquer agente exterior. Como resultado o número de frutos produzidos diminuiu. Em contrapartida, a introdução de colmeias junto às árvores fez aumentar o número de frutas (Borror e DeLong, 1969). Actualmente os agricultores a fim de aumentarem as suas produções frutícolas, colocam colmeias nos seus pomares quando as árvores estão em flor.

Verificou-se na Nova Zelândia, quando os criadores de carneiros importaram sementes da planta forrageira *Trifolium pratense*, a fim de melhorar as suas pastagens, que a planta cresceu, no entanto não produziu sementes, porque não existiam na Nova Zelândia insectos polinizadores desta espécie (Borror e DeLong, 1969).

Abelhões *Bombus sp.*, podem ser utilizados como polinizadores em ecossistemas de temperaturas mais baixas, onde as abelhas ainda não estão activas (Lenteren, 2003).

3.2.1.2. Luta biológica contra infestantes

Insectos fitófagos podem ser utilizadas no combate a inúmeras infestantes vegetais, funcionando como inimigos naturais e consequentemente controladores populacionais de plantas, aquando da sua introdução involuntária noutros continentes, onde não existem os seus consumidores. Por exemplo, em 1925, na Austrália foram introduzidos cactos (*Opúntia spp*), que rapidamente se propagaram ocupando uma área aproximada de 10 milhões de hectares. A Austrália teve de importar da Argentina a mariposa (*Cactoblástis cactorum* Berg), cujas larvas se alimentam do cacto indesejável. Como resultado os cactos passaram a ocupar 1% da área invadida inicialmente (Borror e DeLong, 1969).

Um outro exemplo apresentado por estes mesmos autores, refere-se à introdução no Norte da Califórnia (1900) da espécie europeia *Hypéricum perforatum* L., vulgarmente conhecida por erva de Klamath ou de bode. A sua introdução noutra continente teve um efeito similar, tornando-se particularmente abundante nas margens do rio Klamath. Em meados de 1940 ocupava cerca de um milhão de hectares de terra. Esta planta além de substituir plantas autóctones era venenosa para os rebanhos. Inicialmente foram utilizados produtos químicos, de forma a conseguir a sua eliminação, método caro, pouco eficiente e indesejável para o ambiente. Entre 1944 e 1948, a Califórnia importou espécies de coleópteros europeus (crisomelídeos e buprestídeos), mostrando-se um dos crisomelídeos (*Chrysolina quadrigemina* Rossi) particularmente efectivo no controlo desta praga vegetal. A erva de bode está actualmente reduzida a 1% da sua extensão anterior.

3.2.1.3. Luta biológica contra pragas

Tal como acontece com os insectos fitófagos, os entomófagos também podem ser utilizados como auxiliares no controlo de pragas. Por exemplo, algumas vespas (*Vespidae* e *Sphecidae*) são utilizadas na destruição de lagartas e gafanhotos (Borror e DeLong, 1969).

O cáрабо dourado também conhecido como cáрабо jardineiro, é um auxiliar polífago, não específico do horticultor, pois, as formas larvares e adultas são exclusivamente carnívoras alimentando-se de todo o tipo de insectos e invertebrados. Este coleóptero, quando adulto, devora as suas presas vivas, recorrendo à tenaz mortal das suas compridas mandíbulas (Alonso, 1996).

Actualmente, a preocupação com o efeito dos pesticidas sobre a saúde humana e a crescente resistência dos insectos contra os insecticidas, faz com que se recorra cada vez mais à procura, criação e largada de insectos antagonistas das pragas de culturas com grande impacto económico, nos programas chamados de luta biológica. Mundialmente são comercializadas mais de 125 espécies predadoras e parasitóides, provenientes de processos de biofabricação para protecção de culturas (Anon. 2000; Gurr & Wratten, 2000).

Existem cerca de 85 produtores principais destas espécies, 25 na Europa, 20 na América do Norte, 6 na Austrália e Nova Zelândia, 5 na África do Sul, aproximadamente 15 na Ásia e cerca de 15 na América Latina (Lenteren, 2003). Em Portugal houve três biofábricas maiores, na Universidade de Évora (trichograma contra lepidópteros noctúdeos), nos Açores (trichograma contra pragas das pastagens) e na SOPORCEL, em Alcoentre (pragas florestais, nomeadamente, *Avetianella longoi* contra o himenóptero *Encyrtidae*; ovos de *Phoracantha semipunctata* – coleóptero *Cerambycidae* e *Anaphes* contra *Gonipterus scutellatus* – coleóptero *Cucurleonidae*).

Na ilha da Madeira, com o objectivo de controlar a mosca da fruta mediterrânica, são produzidos machos estéreis.

3.2.1.4. Os insectos como recurso alimentar

Além dos produtos alimentares que certos insectos sociais nos oferecem, determinados povos descobriram nos próprios insectos uma fonte energética essencial.

Os árabes, por exemplo, comem gafanhotos (*Acrídidæ*), rica fonte proteica; no México os “gusanos de Maguey”, larvas de lepidópteros megatimídeos, são consideradas um petisco, sendo vendidas frescas ou já fritas e enlatadas. Neste mesmo país, Ancona (1933), descreve o uso de *Euschistus zopilotensis*, que são temperados com pimento e molho de tomate, sendo posteriormente assados. Este delicioso molho é utilizado nas panquecas e tortilhas regionais.

Em África, as térmitas são utilizadas para apimentar molhos ou outros condimentos. As térmitas rainhas e os escaravelhos do género *Rhyncophorus* são assadas ou fritas em gordura. Certos nativos africanos comem ainda formigas, térmitas, larvas de besouros, lagartas e gafanhotos (Borror e DeLong, 1969).

Formigas amas do género *Mymecocystus*, conhecidas como “tigelas de mel” por apresentarem o seu abdómen cheio de mel, são consideradas por muitos americanos e Índios como um verdadeiro manjar, comendo quer o mel que extraem espremendo o insecto, como a própria formiga (Alonso, 1996).

Os índios americanos recolhem a espécie *Ephydre hions* no seu estado de ninfa e secam-na, constituindo este insecto um alimento bastante nutritivo. Uma outra forma de utilização de insectos como alimento pelos índios americanos, foi descrita por Aldrich (1912). As moscas adultas pertencentes ao género *Atherix* da família *Leptidae* são trituradas e amassadas, sendo transformadas em pães e cozidas numa fornalha.

Segundo Essig (1934), os gafanhotos também são utilizados em grande número pelos índios californianos, que utilizam fornalhas para matá-los e cozinhá-los. Também incluídas na sua alimentação estão as lagartas, principalmente a espécie *Coloradia pandora*, que se alimenta da folhagem do pinheiro. Estas lagartas são secas e posteriormente assadas ou cozidas.

Segundo Bristowe (1932), os nativos Laos do Sião, apanham um exemplar de insectos aquáticos, o *Lethocerus* como se de uma lagosta se tratasse, sendo cozinhados, secos e pulverizados. O pó resultante é utilizado para dar paladar a molhos e caril. Este pó combinado com camarões, sumo de lima, alho e pimenta formam um molho muito apreciado pelos nativos Laos, conhecido como Namphla.

Indirectamente, os insectos também desempenham um papel importante na cadeia alimentar humana, visto servirem de alimento a variados animais que utilizamos na nossa alimentação como peixes, aves, entre outros (ver pp. 24 – 28).

3.2.2. Saúde humana

3.2.2.1. Produtos elaborados por insectos

Normalmente associada à polinização e aos seus regimes alimentares, os insectos produzem vários produtos muito apreciados e de grande utilidade para o Homem.

O insecto que mais produtos nos oferece directamente é a abelha doméstica (*Apis mellifera*), sendo por esse facto bastante explorada. Dela são provenientes o mel, geleia real, cera, propólis e veneno (Bettini, 1978).

A nível mundial, são produzidas grandes quantidades de mel, que além de nos servir de alimento também é utilizado na confecção de vários produtos culinários. A cera é usada pela Indústria na confecção de velas, polidores, tintas, entre outros produtos.

Além da apicultura, segundo Cappas (2003), outras actividades são desenvolvidas pelo Homem com o objectivo de extrair produtos de valor comercial. É o caso da meliponicultura (criação de meliponíneos ou abelhas sem ferrão, permitindo a extracção de mel, pólen, cera negra e betume); bombicultura (criação de abelhões *Bombus sp.*, que produzem cera e mel) e vespicultura (criação de vespas, obtendo-se mel, veneno e os seus ninhos de papel).

O bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.), ao construir o seu casulo oferece um produto que se utiliza na confecção do nosso vestuário e artesanato, a seda. Embora actualmente sofra a concorrência das fibras sintéticas, em alguns países, nomeadamente na China, continua a dominar o mercado (Nature Biotechnology, 2002).

Das secreções do coccídeo *Laccifer lacca* (insecto que ocorre na Índia, Burma, Indochina, Formosa, Ceilão e Ilhas Filipinas), resulta a laca. Por sua vez o ácido tânico, produto utilizado na indústria das tintas, é extraído de alguns cinipídeos de galhas (Borror e DeLong, 1969).

3.2.2.2. Medicina

A utilização dos insectos e das suas secreções para fins terapêuticos é uma prática que tem vários séculos.

Por exemplo, o veneno da abelha é utilizado no tratamento da artrite. Várias doenças do sistema urogenital têm sido tratadas com um extracto do corpo de besouros meloídeos, a cantadarina (Borror e DeLong, 1969).

No tratamento de úlceras, pode ser utilizada a pederina (veneno extraído da *Paederus fuscipes*, pequeno coleóptero da família dos estafilínídeos), que em doses homeopáticas estimula o crescimento dos tecidos (Ferron, 1996).

A alantoína (excreção de larvas de moscas califorídeas), é utilizada no tratamento da osteomielite e outras feridas localizadas profundamente e nas quais existe decomposição de tecidos (Borror e DeLong, 1969).

Yoshizato et al. (2002) desenvolveram um bicho-da-seda transgénico, com vista à produção de uma proteína com várias aplicações medicinais e na indústria de cosméticos, o colagénio (proteína fundamental para as fibras de tecido e estruturas do corpo, como pele, ossos, cartilagens e tendões). Os autores calculam que será possível produzir 5 Kg de colagénio por ano, numa instalação de apenas 300 metros quadrados e cinco trabalhadores, cuidando de 1,5 milhões de insectos. Os 5 kg de colagénio serão retirados de um total de aproximadamente 600 kg de casulos.

O insecto europeu, *Pyrrhocoris apterus*, também é utilizado na elaboração de novos antibióticos, mais propriamente um fragmento de proteína chamado pirrocoricina, que é extraído do seu corpo. Este péptido não é tóxico para as células de mamíferos e, além de matar bactérias como a salmonela e a *E.coli*, espalha no organismo moléculas que ajudam a tratar diversas doenças. No decurso destas investigações foram descobertas 170 moléculas antibacterianas (Quo, 2004).

Na África e Ásia, formigas tecedoras do género *Oecophylla* são utilizadas para estancar feridas. Para tal, colocam a formiga no bordo da ferida e, quando as suas mandíbulas estão bem fechadas, cortam a cabeça do insecto (Alonso, 1996).

3.2.2.3. Medicina legal

Um grande número de insectos saprófagos está envolvido na decomposição de cadáveres, entre os quais dos humanos, nomeadamente larvas de dípteros, larvas de lepidópteros e coleópteros. Nos primeiros 3 meses participam a *Calliphora vicina*, *Calliphora vomitoria*, *Lucilia spp.*, *Musca domestica*, *Musca autumnalis*, *Muscina stabulans*, entre outros. Entre os 3º e o 6º mês, estão envolvidas várias espécies de dípteros (*Piophilha casei*, *Madiza glabra*, *Teichomyza fusca*) e coleópteros (*Corynetes*).

Vários dípteros e coleópteros também podem ser encontrados nos cadáveres entre os 4º e o 12º meses. As espécies *Attagenus pello*, *Anthrenus museorum*, *Dermestes maculatus*, *Tineola biselliella* e *T. pellionella*, intervêm na decomposição do cadáver entre os 1º e o 3º ano. A partir dos 3 anos, estão envolvidas as espécies *Monopis rusticella* (lepidóptero), *Ptinus brunneus* e *Tenebrio obscurus* (coleópteros) (Price, 1997).

Assim, através da entomofauna presente, é possível determinar com alguma precisão o período mais exacto da morte do Homem.

3.2.2.4. Decomposição de resíduos orgânicos

A eliminação de desperdícios e sobras de comida do Homem, também é assegurada por alguns insectos. Por exemplo, a barata comum ou doméstica (*Blatta orientalis*), na Europa vive exclusivamente no interior das casas uma vez que gosta de calor, alimentando-se de desperdícios e restos de comida. Apesar de incomodativos para o Homem, tal como acontece com a mosca doméstica, estes seres são benéficos, pois, eliminam o lixo o que contribui para a diminuição de agentes eventualmente patogénicos (Bettini, 1978).

3.2.3. Investigação

A grande capacidade reprodutiva dos insectos tem proporcionado a sua utilização em inúmeras investigações científicas.

No âmbito da genética, por exemplo, a mosca da fruta, *Drosophila spp.*, tem sido objecto do maior número de publicações no contexto da entomologia. Tal facto deve-se sobretudo à sua grande capacidade reprodutiva, pois, esta espécie em condições ideais produz cerca de 25 gerações/ano. (Borror e DeLong, 1969).

3.2.4. Aspectos estéticos

Tal como acontece com o estudo das aves, flores ou outros elementos da natureza, os insectos e o seu estudo podem constituir um passatempo interessante, relaxante e económico.

A sua beleza, diversidade de formas e exuberância de cores têm inspirado vários pintores, joalheiros e poetas.

Nalguns países tropicais, os nativos fazem colares com “pérolas do solo”, que não são mais do que quistos de cera de coccídeos fêmea do género *Margarodes* (Borror e DeLong, 1969).

Lepidópteros, principalmente as suas asas, são utilizadas para ornamentar bandejas, quadros, jóias, pisa – papéis e suportes de livros.

Na Áustria e Alemanha, existem “bolsas de insectos”, em que exemplares raros ou de rara beleza são vendidos a preços elevados, sob a forma esticada e emoldurada.

3.2.5. Comportamento

3.2.5.1. Organização social

Formigas, térmitas e abelhas constituem sociedades organizadas. Nestas sociedades, existe uma divisão de tarefas de forma a ser assegurada a sobrevivência de todo o grupo e o seu sucesso evolutivo (Holldobler & Wilson, 1990).

O comportamento dos insectos sociais, dada a sua eficácia, pode servir de exemplo à sociedade humana. Christopher Meyer, vice-presidente da Cap. Gemini Ernst & Young, director do Center for Business Innovation (Cambridge), e considerado um dos 25 consultores mais influentes da actualidade, considera que é importante que os gestores compreendam e sigam o exemplo das sociedades dos insectos, utilizando regras simples, no entanto eficazes, na resolução de problemas complicados. O segredo de uma gestão eficaz está no trabalho de grupo, na auto-organização e na flexibilidade.

A economia e as empresas dependem directamente das acções dos indivíduos, exactamente como o crescimento de uma colmeia ou de um formigueiro, é o resultado natural da acção individual de cada abelha ou formiga.

No séc. XX – anos 90, os especialistas de computação descobriram que era mais rentável para as suas investigações, tentar replicar este tipo de “inteligência” no software ou nos robôs, do que procurar recriar a inteligência humana. Chegou, agora, a vez dos consultores de gestão descobrirem este mundo.

Empresas de telecomunicações, de logística, planeamento fabril, Internet, prospecção de novas oportunidades e mercados, estão a aplicar este novo modelo de gestão. No Center for Business Innovation da Cap. Gemini Ernst & Young, esta ideia está a ser implementada. Neste novo modelo de mercado interno, cada membro poderá obter créditos pelas suas ideias inovadoras. A opinião de todos os intervenientes determina um preço para cada ideia (Harvard Business Review, 5/ 2001).

3.2.5.2. Detecção de narcóticos e de explosivos

Experiências realizadas no Luxemburgo possibilitaram a atribuição de uma nova função aos insectos, como elementos fundamentais no combate ao tráfico de estupefacientes, nomeadamente na sua detecção. Para tal, são utilizadas vespas que são alimentadas com água, açúcar e os narcóticos em causa, desta forma, quando detecta a sua presença reage pois associa o aroma ao alimento. Em 10 minutos consegue-se o que leva 6 meses a ser conseguido pelo cão. Experiências similares têm sido realizadas para a detecção de explosivos (National Geographic, 2003).

3.2.5.3. Bioindicadores

Populações de insectos são frequentemente utilizadas como bioindicadores, em estudos de poluição de rios, lagos ou outros ecossistemas.

Por exemplo, a presença de odonatos (libélulas) em águas doces, é um indicador fiável da qualidade biológica e da riqueza faunística desse ecossistema (Ferron, 1996).

As formigas constituem um dos grupos de insectos com maior sucesso, encontrando-se na maioria dos ecossistemas terrestres (Wilson, 1971). Devido à sua ampla distribuição geográfica e ao grande número de espécies, as formigas constituem organismos adequados aos estudos de comunidades (Fowler et al., 1991). Vários autores têm demonstrado a existência de correlação significativa, entre características estruturais dos habitats e padrões estruturais de comunidades de formigas (Brian, 1957; Samways, 1983; Castro et al., 1989, 1990). A biodiversidade de espécies de formigas depende da vegetação existente, deste modo, numa situação de relativo equilíbrio, o aumento do número de espécies vegetais conduz a um aumento do número de espécies de formigas (Smith et al., 1992).

Comunidades de formigas são potencialmente indicadoras de mudanças ambientais (Araújo & Moutinho, 1992; King et al., 1998), servindo como bioindicadores (Smith et al., 1992).

Com vista ao estudo da influência estrutural do habitat sobre a estrutura e organização de comunidades de formigas, no Brasil–Bahia, foram analisados quatro ambientes distintos, uma área degradada, uma pastagem de *Brachiaria decubens*, um campo de *Turnera ulmifolia* e uma área de bosque de *Caesalpinia echinata*. As amostragens foram realizadas com iscos de atum, tendo sido capturadas um total de 16 espécies. A área degradada foi a que apresentou a menor riqueza de espécies, apresentando a área do bosque a maior riqueza. As espécies encontradas na área degradada foram encontradas nos outros ambientes. Estes resultados permitem concluir, que o número reduzido de espécies de formigas na área degradada, está relacionado com a diminuição dos nichos desse ambiente. Embora não tenham sido encontradas espécies bioindicadoras, a pobreza estrutural em comunidades de formigas pode ser utilizada como indicador de ambientes fragilizados ecologicamente (Reis & Santos, 2001).

Algumas características dos insectos, entre as quais a sua alta taxa reprodutiva, proporcionam ainda a utilização destes seres como recurso pedagógico, sendo dedicado um capítulo a este tema.

4. AMOSTRAGEM DE ENTOMOFAUNA (Lepidópteros noctuídeos) - Parte experimental científica

4.1. Introdução

Com a parte experimental científica, pretendeu-se fazer a amostragem parcial de entomofauna crepuscular e nocturna, na zona de duas escolas em que a autora trabalhou, o que permitiu um efeito suplementar, isto é, o envolvimento de alunos de 10º ano de escolaridade e consequente introdução nos primórdios da metodologia científica, no exemplo do estudo do “recurso” insecto.

Escolheu-se como material de amostragem um modelo de armadilha de luz ultravioleta, tipo “Pennsylvania”. Esta armadilha, novidade absoluta em 1994, foi desenvolvida no âmbito do projecto Altener, na FH – Aachen, propositadamente para o Alentejo, onde extensas áreas ainda não são electrificadas, assegurando a independência da alimentação eléctrica da armadilha, através de um painel solar e de uma bateria recarregada durante o dia.

Numa fase inicial, foram utilizadas 4 armadilhas luminosas, 2 foram colocadas na escola secundária de Serpa, sendo as restantes instaladas na escola básica de Quinta do Conde. O edifício das escolas funcionava como uma barreira para os insectos, sendo encontrada na escola secundária de Serpa uma colónia de morcegos, tais factores contribuíram para o reduzido número de capturas, ficando impossibilitada a concretização de alguns dos objectivos estabelecidos.

No ano lectivo seguinte, como consequência do sistema actual de colocação de professores contratados, ocorreu a mudança obrigatória de escola, procedendo-se à colocação das armadilhas luminosas noutras zonas – Arraiolos e Leiria, sendo estas colocadas não no interior da escola, mas nas suas proximidades.

A colocação das armadilhas luminosas na escola básica de Quinta do Conde e em Leiria – Parracheira, foi possível devido ao empenho de C. Gaspar, que procedeu conjuntamente com os alunos à captura da entomofauna. Os espécimes capturados na zona de Leiria, foram gentilmente cedidos, para a concretização do presente trabalho.

Devido à grande abundância e diversidade da entomofauna capturada, foi impossível estudar todos os insectos, como tal, focámos a nossa atenção na Ordem *Lepidoptera*, mais propriamente nos lepidópteros noctuídeos.

4.1.1. Objectivos

Com o delineamento experimental utilizado pretende-se atingir determinados objectivos, nomeadamente:

- a) Conhecer a entomofauna atraída por esta armadilha durante o período de tempo em que se procedeu às amostragens;
- b) Estabelecer um ritmo semanal de capturas, colheitas, triagem, identificação e conservação do material;
- c) Preparar, para estudos taxonómicos e sistemáticos, os espécimes mais bem conservados;
- d) Relacionar, em cada zona de estudo e relativamente à ordem *Lepidoptera*, o nº de espécies com o nº de indivíduos capturados (índice de diversidade- α);
- e) Comparar as populações de lepidópteros capturados nas duas zonas de amostragem (constância simultânea – Cs);
- f) Analisar estatisticamente os resultados obtidos;
- g) Verificar os factores do meio que exercem influencia sobre as capturas.

4.1.2. Localização geográfica das armadilhas

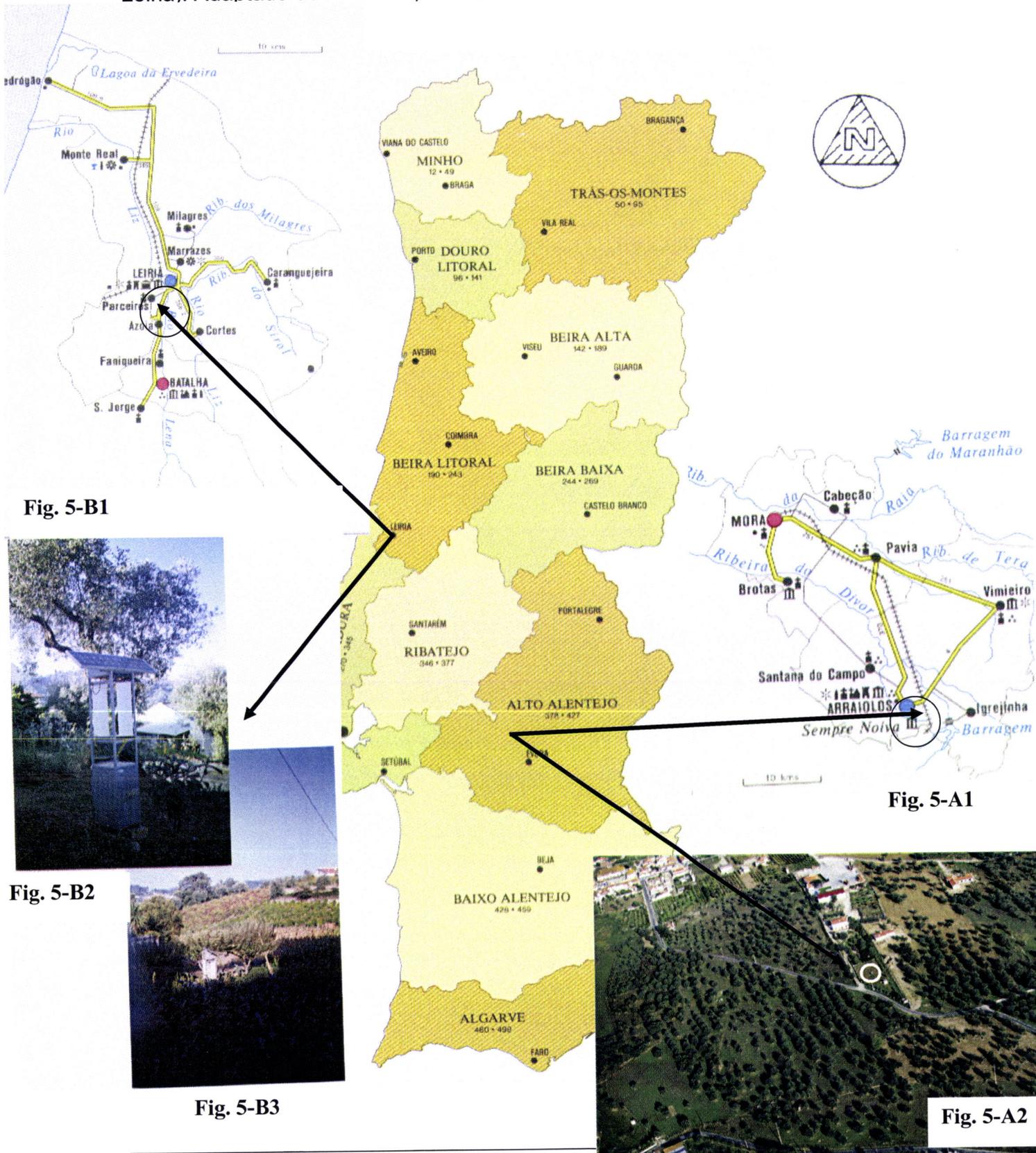
De acordo com os objectivos do nosso estudo, foram seleccionados dois locais de monitorização da entomofauna. Deste modo, duas das armadilhas foram colocadas numa zona do Interior Sul do país, fracamente povoada, pertencente ao concelho de Arraiolos, distrito de Évora, região do Alto Alentejo (**Figura 5-A1**); incidindo a escolha da localização das outras duas armadilhas numa zona Litoral, fortemente povoada e localizada no concelho e distrito de Leiria, região da Beira Litoral (**Figura 5-B1**).

As quatro armadilhas foram colocadas em locais pouco iluminados e voltadas para Sul.

Na zona de Arraiolos, uma das armadilhas (armadilha A) foi colocada numa colina designada de ferragial do Serrado, distando aproximadamente 500 metros da armadilha B, situada numa depressão denominada de ferragial da Campa (**Figura 5-A2**).

As restantes armadilhas foram colocadas numa localidade situada a 8 Km da cidade de Leiria, conhecida por Parracheira. A armadilha A foi instalada numa colina, denominada de Seixo (**Figura 5-B2**), encontrando-se a aproximadamente 100 metros a armadilha B, numa zona mais deprimida (**Figura 5-B3**).

Figura 5—Locais de monitorização da entomofauna com armadilhas luminosas (5-A1- posicionamento das armadilhas na zona de Arraiolos; 5-A2- fotografia aérea da localização da armadilha B na zona de Arraiolos; 5-B1- posicionamento das armadilhas na zona de Leiria; 5-B2 - localização da armadilha A na zona de Leiria; 5-B3 - localização da armadilha B na zona de Leiria). Adaptado de Anónimo, 1982.



4.2. Materiais e Métodos

4.2.1. Colheita e conservação da entomofauna

Para a colheita da entomofauna nocturna foram utilizadas 4 **armadilhas luminosas** “Pennsylvania”.



Figura 6 – Armadilha de luz ultravioleta do tipo “Pennsylvania”, adaptada Araújo (1982) e Wagner (1994) (FH - Aachen – Jülich; Projecto: Altener).

4.2.1.1. Constituição das armadilhas luminosas

Por cima de todo o conjunto encontra-se o painel solar, cuja função é a de alimentar energeticamente uma bateria de automóvel de 24 V, que se encontra por baixo das gavetas – crivo. Esta bateria vai ser carregada durante o dia, permitindo durante a noite a ligação da lâmpada de luz ultravioleta.

O constituinte atractivo da armadilha consiste numa lâmpada de luz ultravioleta (Philips, 40 W), que se encontra no centro de uma cruzeta de 4 barras metálicas reflectoras, dispostas verticalmente.



Figura 7 – Aspecto do painel solar e da lâmpada de luz ultravioleta, ladeada pelas barras reflectoras.

Junto ao painel solar existe um dispositivo electrónico formado por arrancador, balastro e interruptor horário, que permite o funcionamento automático da armadilha.

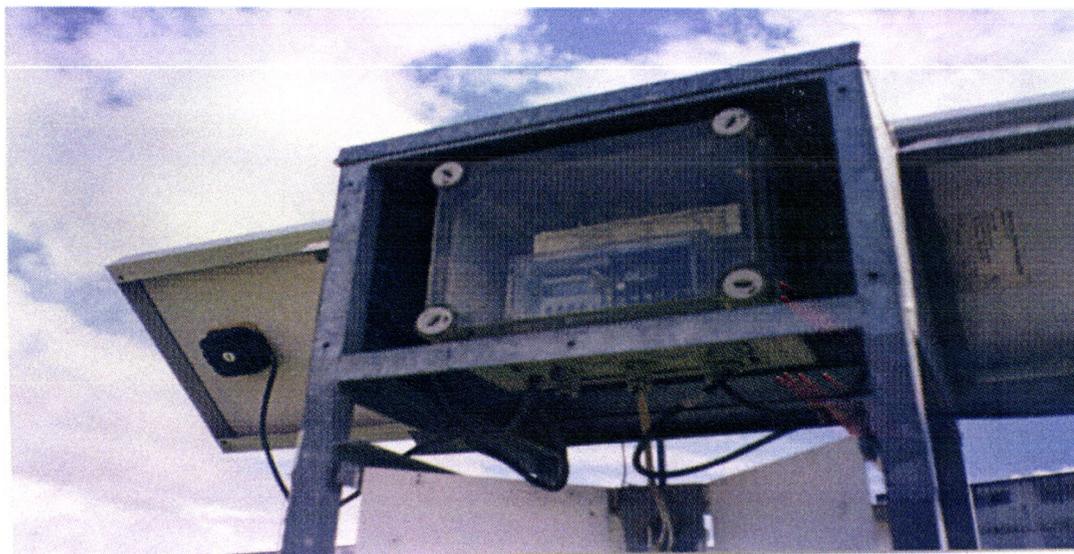


Figura 8 – Dispositivo electrónico que assegura o funcionamento automático da armadilha.

As armadilhas apresentam ainda um funil metálico com ligação directa a um recipiente colector com porta vertical (caixa 50 cm x 50cm x 50cm).

O recipiente colector encontra-se subdividido por quatro crivos – gaveta de fundo de malha sucessivamente mais densa no sentido vertical. A primeira gaveta tem ligação directa ao funil, e possui uma barra de insecticida sólido Bayer - Baygon (25 g de diclorvos), renovada mensalmente ou, de 6 em 6 semanas, considerando a temperatura ambiental.

Esta estrutura metálica galvanizada está montada sobre quatro pés metálicos que assentam numa placa de cimento, a fim de evitar o afundamento da armadilha. A fixação da armadilha é ainda assegurada por quatro estacas metálicas.



Figura 9 – Funil metálico e recipiente colector provido de 4 gavetas – crivo.

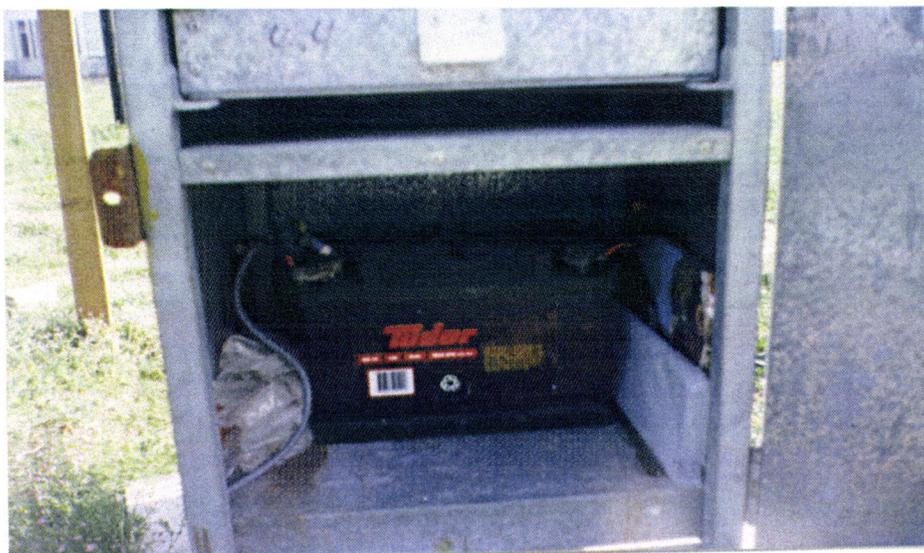


Figura 10 – Bateria de automóvel de 24 V.



Figura 11 – Estruturas que asseguram a fixação da armadilha.

4.2.1.2. Funcionamento da armadilha luminosa

Os insectos com hábitos crepusculares e nocturnos são atraídos pela luz ultravioleta, a qual exerce sobre estes animais uma atracção maior que as lâmpadas convencionais. Deste modo, o insecto voa em direcção à luz, bate contra os reflectores verticais, cai dentro do funil e é encaminhado para os crivos, onde o vapor do insecticida o mata.

O dispositivo electrónico foi programado para ligar a lâmpada a partir do crepúsculo e pela noite, variando o tempo de funcionamento da armadilha consoante a estação do ano e período de actividade dos insectos a que se destina. O período diário de recolhas está indicado no quadro I.

Tabela I – Período diário de funcionamento das armadilhas.

<u>Datas</u>	<u>Hora de início</u>	<u>Hora de término</u>
01/08/2000 a 01/09/2000	21h30min.	3.00h
02/09/2000 a 28/10/2000	19h30min.	24.00h
29/10/2000 a 11/01/2001	18h30min.	23.00h
12/01/2001 a 31/01/2001	18h15min.	21h45min.

A colheita foi efectuada em duas zonas distintas de Portugal continental (Arraiolos e Leiria), sendo colocadas duas armadilhas em cada zona de estudo (armadilhas A e B), durante um período aproximado de um ano (Fevereiro de 2000 a Janeiro de 2001). As constantes interrupções decorrentes de problemas com o funcionamento das armadilhas, reduziu para metade o período efectivo de funcionamento simultâneo do total das armadilhas utilizadas no estudo. Deste modo, foi apenas considerado o período de Agosto de 2000 a Janeiro de 2001, conforme consta no quadro II.

Na zona de Leiria essas avarias foram esporádicas, no entanto, na zona de Arraiolos a frequência das interrupções foi de tal ordem que fomos obrigados a alterar a fonte de alimentação energética, substituindo a bateria e painel solar por um cabo ligado à corrente eléctrica, o que foi possível devido à proximidade de habitações. Isso aconteceu no mês de Agosto de 2000 e a partir desta data, as duas armadilhas de Arraiolos deixaram de apresentar qualquer tipo de problema a nível de funcionamento. Na zona de Leiria não houve necessidade de fazer qualquer alteração ao sistema inicial de funcionamento.

Apesar destas limitações decorrentes da fonte de alimentação do sistema (sobrecarga energética da bateria durante o período de Verão e fraca capacidade energética no período de Inverno), estas armadilhas apresentam vantagens relativamente a outros tipos de armadilhas utilizados em estudos anteriores cujas metodologias eram similares, pois o seu sistema de crivos permite uma melhor conservação do material biológico recolhido, nomeadamente no que diz respeito aos lepidópteros, insectos relativamente frágeis e que constituem o nosso objecto de estudo.

A recolha dos espécimes foi feita semanalmente, no entanto, nos períodos mais quentes a periodicidade das recolhas aumentou, sendo efectuadas 2 a 3 recolhas semanais, a fim de evitar a desidratação dos espécimes e a sua danificação, resultante da grande quantidade de biomassa capturada.

Os exemplares foram retirados das gavetas – crivo e introduzidos dentro de sacos de plástico cheios de ar, devidamente etiquetados (local, identificação da armadilha e data da recolha), sendo colocados no congelador com vista à sua conservação. A conservação é uma componente muito importante pois dela vai depender a eficácia e rigor científico das triagens, além desse aspecto, um exemplar mal conservado constitui um obstáculo para a identificação da espécie.

Tabela II – Período anual de funcionamento das 4 armadilhas em simultâneo.

Semanas (2000) N.º	Datas	Semanas (2001) N.º	Datas
31	30/07 a 05/08	1	31/12 a 06/01
32	06/08 a 12/08	2	07/01 a 13/01
33	13/08 a 19/08	3	14/01 a 20/01
34	20/08 a 26/08	4	21/01 a 27/01
35	27/08 a 02/09	5	28/01 a 03/02
36	03/09 a 09/09		
37	10/09 a 16/09		
38	17/09 a 23/09		
39	24/09 a 30/09		
40	01/10 a 07/10		
41	08/10 a 14/10		
42	15/10 a 21/10		
43	22/10 a 28/10		
44	29/10 a 04/11		
45	05/11 a 11/11		
46	12/11 a 18/11		
47	19/11 a 25/11		
48	26/11 a 02/12		
49	03/12 a 09/12		
50	10/12 a 16/12		
51	17/12 a 23/12		
52	24/12 a 30/12		



Figura 12 – Recolha dos espécimes capturados. Os insectos são retirados das gavetas – crivo e colocados dentro de sacos de plástico, previamente identificados com local e data de recolha.



