

2º CICLO DE ESTUDOS EM MUSEOLOGIA

A biodeterioração por insetos em contexto museológico. Conhecendo os agentes, para melhor gestão do risco

Joana Silva Vieira

M

2021/2022



Joana Silva Vieira

A biodeterioração por insetos em contexto museológico. Conhecendo os agentes, para melhor gestão do risco

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Museologia, orientada pela Professora Doutora Paula Menino Homem

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Setembro de 2022

Joana Silva Vieira

A biodeterioração por insetos em contexto museológico. Conhecendo os agentes, para melhor gestão do risco

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Museologia, orientada pela Professora Doutora Paula Menino Homem

Membros do Júri

Professor Doutor (escreva o nome do/a Professor/a)

Faculdade (nome da faculdade) - Universidade (nome da universidade)

Professor Doutor (escreva o nome do/a Professor/a)

Faculdade (nome da faculdade) - Universidade (nome da universidade)

Professor Doutor (escreva o nome do/a Professor/a)

Faculdade (nome da faculdade) - Universidade (nome da universidade)

Classificação obtida: (escreva o valor) Valores

À minha avó Glória

Sumário

Declaração de honra	xi
Agradecimentos	xii
Resumo.....	xiii
Abstract	xiv
Índice de Figuras	xv
Índice de Figuras do Anexo	xvii
Índice de Figuras dos Apêndices	xvii
Índice de Tabelas.....	xix
Índice de Tabelas dos Apêndices	xix
Lista de abreviaturas e símbolos, siglas e acrónimos.....	xxi
Introdução.....	1
PARTE 1. OS INSETOS; CARACTERÍSTICAS E ATIVIDADE NATURAL	8
1. Biologia dos insetos e seu comportamento.....	9
1.1. Classificação taxonómica.....	9
1.1.1. Sistema de nomeação e classificação de seres vivos.....	9
1.1.2. Filo Arthropoda.....	18
1.1.3. Classe Insecta.....	20
1.2. Caracterização morfológica externa.....	24
1.2.1. Estrutura corporal externa	24
1.2.2. Locomoção.....	30
1.3. Caracterização morfológica interna e função	31
1.3.1. Sistema digestivo e nutrição.....	31
1.3.2. Sistema circulatório	34
1.3.3. Sistema traqueal	36
1.3.4. Sistema endócrino	38
1.3.5. Sistema nervoso e coordenação neuromuscular	39
1.3.6. Sistema excretor	41
1.3.7. Órgãos sensoriais.....	43
1.4. Reprodução, desenvolvimento e metamorfose.....	45
1.4.1. Sistema reprodutor.....	45

1.4.2. Estratégias reprodutivas	47
1.4.3. Ciclos de vida e estágios de desenvolvimento.....	48
1.5. Comportamento social e comunicação intraespecífica	54
1.5.1. Comportamento social e comunicação	54
1.5.2. Defesa	56
PARTE 2. INSETOS; A SUA DISTRIBUIÇÃO E AÇÃO EM CONTEXTO MUSEOLÓGICO.....	58
2.O museu como "habitat" para os insetos	59
2.1. Insetos como agentes de deterioração para coleções	59
2.2. Insetos como praga	60
2.3. Fatores que influenciam a proliferação de pragas de insetos nos museus.....	61
2.4. Coleções e materiais mais vulneráveis a pragas de insetos	68
2.5. Pragmas de insetos por tipologia alimentar.....	69
2.5.1. Insetos que causam danos gerais	71
2.5.2. Insetos que causam danos em materiais de origem animal	73
2.5.3. Insetos que causam danos em materiais de origem vegetal.....	76
2.5.3.1.Em madeira	76
2.5.3.2.Em fibras	82
2.5.4. Insetos que causam danos em materiais húmidos, de origem animal ou vegetal.....	84
3.Políticas e práticas de prevenção e controlo de infestações de insetos.....	86
3.1. Métodos de prevenção	86
3.2. Método de deteção de insetos e monitorização.....	91
3.3. Métodos de controlo químico	98
3.4. Métodos de controlo não químico	100
4.Contributos para a identificação dos insetos que afetam as coleções museológicas	106
4.1. Contexto português.....	106
4.2. Diferentes formatos de apoio para a identificação de insetos	107
4.3. Proposta de elaboração de um manual ilustrado de apoio à identificação de insetos em museus	109
Considerações finais.....	115
Referências.....	118
Anexos.....	I
Anexo A - Posters ilustrados de identificação de pragas de insetos, publicados pelo <i>English Heritage</i>	

Apêndices	IV
5.Apêndice A – Glossário	V
6.Apêndice B – Aspectos complementares à taxonomia, diversidade, biologia e atividade dos insetos	XII
7.Apêndice C – Estratégias de Controlo Integrado de Pragas (CIP): Elaboração e implementação de um plano associado a zonas de risco	XXXVII
8.Apêndice D – Ferramentas de apoio à identificação de insetos: chave dicotómica e plataformas de identificação <i>online</i>	XLII
9.Apêndice E – Manual ilustrado de apoio à identificação de insetos em museus e à gestão da sua atividade	LVII

Declaração de honra

Declaro que a presente dissertação é de minha autoria e não foi utilizada previamente noutro curso ou unidade curricular, desta ou de outra instituição. As referências a outros autores (afirmações, ideias, pensamentos) respeitam escrupulosamente as regras da atribuição e encontram-se devidamente indicadas no texto e na lista final de Referências, de acordo com as normas de referenciação. Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

[Castelo de Paiva, 28 de Setembro de 2022]

Joana Silva Vieira

Agradecimentos

Agradeço à minha família, à minha mãe, ao meu pai e, especialmente, à minha irmã, por todo o apoio que me deram e por nunca me terem deixado desistir.

Agradeço à Professora Doutora Paula Menino Homem não só pelo acompanhamento constante ao longo do mestrado, mas também no longo processo que foi o desenvolvimento e escrita desta dissertação. Por não ter desistido de mim, pela paciência, pela preocupação e por toda a orientação e apoio que me deu.

Agradeço aos meus colegas do Mestrado em Museologia, em particular à Vanessa e ao João por todos os bons momentos compartilhados, pela amizade incondicional e pelo carinho que me deram e ainda dão.

Agradeço também aos meus amigos Kathy, Inês, e o grupo do Xiripiti (vocês sabem quem são) pela amizade, apoio incondicional e por me manterem sã, quando por vezes a vida parecia muito complicada.

Resumo

A presença dos insetos em contexto museológico pode constituir um risco para algumas coleções, caso as suas populações não sejam monitorizadas e controladas. As medidas preventivas podem ser uma forma de evitar, ou reduzir, a ação dos insetos sobre as coleções, prevenindo infestações. Para tal, é importante (re)conhecer os insetos e saber das suas condições de conforto, para que possam ser aplicadas medidas de controlo adequadas. Para fazer uma correta identificação dos insetos é necessário considerar a sua biologia e comportamento.

Nesse sentido, o objetivo desta dissertação é contribuir para o conhecimento e compreensão da ação dos insetos enquanto agentes de deterioração de coleções museológicas em determinadas condições de conforto e apresentar ferramentas que permitam facilitar o processo de sua identificação, no sentido de detetar e prevenir a sua atividade. Como resultado, foi desenvolvido um manual ilustrado que pretende ser uma ferramenta de divulgação de conhecimentos e constituir um instrumento de apoio aos profissionais dos museus, de aplicação potencial e útil a outras instituições culturais, na execução da tarefa de identificação de espécies de insetos que afetam as coleções museológicas, direta e indiretamente. Uma tarefa que se considera essencial à gestão da sua atividade, ou seja, que suportará a decisão quanto a estratégias para eliminar ou mitigar subseqüentes danos e perda, para a conservação preventiva dos bens culturais.

Palavras-chave: Museus; Biodeterioração; Insetos; Identificação; Conservação preventiva

Abstract

The presence of insects in a museum context can represent a risk to some collections if their populations are not monitored and controlled. Preventive measures can be a way to avoid, or reduce, the action of insects on collections, preventing infestations. For that, it is important to know and to recognize the insects, and to know their comfort conditions, so that adequate control measures can be applied. To correctly identify the insects, it is necessary to consider their biology and behaviour.

In that sense, the objective of this dissertation is to contribute to the knowledge and understanding of the action of insects as agents of deterioration of museum collections under certain conditions of comfort and to present tools that facilitate the process of their identification, in order to detect and prevent their activity. As a result, an illustrated manual was developed that intends to be a knowledge dissemination tool and to constitute a support instrument for museum professionals, with potential and useful application to other cultural institutions, in the execution of the task of identifying insect species that affect museum collections, directly and indirectly. A task that is considered essential for the management of its activity, that is, it will support the decision on strategies to eliminate or mitigate subsequent damage and loss, for the preventive conservation of cultural assets.

Key-words: Museums; Biodeterioration; Insects; Identification; Preventive conservation

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Relação entre os grupos taxonómicos e filogenéticos ilustrados para a filogenia hipotética de 8 espécies. (a): Representação de um grupo monofilético; (b): Representação de um grupo parafilético; (c): Representação de um grupo polifilético (Hickman et al., 2001, p. 201).....	16
Figura 1.2 – Representantes dos quatro grupos que constituem o filo Arthropoda. (a): Hexapoda (Espécie de donzelinha - <i>Mnais mneme</i>); (b): Chelicerata (Espécie de ácaro - <i>Aceria anthocoptes</i>); (c): Myriapoda (Centopeia do género <i>Scolopendra</i>); (d): Crustacea (Espécie de camarão - <i>Odontodactylus scyllarus</i>) (Adaptado de respetivamente: Zhang, n.d.; Erbe & Pooley, n.d.; Ross, n.d.; Bartlett, n.d.).....	18
Figura 1.3 – Diversidade dentro da classe Insecta (Encyclopaedia Britannica, 2012).	21
Figura 1.4 – Cladograma que distingue as relações filogenéticas entre as ordens da classe Insecta. As linhas interrompidas representam associações incertas ou hipóteses alternativas. Adaptado de Cranston e Gullan (2014, p. 204).	23
Figura 1.5 – Três morfologias das cabeças dos insetos. (a): Orientação da cabeça, hipognata, com o aparelho bucal ventral (gafanhoto); (b): prognata, com o aparelho bucal numa posição anterior (larva de besouro); (c): opistognata, aparelho bucal sugador, a estender-se para trás entre as pernas (afídio). Adaptado de Chapman (2013, p. 4).	27
Figura 1.6 – As quatro categorias principais de alimentação nos insetos. A partir de Cranston e Gullan (2014, p. 78).	32
Figura 1.7 – Canal intestinal generalizado de um inseto que demonstra a divisão em três regiões. A linha cuticular do intestino anterior e posterior está destacada por linhas mais escuras (Cranston & Gullan, 2014, p. 81).	33
Figura 1.8 – Ilustração de quatro tipos de aparelhos bucais de indivíduos da classe Insecta. (a): Gafanhoto (peças bucais mastigadoras); (b): Mosquito (peças bucais picadoras e sugadoras); (c): Borboleta (peças bucais sugadoras); (d): Mosca doméstica (peças bucais lambedoras). Adaptado de Hickman et al. (2001, p. 421).....	34
Figura 1.9 – Diagrama esquemático que representa um sistema circulatório geral bem desenvolvido. A configuração (a) demonstra uma secção longitudinal do corpo; a configuração (b) uma secção transversal do abdómen e a (c), uma secção transversal do tórax. As setas indicam a direção do fluxo da hemolinfa (Cranston & Gullan, 2014, p. 72).	36

Figura 1.10 – (a): Diagrama esquemático que representa um sistema traqueal generalizado de uma perspetiva transversal da zona abdominal do corpo; (b): Ramificações mais finas do sistema traqueal através do tecido muscular. Adaptado de Cranston e Gullan (2014, p. 74).
..... 37

Figura 1.11 – Representação esquemática do sistema nervoso central de cinco insetos que revelam graus de complexidade diferentes na distribuição e arranjo dos gânglios no cordão nervoso ventral. A fusão dos gânglios difere, do menos ao mais especializado, como exemplo: (a): Género *Pulex* (pulgas); (b): Género *Blatta* (baratas); (c): Género *Eucera* (abelhas); (d): Género *Musca* (moscas) e (e): Género *Rhizotrogus* (escaravelhos). Adaptado de Cranston e Gullan (2014, p. 65).
..... 41

Figura 1.12 – Representação esquemática do sistema excretor generalizado de um inseto, a exemplificar o processo de excreção e reabsorção de compostos (Cranston & Gullan, 2014, p. 87).
..... 43

Figura 1.13 – Órgãos reprodutores generalizados de (a) uma fêmea e (b) um macho. Adaptado de Cranston e Gullan (2014, p. 91).
..... 45

Figura 1.14 – Ciclo de vida ametábolo de um peixinho de prata, espécie *Lepisma saccharina* pertencente à ordem Zygentoma. Estão representados os ovos, as quatro primeiras ninfas e o indivíduo adulto (Pest Hacks, 2016).
..... 50

Figura 1.15 - (a) Ciclo de via hemimetabólico de um inseto do género *Cyllecoris* (Heteroptera). Estão representados os cinco primeiros instares e o indivíduo adulto; (b) À esquerda, está representado o último instar do ciclo de vida de um inseto aquático do género *Ephemera* (Ephemeroptera), e à direita o indivíduo adulto. A ninfa apresenta características adaptativas como brânquias, pernas anteriores adaptadas para escavar e uma mandíbula diferente da do adulto. Adaptado de Chapman (2013, p. 404-405).
..... 51

Figura 1.16 – Ciclo de vida holometabólico de um besouro, da espécie *Ips grandicollis*, pertencente à ordem Coleoptera. Estão representados os ovos, os primeiro três instares larvares, a pupa e o indivíduo adulto (Cranston & Gullan, 2014, p. 160).
..... 52

Índice de Figuras do Anexo

Figura AnA1 – Poster ilustrado das pragas de insetos presentes nos museus e casas históricas (Pinniger, Xavier-Rowe & Lauder, 2009).	II
Figura AnA2 – Poster ilustrado das pragas de insetos presentes nos museus e casas históricas (English Heritage, 2021).	III

Índice de Figuras dos Apêndices

Figura ApB1 – Alguns tipos de antenas características dos insetos. (a): filiforme (ex. barata); (b): moniliforme (ex. térmita); (c): claviforme ou capitada (ex. borboleta e joaninha); (d): serrada (ex. família Elateridae); (e): pectinada (ex. pirilampo); (f): flabelada (ex. besouros); (g): geniculada (ex. formiga e abelha); (h): plumosa (ex. mosquito); (i) aristada: (ex. mosca). A partir de Cranston e Gullan, (2014, p.45).....	XIX
Figura ApB2 – Exemplos de asas esquerdas de insetos, características de algumas ordens. (a): borboleta (Ordem Lepidoptera); (b): libelinha (Ordem Odonata); (c): barata (Ordem Blattodea); (d): besouro (Ordem Coleoptera); (e): Família Miridae (Ordem Hemiptera); (f): mosca (Ordem: Diptera). A partir de Cranston e Gullan, (2014, p.51).....	XIX
Figura ApB3 – Aparelhos bucais sugadores. (a): Cabeça (vista lateral) e aparelho bucal (secção transversal) de uma pulga (<i>Pulex irritans</i>); (b): Aparelho bucal (vista frontal e secção transversal) de uma espécie de mosquito (fêmea). A partir de Cranston e Gullan (2014, p. 40 e p. 43).....	XX
Figura ApB4 – Aparelhos bucais picador-sugador e sugador. (a): Cabeça (vista dorsal) e aparelho bucal visível através do protórax de um verme da madeira (<i>Thrips australis</i>) e vista transversal de uma secção da probóscide; (b): Cabeça (vista longitudinal) e aparelho bucal de um piolho (género: <i>Pediculus</i>) e vista transversal de uma secção da probóscide. A partir de Cranston e Gullan (2014, p. 42).....	XXI
Figura ApB5– Aparelho bucal mastigador. Cabeça (vista frontal) e aparelho bucal de um bicho-tessoura, (<i>Forficula auricularia</i>). A partir de Cranston e Gullan (2014, p. 37).....	XXII
Figura ApB6 – Aparelhos bucais sugadores e “lambedores”. (a): Cabeça (vista frontal) e aparelho bucal de uma abelha do mel (<i>Apis mellifera</i>) com uma visão transversal da probóscide revelando como a “língua” está dentro do tubo sugador; (b): Aparelho bucal de duas moscas adultas da família Muscidae, mosca doméstica comum e mosca-de-estábulo	

respetivamente; (c): Aparelho bucal de uma borboleta, vista lateral da musculatura da probóscide (em repouso) e uma secção transversal. A partir de Cranston e Gullan (2014, p. 38, p. 39 e p. 41).	XXIII
Figura ApB7 – Exemplos de formas larvares de insetos holometabólicos e as ordens, famílias/gêneros, a que pertencem. (a): Lepidoptera: Sphingidae; (b): Lepidoptera: Geometridae; (c): Hymenoptera: Diprionidae; (d): Neuroptera: Osmylidae; (e): Coleoptera: Carabidae; (f): Coleoptera: Scarabaeidae (g): Coleoptera: Scolytinae; (h): Diptera: Calliphoridae; (i): Hymenoptera: Vespidae; (j): Coleoptera; <i>Hippodamia</i> ; (l): Coleoptera: <i>Popillia</i> ; (m): Hymenoptera: <i>Neodiprion</i> ; (n): Hymenoptera: <i>Vespula</i> ; (o): Diptera: <i>Tanyptera</i> e (p): Diptera: <i>Musca</i> . Figura ApB7 (a) – (i), adaptado de Cranston e Gullan (2014, p. 166); Figura ApB7 (j) – (p), adaptado de Chapman (2013, p. 408).....	XXIV
Figura ApB8 – (a): Mecanismo de voo que envolve a musculatura indireta para elevar as asas e a musculatura direta para abaixar as asas; (b): Mecanismo de voo que envolve apenas a musculatura indireta; (c): Padrão em “8” seguido pela asa de um inseto em voo, durante a elevação e abaixamento das asas. Adaptado de Hickman et al. (2001, p. 418).....	XXX
Figura ApB9 – Tipos de organização social e modos de comunicação que ocorrem entre os indivíduos de algumas classes de insetos (adaptado de Leonhardt et al., 2016, p. 1279).	XXXV
Figura ApD1 – Élitro de um besouro (Zettler, Mateer, Link-Pérez, Bailey, Demars & Ness, 2016).	XLIV
Figura ApD2 – Uma pulga (ordem: Siphonaptera), as setas indicam o aparelho bucal sugador e as pernas compridas adaptadas para saltar (adaptado de Raid, n.d.).	XLV
Figura ApD3 – Aparelho bucal mastigador (adaptado de Zettler et.al., 2016).	XLVI
Figura ApD4 – Inseto da ordem Collembola, a seta indica a cauda bifurcada (adaptado de Justin Anthony Groves, 2012).	XLVII
Figura ApD5 – Par de asas posteriores reduzido ou halteres (Skully Bob, 2013).	XLVII
Figura ApD6 – Aparelho bucal sugador, a seta aponta para a língua enrolada (adaptado de Zettler et.al., 2016).	XLIX

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 – Comparação funcional entre os órgãos reprodutores generalizados dos sistemas reprodutores feminino e masculino dos insetos. A partir de Cranston e Gullan (2014, p. 91).	46
Tabela 1.2 – Estratégias de defesa utilizadas pelos insetos para se protegerem de inimigos naturais (a partir de Cranston e Gullan, 2014).	57

Índice de Tabelas dos Apêndices

Tabela ApB1 – Diferentes níveis do sistema de classificação taxonômico utilizados pelas plataformas online <i>Integrated Taxonomic Information System; Catalog of Life; Global Biodiversity Information Facility</i> e por uma fonte bibliográfica (a partir de CoL, 2022; GBFI, n.d.; ITIS, 2021; Triplehorn & Johnson, 2005, p.56).	XIV
Tabela ApB2 – Descrição de alguns dos fatores que contribuem para a diversidade e abundância de espécies de insetos no mundo (Chapman, 2013; Cranston & Gullan, 2014; Hickman et al., 2001).	XVI
Tabela ApB3 – Fatores que evidenciam a importância dos insetos para os ecossistemas naturais e para as sociedades humanas (Chapman, 2013; Cranston & Gullan, 2014; Hickman et al., 2001).	XVII
Tabela ApB4 – Descrição de uma hipótese para as relações entre ordens da classe Insecta, representada no cladograma referido no Capítulo 1 (Cranston & Gullan, 2014).	XVIII
Tabela ApB5 – Descrição dos três principais tipos de larvas de insetos, e dos subtipos de larvas oligópodes e apodes (a partir de Cranston & Gullan, 2014; Chapman, 2013).	XXV
Tabela ApB6 – Os centros endócrinos principais do organismo de um inseto generalizado, a sua localização e função (a partir de Cranston & Gullan, 2014).	XXXI
Tabela ApB7 – Descrição dos três tipos de hormonas, essenciais para os processos de crescimento e reprodução nos insetos (a partir de Cranston & Gullan, 2014).	XXXII
Tabela ApB8 – Contextos de comunicação entre insetos, modos de comunicação e sinais utilizados (adaptado de Leonhardt et al., 2016, p. 1281).	XXXIII
Tabela ApB9 – Níveis de socialização nos insetos (a partir de Leonhardt et al., 2016).	XXXIV

Tabela ApB10 – Legenda da Figura ApB9: Uma hipótese para os tipos de organização social e modos de comunicação que ocorrem entre os indivíduos de algumas classes de insetos.

Adaptado de Leonhardt et al., 2016, p. 1279.....XXXVI

Tabela ApC1 – Ficha modelo para um programa de monitorização com armadilhas e sugestão para o preenchimento dos campos (Autor, 2022; Eckstein & Bacharach, 2014). XLI

Lista de abreviaturas e símbolos, siglas e acrónimos

CCI – Canadian Conservation Institute / Instituto de Conservação do Canadá

CICRP – Centre Interdisciplinaire de Conservation et de Restauration du Patrimoine /
Centro Interdisciplinar de Conservação e Restauo do Património

CoL – Catalog of Life / Catálogo da vida

DGPC – Direção Geral do Património Cultural

DNA / ADN – Deoxyribonucleic acid / Ácido desoxirribonucleico

FLUP – Faculdade de Letras da Universidade do Porto

GBIF – Global Biodiversity Information Facility / Plataforma de Informação Global da
Biodiversidade

GENOSCOPE – National Sequencing Centre / Centro Nacional de Sequenciação

HEPA – High Efficiency Particulate Arrestance / Retenção de Partículas de Alta
Eficiência

ICZN – International Code of Zoological Nomenclature / Código Internacional de
Nomenclatura Zoológica

INRA – Institut National de la Recherche Agronomique / Instituto Nacional de
Investigação Agronómica

IPM – Instituto Português de Museus

IPM / CIP – Integrated Pest Management / Gestão Integrada de Pragas

ITIS – Integrated Taxonomy Information Facility / Plataforma Integrada de Informação
Taxonómica

NHM London/MHN Londres – Natural History Museum / Museu de História Natural de
Londres

Introdução

Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito do Mestrado de Museologia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto (FLUP). Tem como principal objetivo a apresentação dos insetos como potenciais agentes de deterioração em contexto museológico e fornecer ferramentas, que se esperam úteis, para auxiliar o processo de sua identificação, para mais eficaz prevenção, deteção e controlo da sua atividade.

Como qualquer outro edifício, os museus servem de casa a um conjunto de pequenos organismos que encontram neles um ambiente de conforto e uma grande variedade de fontes de alimentação. Assim, depois de encontrarem uma forma de entrar, muitos trocam o seu habitat natural por um mais humano, mas que propicia, mesmo assim, o seu desenvolvimento e reprodução. Estes organismos incluem os insetos, que podem obter das coleções museológicas a nutrição de que precisam, provocando inúmeros danos se não forem controlados a tempo.

Na área da conservação preventiva, os insetos são considerados potenciais agentes de deterioração e encarados como um risco que deve ser bem gerido. Suzanne Keene, no livro *Managing Conservation in Museums* (2002), refere que podem ser assumidos oito termos, abrangentes, para descrever os danos para as coleções: grandes danos estruturais, pequenos danos estruturais, deterioração química, danos superficiais, restauros antigos/mal executados, desfiguração, acréscimos e, mais importante no contexto desta dissertação, a ação de agentes biológicos, mais concretamente, a ação de insetos (2002, p. 144).

Jonathan Ashley-Smith, no livro *Risk Assessment for Object Conservation* (1999), refere-se a estas categorias de dano afirmando que são descrições parciais de diferentes mecanismos, que implicam uma ação bem sucedida por parte de um perigo conhecido. O autor define perigo como um material, agente ou ação que, por vezes, pode ter um efeito indesejado (p. 19). Uma vez que o perigo é conhecido, pode fazer parte de uma avaliação de risco. Já um risco, define-o como a probabilidade de um perigo provocar um efeito indesejado, sob um conjunto de condições específicas e dentro de um

determinado período. Indica uma perda provável devido a esse perigo, em circunstâncias específicas (p. 19).

Através destas definições é possível entender como os insetos devem ser integrados na área de interesse e atuação da conservação preventiva.

Um aspeto fundamental para uma correta gestão das coleções museológicas, no sentido de garantir a sua conservação preventiva, é a avaliação dos potenciais riscos para a sua integridade. Em contexto museológico, para fazer uma avaliação destes riscos, é importante recorrer a modelos de avaliação padronizados. Os desenvolvidos por Robert Waller (1994) e por Stefan Michalski (2004) são os dois modelos de referência mais comum, não obstante existirem outros.

Robert Waller, no seu artigo *Conservation risk assessment: A strategy for managing resources for preventive conservation* (1994), começa por referir que, ao implementar uma estratégia de conservação preventiva, o museu deve ser capaz de identificar e quantificar todos os possíveis riscos para as coleções e que, apesar de nem sempre ser possível fazer uma avaliação precisa, podem ser feitas estimativas com base nas magnitudes relativas da maioria dos riscos. Uma opinião partilhada por Stefan Michalski que, mais tarde, no seu artigo *Conservação e preservação do acervo* (2004), refere que a preservação das coleções museológicas está dependente da seleção entre o que pode e deve ser preservado, considerando os recursos de que o museu dispõe, e da avaliação e gestão dos riscos, utilizando os recursos do museu para reduzir possíveis danos. Ambos partilham também da ideia de que os insetos, quando se constituem como uma praga e desenvolvem infestações, são poderosos agentes de deterioração nos museus, especialmente para algumas coleções.

Outro aspeto muito importante para uma boa gestão das coleções, é a conservação preventiva. Ao longo desta dissertação, vai ser possível perceber como a prevenção, se bem aplicada, é, por si, uma boa estratégia de controlo da presença e atividade de insetos nos espaços e coleções museológicas.

Em Portugal, a legislação para o património cultural reflete a importância da conservação preventiva. No caso dos museus, mais concretamente a Lei nº 47/2004,

comummente designada Lei-Quadro dos Museus Portugueses (LQMP), assim como o Decreto-Lei nº 161/97 referente ao Instituto Português de Museus (IPM), que menciona, logo na introdução, a criação da Rede Portuguesa de Museus e define as linhas concretas de atuação em várias áreas da museologia, incluindo a conservação:

“Entre outros, refira-se a formação adequada, a definição da futura Rede Portuguesa de Museus, a informatização, integrada em rede, do inventário das colecções museológicas dependentes do Instituto Português de Museu, a contribuição para a definição da política museológica e a execução das linhas de actuação definidas para o sector, designadamente na conservação, valorização e divulgação do património cultural móvel museológico.” (Lei nº 161/97, p. 3119).

Considera-se relevante referir que o documento apresentado pela Direção-Geral do Património Cultural (DGPC), alusivo ao procedimento de candidatura à Rede Portuguesa de Museus, indica que o procedimento de credenciação de um museu pela DGPC só será iniciado após a apresentação de um formulário, ao qual deve ser anexado um conjunto de documentos que incluem os referentes à monitorização das condições de conservação, assim como às normas de conservação preventiva adotadas pelo museu (DGPC, 2022).

Da LQMP (Lei nº 47/2004), destaca-se, no Artigo 2.º referente aos princípios da política museológica, o princípio “(...) da supervisão, através da identificação e estímulo de processos que configurem boas práticas museológicas, de acções promotoras da qualificação e bom funcionamento dos museus e de medidas impeditivas da destruição, perda ou deterioração dos bens culturais neles incorporados” (p. 5379). Este princípio destaca a necessidade de garantir a integridade das colecções nacionais, o que é especificado no Artigo 7.º que indica a “conservação” como uma das funções do museu (p. 5380). O conceito de conservação preventiva é destacado nos Artigos 27.º e 28º, que indicam que é da responsabilidade dos museus garantir as condições adequadas aos acervos, promover medidas de conservação preventiva e que, as medidas de conservação dos bens culturais devem obedecer a um conjunto de normas e procedimentos estabelecidos pelo museu que “(...) definem os princípios e as

prioridades da conservação preventiva e da avaliação de riscos, bem como estabelecem os respetivos procedimentos (...)” (p. 5382).

Tal, traduz-se num Plano de Conservação Preventiva. Este documento, específico para cada museu, deve ser periodicamente revisto e adaptado, de acordo com os progressos na prática disciplinar, ou possíveis alterações na instituição. O documento deve ser fácil de compreender e deve estar acessível a todos os membros envolvidos na prática da conservação preventiva das coleções. Todas as coleções requerem cuidados específicos, uma vez que são compostas por diferentes materiais, em diferentes estados de conservação. Como tal, uma correta avaliação dos fatores de risco e como esses afetam os diferentes materiais é essencial na criação do plano (Alarcão, 2007).

Assim, a legislação portuguesa define, de forma clara, que os museus, arquivos, e outras entidades responsáveis pela salvaguarda de património cultural, têm como responsabilidade elaborar e aplicar normas de conservação preventiva.

Esta dissertação pretende, de forma geral, contribuir para que tal possa ser respeitado de forma informada, concretamente no que diz respeito à atividade dos insetos.

Para atingir os objetivos da apresentação dos insetos como potenciais pragas em contexto museológico e de fornecer ferramentas úteis para auxiliar o processo de identificação destes insetos, desenvolveu-se uma revisão da literatura em função das temáticas de interesse relevante. Foram consultadas e potenciadas múltiplas publicações científicas e de divulgação genérica. Apesar de os autores mais relevantes por capítulo serem referidos nas respetivas introduções, merecem destaque, aqui, os autores David Pinniger e Pasquale Trematerra, pelas suas contribuições transversais a quase todos os capítulos.

Em termos de estrutura, este documento é seccionado em duas partes. A primeira parte, considera apenas o primeiro capítulo e é orientada para o estudo da taxonomia, biologia interna e externa e para as estratégias comportamentais e de comunicação entre insetos. Cinco subsecções abordam diferentes aspetos dos insetos, que pretendem contribuir com informações relevantes para a perceção geral de como estes se

comportam na natureza e fornecer indicadores relativos a medidas de inibição da sua atividade.

A segunda parte foca-se na atuação dos insetos em contexto museológico e não natural. Engloba o segundo, terceiro e quarto capítulos. No segundo capítulo, são estabelecidas as condições que tornam os museus no perfeito habitat urbano para os insetos. É capítulo de especial importância, uma vez que agrupa os insetos de acordo com as suas preferências alimentares. Isto permite estabelecer uma relação entre diferentes espécies de insetos e determinados materiais de suporte às coleções e definir quais as coleções mais vulneráveis à sua ação. Também neste capítulo, e para facilitar a associação dos dois fatores (materiais e danos), são indicados os respetivos danos que podem ser visualizados com mais facilidade nos materiais infestados.

O terceiro capítulo foca-se nas questões da conservação preventiva e encontra-se dividido em quatro subsecções. As primeiras duas, incidem em medidas de carácter de deteção, na medida em que fornecem indicações relativas a boas práticas de inspeção regular e de monitorização. As duas seguintes direccionam-se para meios de atuação em caso de deteção de infestação, para controlo da severidade dos danos e do risco de contaminação. Considera, principalmente, métodos químicos e não químicos. As informações referidas neste capítulo são úteis para estabelecer uma boa gestão do risco.

O quarto e último capítulo sistematiza estratégias que podem ser adotadas para tal gestão. Apresenta diferentes plataformas de agilização à identificação dos insetos e nele se introduz o manual desenvolvido para apoio ao exercício da atividade. Pela sua dimensão e carácter, o manual é apresentado, na sua forma provisória, no Apêndice E.

Este manual, ilustrado, pretende ser uma ferramenta de divulgação de conhecimentos, e constituir um instrumento de apoio aos profissionais dos museus, de aplicação potencial e útil a outras instituições culturais, na execução da tarefa de identificação de espécies de insetos que afetam coleções museológicas, direta e indiretamente. Uma tarefa que se considera essencial à gestão da sua atividade, ou seja, que suportará a decisão quanto a estratégias para eliminar ou mitigar subsequentes danos e perda, para a conservação preventiva dos bens culturais.

O manual adota uma estrutura que procura facultar informação sistematizada, do geral para o particular, de forma precisa e científica, mas orientada por um sentido que possibilite uma leitura e aplicação prática fáceis. Inicia com um glossário, onde são apresentadas as definições de alguns termos científicos, usados nas fichas de identificação, que podem ser desconhecidos dos utilizadores do manual. Os insetos estão agrupados por ordens e, para cada uma, é feita uma pequena apresentação. Pela sua relevância para as coleções, consideram-se as seguintes ordens: Zygentoma, Blattodea, Coleoptera e Lepidoptera. Em seguida, apresentam-se fichas de identificação individual de alguns insetos. Agrupam-se referências e sistematizam-se informações relevantes acerca de vários aspetos do inseto, concretamente: A sua taxonomia; Características-chave; Alimentação e atividade; Materiais vulneráveis e evidências de dano; Métodos de monitorização e prevenção. Dado o carácter do manual, decidiu-se que não seriam incluídas as referências ao longo dos textos. Com esta medida, a intenção é tornar o texto mais visualmente limpo, ao não interromper, amiúde, as informações fornecidas com tantas e diferenciadas referências. Apenas as figuras têm associadas as referências à respetivas fontes. Não obstante, é reconhecida a importância de dar créditos aos autores dos dados recolhidos e por isso, no final da apresentação das ordens e no final de cada ficha de identificação, é indicada toda a bibliografia que foi consultada para a obtenção das informações que se partilham.

Este documento beneficia, ainda, de outras secções complementares ao texto principal, na forma de um anexo e de mais quatro apêndices.

No Anexo A, são apresentados dois posters, integrados nas possíveis ferramentas de apoio à identificação dos insetos e em complemento ao capítulo quatro.

Os apêndices estão organizados por temáticas, conforme: O Apêndice A, consiste no glossário, onde são apresentadas as definições de alguns termos utilizados ao longo do texto, para sua mais fácil descodificação; O Apêndice B, apresenta aspetos relativos à taxonomia, biologia e classificação dos insetos, em complemento ao primeiro capítulo; O Apêndice C complementa o terceiro capítulo, com informações relativas aos planos de controlo integrado de pragas e à monitorização; O Apêndice D, apresenta ferramentas de apoio à identificação dos insetos, em complemento ao capítulo quatro.

Duas secções antecedem as que se denominam complementares: A relativa às considerações finais e a que agrega todas as referências usadas para suporte e fundamentação da informação e interpretação.

PARTE 1. OS INSETOS; CARACTERÍSTICAS E ATIVIDADE NATURAL

1. Biologia dos insetos e seu comportamento

Uma vez que esta dissertação pretende focar-se nos insetos como um risco para coleções museológicas, considerou-se necessário, primeiro, enquadrar o agente de dano no seu meio natural e descrever de forma breve a sua biologia e comportamento. Desta forma, as seguintes subsecções focam-se nas temáticas da taxonomia, biologia externa e interna, e em alguns comportamentos típicos destes animais. Estas informações contribuem para a compreensão dos insetos, como estes vivem e interagem com o ambiente e fornecem indicadores sobre como a sua atividade pode ser prevenida ou reduzida.

Para isto, foi feita a revisão de vários artigos científicos relevantes para as temáticas discutidas e livros da área científica específica da entomologia¹, dos quais se destacam, os seguintes, *The insects: An outline of entomology* (Craston & Gullan, 2014), *The Insects: Structure and function* (Chapman, 2013) e *Integrated principles of zoology* (Hickman, Roberts & Larson, 2001).

1.1. Classificação taxonómica

1.1.1. Sistema de nomeação e classificação de seres vivos

Os biólogos agrupam os animais de acordo com as suas relações evolutivas, sendo que uma das formas de estabelecer tais relações é através da observação das características que os organismos partilham entre si. Esta classificação é designada sistema natural porque reflete as relações que existem entre os animais na natureza, fora do contexto da atividade humana. Os cientistas que se dedicam à sistemática² têm três objetivos principais; descobrir todas as espécies, classificá-las em concordância (taxonomia³), e

¹ Ver Apêndice A (ApA).

² Ver ApA.

³ Ver ApA.

reconstruir as suas relações evolutivas (filogenia⁴). Assim, a taxonomia faz parte da ciência mais abrangente da sistemática ou biologia comparativa, na qual toda a informação conhecida acerca dos animais é utilizada para estabelecer e compreender as suas relações evolutivas (Hickman et al., 2001).

Os objetivos da taxonomia incluem descobrir e descrever as espécies e interpretar a origem e variação das suas características (Wheeler, 2009), produzir um sistema formal para a nomeação e classificação de espécies (Hickman et al., 2001) que refletem a hierarquia taxonómica e, por último, tornar as espécies identificáveis ao atribuir-lhes nomes claros e únicos (Wheeler, 2009).

No entanto, estes objetivos não são fáceis de conseguir, particularmente no caso dos insetos. Ao contrário do que acontece com outros animais, como os mamíferos, poucas espécies de insetos são estudadas ou descritas na literatura de forma tão detalhada. Devido ao número tão elevado de espécies, mesmo que a morfologia e a anatomia de mais de 1 milhão de insetos fosse alvo de um estudo tão detalhado, a morfologia de mais de metade dos insetos vivos ainda seria completamente desconhecida (Wheeler, 2009).

Os museus e os espécimes considerados comuns nos seus contextos são muito importantes para os taxonomistas como fontes de investigação, uma vez que muitas coleções constituem conjuntos abrangentes de grupos taxonómicos, que refletem a variação entre grupos e dentro do mesmo grupo.

Assim, é importante para os taxonomistas terem acesso a todos os espécimes existentes em museus, independentemente do país ou ano em que tais espécimes foram recolhidos, uma vez que não é possível fazer estudos taxonómicos sem fazer estudos comparativos entre espécies. As coleções são também referências essenciais para a identificação de espécies raras (Wheeler, 2009) ou consideradas extintas.

⁴ Ver ApA.