Figura 13 – Enchem-se os sacos de ar e colocam-se na arca congeladora, ficando assegurada a conservação da entomofauna até ser efectuada a sua triagem.

4.2.2. Triagem, esticagem e identificação da entomofauna capturada

A triagem da entomofauna capturada foi realizada no laboratório de Entomologia da Universidade de Évora, localizado no polo da Mitra. Esta fase prolongou-se durante alguns meses, exigindo uma minuciosa observação dos indivíduos capturados.

Após esta primeira selecção, foi efectuada uma triagem por ordens, recorrendo-se ao auxílio de lupas e da chave de identificação de Quartau (1998).

Posteriormente procedeu-se ao estudo dos indivíduos da Ordem *Lepidoptera*, permanecendo os exemplares das restantes ordens conservados na arca congeladora do laboratório de entomologia para estudos futuros.

Na fase seguinte do nosso trabalho procedeu-se à esticagem das espécies seleccionadas, processo que exige paciência e minuciosidade pois constitui um precioso auxiliar para a identificação dos espécimes. Um outro aspecto a ter em atenção, é o conhecimento das características taxonómicas fundamentais para a classificação dos lepidópteros, preparando-os para que esses detalhes fiquem bem visíveis.

A esticagem dos lepidópteros, foi efectuada conjuntamente com alunos das escolas Secundária de Serpa e E.B. 2,3/S Cunha Rivara de Arraiolos.

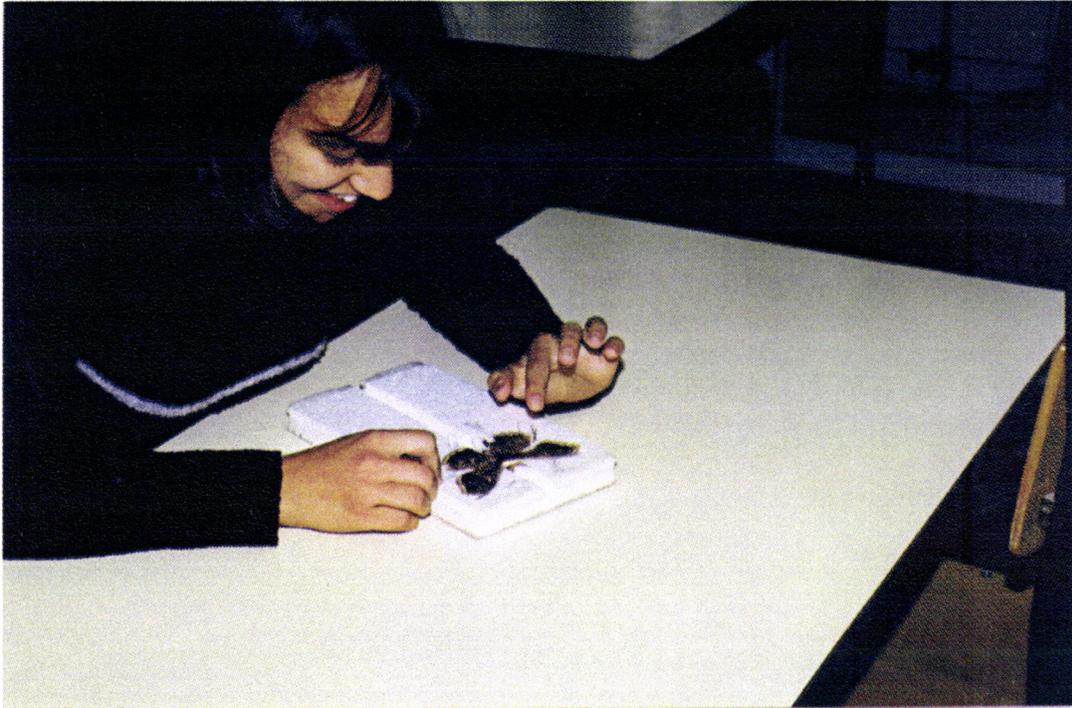


Figura 14 – Esticagem de um lepidóptero noctuídeo, utilizando um esticador de esferovite, alfinetes e tiras de plástico.



Figura 15 – O lepidóptero permaneceu no esticador até ficar completamente seco, o que demorou aproximadamente 3 dias. Após esse período foi retirado do esticador, conservando o alfinete colocado na zona mediana do tórax, que servirá para a sua fixação em caixas hermeticamente fechadas.

O acondicionamento dos exemplares esticados em caixas de cartão ou de madeira hermeticamente fechadas, contendo nos seus bordos sobre pequenas tampas bolas de naftalina, permite a conservação dos lepidópteros conservados a seco, evitando a acção de ácaros, bolores e humidade. Posteriormente as caixas devem ser colocadas em locais secos e pouco iluminados, pois a luz prejudica o colorido das espécies, tendo o cuidado de repor periodicamente as bolas de naftalina.

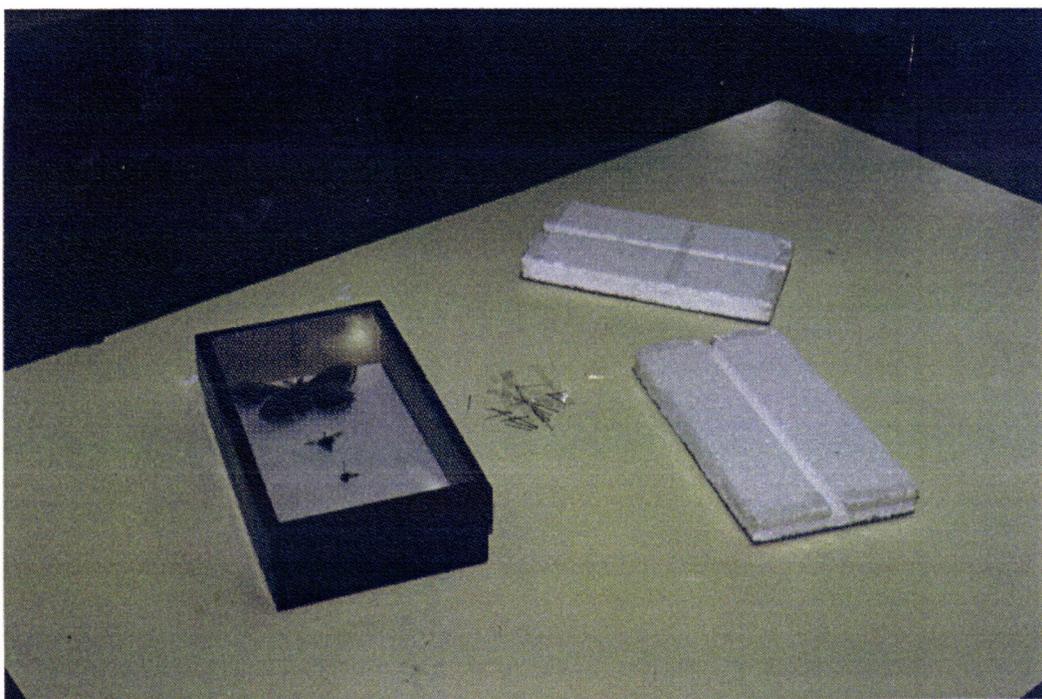


Figura 16 – O lepidóptero é etiquetado (local, data de captura e n.º da espécie) e colocado numa caixa hermeticamente fechada, cujo fundo está coberto por uma placa de esferovite envolvida por papel milimétrico.

Posteriormente procedeu-se à identificação taxonómica dos lepidópteros esticados, recorrendo a chaves dicotómicas e publicações de vários autores, nomeadamente: Carvalho, P. (1984); Cuisin, M. (1991); Haupt, J. & Haupt, H. (1993); Hock, W. *et al.* (1997); Koch, M. (1958 e 1961); Luquet, G. C. (1983); Phillips, R. & Carter, D. (1983); Sauer, F. (1984); Stichmann-Marny, U. & Kretzschmar, E. (1994).

Foram determinados com base nos dados resultantes da triagem, os índices de diversidade (α) da ordem *Lepidoptera* para cada zona de estudo, e os valores de constância simultânea.

Para finalizar, procedeu-se à análise estatística dos resultados obtidos (ANOVA e teste de Duncan) e sua posterior discussão.

4.3. Caracterização das zonas de estudo

4.3.1. Caracterização agrícola

Os dados utilizados na caracterização agrícola das zonas em estudo são referentes ao RGA/99, no entanto, segundo as Direcções Regionais de Agricultura do Alentejo e da Beira Litoral, entidades que cederam a informação, não ocorreram alterações significativas nos últimos anos.

Destaca-se apenas um ligeiro aumento relativamente à vinha na zona de Arraiolos.

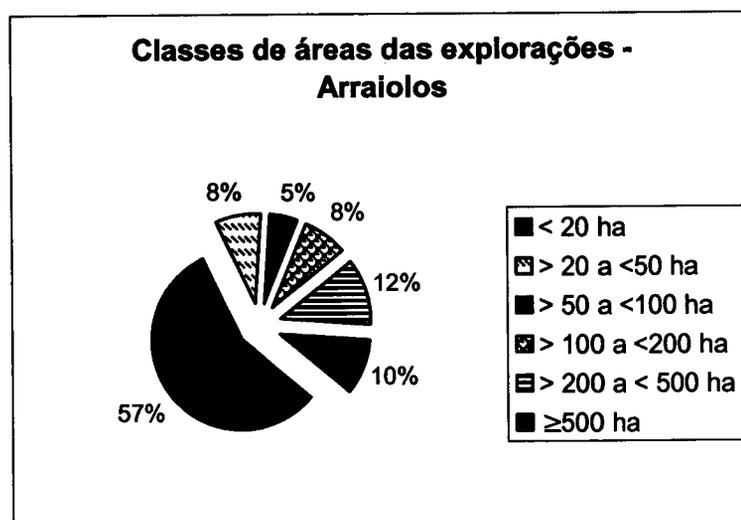
4.3.1.1. Classes de áreas das explorações

O concelho de Arraiolos ocupa uma área geográfica de 684,08 Km². Integrado quase na totalidade na bacia hidrográfica do Tejo, possui como principais cursos de água as ribeiras de Divor e de Tera.

Os solos de utilização agrícola atingem neste concelho 91% da sua superfície total.

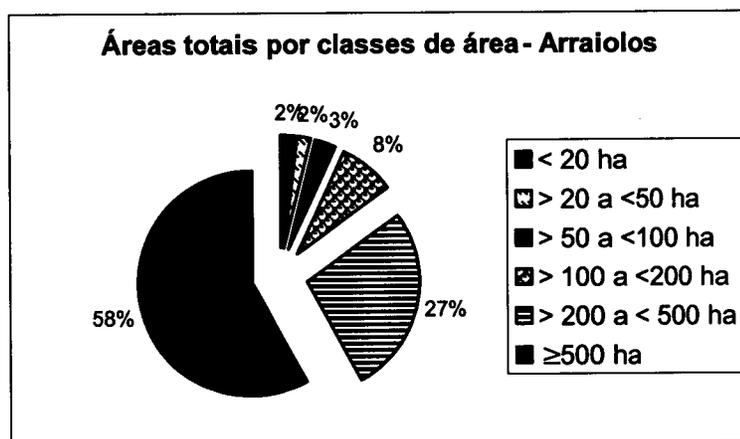
Existem aproximadamente 377 explorações agrícolas (RGA/99), existindo um número elevado de pequenas explorações que ocupam, no entanto, uma área reduzida. O número de médias e grandes explorações é baixo, no entanto, ocupam uma elevada percentagem de área.

Figura 17



Fonte: RGA 1999 – Concelho de Arraiolos

Figura 18

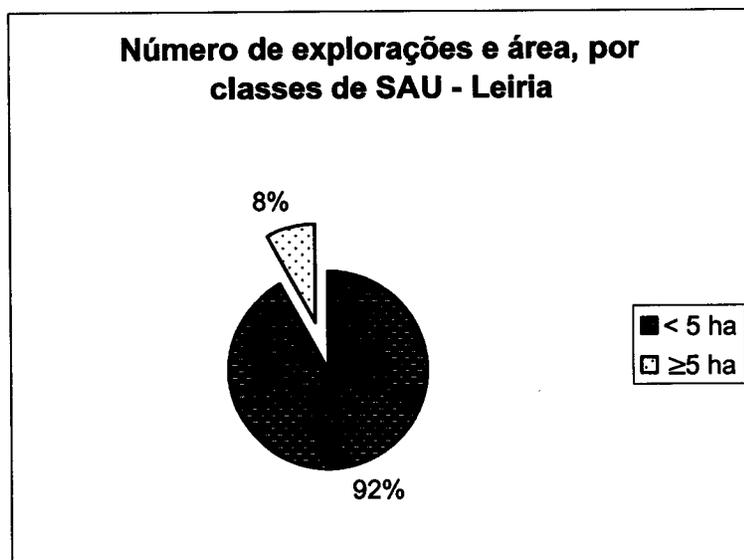


Fonte: RGA 1999 – Concelho de Arraiolos

Relativamente ao concelho de Leiria, este ocupa uma área geográfica de 6,85 Km², apresentando como principais cursos de água o rio Liz, rio Lena, ribeira do Sirol e ribeira dos Milagres.

Região tipicamente minifundiária, onde abundam as explorações cuja superfície agrícola utilizada é inferior a 5 hectares. Deste modo, existe uma elevada fragmentação e dispersão dos blocos agrícolas.

Figura 19



Fonte: RGA 1999 – Concelho de Leiria

4.3.1.2. Culturas temporárias

No concelho de Arraiolos, as culturas temporárias ocupam 39% das terras aráveis, destacando-se os cereais de Outono / Inverno em regime de sequeiro – trigo, cevada e aveia; leguminosas – feijão e grão-de-bico; prados temporários e culturas forrageiras como sachadas, azevém anual, aveia forrageira, sorgo forrageiro e milho; culturas industriais – linho têxtil e oleaginoso, girassol, beterraba e cânhamo têxtil.

Figura 20

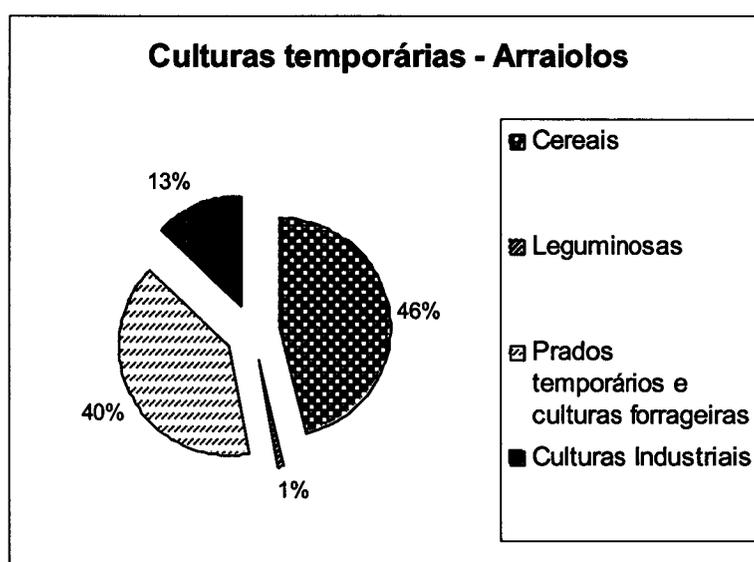
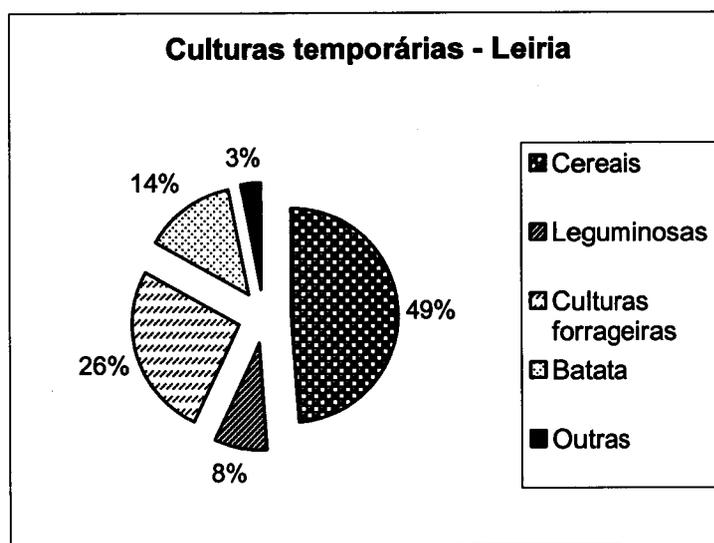


Tabela III – Relação entre o período de funcionamento das armadilhas para captura de insectos, e a ocorrência das culturas temporárias – Arraiolos.

Meses Culturas	Meses					
	Agosto 2000	Setembro 2000	Outubro 2000	Novembro 2000	Dezembro 2000	Janeiro 2001
Cereais				X	X	X
Leguminosas	X	X	X			
Prados temporários e culturas forrageiras	X	X	X			
Culturas Industriais	X	X	X			

Na zona de Leiria a superfície agrícola utilizada é ocupada predominantemente por culturas temporárias (66%), entre as quais se destacam os cereais – milho e arroz; as leguminosas secas – feijão e favas; culturas forrageiras – milho forrageiro e aveia forrageira; a batata e hortícolas, entre as quais a couve.

Figura 21



Fonte: RGA 1999 – Concelho de Leiria

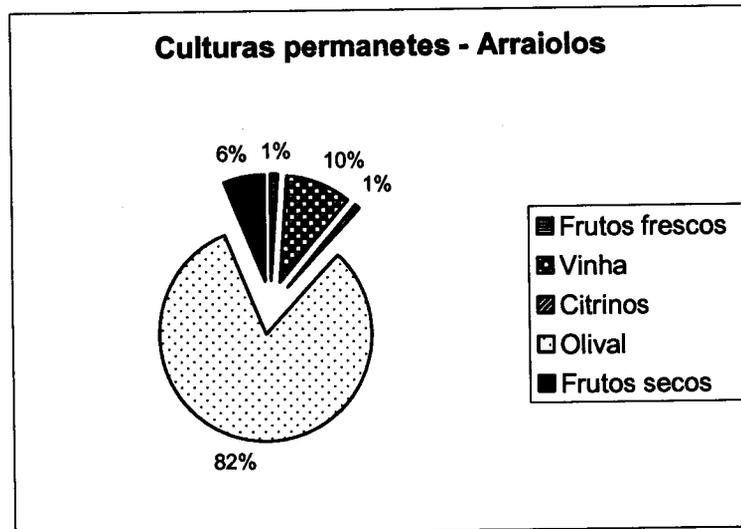
Tabela IV – Relação entre o período de funcionamento das armadilhas para captura de insectos, e a ocorrência das culturas temporárias – Leiria.

Meses Culturas	Agosto 2000	Setembro 2000	Outubro 2000	Novembro 2000	Dezembro 2000	Janeiro 2001
Cereais	X	X				
Leguminosas	X			X	X	X
Culturas forrageiras	X	X	X	X	X	X
Batata				X	X	
Hortícolas	X	X	X	X	X	X

4.3.1.3. Culturas e vegetação permanente

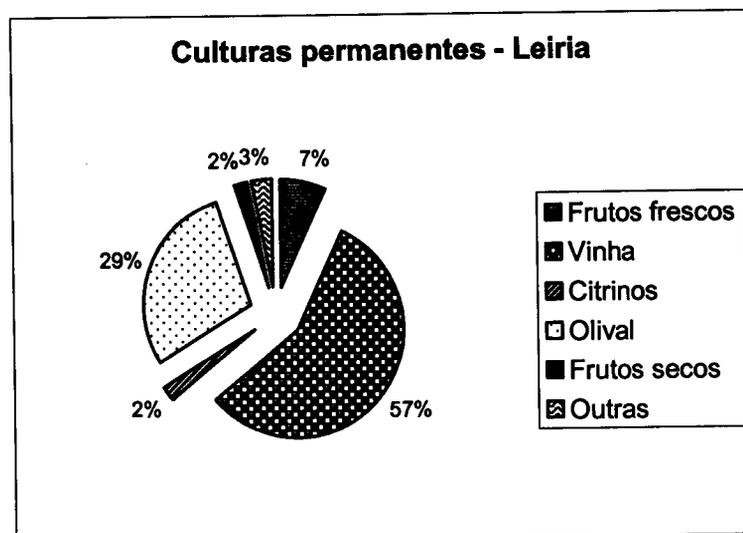
As culturas permanentes que ocorrem nas duas zonas em estudo não são muito diferentes. Existem frutos frescos, citrinos, frutos secos, olival e vinha, no entanto, a área de ocupação varia significativamente.

Figura 22



Fonte: RGA 1999 – Concelho de Arraiolos

Figura 23



Fonte: RGA 1999 – Concelho de Leiria

No concelho de Leiria existe ainda a Mata Nacional de Leiria, onde existem grandes extensões de pinheiro bravo.

Além destas árvores, também podemos encontrar pinheiros mansos e folhosas como eucaliptos, choupos, salgueiros e acácias, que constituem uma eficiente barreira contra o vento, que sopra a maresia durante grande parte do ano.

Relativamente ao concelho de Arraiolos, além das árvores de frutos e olival, pouco se pode acrescentar, existindo nas proximidades da barragem do Divor uma zona de eucaliptos, sendo as restantes ocorrências pouco significativas.

4.3.2. Caracterização climática

Apesar da sua extensão relativamente pequena, Portugal continental tem um clima que varia significativamente de região para região. As principais causas desta variação são a latitude, o relevo, a distância ao mar e, para as regiões da faixa litoral, a orientação dominante da linha de costa. Nas grandes cidades, é também importante a influência do chamado “efeito de ilha urbana” no clima local.

Tendo em conta os valores da temperatura média do ar e da precipitação, segundo Kopper (1936), o clima de Portugal continental é definido como moderado mediterrânico ou subtropical seco. Na faixa litoral, a amplitude térmica é geralmente inferior a 10°C, designando-se o clima de mediterrânico oceânico, em contrapartida nas zonas interiores do país, mais propriamente no Alentejo, a amplitude térmica está compreendida entre os 10°C e 20°C, sendo o clima mediterrânico moderado (FEIO, 1991).

Entre os factores do meio que exercem influência directa ou indirecta sobre as populações de insectos, destacam-se os factores físicos, nomeadamente temperatura do ar, precipitação, humidade relativa do ar e velocidade do vento.

Com base em dados provenientes do Instituto de Meteorologia (I.M.), foram elaborados gráficos relativos às médias semanais das temperaturas mínimas, médias e máximas diárias do ar; da precipitação; da humidade relativa do ar às 9 horas da manhã e da velocidade média do vento, registadas nas estações meteorológicas de Évora e Leiria, entre Agosto de 2000 (semana 31) e Janeiro de 2001 (semana 5).

4.3.2.1. Temperatura do ar

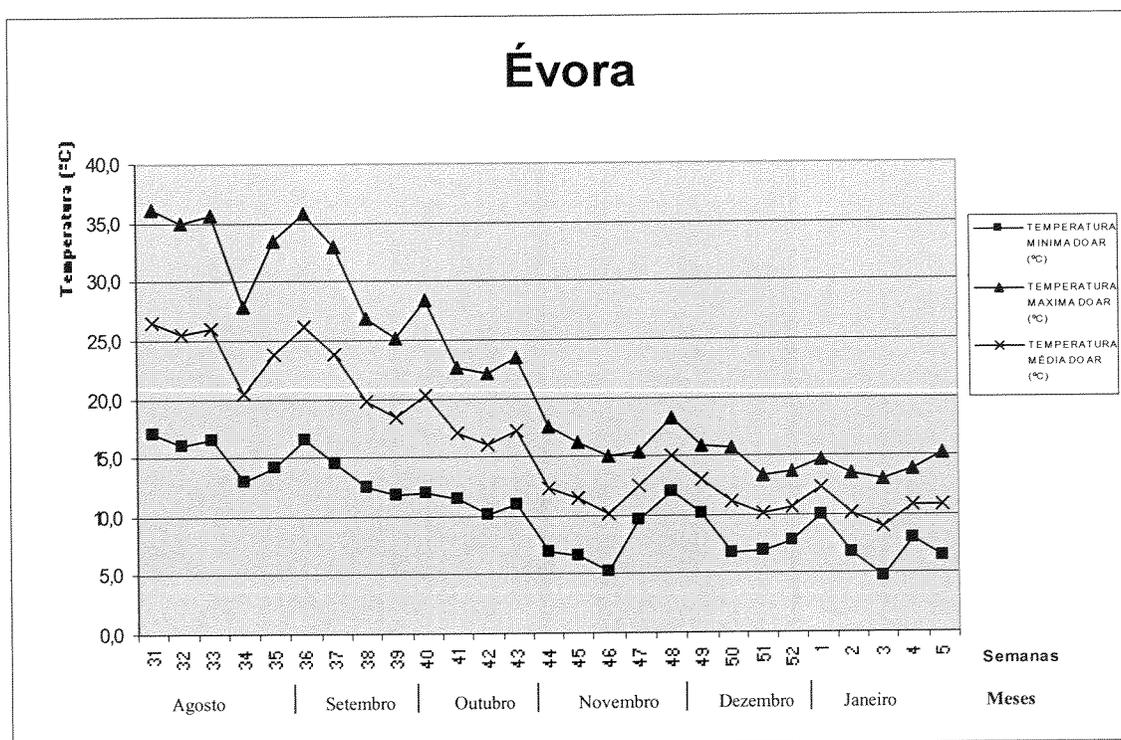


Figura 24 – Médias semanais das temperaturas mínimas, médias e máximas do ar, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Évora (I.M.).

Da análise do gráfico, podemos constatar que a amplitude térmica na zona de Évora varia entre os 15°C e 19°C nas semanas mais quentes (31 a 40), sendo menor durante as semanas com temperaturas mais baixas. A amplitude térmica na zona de Évora atingiu o valor máximo (19°C) nas semanas 31 e 36, tendo sido registada a amplitude mínima na semana 1 (5°C).

Durante o período de tempo considerado, a temperatura máxima variou entre os 13°C (semanas 51 e 3) e os 36°C (semana 31); a variação da temperatura média foi entre os 9°C (semana 3) e os 26°C (semanas 31,33 e 36); relativamente à temperatura mínima a sua oscilação encontra-se entre os 5°C (semanas 46 e 3) e os 17°C (semanas 31, 33 e 36).

Relativamente à zona de Leiria, nas semanas 50 a 52, a ausência de dados resulta de uma falha nos registos por parte do I.M.

A amplitude térmica nesta zona é inferior à da zona de Arraiolos, variando entre os 5°C (semanas com temperaturas mais baixas) e os 15°C (semanas mais quentes), verificando-se no entanto uma amplitude térmica de aproximadamente 18°C na semana 32.

Durante o período de tempo considerado, a temperatura máxima variou entre os 12°C (semana 1) e os 31°C (semana 32); a variação da temperatura média foi entre 9°C (semanas 46 e 3) e os 23°C (semana 33); relativamente à temperatura mínima a sua oscilação encontra-se entre os 3°C (semana 46) e os 15°C (semana 33).

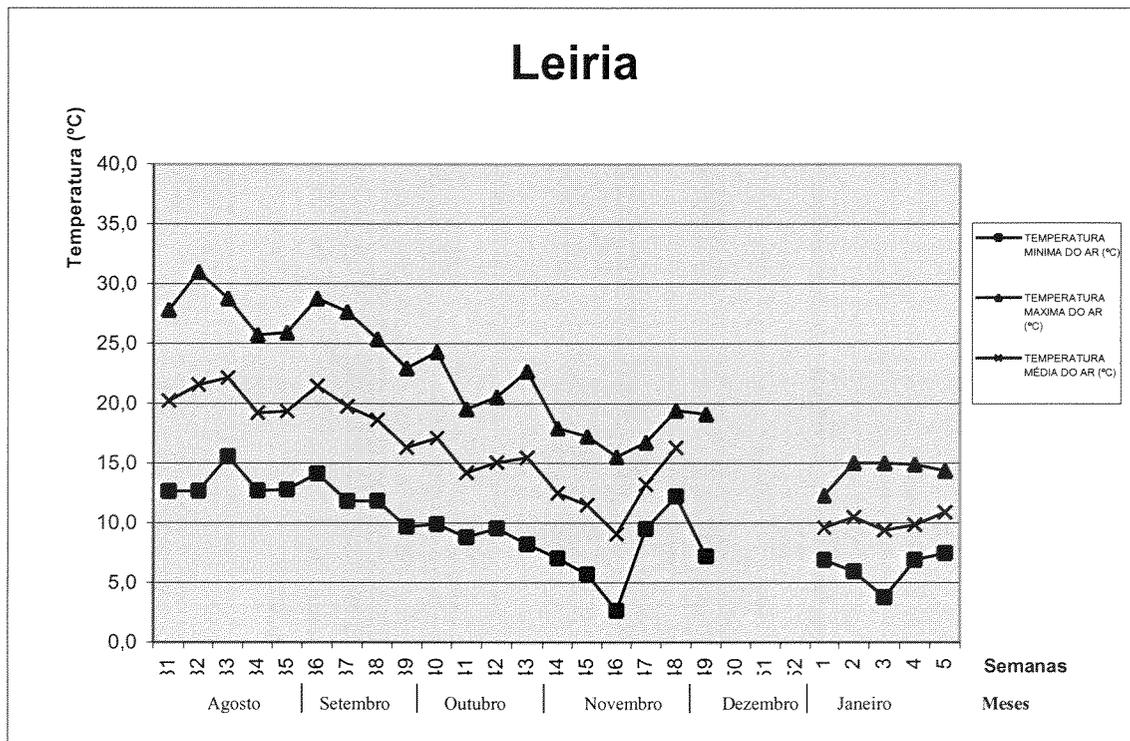


Figura 25 – Médias semanais das temperaturas mínimas, médias e máximas do ar, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Leiria (I.M.).

4.3.2.2. Precipitação

A quantidade de precipitação média semanal, na zona de Évora, durante o mês de Agosto e primeira quinzena de Setembro (semanas 31 a 37) foi praticamente nula; nas restantes semanas, com excepção das semanas 40 e 43, ocorreu alguma precipitação. Os valores mais elevados foram registados nas semanas 49, 51 e 52 (mês de Dezembro), atingindo respectivamente os 11mm; 9,5mm e 13,5mm de precipitação.

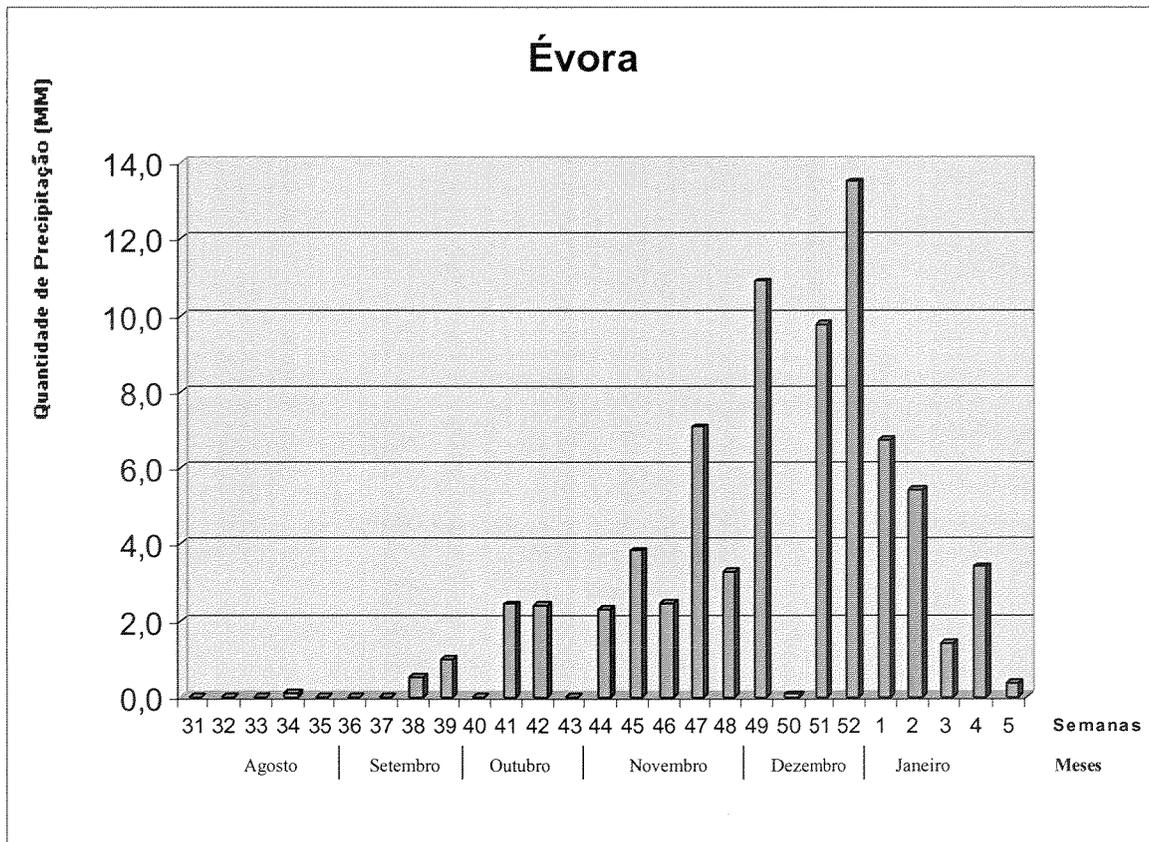


Figura 26 – Médias semanais da quantidade de precipitação (mm), entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Évora (I.M.).

Na zona de Leiria, entre as semanas 50 a 52, a ausência de dados resulta de uma falha nos registos por parte do I.M.

Relativamente aos dados disponíveis, quando comparada com a região de Évora, na zona de Leiria existe uma distribuição mais homogénea da precipitação. Durante todos os meses foi registada alguma precipitação, inclusivamente durante o período de Verão.

Os valores mais elevados foram registados nas semanas 42, 44 e 2, atingindo respectivamente os 7 mm; 6,5 mm e 8 mm de precipitação.

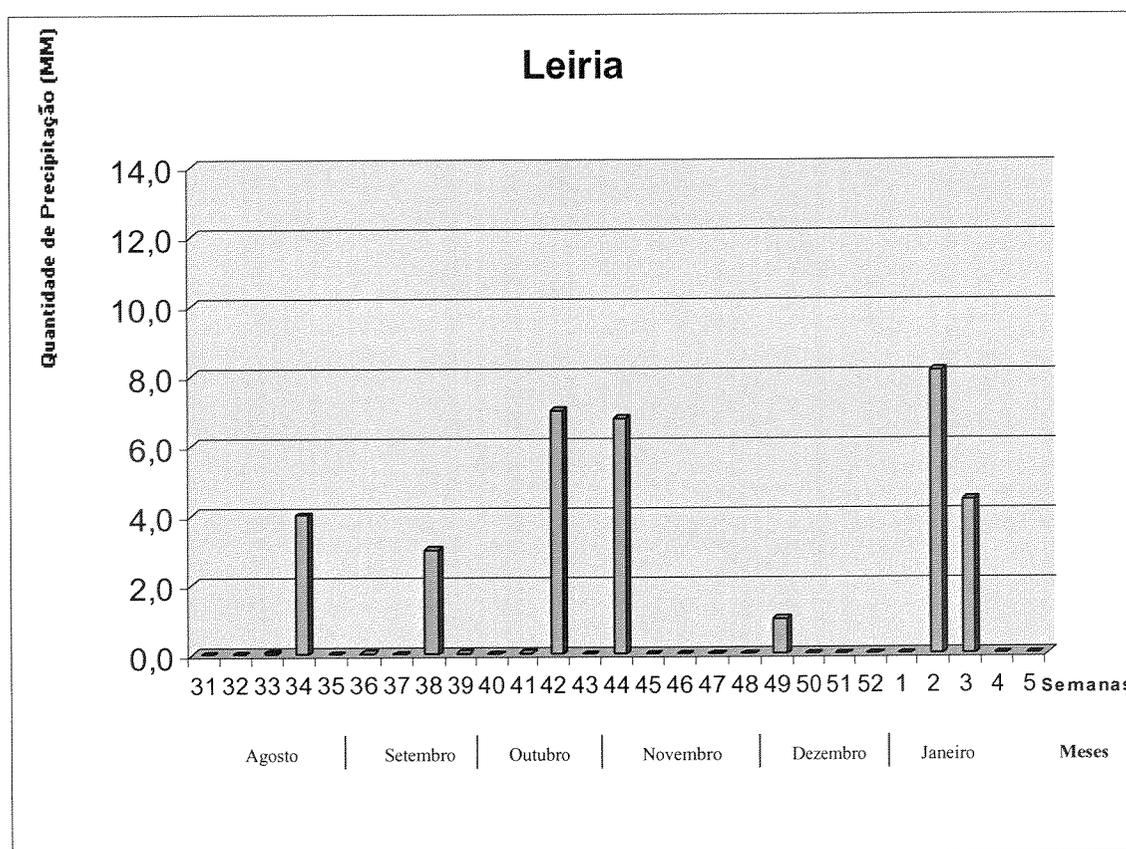


Figura 27 – Médias semanais da quantidade de precipitação (mm), entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Leiria (I.M.).

4.3.2.3. Humidade relativa do ar

A humidade relativa do ar é o factor com maior influência na progressão de doenças nas plantas, condicionando a sobrevivência de pragas e dos antagonistas associados (Meierrose, 1990).

Na zona de Évora, as semanas mais húmidas correspondem à última quinzena de Novembro (semanas 47 e 48), primeira semana de Dezembro (semana 49) e mês de Janeiro (semanas 1, 2, 3 e 4), cuja humidade é de aproximadamente 90%. As semanas 31, 32 e 36 são as mais secas, apresentando uma percentagem de humidade inferior a 40% (**Figura 28**).

Na zona de Leiria, a ausência de dados entre as semanas 50 e 52, resulta de uma falha nos registos por parte do IM.

Esta zona é mais húmida que a zona de Évora, aliás o que é compreensível, pois trata-se de uma zona Litoral. Nas semanas 1 e 3 (Janeiro) a humidade atingiu aproximadamente os 100%. A semana mais seca é a 32, com uma humidade de aproximadamente 65% (**Figura 29**).

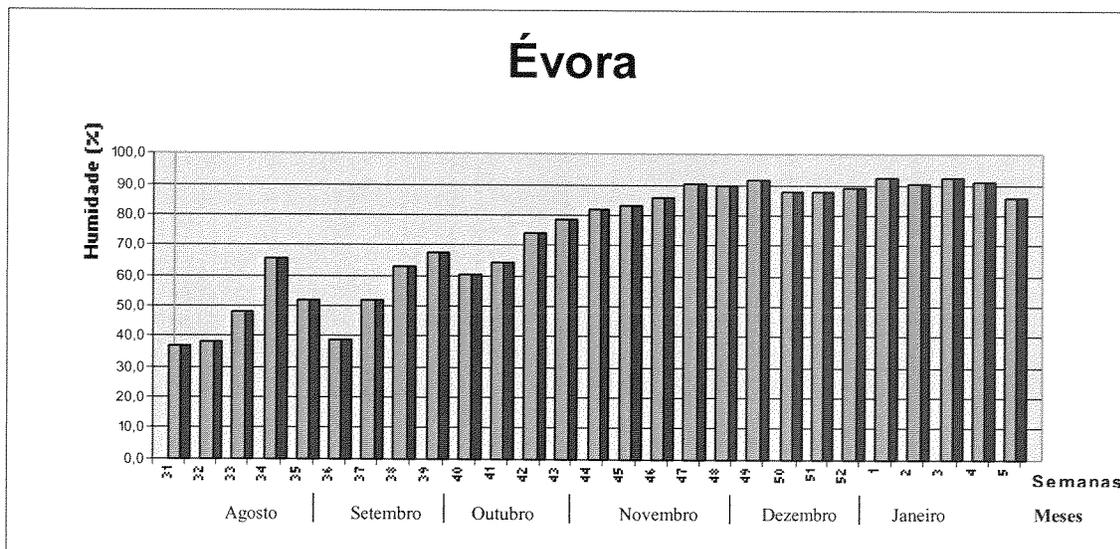


Figura 28 – Médias semanais da humidade relativa do ar às 9 horas, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Évora (I.M.).

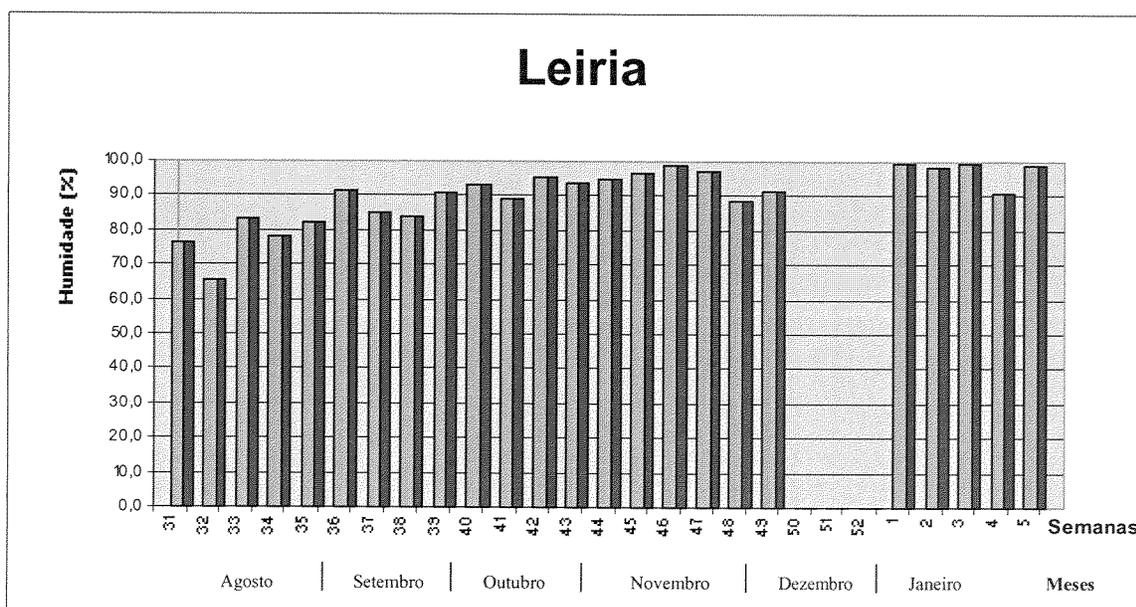


Figura 29 – Médias semanais da humidade relativa do ar às 9 horas, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Leiria (I.M.).

4.3.2.4. Vento

O vento funciona como veículo de transporte de populações de insectos, sendo importante nestes estudos, o conhecimento da sua direcção dominante.

Na região do Alentejo, o vento dominante é do quadrante Norte, embora as condições fisiográficas de alguns locais possam condicionar outras direcções. Durante o Inverno, ventos e rajadas mais fortes fazem-se sentir de Sudoeste (Meierrose, 1990).

Na zona de Leiria, os ventos dominantes sopram de Norte e Noroeste – Mata Nacional de Leiria, e de Oeste e Noroeste – faixa Litoral.

Devido à altitude a que foram obtidos, os valores registados pelo I.M., não têm grande significado para o nosso estudo. A altitude que interessa para estudos de migração situa-se entre os 1000 e os 2000 m (Drake & Farrow, 1988).

Na zona de Évora, existem oscilações na velocidade média do vento, sendo as semanas 1 e 5 (Janeiro), as que apresentam velocidades médias mais elevadas, que rondam os 19 Km/h. A semana 50 (Dezembro), apresenta o pico mais baixo, em que a velocidade média do vento é de aproximadamente 9Km/h.

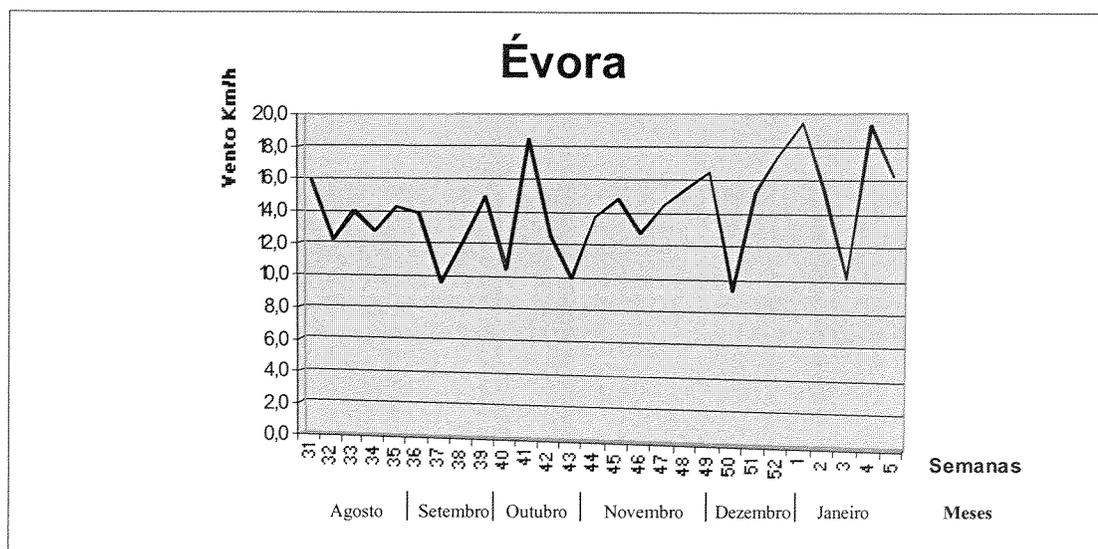


Figura 30 – Velocidade média do vento, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Évora (I.M.).

Na zona de Leiria a velocidade média do vento é baixa, oscilando entre os 2 Km/h e os 7 Km/h. O que pode estar relacionado com a Mata Nacional de Leiria, eficiente barreira contra o vento.

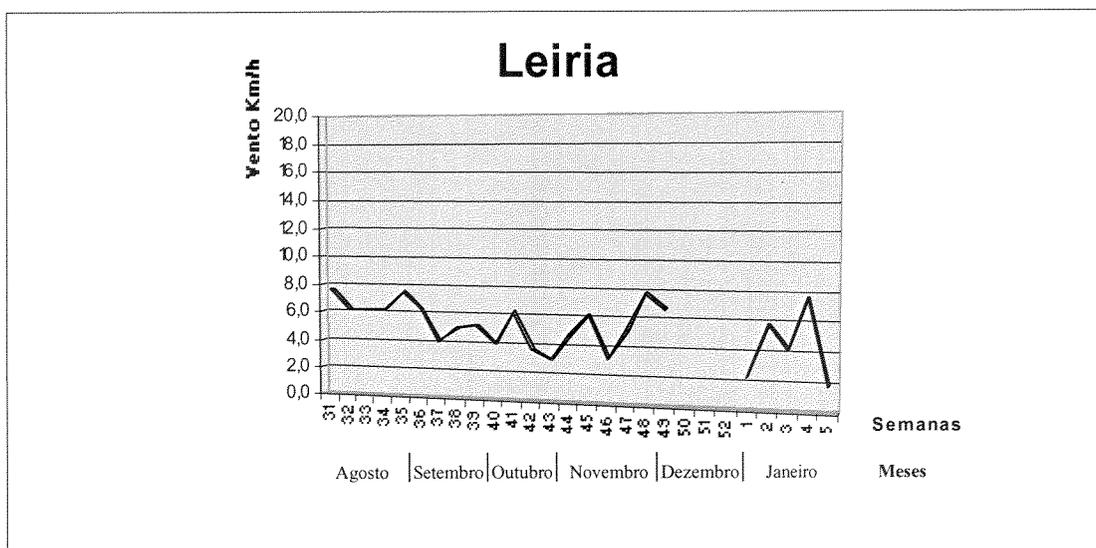


Figura 31 – Velocidade média do vento, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Leiria (I.M.).

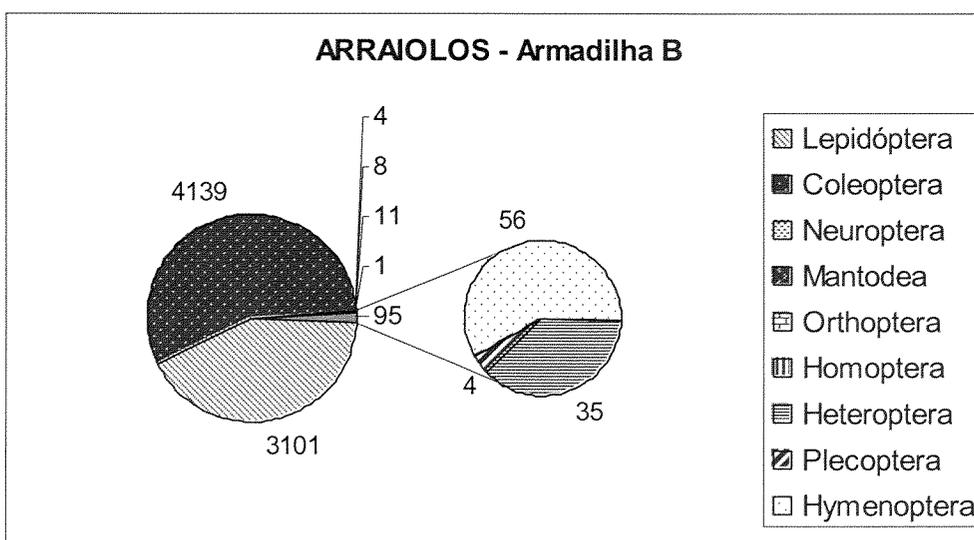
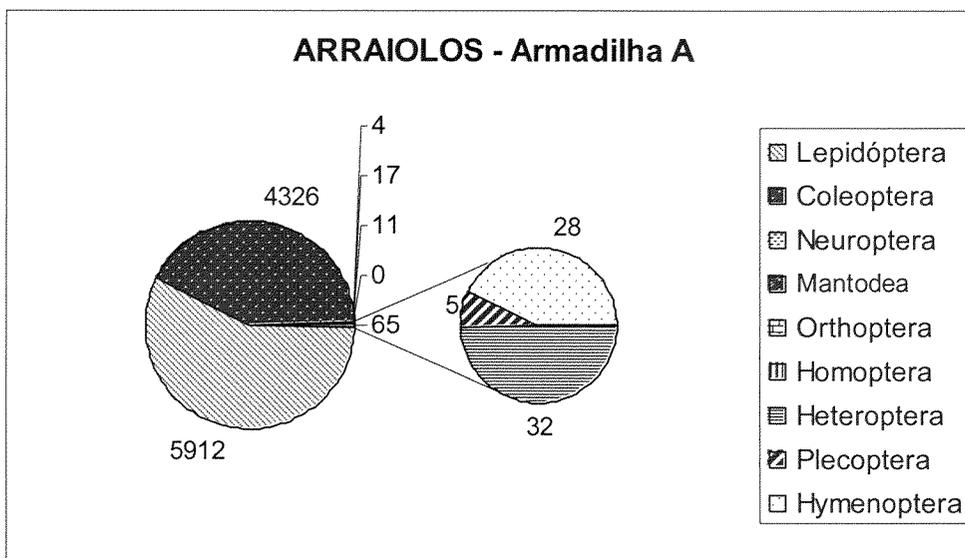
4.4. Resultados

4.4.1. Ordens capturadas

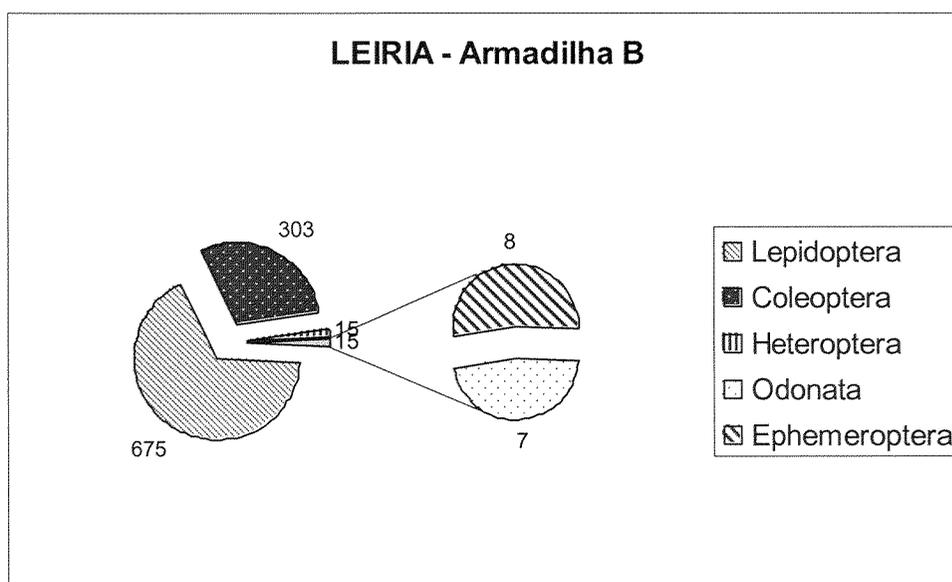
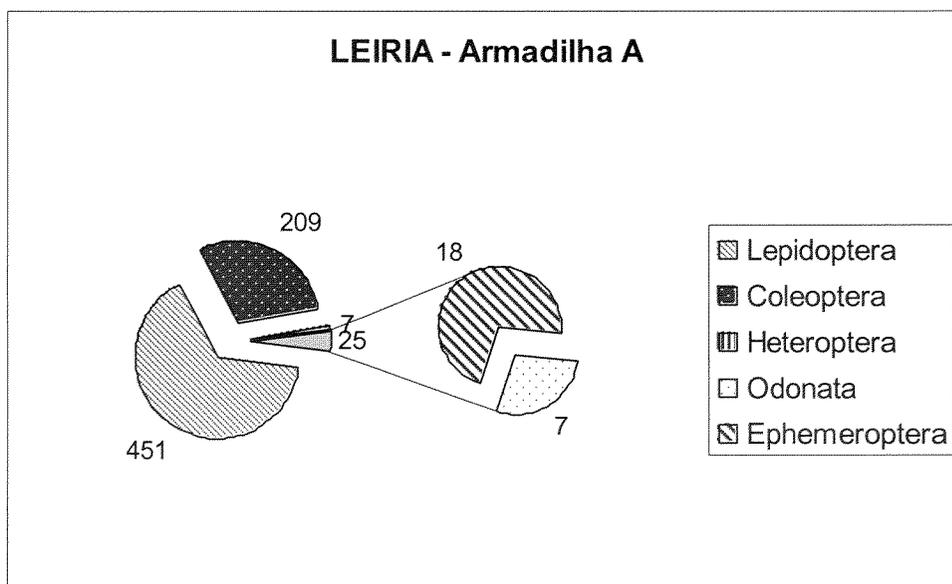
4.4.1.1. Número de indivíduos capturados em cada Ordem

Após a triagem da entomofauna capturada nas quatro armadilhas luminosas, e identificação das ordens recorrendo à chave dicotómica de Quartau (1998), procedeu-se à contagem dos indivíduos capturados.

Os valores obtidos estão expressos nos diagramas circulares apresentados.



Figuras 32 e 33 - Número de indivíduos capturados e respectiva ordem, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Arraiolos.



Figuras 34 e 35 . Número de indivíduos capturados e respectiva ordem, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Leiria.

4.4.1.2. Número de espécies capturadas em cada Ordem

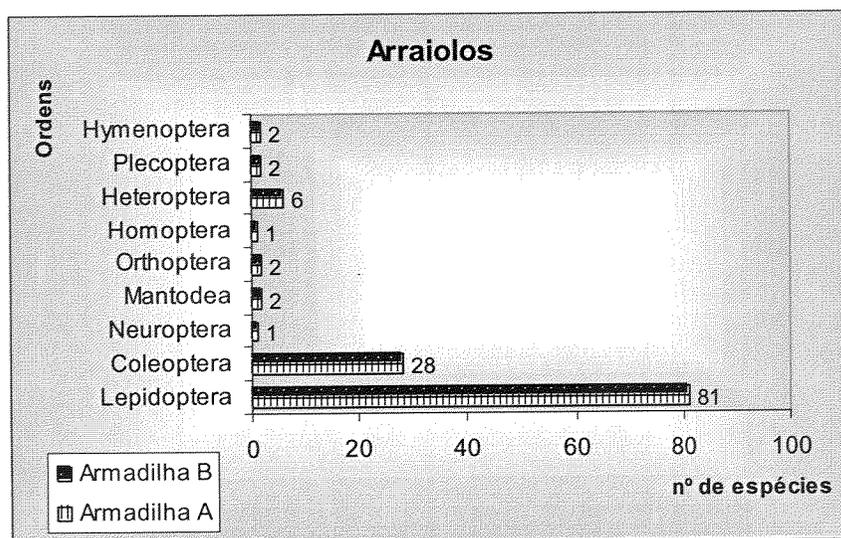


Figura 36 - Número de espécies capturadas em cada Ordem – Arraiolos.

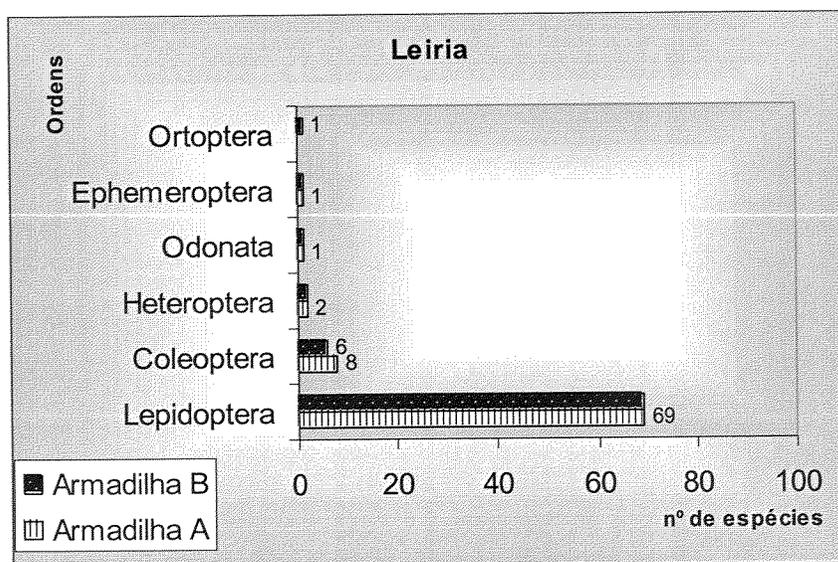


Figura 37 – Número de espécies capturadas em cada Ordem – Leiria.

4.4.2. Ordem *Lepidoptera*

Dada a abundância e diversidade de indivíduos capturados, centrámos o nosso estudo na ordem *Lepidoptera*.

Utilizando os valores anteriormente mencionados, procedeu-se à determinação dos índices de diversidade - α (Margalef, 1951) da ordem *Lepidoptera*, durante o período de tempo considerado (Agosto 2000 a Janeiro de 2001) nas duas zonas em estudo. Com este índice pretende-se estabelecer uma relação entre o número de espécies e o número de indivíduos capturados.

Com o objectivo de observar possíveis semelhanças entre as populações capturadas na zona de Arraiolos e de Leiria, foi determinada a constância simultânea - C_s (Lara, 1976).

4.4.2.1. Índice de diversidade - α

$$\alpha = \frac{(S-1) \times 0,4343}{\log N}$$

S= número de espécies

N= número de indivíduos

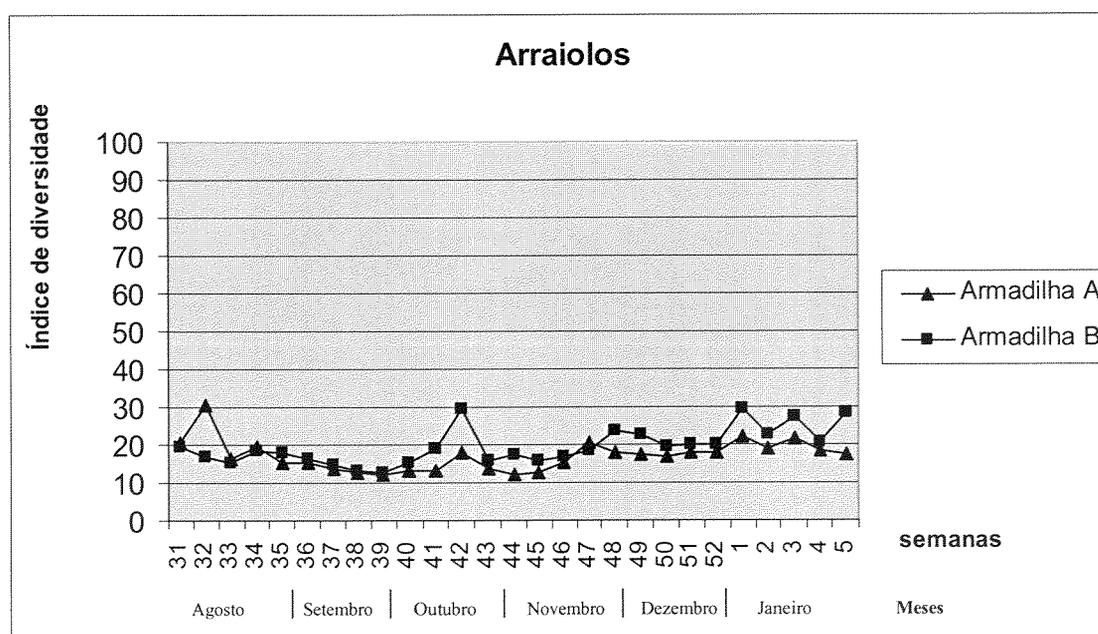


Figura 38- Índices de diversidade da ordem *Lepidoptera* nas armadilhas A e B, durante os meses de Agosto de 2000 a Janeiro de 2001- Arraiolos.

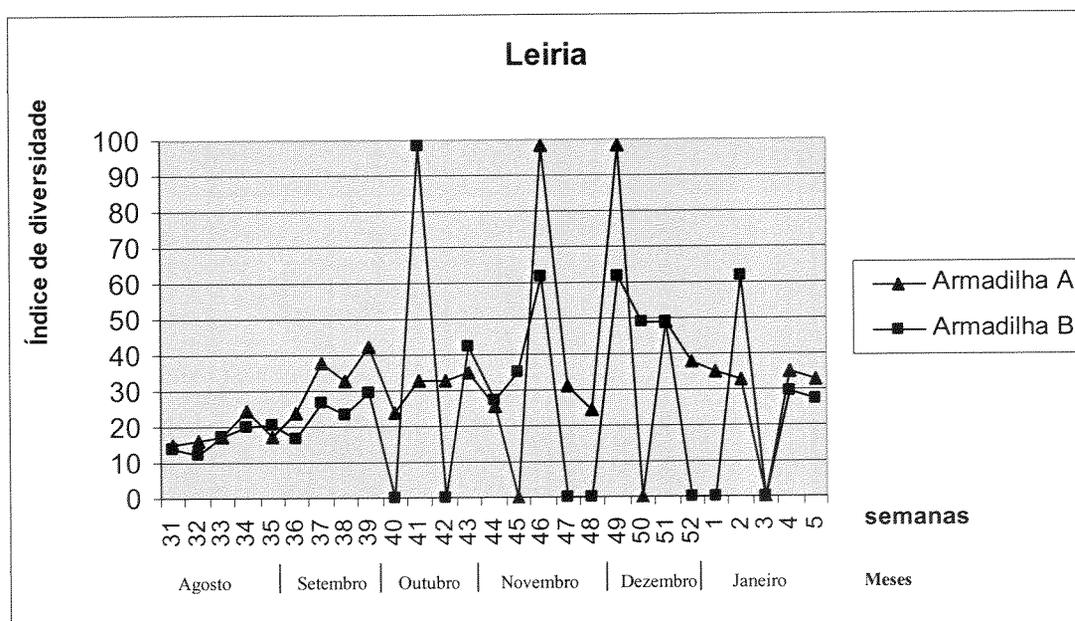


Figura 39- Índices de diversidade da ordem Lepidoptera nas armadilhas A e B, durante os meses de Agosto de 2000 a Janeiro de 2001- Leiria.

4.4.2.2. Constância simultânea (Cs)

$$Cs = \frac{2J}{nA+nB}$$

J= número de ocorrências simultâneas
 nA=número de ocorrências da espécie no local A
 nB=número de ocorrências da espécie no local B

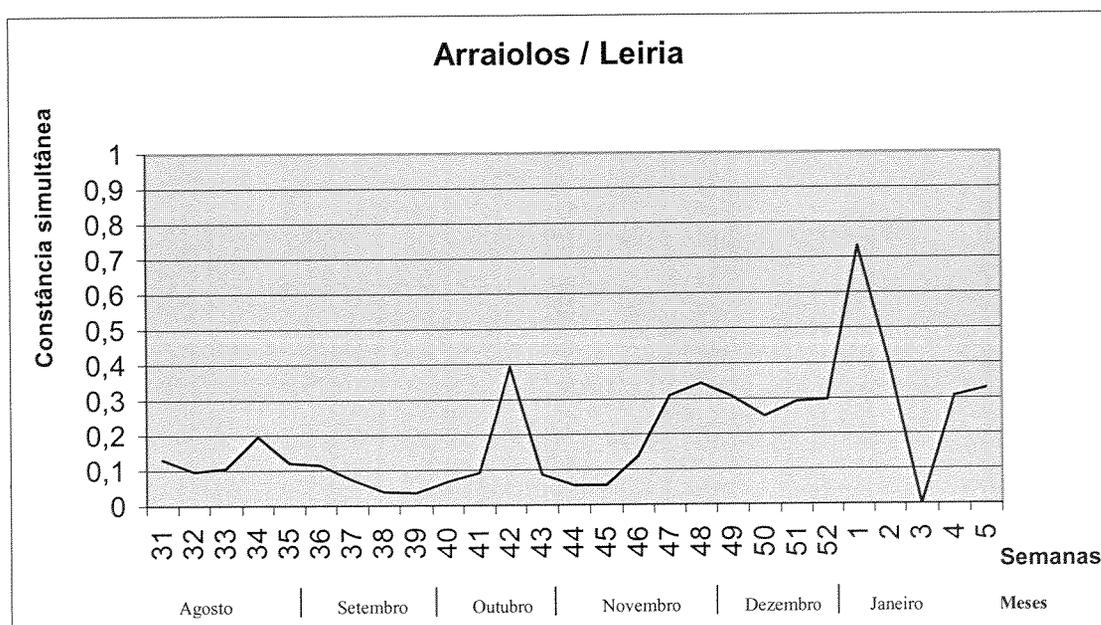


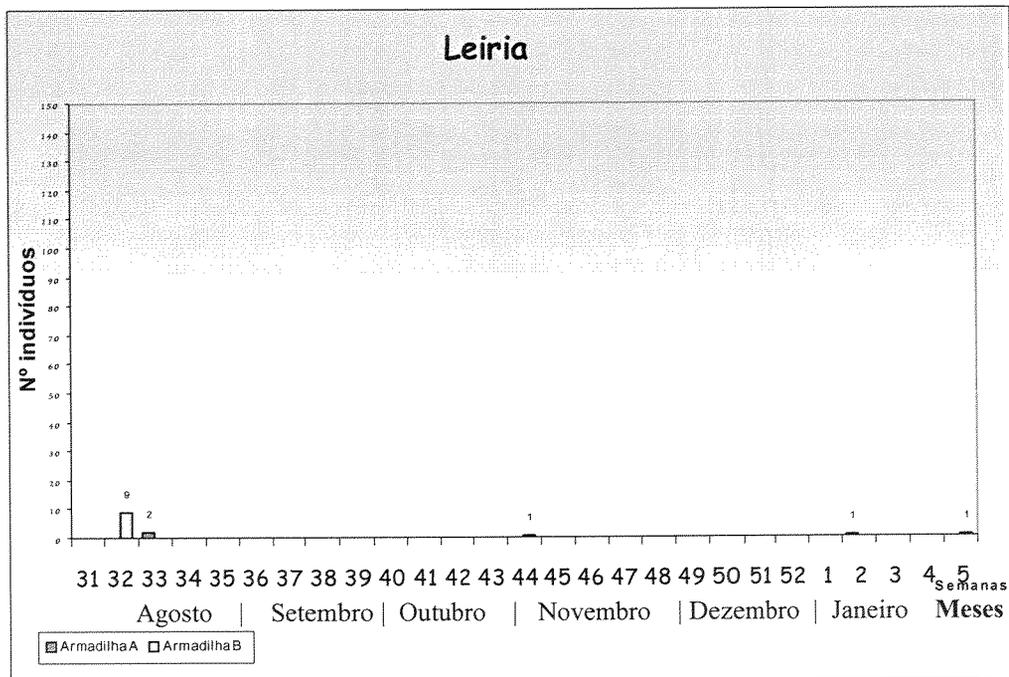
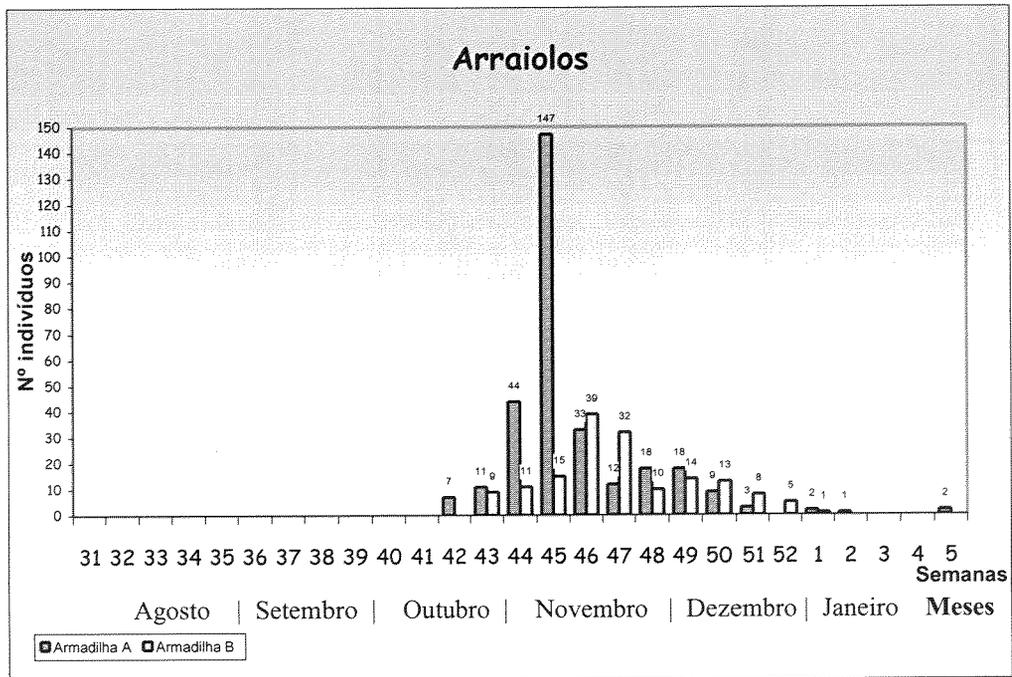
Figura 40- Índices de constância simultânea (Cs) entre as zonas de Arraiolos e Leiria, durante os meses de Agosto de 2000 a Janeiro de 2001.