O sistema de classificação de Linnaeus

Antes de Linnaeus, muitos cientistas e filósofos tentaram ordenar as formas de vida na Terra. O filósofo grego Aristóteles (384-322 a.C.) esteve entre os primeiros a classificar os organismos com base nas suas semelhanças estruturais (Hickman et al., 2001). Apesar da sua forma de classificar ser pouco precisa e inconstante, algumas das suas classificações permaneceram inalteradas por séculos⁵ (Paterlini, 2007).

Durante o período do Renascimento na Europa, as crescentes expedições a diferentes países e a áreas remotas do mundo forneceram uma fonte imensa de novos animais e plantas para serem estudados pelos cientistas europeus, cujo conhecimento acerca das formas de vida aumentou significativamente (Paterlini, 2007). No século XVII, o naturalista inglês John Ray (1627-1705) apresentou um sistema de classificação mais compreensivo e um novo conceito de espécie. No entanto, foi ao longo do século XVIII, que o desenvolvimento da sistemática culminou com o trabalho do botânico sueco Carl Linnaeus (1707-1778). O sistema de classificação de Linnaeus, foi uma resposta a um mundo em mudança, quando os habitantes ricos da Europa estavam a importar novas espécies a uma grande velocidade (“The legacy of Linnaeus”, 2007). Linnaeus criou um sistema extensivo de classificação para plantas e para animais, onde utilizava a morfologia⁶ para ordenar os espécimes das coleções (Hickman et al., 2001), que publicou nas obras *Systema Naturae* (1735) e *Species Plantarum* (1753) (Paterlini, 2007).

A sua abordagem metódica ajudou a padronizar a atribuição de nomes aos organismos, ao definir que a cada espécie devia ser atribuído um nome distinto, acabando assim com os fatores ambíguos e subjetivos. Também distinguiu o conceito de espécie, e agrupou as espécies em géneros, os géneros em ordens e as ordens em classes (Paterlini, 2007). O esquema que Linnaeus desenvolveu para organizar os organismos numa série de

⁵ Por exemplo, a distinção entre animais com sangue e sem sangue, que se reflete na distinção moderna entre vertebrados e invertebrados.

⁶ Ver ApA.

grupos ascendentes e cada vez mais abrangentes, é denominado sistema de classificação hierárquica (Hickman et al., 2001).

Apesar de o princípio básico do seu esquema ainda ser utilizado, a hierarquia da classificação taxonómica tem sido consideravelmente ampliada desde o tempo de Linnaeus. Atualmente, inclui 7 classificações obrigatórias para o reino animal, sendo elas: reino, filo, classe, ordem, família, género e espécie por ordem decrescente de inclusão. Todos os organismos que estão a ser classificados devem ser incluídos em, pelo menos, cada uma das 7 classificações obrigatórias (Hickman et al., 2001).

Os grupos de organismos definidos taxonomicamente são designados taxa (singular: taxon) e a classificação taxonómica atribuída permite indicar o grau geral de inclusão do grupo. Para todos os organismos, o taxon biológico “base” é a espécie (Craston & Gullan, 2014; Hickman et al., 2001).

Os taxonomistas têm a opção de subdividir as 7 classificações e reconhecer mais do que 7 taxa (ex.: superclasse, subclasse, infraclasse, superordem, subordem, etc.) para qualquer grupo de organismos. Ao todo, são reconhecidas mais de 30 classificações taxonómicas. Para grupos muito extensos e complexos, como o dos insetos, estas classificações adicionais são necessárias para expressar diferentes graus de divergência evolutiva (Hickman et al., 2001). Dependendo do sistema de classificação utilizado, entre 25 e 30 ordens podem ser reconhecidas dentro da classe Insecta⁷. As diferenças ocorrem, principalmente, porque não existem regras fixas acerca de como os níveis taxonómicos referidos anteriormente são determinados, apenas a concordância geral de que os grupos devem ser monofiléticos⁸, isto é, devem incluir todos e apenas os descendentes de um ancestral comum e exclusivo (Craston & Gullan, 2014).

No que se refere às classificações superiores ao reino, nos últimos 30 anos, tem sido considerado como facto que os grupos Eukarya, Bacteria e Archaea⁹ representam os três

⁷ Ver Apêndice B (ApB), Tabela ApB1.

⁸ Ver ApA.

⁹ Ver ApA (Eucarya, Bacteria e Archaea).

domínios da vida e que nenhum foi o resultado da evolução dentro do outro (Woese, Kandler & Wheelis, 1990). Este raciocínio veio substituir o pensamento mais antigo, que distinguia os seres vivos entre procariotas¹⁰ e eucariotas¹¹ (Doolittle, 2020).

Um estudo que envolveu famílias de genes de organismos dos domínios Archaea e Eukarya, designado *Phylogenomics provides robust support for a two-domains tree of life* desenvolvido por Williams, Cox, Foster, Szöllősi, e Embley, (2020), publicado na revista *Nature Ecology and Evolution*, sugeriu que existem apenas dois domínios, Archaea e Bacteria, sendo que os eucariotas surgiram dentro do grupo Archaea, a partir de membros relativamente avançados que gradualmente desenvolveram algumas características semelhantes às dos eucariotas. O estudo revelou que existe uma relação próxima entre os eucariotas e os indivíduos do superfilo Asgard (do filo Archaea), e identifica o filo Heimdallarchaeota como sendo o melhor candidato atual para incluir os organismos, familiares das arqueobactérias, mais próximos da linhagem nuclear dos eucariotas.

Segundo esta hipótese, a “Árvore da Vida” contém apenas dois domínios, Bacteria e Archaea, sendo o domínio Archaea parafilético¹², uma vez que os eucariotas emergiram dentro deste grupo (Doolittle, 2020).

O sistema de nomenclatura binomial de Linnaeus

O sistema de nomeação de espécies desenvolvido por Linnaeus é conhecido como nomenclatura binomial. Segundo este sistema ainda utilizado, a cada espécie descrita é atribuído um binómio. O binómio completo é obrigatório para nomear uma espécie e é o que confere a cada organismo um nome único (Hickman et al., 2001).

Uma vez que, na altura em que Linnaeus viveu e desenvolveu o seu trabalho, o latim era a língua comum no mundo científico, ele atribuiu aos organismos designações em latim,

¹⁰ Ver ApA.

¹¹ Ver ApA.

¹² Ver ApA.

para assegurar a estabilidade do nome e evitar variações linguísticas (Paterlini, 2007). O primeiro é o nome genérico (género), comum a todos as espécies dentro do mesmo grupo, e o segundo é o restritivo específico (espécie) que, tal como o nome indica, é restrito a uma espécie (Craston & Gullan, 2014).

O nome do género é sempre um substantivo e o epíteto da espécie é, geralmente, um adjetivo. Os nomes dos géneros devem referir-se apenas a um grupo de organismos e nunca devem ser repetidos. No entanto, o mesmo restritivo específico pode ser usado dentro de géneros diferentes. Todas as restantes classificações, excluindo as espécies, têm um só nome. As espécies podem ainda ser divididas em subespécies e, nestes casos, é aplicada uma nomenclatura trinomial (Hickman et al., 2001).

Os nomes devem ser sempre apresentados juntos e em itálico, ou sublinhados quando escritos manualmente. Em publicações científicas, o nome da espécie é, geralmente, seguido pelo nome da pessoa que originalmente descreveu a espécie (Triplehorn & Johnson, 2005) e, por vezes, o primeiro ano em que o nome foi publicado legalmente. É também prática comum que, após a primeira citação do binómio no texto, nas citações subsequentes, o nome do género seja abreviado para a primeira letra¹³ (Craston & Gullan, 2014). Se o nome do autor estiver entre parênteses, isso significa que a espécie (ou subespécie) foi descrita num género diferente do qual está agora incluída (Triplehorn & Johnson, 2005), de acordo com a alínea 51.3, do artigo 51, referente à citação dos nomes dos autores, do código internacional de nomenclatura zoológica [International Commission on Zoological Nomenclature (ICZN), n.d.].

É importante referir que a atribuição de um nome científico aos organismos é muito importante para garantir uma comunicação clara entre todos os cientistas, uma vez que os nomes comuns variam consoante os idiomas e até mesmo dentro da própria língua. Muitas vezes, as espécies não possuem um nome comum, ou então o mesmo nome é

¹³ Ex: O nome da espécie *Tinea pellionella* depois de citado uma vez, pode ser referido como *T. pellionella*.

atribuído de forma generalizada a indivíduos que, na verdade, representam espécies diferentes.

A atribuição de nomes a novas espécies de insetos segue as mesmas regras da nomenclatura utilizada para todos os outros animais (Craston & Gullan, 2014), de acordo com o código estabelecido pelo ICZN.

Relações filogenéticas

Um objetivo importante da sistemática é a reconstrução da árvore filogenética dos organismos, que relaciona todas espécies (existentes e extintas), o que é conseguido através do estudo das características dos organismos, formalmente designadas de caracteres, que variam entre as espécies. Um caracter é qualquer característica (ex. morfológica, molecular, cromossómica) que o taxonomista usa para estudar a variação entre espécies ou dentro dos indivíduos da mesma espécie. Se dois organismos possuem características semelhantes, isto pode significar que herdaram estas características de um antecessor comum (homologia¹⁴). No entanto, a partilha de características nem sempre significa que existe um ancestral comum. A origem evolutiva, independente de características similares em diferentes linhagens, produz padrões de semelhança entre organismos que não refletem uma descendência comum (homoplasia¹⁵) (Hickman et al., 2001).

Para reconstruir a filogenia de um grupo usando caracteres que variam entre os seus membros, é necessário determinar qual a forma de cada caracter que estava presente no ancestral comum do grupo inteiro. Este é designado de caracter ancestral do grupo, sendo as outras formas designadas de caracteres derivados evolutivamente. Os organismos ou espécies que partilham estes caracteres derivados formam subconjuntos dentro do grupo, ou clados. A hierarquia dos clados e a forma como estes se integram uns nos outros, é formalmente apresentada sob a forma de um diagrama ramificado, ou

¹⁴ Ver ApA.

¹⁵ Ver ApA.

cladograma¹⁶. Um cladograma não é estritamente equivalente a uma árvore filogenética, uma vez que, para obter uma árvore filogenética, é necessário acrescentar ao cladograma informação adicional acerca dos ancestrais, a duração das linhagens evolutivas, ou a quantidade de alterações evolutivas que ocorreram nas linhagens (Hickman et al., 2001).

Para a taxonomia, é ainda importante relacionar os grupos taxonômicos e as árvores filogenéticas ou cladogramas. Esta relação pode ser monofilética, parafilética ou polifilética¹⁷. Um taxon é monofilético se incluir o ancestral comum mais recente do grupo e todos os descendentes desse ancestral [Figura 1.1 (a)]; é parafilético, se incluir o ancestral comum mais recente de todos os membros do grupo, e alguns, mas não todos os descendentes desse ancestral [Figura 1.1 (b)] e é polifilético se não incluir o ancestral comum mais recentes de todos os membros do grupo, o que significa que o grupo teve, pelo menos, duas origens evolutivas separadas, sendo que as características similares foram adquiridas de forma independente ao longo da evolução [Figura 1.1 (c)] (Hickman et al., 2001).

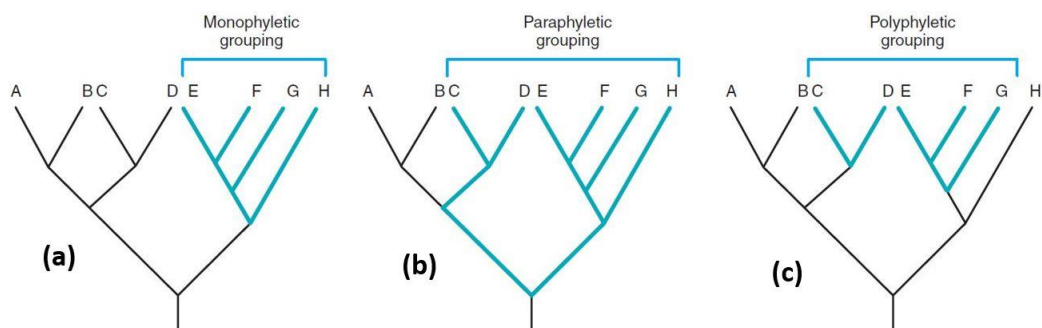


Figura 1.1 – Relação entre os grupos taxonômicos e filogenéticos ilustrados para a filogenia hipotética de 8 espécies. (a): Representação de um grupo monofilético; (b): Representação de um grupo parafilético; (c): Representação de um grupo polifilético (Hickman et al., 2001, p. 201).

¹⁶ Ver ApA.

¹⁷ Ver ApA.

Introdução de dados moleculares e genéticos

No tempo de Linnaeus, a taxonomia dependia da observação e comparação de formas físicas. Apesar do seu sistema ter sofrido alterações, o interesse pela sistemática e as regras da nomenclatura perduraram, tanto que, mais de dois séculos depois, os biólogos ainda usam o sistema binomial de Linnaeus para classificar a vida na Terra.

No entanto, com o avanço da tecnologia nas áreas da biologia molecular e genética, os cientistas têm ao seu dispor muito mais dados e métodos de análise.

Estes novos métodos de análise genética nem sempre são fáceis de conciliar com a descrição detalhada, as anotações e a curadoria que, até agora, foram da responsabilidade dos taxonomistas que continuaram com o programa de Linnaeus (“The legacy of Linnaeus”, 2007).

A possibilidade de sequenciar completamente o genoma¹⁸ de muitas espécies, por exemplo, permitiu aos cientistas fazer distinções mais precisas entre organismos intimamente relacionados. Estas alterações provocaram um debate entre anatomistas e paleontólogos, a favor da taxonomia clássica, e biólogos moleculares que apoiam uma taxonomia baseada no ácido desoxirribonucleico (ADN) (Paterlini, 2007).

É necessário referir que se forem consideradas apenas as análises com base na sequenciação do ADN, muitos grupos seriam alterados significativamente, pois organismos mais próximos em termos genéticos podem partilhar muito poucas, ou nenhuma, características morfológicas, o que é a base da taxonomia clássica. Espera-se que, no futuro, seja possível juntar as duas ideologias, para definir relações entre organismos que reflitam a sua proximidade genética, mas que também considerem o aparecimento e evolução de características morfológicas comuns.

¹⁸ Ver ApA.

1.1.2. Filo Arthropoda

O filo Arthropoda é o maior do reino animal e engloba mais de três quartos de todas as espécies conhecidas (Hickman et al., 2001). O ancestral comum do filo Arthropoda foi, provavelmente, uma criatura marinha, segmentada, que viveu durante o pré-câmbrico tardio, sendo que, no período câmbrio, os artrópodes primitivos já tinham evoluído e estavam divididos em grupos facilmente reconhecidos por estruturas corporais distintas (Chapman, 2013).

Este filo engloba a classe Insecta, pertencente ao subfilo Hexapoda, o interesse principal desta dissertação [Figura 1.2 (a)], mas também uma enorme variedade de outros animais mais ou menos presentes no nosso dia a dia, divididos pelos restantes três subfilos que o constituem, os aracnídeos, Chelicerata [Figura 1.2 (b)], os diplópodes e quilópodes, Myriapoda [Figura 1.2 (c)], e os crustáceos, Crustacea [Figura 1.2 (d)].

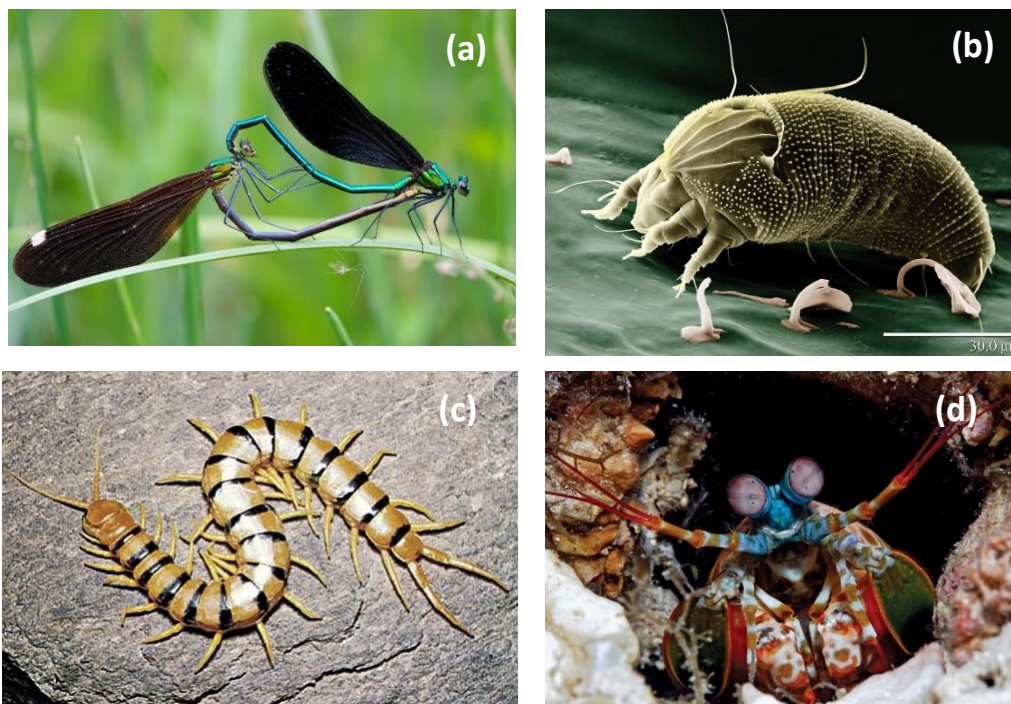


Figura 1.2 – Representantes dos quatro grupos que constituem o filo Arthropoda. (a): Hexapoda (Espécie de donzelinha - *Mnais mneme*); (b): Chelicerata (Espécie de ácaro - *Aceria anthocoptes*); (c): Myriapoda (Centopeia do género *Scolopendra*); (d): Crustacea (Espécie de camarão - *Odontodactylus scyllarus*) (Adaptado de respetivamente: Zhang, n.d.; Erbe & Pooley, n.d.; Ross, n.d.; Bartlett, n.d.).

Para entender melhor as origens dos insetos é importante compreender este filo. Assim, são descritas, de forma sucinta, as principais características estruturais e funcionais dos artrópodes.

Relativamente à sua morfologia externa, os artrópodes possuem um exoesqueleto¹⁹ cuticular excretado pela epiderme subjacente, que é renovado de forma periódica e que oferece proteção e mobilidade ao atuar como um exoesqueleto rígido para a ligação interna dos músculos (Chapman, 2013; Hickman et al., 2001).

De uma forma geral, os artrópodes não atingem grandes dimensões, tendo na sua maioria um comprimento inferior a 60 cm. O corpo pode estar dividido em cabeça e tronco (ex. subfilo Myriapoda), cabeça, tórax e abdómen como nos subfilos Crustácea e Hexapoda (Chapman, 2013), ou cefalotórax e abdómen (Hickman et al., 2001). Possuem uma simetria bilateral e o seu padrão primitivo apresenta uma série linear de segmentos corporais idênticos, os metâmeros²⁰, cada um com um par de apêndices articulados. Apesar do padrão dos metâmeros e dos apêndices variar bastante dentro do filo, existe uma tendência para agregação e/ou fusão destes segmentos corporais em unidades funcionais, os tagmas²¹, usados para finalidades especializadas (ex. cabeça) (Chapman, 2013; Hickman et al., 2001). Os apêndices possuem cerdas²² e são frequentemente diferenciados e adaptados para exercer funções especializadas (sensoriais, de manipulação de alimentos, de locomoção mais eficiente) (Hickman et al., 2001) que, no caso dos insetos, serão apresentadas ao longo deste capítulo.

Os artrópodes demonstram padrões comportamentais complexos e organizados. Apesar dos comportamentos inatos serem predominantes, demonstram ser capazes de adquirir novos conhecimentos através da aprendizagem. Relativamente aos seus

¹⁹ Ver ApA.

²⁰ Ver ApA.

²¹ Ver ApA.

²² Ver ApA.

hábitos alimentares, apesar da maioria ser herbívora, existem espécies omnívoras e carnívoras (Hickman et al., 2001).

Internamente, os principais sistemas biológicos são, de forma geral, muito semelhantes aos dos insetos, que serão apresentados no decorrer deste capítulo.

O conjunto de características estruturais e fisiológicas que os artrópodes apresentam reflete-se numa ampla diversidade de habitats, hábitos alimentares muito distintos e numa capacidade de se adaptar facilmente às condições ambientais que os rodeiam.

1.1.3. Classe Insecta

Dos todos os artrópodes, a classe Insecta é a que inclui a maioria dos animais que pode constituir um risco para algumas coleções dos museus. O estudo dos insetos, entomologia²³, desenvolveu uma maior importância no início do século XVIII, quando se tornou uma área de interesse para as classes mais abastadas (Cranston & Gullan, 2014). Atualmente, apesar de os estudos com insetos serem realizados por profissionais da área da biologia, o interesse e as observações dos entomólogos amadores continuam a ser muito importantes para a descoberta e descrição de novas espécies.

É importante referir que este é o grupo mais diverso e abundante de artrópodes. Existem mais espécies de insetos registadas que de todos os outros animais em conjunto. Com o número de espécies, a sua vasta distribuição global e a sua grande capacidade de adaptação, por conseguinte diversificação, é virtualmente impossível, na nossa escala de tempo, indicar com certeza um número exato ou mesmo aproximado de espécies.

Em relação às espécies conhecidas, a base de dados online *Catalog of Life* (2022), indica que a classe Insecta é composta, atualmente, por 950 780 espécies de insetos, sendo estas apenas as espécies registadas e aceites.

²³ Ver ApA.

As espécies catalogadas de insetos estão distribuídas de forma desigual entre os grupos taxonômicos, em que as ordens Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera e Hemiptera se destacam pela abundância de espécies (Catalog of Life, 2022; Cranston & Gullan, 2014; Stork, 2018).

Estes animais são abundantes em todos os tipos de ambientes terrestres. No entanto, apesar de existir um número significativo de espécies aquáticas (Chapman, 2013), poucas espécies de insetos podem ser encontradas para além do limite da zona intertidal dos oceanos (Cranston & Gullan, 2014). A sua enorme diversidade, como a Figura 1.3 de uma forma geral evidencia, é a consequência de um conjunto de fatores²⁴, mas essencialmente é o resultado da elevada capacidade de adaptação e especialização destes animais.

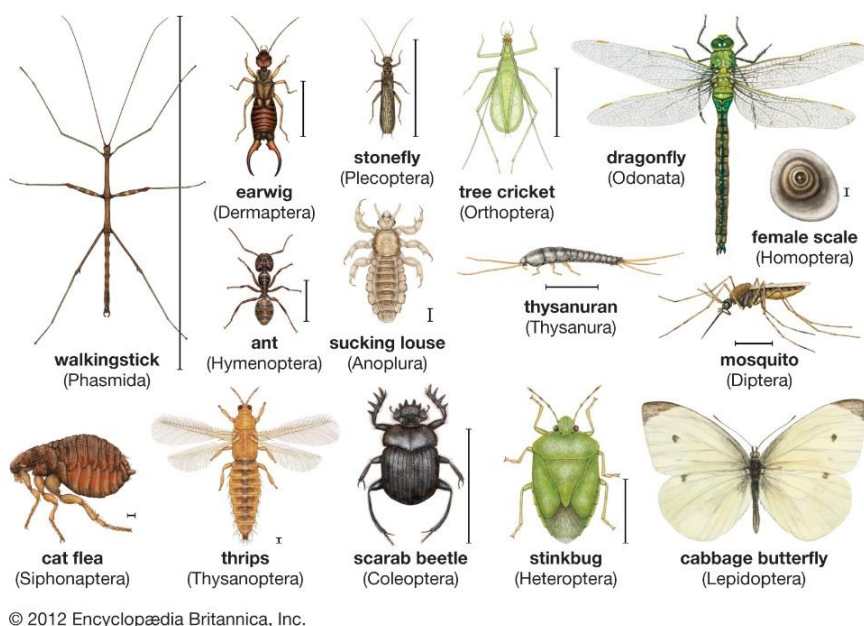


Figura 1.3 – Diversidade dentro da classe Insecta (Encyclopaedia Britannica, 2012).

É ainda importante referir que cada inseto faz parte de uma comunidade natural, onde desempenha um papel, e o seu desaparecimento afeta a complexidade e abundância de outros organismos, podendo até levar ao colapso do ecossistema.

²⁴ Ver ApB, Tabela ApB2.

Já nas comunidades humanas, estes animais podem afetar diretamente o Homem com efeitos diretos na saúde das pessoas ou dos animais domésticos, e indiretamente, com os papéis que desempenham na agricultura e horticultura. Muitos são benéficos para as sociedades humanas, ao providenciarem alimento (diretamente ou indiretamente) ou contribuindo com materiais que nós usamos diariamente²⁵.

Relativamente à sua taxonomia, é sempre difícil obter uma classificação compreensiva e coerente principalmente quando a filogenia tem de acompanhar a evolução e a diversificação constante dos organismos. Este é um processo particularmente difícil no caso dos insetos, cujo número e capacidade adaptativa constituem um problema para a classificação.

Segundo Cranston e Gullan (2014) dependendo do sistema de classificação utilizado, são reconhecidas entre 25 e 30 ordens de insetos. Uma vez que a classificação tradicional dos insetos implica que as ordens sejam monofiléticas, os autores reconhecem 28 ordens de insetos que cumprem este requisito. O cladograma da Figura 1.4 representa estas 28 ordens e as relações que estabelecem entre si.

²⁵ Ver ApB, Tabela ApB3.

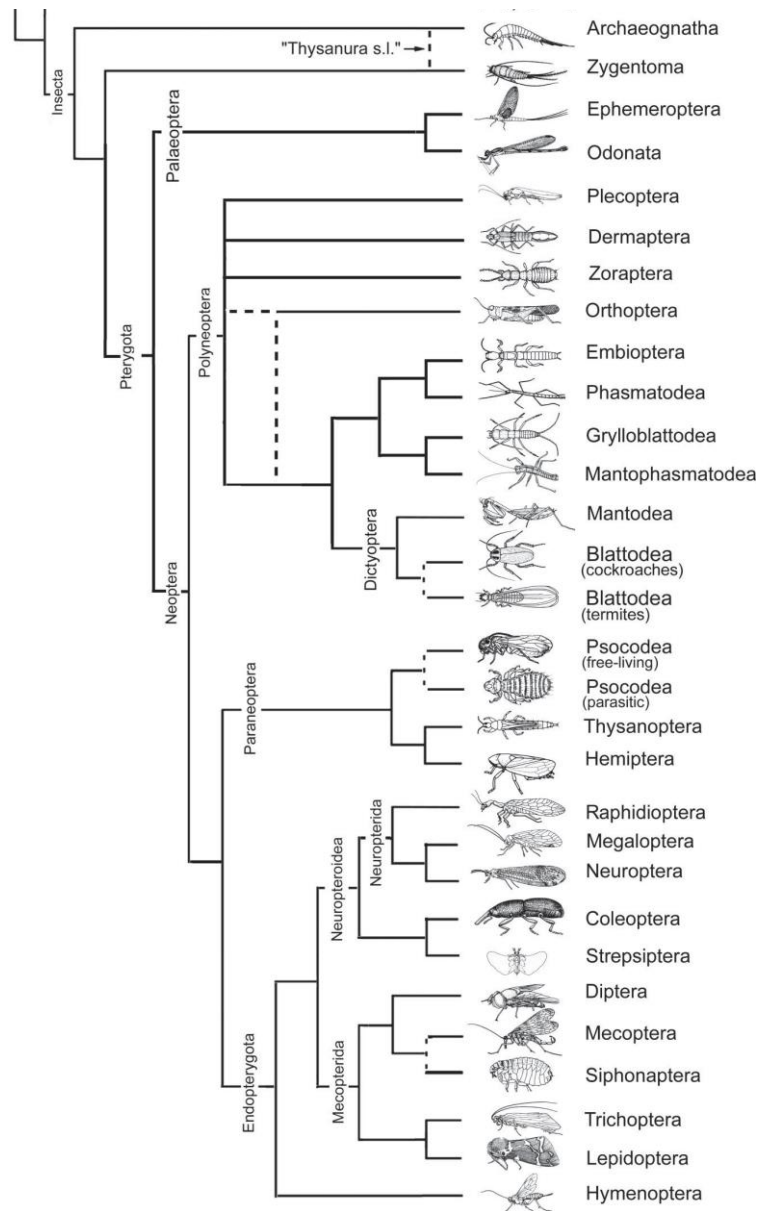


Figura 1.4 – Cladograma que distingue as relações filogenéticas entre as ordens da classe Insecta. As linhas interrompidas representam associações incertas ou hipóteses alternativas. Adaptado de Cranston e Gullan (2014, p. 204).

Neste cladograma, a classe Insecta começa por se dividir entre dois grupos, os Apteriygota, insetos sem asas, que englobam apenas as ordens Archaeognatha e Zygentoma, e os Pterygota, insetos com asas. Os Pterygota são ainda divididos em Palaeoptera e Neoptera. Esta divisão distingue os insetos pela sua capacidade de dobrar as asas sobre o corpo, quando em repouso.

Para os indivíduos do grupo Palaeoptera, uma vez que a articulação entre as asas e o tórax é feita através de escleritos²⁶ auxiliares que estão conectados com veias, este movimento não é possível. Nos insetos que pertencem à divisão Neoptera, a articulação das asas deriva de escleritos separados e móveis na base da asa e há muito pouca ou nenhuma circulação sanguínea permitindo que, nas mesmas condições, as asas possam ser dobradas para trás (Cranston & Gullan, 2014).

As restantes divisões têm por base estudos de características morfológicas e genéticas comuns entre todos, ou a maioria, dos géneros que as constituem²⁷.

1.2. Caracterização morfológica externa

1.2.1. Estrutura corporal externa

Para interpretar corretamente as várias estruturas e funções corporais destes animais, o que pode auxiliar a sua identificação, é importante compreender a anatomia externa dos insetos.

Os insetos têm uma aparência muito diversificada e, apesar do seu tamanho poder variar entre os 0.2 mm e 35 cm de comprimento (Chapman, 2013; Cranston & Gullan, 2014), a maioria não excede os 2.5 cm (Hickman et al., 2001).

Exoesqueleto

O exoesqueleto dos insetos é o fator que mais influencia a sua capacidade de adaptação e sobrevivência.

Como todos os artrópodes, os insetos possuem um exoesqueleto articulado. Os grupos podem ser diferenciados por modificações nesta estrutura, assim como nos apêndices.

²⁶ Ver ApA.

²⁷ Ver ApB, Tabela ApB4.

Por exemplo, o grupo Hexapoda é caracterizado por possuir adultos com seis pernas (Cranston & Gullan, 2014).

Nos insetos, a epiderme e a cutícula formam o integumento²⁸. Uma vez que o exosqueleto cuticular não é expansível, para crescer, o inseto tem de, periodicamente, perder o seu revestimento externo e produzir um maior, num processo denominado de ecdise²⁹ ou muda (Cranston & Gullan, 2014; Hickman et al., 2001).

Este revestimento é excretado pela epiderme subjacente e é constituído pela epicutícula, mais externa, e pela procutícula, mais interna (Cranston & Gullan, 2014; Hickman et al., 2001). As subcamadas da procutícula possuem quitina³⁰, um amino-polissacarídeo resistente e insolúvel em água, substâncias alcalinas e ácido fracos. Devido às suas características químicas, a procutícula confere leveza e flexibilidade e oferece proteção contra a desidratação. A cutícula reveste o corpo, os apêndices e os apódemas³¹ (Hickman et al., 2001).

Internamente, a cutícula reveste e dá suporte ao trato digestivo (Cranston & Gullan, 2014) e pode estar adaptada para servir como peças bucais mastigatórias, órgãos sensoriais, copuladores ou como ornamento (Hickman et al., 2001). Pode ser rígida como uma armadura, no caso dos besouros, ou fina e flexível, como na maioria das larvas, e entre os segmentos do corpo e dos apêndices. No geral, esta estrutura é fina, mas complexa, e varia entre os grupos taxonómicos ao longo do desenvolvimento do indivíduo e em diferentes partes do seu corpo.

Ao atuar como barreira entre os tecidos e o exterior, a cutícula é vital para impedir a perda de água e, conseqüentemente, para a sobrevivência dos insetos (Cranston & Gullan, 2014; Hickman et al., 2001). Estes animais devem ainda parte do seu aspeto ao

²⁸ Ver ApA.

²⁹ Ver ApA.

³⁰ Ver ApA.

³¹ Ver ApA.

exoesqueleto cuticular, uma vez que as cores nos insetos são uma consequência da interação da luz com a cutícula (Cranston & Gullan, 2014).

Segmentação

Relativamente à segmentação do corpo, nos adultos e ninfas³², ocorre uma fusão de segmentos em unidades funcionais, o que dá origem aos tagmas (regiões) da cabeça, tórax e abdómen. Na superfície corporal podem ser reconhecidas quatro zonas principais (o dorso, o ventre, e as duas regiões laterais, ou pleurais) que separam o dorso do ventre e que sustentam as bases dos membros (Cranston & Gullan, 2014).

O corpo é coberto por escleritos, um sistema de placas que se conectam através de articulações laminares flexíveis. Os tergitos³³ (placas dorsais) constituem o tergo, os esternitos³⁴ (placas ventrais) o esterno, e os pleuritos³⁵ (placas laterais) a pleura. Em conjunto, formam as três regiões do corpo (Cranston & Gullan, 2014; Hickman et al., 2001).

- A cabeça

O primeiro dos três tagmas, a cabeça, tem duas aberturas: a primeira, posterior que liga a cabeça ao protórax e a segunda para o aparelho bucal. Da posição anterior para a posterior existem seis segmentos: ocular, antenal, labral, mandibular, maxilar e labial (Cranston & Gullan, 2014).

As cabeças podem ser de três tipos (Figura 1.5). A configuração designada hipognata [Figura 1.5 (a)] é, provavelmente, a mais primitiva, onde a cabeça está direcionada verticalmente e o aparelho bucal é ventral e projeta-se para baixo. É comum em

³² Ver ApA.

³³ Ver ApA.

³⁴ Ver ApA.

³⁵ Ver ApA.

espécies que se alimentam de plantas em habitats amplos. Outra configuração é a prognata [Figura 1.5 (b)] onde a cabeça está no mesmo eixo que o resto do corpo e o aparelho bucal projeta-se para a frente. É comum em insetos predadores que perseguem a sua presa ativamente e em larvas da ordem Coleoptera, que usam a mandíbula para escavar. Por último, a cabeça pode ser opistognata [Figura 1.5 (c)], quando está no mesmo eixo que o resto do corpo, mas o aparelho bucal projeta-se para trás e entre as pernas anteriores, o que acontece na ordem Hemiptera (Chapman, 2013).

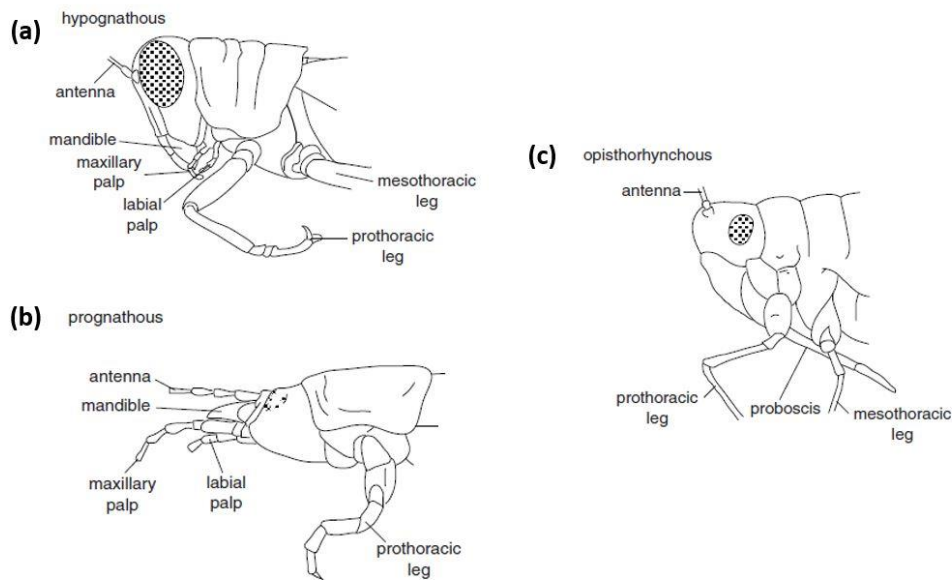


Figura 1.5 – Três morfologias das cabeças dos insetos. (a): Orientação da cabeça, hipognata, com o aparelho bucal ventral (gafanhoto); (b): prognata, com o aparelho bucal numa posição anterior (larva de besouro); (c): opistognata, aparelho bucal sugador, a estender-se para trás entre as pernas (afídio). Adaptado de Chapman (2013, p. 4).

Nos insetos, o aparelho bucal não está inserido na cabeça. É uma estrutura externa, o que constitui uma característica diferenciadora entre os insetos e as restantes espécies do grupo Hexapoda, que possuem o aparelho bucal inserido numa cavidade da cabeça (Chapman, 2013).

O conhecimento do tipo de aparelho bucal pode ser uma característica identificadora de um género, família, ou ordem, pelo que o conhecimento destas estruturas ajuda na identificação e classificação dos insetos.

Esta estrutura tem cinco componentes básicos; labrum, hipofaringe, mandíbula, maxilar e labium (Cranston & Gullan, 2014). Geralmente, é classificada de acordo com o método de alimentação, mas as mandíbulas também podem ser utilizadas para funções defensivas ou de acasalamento, como é o caso em alguns besouros machos. Nos insetos omnívoros, o aparelho bucal está adaptado para morder e mastigar e assemelha-se mais ao dos insetos ancestrais sem asas, do que ao aparelho bucal da maioria dos insetos modernos. Modificações extremas na morfologia desta estrutura estão relacionadas com o tipo de alimentação e ocorrem principalmente nas ordens Lepidoptera, Diptera e Hymenoptera (Cranston & Gullan, 2014).

A cabeça apresenta, ainda, algumas estruturas sensoriais. A maioria dos adultos e muitas ninfas apresenta um par de olhos compostos³⁶ e três ocelos³⁷, tipicamente organizados num triângulo (Cranston & Gullan, 2014).

Todo os insetos possuem um par de antenas móveis³⁸, que podem estar ausentes ou reduzidas em algumas larvas. A antena consiste numa estrutura basal, um pedicelo e um flagelo, que lhe confere flexibilidade. São os principais órgãos olfativos na maioria das espécies e importantes sensores de tato para muitos insetos (Chapman, 2013). As antenas possuem recetores que detetam alterações químicas, mecânicas, térmicas ou de humidade no ambiente. Nos machos, podem ser maiores, característica que os ajuda a detetar as feromonas das fêmeas (Cranston & Gullan, 2014).

- O tórax

O segundo tagma que constitui o corpo dos insetos é o tórax. Este é composto por três segmentos, o protórax, o mesotórax e o metatórax. Nos apterigotas³⁹ e nos insetos imaturos, estes segmentos são similares em tamanho e complexidade estrutural. Na

³⁶ Ver ApA

³⁷ Ver ApA

³⁸ Ver ApB, Figura ApB1.

³⁹ Ver ApA.

maioria dos pterigotas⁴⁰, o mesotórax e o metatórax são maiores, para suportar as asas e a musculatura associada (Cranston & Gullan, 2014).

Quase todas as ninfas e indivíduos adultos possuem um par de pernas torácicas por segmento (Cranston & Gullan, 2014). A função primária das pernas é, geralmente, a locomoção terrestre. No entanto, modificações na sua estrutura tornam possível outras ações, incluindo saltar, nadar e andar sobre água. A especialização noutras funções também ocorre e difere consoante a espécie, como, por exemplo, agarrar, limpar, recolher pólen e produzir seda (Chapman, 2013).

Os espiráculos⁴¹, aberturas do sistema traqueal, estão presentes lateralmente nos dois últimos segmentos torácicos (Cranston & Gullan, 2014).

Por norma, os insetos atuais têm dois pares de asas funcionais⁴², membranosas e transparentes, que repousam dorso-lateralmente (as asas anteriores, no mesotórax e as asas posteriores no metatórax). Em todos os insetos com asas, existe uma área triangular na base da asa, que contém escleritos articulares móveis que permitem a articulação entre a asa e o tórax (Cranston & Gullan, 2014; Hickman et al., 2001).

As asas funcionais são projeções cuticulares formadas pela epiderme e suportadas por um sistema tubular de veias longitudinais e transversais, que lhes conferem rigidez (Chapman, 2013; Cranston & Gullan, 2014).

Nas larvas hemimetabólicas⁴³, as asas são visíveis como “almofadas” externas, mas nas espécies holometabólicas⁴⁴ desenvolvem-se interiormente (Chapman, 2013). Outras características das asas podem ser usadas como indentificadores de espécies, como a coloração e padrões de pigmentação, pelos, e escamas.

⁴⁰ Ver ApA.

⁴¹ Ver ApA.

⁴² Ver ApB, Figura ApB2.

⁴³ Ver ApA.

⁴⁴ Ver ApA.

- O abdómen

O abdómen dos insetos tem 11 segmentos, mas o primeiro pode ser reduzido ou está incorporado no tórax (espécies da ordem Hymenoptera). Os segmentos terminais sofrem muitas modificações e/ou estão diminuídos. Geralmente, os primeiros sete segmentos nos adultos são similares em estrutura e não têm apêndices, com exceção dos insetos sem asas (Cranston & Gullan, 2014). As formas larvais ou ninfas possuem uma grande variedade de apêndices abdominais, que não estão presentes depois nos adultos (Hickman et al., 2001). Por norma, os espiráculos estão presentes nos segmentos 1 a 8 (Cranston & Gullan, 2014).

Os segmentos terminais (terminália), que geralmente têm início no segmento 8 ou 9, têm funções excretoras, sensoriais e reprodutivas nos adultos. Na terminália das fêmeas adultas, estão presentes estruturas internas que recebem o órgão copulador masculino, e pode ter uma estrutura externa usada para a deposição de ovos (ovipositor). Na terminália dos machos adultos, a genitália externa é composta pelo órgão responsável pela transferência do esperma para a fêmea (Cranston & Gullan, 2014).

Pode existir um par de apêndices (cercos⁴⁵) que se articula lateralmente no segmento 11, e os apterigotas possuem ainda um filamento caudal (Cranston & Gullan, 2014).

1.2.2. Locomoção

Como já foi referido, o sucesso dos insetos deve-se, em parte, à sua capacidade de se movimentarem por uma grande variedade de ambientes.

Há pelo menos 350 milhões de anos, os insetos adquiriram a capacidade de voar. Apesar desta ter sido uma grande inovação, a locomoção terrestre e aquática continua a ser muito importante e está bem desenvolvida. Os movimentos necessários para a deslocação dos animais são possíveis graças aos seus músculos, que atuam contra o

⁴⁵ Ver ApA.

exoesqueleto cuticular rígido, ou, nas larvas, o esqueleto hidrostático⁴⁶ (Cranston & Gullan, 2014).

De uma forma geral, os insetos andam, voam, nadam e/ou deslizam sobre a superfície da água, para se deslocarem⁴⁷. No entanto, algumas espécies são capazes de saltar e outras são sedentárias durante toda a sua vida, ou uma parte dela.

1.3. Caracterização morfológica interna e função

1.3.1. Sistema digestivo e nutrição

Os insetos podem consumir uma enorme variedade de alimentos, de origem animal ou vegetal, sólidos ou líquidos. As coleções museológicas são compostas por muitos materiais, das quais os insetos se alimentam. Saber o que uma espécie tem como alimento preferido pode ajudar a identificar o agente na origem de uma infestação⁴⁸.

Apesar da diversidade de dietas, a maioria dos insetos alimenta-se de líquidos e tecidos vegetais (fitófagos ou herbívoros), podendo ter uma fonte alimentar específica ou não. Outras formas de alimentação ocorrem na natureza, por exemplo: larvas e alguns besouros podem alimentar-se de animais mortos (detritívoros ou saprófagos); o parasitismo ocorre em estágios adultos (ex. pulgas), larvares ou em ambos (ex. piolhos); e a predação também é comum, entre insetos e com outros animais (Hickman et al., 2001).

A Figura 1.6 identifica quatro tipologias de alimentação, que se relacionam com o estado do alimento e a sua origem. Enquanto a dieta de algumas espécies pode ser categorizada facilmente, a de outras é mais variada e pode ocupar mais do que uma categoria. Os insetos com um desenvolvimento holometabólico vão ocupar categorias diferentes, dependendo da fase do ciclo de vida em que se encontram (Cranston & Gullan, 2014).

⁴⁶ Ver ApA.

⁴⁷ Ver ApB, Figura ApB8.

⁴⁸ Ver ApA.

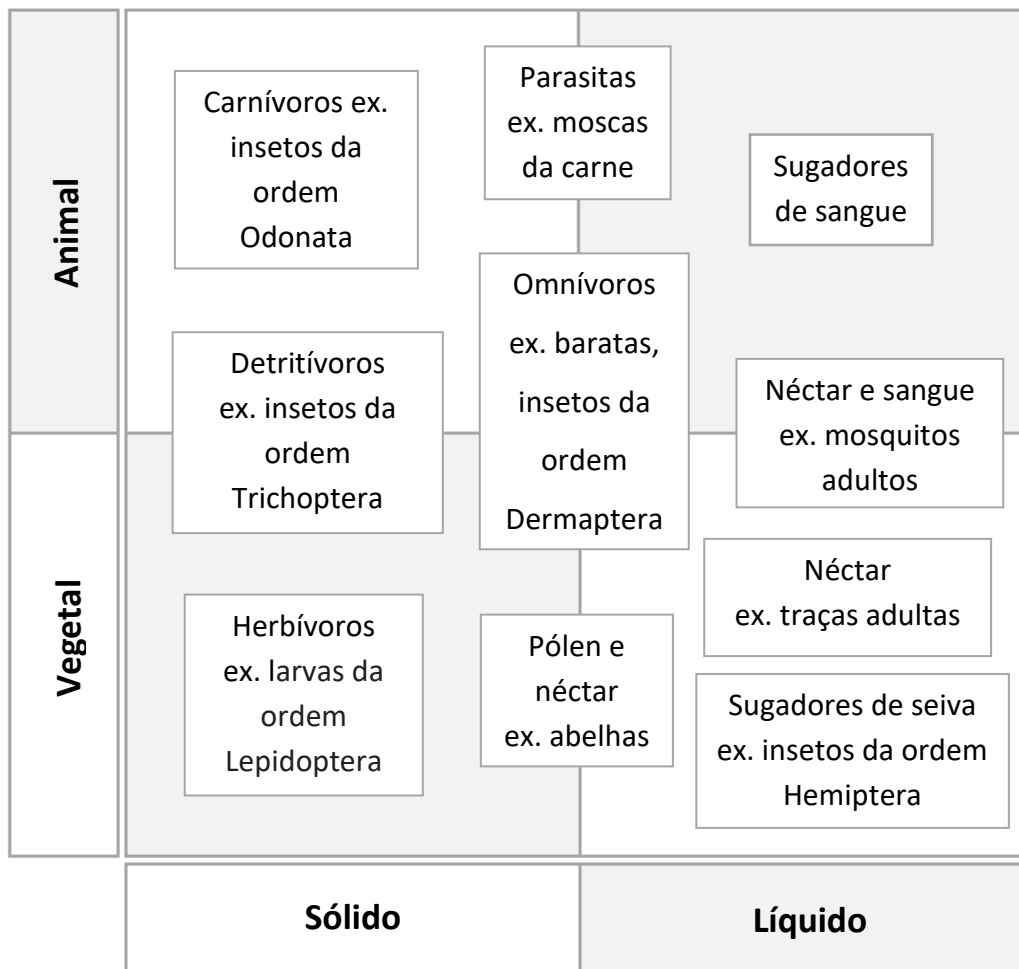


Figura 1.6– As quatro categorias principais de alimentação nos insetos. A partir de Cranston e Gullan (2014, p. 78).

A morfologia e a fisiologia do trato digestivo dos insetos refletem as suas propriedades mecânicas e a composição nutricional da sua dieta. Tipicamente, os insetos que ingerem alimentos sólidos possuem um intestino mais largo, reto e curto, com músculos fortes e proteção contra a abrasão. Estas características também são comuns nos insetos que ingerem rapidamente grandes quantidades de alimento, como as lagartas (larvas da ordem Lepidoptera), que se alimentam de plantas (Cranston & Gullan, 2014).

O trato digestivo dos insetos com uma dieta baseada em sangue, seiva ou néctar, é longo, estreito e torcido, para aumentar o contacto com o alimento líquido. A especialização mais óbvia em insetos com esta alimentação é um mecanismo para

remover o excesso de água e concentrar as substâncias nutritivas, antes da digestão (comum na ordem Hemiptera) (Cranston & Gullan, 2014).

O intestino dos insetos herbívoros necessita de processar grandes quantidades de alimento, uma vez que o valor nutricional das folhas e caules é baixo. Por isso, é uma estrutura curta e sem zonas de armazenamento, já que o alimento é abundante. O oposto verifica-se nos insetos com uma dieta nutricionalmente rica, com base em tecidos animais. Como nestes casos a alimentação depende da capacidade de predação do inseto, o intestino tem de estar adaptado e ser capaz de armazenar comida (Cranston & Gullan, 2014).

O sistema digestivo está dividido em três regiões (Figura 1.7), o intestino anterior (estomodeu), o intestino médio (mesêntero) e o intestino posterior (proctodeu).

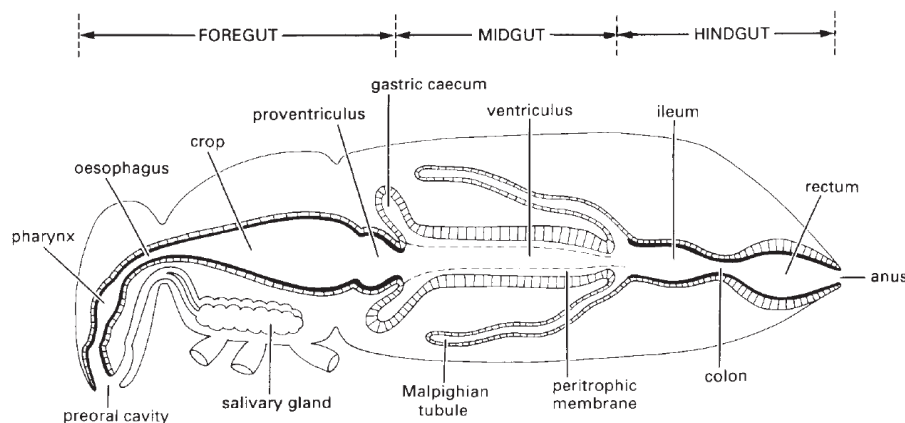


Figura 1.7 – Canal intestinal generalizado de um inseto que demonstra a divisão em três regiões. A linha cuticular do intestino anterior e posterior está destacada por linhas mais escuras (Cranston & Gullan, 2014, p. 81).

A digestão pode começar no papo, mas a absorção só ocorre no mesêntero. O material remanescente e a urina proveniente dos túbulos de Malpighian entram então no proctodeu, antes da eliminação das fezes pelo ânus (Cranston & Gullan, 2014; Hickman et al., 2001).

As diferentes fontes de alimentação estão relacionadas com diversas tipologias de aparelhos bucais, que se adequam ao tipo de alimentos que cada inseto consome. As

peças bucais podem ser mastigadores [Figura 1.8 (a)], sugadoras [Figura 1.8(c)], lambedoras [Figura 1.8 (d)] ou então, uma combinação de formas⁴⁹ [Figura 1.8 (b)].

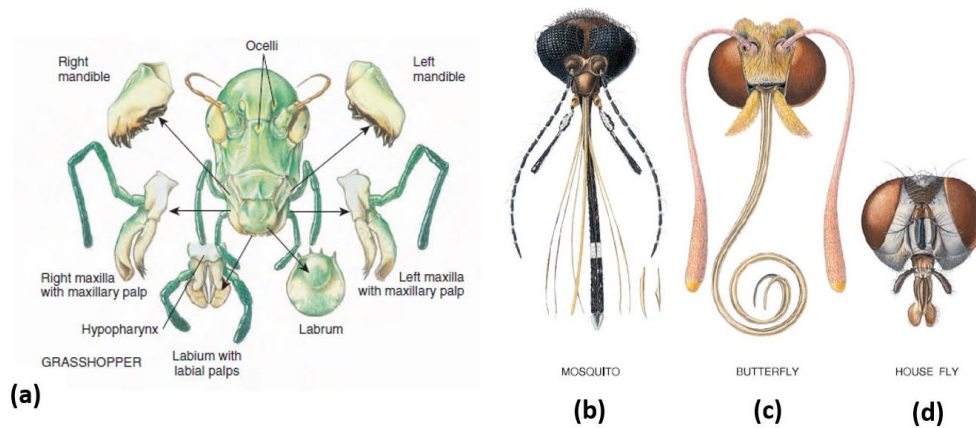


Figura 1.8 – Ilustração de quatro tipos de aparelhos bucais de indivíduos da classe Insecta. (a): Gafanhoto (peças bucais mastigadoras); (b): Mosquito (peças bucais picadoras e sugadoras); (c): Borboleta (peças bucais sugadoras); (d): Mosca doméstica (peças bucais lambedoras). Adaptado de Hickman et al. (2001, p. 421).

1.3.2. Sistema circulatório

Hemolinfa

Nos insetos, o sistema circulatório é aberto e tem como principal componente a hemolinfa, um fluido corporal aquoso constituído por compostos orgânicos e inorgânicos, proteínas, aminoácidos e células sanguíneas (hemócitos) e que circula livremente ao redor dos órgãos internos. Todas as trocas químicas entre os tecidos são mediadas pela hemolinfa, incluindo o transporte de hormonas, distribuição de nutrientes e remoção de resíduos para os órgãos excretores. Este fluido desempenha várias outras funções tais como: ajudar na termorregulação e no processo de muda; atuar como reserva de água; desempenhar funções de proteção contra ferimentos

⁴⁹ Ver ApB, da Figura ApB3 até à Figura ApB6.

físicos, contra a entrada de parasitas, vetores de doenças ou outras substâncias e, em certos casos, contra a ação de predadores (devido à sua natureza química) (Cranston & Gullan, 2014).

Nas larvas, a hemolinfa constitui o seu esqueleto hidrostático e, por isso, representa uma grande parte do peso corporal do animal. No entanto, nas ninfas e nos adultos a percentagem não ultrapassa os 20% (Cranston & Gullan, 2014).

Circulação

A circulação é mantida, principalmente, por um sistema de bombas musculares que movem a hemolinfa pelos compartimentos separados por um septo fibromuscular ou por membranas. A bomba principal é o vaso dorsal pulsátil (a parte anterior pode ser considerada a aorta e a posterior o coração) (Figura 1.9) (Cranston & Gullan, 2014; Hickman et al., 2001). Este vaso possui aberturas laterais, óstios⁵⁰ [Figura 1.9 (a)], que permitem o fluxo unidirecional da hemolinfa para o vaso dorsal, e válvulas que impedem o refluxo. Outra estrutura importante para a circulação é o diafragma ventral [Figura 1.9 (a) e Figura 1.9 (b)], um septo fibromuscular, localizado na parte ventral do corpo dos insetos e que contribui para a circulação da hemolinfa com movimentos peristálticos, que a direcionam para trás e lateralmente. A hemolinfa é, geralmente, impulsionada para os apêndices por um conjunto de túbulos, septos, válvulas e também bombas musculares. Estes componentes formam órgãos pulsáteis acessórios [Figura 1.9 (a) e Figura 1.9 (c)], e podem ser encontrados nas antenas, na base das asas e nas pernas (Cranston & Gullan, 2014).

⁵⁰ Ver ApA.

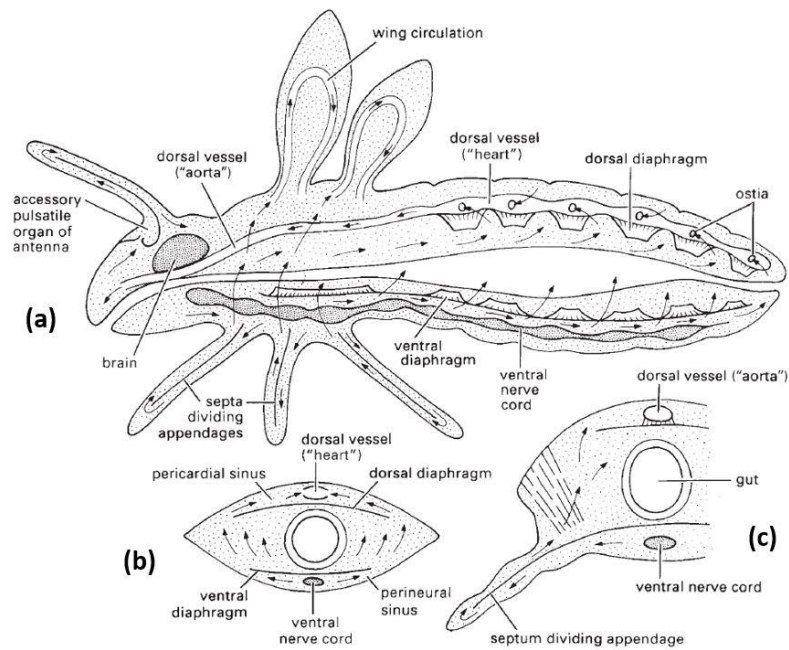


Figura 1.9 – Diagrama esquemático que representa um sistema circulatório geral bem desenvolvido. A configuração (a) demonstra uma secção longitudinal do corpo; a configuração (b) uma secção transversal do abdómen e a (c), uma secção transversal do tórax. As setas indicam a direção do fluxo da hemolinfa (Cranston & Gullan, 2014, p. 72).

1.3.3. Sistema traqueal

As trocas gasosas nos insetos ocorrem através de um sistema de tubos internos preenchidos por ar, o sistema traqueal, cujas ramificações mais finas se estendem para todas as partes do corpo, incluindo entre as fibras musculares [Figura 1.10 (b)] (Chapman, 2013). O volume do sistema traqueal depende da atividade do inseto, da espécie e do seu estágio de desenvolvimento, podendo expandir-se ao longo do crescimento de um indivíduo, se este necessitar de mais oxigénio (Cranston & Gullan, 2014).

Traqueias e espiráculos

As traqueias são invaginações da epiderme e, por isso, o seu revestimento é contínuo com a cutícula do corpo. As ramificações mais finas estão em contacto com os órgãos e com os tecidos internos e, em maior quantidade, nas zonas que precisam de mais

oxigenação. O revestimento das traqueias é removido com o resto do exoesqueleto quando o inseto passa por metamorfoses. O ar entra nas traqueias pelos espiráculos [Figura 1.10 (a)], que são controlados por músculos e distribuídos lateralmente pelo corpo. O número de espiráculos varia entre 10 pares e nenhum. Tipicamente, os espiráculos têm uma câmara ou átrio com uma válvula que permite abrir ou fechar a abertura (Cranston & Gullan, 2014).

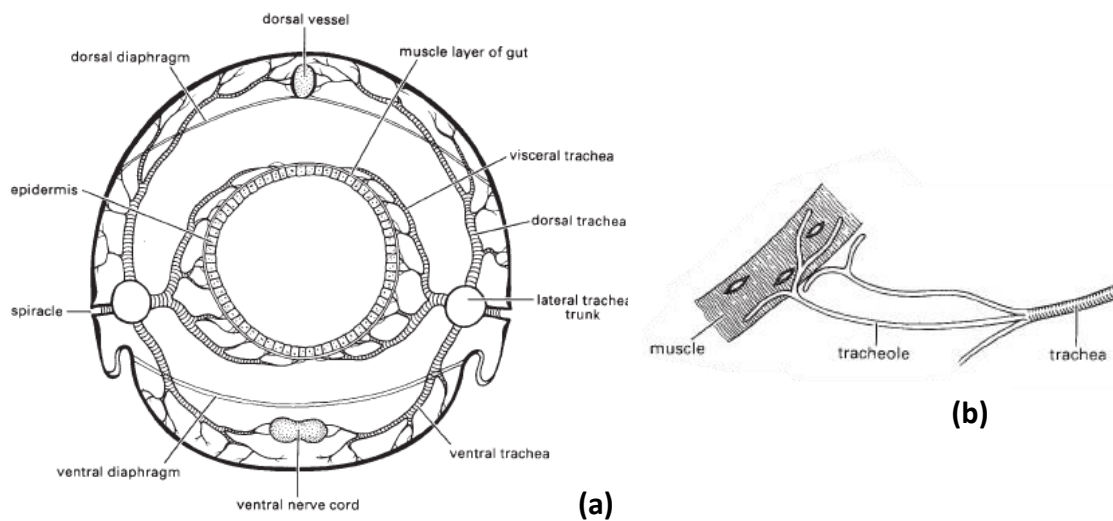


Figura 1.10 – (a): Diagrama esquemático que representa um sistema traqueal generalizado de uma perspectiva transversal da zona abdominal do corpo; (b): Ramificações mais finas do sistema traqueal através do tecido muscular. Adaptado de Cranston e Gullan (2014, p. 74).

Os insetos podem ter um sistema traqueal aberto, onde os espiráculos servem de ligação ao exterior, como nos insetos terrestres e em alguns aquáticos. Por outro lado, algumas larvas aquáticas e muitas larvas endoparasitas⁵¹ têm um sistema traqueal fechado e, por isso, não têm espiráculos. Nestes casos, o sistema traqueal divide-se periféricamente, para formar uma rede que cobre a superfície corporal (permite trocas cutâneas), ou encontra-se dentro de filamentos ou lamelas especializadas (brânquias traqueais) (Cranston & Gullan, 2014).

⁵¹ Ver ApA.

Difusão do oxigénio

A difusão do oxigénio ocorre quando o oxigénio entra pelo espiráculo, atravessa o sistema traqueal e atinge as células alvo, por uma combinação de ventilação e difusão, de acordo com um gradiente de concentração (alto no ar proveniente do exterior, e baixo nos tecidos corporais). As moléculas de oxigénio na traqueia movem-se para dentro do organismo, mas as moléculas de dióxido de carbono e de vapor de água (nos insetos terrestres) movem-se no sentido oposto. Assim, a troca de gases é um compromisso entre assegurar oxigénio suficiente para o organismo e reduzir a perda de água através dos espiráculos (Cranston & Gullan, 2014).

1.3.4. Sistema endócrino

As hormonas são compostos químicos produzidos pelo organismo e transportados pelos fluídos corporais. No caso dos insetos, pela hemolinfa e para os órgãos e tecidos.

A longo prazo, estes sinais químicos regulam atividades fisiológicas, de desenvolvimento e comportamentais, e complementam os sinais produzidos pelo sistema nervoso, responsável pela coordenação a curto prazo. As atividades dos dois sistemas estão intimamente ligadas e, por vezes, não são fáceis de distinguir (Chapman, 2013).

De entre todas as suas funções, o papel que as hormonas desempenham nos processos de muda e metamorfose dos insetos é, talvez, o mais importante.

Centros endócrinos

Nos insetos, as hormonas são produzidas pelos centros neuronais, neuro glandulares ou glandulares e, enquanto que em alguns órgãos a produção de hormonas é uma função secundária, muitos tecidos e órgãos são especializados para desempenhar funções endócrinas. Os centros endócrinos principais do organismo⁵² de um inseto generalizado

⁵² Ver ApB, Tabela ApB6.

incluem as células neuro-secretoras, glândulas protorácicas, corpora cardíaca, corpora allata, e células Inka (Cranston & Gullan, 2014).

Hormonas

Como referem Cranston e Gullan (2014), nos insetos existem três tipos de hormonas, essenciais para os processos de crescimento e reprodução⁵³:

- Ecdisteroides. Termo geral aplicado a qualquer esteroide cuja atividade promove a muda. Existem em todos os insetos;
- Hormonas juvenis. Têm duas funções principais, como controlar a metamorfose e regular o desenvolvimento reprodutivo;
- Neuro-hormonas. São mensageiros proteicos que regulam os processos fisiológicos dos insetos.

1.3.5. Sistema nervoso e coordenação neuromuscular

O sistema nervoso dos insetos é o responsável pelo seu comportamento e relaciona as estruturas fisiológicas internas com a informação recolhida pelos órgãos sensoriais externos.

Neurónios

Tal como nos restantes animais, as unidades básicas deste sistema são os neurónios (compostos pelo corpo celular, axónio e dendritos) que transmitem a informação entre si ou a órgãos efetores (ex. músculos). Durante as sinapses⁵⁴, os neurónios libertam

⁵³ Ver ApB, Tabela ApB7.

⁵⁴ Ver ApA.

neurotransmissores⁵⁵ responsáveis por estimular ou inibir os neurónios ou músculos efetores.

Existem, pelo menos, quatro tipos de células nervosas (Cranston & Gullan, 2014):

- Neurónios sensoriais. Recebem estímulos exteriores e transmitem a informação para o sistema nervoso central;
- Neurónios de associação. Recebem e transmitem informação para outros neurónios;
- Neurónios motores. Recebem informação dos neurónios de associação e transmitem-na para os músculos;
- Células neuro-secretoras. São neurónios modificados, que produzem a maioria das hormonas dos insetos.

Sistema nervoso central e gânglios

Os corpos celulares dos neurónios de associação e dos neurónios motores estão agregados com as fibras que conectam os outros tipos de células nervosas, para formar centros nervosos, ou gânglios. O sistema nervoso central (Figura 1.11) é a principal divisão do sistema nervoso e é composto por gânglios unidos por cordões nervosos. Os gânglios estão distribuídos pelo corpo sendo que, usualmente, cada segmento do tórax e do abdómen tem um gânglio, que, juntos, formam o cordão nervoso ventral, e a cabeça possui dois centros nervosos, o gânglio subesofágico e o cérebro [Figura 1.11 (a)] (Cranston & Gullan, 2014).

⁵⁵ Ver ApA.

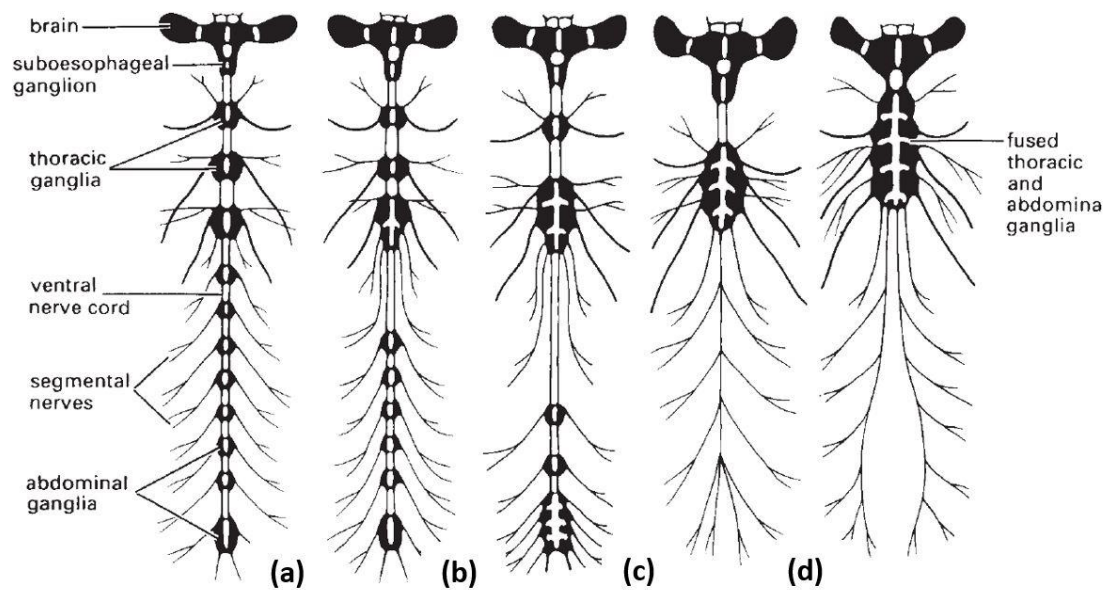


Figura 1.11 – Representação esquemática do sistema nervoso central de cinco insetos que revelam graus de complexidade diferentes na distribuição e arranjo dos gânglios no cordão nervoso ventral. A fusão dos gânglios difere, do menos ao mais especializado, como exemplo: (a): Género *Pulex* (pulgas); (b): Género *Blatta* (baratas); (c): Género *Eucera* (abelhas); (d): Género *Musca* (moscas) e (e): Género *Rhizotrogus* (escaravelhos). Adaptado de Cranston e Gullan (2014, p. 65).

Sistema nervoso visceral e periférico

O sistema nervoso visceral é responsável por inervar o trato intestinal anterior e posterior, órgãos endócrinos, órgãos reprodutores e o sistema traqueal, incluindo os espiráculos. O sistema nervoso periférico é constituído pelos axónios dos neurónios motores e pelos neurónios sensoriais dos órgãos sensoriais que recebem estímulos mecânicos, químicos, térmicos e visuais do ambiente (Cranston & Gullan, 2014).

1.3.6. Sistema excretor

Os insetos terrestres necessitam de conservar ao máximo a água no seu organismo. Por essa razão, precisam de mecanismos eficientes de eliminação de resíduos, numa forma concentrada ou seca, mas que permitam evitar os efeitos potencialmente tóxicos das

excreções metabólicas⁵⁶. Estes animais também necessitam de conservar iões como o sódio (Na⁺), potássio (K⁺) e cloreto (Cl⁻), que podem constituir um fator limitante na sua alimentação ou que são perdidos por difusão para a água, no caso dos insetos aquáticos (Cranston & Gullan, 2014). Assim, a produção de urina e compostos fecais é o resultado de dois processos interligados, a excreção e a osmorregulação.

Túbulos de Malpighian

Segundo Cranston e Gullan (2014), os túbulos de Malpighian e o reto (por vezes, também o íleo) constituem os principais órgãos excretores e osmorreguladores dos insetos e atuam em conjunto. Estas estruturas são protuberâncias do tubo digestivo que consistem em túbulos longos e finos, com uma camada celular que rodeia o lúmen⁵⁷. Normalmente, os túbulos não estão fixos, mas movimentam-se livremente pela hemolinfa, onde filtram os solutos, e o seu número varia consoante as espécies. As três divisões do intestino posterior, íleo, cólon e reto, dependendo das espécies, também podem desempenhar funções de absorção, reabsorção e osmorregulação. A maioria dos insetos possui zonas no reto onde o epitélio⁵⁸ é mais grosso e forma saliências, que contribuem para a reabsorção de água e solutos (Figura 1.12).

As características do sistema excretor e os mecanismos de filtração e reabsorção variam entre os grupos taxonómicos e dependem também da dieta dos insetos. De uma forma geral, como demonstra a Figura 1.12, os túbulos de Malpighian filtram a hemolinfa e obtêm uma solução (urina primária). De seguida, o intestino posterior (principalmente o reto) reabsorve água e algumas substâncias e elimina outras.

⁵⁶ Ver ApA.

⁵⁷ Ver ApA.

⁵⁸ Ver ApA.

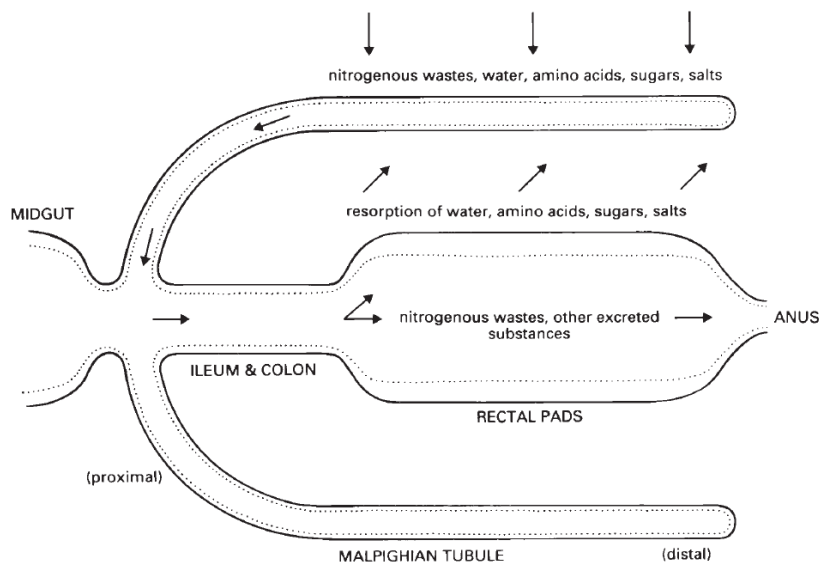


Figura 1.12 – Representação esquemática do sistema excretor generalizado de um inseto, a exemplificar o processo de excreção e reabsorção de compostos (Cranston & Gullan, 2014, p. 87).

1.3.7. Órgãos sensoriais

Os insetos dependem muito da sua capacidade de interpretar e reagir ao ambiente em que se encontram e, para isso, desenvolveram uma percepção sensorial muito eficaz.

Os órgãos sensoriais encontram-se, maioritariamente, no revestimento corporal e, geralmente, cada um responde a um estímulo específico (Hickman et al., 2001) que pode ser mecânico, auditivo, químico, visual, ou outros relacionados com fatores ambientais. De seguida, é descrita a ligação entre os sinais recebidos pelos insetos e os órgãos sensoriais correspondentes, que estimulam o inseto reagir.

Receção Química. A estimulação por compostos químicos envolve os sentidos do olfato e do paladar. O olfato implica que os insetos detetem compostos no estado gasoso e estes possuem vários recetores sensíveis a odores, que se encontram principalmente nas antenas e nos palpos⁵⁹ maxilares e labiais. Também possuem recetores sensíveis ao sabor, ou recetores de contacto, que estão distribuídos pelo corpo todo, mas com maior

⁵⁹ Ver ApA.

incidência no aparelho bucal, antenas e pernas (Chapman, 2013). Muitos comportamentos, como a alimentação, acasalamento, escolha de habitat, relações parasita-hospedeiro ou resposta a repelentes, são mediados através da recepção química (Hickman et al., 2001).

Recepção Mecânica. Os recetores mecânicos detetam distorções mecânicas que podem surgir do toque de um objeto ou do impacto de vibrações transportadas pelo ar, água ou substrato. Suportam os sentidos do tato e da audição e monitorizam as distorções do corpo ou dos membros que surgem da postura, dos movimentos do inseto ou da força da gravidade. Podem responder a estímulos externos (recetores externos), a estímulos gerados internamente (recetores internos) e à posição e ao movimento do corpo (proprioceptores) (Chapman, 2013).

Recepção Auditiva. O som pode ser detetado com o auxílio de cerdas sensoriais ou, no caso de algumas espécies das ordens Orthoptera, Homoptera e Lepidoptera, através de órgãos timpânicos. Nestes, células sensoriais formam uma membrana muito fina que rodeia uma cápsula de ar, dentro da qual as vibrações podem ser detetadas. Alguns insetos são insensíveis aos sons, mas podem detetar vibrações através do substrato. Nestes casos, as pernas possuem órgãos sensoriais que conseguem detetar estas vibrações (Hickman et al., 2001).

Recepção Visual. A recepção visual de estímulos é feita através dos olhos. Estes podem ser simples, no caso das larvas, algumas ninfas, ou em indivíduos adultos. No entanto, a maioria dos insetos adultos possui olhos compostos, que cobrem a maioria da cabeça do inseto, e, pelo menos, três ocelos (Hickman et al., 2001).

Outros sentidos. Podem existir sensores, principalmente nas antenas e nas pernas, que permitem aos insetos reagir a estímulos resultantes da variação da temperatura e humidade (Hickman et al., 2001).

1.4. Reprodução, desenvolvimento e metamorfose

1.4.1. Sistema reprodutor

Nos insetos, o número e a morfologia dos componentes individuais dos órgãos reprodutores pode variar muito, entre grupos taxonômicos e mesmo dentro do mesmo grupo. No entanto, cada componente tem uma função e organização básica que pode ser compreendida e generalizada entre os insetos.

De uma forma geral, os componentes básicos dos sistemas feminino e masculino estão representados na Figura 1.13 e, na Tabela 1.1, faz-se uma comparação funcional entre os órgãos de cada sexo.

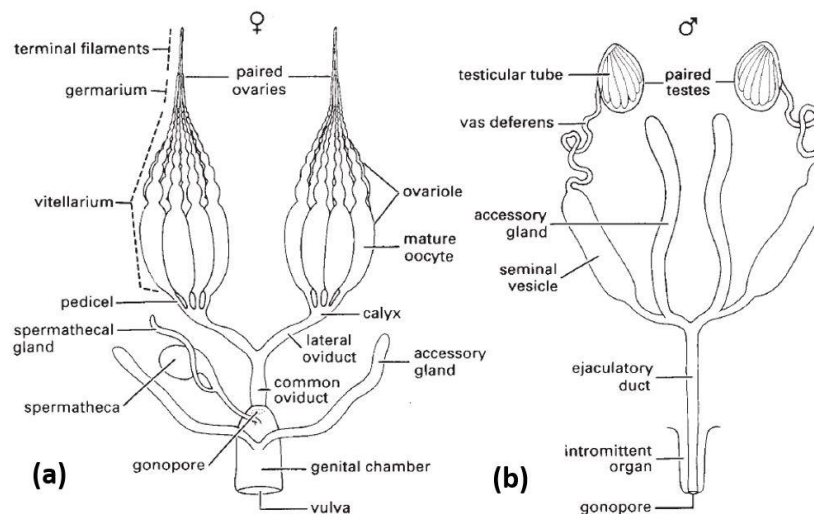


Figura 1.13 – Órgãos reprodutores generalizados de (a) uma fêmea e (b) um macho. Adaptado de Cranston e Gullan (2014, p. 91).