4.4.2.3. Exemplos de espécies capturadas

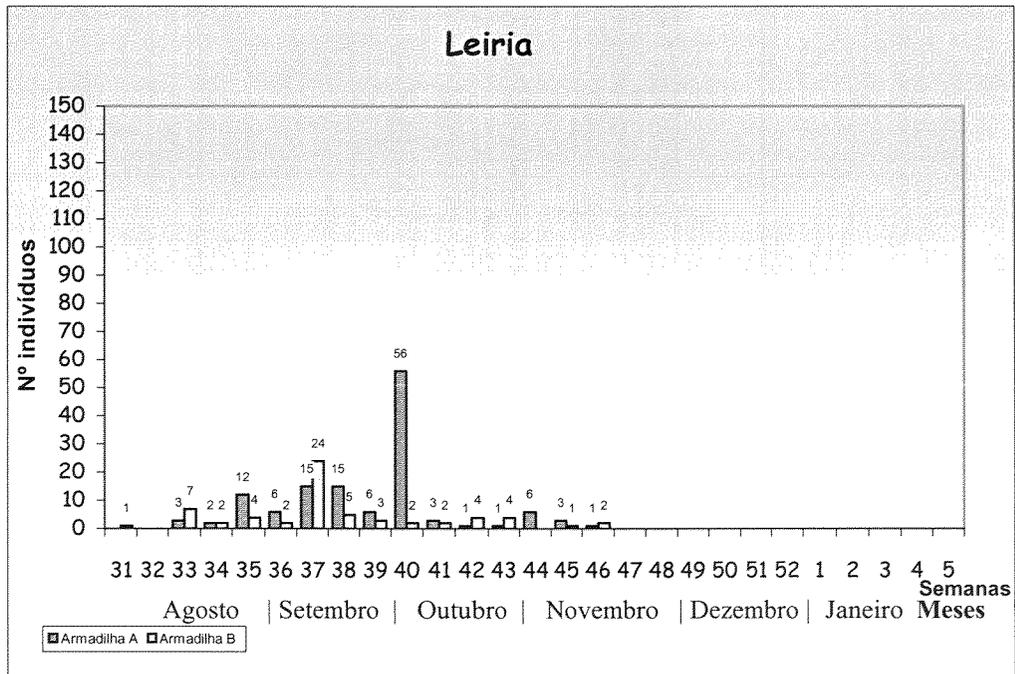
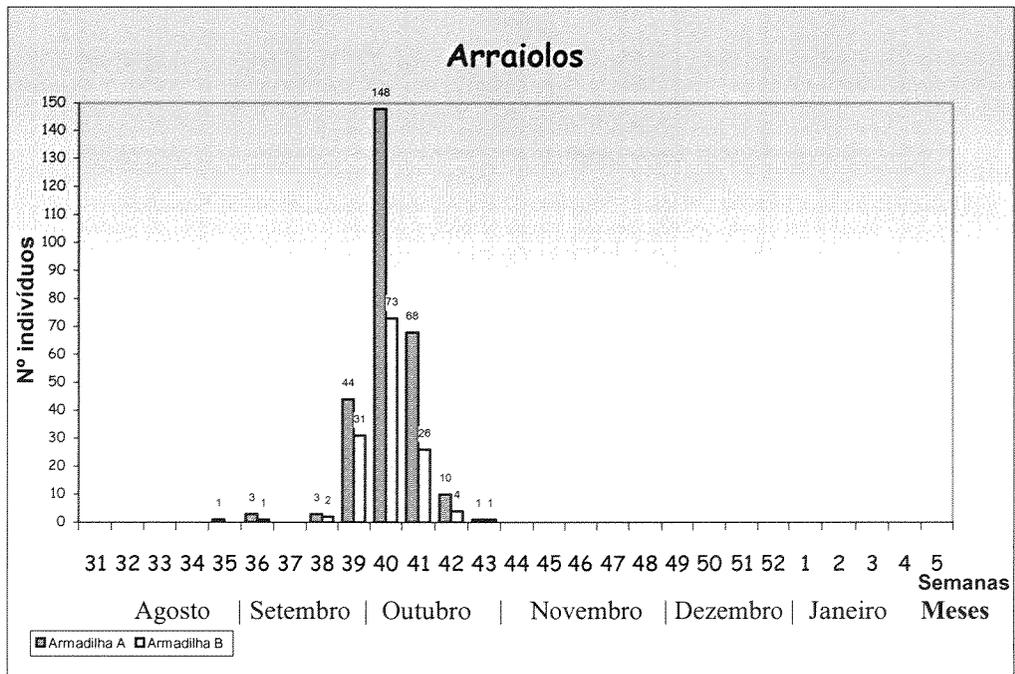
Foi efectuada uma selecção entre as espécies da ordem *Lepidoptera* capturadas, com base no factor abundância, isto é, na quantidade de indivíduos capturados nas duas zonas em estudo, com vista à elaboração das suas curvas de voo.

Tabela V- Exemplos de espécies de lepidópteros noctuídeos capturados entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001, respectivos habitats e plantas hospedeiras.

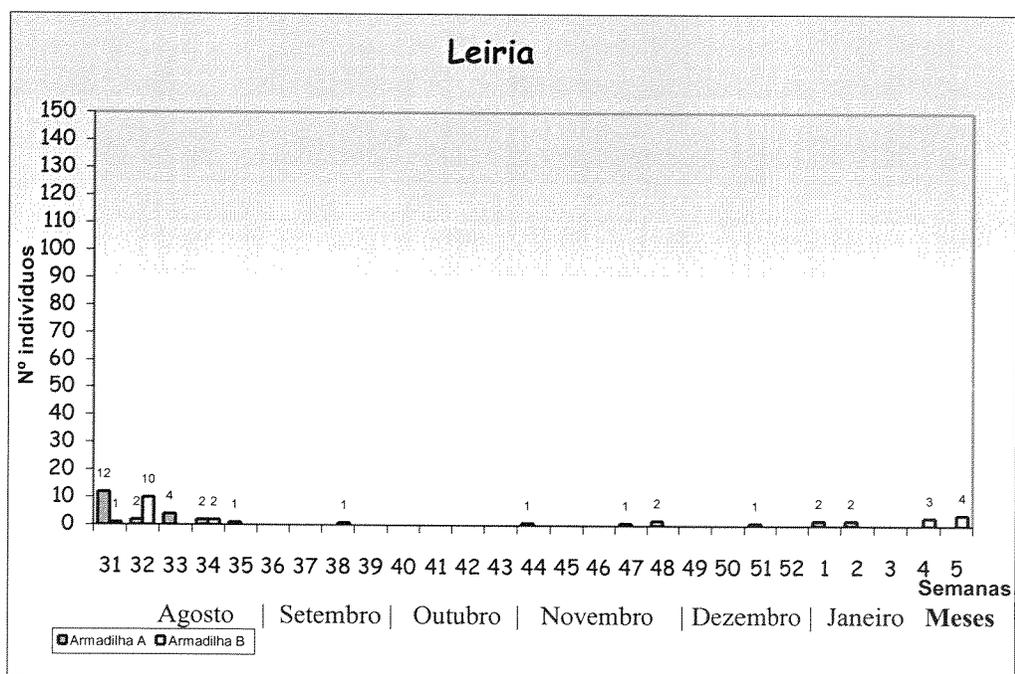
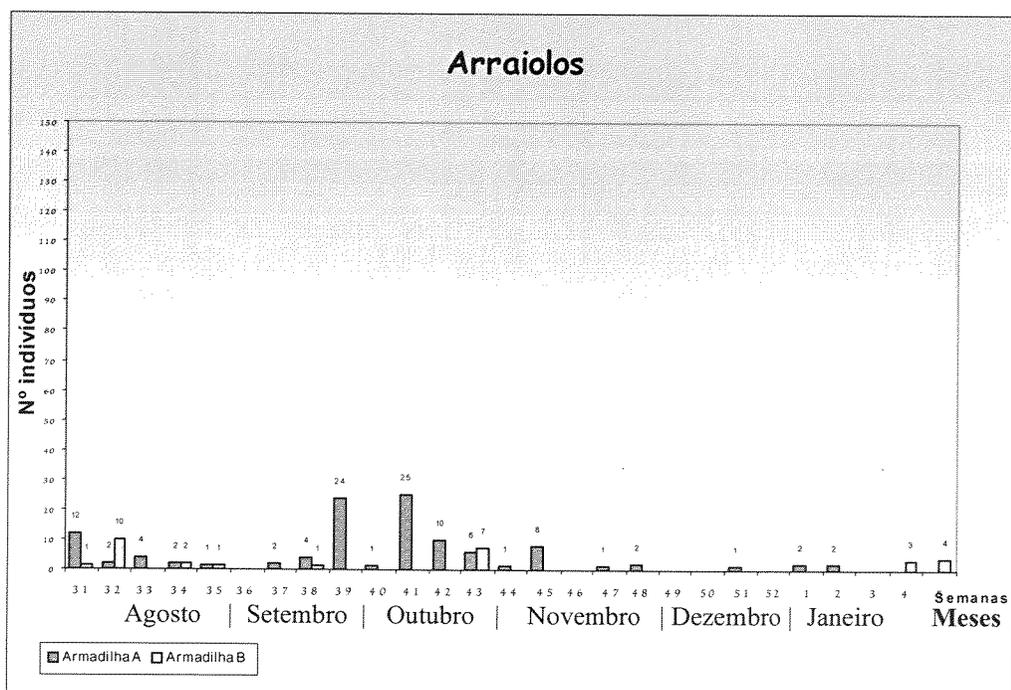
Espécie	Habitat	Planta hospedeira
<i>Aporophyla nigra</i> Haw	Pastagens	<i>Rumex</i> , <i>Genista</i> , <i>Oxalis</i> , <i>Molinia</i> , entre outras.
<i>Arctia caja</i> L.	Ubiquitaria	(Polífaga)
<i>Aspilates gilvaria</i> Schiff.	Pradarias de estepes	<i>Sarothamnus</i> , <i>Erica</i> , <i>Calluna</i> , <i>Senecio</i>
<i>Athetis gluteosa</i> Tr.	Zonas abertas, secas, vinhas, estepes	Herbáceas anuais
<i>Bryophila muralis</i> Forst.	Rochedos quentes	Líquenes sobre rochas
<i>Calothysanis amata</i> L.	Corredores ripícolas	<i>Rumex</i> , <i>Polygonium</i>
<i>Cerapteryx graminis</i> L.	Campos, prados húmidos, corredores ripícolas	<i>Juncus</i> , <i>Scirpus</i>
<i>Conistra vaccinii</i> L.	Estepe arborizada	Folhas de herbáceas e arbustos
<i>Lacanobia oleracea</i> L.	Paisagens abertas e jardins	<i>Atriplex</i> , <i>Chenopodium</i>
<i>Mythimna pallens</i> L.	Pastagens e campos abertos	Gramíneas
<i>Mythimna unipuncta</i> HW.	Pastagens	Gramíneas
<i>Noctua pronuba</i>	Ubiquitaria	Herbáceas, gramíneas, couves e legumes.
<i>Ochropleura plecta</i>	Zonas de pousios, parques e jardins	Herbáceas
<i>Phragmatobia fuliginosa</i> L.	Prados, pastagens, ermos e charnecas	Urtiga, lâmio, dente-de-leão (polífaga)
<i>Scopula ornata</i>	Pastagens	Trevo
<i>Tarache lucida</i> Hufn.	Pradarias secas e quentes, pousios, <i>Erica</i>	<i>Malvales</i> , <i>Althaea</i> , <i>Convolvulus</i> , <i>Chenopodium</i> , entre outras.
<i>Thamatopoea pityocampa</i>	Pinhais	<i>Pinus</i>
<i>Xestia xanthographa</i> D.& S.	Estepes arborizadas	(Polífaga)



Figuras 41 e 42- Curvas de voo da espécie *Aporophyla nigra* Haw.



Figuras 43 e 44- Curvas de voo da espécie *Arctia caja* L.



Figuras 45 e 46- Curvas de voo da espécie *Aspilates gilvaria* Schiff.

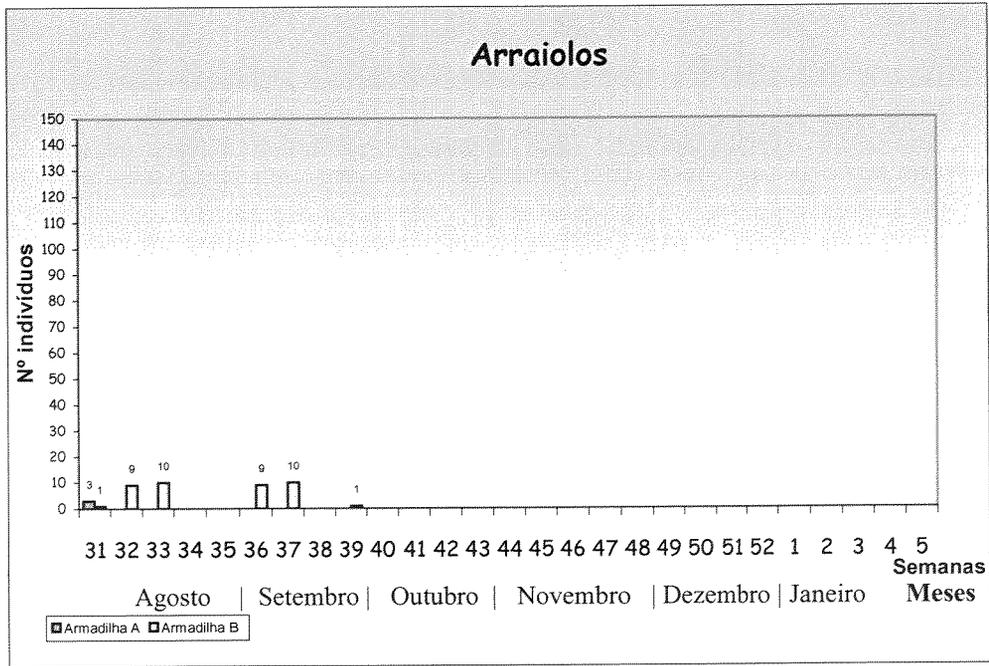


Figura 47 - Curva de voo da espécie *Athetis gluteosa* Tr.

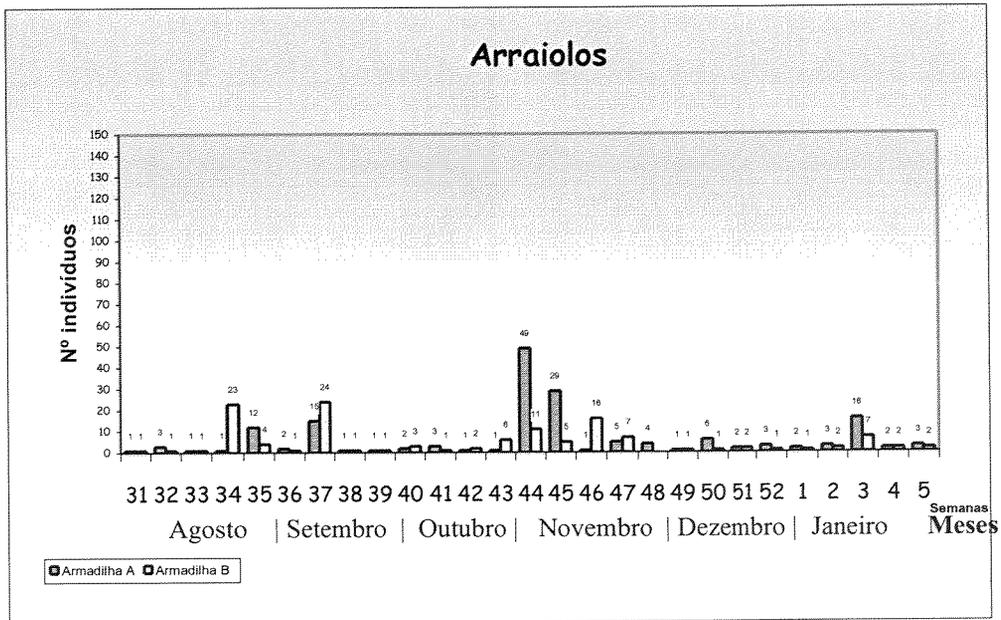


Figura 48 - Curva de voo da espécie *Bryophila muralis* Forst.

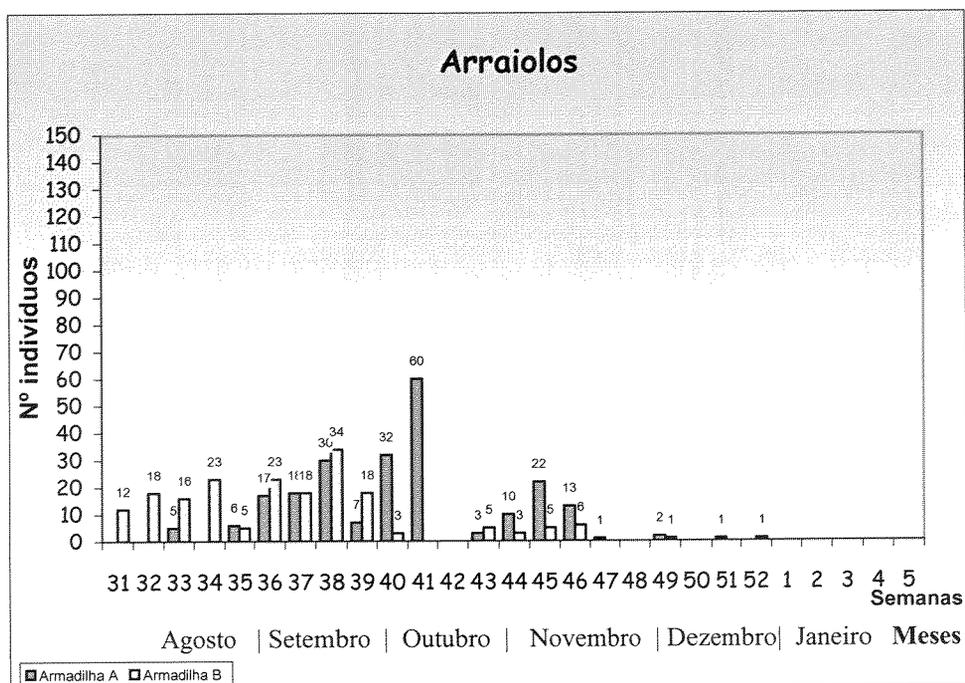


Figura 49 - Curva de voo da espécie *Calothysanis amata* L.

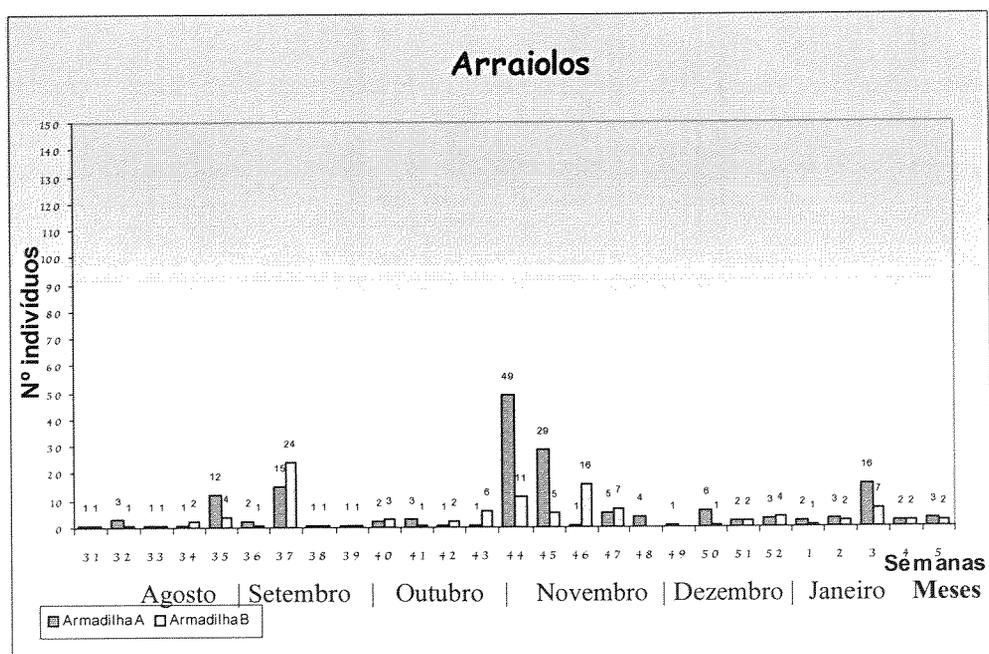
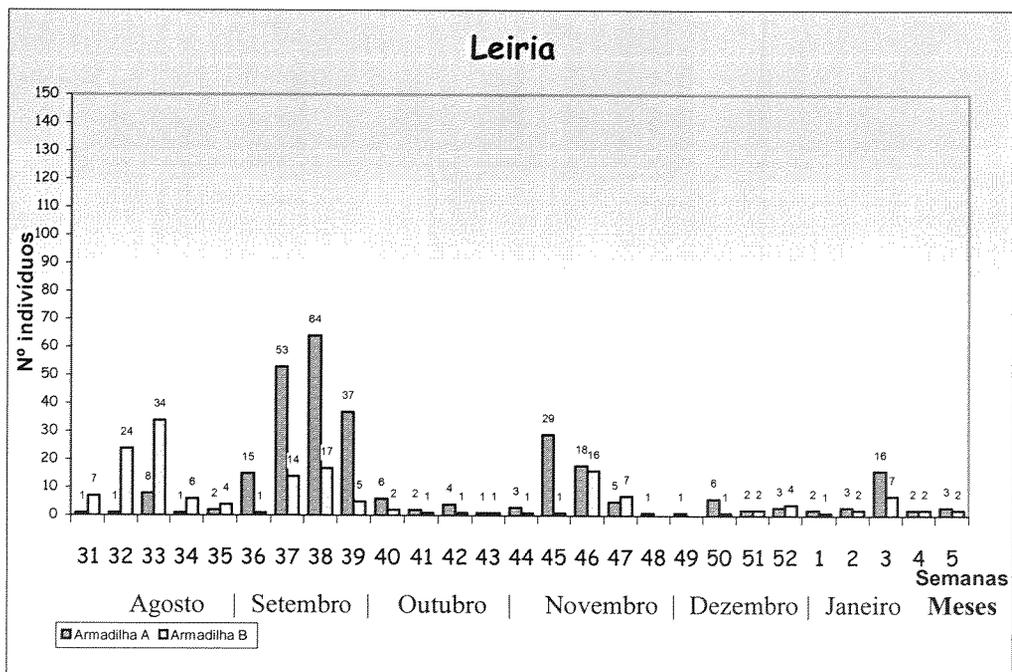
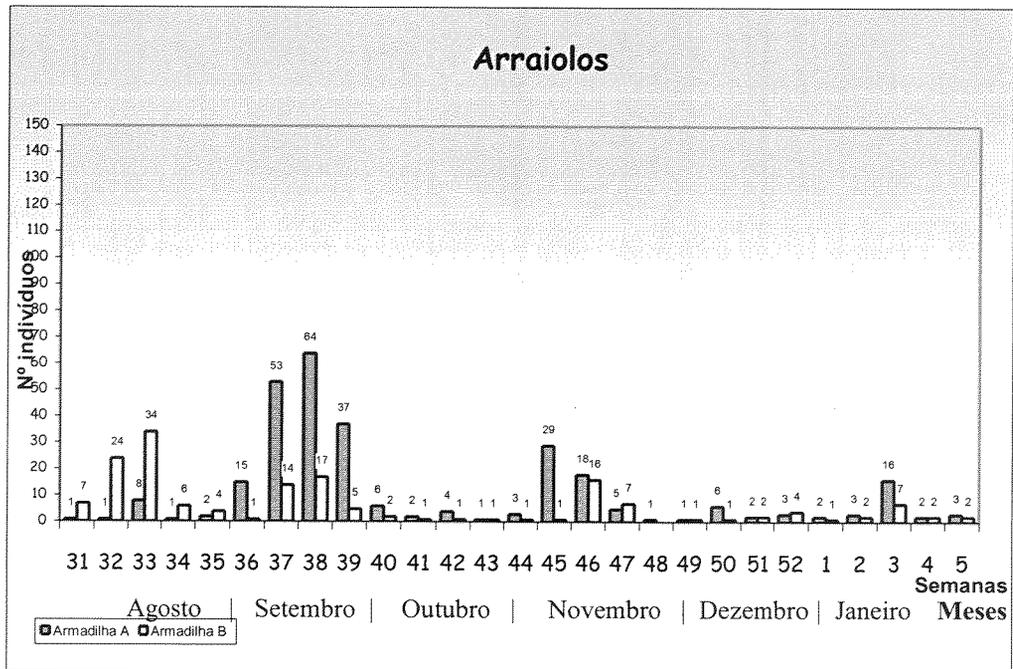


Figura 50 - Curva de voo da espécie *Cerapteryx graminis* L.



Figuras 51 e 52 - Curvas de voo da espécie *Conistra vaccinii* L.

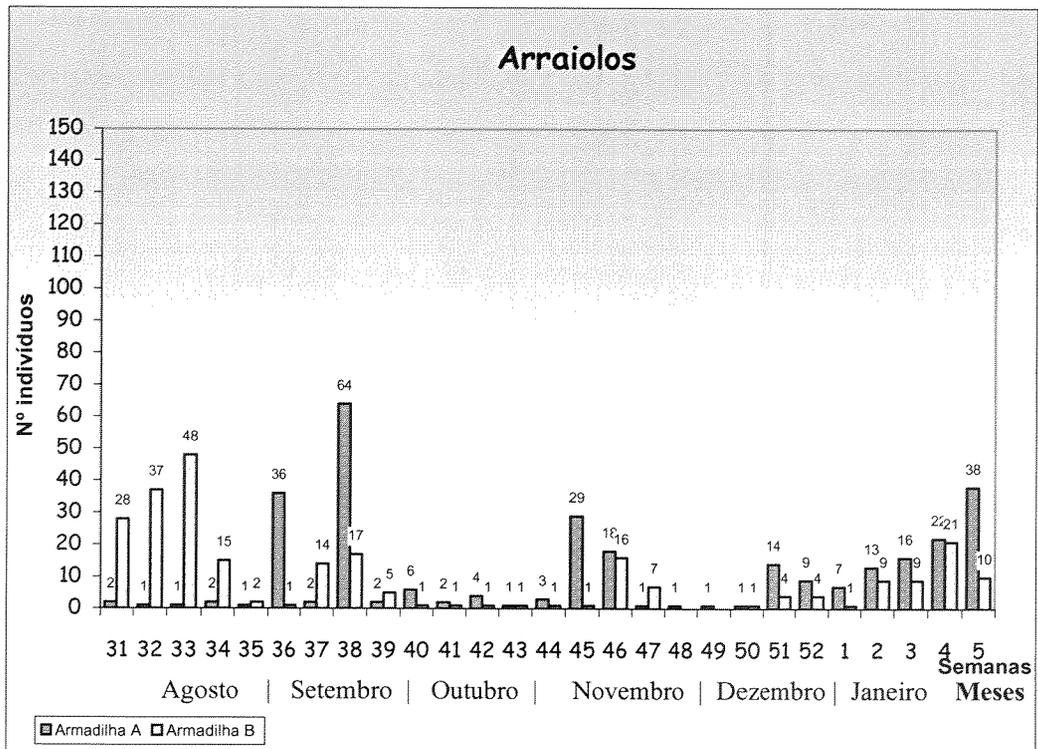
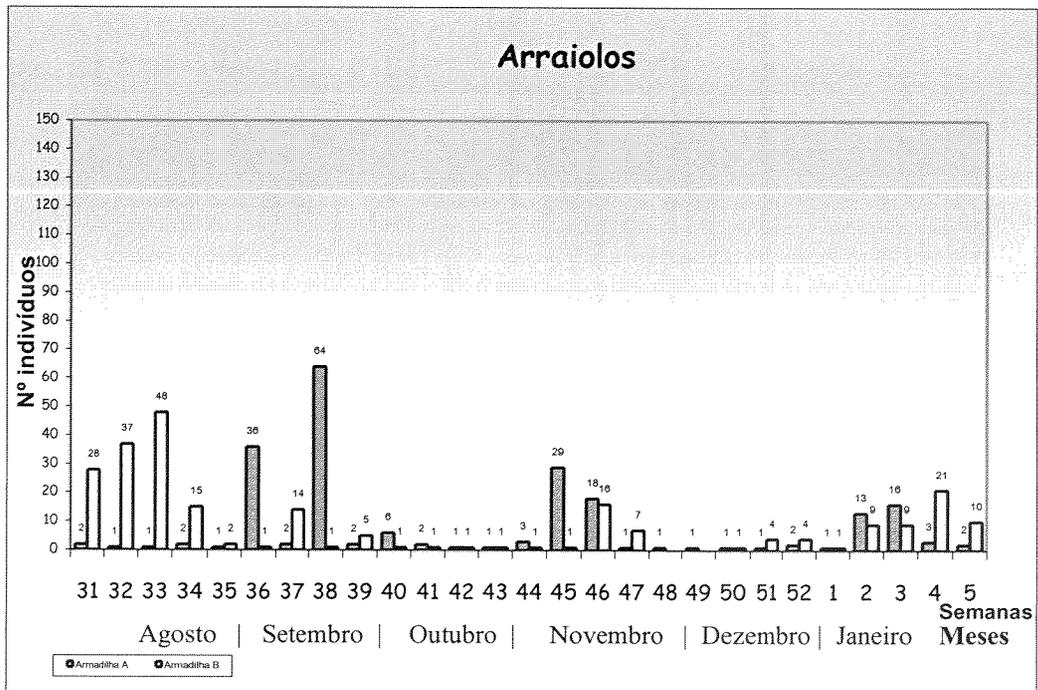
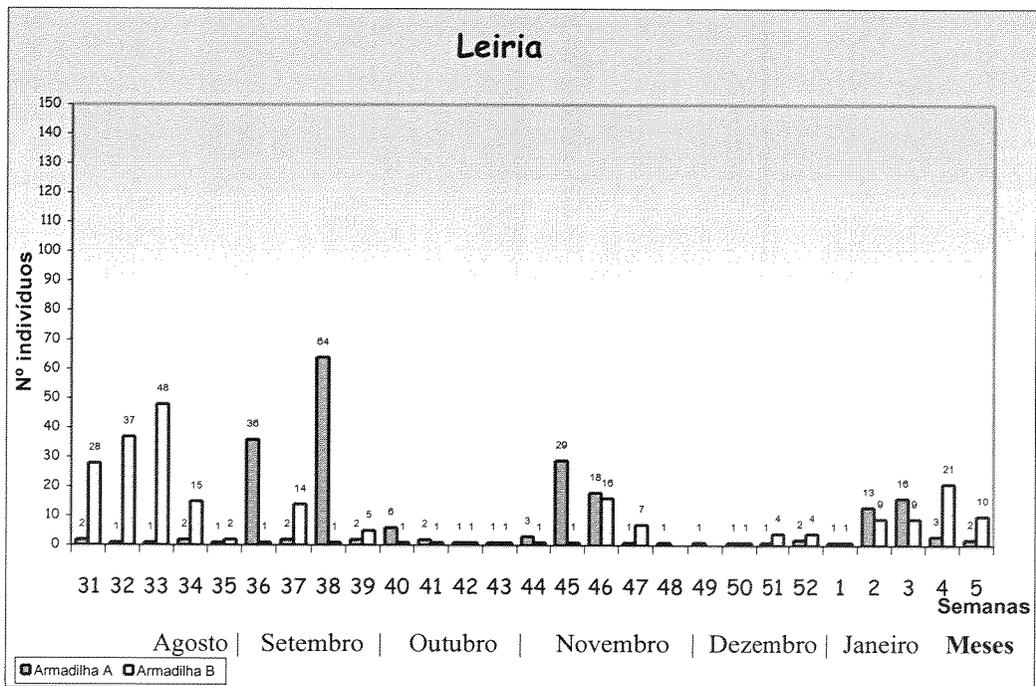
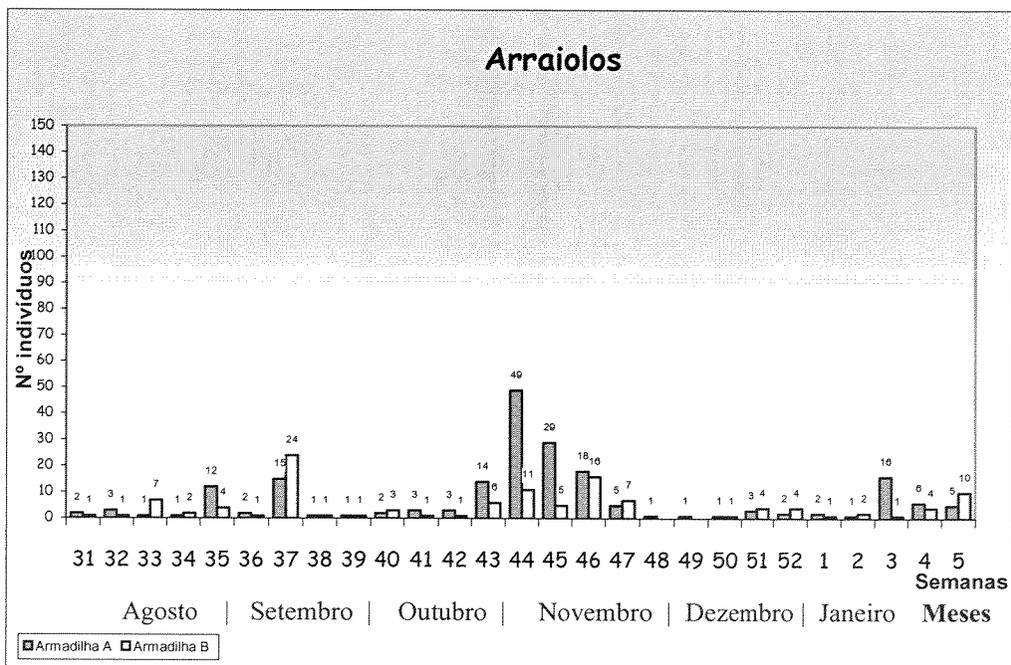


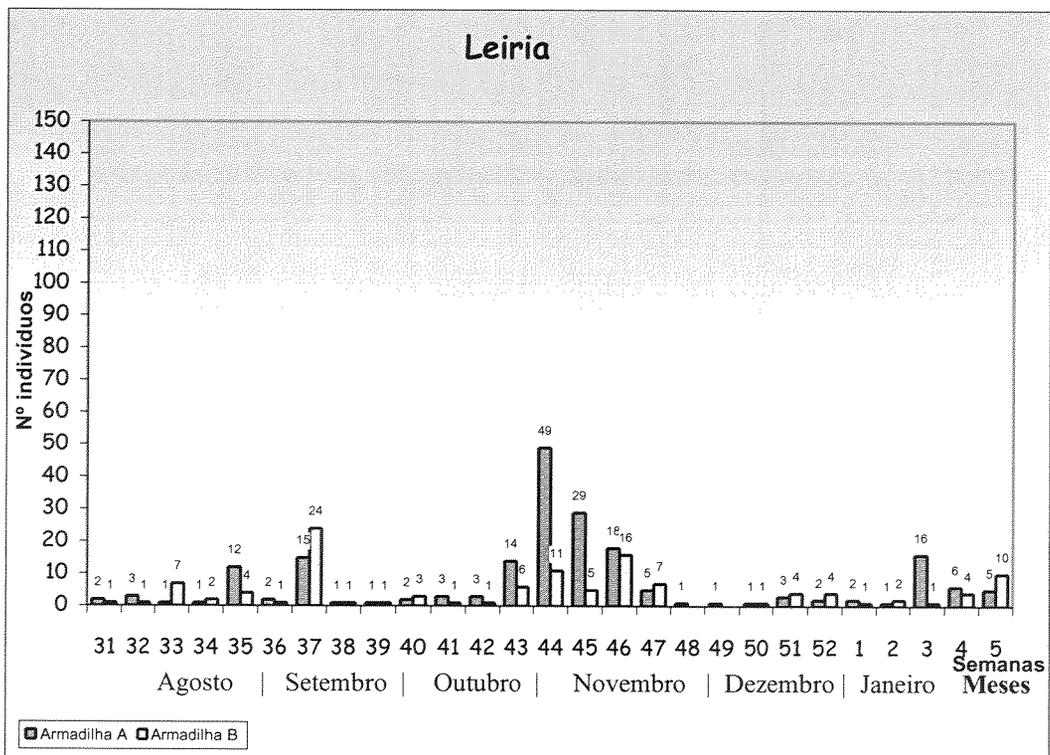
Figura 53 - Curva de voo da espécie *Lacanobia oleracea* L.





Figuras 54 e 55 - Curvas de voo da espécie *Mythimna pallens* L.





Figuras 56 e 57 - Curvas de voo da espécie *Mythimna unipuncta* HW.