Tabela 1.1 – Comparação funcional entre os órgãos reprodutores generalizados dos sistemas reprodutores feminino e masculino dos insetos. A partir de Cranston e Gullan (2014, p. 91).

Órgãos reprodutores femininos	Órgãos reprodutores masculinos
Par de ovários compostos por ovariolos (túbulos dos ovários)	Par de testículos compostos por folículos (túbulos testiculares)
Par de ovidutos laterais (dutos que conduzem aos ovários)	Par de dutos que saem dos testículos (vasa deferentia)
Cálices que, se existirem, têm como função receber os ovos	Vesículas seminais (armazenamento de esperma)
Oviduto comum (ou mediano) e câmara genital	Duto ejaculatório mediano
Glândulas acessórias	Glândulas acessórias
Bolsa copulatória e espermateca (armazenamento de esperma)	Sem estrutura equivalente nos machos
Ovipositor (se existir, tem como função depositar os ovos)	Genitália (se existir) aedeagus (órgão copulatório) e estruturas associadas

Os órgãos reprodutores das fêmeas têm como funções principais produzir os ovos e a sua camada protetora (quando existe), conservar o esperma masculino até que os ovos estejam prontos para ser fertilizados e transportar o esperma até ao órgão feminino, que armazena os ovos. Já o sistema reprodutor masculino é responsável pela produção e armazenamento do esperma, e o seu transporte, em condições viáveis, até à câmara genital da fêmea (ou estrutura equivalente) (Cranston & Gullan, 2014).

1.4.2. Estratégias reprodutivas

Na maioria dos casos, o gonocorismo⁶⁰ faz com que seja necessário que um macho e uma fêmea se encontrem para que a reprodução possa ocorrer. Uma vez que estes animais, por norma, têm períodos de vida muito curtos, é importante que os comportamentos dos indivíduos, principalmente no que diz respeito à reprodução, sejam sincronizados. Para que isto ocorra, os insetos têm de ser capazes de interpretar e responder fisiologicamente ao ambiente em que se encontram e o seu corpo deve estar preparado para responder aos estímulos fisiológicos internos (ação hormonal).

A combinação de períodos de geração curtos, uma taxa de fecundidade elevada e a sincronização da população com o ambiente, pode fazer com que uma população aumente de tamanho muito rapidamente, se as condições ambientais forem favoráveis (Cranston & Gullan, 2014). Esta característica dos insetos contribui para a existência de infestações nos museus, onde o alimento pode ser abundante e as condições ambientais podem ser as ideais para o seu desenvolvimento.

A maioria dos insetos é ovíparo. No entanto, outras espécies optam por um método diferente, recorrendo à viviparidade.

Oviparidade. Nos insetos ovíparos, a ovulação é rapidamente seguida pela fertilização e, depois, pela deposição dos ovos, dando início ao seu desenvolvimento. A deposição é um processo que pode estar associado a comportamentos como o de procurar e escavar um local apropriado. Normalmente, os ovos são depositados perto (ou dentro) das fontes alimentares de que a descendência necessita, depois de eclodir (Cranston & Gullan, 2014).

Viviparidade. Nas espécies vivíparas, o desenvolvimento do ovo começa dentro do corpo da progenitora e a eclosão é interna. Nestes casos, o ciclo de vida é mais reduzido e a forma e o local dentro da fêmea, onde os embriões se desenvolvem, podem variar entre os grupos taxonómicos (Cranston & Gullan, 2014).

⁶⁰ Ver ApA.

Apesar de pouco comum, a reprodução assexuada também ocorre, sendo que a partenogênese⁶¹ é bastante comum entre os insetos, enquanto que a poliembrião⁶² é um fenômeno raro (apenas comum entre insetos parasitários). Algumas espécies são, ainda, capazes de alternar a sua reprodução, entre sexuada e assexuada, dependendo da alimentação disponível e da estação do ano (Cranston & Gullan, 2014).

1.4.3. Ciclos de vida e estágios de desenvolvimento

Devido à natureza cuticular do exoesqueleto dos insetos, que limita a sua expansão, o seu crescimento é descontínuo. Como já foi referido, para crescer, o inseto tem de passar por uma série de mudas, ou seja, tem de formar periodicamente uma nova cutícula com uma área superficial maior que a da cutícula anterior, da qual se liberta num processo chamado ecdise (Cranston & Gullan, 2014).

O desenvolvimento pós-embrionário está dividido numa série de estágios, separados entre si por mudas. A forma que o inseto assume entre mudas é chamada de instar⁶³. O incremento de muda é o aumento no tamanho do corpo entre um instar e o próximo. O período entre mudas é definido como o tempo entre duas mudas sucessivas e é chamado de estágio⁶⁴ (Chapman, 2013; Cranston & Gullan, 2014).

Os insetos apterigotas têm um crescimento indeterminado, o que significa que continuam a sofrer mudas até que morrem. No entanto, o seu tamanho estabiliza num determinado ponto, depois de se tornarem adultos. Nos restantes insetos, com exceção dos insetos da ordem Ephemeroptera, o crescimento é determinado, com um instar específico que marca o final das mudas e do crescimento. É neste instar final, denominado adulto ou imaginal, que os insetos atingem a maturidade sexual (Cranston & Gullan, 2014).

⁶¹ Ver ApA.

⁶² Ver ApA.

⁶³ Ver ApA.

⁶⁴ Ver ApA.

Geralmente, durante o desenvolvimento pós-embrionário não há diferenças marcadas na forma do corpo entre um estágio e o outro. Contudo, o grau de mudança que ocorre no último estágio varia consideravelmente e pode ser muito acentuado. Esta metamorfose, pode estar relacionada com a perda de características adaptativas peculiares das larvas e ninfas e o aparecimento de características típicas dos adultos (Chapman, 2013).

Relativamente aos seus ciclos de vidas, os insetos podem ser divididos em três categorias, ametabólicos, hemimetabólicos ou holometabólicos, de acordo com a extensão das alterações morfológicas que os indivíduos sofrem durante a metamorfose (Chapman, 2013).

Desenvolvimento ametabólico (direto)

Os insetos ametabólicos não passam por uma metamorfose. A forma adulta é o resultado do aumento progressivo do tamanho corporal das larvas (Figura 1.14). Este tipo de desenvolvimento ancestral ocorre nos insetos mais primitivos, sem asas, nas ordens Archaeognatha e Zygentoma. O indivíduo que emerge do ovo apresenta uma forma corporal muito similar à do adulto, apenas mais pequena e com o aparelho genital pouco desenvolvido. A cada muda, o indivíduo aumenta de tamanho e os órgãos sexuais desenvolvem-se progressivamente. Neste ciclo de vida, os adultos e as larvas partilham o habitat e o seu crescimento é indeterminado (Chapman, 2013; Cranston & Gullan, 2014).

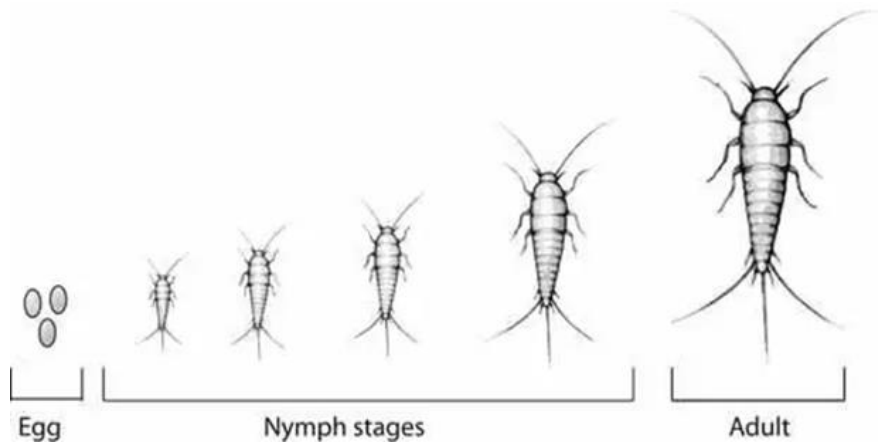


Figura 1.14 – Ciclo de vida ametábolo de um peixinho de prata, espécie *Lepisma saccharina* pertencente à ordem Zygentoma. Estão representados os ovos, as quatro primeiras ninfas e o indivíduo adulto (Pest Hacks, 2016).

Desenvolvimento hemimetabólico (metamorfose parcial ou incompleta)

Nos insetos hemimetabólicos, como algumas espécies pertencentes às ordens Orthoptera, Isoptera, Hemiptera e Heteroptera, por exemplo, a ninfa que sai do ovo, apresenta uma forma geral semelhante à do adulto, mas é mais pequena, não tem asas, nem um sistema genital bem desenvolvido [Figura 1.15 (a)]. No entanto, possuem outras estruturas que são características das ninfas e que se perdem na muda final (Chapman, 2013).

As ordens Plecoptera, Ephemeroptera e Odonata têm todas ninfas aquáticas (ou naídes), com adaptações muito mais vincadas do que nos outros grupos [Figura 1.15 (b)]. Nestes casos, a metamorfose é muito mais acentuada, envolvendo, por exemplo, a perda de brânquias. Não obstante, como a forma geral do corpo se assemelha à do adulto, são considerados insetos hemimetabólicos (Chapman, 2013). Este padrão de desenvolvimento também é caracterizado pelo crescimento externo das asas. Com exceção dos instares mais jovens, as asas em desenvolvimento podem ser distinguidas em bainhas externas na superfície dorsal das ninfas (Cranston & Gullan, 2014).

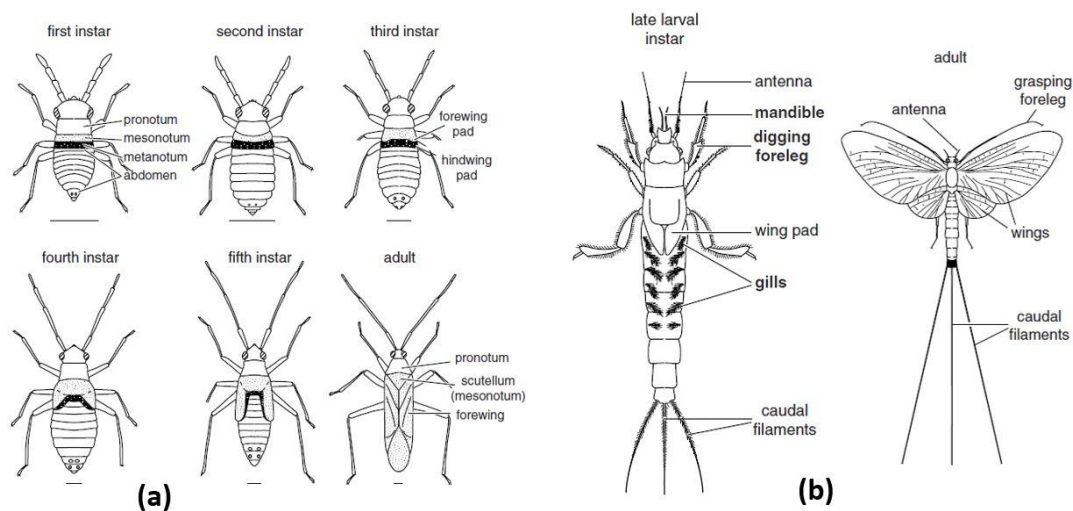


Figura 1.15 - (a) Ciclo de via hemimetabólico de um inseto do género *Cyllecoris* (Heteroptera). Estão representados os cinco primeiros instares e o indivíduo adulto; (b) À esquerda, está representado o último instar do ciclo de vida de um inseto aquático do género *Ephemera* (Ephemeroptera), e à direita o indivíduo adulto. A ninfa apresenta características adaptativas como brânquias, pernas anteriores adaptadas para escavar e uma mandíbula diferente da do adulto. Adaptado de Chapman (2013, p. 404-405).

Desenvolvimento holometabólico (metamorfose completa)

Ao contrário dos outros, os insetos holometabólicos têm uma larva muito diferente do adulto e, no seu ciclo de vida, há um estágio característico de repouso, ou pupa, entre o último estágio larvar e o estágio adulto (Figura 1.16). Neste instar, as pupas desenvolvem a maioria das características estruturais que diferem os estágios imaturos, dos adultos. Ocorre nas ordens Neuroptera, Trichoptera, Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera e Siphonaptera (Cranston & Gullan, 2014; Chapman, 2013). Ao contrário do desenvolvimento hemimetabólico, neste caso, as asas desenvolvem-se internamente (Cranston & Gullan, 2014).

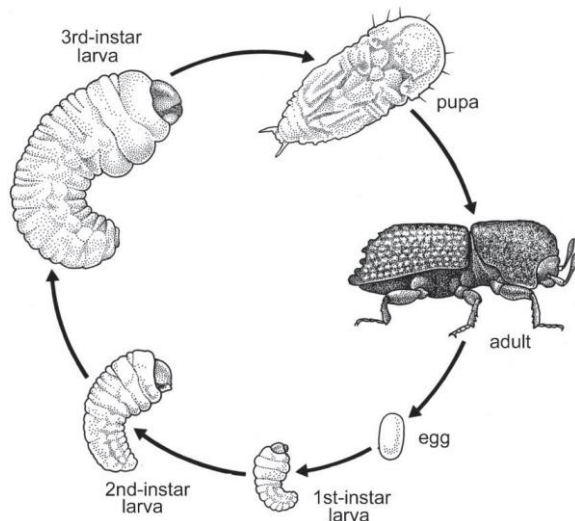


Figura 1.16 – Ciclo de vida holometabólico de um besouro, da espécie *Ips grandicollis*, pertencente à ordem Coleoptera. Estão representados os ovos, os primeiro três instares larvares, a pupa e o indivíduo adulto (Cranston & Gullan, 2014, p. 160).

- Fase imatura e metamorfose

Por norma, a eclosão dos ovos marca o início do primeiro estágio, quando a larva ou ninfa está no seu primeiro instar. Este estágio acaba quando ocorre a primeira ecdise, e a cutícula velha é descartada, revelando o inseto no segundo instar, um processo que se repete até que o indivíduo atinja a maturidade sexual ou morra. As mudas sucessivas são separadas por períodos de alimentação. Como as larvas e os adultos apresentam características estruturais diferentes podem especializar-se em diferentes recursos, o que diminui a competição intraespecífica e contribui para o sucesso destes grupos. Pelo contrário, as ninfas partilham o espaço e os recursos alimentares, o que significa que a competição prevalece entre as ninfas e os adultos da sua espécie (Cranston & Gullan, 2014).

Nem todas as larvas holometabólicas⁶⁵ são iguais e podem ser classificadas em três grupos funcionais principais: polípodes, oligópodes e apodes. A classificação baseia-se

⁶⁵ Ver ApB, Figura ApB7.

em características morfológicas, com implicações funcionais, ou seja, forma do corpo, presença e estrutura das pernas, alimentação e atividade⁶⁶ (Cranston & Gullan, 2014).

- Fase adulta e reprodutiva

A vida adulta começa quando o inseto se liberta da cutícula da pupa ou do último estado de ninfa. Nos insetos holometabólicos, a metamorfose já podia estar completa e o adulto estava à espera dentro da cutícula da pupa que as condições ambientais fossem favoráveis. Na maioria dos insetos, mudanças na temperatura, na luz ou sinais químicos podem sincronizar a eclosão (Cranston & Gullan, 2014).

A reprodução é a maior função do adulto e, após a muda final, este pode ser capaz de se reproduzir quase imediatamente ou após um período de maturação. As espécies com períodos de vida muito curtos têm aparelhos bucais reduzidos ou ausentes e voam apenas por algumas horas (no máximo dois dias) antes de acasalarem e morrerem. A duração da fase adulta nas fêmeas está relacionada com o período necessário para a produção dos ovos e podem morrer depois de os depositarem. No entanto, nem todos os insetos têm um ciclo de vida curto. Aliás, a maioria dos insetos adultos vive, pelo menos, durante algumas semanas, podendo chegar a meses ou até anos, nos insetos que vivem em comunidades. Dependendo da espécie e das condições ambientais, incluindo a disponibilidade de alimento, pode haver um ou mais ciclos reprodutivos durante a fase adulta (Cranston & Gullan, 2014).

⁶⁶ Ver ApB, Tabela ApB5.

1.5. Comportamento social e comunicação intraespecífica

1.5.1. Comportamento social e comunicação

O sistema sensorial dos insetos torna-os muito suscetíveis a estímulos ambientais ou fisiológicos e as respostas são determinadas pelo estado fisiológico do animal e pelo seu sistema nervoso. Algumas destas respostas são simples, como a orientação do inseto em direção a um estímulo, ou na direção contrária. No entanto, outros comportamentos são complexos e exigem várias respostas. Muitos destes comportamentos são inatos, mas, agora, sabe-se que os insetos, principalmente os sociais, também são capazes de processos de aprendizagem básicos semelhantes aos dos mamíferos (Hickman et al., 2001).

Mesmo que a sinalização química seja predominante, os insetos desenvolveram um conjunto de outras formas de comunicação que incluem sinais acústicos ou vibracionais, visuais e táteis⁶⁷ (Hickman et al., 2001; Leonhardt, Menzel, Nehring & Schmitt, 2016).

A produção e recepção de som nos insetos tem sido bastante estudada e, apesar de nem todos terem uma percepção apurada dos sons, esta forma de comunicação é importante para muitas espécies que usam os sons como forma de aviso, para reivindicarem territórios, ou como formas de atrair as fêmeas. Já as formas de comunicação tátil incluem tocar, roçar, agarrar e tocar as antenas, ações que podem desencadear respostas como reconhecimento, recrutamento ou alarme. Algumas espécies de moscas e besouros conseguem produzir sinais visuais sob a forma de bioluminescência. A luz ajuda os insetos, como os pirilampos, a localizar um potencial parceiro, por exemplo (Hickman et al., 2001).

As feromonas são a via de comunicação química entre os insetos. A produção e libertação de feromonas por um indivíduo vai afetar o comportamento ou os processos fisiológicos de outro. Entre as várias funções das feromonas, estão a atração do sexo oposto, a marcação de territórios ou rotas de passagem, sinalização de alarme, ou

⁶⁷ Ver ApB, Tabela ApB8.

desencadear algum padrão de comportamento para defesa contra agressões (Hickman et al., 2001).

Esta é uma das formas de comunicação mais antigas entre insetos e tem início quando um indivíduo (recetor) deteta substâncias emitidas por outro indivíduo (emissor), que podem funcionar como “pistas” se forem úteis para o recetor. Estas pistas são informações que permitem ao recetor inferir informações sobre o emissor. Quando o recetor responde e o emissor beneficia com essa troca recíproca de informação, o emissor passa a enviar sinais, mais sofisticados e confiáveis, estabelecendo assim uma verdadeira comunicação (Leonhardt et al., 2016).

No entanto, a comunicação pode ser enganosa. Quando um indivíduo partilha uma informação, pode ter como objetivo manipular o recetor (ex. um inseto predador imita sinais das presas) ou, pelo contrário, a informação pode ser explorada por um segundo recetor para a desvantagem do emissor (ex. parasitas quando procuram um hospedeiro) (Leonhardt et al., 2016).

Como referem Leonhardt et al. (2016), os insetos apresentam vários tipos de organização social, desde espécies solitárias onde os indivíduos raramente se encontram, até espécies eussociais que formam colónias grandes e persistentes, onde grupos de indivíduos (castas) se especializam num trabalho específico⁶⁸. Referem, ainda, que, quanto mais complexa for a organização social, mais diversificada é a informação e as mensagens que eles são capazes de transmitir. A comunicação intraespecífica em insetos sociais é definida como a transferência de informação entre indivíduos que pode ser mutuamente benéfica, ou benéfica para um dos intervenientes e neutra para o outro.

Tanto os insetos solitários como os sociais comunicam. No entanto, nos insetos solitários a sua comunicação é restrita ao contexto sexual. Esta relação envolve sinais que atraem e informam os parceiros sexuais e outros que são trocados entre os parceiros de acasalamento, durante a corte. Estes sinais são predominantemente compostos por

⁶⁸ Ver ApB, Tabela ApB9.

feromonas sexuais, que são específicas para as espécies e sexos, e que asseguram que o acasalamento ocorre com o parceiro adequado. Os sinais sexuais também podem ser visuais, acústicos ou vibracionais, táteis (Leonhardt et al., 2016).

Já nas espécies que desenvolveram um maior nível de socialização, as informações que os indivíduos precisam de transmitir entre si são mais diversificadas e incluem a divisão de trabalho, utilização coletiva de recursos, ações de defesa coletiva. Esta diversidade reflete-se na quantidade de sinais químicos diferentes que são necessários para manter colônias de insetos eussociais⁶⁹ (Leonhardt et al., 2016).

Para sustentar uma sociedade de insetos são necessários muitos sinais que incluem feromonas de agregação que ajudam os indivíduos a encontrar-se, feromonas de dispersão que, pelo contrário, separam os grupos, sinais de alarme e de recrutamento que guiam os membros do grupo aos recursos que necessitam, entre muitos outros (Leonhardt et al., 2016).

1.5.2. Defesa

Para se protegerem de predadores, os insetos empregam várias estratégias defensivas, que incluem morfologias especializadas, comportamentos específicos, químicos nocivos e respostas do sistema imunitário. A Tabela 1.2 resume algumas destas estratégias.

⁶⁹ Ver ApB, Tabela ApB10 e Figura ApB9.

Tabela 1.2 – Estratégias de defesa utilizadas pelos insetos para se protegerem de inimigos naturais (a partir de Cranston e Gullan, 2014).

Defensa por esconderijo	<p>A decepção visual é utilizada pelos insetos para reduzir a probabilidade de serem encontrados no seu ambiente pelos predadores (cripse). Podem tentar assemelhar-se a um fundo geral, típico do local onde vivem (camuflagem), a um objeto neutro não comestível específico do seu ambiente (mimese) e sem interesse para o predador, ou a outro animal, reconhecível pelos seus inimigos naturais (mimetismo).</p>
Defesa mecânica	<p>Estruturas morfológicas com funções predatórias podem também ser usadas como defesa, entre elas, aparelhos bucais modificados, pernas espinhosas, especialmente em combate direto. Hastes cuticulares e espinhos podem ser úteis para dissuadir o predador ou num combate com um rival da mesma espécie. A construção de abrigos pode ser útil, se os predadores não conseguirem reconhecer a estrutura como algo que contém o seu alimento. Secreções corporais, como pós e ceras, podem atuar sobre a boca dos predadores, como cola, ou tornar o inseto escorregadio, o que ajuda a iludir o predador. A autotomia, ou capacidade de libertar membros, é utilizada por algumas espécies.</p>
Defesa química	<p>As feromonas podem ser usadas como forma de comunicação para alertar acerca de um potencial perigo. Os compostos químicos podem ser nocivos porque irritam, magoam, envenenam ou drogam o predador, ou podem ser inócuos e apenas estimulam os recetores olfativos e gustativos e repelam o predador. A estes odores podem estar associadas cores fortes, que sinalizam o seu sabor desagradável ou toxicidade (aposematismo).</p>

**PARTE 2. INSETOS; A SUA DISTRIBUIÇÃO E AÇÃO EM CONTEXTO
MUSEOLÓGICO**

2. O museu como "habitat" para os insetos

A presença dos insetos nos museus é algo comum e previsível. Para estes animais, um museu é apenas mais uma casa com a vantagem de que, na maioria dos casos, concentra na mesma área os fatores mais importantes para a sua sobrevivência e reprodução: um local quente e húmido, com muitos cantos escuros e sossegados, comida abundante e à disposição sob o formato de coleções; o cenário ideal para começar uma família.

Assim, é importante que as equipas nos museus percebam o que favorece a entrada, e a permanência, dos insetos nos espaços e como evitar que estes se alojem. Uma abordagem preventiva quando bem aplicada pode ser o suficiente para salvaguardar as coleções destes agentes biológicos de deterioração.

Este capítulo tem como objetivos principais identificar as condições que favorecem a atividade dos insetos nos museus, identificar onde é mais provável que se estabeleçam, considerando a sua dieta, e que danos provocam nas coleções com a sua atividade. São indicados os factos que contribuem para a sua proliferação e são divididos em categorias, de acordo com as suas preferências alimentares. Como suporte científico foram consultadas várias publicações, das quais se destacam as dos autores Pasquale Trematerra e David Pinniger (2018), Mary-Lou Florian (1997), Brokerhof, Zanen, Watering, e Porck, (2007), Pascal Querner (2015), e Eckstein e Bacharach (2014).

2.1. Insetos como agentes de deterioração para coleções

Como referido por Trematerra e Pinniger em *Museum Pests – Cultural Heritage Pests* (2018), os artefactos são vulneráveis a sofrer deterioração provocada por agentes químicos, físicos e também biológicos, sendo que os compostos por materiais orgânicos podem ser infestados por uma grande variedade de insetos. Os autores sublinham que as condições ambientais, de humidade relativa, temperatura e iluminação, assim como agentes biológicos, micro e macro, são os principais causadores de deterioração nos artefactos.

Portanto, os insetos são identificados como agentes de deterioração e como tal, podem constituir um risco para as coleções, especialmente as de natureza orgânica. Devido à composição dos objetos, umas coleções são mais vulneráveis do que outras. Para os insetos, coleções de história natural ou de têxteis, por exemplo, representam uma refeição muito mais apetecível do que uma coleção de bens arqueológicos. Apesar do crescente uso dos recursos digitais, como plataformas de inventariação *online*, uma coleção ainda está, muitas vezes, associada a algum tipo de documento físico, quer seja uma etiqueta de identificação ou algum papel que contenha informação referente à sua proveniência e características. A documentação física das coleções, deve ser, portanto, alvo dos mesmos cuidados que as próprias coleções, para que a informação, e valor associado, não se percam pela ação dos insetos.

2.2. Insetos como praga

Diariamente lidamos com inúmeros insetos, mas estes nem sempre nos incomodam ou constituem uma ameaça para as nossas atividades pessoais ou profissionais. Com o funcionamento diário dos museus ocorre o mesmo. Nem sempre a presença de um inseto significa uma infestação.

Muitos dos insetos encontrados nos contextos museológicos não constituem pragas ativas, apenas encontraram uma forma de entrar no edifício (Pinniger & Winsor, 2004).

No entanto, o aumento da atividade humana e a sua imposição em todos os ambientes naturais, impulsionaram os animais a adaptar-se e a procurarem refúgio em edificações humanas, onde muitas vezes encontram as condições ideais.

De acordo com Strang e Kigawa (2022), neste contexto, uma praga é um organismo vivo, mas indesejado, capaz de desfigurar, danificar e destruir por completo material cultural.

Os insetos e outros artrópodes representam a maioria das pragas de animais, devido essencialmente ao seu tamanho reduzido, enorme capacidade de especialização e mobilidade, assim como a sua sensibilidade sensorial e alta taxa de reprodução, o que os torna uma ameaça constante para as coleções (Strang & Kigawa, 2022).

No entanto, os insetos não são o único problema. Microrganismos, como bactérias e fungos, roedores, pássaros e morcegos constituem outras tipologias de pragas que podem afetar o património cultural (Strang & Kigawa, 2022). Apesar dos microrganismos, os insetos e os roedores serem, na maioria dos casos, os principais agentes de dano, a geolocalização do museu vai influenciar a presença de outros organismos. Animais que em situações normais não são um problema, como alguns mamíferos invasores ou lagartos, por exemplo, podem tornar-se uma praga em contextos específicos.

À semelhança do que ocorre na natureza, onde os organismos estabelecem relações de dependência, competição, ou predação, dentro das instalações museológicas vão ser encontrados organismos considerados benéficos, tais como aranhas ou centopeias, que são atraídos pela fonte de alimento que as pragas constituem. A sua presença também funciona como um indicativo das condições de acondicionamento das coleções e do isolamento das salas. Onde existem predadores, existem presas. Entre os organismos que, apesar de não serem pragas, também não são benéficos, estão as milípedes e os comumente designados bichos-da-conta (ordem Isopoda), cuja presença pode indicar determinadas condições ambientais também adequadas para outras espécies prejudiciais, ou perfurações nos edifícios (Strang & Kigawa, 2022).

Uma vez que podem, depois de mortos, ser uma fonte de alimento para outros insetos, também é do interesse da equipa do museu, controlar e monitorizar a atividade destes organismos.

2.3. Fatores que influenciam a proliferação de pragas de insetos nos museus

Quando uma combinação de fatores favoráveis leva a um maior desenvolvimento de insetos, há um aumento nos danos provocados nos materiais (Child, 2007) pelo que é fundamental conhecer as preferências dos insetos e em que condições prosperam, para que possam ser tomadas medidas que impeçam a sua proliferação.

A disponibilidade, quantidade, natureza e valor nutricional dos materiais que servem de alimento, vão influenciar a velocidade com que os insetos os ingerem. As fontes alimentares são essenciais para um desenvolvimento bem sucedido. No entanto, outros fatores como luz, temperatura e humidade relativa, acesso a áreas não perturbadas (esconderijos) (Brimblecombe & Brimblecombe, 2014; Child, 2007; Pinniger, 2008) proximidade de outros insetos da mesma espécie (Child, 2007), rotinas de limpeza, o número de funcionários e visitantes, trocas de objetos entre coleções (Brimblecombe & Brimblecombe, 2014), entre outros, devem ser considerados.

Certas medidas de limpeza, ou falta dela, podem levar a que o risco pela ação de pragas aumente. Objetos sujos e negligenciados em lugares escuros estão mais vulneráveis. Uma vez que a presença de poeiras orgânicas é importante para a sobrevivência de algumas espécies de insetos, lugares pouco limpos estão mais sujeitos a servir de abrigo (Pinniger, 2008; Trematerra & Pinniger, 2018).

O pó contém vários tipos de partículas transportadas pelo ar que se depositam sobre, ou ao redor dos bens culturais. O tipo de partículas depende da zona onde está o edifício e pode conter, entre outros, células epiteliais humanas, fragmentos de fibras têxteis, grãos de amido, grãos de pólen, esporos de fungos, fuligem de carbono e cristais inorgânicos. Algumas destas partículas são removidas por filtros de ar (quando existem), mas outras entram nos edifícios com as pessoas, através de portas abertas ou janelas, e outras entradas que permitam a circulação de ar para o interior. Estas poeiras podem constituir uma fonte de nutrientes para alguns insetos, ao mesmo tempo que criam um microambiente que impede o fluxo de ar normal sobre as superfícies, e onde as partículas absorvem humidade. Com boas condições alimentares e de humidade, algumas infestações podem ser sustentadas apenas pelos materiais orgânicos incluídos no pó (Florian, M., 1997).

Como referido no primeiro capítulo, os insetos não possuem pulmões e realizam as trocas de gases através dos espiráculos presentes no revestimento corporal. Assim, necessitam de ambientes com oxigénio para sobreviver e para outras funções corporais, como o metabolismo alimentar e a produção de energia. A luz também afeta o comportamento dos insetos. Enquanto uns são atraídos pela luz (mesmo que apenas no

estágio adulto) um fator útil para a sua deteção, outros evitam-na (Brokerhof et al. 2007).

Fundamentais para o seu crescimento são os fatores ambientais de temperatura e humidade relativa (Brokerhof et al. 2007; Child, 2007; Trematerra & Pinniger, 2018), assim como o teor de humidade da fonte alimentar (Child, 2007; Brokerhof et al. 2007). O teor nutritivo dos alimentos também é um fator importante e objetos sujos e com manchas de gordura, suor, urina ou poeiras, são mais atraentes do que materiais limpos (Brokerhof et al. 2007).

A relação entre os materiais orgânicos, a temperatura e a humidade relativa é importante, uma vez que, da mesma forma que os insetos respondem de acordo com as alterações destes parâmetros no exterior, estes mecanismos de resposta também ocorrem dentro dos edifícios (Florian, M., 1997).

Temperatura

Os insetos são pequenos, furtivos e, geralmente, encontram-se em microclimas pequenos e específicos, que apresentam condições diferentes do resto da sala onde estão inseridos. A aplicação de medidas de controlo ambiental, sem consideração por estes microclimas, pode levar à ideia de que os insetos não estão presentes (Child, 2007). A luz do sol direta, por exemplo, pode criar locais mais quentes, mesmo em zonas que, por norma, estão frias, e estas variações de temperatura podem levar a condensações localizadas em parede frias, alterando também a humidade relativa (Lauder & Pinniger, 2021; Pinniger & Winsor, 2004; Trematerra & Pinniger, 2018).

A maioria das pragas de insetos encontrada em climas temperados prefere ambientes com temperaturas entre 20° C e 35° C (Child, 2007; Lauder & Pinniger, 2021; Pinniger & Winsor, 2004). Temperaturas entre os 15° C e os 35° C, incentivam a mobilidade, a velocidade de alimentação e taxa de reprodução, com um consequente aumento na postura de ovos e uma menor mortalidade (Brokerhof et al. 2007; Child, 2007; Trematerra & Pinniger, 2018).

No caso dos insetos voadores, um aumento da sua mobilidade vai incrementar a sua propagação para outras áreas. Temperaturas abaixo dos 25°C limitam o voo e a mobilidade das larvas. Acima de 35° C, alguns insetos conseguem arrefecer o organismo por curtos períodos através de estratégias como a evaporação da água do corpo, mas, a longo prazo, podem morrer por dessecação (Child, 2007).

Os insetos sobrevivem com temperaturas de 5° C (Brokerhof et al. 2007). No entanto, uma temperatura baixa vai dificultar a reprodução dos insetos (Trematerra & Pinniger, 2018), sendo esta, geralmente, limitada abaixo de 15° C, assim como o movimento, abaixo de 10° C. Algumas espécies conseguem sobreviver, em vários estágios de vida, através de estratégias como a diapausa⁷⁰ (Child, 2007).

Humidade Relativa

Os insetos obtêm água por ingestão direta, pela ingestão de alimentos com alto teor de humidade (principal mecanismo), ou através do metabolismo alimentar. Como estão dependentes da humidade relativa do ar e de alimentos húmidos, prosperam em ambientes com elevada humidade relativa (Child, 2007). Nestes casos, muitas vezes, os fungos já estão a interagir com as fontes de alimento, facilitando o processo de digestão (Trematerra & Pinniger, 2018).

A maioria dos insetos pode desenvolver-se com humidades relativas de 50% a 90%. No entanto, um ambiente com 70% é o ideal (Brokerhof et al. 2007). Apesar de possuírem uma camada cerosa na cutícula, que os ajuda a manter a humidade corporal, os insetos estão muitos sujeitos a perder água por evaporação (Child, 2007).

Como exemplo da influência deste parâmetro, o número de infestações em bens culturais ou madeiras estruturais por besouros da espécie *Anobium punctatum*, tem vindo a diminuir no Reino Unido. Esta espécie necessita de valores de humidade relativa acima de 60% para completar o seu ciclo de vida com sucesso, uma vez que, com valores

⁷⁰ Ver ApA.

inferiores, as condições não são favoráveis para os estágios mais novos desta espécie. O crescente uso de sistemas de aquecimento central em casas e edifícios públicos, provoca uma diminuição dos níveis médios deste parâmetro, levando à diminuição da presença destes organismos, assim como outros que preferem humidades relativas elevadas (Lauder & Pinniger, 2021; Pinniger & Winsor, 2004).

No exterior, a humidade no ar é proveniente de corpos de água, nuvens e materiais orgânicos. No interior dos museus é proveniente dos materiais orgânicos que constituem as coleções museológicas, unidades de ar condicionado e da presença das pessoas. A capacidade de retenção do ar é importante para o crescimento de insetos, na medida em que, quando há uma redução da temperatura, a capacidade de retenção do ar diminui e o excesso de vapor de água entra nos materiais orgânicos. Quanto mais húmidos estiverem os materiais, maior será o potencial da infestação (Florian, M., 1997).

Microambientes

Como referido por Florian (1997) é essencial controlar a temperatura e a humidade relativa no ar de uma sala. No entanto, esta medida por si só não é o suficiente. Uma sala constitui um macro ambiente e, por norma, os insetos estão sempre em pequenos microambientes. São esses microambientes que é necessário procurar quando as coleções são inspeccionadas. Portanto, além de controlar o ambiente das salas, é necessário encontrar e resolver os problemas dos microambientes. Existem muitos microambientes ou áreas locais, ao redor, dentro ou na superfície dos bens culturais, como gavetas, caixas, prateleiras inferiores, a última folha de papel numa pilha, entre outros locais nos quais os parâmetros ambientais diferem dos do macro ambiente.

A importância dos microambientes é frequentemente negligenciada, mas eles exercem uma grande influência no comportamento e no ciclo de vida das pragas de insetos, bem como nos materiais orgânicos das coleções. Quase toda a atividade de insetos em museus ocorre em microambientes. Apenas quando ocorre algum desastre (como uma inundação) que afeta todo o espaço, ou quando uma infestação inicial é negligenciada,

é que uma sala inteira ou uma grande área é infestada. Os microambientes sofrem alterações de temperatura devido à difusão de calor a partir de pequenas fontes de calor, como radiadores, lâmpadas, aparelhos elétricos, luz solar, ou então a partir da estratificação do ar (o ar quente ascendente e ar frio circula por baixo), ou da circulação limitada de ar (Florian, 1997).

Efeito das alterações climáticas

Já desde há 15 anos que autores como Robert Child no artigo *Insect damage as a function of climate* (2007), procuram perceber se as mudanças no clima registadas nos últimos anos, poderiam, de alguma forma, influenciar a atividade de insetos em instalações museológicas. O autor concluiu que, efetivamente, os museus e outras instituições têm visto um rápido aumento nos danos causados por insetos nos últimos dez anos. Isto deve-se, em parte, à proibição de pesticidas fortes, mas outros fatores contribuíram para o aumento do número e da variedade de pragas de insetos que afetam as coleções.

O aquecimento externo do meio ambiente refletiu-se nas temperaturas internas de muitos edifícios culturais, uma situação que contribuiu para a modificação do comportamento dos insetos, que passaram a alimentar-se e se reproduzir-se mais rapidamente, aumentando assim a sua propensão para provocar danos. Além disso, as temperaturas ambientais mais altas permitiram que pragas de insetos, normalmente associadas a climas quentes, migrassem e prosperassem em países e edifícios que antes eram muito frios para a sua sobrevivência (Child, 2007).

Como exemplo, o estudo *Future pest status of an insect pest in museums, *Attagenus smirnovi*: Distribution and food consumption in relation to climate change* (Hansen et al., 2012), revela as conclusões obtidas numa investigação laboratorial cujo objetivo era elucidar o efeito da temperatura e humidade sobre as quantidades de matéria orgânica consumida por larvas desta espécie (a metodologia envolvia o desenvolvimento de 30 larvas, durante 3 meses com temperaturas de 20° C, 24 °C e 28 °C e humidades relativas de 50% e 75% em pele, lã ou penas). Os autores concluíram que a quantidade de matéria

orgânica (lã e pele) consumida pelas larvas aumentou muito quando a temperatura mudou de 20 °C para 28 °C (no caso da pele, cerca do dobro). Dados sobre a distribuição da espécie *A. smirnovi* na Europa demonstram que este é um inseto comum também em regiões com clima que não suporta a sua sobrevivência ao ar livre. Assim, a dispersão desta praga provavelmente está mais relacionada com a atividade humana do que com o voo. Supõe-se que as mudanças climáticas previstas para a Escandinávia (local onde foi efetuado o estudo) levem a um aumento da temperatura em museus onde o clima não é regulado. Devido à sua ampla distribuição, é provável que os danos em museus e coleções provocados por este inseto na Escandinávia aumentem, à medida que as mudanças climáticas se façam notar ainda mais.

Novamente, sete anos mais tarde, Brimblecombe e Brimblecombe (2014), chegam à mesma conclusão, de que as alterações climáticas e consequente aumento da temperatura global podem levar a alterações comportamentais por parte dos insetos, assim como a sua distribuição, uma vez que ao longo dos seus ciclos de vida, são sensíveis a variações no clima. No entanto, segundo os autores não é fácil prever os efeitos que tais mudanças possam vir a ter em termos de infestações e danos provocados nas coleções, uma vez que todos os fatores referidos anteriormente e que afetam os insetos, devem também ser considerados, um problema que aparentemente se manteve ao longo dos anos.

Mais recentemente, os autores Querner, Sterflinger, Derksen, Leissner, Landsberger, Hammer & Brimblecombe no artigo *Climate Change and Its Effects on Indoor Pests (Insect and Fungi) in Museums* (2022), são da mesma opinião que os autores referidos anteriormente, e concordam que as alterações extremas e flutuações rápidas na temperatura interna dos museus podem influenciar os insetos que vivem dentro dos espaços que albergam coleções, sobre ou dentro dos próprios materiais. Os autores referem, no entanto, que a revisão da literatura para o seu artigo revelou que há dados limitados sobre a quantidade de danos que podemos esperar que os insetos provoquem no futuro, como resultado destas alterações. Assim, afirmam que os museus precisam de agir, sendo necessário monitorizar não apenas o clima interno dos edifícios, mas também a atividade das pragas dentro dos mesmos. Uma vez que os climas internos

variam de acordo com os tipos de edifícios que albergam museus (por exemplo se possuem ou não sistemas de aclimatização ou de aquecimento central), os estudos climáticos precisam de ser complementados com estudos laboratoriais sobre as mesmas espécies de pragas monitorizadas. Os dados obtidos podem ajudar a simular os efeitos que as temperaturas que são previstas para o futuro vão ter nas espécies de pragas mais importantes.

2.4. Coleções e materiais mais vulneráveis a pragas de insetos

Os insetos não infestam todas as coleções de igual forma (Querner, 2015). Como referido, devido à sua composição, objetos constituídos por materiais orgânicos (ou com elementos desta natureza associados) estão mais vulneráveis à sua ação, uma vez que servem como fonte de alimento (Querner, 2015).

Neste sentido, as coleções de história natural são compostas por uma enorme variedade de materiais orgânicos, muitos dos quais são vulneráveis à atividade de pragas como: coleções de entomologia, material vegetal seco em herbários, animais taxidermizados, peles (Ryder & Mendez, 2014) pelo, penas, papéis, materiais ricos em amido, pergaminho e velum, sedas, lãs, ou materiais orgânicos húmidos, entre vários outros (Pinniger & Winsor, 2004; Trematerra & Pinniger, 2018).

Muitos dos bens culturais compostos por estes materiais estão acondicionados muito próximos uns dos outros, em reservas ou em vitrinas, o que contribui para a dissiminação das infestações (Querner, 2015).

Pelas mesmas razões, as coleções compostas por bens etnográficos são particularmente vulneráveis, uma vez que os são constituídos por materiais semelhantes aos exemplares de história natural. Também aqui se verifica que uma grande quantidade de peles, penas, couro, materiais vegetais ou madeira são armazenados juntos. Muitos desses objetos estão manchados, o que os torna ainda mais atraentes para os insetos que deles se alimentam (Querner, P., 2015).

2.5. Pragas de insetos por tipologia alimentar

As coleções museológicas são exclusivas das culturas que as criaram, mas partilham os materiais que os constituem, principalmente proteínas, gorduras e celulose, que são tão comuns quanto os organismos que os consomem. A biodeterioração de bens patrimoniais é um problema universal com parâmetros comuns (Florian, 1997).

Os insetos podem ter necessidades alimentares muito especializadas, pelo que o perigo que representam para as coleções deve ser pensado em termos dos materiais que constituem os objetos e não dos objetos em si (Strang & Kigawa, 2022) ou da tipologia das coleções, apesar de que em alguns casos estes dois fatores podem coincidir, como nos casos das coleções de história natural.

Os hábitos alimentares dos insetos estão diretamente relacionados com as suas peças bucais, com o seu sistema digestivo e com a presença de simbiontes, como alguns microrganismos que vivem no seu intestino e que convertem a celulose em açúcares utilizáveis (estabelecem com os insetos uma relação de mutualismo). Como exemplo, diferentes insetos são atraídos por sementes secas e papel com pasta adesiva à base de amido. Embora ambos sejam constituídos essencialmente por amido, os besouros são mais propensos a atacar as sementes secas e os peixinhos de prata são mais propensos a atacar o papel e a pasta adesiva de amido, devido à estrutura do seu aparelho bucal (Strang & Kigawa, 2022). Apesar de ambos terem aparelhos bucais mastigadores, as peças bucais dos besouros que atacam as sementes, nos adultos e nas as larvas são aparelhos fortes e bem desenvolvidos adaptados para perfurar materiais duros, enquanto nos peixinhos de prata, as ninfas e os adultos têm peças bucais mastigadoras mais frágeis, que apenas lhes permitem alimentar-se das superfícies dos materiais.

A acumulação de detritos e sujidade nos materiais também aumenta a sua suscetibilidade ao ataque de pragas. Em particular, os tecidos de seda e algodão geralmente são mais depressa consumidos quando existem materiais nutricionais adicionados (Strang & Kigawa, 2022).

De acordo com a bibliografia consultada alguns autores como Eckstein e Bacharach, (2014), Querner (2015) e Trematerra e Pinniger (2018), organizam as pragas de insetos

com base na sua dieta e este foi o método escolhido para agrupar os insetos nesta dissertação, de forma a fornecer apoio à identificação das espécies, ou seja, diferentes grupos de insetos, infestam um conjunto específico de materiais em museus. No entanto, existem outras formas de agrupar os insetos.

De acordo com os autores Brokerhof, Zanen, Watering, e Porck, no livro *Buggy Biz: Integrated pest management in collections* (2007), entre as milhares de espécies de insetos, existem apenas cerca de trinta que são prejudiciais às coleções e que podem ser agrupadas em quatro categorias, com base no seu comportamento e nos danos que causam. São eles os insetos perfuradores, os mordedores, os moradores e os visitantes, conforme:

Insetos perfuradores. Insetos (besouros) que, no estágio larvar, penetram profundamente nos materiais onde vivem por algum tempo (principalmente madeira ou papel), criando túneis e galerias enquanto se alimentam, até se tornarem pupas e emergirem pelos orifícios de saída, como um besouro adulto. Por norma, apenas os adultos são encontrados, uma vez que a larva e a pupa estão escondidas no material. Os primeiros sinais de atividade são os orifícios de saída e os resíduos fecais, em forma de pó, que são expulsos e cujo tamanho e forma podem ser usados para identificar as espécies.

Mordedores. Insetos que se alimentam principalmente na superfície de um material. As larvas vivem sobre e, às vezes, ligeiramente dentro do material. Estes insetos roem e desgastam materiais de origem animal e vegetal, mas nunca perfuram madeiras. O dano manifesta-se pela presença de orifícios e áreas com desgaste superficial, resíduos fecais produzidos pelas larvas, assim como teias e casulos. Neste caso, tanto as larvas como as pupas e os insetos adultos podem ser encontrados. Os comumente designados besouros das carpetes e as traças, são exemplos de insetos mordedores.

Residentes. Insetos que vivem escondidos em algum lugar dentro do edifício, em microclimas, e que rastejam e se alimentam dos materiais das coleções, sem realmente viver neles. São, essencialmente, insetos que sofrem uma metamorfose incompleta. Provocam danos ao roer, desgastar e ao sujar os objetos com resíduos fecais e manchas

excretadas. Não necessitam de se alimentar apenas das coleções, uma vez que podem encontrar um clima adequado, abrigo e alimentos suficientes em poeiras, detritos e fungos em pequenos microclimas dentro do edifício. Podem ser encontrados insetos adultos e ninfas.

Visitantes. Insetos que podem ser encontrados no edifício, mas que não causam danos diretos às coleções. Entram por acaso, em busca de comida ou abrigo, especialmente durante a noite e no inverno, e a sua presença é um indicativo de mau isolamento do edifício, pois, assim como eles, outros insetos nocivos podem conseguir entrar. Os danos que provocam são indiretos, através da sujidade que causam, e porque, com a sua morte, atraem outros insetos mordedores e residentes e incentivam a sua permanência no interior. Nestes casos, geralmente, apenas são encontrados insetos adultos. Os insetos comumente designados de joaninhas, vespas (e os seus ninhos), as centopeias e as milípedes são exemplos de insetos visitantes.

Qualquer inseto que infeste casas, restaurantes ou outros edifícios, pode, em algum momento, também ser considerada uma praga num museu. Quando são descobertos sinais de dano ou outras evidências de atividade de insetos em coleções museológicas, o primeiro passo para solucionar o problema consiste na identificação da fonte. Depois de ser conhecido o responsável, ou responsáveis, é importante conhecer a sua biologia e os seus hábitos. A identificação dos insetos presentes em espaços culturais é essencial, para que possam ser implementadas medidas preventivas e de controlo adequados.

2.5.1. Insetos que causam danos gerais

Qualquer praga doméstica pode, sob determinadas condições, tornar-se uma praga num museu, principalmente se o edifício não for devidamente selado, ou se se verificarem condições de humidade relativa de seu conforto. Insetos como baratas, aranhas, centopeias, milípedes, formigas, moscas, vespas e outros insetos comuns podem invadir os museus e outras instituições culturais. Se gostarem das condições, podem permanecer (residentes). Alguns destes insetos são pragas de museus, pois podem causar danos diretos às coleções através dos seus comportamentos de

nidificação e alimentação (Eckstein & Bacharach, 2014), como as baratas. Ou então provocam danos indiretos porque atraem insetos nocivos para as coleções, ao criarem mais fontes de alimento (insetos mortos, locais de nidificação).

Outras espécies, chamadas de invasores de perímetro, ou visitantes, como discutido anteriormente, não se alimentam das coleções, mas podem indicar problemas de saneamento, de humidade, expor áreas onde é necessário implementar mais medidas de exclusão (Eckstein & Bacharach, 2014) ou que as rotinas de limpeza são insuficientes ou mal aplicadas no contexto do edifício.

Sendo as baratas as que mais facilmente podem provocar danos diretos nas coleções, destacam-se as espécies *Blatella germânica*, *Periplaneta americana* e *Blatella orientalis*⁷¹. Para além de prejudicarem os objetos museológicos, estes insetos podem constituir um risco para a saúde das pessoas (Eckstein & Bacharach, 2014), uma vez que podem transportar organismos patogénicos.

Estes insetos têm um ciclo de vida hemimetabólico. Tanto os indivíduos adultos como as ninfas se alimentam dos mesmos materiais, o que potencia o nível de danos provocados, caso a sua presença não seja detetada a tempo.

São insetos relativamente grandes (entre 10 mm e 30 mm de comprimento) que, de forma geral, preferem ambientes húmidos e quentes e evitam a luz, sendo mais ativos à noite, quando procuram alimento. São omnívoros e alimentam-se de papel, couro e têxteis. Podem danificar as coleções museológicas, através da sua alimentação e atividade. Os seus danos mais característicos são manchas e orifícios irregulares, assim como um odor desagradável característico (Brokerhof et. al. 2007). Podem, ainda, ser encontradas exúvias, ootecas⁷² e insetos mortos nos locais infestados.

⁷¹ Ver ApE.

⁷² Ver ApA.

2.5.2. Insetos que causam danos em materiais de origem animal

Um grande grupo de pragas de insetos encontradas em museus é constituído por insetos que se alimentam de queratina, uma proteína animal que se encontra no cabelo, nas unhas, nas penas, nos chifres e noutros revestimentos corporais dos animais, e de quitina, principal integrante do revestimento corporal de muitos invertebrados, incluindo os artrópodes. Por vezes, alguns destes insetos são designados de pragas de têxteis, uma vez que também se alimentam e danificam tecidos e objetos têxteis ricos em proteínas animais.

Os dois grupos principais são os comumente designados besouros das carpetes (família Dermestidae) e traças (famílias Oecophoridae e Tineidae) (Eckstein & Bacharach, 2014). Ambos têm um ciclo de vida holometabólico. São as larvas que se alimentam das coleções, uma vez que os besouros e as traças adultas não o fazem. São, frequentemente, vistos em janelas enquanto procuram uma saída para localizar pólen ou outros alimentos dos quais dependem (Eckstein & Bacharach, 2014; Trematerra & Pinniger, 2018). Nos besouros, tanto os adultos como as larvas, têm aparelhos bucais mastigadores, mas enquanto as larvas se alimentam dos materiais referidos, os adultos preferem produtos vegetais como pólen, adquiridos no exterior. Nas traças, o aparelho bucal da larva é mastigador, mas o dos adultos é sugador.

No seu meio natural, estes insetos alimentam-se de animais mortos ou vivem em ninhos de vertebrados. Dentro dos museus, a sua dieta consistem em pelos, penas, peles de animais, cabelos, cerdas, lã, feltro, seda, fios têxteis, tapeçarias, espécimes de insetos, pergaminhos e velinos e até brinquedos, como peluches (Eckstein & Bacharach, 2014; Querner, 2015; Trematerra & Pinniger, 2018).

Podem ser destacadas algumas espécies de besouros dermestídeos (família Dermestidae), entre elas a *Attagenus unicolor*, *Attagenus smirnovi*, *Attagenus pellio*, *Anthrenus verbasci* (talvez a espécie mais comum), *Anthrenus museorum*, *Anthrenus flavipes* e *Anthrenus pimpinellae* (Eckstein & Bacharach, 2014; Querner, 2015; Trematerra & Pinniger, 2018).

Os adultos destas espécies são, frequentemente, vistos na primavera a subir pelas paredes e a reunir-se nos parapeitos das janelas, uma vez que são atraídos pela luz do dia e saem do seu esconderijo à procura de pólen e de um parceiro para acasalar. Já as larvas destas espécies são repelidas pela luz e, geralmente, são encontradas profundamente enterradas no material infestado ou escondidas em locais como em gavetas e caixas de armazenamento pouco usadas, próximas de uma fonte alimentar (Eckstein & Bacharach, 2014; Trematerra & Pinniger, 2018).

Estas espécies são responsáveis por danificar muitas coleções de entomologia, podendo até resultar na perda completa de espécimes. São muito tolerantes às condições ambientais e, no estágio larvar devido ao seu tamanho reduzido, podem entrar em expositores e gavetas, através de fissuras muito pequenas. As espécies *Dermestes maculatus*, *Dermestes lardarius* e *Dermestes peruvianus* (família Dermestidae), alimentam-se dos materiais referidos anteriormente, mas também de couro (Eckstein & Bacharach, 2014; Trematerra & Pinniger, 2018).

Os danos provocados por estas espécies consistem em orifícios e manchas por perda de revestimento/superfície, com falta de pelos nos espécimes naturais e fibras nos materiais têxteis. Da sua atividade podem resultar excrementos, descritos como arenosos, exúvias⁷³ e resíduos fecais. (Brokerhof et. al. 2007; Eckstein & Bacharach, 2014).

Todas as espécies referidas preferem alimentar-se de materiais de origem animal. Como tal, dentro de edifícios, podem também infestar ninhos de animais, como pássaros ou vespas, ou animais mortos, que possam estar alojados em sótãos ou chaminés desativadas, apanhados em armadilhas (ratos) e insetos mortos, como acumulações de moscas nos parapeitos das janelas, por exemplo. É necessário referir que, caso se proporcione, também podem alimentar-se de plantas secas, sementes, grãos, e cereais (Querner, 2015).

⁷³ Ver ApA.

Também podem ser encontrados, assim como as traças, em detritos e acumulações de poeiras, onde encontram comida suficiente. Algumas espécies de traças encontradas dentro de edifícios também são pragas importantes de coleções museológicas (Querner, 2015).

Entre as espécies de traças mais comuns em museus estão a *Tineola bisselliella* (“Traça da roupa”), *Tinea pellionella* (“Traça da lã”), *Trichophaga tapetzella* (“Traça das carpetes”), *Endrosis sarcitrella* (“Traça doméstica de ombros brancos”) e *Hofmannophila pseudospretella* (“Traça castanha doméstica”)⁷⁴ (Eckstein & Bacharach, 2014; Querner, 2015; Trematerra & Pinniger, 2018).

As larvas da espécie *Tineola bisselliella*, alimentam-se de tecidos de lã (ovelha ou cabra, por exemplo), pelos, penas, cabelos, feltro, seda, carpetes, tapetes, mantas, estofados, feltros de piano, cerdas de escova e vários outros materiais ricos em proteínas animais. As larvas da espécie *Tinea pellionella* têm necessidades alimentares semelhantes (Eckstein & Bacharach, 2014; Querner, 2015).

As larvas da espécie *Endrosis sarcitrella* preferem lã e frutos secos e, raramente, são vistas em tecido secos e limpos. As da espécie *Hofmannophila pseudospretella* gostam de vários materiais de origem animal e vegetal e particularmente tecidos húmidos. Também raramente são vistas em tecidos secos e limpos. As da espécie *Trichophaga tapetzella* alimentam-se de materiais de origem animal como cabelos, lã, seda, peles, carpetes, entre outros já referidos (Brokerhof et. al. 2007).

Em relação ao danos que estes insetos provocam, na maioria dos casos são encontrados trilhos nas superfícies, resultantes da alimentação, onde o material apresenta um aspeto desgastado. As zonas de alimentação apresentam ainda orifícios irregulares, manchas, por perda de material superficial, e muitos resíduos e manchas fecais (Brokerhof et. al. 2007). Em infestações provocadas pela espécie *Tineola bisselliella*, é comum encontrar vestígios das teias de seda tecidas pelas larvas, agarradas às fibras do material infestado.

⁷⁴ Ver ApE.

Na espécie *Tinea pellionella*, o casulo de seda, tecido pelas larvas para se protegerem durante a alimentação, também é característico.

As traças adultas destas espécies são pequenas, geralmente, com uma envergadura de asa que varia entre 10 mm e 15 mm e com comprimentos entre 5 mm e 10 mm. As asas são estreitas e com franjas de cerdas longas nas pontas. Os adultos evitam a luz e raramente são vistos a voar, preferem cantos escuros, armários e áreas de reserva e armazenamento, permanecendo fora de vista (Brokerhof et. al. 2007; Eckstein & Bacharach, 2014; Trematerra & Pinniger, 2018), a menos que procurem um parceiro para acasalar, um trabalho que por norma é do macho.

2.5.3. Insetos que causam danos em materiais de origem vegetal

2.5.3.1. Em madeira

Nas coleções museológicas, assim como em edifícios históricos e casas-museus, existem diferentes tipos de artefactos em madeira. Quer estes artefactos façam parte da exposição, estejam em reservas ou integrados na estrutura do edifício, podem ser infestados por insetos que, no seu meio natural também, se alimentam de madeira.

A celulose é um dos principais constituintes da parede celular das células vegetais das plantas. Alguns dos organismos que infestam a madeira podem digerir a celulose sozinhos (como as térmitas e alguns besouros da pólvora) (Eckstein & Bacharach, 2014), uma vez que possuem enzimas (neste caso celulasas), que são capazes de decompor a celulose. No entanto, outros insetos têm organismos simbioses no seu trato digestivo que produzem estas enzimas, que decompõem a celulose facilitando, assim, o processo de digestão dos insetos (Resh & Cardé, 2009).

Embora a celulose seja abundante nas plantas, a maioria dos insetos que se alimentam delas, como lagartas e gafanhotos, não a utilizam. A celulose é um polissacarídeo, composto por uma cadeia de unidades de glicose ligadas entre si e dispostas numa estrutura cristalina difícil de romper. É improvável que a digestão da celulose seja vantajosa para um inseto que pode obter as suas necessidades alimentares através de

componentes que são mais facilmente digeridos. A atividade da celulase, presente em alguns insetos que se alimentam de plantas, facilita o acesso das enzimas digestivas às células vegetais ingeridas pelos insetos (Resh & Cardé, 2009).

Madeiras estruturais, móveis, pisos de madeira, expositores, lenha (expositiva), paletes de madeira em reservas, esculturas, molduras de quadros, cabos de ferramentas, coronhas, livros, brinquedos, bambu ou inúmeros outros objetos de madeira (ou que integram elementos de madeira) estão mais vulneráveis à ação destes insetos, geralmente designados em Portugal como caruncho, ou gorgulhos da madeira.

Por norma, nos museus, os principais culpados são os besouros ou as térmitas de madeira seca. Ambos podem danificar gravemente bens valiosos ou materiais estruturais, enquanto permanecem invisíveis. Os besouros estão agrupados em três grupos taxonómicos: Anobiidae, os comumente designados “besouros da mobília”; Lyctidae, ou “verdadeiros besouros de pólvora”; e Bostrichidae, “falsos besouros de pólvora” (Eckstein & Bacharach, 2014).

A maioria das espécies de besouros que se alimentam das madeiras, preferem madeiras macias, frescas, húmidas e com o alburno⁷⁵ rico em nutrientes. No entanto, existem algumas variações nas preferências alimentares dos insetos, que devem ser consideradas (Querner, 2015).

Até recentemente, a espécie mais comumente associada a infestações em madeira era a espécie *Anobium punctatum*⁷⁶, uma espécie difundida na maioria dos países temperados, onde infesta edifícios, móveis e objetos de madeira preferindo madeira dura ou macia, mas rica em amido. Madeiras laminadas com colas animais, são particularmente suscetíveis, por causa da proteína adicionada, e podem ser severamente danificadas. No entanto, esta espécie necessita que a madeira tenha um alto teor de humidade (+16%). Para além disto, cada vez mais são instalados sistemas de aquecimento nos edifícios, o que impossibilita as condições adequadas para a

⁷⁵ Ver ApA.

⁷⁶ Ver ApE.

proliferação desta espécie, uma vez que não prosperam em ambientes quentes e secos com humidades abaixo de 65% (Querner, 2015; Trematerra & Pinniger, 2018).

Outra espécie que necessita de humidades altas na madeira infestada para proliferar é a espécie de besouro *Xestobium rufovillosum*. Este besouro prefere madeiras duras (caso se proporcione, pode alimentar-se de livros) (Querner, 2015; Trematerra & Pinniger, 2018). No entanto, geralmente não é encontrada dentro de edifícios, mas sim a infestar estruturas externas, como instalações museológicas ao ar livre, onde o controlo climático não é possível (Querner, 2015).

Destacam-se, ainda, as espécies da família Curculionidae, *Euophryum confine* e *Pentarthrum huttoni*. Estes insetos são encontrados apenas em madeiras muito húmidas (mas podem alimentar-se também, em condições ideais, de papel e livros) (Querner, 2015).

Da família Cerambycidae, o escaravelho *Hylotrupes bajulus* só infesta madeiras macias e é encontrado em sótãos ou paletes de madeira, por exemplo. Esta espécie não necessita de madeiras com alto teor de humidade e uma infestação é fácil de detetar, uma vez que os adultos saem da madeira através de grandes orifícios de saída ovais (Querner, 2015).

Integrantes da família Bostrichidae, alimentam-se, essencialmente, do alburno de madeira húmidas (Querner, 2015). Podem alimentar-se de objetos como molduras, livros, brinquedos, móveis, cabos de ferramentas, coronhas de armas, bambu, painéis de madeira e caixotes, bem como vigas, pisos e outros componentes de construção dos edifícios (Trematerra & Pinniger, 2018).

O termo “besouro da pólvora” pode ser aplicado a qualquer espécie pertencente a uma das duas famílias relacionadas: Lyctidae (verdadeiros besouros da pólvora, que não conseguem digerir a celulose e geralmente alimentam-se do alburno de madeira dura) e Bostrychidae (falsos besouros da pólvora, que se alimentam de madeira macia e madeira dura). O termo “pólvora” advém do facto de os resíduos fecais (excremento e pedaços de madeira) produzidos pelo processo de alimentação das larvas serem muito finos o que lhes confere uma aparência de pó (Trematerra & Pinniger, 2018). Com

tempo suficiente, e com condições de humidade e temperatura adequadas podem mesmo reduzir o objeto de madeira a uma massa de pó fino (Eckstein & Bacharach, 2014). Podem ser referidas as espécies *Lyctus brunneus* e *Lyctus linearis*. Devido ao seu rápido desenvolvimento, podem provocar danos muito graves em pouco tempo (Querner, 2015; Trematerra & Pinniger, 2018).

Todas as espécies referidas apresentam um ciclo de vida holometabólico, passando pelo estágio larvar. É este o estágio responsável por provocar a maioria dos danos. As larvas possuem um aparelho bucal mastigador, com peças bucais mandibuladas e bem desenvolvidas, que lhes permitem penetrar na madeira à medida que criam as galerias de alimentação. As larvas são pouco móveis, uma vez que vivem dentro da fonte alimentar. Os adultos também possuem aparelhos bucais mastigadores. No entanto, não se alimentam da madeira. Os danos que provocam estão, essencialmente, relacionados com a sua saída da madeira infestada (após o estágio de pupa), criando os típicos orifícios de saída. O foco dos adultos é a reprodução e, por norma, não vivem muito tempo.

Podem provocar grandes danos nas coleções museológicas e outras estruturas, mas o seu desenvolvimento é lento. De acordo com as condições de humidade e temperatura podem passar meses ou até anos na fase larval, dentro da madeira (Eckstein & Bacharach, 2014; Querner, 2015).

Uma vez que as larvas estão dentro do material infestado, a presença destas espécies é aparente apenas quando os adultos emergem da madeira e deixam os orifícios de saída e pilhas de resíduos fecais por baixo do objeto (Eckstein & Bacharach, 2014).

Dependendo da espécie, os orifícios de saída podem ser redondos ou ovais e normalmente variam de 0.8 mm a 3 mm de diâmetro. Se as condições forem adequadas, as fêmeas de algumas espécies de besouros podem depositar os ovos na mesma fonte alimentar, continuando o ciclo por gerações. A madeira fortemente infestada fica repleta de orifícios e galerias cheias de resíduos fecais (Eckstein & Bacharach, 2014). Muitas vezes, as larvas destes besouros são transportadas com objetos infestados para dentro da coleção (Querner, 2015).

Estes insetos perfuradores causam muitos danos ao enfraquecer as madeiras estruturais, uma situação que tem vindo a complicar-se devido ao facto de que os ovos e as larvas de pragas tropicais podem ser importados com madeiras tropicais utilizadas na construção (Feilden, 2003).

Quando são detetadas evidências de insetos em madeiras, para chegar à identificação de um agente, pode ser útil seguir uma linha de pensamento que se baseia em dar resposta a 5 perguntas: Que tipo de madeira foi afetada? Qual é o tamanho do orifício de saída? Que tipo de resíduos fecais são observados? Que tipo de danos foram provocados? As respostas baseiam-se nas observações dos danos, e não dos insetos, uma vez que as larvas raramente são encontradas na inspeção, a menos que a madeira afetada seja aberta para explorar a extensão do dano (Feilden, 2003).

Outros insetos que se alimentam de celulose e são responsáveis por danificar objetos e, principalmente, madeiras estruturas em museus, casas-museus e casas históricas, são as térmitas.

São consideradas as pragas de madeira estrutural mais destrutivas do mundo. Em muitos museus, bibliotecas e arquivos, a infestação provocada por térmitas nos edifícios alastrou-se para áreas expositivas, reservas com mobiliário, arquivos e coleções de livros, todos materiais que estão sujeitos a sofrer danos consideráveis (Trematerra & Pinniger, 2018).

Existem muitas espécies diferentes de térmitas, que são, geralmente, divididas em dois grupos, de acordo com o seu estilo de vida. As térmitas que são pragas de madeiras secas, em particular os géneros *Cryptotermes* e *Kalotermes*, e térmitas que são pragas subterrâneas, incluindo os géneros *Reticulitermes*, *Coptotermes* e *Macrotermes* (Trematerra & Pinniger, 2018).

As térmitas são animais eussociais⁷⁷ que vivem em colónias organizadas num sistema polimórfico de castas, com diferentes funções⁷⁸. De uma forma geral, podem ser

⁷⁷ Ver ApA.

⁷⁸ Ver ApE.

reprodutores, que são responsáveis pela reprodução e por iniciar novas colónias, soldados que defendem as colónias e operários, que realizam todo o trabalho, desde a recolha do alimento e a alimentação das outras castas, à construção da própria colónia. A sua morfologia está adaptada à sua função. O seu ciclo de vida é hemimetabólico e as ninfas, inicialmente, são indiferenciadas. De acordo com as necessidades da colónia, sofrem metamorfoses e integram uma das castas. Reproduzem-se em exames e os reprodutores são os únicos com asas (adultos alados), que caem após o voo (Resh & Cardé, 2009).

Estas ocasiões, por norma, têm início na primavera e podem ocorrer até ao outono, principalmente ao fim do dia ou de manhã. São, muitas vezes, as primeiras evidências de uma infestação e, em edifícios, os adultos alados podem ser vistos nos parapeitos de janelas à procura de uma saída (Trematerra & Pinniger, 2018).

As térmitas de madeira seca escavam galerias de alimentação e câmaras conectadas por pequenos túneis, tanto na madeira como em papéis compactos e livros. Estas galerias são suaves e lisas ao toque. Os resíduos fecais, que não estão espalhados nas galerias ou acumulados em câmaras, podem ser observados quando são expulsos por orifícios no material infestado e constituem uma evidência da infestação (Eckstein & Bacharach, 2014; Trematerra & Pinniger, 2018).

Estes resíduos são característicos, têm seis lados e formam pilhas de aspeto seco e solto, por baixo dos orifícios dos quais foram expulsos. Estas espécies alimentam-se de madeira de todos os tipos e estabelecem colónias em madeiras sãs e secas, com baixo teor de humidade. Não necessitam de estar em contacto com o solo e, por isso, são facilmente transportadas entre locais, em madeiras de construção, móveis e outros objetos de madeira (Eckstein & Bacharach, 2014; Trematerra & Pinniger, 2018).

Os danos provocados são internos e, por isso, há poucas evidências externas da atividade destes insetos. No entanto, por vezes, as superfícies dos objetos podem parecer deformadas, por empolamento, ou com destacamento em camadas, o que acontece quando a atividade das térmitas ocorre mesmo por baixo da superfície.

A espécie *Cryptotermes brevis* é particularmente problemática na Região Autónoma dos Açores (Guerreiro & Borges, 2015).

As térmitas subterrâneas vivem em colónias subterrâneas ou acima do solo, em áreas isoladas e húmidas, onde se alimentam de celulose e danificam estruturas de madeira. São muito destrutivas e capazes de desmoronar edifícios inteiros (Eckstein & Bacharach, 2014). Para sobreviver, as colónias destes animais precisam de estar em contato com o solo, mas algumas espécies, incluindo nos géneros referidos, podem dispersar-se do seu ambiente natural, no solo e nas árvores, para a madeira dos edifícios. Aqui, também podem invadir bibliotecas e destruir completamente as partes internas dos livros e arquivos encadernados, deixando apenas a camada externa. A erradicação e subsequente exclusão das térmitas pode ser extremamente difícil e, muitas vezes, requer conhecimentos especializados (Trematerra & Pinniger, 2018).

Muitas térmitas requerem também fungos na sua dieta, que estão presentes na madeira ou papel em decomposição dentro das colónias. As térmitas subterrâneas necessitam de manter níveis de humidade altos na colónia, não apenas para favorecer o desenvolvimento dos fungos, mas também para evitar a dessecação das ninfas e dos operários. Esta necessidade está associada à construção dos tubos característicos das térmitas subterrâneas. Estes tubos, que podem ter alguns metros de comprimento, são construídos com solo e resíduos fecais e protegem os operários enquanto estes se deslocam entre o ninho, no solo, e as fontes alimentares, na madeira ou papel. Como as colónias são encontradas perto ou abaixo do nível do solo, raramente se dispersam acima dos pisos inferiores dos edifícios, o que significa que as coleções armazenadas em áreas que ficam em caves estão particularmente em risco (Trematerra & Pinniger, 2018).

2.5.3.2. Em fibras

As sementes e o fruto carnoso ou fibroso que as envolve são importantes fontes de corantes e fibras, são utilizadas como elementos decorativos e na construção de diversos artefactos utilitários, religiosos e decorativos. Insetos que, normalmente, infestam grãos armazenados e outros produtos como o tabaco, especiarias, farinha, e

mesmo aqueles comumente associados a materiais proteicos também são encontrados em artefactos constituídos por materiais vegetais. Estes insetos podem obter nutrientes a partir dos depósitos orgânicos que permanecem na superfície dos materiais ou alimentar-se de óleos e outros produtos que lhes tenham sido aplicados, ou se acumularam nos objetos depois de serem colecionados. Os besouros alimentam-se do próprio material vegetal, quer seja para obter nutrientes quer devido à falta de outras fontes alimentares mais disponíveis (Florian, Kronkright, & Norton, 1990).

De uma forma geral, os insetos comumente descritos na literatura como prejudiciais a materiais específicos também podem infestar e danificar coleções em materiais vegetais, dadas as condições adequadas (Florian, Kronkright, & Norton, 1990).

No entanto, alguns dos insetos encontrados nos museus alimentam-se principalmente de materiais vegetais. Muitos museus incluem artefactos feitos, mesmo que em parte, de sementes, nozes, grãos, especiarias, frutas, vegetais secos e outros alimentos. Uma longa lista de pragas, tradicionalmente chamadas de pragas de produtos armazenados, pode infestar objetos e coleções que contenham esses alimentos (Eckstein & Bacharach, 2014; Querner, 2015; Trematerra & Pinniger, 2018).

Provavelmente, as pragas mais comuns são os comumente designados “besouro do fumo”, *Lasioderma serricorne* (família Ptinidae) e o “besouro da farmácia”, *Stegobium paniceum*⁷⁹ (família Ptinidae) (Eckstein & Bacharach, 2014; Querner, 2015; Trematerra & Pinniger, 2018).

Os besouros do fumo e os besouros da farmácia podem causar danos graves a muitos objetos, essencialmente em coleções etnográficas, devido ao seu rápido desenvolvimento e reprodução. A espécie *Trogoderma angustum* (família Dermestidae) também pode ser encontrada dentro de edifícios, a infestar herbários (Querner, 2015).

Os “besouros-aranha” *Ptinus tectus* e *Ptinus fur* (família Ptinidae) também se podem alimentar dos mesmos materiais. No entanto, a sua dieta não é tão específica e as larvas podem danificar não apenas plantas secas em herbários, mas também estofados e

⁷⁹ Ver ApE.

têxteis, múmias, animais taxidermizados, coleções entomológicas, livros, papel, encadernações de couro, pergaminho e papelão em bibliotecas históricas (neste contexto a espécie *Stegobium paniceum* também é conhecida por se alimentar preferencialmente de objetos com cola de amido) (Querner, 2015).

Todas as espécies listadas, como referido, também são capazes de infestar materiais à base de queratina ou quitina. No entanto, em coleções com materiais mistos, preferem uma dieta à base de produtos vegetais (Querner, 2015).

Todas as espécies referidas possuem um ciclo de vida holometabólico e, também aqui, as larvas são as principais responsáveis pelos danos provocados. As principais evidências de danos neste casos consistem, essencialmente, nos túneis feitos pelas larvas para a criação da câmara onde pupam e, depois, nos orifícios de saída, redondos, dos adultos, quando emergem das pupas enterradas no material infestado. Como sinais de atividade podem, ainda, ser encontradas exúvias e os casulos das pupas, resíduos fecais finos com a aparência de pó e manchas fecais (Brokerhof et. al. 2007).

2.5.4. Insetos que causam danos em materiais húmidos, de origem animal ou vegetal

A humidade excessiva não é apenas uma ameaça às coleções em si mesmas. Também pode atrair várias pragas que adoram condições e materiais húmidos, como os designados “peixinhos de prata”, *Lepisma saccharina*, “peixinhos de prata cinzentos” *Ctenolepisma longicaudatum* e as “tesourinhas”, *Thermobia domestica* (todos pertencentes à família Lepismatidae). Todos se alimentam de fungos, detritos orgânicos e pele ou cabelo humano (presentes nas poeiras), assim como têxteis, à base de algodão e seda. No entanto, gostam particularmente de encadernações, papel, papel de parede, pasta de papel, cola de amido e outros materiais ricos em celulose e amido (Eckstein & Bacharach, 2014; Querner, 2015).

Estes insetos são pequenos com, geralmente, entre 10 mm e 15 mm de comprimento (Brokerhof et. al. 2007), podendo atingir tamanhos maiores, caso as condições sejam ótimas e constantes.

O grupo de insetos (família Liposcelididae) comumente designados de “piolhos dos livros”, como a espécie *Liposcelis bostrychophila*, também podem ser encontrados em grande número e causar danos adicionais, caso se verifiquem humidades relativas elevadas. Geralmente, alimentam-se de fungos microscópicos que crescem nos papéis, e das colas à base de amido nas encadernações. Não obstante, podem danificar papel e papel de parede, espécimes de herbários, coleções de entomologia, manuscritos, caixas de papelão e linho (Eckstein & Bacharach, 2014; Querner, 2015; Trematerra & Pinniger, 2018).

Estes insetos são muito pequenos, com 1 mm a 2 mm (ou menores), e raramente causam danos graves. No entanto, sua presença geralmente indica que existe um problema com a humidade relativa do ambiente ou que existem fungos a crescer em algum local dentro do edifício (Trematerra & Pinniger, 2018).

Todos estes insetos possuem peças bucais mastigadoras. No entanto, estas não são fortes o suficiente para perfurar os objetos e os danos que provocam são essencialmente superficiais, onde arranham e desgastam as superfícies das quais se alimentam (Brokerhof et. al. 2007). Os peixinhos de prata e as tesourinhas têm um ciclo de vida ametabólico e os piolhos dos livros um ciclo de vida hemimetabólico, o que significa que ambas as espécies não apresentam um estágio larvar. Tanto os adultos como as ninfas destas espécies se alimentam dos mesmos materiais.

Apesar de todos preferirem humidades relativas elevadas, uns são mais sensíveis do que outros. As espécies *Ctenolepisma longicaudatum* e *Thermobia domestica* podem sobreviver em ambientes com humidades relativas mais baixas, sendo que as tesourinhas sobrevivem em áreas relativamente secas. No entanto, as espécies *Lepisma saccharina* e *Liposcelis bostrychophila*, necessitam de níveis de humidade muito altos. Níveis superiores a 70% são requeridos pelos peixinhos de prata e, apesar de sobreviverem com níveis de 60%, o ideal para os piolhos dos livros são valores de 80% de humidade relativa (Brokerhof et. al. 2007).