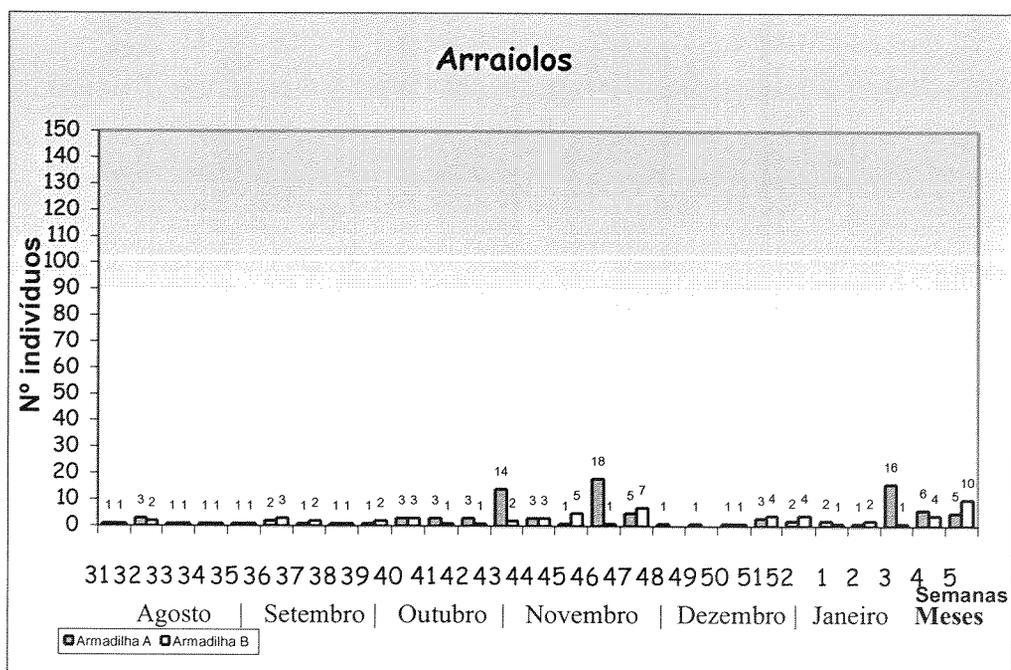
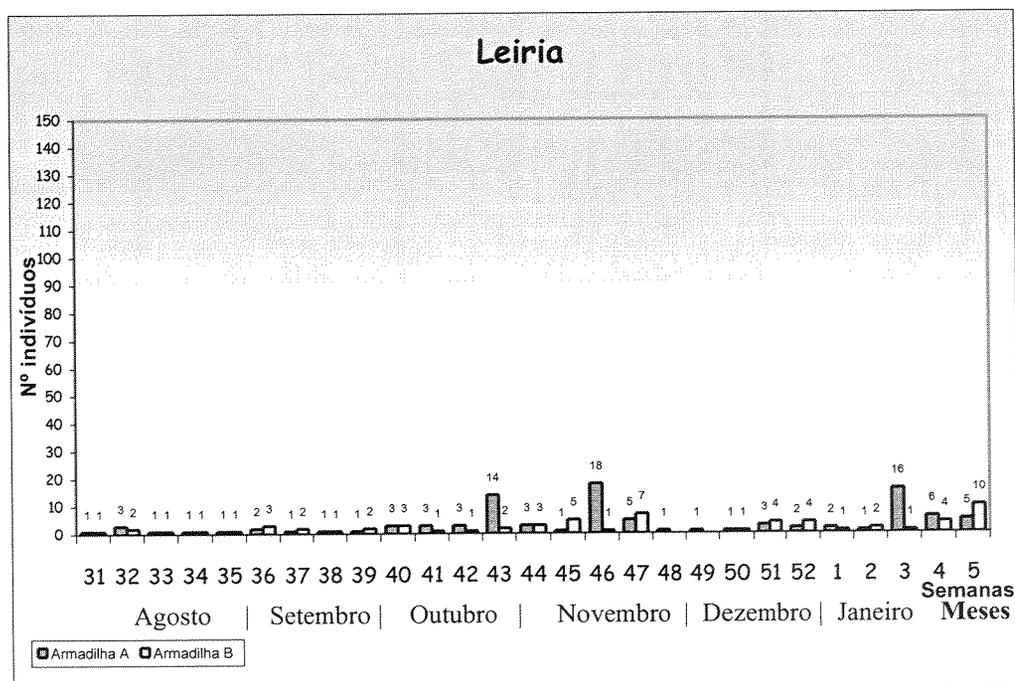
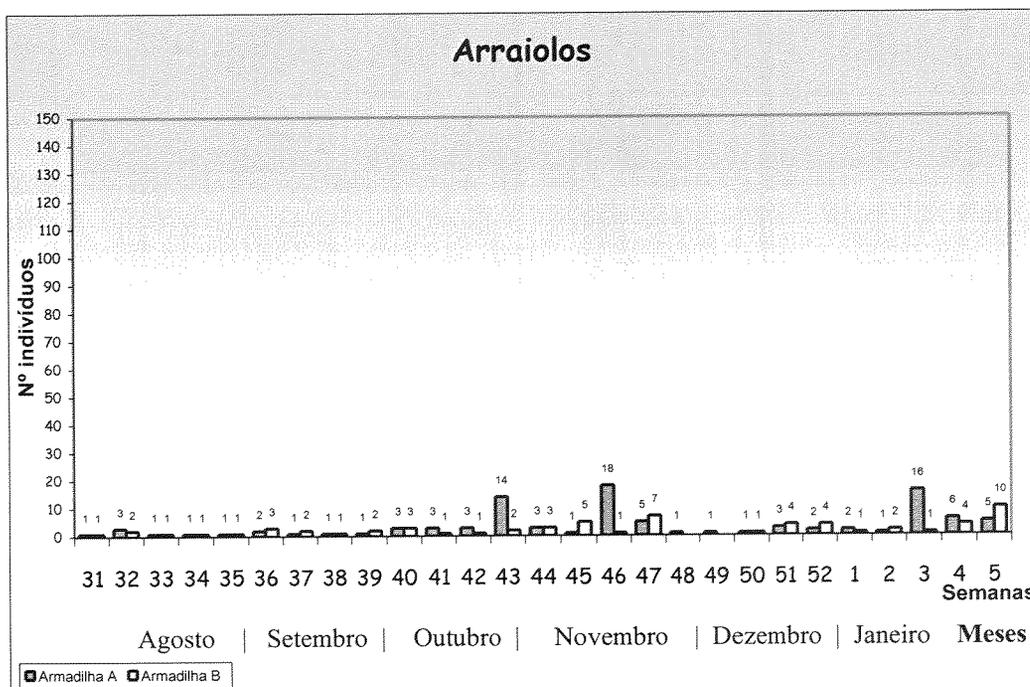
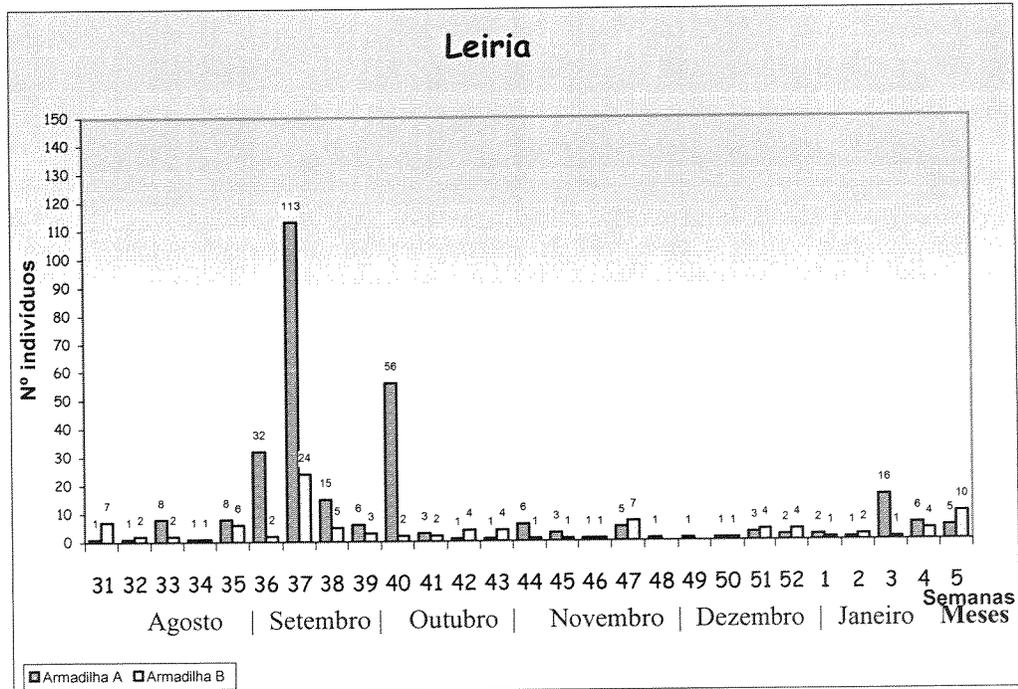
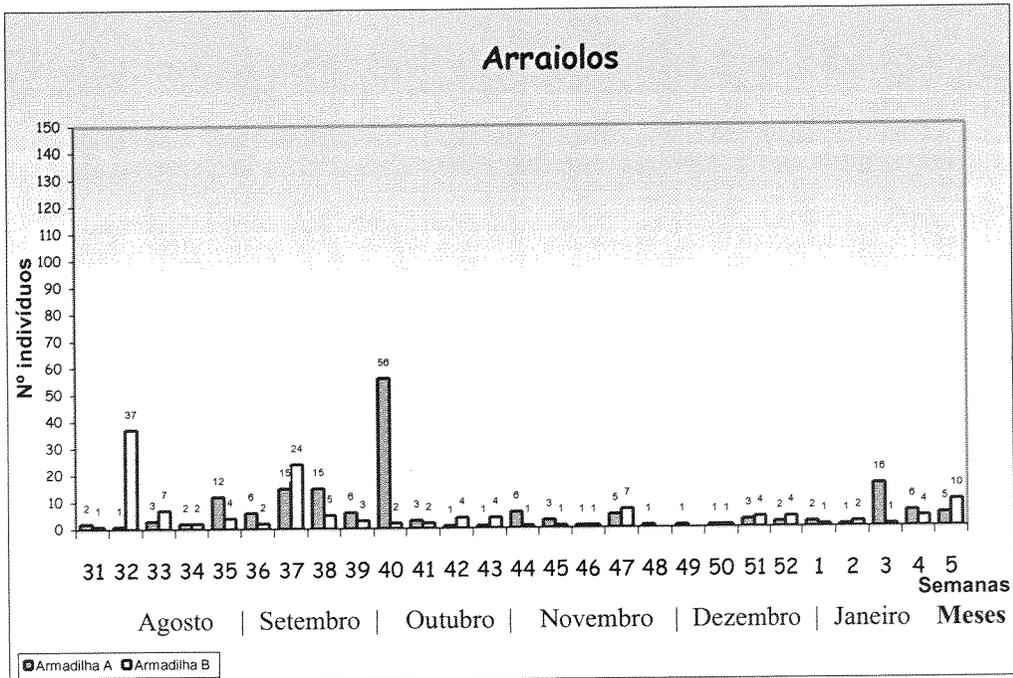


Figura 58 - Curva de voo da espécie *Noctua pronuba*.



Figuras 59 e 60 - Curvas de voo da espécie *Ochropleura plecta*.



Figuras 61 e 62 - Curvas de voo da espécie *Phragmatobia fuliginosa* L.

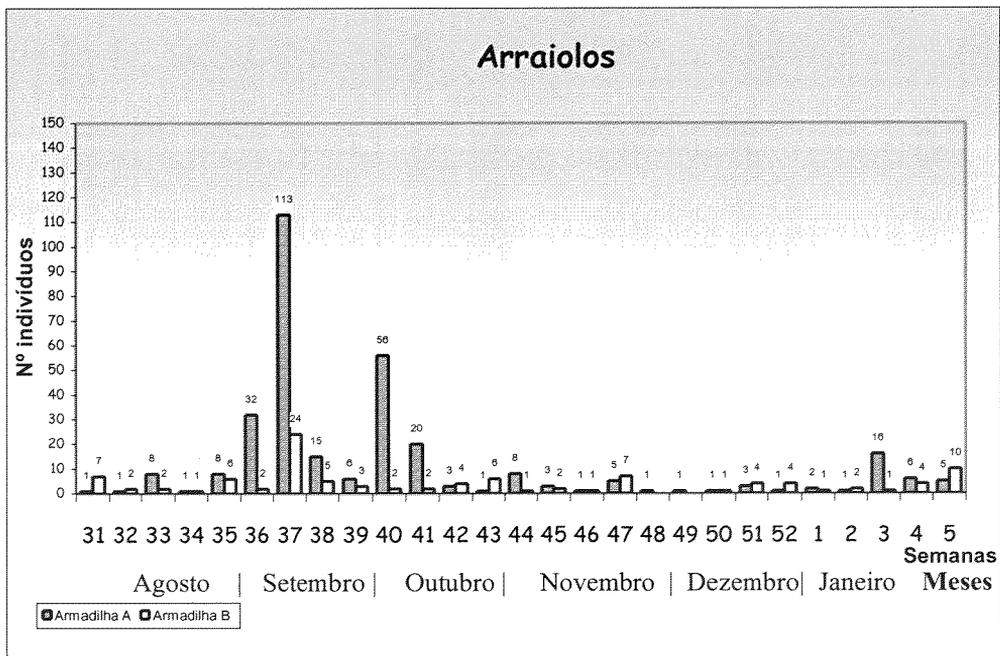
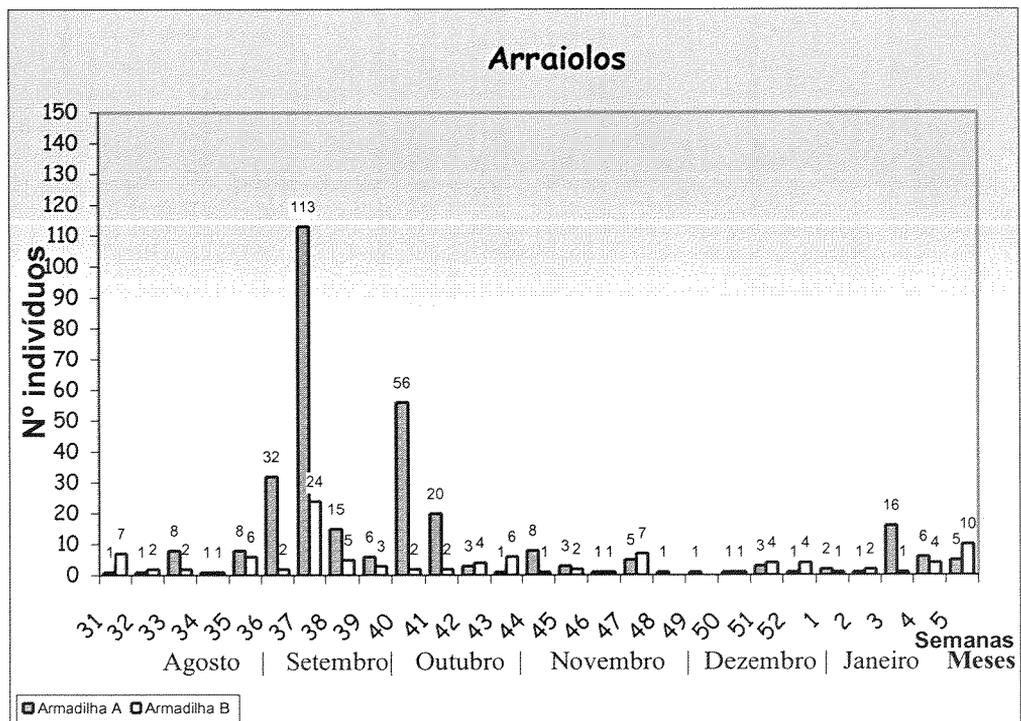
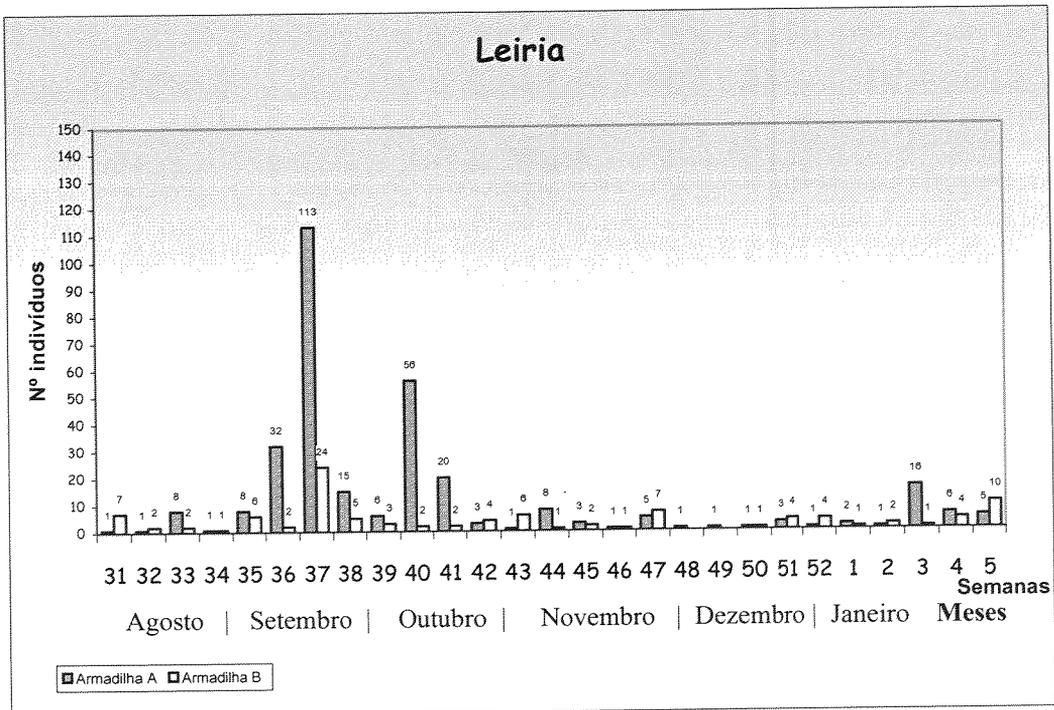


Figura 63 - Curva de voo da espécie *Scopula ornata*.





Figuras 64 e 65 - Curvas de voo da espécie *Tarache lucida* Hufn.

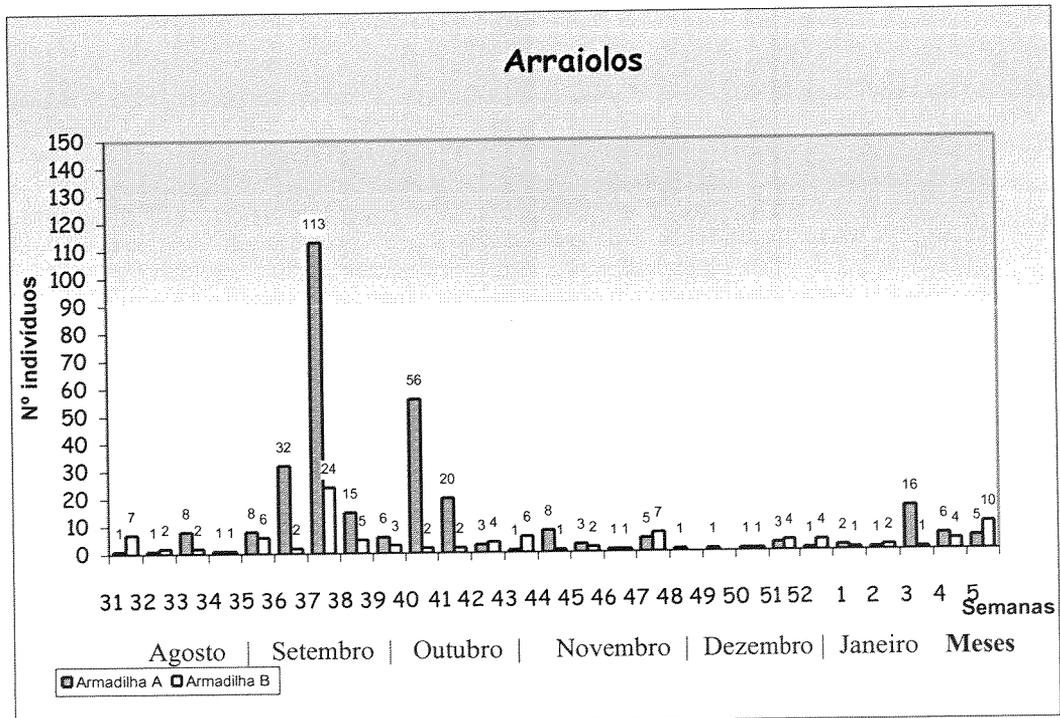


Figura 66 - Curva de voo da espécie *Thamatopeoa pityocampa*.

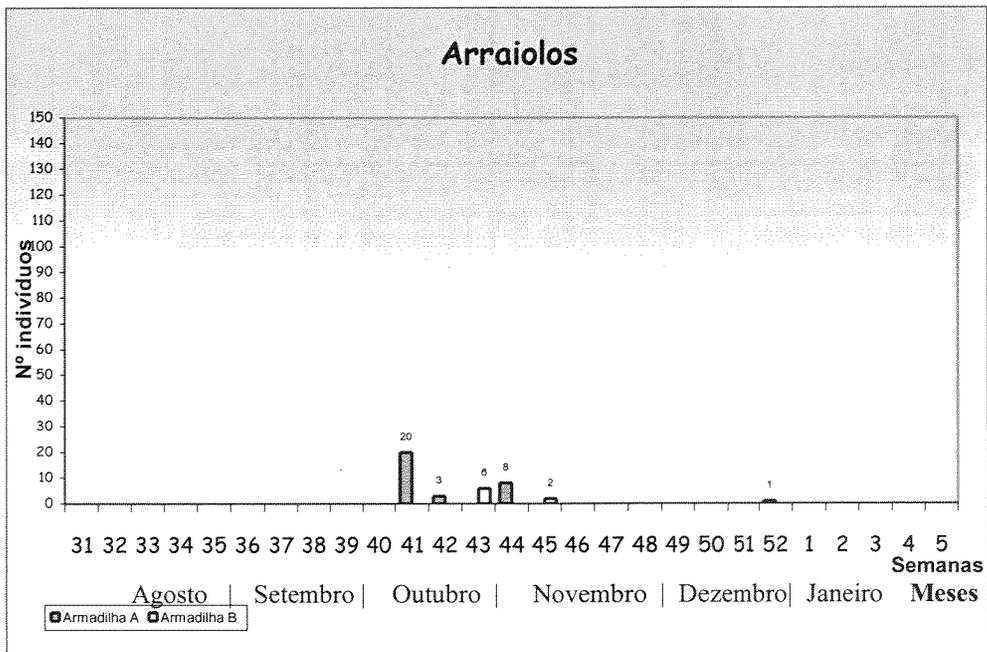


Figura 67 - Curva de voo da espécie *Xestia xanthographa* D.&S.

4.5. Análise estatística dos resultados

4.5.1. ANOVA

Na análise de variância simples, pretende-se efectuar o estudo comparativo de médias de vários grupos (6 neste caso particular). Portanto, pretende-se testar a hipótese nula (H_0), aquela na qual se considera que não existem diferenças significativas entre as médias dos grupos, vs a hipótese a testar (H_1), aquela em que se considera em que, pelo menos uma das médias testadas é diferente, em termos significativos, de pelo menos uma das outras (Kazmier, 1982).

Consideram-se diferenças significativas entre os grupos comparados, ou seja, nega-se H_0 quando o valor do F determinado (F_0), razão entre MQE e MQD, excede o valor de F tabelado, para os respectivos graus de liberdade e com uma certeza de 99% ($\alpha = 0,001$).

Após o tratamento matemático dos dados, torna-se importante verificar se ocorreram variações com significado estatístico ($\alpha=0,001$), entre as médias dos índices de diversidade e nas médias da constância simultânea, ao longo do período de tempo em que foram efectuadas as capturas. Para tal, procedeu-se a uma análise estatística dos resultados, mais propriamente à utilização da ANOVA, com o intuito de testar se:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 \text{ Vs } H_1: \exists \mu_i \neq \mu \text{ com } i = 1,2,3,4,5 \text{ ou } 6$$

Tabela VI- Médias (μ) e desvios padrão (σ) dos índices de diversidade, ao longo do período de tempo em que foram efectuadas as capturas – Arraiolos.

Meses Semanas (Grupos)	Agosto 31 a 35 (1)	Setembro 36 a 39 (2)	Outubro 40 a 43 (3)	Novembro 44 a 48 (4)	Dezembro 49 a 52 (5)	Janeiro 1 a 5 (6)
μ	18,94	13,84	17,19	17,04	19,01	22,70
σ	4,14	1,46	5,04	3,27	1,73	3,59

Tabela VII- Análise estatística das médias (μ) e desvios padrão (σ) dos índices de diversidade (ANOVA)– Arraiolos.

Fonte de variação	gl	SQ	MQ	F ₀	F _{1-α}	Decisão
					F _{0,99[4, 38]}	
entre grupos	5	338,70	67,74	4,43	3,34	Rejeitar
dentro grupo	48	734,29	15,30			H₀
Total	53	1072,99	83,04			

gl=graus de liberdade SQ =Soma dos quadrados MQ =Média dos quadrados

Como: $F_0 = 4,43 > F_{0,99[4, 38]} = 3,34$, rejeita-se a hipótese H_0 , ou seja, verifica-se, com um nível de significância de 99%, que existem diferenças com significado estatístico entre as médias dos índices de diversidade, ao longo do período de tempo em que foram efectuadas as capturas (de Agosto de 2000 a Janeiro de 2001), na zona de Arraiolos.

Tabela VIII- Médias (μ) e desvios padrão (σ) dos índices de diversidade, ao longo do período de tempo em que foram efectuadas as capturas – Leiria.

Meses	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro
Semanas	31 a 35	36 a 39	40 a 43	44 a 48	49 a 52	1 a 5
(Grupos)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
μ	17,42	29,16	44,12	43,37	57,52	37,01
σ	3,34	7,74	24,72	25,31	19,43	10,81

Tabela IX- Análise estatística das médias (μ) e desvios padrão (σ) dos índices de diversidade (ANOVA) – Leiria.

Fonte de variação	gl	SQ	MQ	F ₀	F _{1-α}	Decisão
					F _{0,99[5, 37]}	
entre grupos	5	7284,32	1456,86	4,60	3,70	Rejeitar
dentro grupo	37	11730,81	317,05			H₀
Total	42	19015,13	1773,91			

gl=graus de liberdade SQ =Soma dos quadrados MQ =Média dos quadrados

Como: $F_0 = 4,60 > F_{0,99[5, 37]} = 3,70$, rejeita-se a hipótese H_0 , ou seja, tal como acontece na zona de Arraiolos verifica-se, com um nível de significância de 99%, que existem diferenças com significado estatístico entre as médias dos índices de diversidade, ao longo do período de tempo em que foram efectuadas as capturas (de Agosto de 2000 a Janeiro de 2001), na zona de Leiria.

De seguida, executou-se a ANOVA para testarmos a hipótese nula, na qual se considera que não existem diferenças significativas entre as médias da constância simultânea, isto é, ao longo do período de tempo que foram efectuadas as capturas, não se verificaram diferenças significativas entre o número de ocorrências simultâneas das espécies entre as duas zonas de estudo.

Tabela X- Médias (μ) e desvios padrão (σ) dos índices de constância simultânea.

Meses Semanas (Grupos)	Agosto 31 a 35 (1)	Setembro 36 a 39 (2)	Outubro 40 a 43 (3)	Novembro 44 a 48 (4)	Dezembro 49 a 52 (5)	Janeiro 1 a 5 (6)
μ	0,130	0,066	0,160	0,181	0,287	0,440
σ	0,035	0,032	0,135	0,124	0,022	0,172

Tabela XI- Análise estatística das médias (μ) e desvios padrão (σ) dos índices de constância simultânea (ANOVA).

Fonte de variação	gl	SQ	MQ	F_0	$F_{1-\alpha}$ $F_{0,99[5, 20]}$	Decisão
entre grupos	5	0,364	0,073	5,21	4,10	Rejeitar
dentro grupo	20	0,280	0,014			H_0
Total	25	0,644	0,087			

gl=graus de liberdade SQ =Soma dos quadrados MQ =Média dos quadrados

Como: $F_0 = 5,21 > F_{0,99[5, 20]} = 4,10$, rejeita-se a hipótese H_0 , ou seja, verificam-se, com um nível de significância de 99%, diferenças significativas entre o número de ocorrências simultâneas das espécies, entre as duas zonas de estudo ao longo do período de tempo em que foram efectuadas as capturas.

Foram rejeitadas todas as hipóteses nulas, ou seja, verificou-se com uma significância de 99%, que ocorreram variações com significado estatístico, entre as médias dos índices de diversidade e nas médias da constância simultânea, ao longo do período de tempo em que foram efectuadas as capturas.

Deste modo, temos de verificar, pelo teste de Duncan, entre que meses se verificaram essas variações significativas.

4.5.2. Teste de Duncan

O Teste de Duncan aplica-se quando há rejeição da hipótese nula (H_0) na ANOVA. Neste teste, pretende-se verificar entre que meses se pode considerar, que existem ou não, diferenças significativas entre quaisquer duas médias de tratamentos (Rilhó, 2001).

O teste envolve essencialmente 6 passos:

- ◆ Rejeição da hipótese nula na ANOVA;
- ◆ Ordenação das médias estatísticas (normalmente, por ordem crescente);
- ◆ Calculo do desvio padrão da média dos quadrados dentro dos grupos

$$S_{\mu i} = (MQD / n)^{\frac{1}{2}}$$

Em que:

$S_{\mu i}$ = desvio padrão da média dos quadrados dentro dos grupos

MQD = média dos quadrados dentro dos grupos

n = número de amostras entre cada grupo

- ◆ Pela tabela de Duncan, determinar o $r_{\alpha}(p, g|_D)$

$$r_{\alpha}(p, g|_D)$$

Em que:

r = intervalo de confiança

α = erro admitido

p = número de médias em confronto (= 6 no nosso caso)

gl_D = graus de liberdade dentro dos grupos, $gl_D = a(n-1)$

- ◆ Determinar $a-1$, em que a é o número total de médias em confronto (6 no nosso caso), valores críticos, de acordo com a expressão:

$$R_p = r_{\alpha}(p, gl_D) \times S_{\mu i}$$

- ◆ Uma vez determinados os respectivos valores de R_p (R_6, R_5, R_4, R_3 e R_2), calculam-se as diferenças entre as várias médias e compara-se com o respectivo valor de R_p . Quando o valor da diferença ultrapassa o valor crítico, considera-se que existe uma diferença significativa entre as médias em confronto.

Tabela XII- Resultados do teste de Duncan.

Índice de diversidade (Arraiolos)		Índice de diversidade (Leiria)		Constância simultânea	
VI vs II	+	V vs I	+	VI vs II	+
VI vs IV	+	V vs II	+	VI vs I	+
VI vs III	+	V vs VI	-	VI vs III	+
VI vs I	-	V vs IV	-	VI vs IV	+
VI vs V	-	V vs III	-	VI vs V	-
V vs II	-	III vs I	-	V vs II	-
V vs IV	-	III vs II	-	V vs I	-
V vs III	-	III vs VI	-	V vs III	-
V vs I	-	III vs IV	-	V vs IV	-
IV vs II	-	IV vs I	-	IV vs II	-
I vs IV	-	IV vs II	-	IV vs I	-
I vs III	-	IV vs VI	-	IV vs III	-
III vs II	-	VI vs I	-	III vs II	-
III vs IV	-	VI vs II	-	III vs I	-
IV vs II	-	II vs I	-	I vs II	-

Legenda:

- + ⇒ Diferem estatisticamente
- ⇒ Não diferem estatisticamente
- I ⇒ Agosto (semanas 31 a 35)
- II ⇒ Setembro (semanas 36 a 39)
- III ⇒ Outubro (semanas 40 a 43)
- IV ⇒ Novembro (semanas 44 a 48)
- V ⇒ Dezembro (semanas 49 a 52)
- VI ⇒ Janeiro (semanas 1 a 5)

Nota: $\alpha = 0.001$ ⇒ significância de 99%

Considerando as médias dos índices de diversidade, a zona de Arraiolos apresenta maior diversidade de lepidópteros durante o mês de Janeiro, e a zona de Leiria apresenta valores mais elevados no mês de Dezembro.

Relativamente à análise das médias da constância simultânea, foi durante o mês de Janeiro que foram registadas mais semelhanças entre as duas zonas estudadas.

4.6. Discussão dos resultados

Através da análise dos dados e resultados obtidos, pretende-se determinar quais os factores do meio que exercem influência sobre as populações de insectos (lepidópteros noctuídeos), nomeadamente sobre a sua diversidade.

Relativamente ao número de indivíduos capturados, destacam-se as ordens *Lepidoptera* e *Coleoptera*, cujos valores ultrapassam largamente as restantes capturas. A grande abundância destas ordens e os seus hábitos nocturnos e crepusculares, são factores que podem ter favorecido a sua captura. Alguns insectos, embora apresentem o seu maior período de actividade durante o dia, também são atraídos pela luz durante a noite, no entanto, as capturas efectuadas são nitidamente inferiores.

A proximidade das armadilhas, tanto na zona de Arraiolos (500 metros) como na zona de Leiria (100 metros), justifica o facto de não existirem diferenças significativas entre o número de indivíduos, ordens e espécies capturadas, entre as armadilhas A e B de cada zona de estudo. No entanto, existem diferenças significativas relativamente ao número de indivíduos e ordens capturadas, entre as duas zonas em estudo. Tendo sido capturados uma maior quantidade de indivíduos e maior diversidade de ordens e de espécies na zona de Arraiolos.

Em relação à ordem *Lepidoptera*, sobre a qual centrámos o nosso estudo, da observação dos índices de diversidade das espécies capturadas na zona de Arraiolos e de Leiria, entre os meses de Agosto de 2000 e Janeiro de 2001, podemos constatar que a zona de Leiria apresenta valores mais elevados embora mais irregulares, o que contraria os dados (número de ordens, espécies e de indivíduos capturados) referidos anteriormente. Ou seja, o grande número de indivíduos capturados na zona de Arraiolos não é sinónimo de diversidade.

Na zona de Arraiolos predominam as monoculturas, que ocupam frequentemente, elevadas percentagens de área cultivada. Como consequência, existe uma diminuição do número de intervenientes no sistema, pois, a todas as plantas estão associados insectos, de uma forma mais ou menos específica. O monopólio ou dominância de uma espécie vegetal favorece os seus fitófagos, pelo aumento de alimento presente por unidade de superfície de solo. A simplificação do ecossistema agrícola, reduz o número de nichos ecológicos, o que irá ter consequências a nível da biodiversidade, que irá baixar, em contrapartida as espécies fitófagas encontram as condições ideais (abundância de alimento e redução dos inimigos naturais), aumentam exponencialmente e tornam-se pragas.

A zona de Leiria, apesar de ser uma zona que apresenta maior densidade populacional humana (à qual se associa normalmente maior poluição e redução de habitats naturais), possui um sistema agrícola baseado na policultura. Região tipicamente minifundiária, onde abundam as explorações cuja superfície utilizada é inferior a 5 hectares, e onde existe uma grande fragmentação dos blocos agrícolas. Esta variedade vegetal contribui juntamente com outros factores, nomeadamente o clima, para a diversidade da ordem *Lepidoptera*.

Após a análise estatística dos resultados, mais propriamente da utilização da ANOVA, verificou-se com uma significância de 99%, que ocorreram variações com significado estatístico, entre as médias dos índices de diversidade nas zonas de Arraiolos e de Leiria, e nas médias da constância simultânea, ao longo do período de tempo em que foram efectuadas as capturas.

Através do teste de Duncan, procedeu-se à identificação dos meses em que se verificaram essas variações significativas.

As médias dos índices de diversidade, na zona de Arraiolos, diferem estatisticamente entre os meses de Janeiro e Setembro; Janeiro e Novembro e Janeiro e Outubro, apresentando o mês de Janeiro uma maior diversidade de lepidópteros. Tal facto contraria a hipótese que considera que o Inverno é uma estação na qual, quando comparada com as estações mais quentes, existe pouca entomofauna.

Além de factores intrínsecos às próprias populações de lepidópteros, os factores do meio, nomeadamente os factores climáticos, exercem uma influência determinante sobre as plantas, o período de actividade dos insectos e conseqüentemente sobre a sua abundância e diversidade.

Durante o período de tempo em que foram efectuadas as capturas, foi no mês de Janeiro que foram registadas, na zona de Évora, as temperaturas mais baixas, sendo as amplitudes térmicas muito pequenas. Estas temperaturas, no entanto, são toleradas por lepidópteros de climas temperados.

Relativamente à quantidade de precipitação, quando comparamos o mês de Janeiro com os meses de Setembro, Outubro e Novembro, constatamos que choveu mais em Janeiro do que durante os meses de Setembro e Outubro, no entanto, quando comparado com o mês de Novembro a quantidade de precipitação foi idêntica. As primeiras chuvas favorecem a germinação de herbáceas, e conseqüentemente o aumento do número de fitófagos associados, nomeadamente formas larvares de lepidópteros. Considerando a duração do período larvar dos lepidópteros, a emergência das formas adultas em Janeiro, pode ser uma justificação para tal índice de diversidade.

Na zona de Leiria, registaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os meses de Dezembro e Agosto, e os meses de Dezembro e Setembro, apresentando o mês de Dezembro uma maior diversidade.

As diferenças que existem a nível dos índices de diversidade entre estes meses devem estar relacionadas, tal como acontece com a zona de Arraiolos, com os factores climáticos, nomeadamente temperatura do ar e precipitação.

A ausência de dados entre as semanas 50 a 52 (praticamente durante todo o mês de Dezembro), resultante de uma falha nos registos por parte do Instituto de meteorologia, impossibilita a comparação climática dos meses em questão.

A grande complexidade dos ecossistemas e variedade de interacções estabelecidas pelos insectos, torna difícil a identificação dos factores que influenciam os seus índices de diversidade, sendo necessário um estudo mais aprofundado.

Relativamente à análise das médias da constância simultânea, foi durante o mês de Janeiro que foram registadas mais semelhanças entre as duas zonas estudadas, tendo sido capturado um maior número de espécies iguais de lepidópteros noctuideos. Tal facto justifica-se, pelas semelhanças climáticas das duas zonas durante este mês (temperaturas que variam entre os 5°C e os 15°C; precipitações de aproximadamente 15mm e humidade relativa do ar entre os 90 e os 100%). No entanto, o valor de semelhança entre as populações capturadas nas duas zonas em estudo, é relativamente baixo (0,440), pois, além dos factores climáticos, a diversidade de lepidópteros, também sofre a influência de outros elementos, como é o caso das plantas hospedeiras. Quando comparamos as culturas e vegetação das duas zonas em estudo, verifica-se a existência de diferenças significativas. Durante o mês de Janeiro na zona de Arraiolos, além das culturas e vegetação permanente, existem apenas os cereais. Em Leiria, no entanto, existe uma maior diversidade, nomeadamente leguminosas, culturas forrageiras e hortícolas.