3. Políticas e práticas de prevenção e controlo de infestações de insetos

Os insetos necessitam de ambientes, ou microclimas, com determinadas condições de temperatura e humidade relativas para o seu desenvolvimento. Necessitam também de bons locais para se esconder e nidificar, próximos a fontes alimentares da sua preferência. Estes parâmetros variam de acordo com as espécies, como já foi referido, mas existem algumas medidas preventivas gerais, que podem ser aplicadas e que mantêm a maioria dos insetos afastada ou que, pelo menos, reduzem a sua atividade, ao impedir que se estabeleçam as condições ótimas para um bom desenvolvimento. No entanto, quando são encontradas evidências de que existem infestações ativas em coleções ou em espaços museológicos, as equipas do museu devem decidir qual é o método de controlo mais adequado à situação.

A identificação dos insetos é crucial para uma eficaz gestão de risco. Não obstante, também as medidas de prevenção e controlo são essenciais. Assim, de seguida são referidas algumas medidas preventivas e é feita uma breve revisão dos métodos de controlo que podem ser utilizados na resposta a infestações, com base na revisão da literatura existente, de que se destacam os autores Trematerra e Pinniger (2018), Pinniger (2004, 2008, 2011), Querner (2015), Eckstein e Bacharach (2014) e Brokerhof et al. (2007).

3.1. Métodos de prevenção

Medidas preventivas, que retardem ou impeçam a atuação das pragas sobre os objetos são preferíveis a intervenções de correção e remediação (Trematerra & Pinniger, 2018; Pinniger, 2011). Uma prevenção inadequada pode traduzir-se em perdas de objetos ou partes de objetos, de informação e, conseqüentemente, conhecimento (Brimblecombe & Brimblecombe, 2014).

Implementação de planos de Controlo Integrado de Pragas

Um programa de Controlo Integrado de Pragas (CIP) é uma ferramenta essencial em todos os museus que pretendam fazer uma boa gestão de pragas.

A expressão CIP foi inicialmente utilizada para descrever o desenvolvimento de novos métodos de controlo de pragas, no contexto da agricultura, que não dependiam do constante recurso a pesticidas. Os princípios básicos podem ser aplicados aos museus e outras instituições culturais, sendo eles a inspeção de possíveis contaminações, a aplicação de tratamentos específicos (quando necessário) e a introdução de mudanças no meio ambiente para desencorajar as pragas de insetos. É importante que o programa CIP seja adaptado às especificidades de cada museu e, dentro do museu, às coleções e espaços (Pinniger, 2008)⁸⁰.

Medidas de controlo ambiental

Como já foi referido, os insetos gostam de locais quentes e húmidos. Por isso, há que contrariar a existência de locais, em macro e microambientes, onde se verifiquem estas condições. Ao controlar e otimizar as condições ambientais, é possível limitar o desenvolvimento e ação de muitas espécies.

Apesar da temperatura ser difícil de controlar em espaços públicos, nas salas que possuem bens culturais, esta deve ser o mais baixa possível e a humidade relativa deve estar em níveis aceitáveis (Trematerra & Pinniger, 2018; Pinniger & Winsor, 2004).

Durante as inspeções, é necessário considerar que, por vezes, fenómenos de condensação, impermeabilizações deficientes ou canos de água, esgoto e aquecimento que estejam a vazar, podem provocar um aumento da humidade e favorecer o ambiente para os insetos. Da mesma forma, é importante estar atento a fontes de calor internas, como candeeiros, e externas, como o sol, para impedir que estas potenciem o aparecimento de microclimas.

⁸⁰ Ver ApC.

Medidas de exclusão

Os insetos encontram sempre formas de entrar nos museus. Se forem voadores, voam para dentro dos edifícios nos meses de verão, por janelas, chaminés e portas, enquanto os rastejantes vão penetrar através de pequenas fissuras e orifícios. Se gostarem do ambiente, vão tentar permanecer.

Para impedir a entrada de insetos, podem ser tomadas algumas medidas preventivas, tais como: bloquear todas as entradas desnecessárias; isolar e remendar todos os pequenos espaços que possam servir de entrada (fissuras nas paredes, pavimentos, portas ou janelas assim como nos seus caixilhos); colocar nas janelas e portas fitas isoladoras e redes de proteção; verificar armários e gavetas por possíveis pontos de acesso e verificar regularmente os telhados, caves e canalizações. Entradas de ar podem ser equipadas com filtros, que devem ser trocados regularmente. Da mesma forma, é recomendável que, num perímetro de 3 metros à volta do edifício, não haja vegetação (Querner, 2015; Trematerra & Pinniger, 2018).

Dentro dos museus, os insetos voadores podem ser afastados com portas fechadas e, da mesma forma, as janelas de espaços que alberguem coleções devem estar fechadas, sempre que possível ou, então, devidamente protegidas.

Em reservas, é importante referir que um sistema organizacional adequado é muito importante. Se as reservas estiverem limpas e organizadas são mais fáceis de inspecionar, reduzem a possibilidade da ocorrência de esconderijos e ajudam a impedir que as infestações se alastrem. Da mesma forma, é importante controlar as fontes de luz e manter a circulação do ar. Os bens culturais devem ser devidamente acondicionados, de acordo com as suas características (ex. estantes de metal, caixas de plástico, utilizar papel livre de ácido para embrulhar os objetos, selar muito bem as caixas e gavetas, não colocar nada no chão). No fundo, criar um ambiente inóspito para a proliferação dos insetos.

Quarentena e isolamento

Algumas infestações podem chegar ao museu através de bens culturais recentemente adquiridos, ou envolvidos em trocas, quer devolução ou empréstimo de outras coleções. Estes bens devem ser mantidos isolados numa sala apropriada, enquanto são procurados sinais de infestação por, pelo menos, um mês (Eckstein, & Bacharach, 2014). Dado que os ovos e as larvas de pequenas dimensões são mais difíceis de encontrar, caso haja a suspeita de uma infestação, os bens culturais devem ser isolados durante um período de tempo mais longo (Eckstein & Bacharach, 2014; Querner, 2015; Trematerra & Pinniger, 2018).

Da mesma forma, bens que estejam infestados ou onde há a suspeita de uma infestação, devem ser imediatamente isolados numa sala específica para o efeito, longe das coleções, e a área onde estavam deve ser limpa. Nestes casos, é necessário decidir qual o melhor método de controlo a ser aplicado e após desinfestação, devem ficar em isolamento por, pelo menos, mais um mês, enquanto se verifica se a intervenção surtiu efeito. No caso dos besouros que se alimentam da madeira, uma vez que podem ficar dormentes por longos períodos de tempo, é recomendado que o período de isolamento seja de, no mínimo, 12 semanas, com a temperatura ambiente. Antes de efetuar o transporte do bem cultural, é importante embrulhá-lo ou colocá-lo num recipiente isolador para evitar a dispersão dos insetos (Eckstein, & Bacharach, 2014).

De forma geral, o isolamento segue os seguintes procedimentos: o bem cultural é colocado numa base branca (papel, tecido ou espuma) e, depois, é selado num saco de polietileno. Durante o período definido para o isolamento, o bem é monitorizado por sinais de infestação, que serão mais visíveis sobre a base branca. Estes sinais incluem insetos vivos, exúvias, resíduos fecais, casulos ou teias. Se o tipo de praga for conhecido, deve ser estudado o seu ciclo de vida para determinar quanto tempo é que demora para o inseto adulto emergir e garantir que o tempo passado em isolamento é superior a esse período (Integrated Pest Management Working Group, 2012).

Rotinas de limpeza

As pragas de insetos são atraídas pela matéria orgânica e pela humidade das poeiras, como referido anteriormente. Uma limpeza regular das áreas de exposição e das reservas, desde logo, impede a acumulação de possíveis alimentos e remove pragas recentes.

Todas as superfícies devem ser limpas para que não se acumulem pó e detritos, incluindo o topo dos equipamentos de armazenamento e exposição; elementos de iluminação e os peitorais das janelas; saliências e fissuras entre as tábuas do chão e cavidades nas paredes; espaços entre paredes e o chão (incluindo os rodapés); espaços mortos atrás e debaixo de armários de arrumação; condutas de ventilação e de aquecimento; as fitas de vedação nas portas; materiais de exposição velhos ou descartados (Trematerra & Pinniger, 2018).

Existem muitos locais nos museus de maiores dimensões, ou mais antigos, que são muitas vezes esquecidos, pela falta de uso. Salas vazias, salas de reserva inutilizadas, armários inutilizados, ou zonas de armazenamento de outros materiais que não as coleções, são locais perfeitos para os insetos, muitas vezes reunindo todos os seus parâmetros ideais (Pinniger, 2008). Assim, mesmo que não sejam limpos com a mesma regularidade que os restantes espaços, não devem ser descurados.

Os expositores e armários de reserva, podem servir como um barreira extra para os insetos, se formem bem desenhados e mantidos. Para isto, a limpeza regular destes locais, incluindo o exterior e as gavetas, deve fazer parte da rotina de limpeza dos museus, o que também pode ajudar a detetar pequenas fissuras ou espaços vazios que permitam a entrada dos insetos (Lauder & Pinniger, 2021).

A utilização de aspiradores para remover pó e outras partículas, pelo menos mensalmente, também é recomendada. Os aspiradores com filtro HEPA (*High Efficiency Particulate Arrestance*) são preferíveis a vassouras para a limpeza do chão e também podem ser usados nos parapeitos das janelas, paredes e por cima dos armários. O resto do aspirador também deve fornecer isolamento, uma vez que o filtro HEPA é de pouca utilidade se o ar contaminado for expulso pelo lado do aparelho (Brokerhof et al. 2007).

Se, durante a limpeza, forem encontrados vestígios da atividade destes organismos (e outros que não insetos), como ovos, detritos, exúvias ou insetos mortos, devem ser primeiro registados e depois completamente removidos (Eckstein, & Bacharach, 2014).

Caso existam espaços comuns, como cafés ou lojas, onde possam existir caixotes do lixo, estes devem ser limpos com regularidade, assim como a área circundante, para que não se tornem um chamariz para os insetos, assim como resíduos de comida resultantes da atividade do café ou dos visitantes. Da mesma forma, a limpeza dos espaços exteriores não deve ser descuidada, uma vez que é a porta de entrada para os insetos. São boas práticas a remoção de folhas e vegetação no perímetro do edifício assim como na sua fundação, paredes e janelas, uma vez que estes locais servem de habitat para muitos organismos e encorajam a sua entrada para dentro do edifício (Eckstein, & Bacharach, 2014).

3.2. Método de deteção de insetos e monitorização

Inspeções

A inspeção consiste na observação detalhada de objetos e espaços, com o objetivo de encontrar evidências de infestações (Eckstein & Bacharach, 2014). As inspeções regulares são uma parte muito importante de um programa CIP e, se feitas com regularidade, podem ajudar a impedir que uma infestação atinja níveis muito difíceis de controlar ou a perda total de bens culturais.

Uma inspeção pode ser mais fácil de documentar se o percurso efetuado estiver padronizado. Durante as inspeções, é importante dar extra atenção aos bens culturais mais frágeis e sensíveis à atividade de pragas (Brokerhof et al. 2007). Bens mais vulneráveis, como os espécimes biológicos, devem ser inspecionados (principalmente na primavera e no outono) a cada 3 meses. A inspeção de estruturas e áreas que albergam coleções, assim como os bens culturais em reservas e em exposição, devem ser inspecionados a cada 6 meses (Eckstein & Bacharach, 2014).

Os locais a inspecionar variam de acordo com as características dos edifícios e das coleções. No entanto, existem alguns locais que, geralmente, são utilizados pelas pragas de insetos, como:

- Sótãos, lareiras e chaminés, onde vertebrados e outros invertebrados possam ter nidificado;
- Nos peitoris das janelas, no verão e ao redor de luzes e sinais de saída de emergência iluminados;
- Perto de portas e em corredores com acesso externo;
- Perto de fontes de água, como ralos, pias e canalizações, assim como em locais propensos a desenvolver fenómenos de condensação;
- Em caixas de papelão ou paletes de madeira com objetos em reserva;
- Dentro e por baixo de armários, expositores e outro mobiliário;
- Atrás de rodapés e em espaços vazios entre paredes, que são locais inacessíveis onde podem estar outros animais mortos;
- Os próprios bens culturais devem ser minuciosamente inspecionados. No caso particular dos feitos em madeira, as infestações são muito difíceis de detetar. Pode ser útil colocar o bem cultural sobre uma base preta ou branca e fazê-lo vibrar suavemente. A presença de resíduos fecais, em forma de pó fino, pode ser um indicativo de infestação. Para distinguir uma infestação ativa de uma antiga, é necessário isolar o bem e realizar mais inspeções.

Os insetos escondem-se quando as luzes são acesas ou quando os objetos são manuseados. Os seus movimentos de fuga (adultos ou ninfas essencialmente) podem denunciar a sua presença que, de outra forma, é difícil de detetar. Essencialmente, é necessário recorrer às evidências de danos e atividade destes insetos (Brokerhof et al. 2007).

Quando é realizada a inspeção (ou quando um objeto é manuseado), é importante estar atento a um conjunto de sinais que podem indicar a presença de organismos indesejados e que vão ajudar a fazer um diagnóstico correto. Entre eles estão:

- Presença de insetos nas armadilhas;
- Presença de insetos, vivos ou mortos, em vários estágios de desenvolvimento (ovos, larvas, casulos, pupas);
- Ootecas, exúvias, escamas, ou outras partes do corpo;
- Teias ou casulos (típicos da traças);
- Galerias de alimentação (difícil de observar a não ser que estejam à superfície dos materiais);
- Orifícios de saída (o diâmetro ajuda na identificação da espécie);
- Superfícies arranhadas com sinais de desgaste, por abrasão;
- Alterações superficiais nos materiais têxteis, com ausência de fibras, pelos, penas e outros componentes de espécimes naturais soltos;
- Resíduos fecais (o seu tamanho e formato ajudam na identificação da espécie);
- Manchas de excreções secas nos objetos ou perto deles;
- Perda de documentação existente, como etiquetas ou outro tipo de informação que acompanha os objetos (relacionado com a abrasão da superfície);
- No exterior do edifício, perto das fundações, os tubos exploratórios típicos de térmitas subterrâneas.

Se a equipa do museu estiver devidamente informada e souber reconhecer os sinais de uma infestação ativa, esta será mais facilmente encontrada e os objetos serão isolados mais rapidamente, pelo que as instituições devem apostar na formação nesta área (Querner, P. 2015), como parte do seu programa CIP.

Também pode ser uma medida útil, instruir não apenas os responsáveis pela gestão das coleções, mas também responsáveis por outras áreas como seguranças, equipas de

limpeza, investigadores, entre outras pessoas que trabalham nos museus a estar alerta para sinais de atividade dos insetos. A reportagem das observações deve ser feita a uma pessoa responsável em particular (facilita a organização da informação obtida) (Brokerhof et al. 2007).

Monitorização e uso de armadilhas

A monitorização consiste no registo sistemático e contínuo da atividade das pragas nas áreas museológicas, através de rotinas de inspeção nos espaços e coleções, da implementação de um programa de armadilhas para detetar a atividade dos insetos e da documentação das infestações (Eckstein & Bacharach, 2014).

As armadilhas são um bom complemento à inspeção visual regular e as informações recolhidas podem ajudar a planear ações de controlo e futura reincidência. Apesar de serem uma ferramenta útil para monitorar populações de insetos, não são um método de desinfestação.

A seleção da armadilha é um passo importante no programa de monitorização, uma vez que uma armadilha inadequada pode levar a conclusões incorretas acerca da atividade dos insetos. Assim, é importante adequar as armadilhas às condições ambientais dos espaços e aos insetos que pretendemos capturar (Integrated Pest Management Working Group, n.d.). Existem várias armadilhas de insetos disponíveis, em diferentes tamanhos e formatos, às quais podem ser adicionados atrativos, para aumentar eficácia da armadilha (Brokerhof et al. 2007):

Armadilhas adesivas simples. De forma geral, se o objetivo é apenas perceber que insetos existem dentro do museu, uma armadilha adesiva simples sem nenhum tipo de atrativo pode ser o suficiente, uma vez que vai capturar qualquer inseto que passe sobre a armadilha. Usualmente, são armadilhas com uma construção simples, de cartão, papelão ou plástico, com uma camada fina de cola aplicada sobre uma superfície lisa, que prende os insetos que rastejam sobre ela (Brokerhof et al. 2007; Integrated Pest Management Working Group, n.d.). Existem formatos diferentes. Podem ser mais achatadas, com ou sem tampa, de pendurar, e de tamanho reduzido, para serem

instaladas em áreas de exposição e vitrinas, de uma forma discreta. É usado um adesivo inodoro que não repele os insetos e permanece viscoso por muito tempo (Brokerhof et al. 2007). Se a construção da armadilha incluir uma tampa, cai pouco pó sobre ela, mas se for usada apenas uma base com cola, sem cobertura, o pó acumula-se facilmente.

Assim, devem ser substituídas regularmente, dependendo das capturas, do pó acumulado e da capacidade de adesão da cola que, geralmente, após alguns meses, perde a sua aderência (Brokerhof et al. 2007; Eckstein & Bacharach, 2014).

Quando os recursos dos museus o permitem, em áreas não preocupantes, uma distância de 10 m entre armadilhas é suficiente. Já em áreas consideradas de alto risco, é recomendada uma distância de 2 a 6 m. Se se tornar muito dispendioso, podem ser apenas instaladas algumas armadilhas ao longo da parede e ao redor de bens culturais de alto risco (Brokerhof et al. 2007).

Armadilhas adesivas com atrativos. Para monitorizar insetos específicos, pode ser adicionado um atrativo. Este pode ser alimentar, sexual (feromona sexual) ou promover a agregação (feromonas de agregação). Como discutido na subsecção 1.5, as feromonas são substâncias que os insetos produzem e libertam para comunicarem entre si. Antes de serem utilizadas estas armadilhas, é necessário saber primeiro qual a espécie em questão, para adequar o atrativo e evitar atrair o inseto errado. Uma desvantagem de utilizar atrativos é que têm um período de eficácia mais curto e devem ser substituídos com regularidade (Eckstein & Bacharach, 2014). As feromonas sexuais são quase sempre produzidas pelas fêmeas para atrair os machos. Esta é uma característica particularmente importante nas espécies de insetos com um curto período de vida adulta, que precisam de atrair rapidamente um companheiro para garantir a reprodução e, por essa razão, as fêmeas produzem feromonas sexuais que são altamente atrativas para os machos (Brokerhof et al. 2007; Integrated Pest Management Working Group, n.d.). Como são intraespecíficas, na maioria dos casos, outras espécies não reagem às feromonas. No entanto, existem algumas exceções, como as espécies de besouros *Anobium punctatum* e *Stegobium paniceum* ou as traças *Tinea pellionella* e *Tineola bisselliella* que, por vezes, podem ser atraídos pelas mesmas feromonas (Brokerhof et al. 2007; Eckstein & Bacharach, 2014). As armadilhas penduradas são mais eficazes quando

combinadas com atrativos sexuais e são indicadas para capturar insetos que voam bem, como algumas traças (particularmente os machos) e os besouros (Integrated Pest Management Working Group, n.d.).

Outro tipo de hormonas produzidas pelos insetos e que podem ser usadas em atrativos, são as feromonas de agregação (Integrated Pest Management Working Group, n.d.). Os fenómenos de agregação, referidos na subsecção 1.5, são comuns em insetos que se reproduzem em grandes ajuntamentos, como os peixinhos de prata, e que têm uma vida adulta longa. Entre os insetos, estas feromonas indicam locais com condições favoráveis ao seu desenvolvimento, onde a reprodução ocorre e as fêmeas depositam os ovos no substrato alimentar. As feromonas de agregação, por norma, são produzidas pelos machos e atraem tanto as fêmeas como outros machos. A sua área de eficácia é mais pequena do que a das feromonas sexuais (Integrated Pest Management Working Group, n.d.).

A utilização destas armadilhas deve ser feita com muito cuidado. Devem ser usadas apenas se houver certeza, ou uma suspeita bem fundamentada, de que as espécies-alvo estão presentes. Devem ser usadas apenas em salas bem seladas e instaladas pelo menos a 5 m de aberturas para o exterior (Eckstein & Bacharach, 2014).

Armadilhas de queda ou funil. Nem todas as armadilhas incorporam cola como mecanismo de captura. Algumas funcionam com um sistema de queda e de funil que usa a gravidade e superfícies sem atrito para manter as pragas presas na armadilha. As armadilhas em formato de balde podem ser conjugadas com atrativos sexuais, que ficam mesmo por cima da área de captura. Os insetos voadores são atraídos pelas feromonas e, quando pousam nas superfícies lisas, caem para a área mais baixa do balde. São ideais para capturas em grande número (Integrated Pest Management Working Group, n.d.).

Armadilhas de luz. As armadilhas de luz são úteis para detetar e controlar espécies que voam bem e que são atraídas pela luz. Estas armadilhas emitem radiação com um determinado comprimento de onda que atrai os insetos. Estes, são capturados numa base adesiva ou num saco. As janelas já constituem fontes de luz natural que atraem os insetos, pelo que são um bom local para monitorizar. As armadilhas devem ser

renovadas a cada dois meses, para evitar que os animais capturados atraiam outros insetos. Já os insetos capturados devem ser contados e identificados (Brokerhof et al. 2007; Eckstein & Bacharach, 2014). É importante que sejam instaladas em locais bem selados para evitar atrair mais pragas e onde a luz emitida não afete as coleções que sejam sensíveis à luz e radiação ultravioleta (Eckstein & Bacharach, 2014).

Quando é implementado um programa de monitorização, é importante ter por perto a planta do edifício (ou das áreas que serão monitorizadas) com algumas indicações relevantes tais como: possíveis locais de entrada e nidificação de insetos (que registem condições boas para o seu desenvolvimento) ou onde estão as coleções mais vulneráveis. Também deve ser indicado na planta onde estão instaladas as armadilhas, o tipo de armadilha e a data de instalação (Eckstein & Bacharach, 2014).

Todas as armadilhas devem estar identificadas e com a data de instalação. O melhor local para instalar uma armadilha depende das características dos edifícios, mas, de forma geral, podem ser referidas as seguintes áreas (Eckstein & Bacharach, 2014; Strang & Kigawa, 2022):

- Ao longo das paredes e cantos das salas;
- Perto de portas, janelas ou outras fontes de iluminação;
- Perto de fontes de água ou locais húmidos e onde ocorrem fenómenos de condensação;
- Perto de fontes de calor;
- Por baixo do mobiliário;
- Dentro e ao redor de vitrinas, dentro e ao redor de armários nas reservas;
- Lareiras e chaminés;
- Caves e sótãos;
- Salas comuns e de serviço;
- Áreas de serviço alimentar.

Em edifícios sem controlo de temperatura, a maioria dos insetos emerge na primavera e no verão, e estes são os melhores momentos para a sua monitorização. Já em edifícios permanentemente aquecidos, mais gerações são capazes de se desenvolver completamente durante o ano. Portanto, a monitorização deve ser continuada (Brokerhof et al. 2007).

As armadilhas devem ser inspecionadas todas as semanas durante a fase inicial do programa de monitorização (durantes os primeiros três ou seis meses) para, inicialmente, identificar os potenciais problemas e, mais tarde, verificar se as soluções encontradas surtiram efeito (Eckstein & Bacharach, 2014). Um intervalo superior a três meses não é recomendado, pois as estações do ano são transgredidas. Após um ou dois anos, já é possível ter uma ideia plausível da população de insetos que se pode esperar no edifício e do número de insetos que devem ser capturados nas armadilhas (Brokerhof et al. 2007). Uma monitorização continuada permite identificar pequenos problemas que possam surgir, assim como perceber a relação entre a atividade dos insetos e as épocas do ano (Eckstein & Bacharach, 2014).

Num programa de controlo integrado de pragas, uma medida importante é que todas as informações recolhidas devem ser organizadas numa base de dados, preferencialmente num formato digital, para haver um registo de todas as ocorrências com insetos e como foram solucionadas, para referência em problemas futuros. Para facilitar este processo, durante as inspeções às armadilhas podem ser preenchidas fichas padrão, com alguns dados importantes⁸¹.

3.3. Métodos de controlo químico

Substâncias usadas no controlo químico de insetos consistem num veneno, que pode ser puro ou estar misturado com outras substâncias como solventes, emulsionantes e aglutinantes. O veneno pode atuar no inseto de diferentes formas. Existem substâncias

⁸¹ Ver ApC, Tabela ApC1.

que entram no organismo através das vias respiratórias, outras que são ingeridas (atuam através do sistema digestivo) e outras que atuam sobre a cutícula (venenos de contacto) (Brokerhof et al. 2007).

No passado, os métodos químicos eram os preferidos para o tratamento de infestações ativas. No entanto, devido à sua toxicidade, os inseticidas devem ser vistos como uma medida de tratamento especializado, não como uma atividade recorrente e, por norma, não devem ser aplicados diretamente nos bens culturais. Hoje, após a proibição de muitas destas substâncias, poucos museus na Europa ainda usam pesticidas regularmente contra pragas de insetos (Querner, 2015).

Vale a pena referir, no entanto, um pequeno grupo de substâncias químicas não tóxicas, que são inofensivas para os humanos e para o ambiente, mas matam os insetos, uma vez que afetam determinadas funções biológicas como as hormonas que regulam a ecdise nas larvas. Como exemplo, são os designados inibidores de crescimento de insetos ou inibidores de quitina, hormonas que interrompem o processo de muda das larvas ou o crescimento das ninfas, para que não possam atingir o estágio adulto (Brokerhof et al. 2007).

Apesar de nem sempre ser possível tratar uma infestação de insetos com métodos não químicos (Brokerhof et al. 2007), de uma perspetiva dos conservadores e funcionários que manuseiam os artefactos, outros métodos não tóxicos são mais indicados, uma vez que não apresentam consequências para a saúde humana (Querner, 2015) nem deixam resíduos químicos no ambiente e nos artefactos.

Como resultado, os museus têm adotado novos métodos de tratamento, num esforço para estabelecer procedimentos sem riscos, para as equipas e para as coleções. Desde que o conceito de CIP é aplicado, o tratamento é apenas uma parte da estratégia, e muitos recursos são gastos, ou devem ser gastos, na prevenção e monitorização (Querner, 2015).

3.4. Métodos de controlo não químico

Nenhum método de tratamento é perfeito e o melhor método aplicado deve ser selecionado depois de terem sido considerados alguns fatores, entre eles o tempo que o museu dispõe para desinfestar o bem cultural, os recursos financeiros do museu, a disponibilidade das equipas, a espécie de inseto que provocou a infestação, o tipo de materiais infestados (Querner, 2015) e se no museu existem ou não infraestruturas e equipamentos para levar a cabo a desinfestação.

Para determinar se um bem cultural pode ser desinfestado imediatamente ou se é necessário submetê-lo a um pré-tratamento primeiro, é preciso considerar se o bem cultural é resistente o suficiente (suporta a intervenção sem sofrer danos) e se está seco. Isto é necessário porque reações químicas ou alterações físicas podem ocorrer quando o material está muito húmido. Além disso, com material húmido, existe o risco de crescimento de fungos, caso o bem não seja desinfestado imediatamente (Brokerhof et al. 2007).

O tipo de inseto também é um fator relevante, uma vez que uma intervenção pode ser mais eficaz para uma espécie do que para outra.

Para os insetos perfuradores, por norma, um tratamento com temperaturas elevadas é mais eficaz, uma vez que o calor funciona de forma rápida, eficiente e penetra bem nos materiais. Como os insetos estão escondidos profundamente no material infestado, e são bastante resistentes ao frio, o método de desinfestação com baixas temperaturas é menos eficaz e requer mais tempo. Os insetos perfuradores são relativamente difíceis de controlar com estes métodos (Brokerhof et al. 2007). As desinfestações com atmosferas de anóxia, com redução de oxigénio por via do nitrogénio, apresentam os melhores resultados com menores riscos para a saúde ocupacional e de danos colaterais de outros (Homem, 1997).

A desinfestação com aumento da temperatura também é o método mais eficiente para os insetos mordedores, apesar de que a maioria é menos tolerante ao frio do que os insetos perfuradores. Geralmente, os espaços são tratados com recurso a medidas de

controlo ambiental. No caso dos insetos visitantes, podem ser controlados com medidas de exclusão e de limpeza apropriada dos espaços (Brokerhof et al. 2007).

Por último, a composição do bem cultural também tem de ser considerada. A determinação do melhor método de desinfestação pode exigir a ajuda de um conservador ou outro especialista nos materiais em questão (Brokerhof et al. 2007; Pinniger, 2011). A maioria dos bens culturais é feita de materiais diferentes, pelo que o material mais comum deve ser o ponto de partida. De seguida, de acordo também com a sensibilidade dos materiais adicionais, é determinado se os riscos envolvidos na desinfestação são aceitáveis, considerando o custo e o tempo necessário (Brokerhof et al. 2007).

Desinfestações que implicam a diminuição drástica da temperatura são, por norma, aplicadas em bem culturais que entram nas instalações do museu, para impedir a introdução de infestações (Pinniger, 2011; Trematerra & Pinniger, 2018).

Não obstante, as intervenções que envolvem alterações da temperatura não devem ser aplicadas em bens culturais frágeis, objetos que contenham material aplicado em camadas (como por exemplo pinturas, talha dourada, madeira folheada), materiais cujas propriedades variam consoante as direcções do plano e materiais sob tensão. Da mesma forma, não devem ser aplicadas em materiais com ponto de fusão ou temperatura de transição vítrea (transição reversível entre o estado duro e o estado mole) abaixo de 80°C, uma vez que podem derreter ou amolecer, e a desinfestação pode ter como consequência malformações quando os elementos estiverem sob tensão (Brokerhof et al. 2007).

Desinfestação por diminuição da temperatura

Quando o frio é utilizado como forma de desinfestação, temperaturas inferiores a -10°C matam a maioria dos insetos, independentemente do estágio de vida. É aceite, de forma comum, que os insetos expostos a temperaturas entre os -18°C e os -20°C vão morrer dentro de 10 a 14 dias. Já num ambiente com temperaturas de -25°C podem persistir

até 7 dias e a temperaturas de -30°C , 3 dias são suficientes para matar os insetos (Child, 2007; Pinniger, 2011; Trematerra & Pinniger, 2018).

As soluções raramente congelam a 0°C e a temperatura abaixo de zero atingida antes que o congelamento ocorra é chamada de ponto de sobrefusão. O ponto de sobrefusão é, assim, a temperatura na qual o gelo é formado e depende da quantidade e tipo de produtos químicos (solutos) dissolvidos na água (solvente). Este mecanismo permite que as células suportem temperaturas de congelamento sem que realmente ocorra o congelamento da água na célula e, assim, podem evitar os aspectos letais do congelamento (Florian, 1997).

O corpo dos insetos é constituído por mais de 70% de água livre, que pode congelar facilmente. Quando a temperatura diminui, o inseto primeiro torna-se inativo, num estado semelhante a um coma induzido pelo frio. O coma induzido pelo frio resulta na perda de movimento e atividade alimentar. Neste período, o consumo de oxigénio e a atividade metabólica são bastante reduzidos. Um coma prolongado induzido pelo frio pode ser letal. Tecnicamente, os insetos morrem antes de os seus fluídos corporais congelarem, ao atingirem o ponto de sobrefusão, devido ao choque térmico induzido pelo frio. Este choque de frio é uma forma de lesão celular que é letal e ocorre após o seu arrefecimento rápido, antes da formação de gelo no ponto de sobrefusão dos fluídos corporais (Florian, 1997).

As intervenções devem ser documentadas e registradas e os bens culturais têm de ser embalados numa camada protetora (Pinniger, 2011) e selados em sacos plásticos apropriados, antes de se iniciar o processo (Pinniger, 2011; Trematerra & Pinniger, 2018).

A exposição à condensação, na remoção, ou à humidade, devido à falha completa do equipamento de congelação, pode ser evitada com a utilização de sacos resistentes ao vapor e com a permanência do bem cultural no saco durante a fase de reaquecimento. Deixar bens em sacos por algum tempo também pode prevenir uma nova infestação, se a área de reserva ainda não tiver sido descontaminada (Strang & Kigawa, 2022).

Este tipo de intervenção apresenta vantagens e desvantagens. Trata-se de um tecnologia amplamente disponível, os frigoríficos domésticos podem ser adequados, e até o frio do inverno em alguns locais é o suficiente (-25°C ou menos), desde que o bem cultural tenha passado um mês sujeito à temperatura ambiente (ou seja, cerca de 22°C), antes da exposição para impedir a entorpecimento do inseto. Este é um método eficaz contra a maioria das pragas de insetos de museus que não esteja adaptada a viver em ambientes frios. Este método também pode ser usado em programas de desinfestação em grande escala, particularmente quando é necessário mover coleções de um edifício para outro (Pinniger, 2011). No entanto, a logística envolvida na criação de um invólucro que abranja grandes objetos pode ser uma desvantagem. O tempo mínimo que um bem cultural deve passar sob temperaturas baixas depende muito mais das características da espécie do que no tratamento com temperaturas elevadas, pelo que a redução do tempo de exposição não é recomendada, a menos que a espécie e como esta reage às alterações da temperatura, sejam fatores conhecidos [Canadian Conservation Institute (CCI), 2017].

Desinfestação por aumento da temperatura

Em desinfestações que envolvem temperaturas elevadas, valores superiores a 52°C matam a maioria das pragas do museu numa hora. Os objetos podem ser intervencionados diretamente (sem a proteção do plástico necessário em tratamentos de congelamento) numa câmara especial com humidade controlada, como o processo *Thermo Lignum* (Pinniger, 2011). Do ponto de vista da conservação, a chave para usar o ar quente para matar insetos é manter o teor de humidade do material num nível constante durante as fases de aquecimento, espera e arrefecimento. Isso é obtido usando um *software* sofisticado para controlar a humidade relativa e a temperatura da atmosfera dentro da câmara de tratamento, evitando assim qualquer alteração física ou estrutural no objeto devido à evaporação ou absorção de humidade. Com temperaturas de cerca de 50°C, a estrutura das proteínas é alterada levando à morte (Thermo Lignum Ecological Insect Pest Eradication, n.d.).

Este tipo de intervenção também apresenta vantagens e desvantagens. Por um lado é eficiente contra muitas espécies de insetos, a tecnologia está disponível, o tempo de retorno é curto e a sua aplicabilidade foi provada tanto em objetos pequenos, como em edifícios inteiros. No entanto, é difícil a obtenção de um invólucro que consiga manter a barreira de vapor necessária para restringir a mudança no teor de humidade e reduzir a perda de calor, especialmente na intervenção em grandes estruturas, onde os equipamentos são difíceis de implementar e manusear (CCI, 2017).

Desinfestação com atmosferas modificadas

O ar contém aproximadamente 21% de oxigênio (O_2), 78% de azoto (N_2), 0,9% de árgon (Ar) e 0,03% de dióxido de carbono (CO_2) em volume. O tratamento por anóxia ou com atmosferas modificadas para erradicação de pragas de insetos envolve a alteração das proporções normais desses gases atmosféricos para criar uma atmosfera letal. O termo anóxia advém do facto de que, nestas atmosferas, os níveis de oxigênio são muito reduzidos. A desinfestação por anóxia deve matar o inseto adulto, a larva, a pupa e o ovo. Embora possam existir variações entre espécies e estágios de desenvolvimento há sempre a necessidade de oxigênio, que é idêntica em todas as espécies de insetos (Florian, 1997; Homem, 1997).

Modificar a atmosfera como forma de aniquilação de pragas pode envolver vários processos, como a diminuição do oxigênio com recurso a um gás inerte como o azoto, ou nitrogénio (N) e o uso de redutores de oxigênio (Homem, 1997; Trematerra & Pinniger, 2018).

O oxigênio e o azoto, influenciam a abertura da válvula dos espiráculos. Para os insetos, a retenção de água corporal é essencial. A abertura e o fecho das válvulas dos espiráculos permitem a entrada e saída de ar do inseto, mas também do vapor de água. A vibração das válvulas é considerada um método de prevenção da perda de água. O espiráculo abre-se quando a concentração de oxigênio é menor do que no ar atmosférico normal. Está bem estabelecido que, tanto a diminuição do oxigênio quanto o aumento do azoto puro fazem com que os espiráculos se abram. Durante os períodos

com falta de oxigênio, os processos de respiração anaeróbia⁸² são responsáveis pela acumulação de ácido láctico.

Não está estabelecida com exatidão a razão pela qual os insetos morrem quando sujeitos a intervenções com atmosferas modificadas. A morte pode ocorrer por desidratação, aumento da acidez devido às concentrações de ácido láctico nos fluídos corporais ou falta de energia química para processos metabólicos. Intervenções que envolvam a ausência, ou baixos níveis de O₂, o aumento de N puro, provocam alterações no funcionamento normal dos espiráculos e a sua abertura involuntária, o que sugere que a desidratação é a causa mais provável para a morte dos insetos (Florian, 1997).

Estas intervenções podem ser aplicadas em câmaras ou bolhas ou em sacos de plástico com uma permeabilidade baixa. No primeiro caso, o ar é evacuado e substituído por azoto e os objetos podem ficar nestas condições durante mais de três semanas, sendo que depois é libertado o vácuo, o N é removido e a câmara é arejada. Quando os objetos estão dentro de sacos de plástico, por norma, são utilizados redutores de oxigênio que vão reduzir os níveis até impossibilitar a respiração dos insetos (Trematerra & Pinniger, 2018).

A anóxia pode ser realizada à temperatura ambiente (aproximadamente 20°C) em sacos plásticos transparentes ou metalizados, e o acondicionamento a longo prazo em sacos de anoxia protege significativamente o objetos de serem infestados novamente. Como desvantagem, há sempre a possibilidade de, se for utilizado um saco, a anoxia nas bolsas seja comprometida pela existência de orifícios ou vedações defeituosas (CCI, 2017).

⁸² Ver ApA.

4. Contributos para a identificação dos insetos que afetam as coleções museológicas

Este capítulo foca-se na introdução de ferramentas úteis para a identificação dos insetos, tema focal desta dissertação. Neste sentido, foi realizado um levantamento de possíveis plataformas de apoio *online*, e outros formatos como posters ilustrativos, e uma chave dicotómica. Foi também considerado o panorama português no que diz respeito à disponibilização de dados referentes a esta problemática.

Neste capítulo, é também introduzido o manual ilustrado de apoio à identificação de insetos em museus e à gestão da sua atividade, uma ferramenta de divulgação desenvolvida no contexto desta dissertação e que tem como objetivo ser um instrumento de apoio aos profissionais dos museus, na execução da tarefa de identificação de espécies de insetos que afetam as coleções museológicas, assim como indicar algumas medidas de boas práticas no que diz respeito à monitorização e prevenção dos insetos.