5. OS INSECTOS COMO RECURSO PEDAGÓGICO - Parte experimental educacional

Um dos problemas da actualidade está relacionado com a redução da biodiversidade e conseqüente diminuição dos recursos biológicos, sobretudo resultado da atitude do Homem, dando preferência à economia e não à ecologia.

Perante o desconhecido é preferível observar, analisar, ponderar prós e contras devendo ser a actuação a última etapa. Desta forma, é possível uma gestão racional dos recursos, o que vai contrariar o desaparecimento de mais espécies.

Os insectos constituem um abundante património biológico, e, se existem não devem ser negligenciados. É premente modificar a nossa atitude perante a classe *Insecta*, para que mais tarde não nos pese na consciência mais esta perda.

Os insectos são um excelente recurso a ser utilizado nas actividades lectivas, possibilitando a concretização de objectivos fundamentais no processo de aprendizagem. As características da classe *Insecta* que permitem a sua utilização como recurso pedagógico são várias, destacando-se: a sua grande variedade e abundância; a sua capacidade de adaptação a quase todos os tipos de habitats; a facilidade de captura e de conservação após a morte; e o facto de serem invertebrados, não sendo proibida (como acontece com os vertebrados) a sua utilização nas escolas básicas e secundárias.

5.1. Objectivos

a) Motivar os alunos e fomentar uma boa relação professor – aluno

Uma das melhores formas para explorar e descobrir o mundo dos insectos, é através da realização de visitas de estudo, recolhendo exemplares que posteriormente serão preparados e integrados em colecções. Paralelamente, todas estas actividades, são um meio importante para motivar os alunos e favorecer uma boa relação entre professor – aluno.

b) Desenvolver competências psicomotoras e cognitivas

A observação dos insectos no seu meio natural, a sua captura, eventual criação ou preparação e conservação depois de mortos, constituem algumas das actividades a ser desenvolvidas aquando do estudo dos insectos. Estas estratégias educativas, além de possibilitarem o desenvolvimento de competências cognitivas, nomeadamente a nível do conhecimento dos insectos e do funcionamento dos ecossistemas, proporcionam uma aprendizagem mais eficiente e motivadora, fomentando a descoberta de muitos aspectos que não se encontram nos livros ou enciclopédias, e que o mundo virtual dos meios audiovisuais desvirtua.

O carácter essencialmente prático das actividades permite o desenvolvimento de competências psicomotoras. Neste processo de ensino – aprendizagem, o aluno executa várias tarefas, sendo a função do professor a de orientar o processo, fornecendo as ferramentas indispensáveis à concretização das competências estabelecidas. O aluno participa activamente, o que contribui para uma aquisição efectiva de um grande leque de competências e a formação integral do indivíduo (formação física, cognitiva, psíquica e cívica).

c) Promover a articulação das escolas com outras instituições

As colecções organizadas nas escolas constituem um possível auxílio de investigação, pois, apesar da incontestável necessidade de ser feita a inventariação da entomofauna de Portugal, as escassas verbas atribuídas às instituições científicas não permitem a sua cobertura geral e sistemática. Querendo contribuir, as escolas básicas e secundárias, graças à sua distribuição geográfica e formação dos professores do ensino de Ciências, poderão tomar parte nesta tarefa de inventariação. Deste modo, justifica-se a criação de colecções de insectos nas escolas, podendo ser estabelecida uma parceria com Universidades e entidades científicas, o que seria vantajoso para todas as instituições e intervenientes.

d) Reconhecer a importância ecológica e antropocêntrica dos insectos

Dada a grande abundância e taxa de reprodução da entomofauna, não há perigo destas recolhas afectarem o seu equilíbrio quantitativo na natureza. Pelo contrário, este tipo de trabalho vai favorecer a longo prazo a preservação dos insectos, pois, o seu estudo permite que os alunos se apercebam da sua importância para os ecossistemas e para o Homem, o que contribuirá para a sua valorização e conseqüentemente aumento do respeito por estes seres e por todo o ecossistema.

A curto prazo, estas recolhas também podem ser benéficas possibilitando, por exemplo, a detecção de espécies raras ou até mesmo desconhecidas, visto que em Portugal o inventário entomológico é muito prometededor em novidades, devido à localização geográfica.

e) Consciencializar para a necessidade da preservação dos recursos biológicos

A utilização do recurso "insecto", possibilita o desenvolvimento de estratégias com vista à formação de cidadãos mais conscientes, preocupados em adquirir conhecimentos e competências para uma adequada conduta a nível da preservação da biodiversidade e dos recursos naturais. Pretende-se desenvolver um processo educativo com vista à alteração de atitudes, formando-se futuros agricultores empenhados em praticar uma agricultura ecológica, que se preocupem não só com o presente e lucros imediatos, mas também com a conservação da biodiversidade nas margens dos campos, por exemplo, como repositores naturais de organismos auxiliares no combate às pragas, actividade que será rentável a médio e longo prazo.

É premente a prática de uma agricultura que garanta o futuro, conseguindo conciliar dois aspectos fundamentais: a viabilidade da produção agrícola e a conservação dos recursos naturais, racionalizando a utilização de pesticidas e fertilizantes que, quando utilizados excessivamente, além de nem sempre destruir as pragas a que se destinam provocam a morte de muitas outras espécies; causam poluição ambiental devido ao excesso de nitratos nos solos e nas águas e provocam doenças no Homem, a médio e longo prazo.

f) Desenvolver o trabalho de grupo e a cooperação

Aquando da utilização dos insectos como recurso pedagógico, a maioria das actividades a desenvolver deverá ser executada não individualmente, mas sim em grupo.

O trabalho de grupo e a divisão de tarefas, além de possibilitar a execução de uma maior variedade de actividades e consequente desenvolvimento de mais competências, fomenta a cooperação.

A criação e observação de insectos sociais, possibilita aos alunos compreenderem a importância do trabalho em grupo. Tal como acontece com as formigas ou abelhas, cujo sucesso das suas sociedades é assegurado pelo respeito de várias regras simples, a eficácia do trabalho de grupo depende de vários comportamentos, nomeadamente da organização, entreajuda, respeito pelos colegas e empenho de todos os elementos do grupo.

g) Inculcar espírito crítico e de pesquisa

É importante que os alunos obtenham informação. No entanto, essa recepção não deve ser passiva mas centrada em trabalhos de pesquisa, que possibilitam a aquisição de capacidades úteis a qualquer cidadão.

Livros, revistas, jornais, enciclopédias e mais recentemente a Internet, constituem uma vasta fonte de conhecimento, no entanto, é necessária pesquisa para encontrar a informação que se pretende. Saber que tipo de documento procurar; saber onde encontrar o documento; saber consultar o documento seleccionado; saber retirar a informação procurada, constituem metas nas quais só se adquire competência praticando. É necessário saber analisar, discutir, descobrir discrepâncias, pôr em causa as fontes, tirar as suas conclusões. É importante julgar toda a informação recebida.

h) Promover a criatividade

A captura, preparação dos espécimes e construção das entomotécas exigem alguns apetrechos e técnicas. No entanto, recorrendo-se a materiais de uso caseiro, relativamente baratos, e à imaginação, é possível concretizar estas tarefas com baixos custos, pois, um dos grandes problemas com que as escolas se debatem é a falta de verbas.

O recurso “insecto” pode ser explorado nos vários níveis de escolaridade, recorrendo-se a vários tipos de actividades de acordo com o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

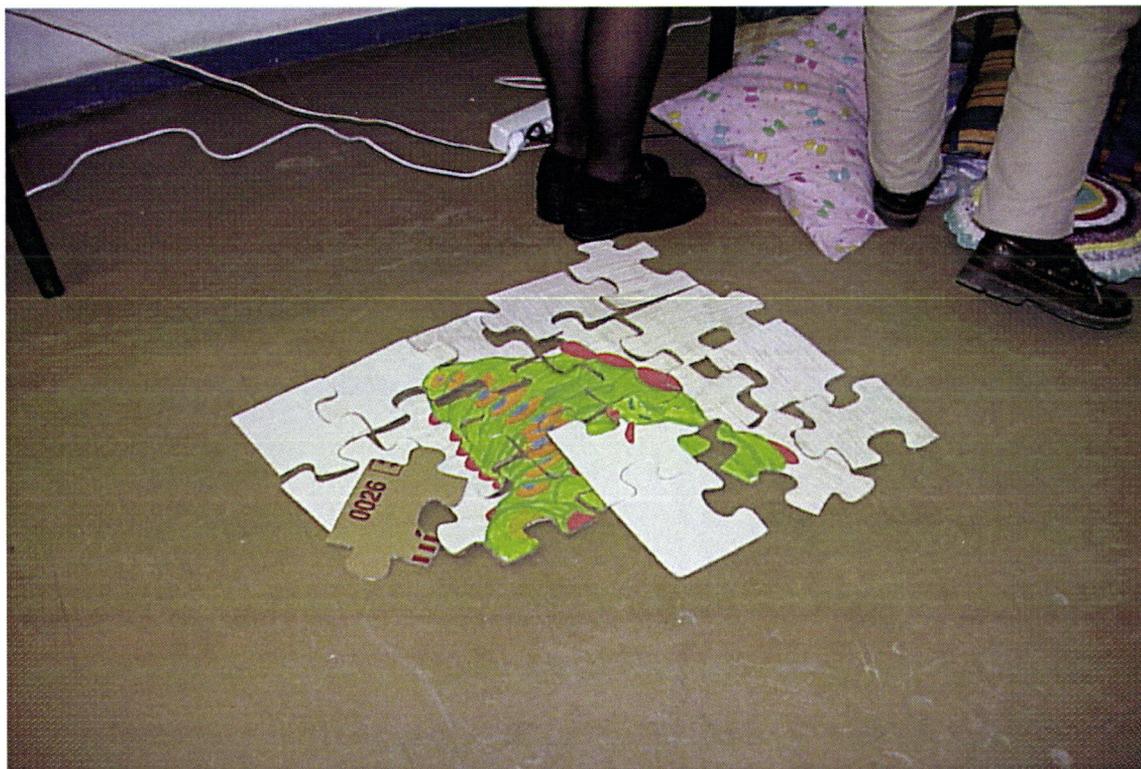
5.2. Estratégias

5.2.1. 1º Ciclo do Ensino Básico

No primeiro ciclo do ensino básico, os alunos poderão entrar no mundo dos insectos, observar estruturas, descobrir a sua beleza e aprender um pouco mais sobre estas criaturas vulgarmente conotadas como perigosas e repelentes, através da realização de diversas actividades, nomeadamente:

a) Fichas de trabalho (ver materiais e métodos);

b) Jogos didácticos;



Figuras 68 e 69 – Puzzles com desenhos de insectos.

c) Captura de insectos

Para tal pode recorrer-se a armadilhas muito simples, algumas das quais podem ser construídas pelos alunos.

✧ pratos de plástico de cores variadas contendo água com detergente **(figuras 74 e 75)**;

✧ redes aéreas **(figura 76)**, que permitem a captura dos exemplares durante o voo e o “varrimento” das ervas, o que proporciona a captura de insectos pousados ou escondidos. Uma outra forma de utilização da rede é a sua colocação por debaixo de ramos ou árvores, com a boca para cima, de seguida agitam-se os ramos para que caíam os insectos neles pousados (método do batimento).

Após a captura, de forma a ser assegurada a conservação dos insectos apanhados, estes devem ser colocados em frascos de plástico ou em sacos de polietileno cheios de ar, devidamente identificados com data e local, para a sua posterior congelação.

d) Preparação dos insectos capturados

A preparação dos espécimes capturados é uma operação muito importante pois dela vai depender a sua utilidade para fins científicos.

d1) Construção de esticadores **(figuras 80 e 81)**

d2) Esticagem de insectos

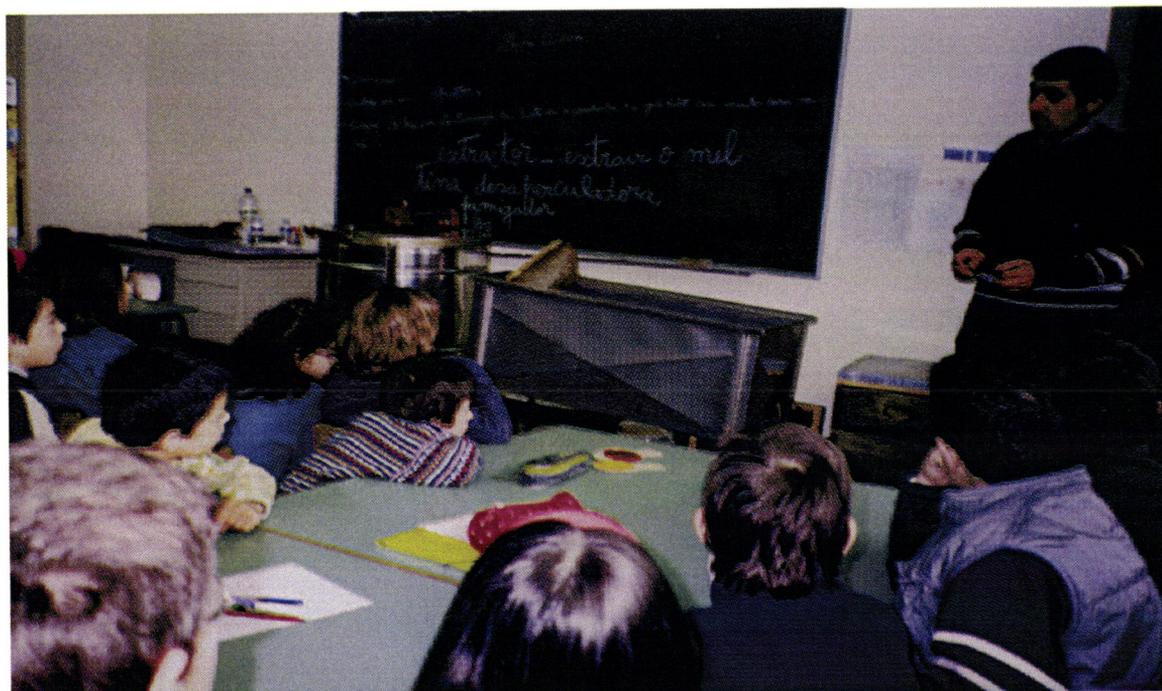
Neste nível de escolaridade, é aconselhável apenas a esticagem de insectos de médias e grandes dimensões, respeitando as regras descritas nos materiais e métodos **(Figura 82)**.

Preparam-se etiquetas **(figura 86)**, com o local exacto de captura e a data, anotam-se se possível o nome da planta sobre a qual o insecto foi recolhido e o nome do colector. Os insectos esticados irão ser acondicionados em recipientes de forma a ser assegurada a sua conservação física e sanitária, e a sua observação **(figura 88)**.

e) Conservação dos exemplares

Dependendo do tipo de insectos capturados, a sua conservação pode ser feita em líquidos (**figura 87**) – insectos adultos de corpo mole e larvas, ou em caixas hermeticamente fechadas (**figura 88**) – insectos esticados e secos.

f) Com o objectivo de dar a conhecer os benefícios que alguns insectos nos oferecem, podem ser efectuadas, por exemplo, pequenas sessões com apicultores (**figuras 70, 71 e 72**), agricultores ou visitas de estudo.



Figuras 70, 71 e 72 - Visita do apicultor Carlos Amaral à Escola E.B.1 de Arraiolos, Outeiro de S. Francisco, no ano lectivo de 2001/2002.

g) Criação de insectos

A criação de insectos, nomeadamente bichos-da-seda (*Bómbyx mòri* L.), ou louva-a-deus, constitui uma excelente forma de observar o seu desenvolvimento e as suas exigências alimentares e ambientais (temperatura e humidade óptimas). As tarefas de cuidar de seres vivos, estimulam também o sentido de responsabilidade dos alunos.

h) Construção de mostruários

A fim de ser compreendida a capacidade de engenharia que alguns insectos apresentam, podem ser construídos mostruários, por exemplo formigueiros (**figura 89**).

5.2.2. 2º e 3º Ciclos do ensino básico

As actividades sugeridas para estes níveis de ensino, tendo em consideração o desenvolvimento cognitivo dos alunos e os conteúdos programáticos, são as seguintes:

a) Captura de insectos

Tal como acontece com os alunos do 1º ciclo do ensino básico, neste nível de escolaridade para a realização da captura de insectos convém utilizar armadilhas simples, construídas pelos próprios alunos, tais como:

🏠 **redes aéreas (figura 76)**, que permitem a captura dos exemplares durante o voo, o “varrimento” das ervas ou a sua colocação por baixo de ramos ou árvores, com a boca para cima, de seguida agitam-se os ramos para que caíam os insectos neles pousados (método do batimento);

🏠 **aspirador entomológico (figura 77)**, instrumento eficaz na captura de pequenos insectos que escapam através das malhas das redes aéreas.

Para que os insectos capturados não sejam danificados, devem ser colocados individualmente em sacos de polietileno cheios de ar ou em frascos de plástico, devidamente identificados com local e data de captura. No caso dos insectos de corpo duro, é aconselhável a sua colocação na arca congeladora, que possibilita a sua morte e conservação até serem esticados. Insectos adultos de corpo mole ou larvas podem ser mortos e conservados em líquidos conservantes como o álcool etílico a 95%.

b) Preparação dos insectos capturados

b1) Construção de esticadores (figuras 80 e 81);

b2) Esticagem de insectos

Com alunos dos 2º e 3º ciclos do ensino básico é possível esticar exemplares de pequenas dimensões (**figura 83**), além dos exemplares de tamanho médio e grande (**figura 82**), tendo o cuidado de tornar observáveis as estruturas utilizadas no trabalho de identificação.

b3) Identificação e conservação dos exemplares capturados

Os espécimes capturados depois de esticados deverão ser agrupados segundo a ordem a que pertencem. Deste modo, fomentar-se-á o desenvolvimento da capacidade de observação e manipulação de instrumentos ópticos, tais como lupas monoculares ou binoculares (**figura 85**). Os alunos compreenderão que os insectos não são todos iguais, existem diferenças, sendo por isso incluídos em ordens diferentes, têm conhecimento da existência de várias divisões taxonómicas, nomeadamente Reino, Filo, Classe e Ordem, sendo no entanto mencionado que existem outras divisões mais restritivas.

Para facilitar a identificação da ordem a que pertencem, poder-se-á recorrer a chaves dicotómicas e a esquemas ilustrativos dos insectos em estudo (**figura 84**), sendo identificadas apenas as partes imprescindíveis à sua identificação.

Os insectos esticados são etiquetados (**figura 86**), sendo indicadas a localização exacta e data de captura dos espécimes, anotam-se se possível o nome da planta sobre a qual o insecto foi recolhido, a ordem a que pertencem e o nome do colector. Posteriormente, os insectos irão ser acondicionados em recipientes de forma a ser assegurada a sua conservação física e sanitária, e a sua observação (**figura 88**).

c) Elaboração de cartazes

Os cartazes são auxiliares visuais importantes no ensino, aumentando a sua eficácia se forem produto do trabalho dos alunos.

A elaboração de cartazes com esquemas ilustrativos dos insectos capturados e respectiva legenda, além de fomentar o desenvolvimento da capacidade artística dos alunos, proporciona o conhecimento das características anatómicas dos insectos.

Neste nível de ensino são estudados os ecossistemas, como tal, é premente a elaboração de cartazes com teias alimentares onde estejam incluídas as espécies capturadas, pois, os manuais escolares são normalmente repetitivos e banais relativamente aos exemplos de teias apresentadas, podendo mesmo ser colados nos cartazes os próprios insectos capturados.

Outro conteúdo programático a ser leccionado durante este estágio de aprendizagem é a preservação dos ecossistemas e dos seus recursos. Neste capítulo é útil a utilização dos insectos como objecto de estudo, servindo de base à execução de variadas estratégias, como por exemplo, na elaboração de cartazes ilustrativos da importância dos insectos para os ecossistemas e/ou para o Homem. O conhecimento dos insectos permite a sua valorização; permite a formação de cidadãos com uma atitude crítica e actuante na preservação de todos os recursos, até daqueles que à partida, tal como acontece com os próprios insectos, parecem não ter importância.

Todas as formas têm uma função, todos os elementos têm uma razão de existir, não tendo o Homem o direito de ter atitudes que provoquem a sua eliminação principalmente devido a lacunas no seu conhecimento.

d) Criação de insectos

Outras actividades que poderão ser desenvolvidas são a criação de alguns insectos, como é o caso das baratas, grilos, louva-a-deus entre outros.

A pesquisa e observação do seu desenvolvimento, das suas exigências tróficas e ambientais e dos seus predadores e parasitas é fundamental para aprofundar o seu conhecimento o que contribui para a resolução eficaz de muitos problemas, como o caso do controlo de pragas.

Aquando dos estudos dos factores abióticos (temperatura, precipitação, humidade relativa do ar, luminosidade e vento) na disciplina de Ciências Naturais, podem ser desenvolvidas experiências com os insectos em cativeiro de forma a verificar o seu comportamento perante tais factores

Posteriormente, estes insectos poderão ser utilizados na construção de entomótecas temáticas (ciclos de vida; insectos benéficos e nocivos para o Homem; cadeias alimentares, etc. ...).

e) Organização de um museu entomológico

Todos os materiais construídos, e se o número o justificar, poderão ser utilizados na criação de um museu de insectos, no entanto, é necessário torná-los atractivos para os outros. Para tal, podemos recorrer a vários truques como por exemplo montar as caixas de colecção em cima de um disco rotativo dentro de uma caixa fechada com uma pequena janela, que permita a visualização de um insecto de cada vez. Na pequena abertura poderá ser colocada uma lupa que permitirá a sua ampliação. A movimentação do disco será efectuada pelo observador através de uma manivela ou botão – museu interactivo. A criatividade é inerente à juventude, como tal deve ser fomentado o seu desenvolvimento, ficando os alunos responsáveis pela dinamização destes museus, em actividades extra-curriculares.

Todas estas actividades são ambiciosas, no entanto, a sua execução é possível se houver interesse por parte dos educadores, que normalmente se desresponsabilizam pelo facto de não desenvolverem determinadas actividades devido à extensão dos programas, reduzido número de horas lectivas e falta de verbas. Este problema pode ser ultrapassado com a inclusão deste tema no Projecto Curricular de turma, sendo desenvolvido durante dois (2º ciclo do ensino básico) ou três anos lectivos (3º ciclo do ensino básico), essencialmente na área curricular não disciplinar – Área de Projecto (captura e esticagem de insectos, montagem das entomotécas, criação de insectos e organização de um museu entomológico) em articulação com as várias áreas disciplinares, nomeadamente: Educação Tecnológica (construção das armadilhas, dos esticadores e de caixas para acondicionamento dos exemplares); Educação Visual (elaboração de esquemas ilustrativos dos insectos capturados e elaboração dos cartazes); Língua Portuguesa (elaboração dos textos a integrar nos cartazes); Línguas estrangeiras (tradução de textos sobre insectos); Ciências Naturais (pesquisa bibliográfica, classificação e etiquetagem dos exemplares capturados) e Educação Física (provas de orientação no recinto da escola, sendo colocados nos locais indicados nos mapas, caixas contendo por exemplo carne em decomposição, peixe em decomposição e frutas, cujo odor irá atrair alguns insectos, proporcionando a sua captura).

5.2.3. Ensino Secundário

No ensino secundário, dadas as características da faixa etária a que se destina, e limitação a nível de tempo disponível, a exploração deste recurso poderá ser mais aprofundada, sendo necessária no entanto uma selecção das estratégias apresentadas.

a) Captura de insectos

Neste nível de escolaridade, além das armadilhas utilizadas nos níveis anteriores nomeadamente rede aérea (**figura 76**) e aspirador entomológico (**figura 77**), pode ser explorada a atracção do animal por determinados agentes, como é o caso da luz e certos odores, sendo incluídos na estrutura das armadilhas.

Armadilhas luminosas (**figura 78**) são úteis na obtenção de dados sobre populações de insectos, pois possibilitam a captura de um grande número de espécimes. No entanto, esta técnica não deve ser utilizada se o objectivo do trabalho for a obtenção de exemplares para integrar numa colecção, pois com este método os insectos são muito danificados. De forma a serem conseguidos espécimes em melhores condições é necessário capturá-los directamente perto de uma fonte luminosa, utilizando por exemplo sacos de plástico. Para evitar a sua danificação deve ser colocado um insecto em cada saco, para posterior congelamento.

Existe um grande número de insectos cujo habitat é o solo, como tal, a sua captura pode ser conseguida através da recolha de amostras de solo, posteriormente peneiradas no laboratório. Peneiros normais, podem ser utilizados para a separação dos espécimes maiores e o funil de Berlese (**figura 79**), para a extracção das formas dificilmente visíveis à vista desarmada, tais como Colêmbolos e ácaros. Este trabalho pode ser desenvolvido na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia – Bloco II ou Ciências da Terra e da Vida, aquando do estudo do solo.

b) Preparação dos insectos capturados

A preparação dos espécimes capturados pode ser executada neste nível de ensino, no entanto, considerando o desenvolvimento cognitivo dos alunos devem ser privilegiadas outras actividades, devendo esta estratégia ser remetida para segundo plano.

b1) Construção de esticadores (figuras 80 e 81);

b2) Esticagem de insectos (figuras 82 e 83);

b3) Identificação e conservação dos espécimes capturados

Após a esticagem dos insectos, podem ser elaborados esquemas ilustrativos da sua morfologia externa (**figura 84**), instrumento útil na classificação das espécies capturadas. Caso não seja possível a identificação da espécie procura-se identificar a Família a que pertencem. Esta seria uma forma mais eficiente de ampliar o domínio da linguagem científica, recorrendo-se à utilização de chaves dicotómicas.

Dada a complexidade do processo de identificação das espécies, recomenda-se a procura de auxílio em museus zoológicos ou junto de investigadores, a obtenção de colecções de referência e de bibliografia.

No 12º ano, dada a grande extensão do programa, o que poderá ser feito aquando do estudo da classe Insecta será a observação dos apêndices articulados, asas, exosqueleto, aparelhos bucais e antenas, desta forma, a aprendizagem será mais eficiente na medida em que os alunos tomam contacto directo com as espécies em estudo.

Depois de etiquetados (**figura 86**), sendo indicadas a localização exacta e data de captura; o nome do colector; as indicações biológicas e ecológicas e a identificação taxonómica do insecto (nome da espécie ou somente o género ou a família), os insectos deverão ser acondicionados em recipientes de forma a ser assegurada a sua conservação física e sanitária, e a sua observação (**figura 88**).

c) Elaboração de cartazes

Apesar de ser uma actividade morosa e dificilmente concretizável durante o período de aulas, dada a grande extensão dos programas e necessidade do seu cumprimento, é útil a elaboração de cartazes ilustrativos das características anatómicas dos insectos, tais como as diferentes partes do corpo, nervuras das asas e tipos de antenas, recorrendo-se a esquemas dos espécimes (**figura 84**) e respectivas fotografias (**figura 83**). Esta actividade será útil para o processo de identificação dos exemplares capturados.

d) Criação de insectos

A criação de moscas da fruta – *Drosophila spp.*, constitui uma actividade importante para alunos de 11º ano, aquando do estudo da Hereditariedade.

Há diversas receitas para iniciar a sua criação, por exemplo, pode ser utilizada uma banana madura descascada, na qual as moscas irão depositar os ovos. Esta é colocada dentro de um recipiente fechado esperando o desenvolvimento das larvas e aparecimento das primeiras moscas adultas.

Depois de observadas e seleccionadas, as moscas são colocadas em frascos contendo meios apropriados para a sua cultura, preparados com 95 g de farinha de milho, 15 g de agár, 5 g de fermento, 10 ml de tegosept (1 g/ 10 ml álcool), 75 ml de Karo, 75 ml de melado e 850 ml de água.

Depois de pesados e medidos os volumes de todos os ingredientes, estes são misturados e aquecidos até ser atingido o ponto de ebulição. Deixa-se arrefecer um pouco, sendo despejada aproximadamente 2,5 cm da mistura em cada frasco, sendo esta quantidade suficiente para a preparação de aproximadamente 20 frascos.

Os frascos devem ser conservados no frigorífico até à sua utilização. Depois de introduzidas as moscas, os frascos são tapados com um pedaço de algodão. O meio de cultura é suficiente para alimentar as moscas durante algumas semanas, após o seu esgotamento, os frascos devem ser esterilizados a altas temperaturas (80°C), de forma a matar as restantes larvas e depois lavados. Deste modo evita-se a contaminação do meio com insectos criados em massa, atitude ética perante os estragos que podem provocar na natureza.

e) Inventariação parcial de entomofauna capturada e caracterização da área de estudo

Com o objectivo de serem compreendidos os factores abióticos e bióticos que influenciam a actividade destes seres, poderá ser feito o estudo de uma determinada área, por exemplo o recinto da escola, sendo feito um levantamento do tipo de flora e fauna existente (inclui recenseamentos periódicos das populações de insectos, através de amostras recolhidas durante um determinado período de tempo); estudo da temperatura, pluviosidade, humidade e ventos dominantes (Pesquisa na Internet – dados do Instituto de Meteorologia). Os dados relativos a dinâmicas populacionais serão compilados, tratados estatisticamente (Matemática) e serão retiradas as respectivas conclusões.

f) Exercício prático realizado

Algumas destas actividades foram realizadas no ano lectivo de 1999/2000, na Escola Secundária de Serpa com alunos do 10º Ano. O produto final deste trabalho foi apresentado a toda a população escolar e extra-escolar, sob a forma de exposição, actividades interactivas e venda de mel e seus derivados, entre os quais reбуçados (pirolitos).



Figura 73 - Exposição de trabalhos elaborados pelos alunos de 10º ano da Escola Secundária de Serpa, durante o ano lectivo de 1999/2000.

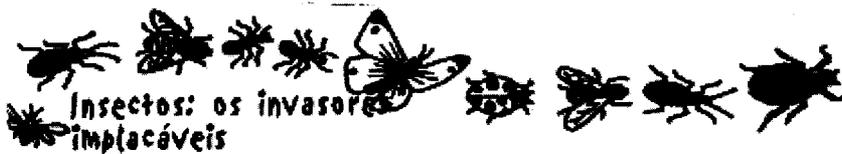
5.3. Materiais e Métodos

a) Fichas de trabalho

FICHA De TRABALHO N.º 1

Nome: _____ Ano: _____ Data: ____/____/____

Lê com atenção o texto e escreve uma pequena história sobre os insectos.



Os insectos são o grupo de animais mais numerosos, mas, ainda não se sabe ao certo quantos insectos existem, pois muitos deles ainda não foram descobertos. Alguns cientistas defendem a existência de 3 a 5 milhões (May, 1986), outros 80 milhões (Stork, 1988). Gaston (1991,1992) defendeu a existência de 5 a 10 milhões de espécies, por sua vez Hammond (1992), defende que o número é de cerca de 8 milhões. Arnold (2000), defende que existem dez vezes mais insectos que todos os outros animais em conjunto.

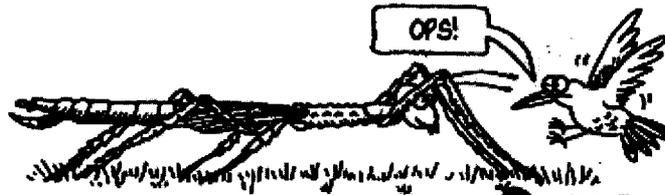
Não é pois surpreendente, que se encontrem insectos praticamente em todos os locais para onde se olha. Isso, se se quiser realmente vê-los. Um grupo tão numeroso deve ser importante, não só para o Homem como para os outros seres vivos.



FICHA De TRABALHO N.º 2

Nome: _____ Ano: _____ Data: ____/____/____

Recordes dos insectos



1. O insecto mais comprido.

Os insectos-pau gigantes do Bornéu parecem paus velhos. Chegam a atingir 33 cm de comprimento.

2. O maior insecto voador.

A borboleta "asas de pássaro" da rainha Alexandra, da Nova Guiné, ostenta asas que formam um leque de 20 cm. Mas isso não é nada – há apenas 300 milhões de anos existiam libelinhãs com asas de 75 cm!

3. O insecto mais pesado.

Um único escaravelho "Golias" da África Central pode pesar 100g.

4. O insecto mais leve.

O insecto mais leve é uma espécie de vespa parasita. Seriam necessários 25 milhões destes insectos para se obter o mesmo peso de um escaravelho "Golias"!



5. O insecto voador mais rápido.

Existe uma espécie de libelinha que pode atingir 58Km/h, sem ser numa tempestade!

Fonte: ARNOLD, Nick, 1996 (tradução portuguesa de 2000), Insectos à solta, Col. Ciência Horrível, Publicações Europa-América, Mem Martins.

Sublinha todas as palavras que não compreendas e **procura-as** no dicionário.

FICHA De TRABALHO N.º 3

Nome: _____ Ano: _____ Data: ____/____/____

Lê com atenção e pinta!

Hábitos dos insectos

Alguns insectos sofrem algumas alterações à medida que crescem e outros modificam-se completamente, ou seja, existem dois tipos de desenvolvimento nos insectos.



Estas alterações são simples e designam-se por metamorfose incompleta. Os louva-a-deus, os gafanhotos e as libelinhas apresentam este tipo de desenvolvimento.

Fonte: ARNOLD, Nick, 1996 (tradução portuguesa de 2000), Insectos à solta, Col. Ciência Horrível, Publicações Europa-América, Mem Martins.

FICHA De TRABALHO N.º 4

Nome: _____ Ano: _____ Data: ___/___/___

Lê com atenção os textos e faz um desenho sobre o que lêste!

Lepidópteros

(Borboletas)



Existe alguma coisa melhor num dia de Verão que estar sem fazer nada, com uma bebida fresca na mão, e observar as borboletas a voar? Existem muitos tipos diferentes de borboletas por todo o mundo, com uma grande variedade de formas, feitios e cores. É pena que sejam tão gluttonas quando lagartas!

Ficheiro de factos

Nome:	Lepidóptero (borboleta)
Habitat:	Encontram-se em todo o mundo.
Hábitos negativos:	As lagartas comem os nossos vegetais.
Hábitos positivos:	Polinizam as flores e são bonitas.
Característica peculiares:	Possuem dois pares de asas, geralmente muito coloridas; corpo muito delgado e peças bucais lambedoras-sugadoras.

Fonte: ARNOLD, Nick, 1996 (tradução portuguesa de 2000), *Insectos à solta*, Col. Ciência Horrível, Publicações Europa-América, Mem Martins.

FICHA DE TRABALHO N.º 5

Nome: _____ Ano: _____ Data: ___/___/___

Imagina que és uma borboleta. **Responde** às perguntas seguintes, **colocando** uma cruz (X) na opção que te parece mais correcta, de modo a conseguires sobreviver!

Tu podias ser uma grande borboleta azul?

A grande borboleta azul é uma borboleta que se encontra apenas nas regiões a Ocidente. Também se encontra em França e na Europa Central.

Tal como as outras borboletas, inicia a sua vida como um ovo e eclode na forma de lagarta, passa por 3 a 5 tamanhos crescentes de larva, antes de se transformar em crisálida e, depois, em borboleta.

Imagina que eras uma grande borboleta azul. Conseguias sobreviver?

1. Tu sais do ovo. Como é que te livras dos restos do ovo?

- a) Como-os.
- b) Enterro-os.
- c) Atiro-os a uma vespa que vai a passar.

2. Vives sobre a planta de tomilho ou manjerição. De repente, essa planta é invadida por outra lagarta da grande borboleta azul, que começa a comer as folhas que te pertencem. Que fazes?

- a) Concordo em partilhar a planta.
- b) Como a lagarta rival.
- c) Escondo-me até ela se ir embora.

3. Depois de teres devorado todas as folhas que pudeste e de teres mudado de pele 3 vezes, caís da planta. Enquanto te deslocas, lentamente, surge uma formiga. Que fazes?

- a) Convenço a formiga a dar-me uma boleia – depois dou-lhe um pouco de melada, como recompensa.
- b) Agarro-me com força às suas antenas e recuso-me a largá-las.
- c) Deito-me de costas e finjo estar morto/a.

4. A formiga leva-te para o formigueiro e fecha-te num compartimento onde estão as larvas de formiga. Que fazes então?

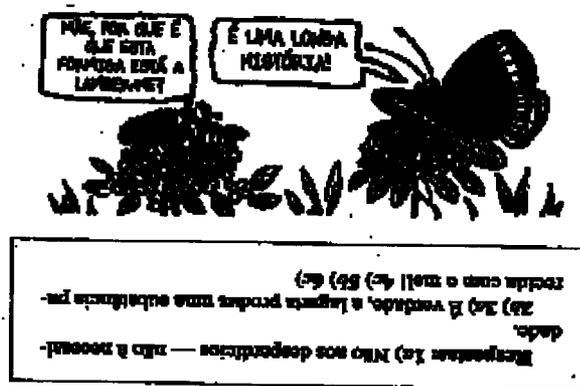
- a) Tento tornar-me amigo/a delas.
- b) Localizo o armazém de alimentos das formigas e sirvo-me.
- c) Como as larvas de formigas.