4.1. Contexto português

No decorrer do processo de elaboração desta dissertação e de acordo com a revisão da literatura que foi realizada, foi possível perceber que não existe muita informação referente à influência que os insetos têm nos espaços museológicos em Portugal. Não foram encontrados estudos de nenhuma instituição portuguesa que descrevam, mesmo que de forma geral, que insetos são mais predominantes e que esforços estão a ser desenvolvidos no sentido de prevenir a sua ação em particular. No entanto, pode ser referido o facto da Biblioteca Nacional ter feito a tradução do livro do autor David Pinniger, *Controlo de pragas em museus, arquivos e casas históricas* (2008), uma publicação bastante relevante na temática do controlo de pragas, sendo esta uma boa medida para tornar mais acessível a informação.

Deve também ser referida a publicação *Plano de Conservação Preventiva: Bases orientadoras, normas e procedimentos* (Camacho, 2007). Este texto, publicado pelo

Instituto dos Museus e da Conservação, apresenta informações detalhadas acerca do que é o controlo biológico e da importância de um controlo integrado de infestações, apresentando várias medidas importantes no que diz respeito à prevenção e monitorização destes agentes nocivos. Apesar de não apresentar uma lista extensiva de insetos que afetam as coleções, introduz alguns géneros e espécies de insetos que provocam preocupações em instituições museológicas, sendo já um contributo válido para a temática.

4.2. Diferentes formatos de apoio para a identificação de insetos

A identificação da espécie, ou espécies, de insetos que se alimentam de coleções não é uma tarefa fácil. Com um número tão elevado de espécies e subespécies e com características morfológicas tão semelhantes é, muitas vezes, impossível fazer um diagnóstico correto na primeira tentativa.

Constitui outro problema, o facto de que, apesar de os insetos adultos serem visualizados com mais frequência e facilidade, são os estágios larvares que provocam os piores danos. Os adultos estão mais ativos nos meses de verão, com temperaturas mais elevadas, mas as larvas vão alimentar-se e vão crescer ao longo do ano (Pinniger & Winsor, 2004).

No entanto, parte de um programa de controlo integrado de pragas consiste na correta identificação das espécies e das evidências de atividade. Por isso, a recolha de informações associadas a estas evidências durante os processos de limpeza e monitorização são tão importantes, pois muitas vezes fornecem pistas essenciais à identificação.

Idealmente, cada instituição teria um membro na equipa capaz de fazer uma correta identificação das espécies mais comuns, ou, então, investir parte dos recursos financeiros em cursos de formação adequados (Pinniger & Winsor, 2004), o que também constitui uma medida importante de um plano de controlo integrado de pragas.

Mesmo assim, com recurso a um microscópio ótico, boas fontes, e guias de identificação, as equipas dos museus podem conseguir fazer um diagnóstico acertado, pelo menos, dos insetos mais comuns. Em casos onde esta metodologia não resulta, é sempre útil estabelecer parcerias com equipas de outras áreas científicas e instituições, por exemplo empresas de controlo de pragas ou universidades, incluindo o contacto de um entomologista que possa auxiliar no processo de identificação e níveis de atividade.

Utilização de chaves dicotómicas

Uma forma bastante eficaz de situar um inseto desconhecido dentro de uma classificação taxonómica é através do uso de chaves dicotómicas⁸³, que podem constituir uma ferramenta importante, principalmente quando o investigador não tem muita experiência na área.

Muitas espécies de insetos adultos partilham determinadas características morfológicas externas, como a coloração, o tamanho, a presença ou ausência de asas, assim como o seu número e a sua disposição sob o tórax, por exemplo, pelo que a identificação direta da espécie pode ser complicada. Assim, a utilização de uma chave dicotómica abrangente, que inclua um número considerável de ordens, constitui um bom começo no processo de identificação, pois vai restringir a área de busca. Uma vez que cada etapa da chave consiste numa escolha direta, entre duas opções mutuamente exclusivas, cuja escolha é baseada apenas na observação direta do espécime, o investigador é encaminhado para uma classificação de uma forma simples e estruturada⁸⁴.

Posters ilustrados

Como outra ferramenta de apoio à identificação de insetos, destacam-se os dois posters ilustrados, cujo tema é a identificação de pragas de insetos geralmente encontrados a

⁸³ Ver ApA.

⁸⁴ Ver ApD.

infestar museus e casas históricas no Reino Unido, publicados pelo *English Heritage* (English Heritage, 2021; Pinniger, Xavier-Rowe & Lauder, 2009)⁸⁵. Apesar de a informação contida nestes posters ser, claramente, destinada às instituições culturais inglesas, as espécies identificadas estão presentes em território português e, como tal, podem também infestar coleções nos museus portugueses.

Fontes *online* de identificação e gestão de pragas de insetos

Existem várias plataformas *online* que podem ser fontes de apoio para a identificação de insetos e outros artrópodes responsáveis por infestações de materiais, assim como fornecer informações acerca de como monitorizar e controlar os insetos e outras pragas. Algumas estão associadas a empresas especializadas em desinfestação, como a *Insects Limited Incorporated*, apesar de que o foco desta empresa não é, obviamente, a identificação de insetos, a sua plataforma *online* disponibiliza dicas úteis para a identificação e, especialmente, a monitorização.

Outras plataformas, como a *Museumpests.net: Integrated Pest Management for Cultural Heritage*, *Insectes du Patrimoine Culturel*, *What's eating your collection?*, *Pest Partners project*, *English Heritage* e *Pest Odyssey UK*, já foram desenvolvidas num contexto museológico e são o resultado de parcerias entre organizações culturais e governamentais. Estas plataformas, descritas em pormenor no Apêndice D, foram utilizadas como fontes de inspiração e como referência para a elaboração do manual, proposto de seguida.

4.3. Proposta de elaboração de um manual ilustrado de apoio à identificação de insetos em museus

Anteriormente foram apresentadas várias ferramentas de apoio à identificação de insetos nas coleções museológicas. Deve ser referido que existem muitas mais

⁸⁵ Ver Anexo A.

publicações, artigos, plataformas *online* de universidades que, pelo seu elevado número não podem ser todas referidas nesta dissertação. Todavia, todas estas informações encontram-se dispersas, podendo ser difícil filtrar e navegar no meio de tanta informação. Assim a informação não é escassa, mas esteja talvez pouco organizada.

Assim, constatou-se que havia uma necessidade de aglomerar as informações, numa plataforma mais “física”, de fácil compreensão e bastante visual, que permitisse ao utilizador recolher o maior número de informação referente à espécie em questão, assim como formas de identificar e prevenir o problema. Em muitas das fontes de informação referidas, discutia-se a biologia dos insetos, mas não o controlo da sua atividade, ou então existia informação acerca de como identificar, mas não imagens suficientes que permitissem uma fácil identificação visual ou dos danos provocados.

Também se notou a necessidade de mais fontes de informação escritas em português, uma vez que a maioria da informação disponível nos *websites* referidos se encontram em inglês, o que pode dificultar a interpretação e utilização da informação.

Com isto em mente, nesta dissertação é proposto um manual ilustrado de apoio à identificação de insetos em museus e à gestão da sua atividade.

O objetivo principal deste manual é constituir um instrumento de apoio aos profissionais dos museus, de aplicação potencial e útil a outras instituições culturais, na execução da tarefa de identificação de espécies de insetos que afetam as coleções museológicas, direta e indiretamente. Uma tarefa que se considera essencial à gestão da sua atividade, ou seja, que suportará a decisão quanto a estratégias para eliminar ou mitigar subsequentes danos e perda, para a conservação preventiva dos bens culturais.

Relativamente ao seu conteúdo, o manual adota uma estrutura que procura facultar informação sistematizada, do geral para o particular, de forma precisa e científica, mas orientada por um sentido que possibilite uma leitura e aplicação prática fáceis.

Inicia com um glossário, onde são apresentadas as definições de alguns termos científicos, usados nas fichas de identificação, que podem ser desconhecidos dos utilizadores do manual. Alguns termos são acompanhados dos correspondentes em

língua inglesa, para ajudar o utilizador na descodificação de algumas referências a que poderá recorrer.

Os insetos estão agrupados por ordens, onde se regista um dinamismo no ajuste da sua classificação, um vez que, nas referências consultadas, nem sempre havia consenso entre autores. Espécies podem ser integradas em diferentes ordens à medida que se avança no conhecimento. Pela sua relevância para as coleções, consideram-se as seguintes ordens: Zygentoma, Blattodea, Coleoptera e Lepidoptera.

Para cada uma, é feita uma pequena apresentação. O objetivo é ajudar a contextualizar os insetos no panorama geral, ou seja, sendo a ordem um grupo taxonómico mais abrangente, isso significa que os seus integrantes vão apresentar um conjunto de características específicas, que podem ajudar na identificação ao restringir a área de procura.

Em seguida, apresentam-se fichas de identificação individual de alguns insetos. Agrupam-se referências e sistematizam informações relevantes acerca de vários aspetos do inseto, concretamente: A sua taxonomia; Características-chave; Alimentação e atividade; Materiais vulneráveis e evidências de dano; Métodos de monitorização e prevenção. Espera-se que auxiliem o utilizador a identificar corretamente a espécie e a controlar a sua atividade. Para facilitar o processo, são apresentadas figuras que ilustram os aspetos identificados mais significativos.

É necessário referir que se decidiu que na formulação deste manual, não seriam incluídas as referências nos textos. Com esta medida, a intenção é tornar o texto mais visualmente limpo, ao não interromper as informações fornecidas com referências. Apenas as figuras têm associada uma referência de modo a facilitar a sua identificação.

Não obstante, é reconhecida a importância de dar crédito aos autores dos dados recolhidos e, por isso, no final da apresentação das ordens e no final de cada ficha de identificação, é indicada toda a bibliografia que foi consultada para a obtenção das informações que foram descritas.

Já a estrutura interna das fichas de identificação é discutida de seguida, onde é apresentada uma ficha modelo, com indicações acerca de como cada campo foi preenchido.

Nome comum – Ex. Common Silverfish (EN); Peixinho de prata (PT)

Cada ficha tem como título o nome pelo qual a espécie é geralmente referida, para facilitar o seu reconhecimento. Uma vez que as referências utilizadas estavam maioritariamente escritas em inglês e devido à maior facilidade em encontrar informação relevantes às espécie quando a pesquisa é realizada com a terminologia inglesa, considerou-se importante fazer esta opção linguística.

No entanto, quando é conhecido um nome comum em português para a mesma espécie, o termo também é incluído, uma vez que é importante que cada espécie tenha um nome comum português, de forma a uniformizar a informação e possível troca de conhecimentos entre equipas museológicas, no panorama nacional.

Nome científico – Ex. *Lepisma saccharina* Linnaeus, 1758

Talvez mais importante que o nome comum, é referido o nome científico. Como discutido no primeiro capítulo, referente à taxonomia, a sua importância prende-se com a universalidade do nome e conseqüente homogeneidade linguística, evitando assim erros de identificação.

Assim, é referido o nome do autor que nomeou a espécie e a data, de acordo com as regras estabelecidas pelo Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.

Tal como num cartão de identificação, ao lado da descrição taxonómica da espécie, é apresentada uma figura que serve como primeira impressão do aspeto geral do inseto, uma vez que depois são apresentadas outras imagens que demonstram, com mais pormenor, aspetos da morfologia externa do animal.

Caracterização biológica e ciclo de vida

Nesta secção são apresentadas algumas características do inseto, com mais destaque para as características morfológicas externas, que vão contribuir para a identificação do

animal. Entre estas consideram-se importantes aspetos como o número de pernas, asas, ou apêndices, a coloração, o tamanho do corpo, tanto do inseto adulto como dos estágios imaturos, entre outros fatores relevantes para uma correta identificação.

Outro ponto fundamental discutido nesta secção é o ciclo de vida do inseto. Este é um aspeto muito importante da biologia do animal, porque vai determinar muitos aspetos relevantes para a sua identificação. Dependendo se o ciclo de vida é ametábolo, hemimetabólico ou holometabólico, o inseto pode passar por metamorfoses e, por isso, apresentar um aspeto diferente, de acordo com o estágio de vida em que se encontra. Quando são encontrados vestígios de insetos nas coleções, principalmente se se trata de um infestação ativa, podem ser encontradas larvas, pupas, ou exúvias, pelo que é necessário ter conhecimentos acerca dos insetos imaturos, para que possam ser identificados. Da mesma forma, o tamanho e aspeto geral dos ovos, são características relevante para uma correta identificação.

Alimentação e atividade

Nesta secção do manual são brevemente apresentadas as características da dieta preferida do inseto, assim como o seu aparelho bucal. Estes dados são importantes para a compreensão de quais os materiais mais suscetíveis a servir de alimento e sofrer danos, um ponto diretamente relacionado com a seguinte secção do manual.

A atividade do inseto, refere-se ao seus hábitos, ou seja, se são mais ativos durante o dia, ou se preferem a noite para se alimentarem. Estes dados são importantes, principalmente no que toca à monitorização.

Materiais vulneráveis e evidências de dano

Diretamente relacionada com a secção anterior, nesta parte do manual são apresentadas as evidências de atividade e danos provocados nos objetos, para que o utilizador saiba o que deve procurar e a que fatores deve estar mais atento, durante as inspeções às coleções. Para isto, são apresentadas várias imagens-tipo, que melhor demonstram estes danos e fornecem um apoio visual orientado, que muitas vezes faz falta num texto mais descritivo.

Métodos de monitorização e prevenção

Nesta secção são apresentadas, de forma sucinta, algumas formas de prevenir e controlar as infestações provocada pelo inseto representado na ficha de identificação.

Dependendo se o animal é mais sedentário, se é rastejante, ou voador, ou uma combinação de ambos (podendo até variar ao longo do ciclo de vida), isto vai afetar e eficácia dos métodos de prevenção e monitorização. Um inseto rastejante, principalmente um que o seja a vida toda, como o peixinho-de-prata, vai ser facilmente apanhado em armadilhas adesivas colocadas no chão. Já no caso das traças, que passam a maioria do seu ciclo de vida como larvas, a formar casulos nos tecidos infestados, estas armadilhas são pouco eficazes, sendo as armadilhas com base em feromonas, que atraem os adultos voadores, mais indicadas.

Bibliografia

Por fim, no último separador da ficha do manual, são apresentadas as fontes bibliográficas, das informações organizadas em cada uma das respetivas fichas.

Considerações finais

Com a realização desta dissertação, foi possível assumir algumas considerações. Primeiro, uma vez que é quase impossível excluir por completo os insetos dos edifícios, a presença destes animais em contexto museológico pode ser relativamente inofensiva, se as populações dos insetos forem devidamente monitorizadas e se for implementado um programa de controlo integrado de pragas eficiente e adequado às necessidades do museu.

No entanto, quando estas medidas falham ou não são aplicadas, os insetos estabelecem-se dentro do edifício. Se a sua presença não for detetada a tempo, vão instalar-se, reproduzir-se e, como consequência, vão provocar danos e perda de objetos museológicos.

Considera-se que, apesar dos valores específicos variarem de acordo com a espécie, a maioria dos insetos prefere ambientes quentes e húmidos. Existem outros fatores que influenciam a atividade dos insetos e que devem ser considerados, principalmente o facto de que se estabelecem em macro ambientes, mas são essencialmente encontrados em microclimas, com condições diferentes das do espaço circundante.

Salienta-se que os insetos têm dietas específicas e que se alimentam de diferentes materiais de acordo, essencialmente, com a sua necessidade nutricional e a sua biologia interna e externa. Os danos provocados e as evidências de atividade encontradas são, muitas vezes, a única forma de detetar uma infestação. As coleções mais vulneráveis à atividade dos insetos são as coleções documentais, de têxteis, de bens etnográficos e as de história natural, uma vez que são aquelas que concentram mais materiais apetecíveis, para várias espécies de insetos, num único local.

Em relação à sua identificação considera-se que ter um conhecimento mais aprofundado da taxonomia, biologia e comportamentos dos insetos é muito importante. Os insetos atuam dentro dos edifícios da mesma forma que atuam no exterior, o que se altera é essencialmente o formato do alimento. Assim, entender, mesmo que de forma geral, como os insetos são classificados, permite identificá-los mais facilmente com base em características comuns e que possam ser comparadas.

Saber como o corpo do inseto está organizado auxilia a sua identificação e perceção em observações visuais. Da mesma forma, a compreensão dos sistemas internos dos insetos pode contribuir para uma melhor identificação e gestão das pragas, nomeadamente fatores como os seus ciclos de vida, como se comunicam e que comportamentos estabelecem entre si. Todos estes fatores permitem adequar melhor os métodos de prevenção e controlo às espécies que são identificadas.

Foi, ainda, possível assumir que, no contexto português, esta área poderia ser mais estudada, sendo que se notou alguma falta de informação específica acerca, essencialmente, da existência e distribuição das espécies em contexto museológico.

Ainda no contexto português, verifica-se a necessidade de uma ferramenta de apoio à identificação de espécies de insetos, uma vez que não foi encontrada nenhuma referência com estas características, nem que fornecesse, no mesmo texto, informações úteis, escritas em português e apoiadas por imagens representativas, para tornar a identificação e gestão de espécies específicas mais fácil.

Também foi perceptível, através da revisão da literatura, que não existem registos nem informações disponíveis acerca de como os museus portugueses lidam com este problema.

Como trabalhos futuros e à semelhança do que já existe noutros países, como foi referido no quarto capítulo, notou-se que a existência de uma plataforma *online* disponível para todos os museus e outras introduções culturais, onde fosse possível consultar e introduzir dados, para que pudessem ser registadas as ocorrências de insetos em contexto museológico português, seria uma ferramenta bastante útil. Uma plataforma assim iria contribuir para uma melhor perceção de que insetos são mais comuns e em que áreas do país.

A recolha destes dados também seria útil para adequar os estudos às necessidades, ou seja, com mais informações acerca de que insetos são predominantes, torna-se mais fácil adequar as ferramentas de ajuda, como o manual desenvolvido nesta dissertação, às necessidades dos museus em Portugal. Também iria permitir uma comunicação mais fácil e direta entre equipas museológicas de diferentes museus, no que diz respeito a

esta temática, e estimular a troca de informações e experiências, pelo que poderia ser uma ferramenta útil.

Referências

- Alarcão, C. (2007). Prevenir para preservar o património museológico. *Revista do Museu Municipal de Faro*, 8-33.
- Ashley-Smith, J. (1999). *Risk Assessment for Object Conservation*. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann. ISBN 07506 2853 7
- Bartlett, C. (n.d.). *Peacock mantis shrimp*. Encyclopaedia Britannica. Retrieved from: <https://www.britannica.com/animal/arthropod#/media/1/36943/186847>
- Brimblecombe, P. & Brimblecombe, T. C. (2014). Trends in insect catch at historic properties. *Journal of Cultural Heritage*, 16(2), 127–133. doi:org/10.1016/j.culher.2014.05.005
- Brokerhof, A., W., Zanen, B., Watering, K., & Porck, H. (2007). *Buggy Biz: Integrated pest management in collections*. Amsterdam, Netherlands: Institute for Cultural Heritage (ICN). Retrieved from: <https://lib.hku.hk/hkpages/wp-content/uploads/2015/12/buggy-biz.pdf>
- Camacho, C. (2007). *Plano de Conservação Preventiva: Bases orientadoras, normas e procedimentos*. Lisboa, Portugal: Instituto dos Museus e da Conservação.
- Canadian Conservation Institute (CCI). (2017). *Comparison of Treatment Methods*. Retrieved from: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pests/comparison-treatment-methods.html>
- Catalog of Life. (2022). *Insecta*. Retrieved from: <https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/H6>
- Chapman, R. F. (2013). *The Insects: Structure and function* (5th ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Child, R. E. (2007). Insect damage as a function of climate. In T. Padfield & K. Borchersen (Eds.), *Museum microclimates* (pp. 57-60). Copenhagen: National Museum of Denmark.

ISBN 978-87-7602-080-4. Retrieved from:
<http://eprints.sparaochbevara.se/158/1/child.pdf>

Cranston, P. S. & Gullan, P. J. (2014). *The insects: An outline of entomology* (5th ed.). Oxford, UK: John Wiley & Sons, Ltd. ISBN 978-1-118-84615-5. Retrieved from:
<https://docero.com.br/doc/51sne8>

Decreto-Lei no 161/97 de 26 de junho de 1997 do Ministério da Cultura. Diário da República: Série I-A, No 145 (1997). Disponível em:
<https://files.dre.pt/1s/1997/06/145a00/31193127.pdf>

Direção geral do Património Cultural (DGPC). (2022). *Como credenciar um museu? Rede Portuguesa de Museus*. Retrieved from:
http://www.patrimoniocultural.gov.pt/static/data/museus_e_monumentos/credenciao_museus_rpm_2022_site.pdf

Doolittle, W. F. (2020). Evolution: Two domains of life or three? *Current Biology*. 30, 159-179. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.01.010>. Retrieved from:
<https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S0960-9822%2820%2930010-5>

Eckstein, W. A. & Bacharach, J. (2014). Chapter 5: Biological Infestations. In The National Park Service [NPS] Museum Management Program (Eds.), *The Museum Handbook Part I: Museum Collections* (pp. 1-87). Washington, WA: The National Park Service. Retrieved from: <https://www.nps.gov/museum/publications/mhi/mhi.pdf>

Encyclopaedia Britannica. (2012). *Insect diversity*. Retrieved from:
<https://www.britannica.com/animal/insect/Circulatory-system#/media/1/289001/139386>

English Heritage. (2021). *Insect Pests found in Historic Houses and Museums* [Poster]. Swindon, UK: English Heritage. Retrieved from: https://www.english-heritage.org.uk/siteassets/home/learn/conservation/collections-advice--guidance/eh-bugs-poster-web_240321.pdf

English Heritage. (n.d.a). *About us*. Retrieved from: <https://www.english-heritage.org.uk/about-us/>

English Heritage. (n.d.b). *Collections conservation advice and guidance: Pests*. Retrieved from: <https://www.english-heritage.org.uk/learn/conservation/collections-advice-and-guidance/>

Erbe e Pooley. (n.d.). *Acarid: rust mite*. Encyclopaedia Britannica. Retrieved from: <https://www.britannica.com/animal/arthropod#/media/1/36943/154188>

Feilden, B. M. (2003). *Conservation of Historic Buildings* (3rded.). Oxford, UK: Architectural Press.

Florian, M-L, Kronkright, D. P. & Norton, R. E. (1990). *The Conservation of Artifacts Made from Plant Materials*. The Getty Conservation Institute. Retrieved from: https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/pdf_publications/pdf/cons_artifacts.pdf

Florian, M-L. (1997). *Heritage Eaters: Insects & Fungi in Heritage Collections*. London, UK: James & James (Science Publishers). doi:10.14288/1.0342857. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/2429/60698>

Global Biodiversity Information Facility (GBIF). (n.d.). *Macaria minorata Packard, 1873*. Retrieved from: <https://www.gbif.org/species/9446286>

Guerreiro, O. & Borges, P. A. V. (2015). *Monitorização da espécie de térmita de madeira seca *Cryptotermes brevis* no arquipélago dos Açores (2010-2015)*. Grupo de biodiversidade dos Açores. Retrieved from: <http://frct.azores.gov.pt/wp-content/uploads/2017/11/1.pdf>

Hansena, L. S., Åkerlundb, M., Grøntoft, T., Ryhl-Svendsen, M., Schmidt, A. L., Berghb, J-E., Jensene, K-M. V. (2012). Future pest status of an insect pest in museums, *Attagenus smirnovi*: Distribution and food consumption in relation to climate change. *Journal of Cultural Heritage* 13, 22–27. Retrieved from: https://pure.kb.dk/ws/portalfiles/portal/9989316/1_s2.0_S1296207411000549_main.pdf

Hickman, C. P., Roberts, L. S. & Larson, A. (2001). *Integrated Principles of Zoology* (11th ed.). Nova Iorque: McGraw Hill Education. ISBN 0–07–290961–7

Homem, P. M. (1997). *Pestes em museus: Meios alternativos de controlo*. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto (FLUP) - Departamento de Ciências e Técnicas do Património (DCTP) & Laboratório de Conservação e Restauro (LabCR).

Insectes du Patrimoine Culturel. (n.d.). *About this site*. Retrieved from: <http://insectes-nuisibles.cicrp.fr/en>

Insects Limited Incorporated. (n.d.a.). *Contact: Company History*. Retrieved from: <https://www.insectslimited.com/about>

Insects Limited Incorporated. (n.d.b.). *Who we serve: Museums, Libraries, & Historic Houses*. Retrieved from: <https://www.insectslimited.com/museums>

Insects Limited Incorporated. (n.d.c.). *Identify your pest: Fabric and Museum Pests*. Retrieved from: <https://www.insectslimited.com/museum>

Integrated Pest Management Working Group. (2012). *Solutions: Isolation/Bagging*. Retrieved from: <https://museumpests.net/solutions-isolationbagging/>

Integrated Pest Management Working Group. (n.d.). *Monitoring: General Considerations*. Retrieved from: <https://museumpests.net/monitoring-trapping/monitoring-trap-selection/>

Integrated Taxonomic Information System (ITIS) – Report. (2021). *Macaria minorata Packard, 1873*. Retrieved from: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=942380

International Commission on Zoological Nomenclature (ICZN). (n.d.). *Article 51. Citation of names of authors*. Retrieved from: <https://www.iczn.org/the-code/the-code-online/>

Justin Anthony Groves. (2012, July 27). *Collembola* [Blog post]. Retrieved from: <https://blogs.reading.ac.uk/whiteknightsbiodiversity/2014/12/01/the-lichen-symbiosis-part-4/collembola-sp/>

Keene, S. (2002). *Managing Conservation in Museums* (2nded.). Oxford, UK: Butterworth-Heinemann. ISBN 0 7506 5603 4.

Key to Common Insect Orders. (n.d.) Retrieved from:
<https://frst307.sites.olt.ubc.ca/files/2017/09/Dichotomous-key-to-Orders.pdf>

Lauder, D. & Pinniger, D. (2021). *English Heritage Guideline for Insect Pest Management (IPM) in English Heritage historic properties*. Swindon, UK: English Heritage. Retrieved from:
<https://www.english-heritage.org.uk/siteassets/home/learn/conservation/collections-advice--guidance/eh-guideline-for-insect-pest-management-ipm-in-eh-historic-properties---website-version.pdf>

Lei no 47/2004 de 19 de agosto da Assembleia da República. Diário da República: Série I-A, No 195 (2004). Disponível em: <https://dre.pt/application/conteudo/480516>

Leonhardt, S. D., Menzel, F., Nehring, V. & Schmitt, T. (2016). Ecology and evolution of communication in social insects. *Cell*. 164, (March 10), 1277-1287. doi.org/10.1016/j.cell.2016.01.035. Retrieved from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0092867416300496>

Michalski, S., (2004). Conservação e Preservação do acervo. In J.P. Boyla, *Como gerir um museu: Manual prático* (pp.55-96). Paris, França: Conselho Internacional de Museus (ICOM).

Museum Pests.net. (n.d.a). *About Us*. Retrieved from: <https://museumpests.net/about-us/>

Museum Pests.net. (n.d.b). *About Us: Our Mission*. Retrieved from:
<https://museumpests.net/about-us/about-us-our-mission/>

Paterlini M. (2007). There shall be order: The legacy of Linnaeus in the age of molecular biology. *EMBO Reports*, 8(9), 814-816. <https://doi.org/10.1038/sj.embor.7401061>. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1973966/>

Pest Hacks. (2016). *Silverfish Facts and FAQs: What You Need to Know to Fight the Good Fight*. Retrieved from: <https://pesthacks.com/silverfish-facts/>

Pest Odyssey U.K. (n.d.). Pest Odyssey Mission Statement and Vision. Retrieved from:
<http://www.pestodyssey.org/pest-odyssey-uk-mission-statement-and-vision.php>

Pinniger, D. & Winsor, P. (2004). *Integrated pest management: A guide for museums, libraries and archives*. London, UK: Museums, Libraries and Archives Council.

Pinniger, D. (2008). *Controlo de pragas em museus, arquivos e casas históricas*. Lisboa, Portugal: Biblioteca Nacional. ISBN: 9789725653883.

Pinniger, D. (2011). New Developments in pest management for collections in museums and historic houses. *Conference Proceedings of the 7th international conference on urban pests* (pp.17-21), São Paulo, Brazil.

Pinniger, D., Xavier-Rowe, A. & Lauder, D. (2009). *Insect Pests found in Historic Houses and Museums* [Poster]. Swindon, UK: English Heritage. Retrieved from: <https://collectionstrust.org.uk/resource/insect-pests-found-in-historic-houses-poster/>

Porto Editora. (n.d.a). *Alburno*. Porto: Porto Editora. Retrieved from: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/alburno>

Porto Editora. (n.d.b). *Chave dicotómica*. Porto: Porto Editora. Retrieved from: [https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/\\$chave-dicotomica](https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$chave-dicotomica)

Porto Editora. (n.d.c). *Exúvia*. Porto: Porto Editora. Retrieved from: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/ex%C3%BAvia>

Porto Editora. (n.d.d). *Infestação*. Porto: Porto Editora. Retrieved from: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/infesta%C3%A7%C3%A3o>

Porto Editora. (n.d.e). *Respiração*. Porto: Porto Editora. Retrieved from: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/respira%C3%A7%C3%A3o?express=respira%C3%A7%C3%A3o+anaer%C3%B3bia>

Porto Editora. (n.d.f). *Sinapse*. Porto: Porto Editora. Retrieved from: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/sinapse>

Querner, P. (2015). Insect Pests and Integrated Pest Management in Museums, Libraries and Historic Buildings. *Insects*, 6, 595-607. doi:10.3390/insects6020595.

- Querner, P., Sterflinger, K., Derksen, K., Leissner, J., Landsberger, B., Hammer, A., Brimblecombe, P. (2022). Climate Change and Its Effects on Indoor Pests (Insect and Fungi) in Museums. *Climate*, 10(103), 1-10. Retrieved from: <https://www.mdpi.com/2225-1154/10/7/103>
- Raid. (n.d.). *Bugs: Fleas*. Retrieved from: <https://www.raid.com/en-us/bugs/fleas>
- Resh, V., & Cardé, R. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of insects* (2nd ed). Burlington, MA: Academic Press. Retrieved from: <http://ibimm.org.br/wp-content/uploads/2017/05/enciclopedia-de-insetos-ingles.pdf>
- Ross, E.S. (n.d.). *Centipede*. Encyclopaedia Britannica. Retrieved from: <https://www.britannica.com/animal/arthropod#/media/1/36943/4741>
- Ryder, S. & Mendez, A. (2014). Using risk zones in museums as part of an IPM programme. *Paper presented at the 11th International Working Conference on Stored Product Protection* (pp.729-733), Chiang Mai, Thailand. doi: 10.14455/DOA.res.2014.113
- Skully Bob. (2013, December 20). *Diptera True Flies*. Retrieved from: <http://www.bobs-bugs.info/2013/12/20/diptera-true-flies/>
- South West Museum Development. (2020,a). *Who we are*. Retrieved from: <https://southwestmuseums.org.uk/who-we-are/>
- South West Museum Development. (2020,b). *Pest Partners*. Retrieved from: <https://southwestmuseums.org.uk/what-we-do/projects/pest-partners/>
- Stork, N. E. (2018). How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on earth? *Annual Review of Entomology*, 63(1), 31-45. DOI:10.1146/annurev-ento-020117-043348. Retrieved from: <http://ecologylabs.org/wp-content/uploads/2018/03/Estimate-of-insect-species.pdf>.
- Strang, T. & Kigawa, R. (2022). *Agent of Deterioration: Pests*. Canadian Conservation Institute. Retrieved from: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pests.html#pest-parasites2b>

The legacy of Linnaeus: Taxonomy in an age of transformation. (2007, March 15) *Nature*. 446(7133), 231-232. <https://doi.org/10.1038/446231b>. Retrieved from: <https://www.nature.com/articles/446231b>

Thermo Lignum Ecological Insect Pest Eradication. (n.d.). *Thermo lignum® warmair method*. Retrieved from: <https://www.thermolignum.com/en/thermo-lignum-warmair-method.html>

Trematerra, P., & Pinniger, D. (2018). Museum Pests–Cultural Heritage Pests. In Athanassiou C., Arthur F. (Eds.), *Recent Advances in Stored Product Protection* (pp. 229-260). Berlin, Germany: Springer.

Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. (2005). *Borror and DeLong's Introductions to the Study of Insects* (7th ed). Belmont, CA: Thompson Brooks/Cole. Retrieved from: <https://www.pdfdrive.com/borror-and-delongs-introduction-to-the-study-of-insects-d183745318.html>

Waller, R. R., (1994). Conservation risk assessment: A strategy for managing resources for preventive conservation. *Studies in Conservation*, 39(sup2), 12-16. doi: 10.1179/sic.1994.39.Supplement-2.12

What's Eating Your Collection? (n.d.). *About: Introduction*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/about>

Wheeler, Q. (2009). The science of insect taxonomy: Prospects and needs. In Footitt, R. G. & Adler, P. H. (Eds.), *Insect biodiversity: Science and society* (pp. 359-380). United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd. ISBN: 978-1-405-15142-9. Retrieved from: <https://www.pdfdrive.com/insect-biodiversity-science-and-society-e158574655.html>

Williams, T. A., Cox, C. J., Foster, P.G., Szöllősi, G. J. & Embley, T. M. (2020). Phylogenomics provides robust support for a two-domains tree of life. *Nat Ecol Evol*. 4(1), 138-147. doi:10.1038/s41559-019-1040-x. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6942926/>

Woese, C. R., Kandler, O. & Wheelis, M. L. (1990). Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *Evolution*, 87, 4576-4579. doi:<https://www.pnas.org/doi/pdf/10.1073/pnas.87.12.4576>

Zettler, A. J., Mateer, C. S., Link-Pérez, M., Bailey, B. J., Demars, G. & Ness, T. (2016). To Key or not to Key: A New Key to Simplify & Improve the Accuracy of Insect Identification. *The American Biology Teacher*, 78(8), 626-633. Reston, VA: National Association of Biology Teachers. doi: 10.1525/abt.2016.78.8.626. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/309958973_To_Key_or_Not_to_Key_A_New_Key_to_Simplify_Improve_the_Accuracy_of_Insect_Identification

Zhang, J. (n.d.). *Copulation*. Encyclopaedia Britannica. Retrieved from: <https://www.britannica.com/animal/arthropod#/media/1/36943/249985>

Anexos

Anexo A - Posters ilustrados de identificação de pragas de insetos, publicados pelo *English Heritage*.

Neste anexo são apresentados dois posters, publicados pela *English Heritage*, o primeiro em 2009 (Pinniger, Xavier-Rowe & Lauder, 2009) e o seguinte em 2021 (English Heritage, 2021) respetivamente. O objetivo de ambos é a exposição e identificação, através de fotografias e ilustrações, de uma seleção das pragas de insetos mais comuns em museus e casas históricas no Reino Unido., mas como referido no Capítulo 4, podem ser úteis em contexto português também.

Existem diferenças entre os dois posters, enquanto que o primeiro tem um carácter mais expositivo, com pouca informação, o segundo é mais cuidado, apresenta novos dados, como em que região da casa histórica é mais comum encontrar as espécies, o que é útil, ou do que se alimentam, com um pouco mais de detalhe. Em relação às espécies apresentadas, o poster de 2009 faz referência a 4 espécies de besouros como não sendo pragas, enquanto que o mais recente não faz essa distinção, e indica mais 4 espécies que o anterior, sendo por isso mais representativo.

ENGLISH HERITAGE

Insect Pests found in Historic Houses and Museums

Many insects are found in buildings and it is important to distinguish between those which are not pests and those that cause damage to objects or the building structure.


The illustrations are magnified and are much larger than life. The white symbol on each picture shows the actual body size of the insects.

A selection of the insects most commonly found in museums and historic houses in the UK are shown on this poster. Most damage is caused by immature insects, either nymphs (silverfish, booklice and woodlice) or larvae (beetles and moths).

For further information on insect identification and Integrated Pest Management (IPM) go to www.collectionslink.org.uk
Collections Trust


Moths

Webbing clothes moth
Tinea bissulalis




Larvae eat wool, fur, feathers, silk and skins.

Case-bearing clothes moth
Tinea pellonella



Larvae eat wool, fur, feathers, silk and skins.

Indian meal moth
Plodia interpunctella




Larvae eat dried food such as cereals and nuts.

Brown house moth
Hyalomelipotria pseudograpta



Larvae sometimes attack damp wool, fur, feathers and skins.


White-shouldered house moth
Endrosis sarcitrella



Larvae sometimes attack damp wool, fur, feathers and skins.


Other pests

Silverfish
Leptodea saccharalis




Nymphs and adults eat the surfaces of damp paper books and textiles.

Common booklouse
Epiecheilus bastrychophilus



Nymphs and adults eat the surface of damp paper and books.


Woodlice
Isopoda



They only attack rotting wood and vegetation.


Pest beetles

Death watch beetle
Xestobium rotifera




Larvae attack oak hardwood which has been damp.

Wood weevils
Petrasterhynchus huttonii and *Euclyptus confinis*




Larvae only attack really damp wood.

Brown carpet beetle or Vodka beetle
Attagenus unicolor




Larvae eat wool, fur, feathers, silk and skins.

Two-spot carpet beetle
Attagenus jodii




Larvae eat wool, fur, feathers, silk and skins.

Larder beetle
Dermeestes lardarius




Larvae eat wool, fur, feathers, silk and skins.

Cigarette beetle
Lasioderma serricorne




Larvae eat dried food, plant material and freeze-dried animals.

Mealworm beetle
Tenebrio molitor




Larvae live in bird nests and old cereals.

Black ground beetles
Carabidae




Mainly predators, invading from outside.

Furniture beetle/woodworm
Anobium punctatum



Larvae attack sapwood of many hardwoods such as oak and ash.

Biscuit beetle or drugstore beetle
Stegobium punctatum




Larvae eat dried food, plant material and freeze-dried animals.

Australian spider beetle
Rhysodius tectus




Larvae eat dried food and plant material.

Golden spider beetle
Nippon heliophilus




Larvae eat dried food and plant material.

Guernsey carpet beetle
Anthrenus sarax




Larvae eat wool, fur, feathers, silk and skins.

Varied carpet beetle
Anthrenus verbosus




Larvae eat wool, fur, feathers, silk and skins.

Harlequin ladybird
Harmonia axyridis



Invasive to hibernians in doors over winter.

Fungus beetles and plaster beetles
Mycetophilidae & Leptodermidae



Larvae eat mould and are indicators of damp conditions.

Non-pest beetles

Figura AnA1 – Poster ilustrado das pragas de insetos presentes nos museus e casas históricas (Pinniger, Xavier-Rowe & Lauder, 2009).