5. Passas o Inverno a dormir, no formigueiro. Assim que acordas, penduras-te no tecto e transformas-te em crisálida. Cerca de 3 semanas depois, caís no chão e arrasta-te para fora da tua crisálida húmida. Parabéns, tornaste-te adulto/a! Mas como vais agora fugir do formigueiro?

- a) Tenho de cavar um túnel.
- b) Arrasto-me para fora.
- c) Finjo estar morto/a e espero que alguma formiga me carregue para o exterior.

6. Livre, finalmente. Qual é a primeira coisa que vais fazer?

- a) Encontrar alguma coisa para comer – pode ser uma formiga morta que deixo entrar na espiritromba..
- b) Encontrar um companheiro/a.
- c) Secar as minhas asas novas, que ainda estão húmidas. Depois, voas, reproduzes-te e gozas a tua vida nova! Aproveita-a, pois só tens 15 dias de vida adulta!



Fonte: ARNOLD, Nick, 1996 (tradução portuguesa de 2000), *Insectos à solta*, Col. Ciência Horrível, Publicações Europa-América, Mem Martins.

FICHA De TRABALHO N.º 6

Nome: _____ Ano: _____ Data: ____/____/____

Lê com atenção o texto e faz um desenho sobre o que lêste!

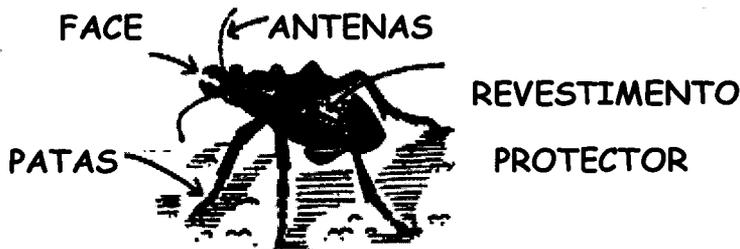


A maioria das pessoas considera os escaravelhos (Coleópteros) horrorosos, principalmente os escaravelhos pretos. No entanto, muitos destes insectos são úteis pois comem outros insectos que atacam as nossas culturas.

Os coleópteros são o grupo maior de insectos. E está a aumentar, pois os cientistas estão constantemente a descobrir novas espécies! Apesar de existirem muitos, os coleópteros têm muitas semelhanças entre eles, sendo por isso colocados no mesmo grupo de animais.

Ficheiro de factos

Nome da criatura:	Escaravelho.
Habitat:	Encontra-se em todo o mundo, praticamente em qualquer local que se possa imaginar, excepto no mar, embora algumas espécies habitem nas praias.
Características peculiares:	A maior parte dos escaravelhos possuem antenas (sensores) curtas. As asas anteriores côncavas, que cobrem e ocultam as asas posteriores que servem para voar, protegem o corpo abrutalhado do escaravelho.



FICHA De TRABALHO N.º 7

Nome: _____ Ano: _____ Data: ____/____/____

Lê com atenção o texto e **constrói** o teu próprio formigueiro.

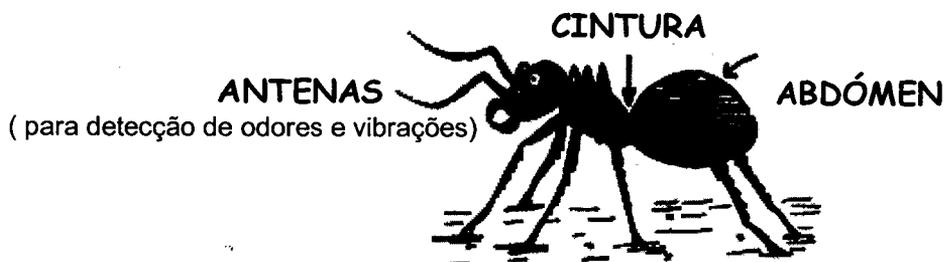
Espantosas formigas

Todas as pessoas sabem o que são formigas. É fácil identificá-las durante o Verão, quando marcham em direcção à tua casa, onde vão inspeccionar a cozinha.

As formigas podem tornar-se indesejáveis, pois chegam a qualquer lado, desde as tuas plantas até à frigideira, mas também são muito úteis.

Ficheiro de factos

Nome da criatura:	Formiga.
Habitat:	Encontram-se em todos os habitats terrestres.
Características:	A maior parte das formigas têm menos de 1 cm de comprimento. Apresentam uma cintura fina entre o tórax e o abdómen. As suas antenas são angulosas.



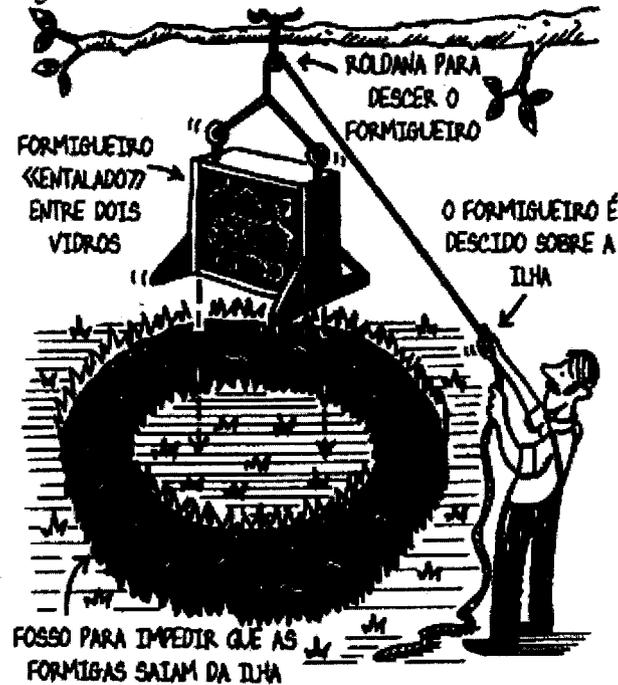
Fonte: ARNOLD, Nick, 1996 (tradução portuguesa de 2000), *Insectos à solta*, Col. Ciência Horrível, Publicações Europa-América, Mem Martins.

FICHA De TRABALHO N.º 8

Nome: _____ Ano: _____ Data: ____/____/____

Ajuda o barão Lubbock na sua experiência!

O barão Lubbock idealizou uma espantosa experiência com formigas...



e descobriu que...

1 As formigas podem viver muitos anos. As obreiras podem viver sete anos, e as rainhas catorze, até que, finalmente, morrem de velhice.

2 As formigas respondem aos sons de forma estranha — pudera, elas ouvem com os joelhos!

O barão concebeu ainda outra experiência com formigas... com labirintos, obstáculos e uma mesa com anéis móveis — tudo proporcional ao tamanho das formigas, claro. A sua intenção era descobrir se as formigas possuíam sentido de orientação. Qual pensas que foi a conclusão a que ele chegou?

- Estamos a falar de cérebros de formiga — perderam-se todas.
- As formigas parecem ovelhas — seguem sempre a formiga que vai à frente.
- As formigas são mesmo espertas. Conseguem orientar-se através dos raios de sol, mesmo em dias nublados e assim encontraram o caminho de regresso a casa.

Fonte: ARNOLD, Nick, 1996 (tradução portuguesa de 2000), *Insectos à solta*, Col. Ciência Horrível, Publicações Europa-América, Mem Martins.

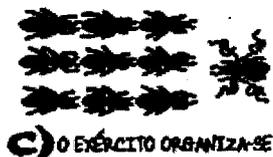
FICHA De TRABALHO N.º 9

Nome: _____ Ano: _____ Data: ____/____/____

Descobre os odores das formigas.

Odores de formiga:

O olfacto é muito importante para as formigas. Os cientistas descobriram vários odores produzidos pelas formigas, cada um dos quais as leva a ter um comportamento diferente. Imagina que és um cientista que está a observar diferentes tipos de comportamentos das formigas. Eras capaz de estabelecer a correspondência entre o comportamento e o odor que o causou?



Fonte: ARNOLD, Nick, 1996 (tradução portuguesa de 2000), *Insectos à solta*, Col. Ciência Horrível, Publicações Europa-América, Mem Martins.

FICHA De TRABALHO N.º 10

Nome: _____ Ano: _____ Data: ___/___/___

Lê com atenção o texto e visita um apicultor, de modo a saberes um pouco mais sobre este insecto tão especial.

As esbeltas abelhas

As abelhas tal como as formigas formam sociedades. Cada abelha tem uma tarefa e são governadas por uma rainha.

Os seres humanos costumam dizer que as abelhas são boas porque produzem mel e polinizam as flores. No entanto as abelhas têm outras características.

Nome da criatura:	Abelha.
Habitat: 	Encontram-se em todo o mundo. A maior parte das abelhas são solitárias mas, algumas espécies vivem em grandes colmeias.
Hábitos desagradáveis: 	Picam as pessoas com o ferrão e morrem logo.
Hábitos positivos: 	As abelhas produzem mel e polinizam as flores.
Características peculiares: 	Têm uma fina cintura entre o tórax e o abdómen. Possuem quatro asas transparentes. As abelhas têm línguas compridas e transportam com frequência montinhos amarelos, de pólen, agarrados ao seu corpo.



Fonte: ARNOLD, Nick, 1996 (tradução portuguesa de 2000), *Insectos à solta*, Col. Ciência Horrível, Publicações Europa-América, Mem Martins.

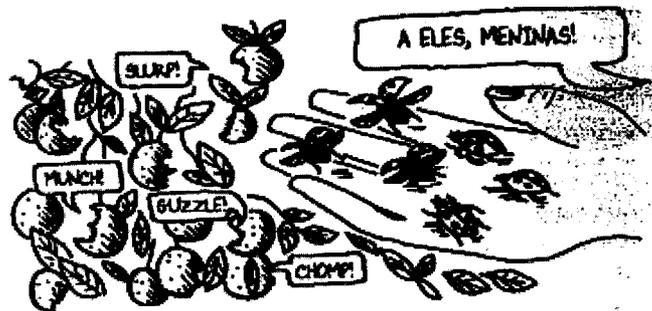
FICHA De TRABALHO N.º11

Nome: _____ Ano: _____ Data: ____/____/____

Lê o texto com atenção e **conversa** com os teus amigos e professor sobre a importância dos insectos.

Insectos - Bons ou Maus?

Talvez penses que os seres humanos são os piores inimigos dos insectos. Errado. Existem muitos inimigos mortais dos insectos, como por exemplo, outros insectos. Sem as joaninha, existiriam muitos mais afídeos.



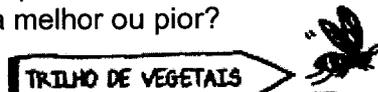
As aranhas também se alimentam de insectos, sem elas teríamos muito mais moscas.

A melhor forma de afastar um insecto é arranjar outro animal, que pode ser outro insecto. Uma terrível praga de insectos devoradores de fruta invadiu a Califórnia, devastando completamente as árvores de fruto, até que os seres humanos descobriram um tipo de joaninha que deu cabo desses glutões.

A maioria das pessoas pensa que os insectos não servem para nada, são nojentos e feios, são nossos inimigos! Mas, se os insectos fossem realmente nossos inimigos pensas que teríamos alguma hipótese? Não, pois para cada pessoa existem cerca de um milhão de insectos.

É certo que alguns insectos provocam doenças, atacam as nossas culturas, invadem as nossas casas e comem os alimentos armazenados, no entanto, nem todos são assim, alguns são úteis para os seres humanos e para outros seres vivos, pois servem-lhe de alimento.

Nós precisamos dos insectos para as plantas produzirem frutos; são os insectos que comem resíduos de plantas em decomposição. Sem os insectos não teríamos mel, nem luz de pirilampos. Não haveria seda, nem belas borboletas. Sem os insectos será que a Terra seria melhor ou pior?



Fonte: ARNOLD, Nick, 1996 (tradução portuguesa de 2000), *Insectos à solta*, Col. Ciência Horrível, Publicações Europa-América, Mem Martins.

b) Instrumentos para captura de insectos

b1) Pratos de cores atractivas com água e detergente



Figuras 74 e 75 - Pratos de plástico de cores variadas contendo água com detergente, utilizados para captura de insectos na escola E.B.1 de Arraiolos, Outeiro de S. Francisco, durante o ano lectivo de 2001/2002.

b2) Rede aérea

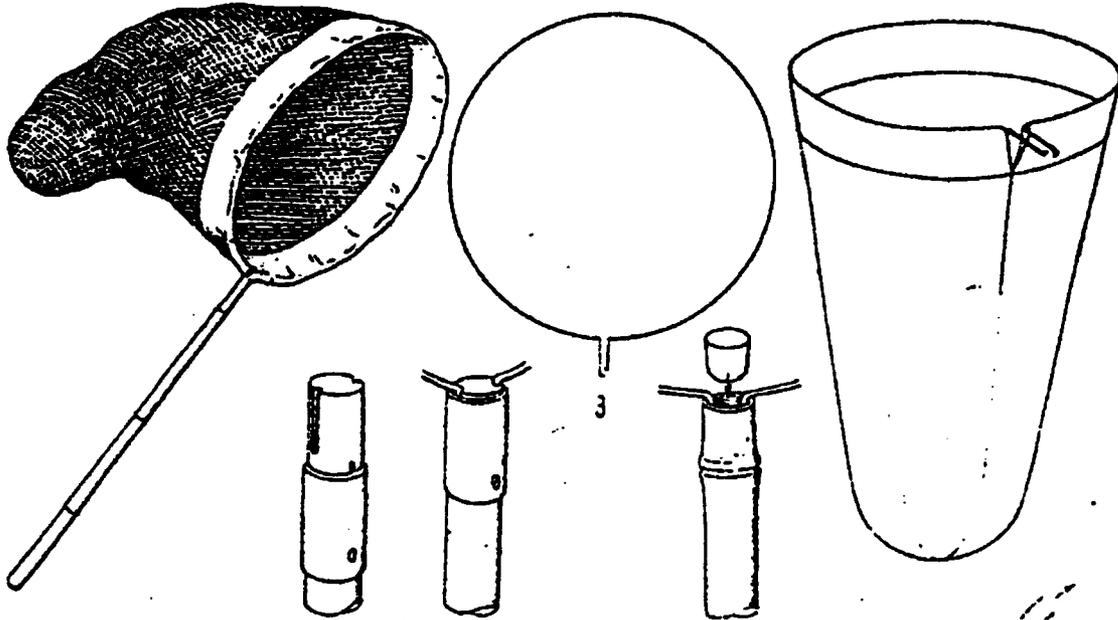


Figura 76 – Na extremidade de uma cana-da-índia, cujo comprimento deve ser 1 metro, introduz-se um aro de arame de espessura 6 a 8 mm, recurvado formando uma curva de 30 cm. Para que o arame não desencaixe coloca-se uma tampa feita de cortiça. Em vez da cana pode utilizar-se um cabo de uma vassoura, sendo feitos dois sulcos em lados opostos da extremidade do cabo, nos quais irá encaixar o arame que irá ser coberto por uma estrutura plástica. Para finalizar, confecciona-se uma manga cônica de aproximadamente 30 cms de diâmetro e 50-60 cms de profundidade com tule (tecido leve ideal para a captura de insectos durante o voo) ou com pano cru (mais resistente, especial para “varrimento”), sendo esta montada sobre o aro metálico de arame. A abertura do saco, por servir de bainha ao aro e por ser a parte de maior desgaste, deve ser forrada com pano-cru. A rede está pronta a ser utilizada, podendo ser facilmente desmontada o que irá facilitar o seu transporte e a substituição de peças inutilizadas. Adaptado de Diniz, 1964.

b3) Aspirador entomológico

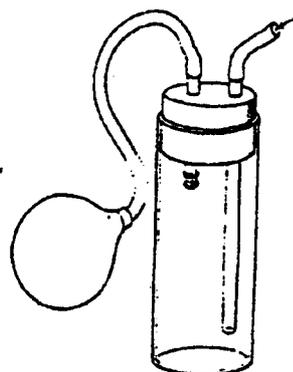


Figura 77 – A um frasco rolhado ligam-se dois tubos de borracha de comprimentos desiguais, sendo colocada na extremidade do tubo mais comprido uma pêssego de borracha de forma a assegurar a sucção dos insectos. Para se proceder à captura coloca-se a extremidade do tubo próxima do insecto a aspirar e pressiona-se a pêssego, sendo a corrente aspiradora provocada pela sua descompressão súbita. O frasco deve conter tiras de papel de filtro, papel higiénico ou de jornal, de forma a ser absorvido o excesso de humidade e limitados os movimentos dos insectos, o que diminuirá a sua deterioração. Adaptado de Diniz, 1964.

b4) Armadilhas luminosas

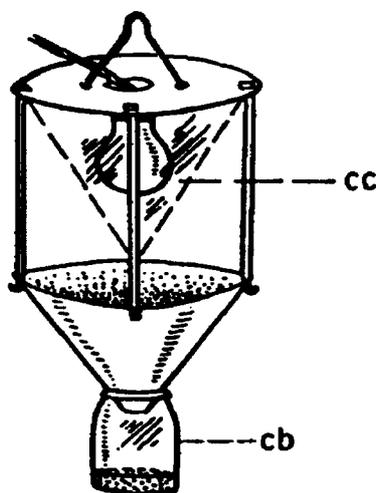


Figura 78 – Num funil metálico são encaixadas 4 barras metálicas que sustentam uma placa cilíndrica perfurada na zona central, através da qual é introduzida uma lâmpada preferencialmente de vapor de mercúrio de luz azul (a luz azul parece atrair mais que a amarela ou vermelha), rodeada por um cone de celulóide. Adaptado de Borror e DeLong, 1969.

Os insectos são atraídos pela luz, batem no cone de celulóide e caem dentro do funil, sendo encaminhados para o interior do frasco mortífero colocado por baixo deste conjunto.

b5) Funil de Berlese

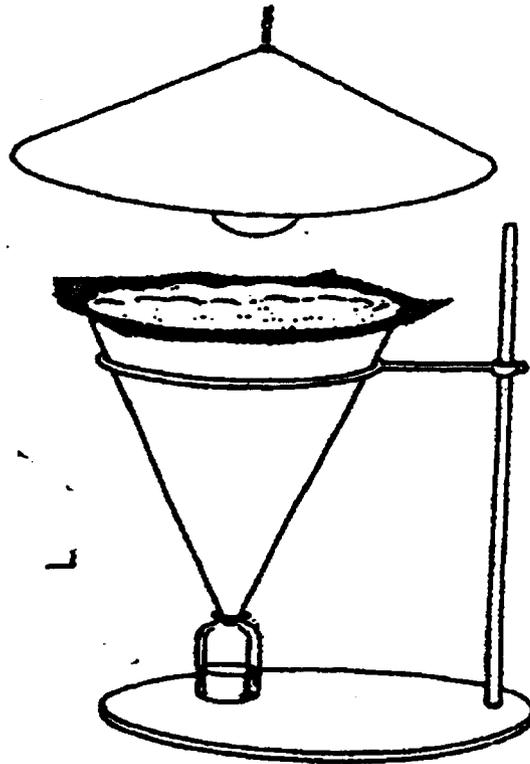


Figura 79 - O funil de Berlese consta essencialmente de um grande funil de vidro, fixo verticalmente a um suporte universal e com a abertura maior coberta por uma rede metálica de malha muito fina. A abertura inferior do funil está inserida no interior de um frasco contendo álcool etílico a 95%. Por cima de todo o conjunto é colocada uma lâmpada (40 a 60 W), sob um reflector. Adaptado de Diniz, 1964.

A amostra de solo é colocada na rede metálica desfazendo-se os torrões maiores com os dedos; acende-se a lâmpada a qual irá provocar o aquecimento da terra, conseqüentemente os insectos procuram fugir caindo, através do funil, no frasco de recolha. Passadas algumas horas, começam a surgir no álcool os primeiros exemplares no entanto, a extracção só pode ser considerada terminada ao fim de 2 a 3 dias.

Muitos outros tipos de armadilhas podem ser utilizados na captura de insectos, devendo ser a sua idealização fruto da imaginação dos alunos, proporcionando deste modo o desenvolvimento da criatividade e estudo dos hábitos dos insectos.

c) Preparação dos insectos capturados

c1) Construção de esticadores



Figuras 80 e 81 – Construção de esticadores em esferovite, pelos alunos da escola E.B.1 de Arraiolos, durante o ano lectivo de 2001/2002. Para tal, cortam-se duas placas de esferovite com aproximadamente 15 cm de largura, 30 cm de comprimento e 1 cm de espessura, colam-se as duas placas com fita adesiva. Na zona central de uma das placas abre-se uma fenda de espessura 1 cm e largura entre 5 mm a 1 cm, dependendo das dimensões dos insectos a esticar. Em vez de esferovite pode ser utilizada uma tábua de madeira e duas placas de corticite.

c2) Esticagem de insectos

A esticagem dos insectos é um processo que exige cuidados especiais, nomeadamente minuciosidade e paciência, visto que se tratam de estruturas pequenas e muito frágeis.

De forma a tornar observáveis as estruturas dos espécimes capturados, é necessário respeitar um certo número de regras, cujo cumprimento aumenta a eficácia da preparação dos insectos.

No caso particular dos Lepidópteros, a sua esticagem é executada conforme a seguinte descrição: a borboleta é fixa na fenda do esticador através de um alfinete colocado na zona mediana do tórax, sendo a sua fixação feita de modo a que a inserção das asas fique ao nível da superfície do esticador. Dentro da fenda, as patas são orientadas na posição normal, com um alfinete; as antenas são estendidas para a frente, dispendo-se ligeiramente divergentes desde a base, sendo fixadas por meio de alfinetes cruzados; separam-se as peças da armadura bucal utilizando igualmente alfinetes cruzados para a sua fixação; abrem-se as asas, fixando-as inicialmente com um alfinete colocado junto a nervuras mais espessas. O bordo posterior das asas anteriores fica ligeiramente sobreposto ao bordo anterior das asas posteriores. Posteriormente, a fim de evitar a excessiva perfuração da asa e consequente danificação, colocam-se sobre a asa pequenas tiras de plástico ou de papel vegetal fixas com alfinetes, até que as asas fiquem totalmente esticadas.

O insecto permanece no esticador o tempo suficiente para ficar completamente seco, o que depende da temperatura e humidade, demorando este processo normalmente 3 dias. É conveniente evitar a exposição directa à luz pois esta prejudica o colorido dos insectos.

Posteriormente o Lepidóptero é retirado do esticador, conservando o alfinete colocado na zona mediana do tórax, que servirá para a sua fixação na entomotéca.



Figura 82 – Esticagem de insectos utilizando esticadores de esferovite, alfinetes entomológicos e tiras de plástico (alunos da escola secundária de Serpa, ano lectivo 1999/2000).

Este processo é utilizado para a esticagem de lepidópteros de grandes e médias dimensões. No caso dos espécimes pequenos são retiradas, com a ajuda de uma pinça entomológica, as asas, apêndices bucais, antenas e patas, sendo montadas entre duas lâminas de vidro. O corpo é conservado no interior de frascos colocados na arca congeladora (método não científico, pois restringe a classificação da espécie unicamente à observação das asas, patas e antenas).

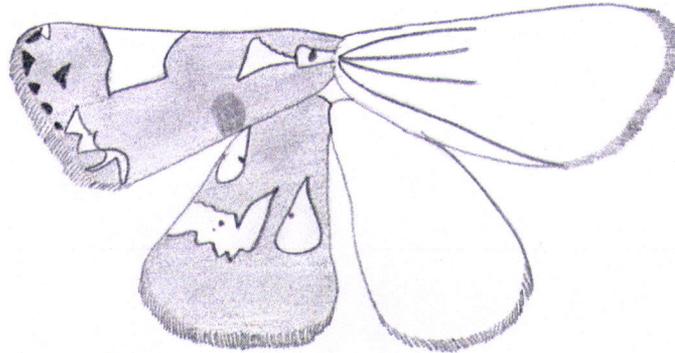
Insectos muito pequenos devem ser colados através da sua face ventral a um rectângulo de cartolina ou cartão, sendo este fixo através de um alfinete na caixa de colecção.



Figura 83 – Montagem entre duas lâminas de vidro das asas, apêndices bucais, antenas e patas de um insecto de pequenas dimensões.

c3) Identificação dos espécimes capturados

O complexo processo de identificação dos insectos pode ser facilitado recorrendo a esquemas, não só das asas como o esquema apresentado, como também das antenas e genitálias.



Ampliação: 4X

Figura 84 – Esquema ilustrativo das asas de um dos espécimes capturados.

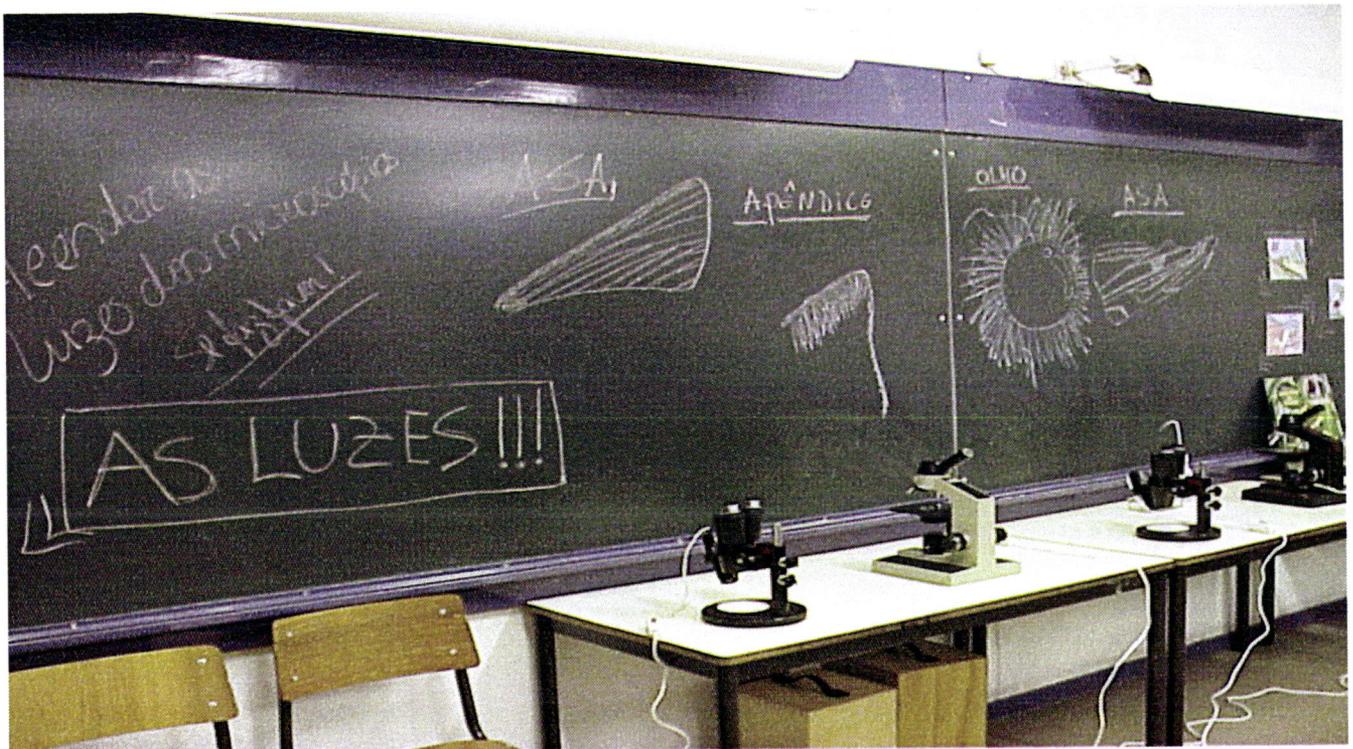


Figura 85 - Instrumentos ópticos (lupas binoculares e microscópios monoculares), utilizados na observação dos insectos aquando da elaboração dos seus esquemas ilustrativos.

c4) Etiquetagem de um insecto

O valor de um espécime para fins científicos depende não só do seu estado de conservação, mas também da informação relacionada com o insecto capturado. Para tal, são cortados pequenos rectângulos de cartão ou cartolina onde com tinta-da-china (para que não desapareça com o tempo) e com letra bem legível são indicados o local e data de captura e o nome do colector (primeiro rectângulo). Numa segunda etiqueta são registadas as indicações biológicas e ecológicas, e finalmente numa terceira etiqueta é feita a identificação taxonómica do insecto, sendo indicado o nome da espécie ou somente o género ou a família.

A quantidade de informação que acompanha o exemplar deve aumentar à medida que avançamos nos diversos níveis de escolaridade, o que não impede a inclusão de informações mais pormenorizadas em níveis de escolaridade mais baixos.

A etiquetagem fica concluída aquando da fixação das etiquetas no alfinete de montagem, devendo ficar suficientemente afastadas de modo a facilitar a sua leitura, assim como a observação do exemplar.



Figura 86 – Etiquetagem de um exemplar capturado. Adaptado de Borror e DeLong, 1969.

d) Conservação dos exemplares

Depois de esticados e etiquetados, os exemplares devem ser guardados em recipientes que permitam a sua observação, e protecção contra pragas e humidade.

d1) Conservação de insectos em líquidos

Os insectos adultos de corpo mole e larvas, dado o elevado investimento técnico necessário para serem esticados e secos, devem ser conservados em líquidos. Para tal pode ser utilizado um frasco de boca larga, no fundo do qual é colocada uma camada de algodão. O líquido conservativo normalmente utilizado é o álcool etílico a 95%, com o qual será cheio o frasco. Os insectos previamente colocados dentro de pequenos tubos de ensaio rolhados com algodão, são colocados no interior do frasco, tendo o cuidado de introduzir os tubos de boca para baixo. Rolha-se o frasco e coloca-se num local sombrio.

Periodicamente deve ser verificado e renovado o líquido conservativo, pois pode evaporar.

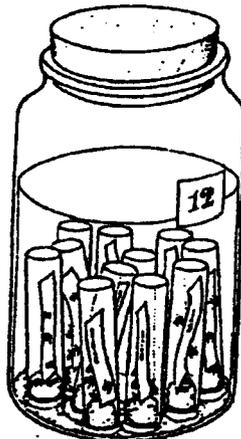


Figura 87 - Conservação de insectos de corpo mole no interior de um frasco com álcool etílico a 95%. Adaptado de Diniz, 1964.

d2) Conservação dos insectos esticados e secos

Todos os insectos podem ser conservados em líquidos, sendo um processo mais fácil, no entanto, quando possível é preferível esticar os insectos, deixá-los secar e montá-los em entomótecas, o que irá facilitar a sua observação.

O acondicionamento dos exemplares esticados pode ser feito em caixas de cartão ou de madeira hermeticamente fechadas.

O fundo da caixa deve ser forrado com uma placa de corticite ou esferovite coberta com uma folha de papel milimétrico. Estes materiais facilitam a introdução do alfinete, sendo o papel milimétrico útil para o alinhamento e comparação do tamanho dos exemplares.

A tampa da caixa pode ser de vidro, no caso da caixa de madeira, ou de papel de acetato se a opção for a caixa de cartão. Nas escolas a opção mais viável será a utilização da caixa de cartão, sendo cortada a parte superior da tampa, onde vai ser colada uma folha de acetato. A superfície de encaixe da tampa deve ser forrada com papel de lustro, de forma a aumentar o seu isolamento. A luz prejudica o colorido das espécies, por esse motivo as caixas devem ser colocadas em locais sombrios. Outros inimigos dos insectos conservados a seco são os ácaros, bolores e humidade, para evitar a sua acção as caixas devem ser colocadas em locais secos, colocando no interior da caixa, mais propriamente nos seus bordos sobre pequenas tampas, bolas de naftalina, que devem ser repostas periodicamente.

A disposição dos exemplares nas caixas depende do gosto, no entanto, torna-se útil o aproveitamento máximo da superfície útil, sendo conveniente a disposição das espécies em colunas. Muitas espécies apresentam dimorfismo sexual acentuado (grandes diferenças morfológicas entre macho e fêmea), sendo recomendável a sua disposição em linha, lado a lado.

Se as caixas forem pequenas, convém reservar uma caixa para cada ordem, género ou família.



Figura 88 - Aspecto de caixas para acondicionamento de insectos esticados e secos.

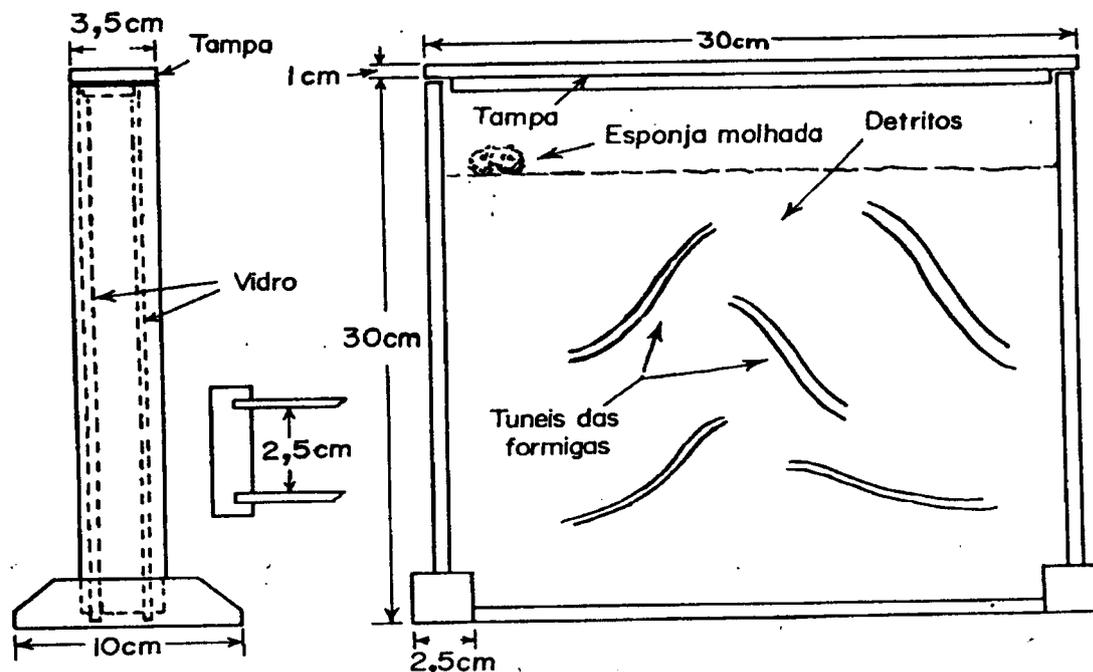
e) Construção de um formigueiro

Figura 89 – Constrói-se uma armação de madeira com 30 cm de largura e altura e 4 cm de espessura, na qual são feitas duas ranhuras de aproximadamente 3 mm de espessura, e com espaçamento de 2,5 cm. Nessas ranhuras vão encaixar dois vidros com cerca de 2,5 mm de espessura, constituindo as paredes do formigueiro de forma a assegurar a observação das construções efectuadas pelas formigas. Este conjunto assenta numa base de madeira com aproximadamente 10 cm de largura e 35 cm de comprimento. Para evitar a fuga das formigas, o formigueiro possui uma tampa de madeira ou esferovite. Adaptado de Borrer e DeLong, 1969.

No interior desta estrutura coloca-se uma mistura de detritos recolhidos de um formigueiro, contendo preferencialmente todos os estádios de desenvolvimento e castas, não esquecendo a rainha que é facilmente reconhecida pelas suas dimensões superiores às dos outros elementos.

Periodicamente deve ser fornecido alimento, colocando-se alguns insectos no formigueiro e/ou colocando uma pequena esponja ou bola de algodão humedecida com gotas de mel. De forma a ser assegurada a humidade coloca-se uma esponja ou algodão molhado no lado inferior da tampa ou directamente em cima dos detritos. Asseguradas todas as condições, as tarefas seguintes são da responsabilidade das formigas.

5.4. Avaliação

Sendo a avaliação inerente ao processo educativo, convém fazer referência a este parâmetro.

Todo o trabalho desenvolvido pelos alunos deve ser alvo de uma criteriosa observação e avaliação, tendo em conta vários parâmetros entre os quais se destacam a responsabilidade, o empenhamento, a organização, a cooperação, a autonomia, a iniciativa, a criatividade e a capacidade de pesquisa.

No final de cada período, os alunos deverão preencher uma ficha de auto-avaliação, na qual devem estar incluídos os parâmetros acima indicados, de forma a tomarem consciência do trabalho efectuado.

Ficha de auto-avaliação

(intercalar)

Nome: _____ N.º __ Ano: __ Turma: __ Data: __/__/__

Tema: Biologia Ambiental - O mundo dos insectos

É importante **reflectires** sobre a forma como estás a progredir neste trabalho!

Coloca uma cruz (X) na resposta mais adequada!

1. Estou a efectuar o trabalho:

- apenas nas aulas
- fora das aulas e em grupo
- fora das aulas e individualmente

2. Para este trabalho estou a procurar informação em:

- livros
- Internet
- jornais e revistas
- televisão e vídeo
- visitas e contactos

3. A recolha de dados e desenvolvimento das actividades estão a ser efectuadas:

- em grupo
- individualmente

4. O plano de trabalhos está a ser cumprido:

- Sim
- Não

5. Durante este trabalho penso que:

	😊	😐	☹
<input type="checkbox"/> tenho sido responsável	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> tenho cuidado do material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> tenho estado atento às informações	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> tenho feito perguntas para esclarecer dúvidas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> tenho ajudado a resolver os conflitos no grupo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> tenho sabido ouvir as opiniões dos colegas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> tenho defendido calmamente a minha opinião	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> tenho tomado iniciativas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Legenda: 😊 sempre 😐 às vezes ☹ poucas vezes

6. Estou a gostar de trabalhar neste tema:

- Sim
- Não

Porque:

Ficha de auto-avaliação

(Final)

Nome: _____ N.º ____ Ano: ____ Turma: ____ Data: __/__/__

Tema: Biologia Ambiental - O mundo dos insectos

É importante **reflectires** sobre a forma como participaste neste trabalho!

Coloca uma cruz (X) na resposta mais adequada!

1. A minha forma de participar neste trabalho foi sobretudo:

- construir armadilhas para captura de insectos
- capturar insectos
- construir esticadores
- esticar insectos
- elaborar esquemas ilustrativos dos exemplares capturados
- classificar e etiquetar os insectos capturados
- construir caixas para acondicionamento dos exemplares capturados e esticados
- criar insectos
- pesquisar na Internet, em livros, revistas, entre outros
- escrever textos
- traduzir textos
- elaborar cartazes
- organizar o museu entomológico

2. A minha participação nas actividades foi:

muito boa boa suficiente insuficiente

3. A forma como trabalhei no grupo foi:

muito boa boa suficiente insuficiente

4. A relação entre os colegas do grupo foi:

muito boa boa suficiente insuficiente

5. A forma como desenvolvi o meu trabalho de pesquisa foi:

muito boa boa suficiente insuficiente

6. Trabalhei melhor:

individualmente em grupo

7. Durante este trabalho penso que:

😊 😐 ☹️

- | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> fui responsável | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> cuidei do material | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> estive atento às informações | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> ajudei a resolver os conflitos no grupo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> tomei em conta as opiniões dos colegas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> defendi calmamente a minha opinião | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> tomei iniciativas e propus soluções | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Legenda: 😊 sempre 😐 às vezes ☹️ raramente

8. Indica as dificuldades sentidas durante este trabalho.

9. Se começasses tudo de novo:

não alteravas nada

alteravas O quê?

10. Gostei de trabalhar neste tema:

Sim

Não

Porque:

**Ficha de observação
(Final)**

Tema: Biologia Ambiental - O mundo dos insectos

Ano: _____ **Turma:** _____ **Data:** ___/___/___

A. Avaliação do trabalho desenvolvido

1. Os objectivos foram atingidos?

Sim

Não _____

2. A planificação foi alterada?

Não

Sim Porquê? _____

3. Maiores dificuldades sentidas no desenvolvimento deste tema

4. Avaliação global do trabalho	Insuf.	Suf.	Bom	Muito Bom
<input checked="" type="checkbox"/> Trabalho de pesquisa/ recolha de dados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Recursos/ materiais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Resposta ao problema identificado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Forma de divulgação do produto final	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Interdisciplinaridade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Intervenção na comunidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Para além da sensibilização dos alunos, é essencial a formação e consciencialização dos professores, através de acções de formação creditadas sobre este tema.

É igualmente importante investir na sensibilização dos professores estagiários e respectivos orientadores.

Na Escola E.B. 2,3/S Cunha Rivara de Arraiolos, essa sensibilização foi efectuada durante o ano lectivo 2001/2002.



Figura 90 – Sessão de sensibilização de professores do ensino básico e secundário, sobre a importância dos insectos e a sua utilização como recurso pedagógico – Escola E.B. 2,3/S Cunha Rivara – Arraiolos.

A aplicação do recurso “insecto” na educação, constitui a chave para a sua valorização, pois, é o **conhecimento que conduz à conservação!!!**

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. Valorização ecológica e económica dos insectos

Aquando do estudo dos insectos, a atenção do Homem recai sobretudo sobre as espécies que atacam as culturas com valor económico, os produtos armazenados e causam doenças no Homem e noutros animais. É frequentemente sobrevalorizada a acção negativa da classe *Insecta*.

É verdade que existem espécies de insectos que nos prejudicam, causando grandes prejuízos económicos. No entanto, a nossa atitude perante um grupo de animais tão abundante e diversificado, não pode restringir-se às espécies que directa ou indirectamente competem connosco. É necessária uma mudança de atitude por parte do Homem, no sentido de contrariar o ímpeto que nos conduz à eliminação de qualquer insecto, só pelo simples facto de ser insecto, independentemente da sua acção.

Qualquer espécie tem a sua própria ecologia, estabelecendo directa ou indirectamente interacções com muitas outras espécies (Price, 1997). Dada a grande abundância e diversidade, torna-se evidente a importância ecológica dos insectos, principalmente como elementos fundamentais nos processos de transferência de matéria e de energia, assegurando o bom funcionamento das teias tróficas da Biosfera. Os insectos são elementos importantes das cadeias alimentares, servem de alimento aos 5 Reinos da natureza e alimentam-se de várias espécies animais e vegetais, contribuindo para o restabelecimento do equilíbrio ecológico dos ecossistemas.

A avaliação económica dos insectos recai sobretudo nos prejuízos causados por fitófagos, sendo apenas avaliadas as suas acções negativas. É importante, no entanto, quantificar em termos económicos o valor dos insectos como intervenientes nas teias tróficas, é necessário aliar a economia à ecologia.

A actividade polinizadora dos insectos possibilita a produção de muitas culturas, como as plantas forrageiras, muitas verduras, algodão, tabaco e a maioria das árvores de fruta; os insectos servem de alimento a muitos seres vivos, entre os quais, directa ou indirectamente, ao próprio Homem; como predadores, parasitas ou parasitóides, os insectos podem ser utilizados em programas de luta biológica, no controlo de infestantes e de pragas. Espécies saprófagas decompõem matéria orgânica de origem animal ou vegetal, o que contribui para o enriquecimento do solo. A decomposição de restos putrefactos, contribui igualmente para o aumento da qualidade ambiental; os insectos fornecem-nos vários produtos com valor económico, como mel, cera, seda, entre outros; os insectos são úteis para investigações científicas e para a medicina; o comportamento de alguns insectos, nomeadamente dos insectos sociais, tem servido de referência a algumas empresas da sociedade humana; algumas espécies de insectos são bioindicadoras e outras têm um elevado valor estético, servindo de inspiração a vários artistas e de passatempo para algumas pessoas; os insectos representam ainda um interessante instrumento pedagógico, possibilitando a aplicação de várias estratégias com vista ao desenvolvimento de competências essenciais nas futuras gerações, nomeadamente da sua consciência ecológica e respeito pela vida. É inimaginável a existência de ecossistemas terrestres funcionais, sem a diversidade dos insectos.

6.2. Factores de risco para as populações de insectos

Relativamente ao tema biodiversidade, existe grande controvérsia entre a comunidade científica. Tal como não existe consenso relativamente ao número de espécies de insectos que existem, o mesmo acontece quando se fala de taxas de extinção.

Alguns biólogos como Julian Simon (1995) e Bjorn Lomborg, defendem que os números de taxa de extinção apresentados (40 000 espécies extintas por ano, segundo Myers-1979) são exagerados ou até mesmo falsos.

Segundo Lomborg, desde que a vida surgiu na Terra, inúmeras espécies foram desaparecendo naturalmente, por incapacidade de sobrevivência, de se adaptarem e até mesmo como consequência da evolução. Esta extinção, destino de todas as espécies, tem-se processado ao longo dos tempos a uma taxa variável. A mais dramática das extinções em massa terá ocorrido há aproximadamente 245 milhões de anos, desaparecendo além de outras espécies, cerca de dois terços dos insectos existentes. Lomborg defende que se uma espécie vive entre 1 a 10 milhões de anos, conhecendo 1,6 milhões de espécies, devem perder-se por extinção natural cerca de 2 espécies por década. Os dados de que se dispõe indicam que o número de extinções por década é de cerca de 25 espécies. Logo, a extinção natural não é o único processo que conduz ao desaparecimento de espécies. O Homem é a principal causa de extinção, no entanto, esta situação não é recente.

Mawdsley e Stork (1988), propuseram um modelo, no qual se estabelece uma relação entre o número de espécies de aves extintas e o número de insectos extintos, podendo estimar-se o primeiro a partir do segundo. Com base neste modelo, pode mostrar-se que desde 1600, 0,14% do total de insectos desapareceu. Contudo, como a taxa de extinção está a aumentar, estes investigadores resolveram usar estimativas por excesso fornecidas pelo professor Smith, o qual considerava o aumento da taxa de extinção entre 12 e 55 espécies nos próximos 300 anos. Usando estes valores, a taxa de extinção de todos os animais fica abaixo dos 0,208% por década ou 0,7% em 50 anos (aproximadamente 1500 vezes superior à taxa de extinção por processos naturais, durante o mesmo período de tempo).

Wilson (1988) utilizou um modelo que pressupõe que quanto maior é a área maior será a biodiversidade. Segundo este biólogo, se a área for reduzida 90%, o número de espécies fica reduzida para metade. Deste modo, estamos a eliminar aproximadamente 100 000 espécies por ano. Esta extinção está relacionada não só com a destruição e fragmentação dos habitats naturais, mas também com a viabilidade populacional das espécies (populações com poucos indivíduos são mais vulneráveis). A poluição, alterações climáticas e introdução de espécies exóticas contribuem igualmente para a extinção de várias espécies, entre as quais os insectos.

A sobre – exploração dos recursos biológicos constitui outra ameaça para a sobrevivência de determinadas espécies. No caso particular dos insectos, algumas espécies, dada a sua beleza e raridade, são alvo de comércio ilegal sendo vendidas a preços elevados.

Mais recentemente, a introdução de organismos geneticamente modificados, nomeadamente plantas, pode também representar uma ameaça para o equilíbrio ecológico e consequentemente para a classe Insecta. Perante esta pressão, alguns insectos desenvolvem resistência outros, no entanto, morrem. Muitos insectos polinizadores estão a sofrer alterações do crescimento, aumento da mortalidade e diminuição da taxa reprodutiva.

Uma vez no meio, os organismos geneticamente modificados, reproduzem-se e transferem a sua carga genética. Qualquer erro ou consequência indesejada não pode ser removida da carga genética, sendo transmitida às futuras gerações.

6.3. Exemplos de espécies de insectos incluídas nas listas vermelhas

Com o objectivo de se compreender mais detalhadamente a situação de uma determinada espécie no ecossistema, em meados dos anos setenta do século passado, foram elaboradas as listas vermelhas, onde são incluídas 4 categorias – extinta, ameaçada, vulnerável e rara. Estas listas fornecem um quadro mais pormenorizado do estado de determinada espécie.

Apesar da grande abundância e capacidade adaptativa da maioria dos insectos, existem algumas espécies que estão incluídas nas listas vermelhas. Por exemplo, as espécies *Epiophlebia laidlawi* (Ordem: Odonata), *Deinacrida rugosa* (Ordem: Orthoptera), *Dynastes hercules* (Ordem: Coleoptera), *Edwardsina gigantea* (Ordem: Díptera), *Ornithoptera alexandrae* e *Danaus plexippus* (Ordem: Lepidoptera) e *Chalicodoma pluto* (Ordem: Hymenoptera) (Simon, 1995).

6.4. Gestão do “recurso” insecto

A grande aversão que a maioria das pessoas demonstra para com os insectos, faz com que se apliquem frequentemente métodos de gestão e/ou controlo de populações destes artrópodes, baseados na aplicação de insecticidas e pesticidas. Esta atitude, não é a mais eficaz, além dos inconvenientes que poderá provocar, a médio e longo prazo, a nível ambiental e para a saúde humana.

Dada a fragilidade do equilíbrio terrestre, é necessário agir com prudência perante algo que ainda não se compreende na totalidade.

As principais preocupações do Homem são a economia, o progresso e o desenvolvimento. Estes aspectos são importantes, no entanto não devem ser prioritários. É necessário repensar o nosso valor como pessoas e como parte integrante da Natureza; é importante evitar as acções que são prejudiciais para as outras espécies e conseqüentemente para nós próprios, como a destruição e fragmentação de habitats, poluição, introdução de espécies exóticas e de organismos geneticamente modificados e a sobre – exploração dos recursos.

Relativamente à classe Insecta, é também importante investir no seu conhecimento, nomeadamente a nível das suas funções e dos seus regimes alimentares; compreender as interacções tróficas que estabelecem; inventariar as espécies de insectos existentes e os seus padrões demográficos; detectar espécies raras, vulneráveis e ameaçadas. Posteriormente é necessário divulgar esses conhecimentos, sensibilizar para a importância ecológica e antropocêntrica dos insectos. Essa divulgação deve ser feita nas escolas e através dos meios de comunicação social (jornais, revistas, televisão), não esquecendo o contacto directo com os agricultores.

Este modelo de gestão do “recurso” insecto baseado no conhecimento, possibilita por exemplo, o controlo de grandes densidades populacionais, utilizando os seus inimigos naturais, produto da co – evolução, método mais barato e eficaz. A inventariação das espécies possibilita a detecção de espécies ameaçadas, podendo ser tomadas medidas de forma a aumentar as suas taxas populacionais, por exemplo, através da criação artificial das espécies e posterior introdução no seu habitat natural. Essa actuação deve ser no entanto cautelosa, muitas vezes o não actuar, deixar a própria natureza auto-controlar-se é a atitude mais adequada.

O conhecimento é a chave para a valorização e conseqüentemente para a gestão racional dos recursos biológicos.

6.5. Críticas e perspectivas futuras

Aquando da realização deste trabalho, vários obstáculos foram surgindo. Alguns dos quais resultaram da minha fraca formação entomológica, pois, durante a licenciatura não tive qualquer cadeira de entomologia. No entanto, nunca é tarde para aprender, decidi então investir na minha formação entomológica, de forma a poder transmitir aos alunos um pouco mais sobre os insectos. Tenho no entanto consciência do quanto tenho ainda que aprender.

É notória a falta de bibliografia entomológica na Universidade de Évora, tendo de recorrer a outras Universidades, nomeadamente ao Instituto Superior Agrário (ISA) e à Faculdade de Ciências de Lisboa.

Relativamente à parte prática, como professora, decidi que seria mais vantajoso investir na utilização dos insectos como recurso pedagógico, estabelecendo objectivos, estratégias e seleccionando materiais a utilizar, não esquecendo a articulação com os programas e a interdisciplinaridade.

O reduzido período de capturas (6 meses), resulta da grande mobilidade a que está sujeito o pessoal docente das escolas básicas e secundárias, associado às frequentes avarias das armadilhas luminosas.

Para que haja sucesso no ensino, segundo a minha opinião, é necessário que os professores permaneçam nas escolas durante um período mínimo de três anos, só desta forma é possível o desenvolvimento de estratégias que conduzam a uma aprendizagem efectiva.

Com este trabalho espero contribuir para o aumento do respeito pelos insectos, que são frequentemente negligenciados, não só pelo cidadão comum como também pelos cientistas e instituições universitárias. A Universidade de Évora também tem fomentado essa atitude, pois, não se justifica que a classe mais abundante dos animais seja abordada numa única disciplina facultativa, no curso de Biologia e Geologia (ensino).

Como professora do ensino básico e secundário, utilizando as estratégias descritas neste trabalho e recorrendo ao auxílio de outros colegas, vou tentar inverter esta atitude discriminatória, vou tentar despertar o interesse pela vertente positiva dos insectos, pela sua preservação e gestão racional.

É necessário o estabelecimento de novas prioridades, analisar os erros do passado para que não sejam repetidos no futuro.

BIBLIOGRAFIA

- ALDRICH, J. M. (1912 a). Larvae of saturniid moth used as food by California Indians. *J. New York Ent. Soc.*, **20**: 28 – 31.
- ALDRICH, J. M. (1912 b). Flies of the Leptid Genus *Atherix* used as food by California indians, *Ent. News*, **33**:159 – 163.
- ALONSO, J. (1996). Artrópodes terrestres. Os segredos da natureza. Ediclube. Madrid, pp. 26 – 152.
- ALVES, H.J.S. (1992). Guia de estilística prática. Universidade de Évora, Évora, pp. 23-60.
- ANCONA, L. H. (1933). Los jumiles de cuautla *Euschistus zopilotensis*. *An. Inst. Biol., Mexico*, **4**: 103 – 108.
- ANDREI, A. (1998). The avifauna of vineyards in the Alentejo, Portugal. Tese de mestrado, Universidade de Évora, pp. 29, 39-43.
- ANON (2000). Directory of least-toxic pest control products. *IPM Practitioner* **22**: 1 – 38.
- ANTUNES, S. (1998). Caracterização da variabilidade climática interanual em Portugal continental. Tese de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pp. 145-153.
- ARAÚJO, K. & MOUTINHO P.R.S. (1992). Variação da diversidade de formigas entre áreas de mata primária, secundária e pastagens na Amazónia Oriental. Congresso Latino-americano e Brasileiro de Zoologia, Resumos, **18**: 75.
- ARAÚJO, P. (1997). Agricultura Biológica – naturalmente melhor. *Cadernos de Educação Ambiental*, **3**: 6-7.
- ARNOLD, N. (1996) (tradução portuguesa de 2000). *Insectos à solta. Col. Ciência Horrível. Publicações Europa-América, Mem Martins*, pp. 53-58; 61; 76-79; 83-87; 125-127.
- BARBER, G. W. (1925). The efficiency of birds in destroying over-wintering larvae of the European corn borer in New England. *Psyche*, **32**: 30 – 46.
- BETTINI, S. (1978). *Arthropod venoms*. Springer – Verlag Berlin Heidelberg, New York, pp. 5 – 6; 167 – 170; 618 – 619; 647; 651 – 652; 835.
- BIGELOW, N. K. (1922). Insect food of the black bear (*Ursus americanus*). *Can. Ent.*, **54**: 49 – 50.

- BILSING, S. W. (1920). Quantitative studies in food of spiders. Ohio Journ. Sci., **20**: 215 – 260. In C.T. BRUES (1972). Insects food and ecology. Dover Pub. Inc., New York, pp. 399 – 422.
- BORROR, D. J. e DELONG, D. M. (1969). Estudo dos insectos. Editora Edgard Blusher, S.Paulo.
- BRIAN, M.V. (1957). The natural density of *Mymica rubra* and associated ants in West Scotland. Insects sociaux , **3**: 437- 487.
- BRISTOWE, W. S. (1932). Insects and other Invertebrates for human consumption in Siam. Trans. Ent. Soc., London, **80**: 387 – 404.
- BRUES, C. T. (1972). Insects food and ecology. Dover Pub. Inc., New York, pp. 399 – 422.
- BRUUN, B., et al. (1995). Aves de Portugal e Europa. 2ª ed. Guias FAPAS, Porto.
- BURT, C. E. (1928). Insect food of Kansas lizards with notes on feeding Habits. Journ. Kansas Ent. Soc., **1**: 50 – 68.
- CARVALHO, P. (1984). Borboletas. Editorial Publica. Lisboa. 286 pp.
- CASTRO, A.G., et al. (1989). Estrutura e diversidade de comunidades de formigas em pomares de citrus. An. da Soc. Ent. Brasil, **18**: 229-246.
- CASTRO, A.G., et al. (1990). O papel do distúrbio na estrutura de comunidades de formigas (Hymenoptera- Formicidae). Ver. bras. Ent., **34**: 201-213.
- CHORÃO, J. B., et al. (1999). Enciclopédia Verbo Luso-Brasileira de Cultura. Ed. Séc. XXI. Editorial Verbo, Lisboa/ São Paulo, **9**: 1155-1159; 1189-1190.
- CHRISTIE, J. R. (1937). *Mermis subnigrescens*, a nematode parasite of Grasshoppers. Ibid., **55**: 353 – 364.
- CUISIN, M. (1991). La Grande Encyclopedie des Insectes. Gründ. Paris. 511pp.
- DAVIS, J. J. (1916). A nematode parasite of root aphids. Psyche, **23**: 39 – 40.
- DINIZ, M. A. (1964). Captura, preparação e conservação de Insectos. Universidade de Coimbra, Coimbra, pp. 1-32.
- DOMINGOS, A. M., et al. (1987). Uma forma de estruturar o ensino e a aprendizagem. Biblioteca do Educador. Livros Horizonte, Lisboa, pp. 51-75; 156-160;175-184.

- DRAA (1999). Recenseamento geral agrícola. Direcção Regional de agricultura do Alentejo – Arraiolos.
- DRABL (1999). Recenseamento geral agrícola. Direcção Regional de agricultura da Beira Litoral – Leiria.
- DRAKE, V.A. & FARROW, R.A. (1988). The influence of atmospheric structure and motions on insect migration. *Ann. Rev. Ent.*, **33**: 183-210.
- DUSTAN, A. G. (1920). Entomogenous fungi. *Proc. Ent. Soc.*, Nova Scotia, pp. 36 – 45.
- ELMES, G.W. (1991). Ant colonies and environmental disturbance. *Symp. Zool. Soc. London*, **63**: 1-13.
- ERWIN, T. L. (1982). Tropical forests: Their richness in Coleoptera and other arthropod species. *Coleop. Bull.* **36**: 74-75.
- ERWIN, T. L. (1988). The tropical forest canopy: The heart of biotic diversity. In E. O. Wilson (ed.). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C., pp. 123-129.
- ESSIG, E. O. (1934). The value of insects to the California indians, *Sc. Monthly*, **38**: 181 – 186.
- FEIO, M. (1991). *Clima e agricultura*. Ed. Lisboa, Lisboa pp. 18; 19; 28-47.
- FERREIRA, J. (1996). *Agricultura e ambiente – a agricultura biológica*. *Lavoura Moderna*, **6**: 7-9.
- FERRON, P. (1996). *Viver com os insectos*. Biblioteca básica de ciência e Cultura. Instituto Piaget, Lisboa.
- FOWLER, H.G. et al. (1991). *Ecologia nutricional de formigas*. pp. 131-209. In: A.R.Panizzi & J.R.P.Parra (eds.). *Ecologia nutricional de insectos e suas aplicações no manejo de pragas*. São Paulo, Manole, pp. 359.
- FUENTE, F. R. (1971). África (Região Etiópica). *A Fauna*. Publicações Alfa, **1**: 45.
- GAROFOLINI, L. (1924). L'utilizzazione del *Triton cristatus* par la distruzione delle larve di anofele. *At. R. Ac. Naz. Lincei., Rendi*, **33**:129 – 131.
- GASTON, K. J. (1991). The magnitude of global insect species richness. *Conserv. Biol.* **5**: 283-296.
- GASTON, K. J.(1992). Regional numbers of insect and plant species. *Funct. Ecol.* **6**: 243-247.

- GLASER, R.W. & WILCOX, A. M. (1918). On the occurrence of a *Mermis* epidemic amongst grasshoppers. *Psyche*. **25**:12-15.
- GLASER, R. W. (1932). Studies of *Neoplectana glaseri*, a nematode parasite of the Japanese beetle, *Popillia japonica*. *Circ. New Jersey Dept. Agric.*, **211**: 34 pp.
- GURR, G. & WRATTEN, S. (2000). Measures of success in biological control. *Kluwer Acad. Pub.*, Dordrecht, 448 pp.
- HAMILTON, W. J. (1930). Notes on the food of the american toad. *Copeia*, p.45.
- HAMMOND, P. M. (1992). Species inventory. In B. Groombridge (ed.). *Global biodiversity: Status of the earth's living resources*. Chapman & Hall, London, pp.17-39.
- HAUPT, J. & HAUPT, H. (1993). *Insekten und spinnentiere am mittelmeeer*. Kosmos Naturführer. Stuttgart. 357 pp.
- HICKMAN, C. P., et al. (1995). *Integrated principles of zoology*. Wm. C. Brown Pub., Oxford, pp. 516 – 545.
- HOCK, W. et al. (1997). *Praxishandbuch Schmetterlingsschutz*. Löbf-Reihe Artenschutz. Recklinghausen. **1**: 286 pp.
- HOLLOBLER, B. & WILSON, E. O. (1990). *The ants*. Springer-Verlag, London, pp. 419-435.
- I.M. (2000/ 2001).Valores diários de temperatura mínima, média e máxima do ar (°C), da precipitação (mm), de humidade relativa do ar às 9 horas da manhã (%) e de velocidade média do vento (Km/h). Ministério da Ciência e do Ensino Superior, semanas 31 a 5, estações meteorológicas de Évora e Leiria.
- JONES, C. G., e tal. (1994). Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* **69**: 373-386.
- KAZMIER, L. J. (1982). *Estatística aplicada à Economia e Administração*. McGraw-Hill.
- KING, J., et al. (1998). Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia humid tropics. *Biod. Cons.* **7 (2)**: 1627-1638.
- KNOWLTON, G. F. (1938). Lizards and insect control. *Ohio Journ. Sci.* **38**: 235 – 238.

- KOCH, M. (1958). Wir Bestimmen Schmetterlinge. Neumann Verlag, Berlin. 3, 289 pp.
- KOCH, M. (1961). Wir Bestimmen Schmetterlinge. Neumann Verlag, Berlin. 4, 263 pp.
- KOPPER, W. (1936). Das geographische system der climate. vol I In: Kopper & Geiger (1930) – Handbuch der Klimatologie, Berlim, 5.
- KOWALCZYK, S.A. (1938). Report on the intestinal protozoa of the larva of the japonese beetle (*Popillia japonica*). Ibid., 57:229 – 244.
- LENTEREN, J.C. (2003). Quality control and production of biological control agents (theory and testing procedures). Cabi Pub., U.S.A.
- MALLONEE, A. M. (1916). Frogs catching butterflies. Science. n.s. 43:386-387.
- MAY, R. M. (1986). How many species are there? Nature 324: 514-515.
- McATEE, W. L. (1932). Effectiveness in nature of the so-called protective Adaptations in the animal Kingdom, Chiefly as illustred by the food habits of nearctic birds. Smithsonian Misc. Coll. 85 (7):201.
- MEIERROSE, C. (1990). Luta Biológica contra *Heliothis armigera* no ecossistema agrícola “tomate para Indústria”. Tese de Doutoramento. Universidade de Évora, pp. 9; 10; 35-41; 56-67; 98.
- MEIERROSE (2000) – comunicação pessoal
- MEYER, C. & BONABEAU, E. (2001). Swarm intelligence: a whole new way to think about business. Harvard Business Rev. 79 (5)
- MUTTKOWSKI, R. A. (1925). The food of trout in Yellowstone National Park. Roosevelt Wild Life Bull. 2: 470 – 490.
- NATIONAL GEOGRAPHIC, 2003 e 2004
- NOVÁK, I. & SEVERA, F. (1983). Papillons d' Europe. Bordas. Paris. 352 pp.
- PACK, H. J. (1922). Toads in regulating insect outbreaks. Copeia. pp. 46 – 47.
- PHILLIPS, R. & CARTER, D. (1983). Das Kosmosbuch der Schmetterlinge. Kosmos Franckh. Stuttgart. 191 pp.
- POWER, J. H. (1931). The Genus *Bufo* as an economic asset. South African Journ. Sci. 28: 376 – 377.

- PRICE, P. W. (1984). The concept of the ecosystem: Organization, structure and dynamics. In C.B. Huffaker and R.L. Rabb (eds.). Ecological entomology. Wiley, New York, pp.19-50.
- PRICE, P. W. (1997). Insect ecology. John Wiley & Sons, Inc., New York. 874 pp.
- QUARTAU, J. A. (1984). Preparação e preservação de insectos: sinopse dos métodos a seguir, Arquivos do Museu Bocage, Lisboa, Série D (Extensão Cultural e Ensino), 2 (2).
- QUARTAU, J. A. (1998). Contribuição para o melhor conhecimento dos insectos em Portugal: chaves para a determinação das ordens. Publicações avulsas do Museu Bocage, 2ª série (5), Insecta.
- QUO, nº 100, Janeiro 2004, p. 16.
- REIS, V. P. G. S. & SANTOS, G. M.M. (2001). Influência da estrutura do habitat em comunidades de formigas (Hymenoptera-Formicidae) em Feira de Santana, Bahia, Brasil. Sit. Ser. Ciênc. Biol., 166: 66-70.
- RILHÓ, M. P. (2001). Apontamentos sobre inferência estatística. Universidade de Évora.
- SAMWAYS, M. J. (1983). Community structure of ants (Hymenoptera: Formicidae) in a series of habitats associated with citrus. J. Appl. Ecol. Nº20, pp. 833-847.
- SAUER, F. (1984). Heimische Nachtfalter. Sauers Naturführer. Karlsfeld. 153 pp.
- SERRANO, A. R. M. (1998). Entomologia aplicada ao ambiente Urbano. Tese de Mestrado. Lisboa. pp. 1 – 5.
- SIMON, N. (1995). Nature in danger – threatened habitats and species. Oxford University Press, New York.
- SMITH, M.R.B., et al. (1992). Uso de formigas como bioindicadores: Primeiras indicações de padrões de interação entre vegetação, atividades agrícolas e comunidades de Formicidae. Congresso Latino-americano e Brasileiro de Zoologia, Resumos,16: 146.
- STICHMANN-MARNY, U. & KRETZSCHMAR, E. (1994). Der neue Kosmos Tier-und Pflanzenführer. Kosmos Naturführer. Stuttgart. 447 pp.
- STORK, N. E. (1988). Insect diversity: Facts, fiction and speculation. Biol. J. Linn. Soc. 35: 321-337.

- STRICKLAND, E.H. (1911). Some parasites of *Simulium* larvae and their effects on the development of the host. *Biol. Bull.*, **21**: 302 – 338.
- STRONG, D. R. (1984). The question of interspecies competition among phytophagous insects. In D.R. Strong, D. Simberloff, L. G. Abele, and A. B. Thistle (eds.). *Ecological communities: Conceptual issues and the evidence*. Princeton Univ. Press, Princeton, N.J.
- THAXTER, R. (1920). Second note on certain peculiar fungus-parasites on living insects. *Bot. Gaz.*, **69**:1 – 27.
- TOLA, J. (1992). *Ecologia*. Grande enciclopédia das ciências. Ediclube. Amadora.
- TOLA, J. (1992). *Zoologia*. Grande enciclopédia das ciências. Ediclube. Amadora.
- VÁRIOS (1982). Á descoberta de Portugal. Selecções do Reader's Digest, Porto, pp. 11; 238 e 402.
- VÁRIOS. Sceptical questions and sustainable answers. The Danish ecological council.
- VÁRIOS (2004). *National Geographic*. Ed. Port. **3 (35)**
- VILLADOLID, D. V. (1934). Food habits of six common lizards found in Los Baños, Laguna, Philippine Islands. *Philippine Journ. Sci.*, **55**: 61 – 67.
- VRÂNCEANU, A.V. (1977). *El girasol*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- WEBER, N. A. (1938). The food of the giant toad, *Bufo marinus* in Trinidad and British Guiana. *Ann. Ent. Soc. America*, **21**: 499 – 503.
- WILSON, E. O. (1972). *The insects societies*. Harvard University Press. Cambridge, pp. 548.
- WILSON, E. O. (1988). *Biodiversity*. National Academy Press. Washington.
- WINTON, W. M. (1915). A preliminary note on the food habits and distribution of the Texas horned lizards. *Science*, n. s., **41**: 797 – 798.
- “WIRED”, Fevereiro de 1997.
- ZAHRADNÍK, J. & CHVÁLA, M. (1991). *La grande encyclopedie des Insectes*. 3ª ed. Librairie Grund, Paris.

CIBERGRAFIA

Environmental trends, <http://csf.colorado.edu/envtecsoc/2001/msg00675.html>

"Grist Magazine", <http://www.gristmagazine.com/grist/books/wilson121201.asp>.

"Scientific American" – <http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=000F3D47-C6D2-1CEB-93F6809EC5880000&pageNumber=2&catID=2>

WWW.cappas-insectozoo.com/index1.html

WWW.nature.com/naturebiotechnology.

ANEXOS

Anexo 3. Número de indivíduos capturados e respectiva ordem, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Arraiolos (Armadilha A)

Ordem	Semana																										
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5
Lepidoptera	51	14	131	64	201	181	364	638	692	440	394	88	337	654	630	197	51	83	103	110	88	86	36	65	39	79	96
Coleóptera	40	19	302	3	2423	95	654	6	69	15	437	3	13	14	20	52	3	3	29	7	5	13	12	26	12	20	31
Neuroptera	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantodea	0	0	0	1	1	1	11	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orthoptera	0	0	6	0	3	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Homoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heteroptera	7	1	1	0	21	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hymenoptera	13	6	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 4. Número de indivíduos capturados e respectiva ordem, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Arraiolos (Armadilha B)

Ordem	Semana																										
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5
Lepidoptera	63	119	181	77	82	127	219	474	511	188	72	15	157	103	151	114	81	29	35	61	53	56	15	35	19	47	17
Coleóptera	272	525	1513	37	1569	13	9	2	32	60	4	2	0	0	0	5	5	3	14	3	11	3	6	13	5	11	22
Neuroptera	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mantodea	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orthoptera	0	4	3	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Homoptera	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heteroptera	14	7	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hymenoptera	11	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 5. Número de indivíduos capturados e respectiva ordem, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Leiria (Armadilha A)

Ordem	Semana																										
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5
Lepidoptera	97	69	51	26	49	17	6	8	5	17	8	8	7	14	0	2	9	16	2	0	4	6	7	8	0	7	8
Coleoptera	31	79	3	3	31	0	0	0	11	23	9	0	0	14	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heteroptera	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odonata	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	4	2	3

Anexo 6. Número de indivíduos capturados e respectiva ordem, entre Agosto de 2000 e Janeiro de 2001 – Leiria (Armadilha B)

Ordem	Semana																										
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5
Lepidoptera	125	251	51	56	28	57	13	18	10	0	2	0	5	12	7	3	0	0	3	4	4	0	1	3	0	10	12
Coleoptera	86	112	6	23	0	18	2	3	4	0	0	0	7	33	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heteroptera	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odonata	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2

Anexo 7. Índices de diversidade da ordem Lepidoptera nas armadilhas A e B, durante os meses de Agosto de 2000 a Janeiro de 2001 – Arraiolos.

Semanas	Armadilha A	Armadilha B
31	20,35	19,31
32	30,31	16,74
33	16,41	15,39
34	19,24	18,42
35	15,09	18,15
36	15,39	16,51
37	13,57	14,85
38	12,39	12,98
39	12,23	12,83
40	13,14	15,28
41	13,39	18,71
42	17,87	29,54
43	13,75	15,82
44	12,33	17,26
45	12,41	15,95
46	15,14	16,89
47	20,35	18,21
48	18,1	23,76
49	17,26	22,5
50	17,02	19,46
51	17,87	20,15
52	17,96	19,87
1	22,32	29,54
2	19,16	22,5
3	21,84	27,17
4	18,31	20,78
5	17,53	28,24

Anexo 8. Índices de diversidade da ordem Lepidoptera nas armadilhas A e B, durante os meses de Agosto de 2000 a Janeiro de 2001 – Leiria.

Semanas	Armadilha A	Armadilha B
31	14,86	14,08
32	16,06	12,31
33	17,29	17,29
34	24,56	19,87
35	17,47	20,41
36	24	16,82
37	37,95	26,51
38	32,7	23,53
39	42,25	29,53
40	24	0
41	32,7	98,1
42	32,7	0
43	34,95	42,25
44	25,77	27,37
45	0	34,95
46	98,1	61,9
47	30,95	0
48	24,53	0
49	98,1	61,9
50	0	49,05
51	49,05	49,05
52	37,95	0
1	34,95	0
2	32,7	61,9
3	0	0
4	34,95	29,53
5	32,7	27,37

Anexo 9. Índices de constância simultânea (Cs) entre as zonas de Arraiolos e Leiria, durante os meses de Agosto de 2000 a Janeiro de 2001.

Semanas	constância simultânea
31	0,131
32	0,097
33	0,106
34	0,196
35	0,121
36	0,115
37	0,073
38	0,039
39	0,036
40	0,068
41	0,092
42	0,393
43	0,087
44	0,056
45	0,056
46	0,138
47	0,31
48	0,344
49	0,306
50	0,25
51	0,293
52	0,297
1	0,733
2	0,393
3	0
4	0,306
5	0,328