ENGLISH HERITAGE

INSECT PESTS

IN HISTORIC HOUSES AND MUSEUMS

1 PLASTER AND FUNGUS BEETLES

Feed on fungi in damp conditions

• Plaster beetle
Adonia virens

• Fungus beetle
Cryptophagus sp.

1 SILVERFISH

Adults and nymphs feed on damp paper, starch and mould

• Silverfish
Leptis axchoris

• Grey silverfish
Clavaspis longicaulus

1 WOOD WEEVIL

Adults and larvae live in very damp sapwood

• Wood weevil
Eurymyrus caryae

1 BOOKLOUSE

Adults and nymphs live in damp conditions and feed on paper, starch and mould

• Common booklouse
Lipocolea bostrychophila

2 LARDER AND HIDE BEETLES

Larvae eat dried meat, skin, fur and feathers. Found on dead birds and rodents

• Larder beetle
Dermeestes lardarius

3 WOOD-BORING BEETLES

Larvae tunnel in wood. Adult beetles make exit holes

• Furniture beetle or woodworm
Anobium punctatum
Larvae make tunnels in sapwood of hardwoods

• Deathwatch beetle
Xestobium rufoalbum
Larvae make tunnels in oak timbers which have been damaged by damp

4 SPIDER BEETLES

Found in bird nests and blocked chimney flues, the larvae feed on dead insects, dried food and plant material

• Australian spider beetle
Pinus iticus

• Golden spider beetle
Nipeta hobbesius

• White-marked spider beetle
Pinus fur

5 BISCUIT BEETLE

Larvae tunnel through dried food and plant material with a high starch content

• Biscuit beetle
Stegobium paniceum

4 MEALWORM

Found in old cereals, bird nests and chimney flues feeding on organic debris

• Mealworm
Tenebrio molitor

6 LADYBIRDS

Adults come indoors to hibernate in winter months

• Harlequin ladybirds
Harmonia axyridis

6 WOODLOUSE

Live in decaying wood and other organic matter and will not survive in dry indoor conditions

• Woodlouse
Porcellio sp.

6 GROUND BEETLES (CARABIDAE)

Predatory insects which come indoors for shelter

• Black ground beetle
Pterostichus sp.

6 CLUSTER FLY

Adults come indoors to hibernate in winter months

• Cluster fly
Polluxia rudis

7 CARPET BEETLES

Larvae eat wool, skin, fur and feathers

• Varnet carpet beetle
Antrrenus variabilis

• Guernsey carpet beetle
Antrrenus soricus

• Two-spot carpet beetle
Atrypa pella

• Brown carpet beetle or "wool" beetle
Anagrus sinuatus

5 CLOTHES MOTHS

Larvae eat wool, skin, silk, fur and feathers

• Common or webbing clothes moth
Tineola bisselliella
Larvae produce silk webbing

• Case-bearing clothes moth
Tricladia pallidella
Larvae live in silk cases

• Pale-backed clothes moth
Megastoma coccipunctella

5 HOUSE MOTHS

Found in bird nests and blocked chimney flues, the larvae feed on damp textiles and organic debris

• White-shouldered house moth
Ennomis sangalis

• Brown house moth
Holozanaphis panchangnana

5 MEAL MOTHS

Found in kitchens, the larvae eat dried food including cereals, nuts and dried fruit

• Indian meal moth
Plodia interpunctella

Figura AnA2 – Poster ilustrado das pragas de insetos presentes nos museus e casas históricas (English Heritage, 2021).

Apêndices

5. Apêndice A – Glossário

ADN – Ácido desoxirribonucleico, material genético de todos os organismos, caracteristicamente organizado em sequências lineares de genes (Hickman et al., 2001).

Alburno – Parte periférica do lenho do caule das árvores, a mais clara e menos rija, que circunda o cerne (Porto Editora, n.d.a).

Apódemas – Invaginações da cutícula que suportam os órgãos internos e facilitam a ligação da musculatura (Hickman et al., 2001).

Apterigotas - Insetos sem asas (primitivos) (Resh & Cardé, 2009).

Archaea – O grupo taxonómico, domínio, que inclui todos os organismos procariotas (Woese et al., 1990).

Bacteria – O grupo taxonómico, domínio, que inclui todas as bactérias (Woese et al., 1990).

Cercos - Apêndices simples ou segmentados do 11^o segmento abdominal dos insetos, que geralmente atuam como órgãos sensoriais (Resh & Cardé, 2009).

Cerda – Uma estrutura quitinosa em forma de agulha do integumento dos anelídeos, artrópodes e outros animais (Hickman et al., 2001).

Chave dicotómica – Método utilizado na classificação de seres vivos, que apresenta em cada nível duas alternativas mutuamente exclusivas. Cada conjunto de alternativas antítese deverá encaminhar para dois grupos distintos de seres vivos, com os mesmo caracteres. Numa chave dicotómica podem-se utilizar números, letras ou símbolos para indicar o caminho a seguir numa classificação (Porto Editora, n.d.b).

Cladograma – Um diagrama ramificado que mostra o padrão de partilha de caracteres derivados evolucionariamente entre espécies ou táxons superiores (Hickman et al., 2001).

Diapausa – Desenvolvimento atrasado que não é o resultado direto das condições ambientais predominantes (Cranston & Gullan, 2014).

Ecdise – A fase final da muda, o processo de libertação da cutícula (Cranston & Gullan, 2014).

Endoparasita – Um parasita que vive internamente à custa de outro organismo, mas que não mata esse organismo (Cranston & Gullan, 2014).

Entomologia – Ciência que se dedica ao estudo dos insetos (Hickman et al., 2001).

Epitélio – Tecido epitelial com funções de revestimento de superfícies no organismo, e de secreção e excreção de substâncias. (Cranston & Gullan, 2014).

Esclerito – Placa na parede do corpo do inseto cercada por uma membrana ou suturas (Cranston & Gullan, 2014).

Espiráculo – Uma abertura externa do sistema traqueal (Cranston & Gullan, 2014).

Esqueleto hidrostático – Esqueleto flexível suportado pela pressão exercida por um líquido (Cranston & Gullan, 2014).

Estágio – O período entre mudas, a duração do instar (Cranston & Gullan, 2014).

Esternito – Uma subdivisão do esterno (a superfície ventral de um segmento) (Cranston & Gullan, 2014).

Eucariota – Organismos cujas células contêm caracteristicamente um núcleo ou núcleos rodeados por uma membrana (núcleo bem definido) (Hickman et al., 2001).

Eucarya – O grupo taxonómico, domínio, que inclui todos os organismos eucariotas (Woese et al., 1990).

Eussocial – Um termo aplicado a algumas espécies de insetos e outros animais que vivem em grupos durante pelo menos parte do seu ciclo de vida. Insetos eussociais exibem cuidados cooperativos com a prole e uma sobreposição de gerações adultas nos seus grupos, e alguns indivíduos (trabalhadores) renunciam à reprodução para ajudar outros a se reproduzirem (Resh & Cardé, 2009).

Excreções metabólicas – Produtos residuais do metabolismo, especialmente compostos azotados (Cranston & Gullan, 2014).

Exoesqueleto – O esqueleto cuticular externo, endurecido, ao qual os músculos estão ligados internamente (Cranston & Gullan, 2014).

Exúvia – tegumento deixado pelos artrópodes, na ocasião da muda (Porto Editora, n.d.c).

Filogenia – A história evolucionária de um taxon (Cranston & Gullan, 2014).

Genoma – Toda a sequência de nucleotídeos de um organismo, incluindo todo o conjunto de genes (Resh & Cardé, 2009).

Gonocorismo – Diferenciação sexual entre os indivíduos (Cranston & Gullan, 2014).

Hemimetabólica – Espécie de insetos com um desenvolvimento hemimetabólico (passam por uma metamorfose incompleta) (Chapman, 2013).

Holometabólica – Espécie de insetos com um desenvolvimento holometabólico (passam por uma metamorfose completa) (Chapman, 2013).

Homologia – Identidade morfológica ou similaridade de uma estrutura, ou outra característica, em dois (ou mais) grupos diferentes (taxa) como resultado de uma origem evolutiva comum (Cranston & Gullan, 2014).

Homoplasia – Posse de características semelhantes ou idênticas devido à evolução convergente ou paralela em diferentes grupos (taxa), e não devido à herança direta de um ancestral comum (Cranston & Gullan, 2014).

Infestação – Ato ou efeito de infestar, de invadir ou de espalhar-se em grande número por; invasão de um determinado meio por elementos nocivos (Porto Editora, n.d.d).

Instar – O estágio de crescimento entre duas mudas sucessivas (Cranston & Gullan, 2014).

Integumento – A epiderme mais a cutícula; a cobertura externa dos tecidos vivos de um inseto (Cranston & Gullan, 2014).

Lúmen – Cavidade dentro do tubo digestivo (Cranston & Gullan, 2014).

Metâmero – Uma unidade corporal repetida ao longo do eixo longitudinal de um animal; um somito ou segmento (Hickman et al., 2001).

Monofilético – Descrição de um grupo (taxon) que inclui todos os descendentes de um único ancestral, reconhecido pela posse conjunta de características derivadas compartilhadas (Cranston & Gullan, 2014).

Morfologia – A ciência que se dedica ao estudo da estrutura. Inclui a citologia, o estudo da estrutura celular; a histologia, o estudo da estrutura dos tecidos, e a anatomia o estudo da estrutura geral (Hickman et al., 2001).

Neurotransmissor – Uma substância química que é liberada das terminações pré-sinápticas de um neurônio, e que transmite informações através da fenda sináptica para recetores específicos localizados na superfície das células pós-sinápticas (Resh & Cardé, 2009).

Ninfa – Um inseto imaturo após emergir do ovo, um estágio de desenvolvimento geralmente restrito a insetos que passam por uma metamorfose incompleta (Cranston & Gullan, 2014).

Ocelo - O olho “simples” de insetos adultos e ninfas, existem tipicamente três a formar um triângulo no vértice da cabeça, com um ocelo mediano e dois laterais (Cranston & Gullan, 2014).

Olho composto – Uma agregação de omatídios (um único elemento de um olho composto) cada um atuando como uma única faceta do olho (Cranston & Gullan, 2014).

Ooteca – Cápsula protetora para os ovos (Cranston & Gullan, 2014).

Óstio – Válvulas que podem ser permanentemente abertas ou a oscilar para permitir o fluxo unidirecional ou bidirecional de hemolinfa para dentro e para fora do vaso dorsal e órgãos pulsáteis acessórios (Resh & Cardé, 2009).

Palpo – Dois apêndices articulados localizados em ambos os lados da cabeça dos insetos (Chapman, 2013).

Parafilético – Descrição de um grupo que é evolutivamente derivado de um único ancestral, mas que não contém todos os seus descendentes (Cranston & Gullan, 2014).

Partenogénese – Forma de reprodução assexuada, onde os ovos não são fertilizados, tendo como resultado uma descendência geneticamente igual à progenitora (Cranston & Gullan, 2014).

Pleurito - Uma subdivisão da pleura (a região lateral do corpo, que abriga as bases dos membros (Cranston & Gullan, 2014).

Poliembrionia Produção de múltiplos embriões a partir de um único ovo (Cranston & Gullan, 2014).

Polifilético – Descrição de um grupo derivado evolutivamente de mais do que um ancestral, reconhecido pela posse de uma ou mais características evoluídas de forma convergente (Cranston & Gullan, 2014).

Procariota – Organismos cujas células não têm um núcleo ou núcleos rodeados por uma membrana (núcleo não é definido) (Hickman et al., 2001).

Pterigotas – Insetos com asas (Resh & Cardé, 2009).

Quitina - Polissacarídeo que serve como o principal componente fibroso na cutícula do inseto (Resh & Cardé, 2009).

Respiração anaeróbia – Respiração em que o ser vivo não utiliza o oxigénio livre (Porto Editora, n.d.e).

Sinapse – Termo que designa, segundo a teoria neurónica, a região de contacto entre dois neurónios, onde se efetua a transmissão da atividade nervosa propagada; junção sináptica (Porto Editora, n.d.f).

Sistemática – Ciência que se dedica à classificação e diversidade biológica, inclui a taxonomia e a filogenética (Cranston & Gullan, 2014).

Tagma – Uma região do corpo que consiste em metâmeros agrupados ou fundidos para desempenhar funções semelhantes (por exemplo, cabeça, tórax, abdómen) (Resh & Cardé, 2009).

Taxonomia – A teoria e prática de descrever, nomear e classificar os organismos (Cranston & Gullan, 2014).

Tergito – Uma subdivisão do tergo (a superfície dorsal de um segmento) (Cranston & Gullan, 2014).

**6. Apêndice B – Aspectos complementares à taxonomia,
diversidade, biologia e atividade dos insetos**

Neste apêndice estão reunidas mais algumas informações, relevantes à taxonomia, biologia e comportamento dos insetos, que complementam a informação referida no Capítulo 1, e que fornecem também um apoio visual, que pode ser relevante para a identificação dos insetos.

A Tabela ApB1 pretende evidenciar as diferenças nos sistemas de classificação taxonómica, de acordo com as fontes utilizadas, para demonstrar que nem sempre há consenso entre os autores acerca de como agrupar as espécies. A Tabela ApB2 agrupa alguns fatores que ilustram o sucesso biológico da classe Insecta, enquanto que a Tabela ApB3 reúne algumas informação acerca do papel que os insetos desempenham nos ecossistemas naturais e os impactos, mais ou menos diretos, que têm nas sociedades humanas. A Tabela ApB4, é um complemento ao cladograma (Figura 1.4) apresentado no subcapítulo 1.1 e descreve, com recurso a algumas características, uma hipótese para as relações entre ordens da classe Insecta.

As primeiras figuras ilustram aspetos da morfologia externa de indivíduos adultos como as antenas, Figura ApB1, as asas, Figura ApB2, e várias tipologias de aparelhos bucais, (Figura ApB3 aparelhos bucais sugadores, Figura ApB4 aparelhos bucais picador-sugador e sugador, Figura ApB5 um aparelho bucal mastigador e Figura ApB6, aparelhos bucais sugadores e “lambedores”).

A Figura ApB7 e a Tabela ApB5, contribuem para uma melhor compreensão das larvas dos insetos, com representações ilustrativas e com um agrupamento das larvas consoante as suas características morfológicas externas e comportamento.

São ainda descritos os mecanismos de locomoção dos insetos (Figura ApB8), e são apresentadas algumas informações que complementam as referidas no capítulo 1, acerca do sistema endócrino, Tabela ApB6 e Tabela ApB7.

Por último, as Tabelas ApB8, ApB9 e ApB10, assim como a Figura ApB9 complementam o subcapítulo referente ao comportamento social e comunicação intraespecífica, com descrições de alguns dos comportamentos mais típicos dos insetos e como estes comunicam entre si através de sinais.

Tabela ApB1 – Diferentes níveis do sistema de classificação taxonómico utilizados pelas plataformas online *Integrated Taxonomic Information System; Catalog of Life; Global Biodiversity Information Facility* e por uma fonte bibliográfica (a partir de CoL, 2022; GBFI, n.d.; ITIS, 2021; Triplehorn & Johnson, 2005, p.56).

<i>IT IS</i>	<i>CoL</i>	<i>GBIF</i>	<i>Introduction to the study of insects</i>
Reino	Reino	Reino	Reino
Subreino	-	-	-
Infrareino	-	-	-
Superfilo	-	-	-
Filo	Filo	Filo	Filo
Subfilo	-	-	Subfilo
Classe	Classe	Classe	Classe
Subclasse	-	-	Subclasse
Infraclasse	-	-	-
Superordem	-	-	-
Ordem	Ordem	Ordem	Ordem
-	Nanordem	-	-
-	Subordem	-	Subordem
-	Infraordem	-	-
-	Parvordem	-	-
-	Superfamília	-	-
Superfamília	Epifamília	-	Superfamília
Família	Família	Família	Família
Subfamília	Subfamília	-	Subfamília
-	Supertribo	-	-
Tribo	Tribo	-	Tribo
-	Subtribo	-	-
Género	Género	Género	Género
-	Subgénero	-	Subgénero
-	Nome Infragenérico	-	-
Espécie	Espécie	Espécie	Espécie
-	Nome Infraespecífico	-	-
-	Subespécie	-	Subespécie
-	Sem classificação	Sem classificação	-

A Tabela ApB1 tem como função exemplificar a forma como diferentes fontes de informação taxonómica utilizam o sistema de classificação e os diferentes níveis reconhecidos.

Ao longo do tempo, um sistema de classificação relativamente estável foi desenvolvido (as classificações destacadas a negrito, são as 7 consideradas obrigatórias) mas diferenças de opinião permanecem relativamente aos limites entre e dentro dos grupos, com cientistas que reconhecem um grande número de grupos e outros que defendem categorias mais abrangentes. Com o avanço da tecnologia, novos dados e métodos de análise acrescentam ainda mais instabilidade no reconhecimento de ordens de insetos (Craston & Gullan, 2014).

As três primeiras fontes da tabela Integrated Taxonomy Information System (ITIS), Catalog of Life (CoL) e Global Biodiversity Information Facility (GBFI) são plataformas que se apresentam como repositórios da biodiversidade da terra, uma vez que tornam a informação, não só taxonómica, mas também biológica e geográfica, disponível para todos. A última é uma fonte bibliográfica, *Borror and DeLong's Introductions to the study of insects* (2005), que reflete de maneira geral as classificações encontradas em outros livros do género.

As classificações presentes na tabela referentes às plataformas ITIS e GBFI, são referentes a uma espécie de inseto em particular, uma traça (*Macaria minorata* Packard, 1873), enquanto que as classificações referentes ao CoL são atribuídas de forma geral a todos os organismos na classe Inseta. Os autores do livro Triplehorn e Johnson, (2005), reconhecem que, apesar da lista não ser compreensiva, ilustra as classificações que por norma são utilizadas.

Tabela ApB2 – Descrição de alguns dos fatores que contribuem para a diversidade e abundância de espécies de insetos no mundo (Chapman, 2013; Cranston & Gullan, 2014; Hickman et al., 2001).

Fatores que contribuem para a diversidade e abundância de espécies de insetos

Tamanho corporal reduzido.

Exoesqueleto rígido mas leve que permite aos insetos adultos voar e ajuda a prevenir a evaporação de água.

Sistemas sensoriais e neuro-motores sofisticados.

Taxas de reprodução altas.

Menor competição intraespecífica, como resultado do processo de metamorfose.

Alta resistência dos ovos a condições adversas.

Natureza altamente adaptativa, que resulta em modificações corporais que permitem aos insetos aproveitar vários tipos de alimentos e abrigos disponíveis.

Facilidade em ultrapassar barreiras intransponíveis para muitos outros animais.

Capacidade de estabelecer interações com plantas e outros organismos.

Elevada diversidade genética entre espécies e capacidade de responder ou lidar com alterações no ambiente (a introdução de inseticidas, por exemplo), com alterações genéticas entre gerações.

Ritmos de extinção relativamente reduzidos.

Tabela ApB3 – Fatores que evidenciam a importância dos insetos para os ecossistemas naturais e para as sociedades humanas (Chapman, 2013; Cranston & Gullan, 2014; Hickman et al., 2001).

Impactos nos ecossistemas naturais

Essenciais para a propagação das plantas, as espécies polinizadoras são as responsáveis pela polinização da maioria das espécies de plantas com flor e fruto, e pela dispersão de sementes.

Importantes na reciclagem de nutrientes pois contribuem para a decomposição de matéria orgânica e ajudam a revirar o solo.

Auxiliam a manter a composição e estrutura das comunidades vegetais, através da sua alimentação e da transmissão de doenças.

Contribuem para manter a estrutura das comunidades animais, com a transmissão de doenças entre animais, predação e parasitação de insetos mais pequenos.

Servem de alimento para muitos animais insetívoros.

Impactos nas sociedades humanas

Destroem culturas alimentares em todo o mundo.

Controlam outras pragas agrícolas.

Transmitem doenças (malária, febre amarela, etc.).

Provocam grandes danos em estruturas de madeira, materiais naturais e tecidos.

Contêm uma vasta variedade de compostos químicos, alguns dos quais podem ser recolhidos, extraídos ou sintetizados para o nosso uso (ex. a quitina e os seus derivados incorporam anticoagulantes e plásticos biodegradáveis), e compostos naturais como a seda são usados para a produção de tecidos há séculos.

Fornecem outros materiais como o mel, ceras, corantes e vernizes.

Constituem um modelo ideal para vários estudos biológicos (devido ao seu tamanho reduzido, a facilidade de reprodução em laboratório, elevadas taxas de reprodução, facilidade em obter indivíduos e menor preocupação com questões éticas).

Tabela ApB4 – Descrição de uma hipótese para as relações entre ordens da classe Insecta, representada no cladograma referido no Capítulo 1 (Cranston & Gullan, 2014).

Taxon e Características		Ordens		
Apterygota: Insetos sem asas		Archaeognatha Zygentoma		
Pterygota: Insetos com asas	Neoptera: Capacidade de, em repouso, dobrar as asas para trás de encontro ao abdómen.	Polyneoptera: Presença de uma área anal expandida na região das asas posteriores; Tarsos Especializados.	Plecoptera Dermaptera Zoraptera Orthoptera Embioptera Phasmatodea Grylloblattodea Mantophasmatodea	
		Dictyoptera: compartilham características relacionadas com a estrutura da cabeça, aparelho bucal, sistema digestivo e órgãos reprodutores femininos.	Mantodea Blattodea	
		Paraneoptera: Compartilham características morfológicas relacionadas com o aparelho bucal, a redução do número de tarsómeros, redução do número de túbulos de Malpighi, redução do sistema nervoso na área abdominal.	Psocodea Thysanoptera Hemiptera	
		Endopterygota: Insetos com um ciclo de vida holometabólico	Neuropteroidea	Neuropterida Raphidioptera Megaloptera Neuroptera.
			Mecopterida	Coleoptera Strepsiptera Diptera Mecoptera Siphonaptera Trichoptera Lepidoptera
		Hymenoptera		

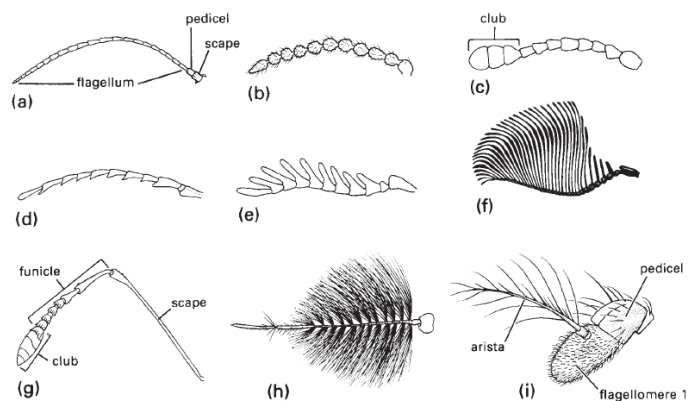


Figura ApB1 – Alguns tipos de antenas características dos insetos. (a): filiforme (ex. barata); (b): moniliforme (ex. térmita); (c): claviforme ou capitada (ex. borboleta e joaninha); (d): serrada (ex. família Elateridae); (e): pectinada (ex. pirilampo); (f): flabelada (ex. besouros); (g): geniculada (ex. formiga e abelha); (h): plumosa (ex. mosquito); (i) aristada: (ex. mosca). A partir de Cranston e Gullan, (2014, p.45).

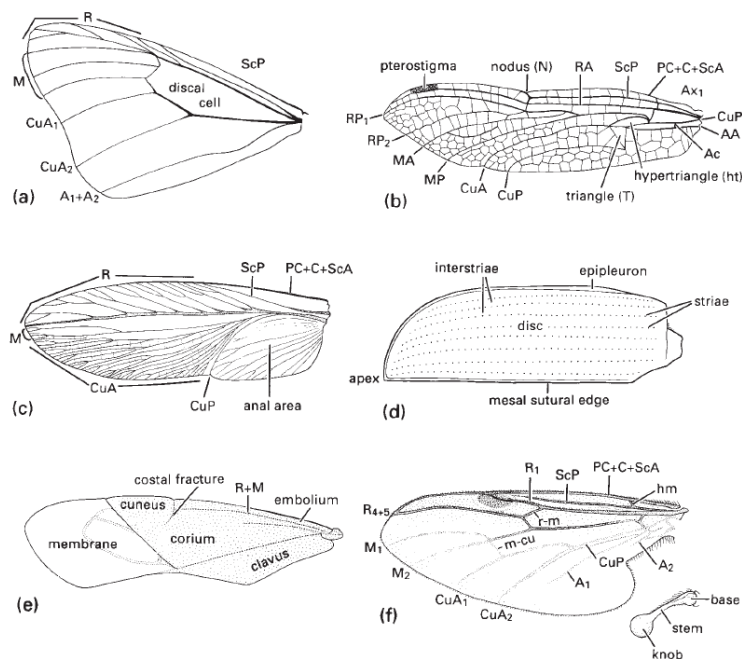


Figura ApB2 – Exemplos de asas esquerdas de insetos, características de algumas ordens. (a): borboleta (Ordem Lepidoptera); (b): libelinha (Ordem Odonata); (c): barata (Ordem Blattodea); (d): besouro (Ordem Coleoptera); (e): Família Miridae (Ordem Hemiptera); (f): mosca (Ordem: Diptera). A partir de Cranston e Gullan, (2014, p.51).

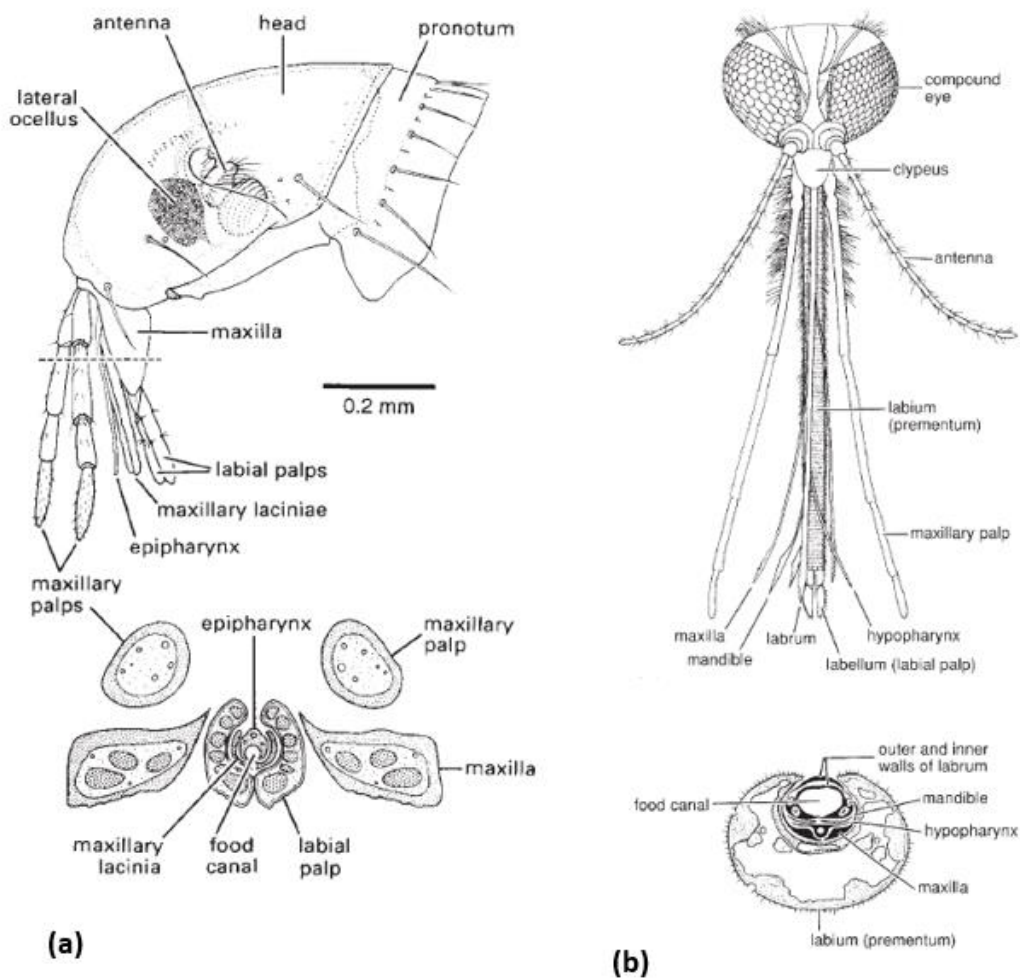


Figura ApB3 – Aparelhos bucais sugadores. (a): Cabeça (vista lateral) e aparelho bucal (secção transversal) de uma pulga (*Pulex irritans*); (b): Aparelho bucal (vista frontal e secção transversal) de uma espécie de mosquito (fêmea). A partir de Cranston e Gullan (2014, p. 40 e p. 43).

As peças bucais sugadoras geralmente formam um tubo que pode perfurar tecidos de plantas e animais (abelhas, mosquitos, traças). Aqui, estruturas como estiletos perfurantes (mosquitos) ou a probóscide (estrutura semelhante a uma língua flexível e contrátil coberta por cerdas), ajudam a sugar os líquidos diretamente ou por capilaridade (Hickman et al., 2001).

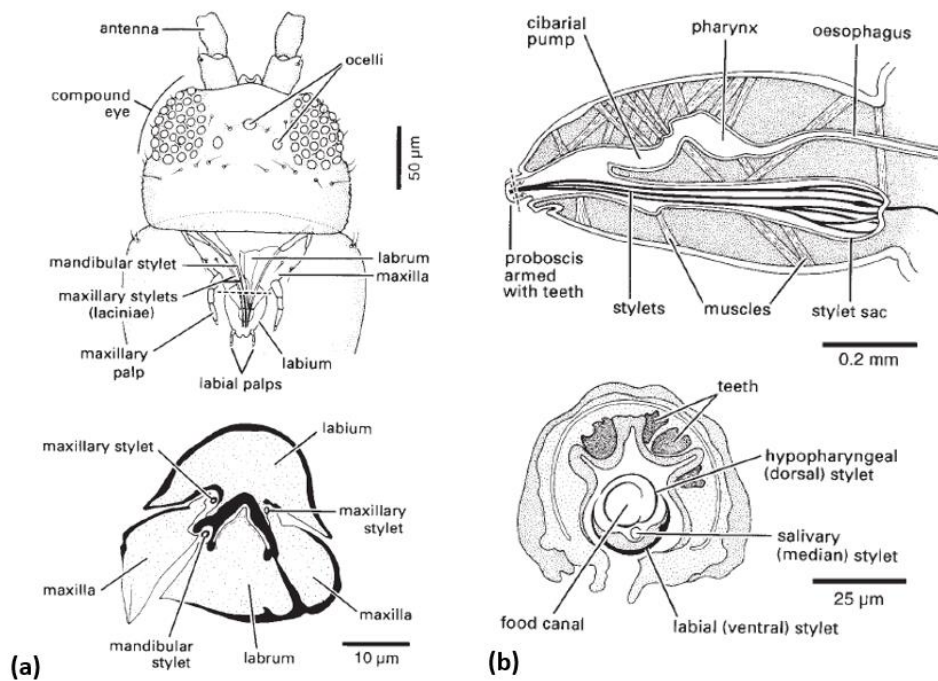


Figura ApB4 – Aparelhos bucais picador-sugador e sugador. (a): Cabeça (vista dorsal) e aparelho bucal visível através do protórax de um verme da madeira (*Thrips australis*) e vista transversal de uma secção da probóscide; (b): Cabeça (vista longitudinal) e aparelho bucal de um piolho (género: *Pediculus*) e vista transversal de uma secção da probóscide. A partir de Cranston e Gullan (2014, p. 42).

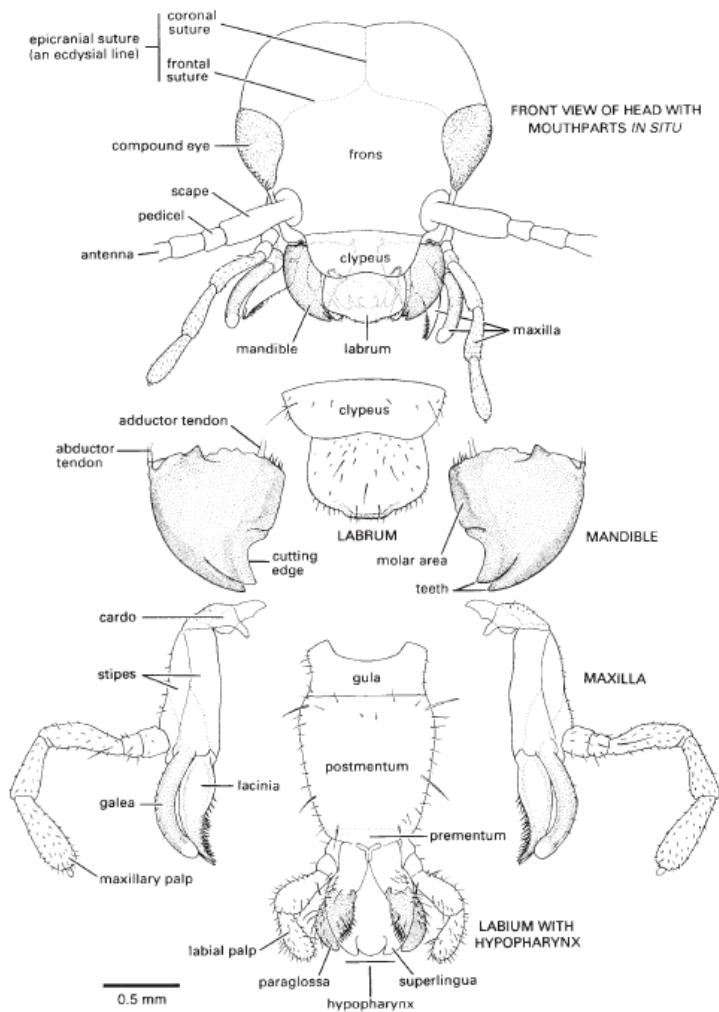


Figura ApB5– Aparelho bucal mastigador. Cabeça (vista frontal) e aparelho bucal de um bicho-tesoura, (*Forficula auricularia*). A partir de Cranston e Gullan (2014, p. 37).

As peças bucais mastigadoras são comuns em gafanhotos e em muitos insetos herbívoros, estando adaptadas para agarrar e macerar o alimento. Nos insetos carnívoros estas estruturas são pontiagudas para perfurar a presa. A mandíbula destes animais é forte para arrancar pedaços de alimento enquanto as maxilas o seguram, e nestes casos, as enzimas excretadas pelas glândulas salivares auxiliam quimicamente o processo de mastigação (Hickman et al., 2001).

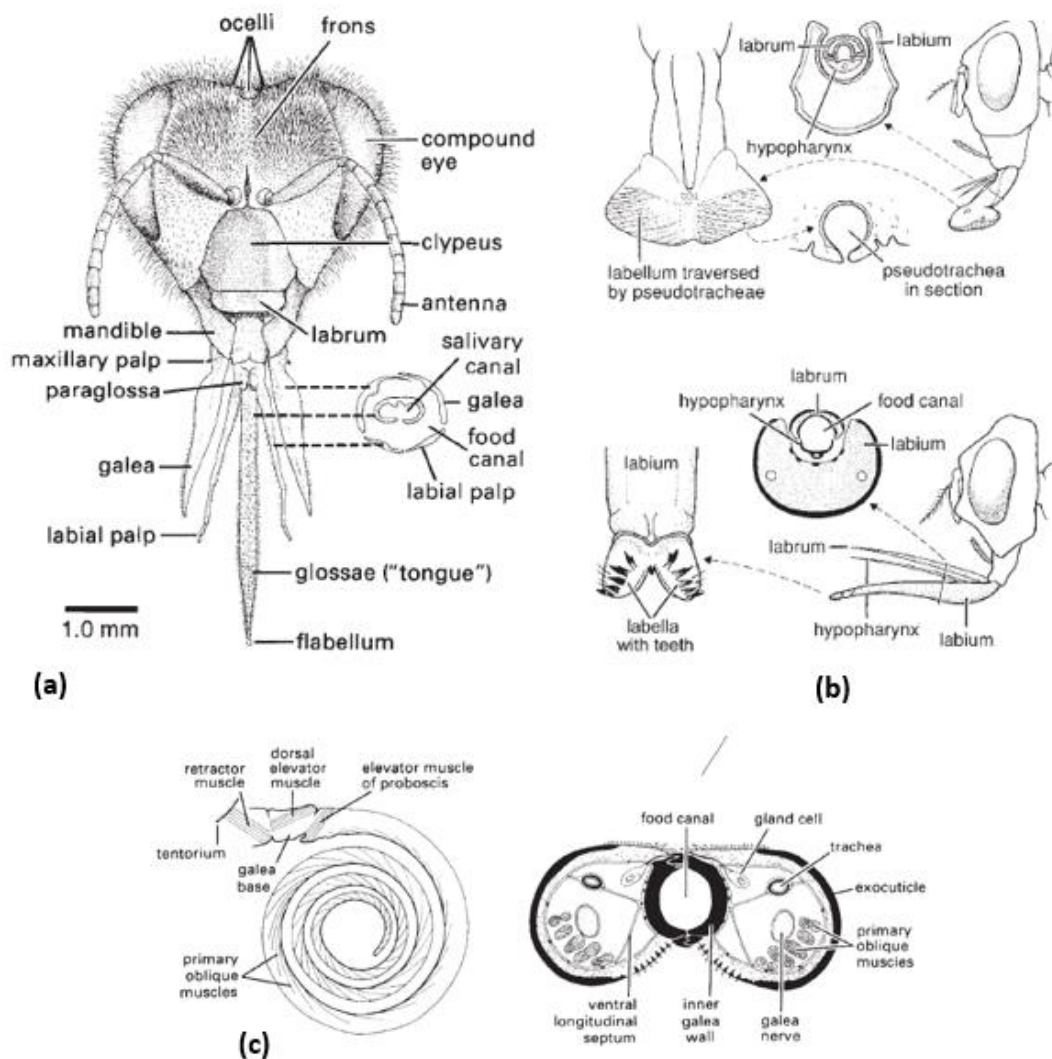


Figura ApB6 – Aparelhos bucais sugadores e “lambedores”. (a): Cabeça (vista frontal) e aparelho bucal de uma abelha do mel (*Apis mellifera*) com uma visão transversal da probóscide revelando como a “língua” está dentro do tubo sugador; (b): Aparelho bucal de duas moscas adultas da família Muscidae, mosca doméstica comum e mosca-de-estábulo respectivamente; (c): Aparelho bucal de uma borboleta, vista lateral da musculatura da probóscide (em repouso) e uma secção transversal. A partir de Cranston e Gullan (2014, p. 38, p. 39 e p. 41).

As peças bucais lambedoras, como as de algumas moscas, têm no ápice do lábio um par de lobos grandes e macios com ranhuras na superfície ventral que funcionam como canais alimentares, os insetos podem lambe o alimento líquido ou liquefazem o alimento primeiro com o auxílio das secreções salivares (Hickman et al., 2001).

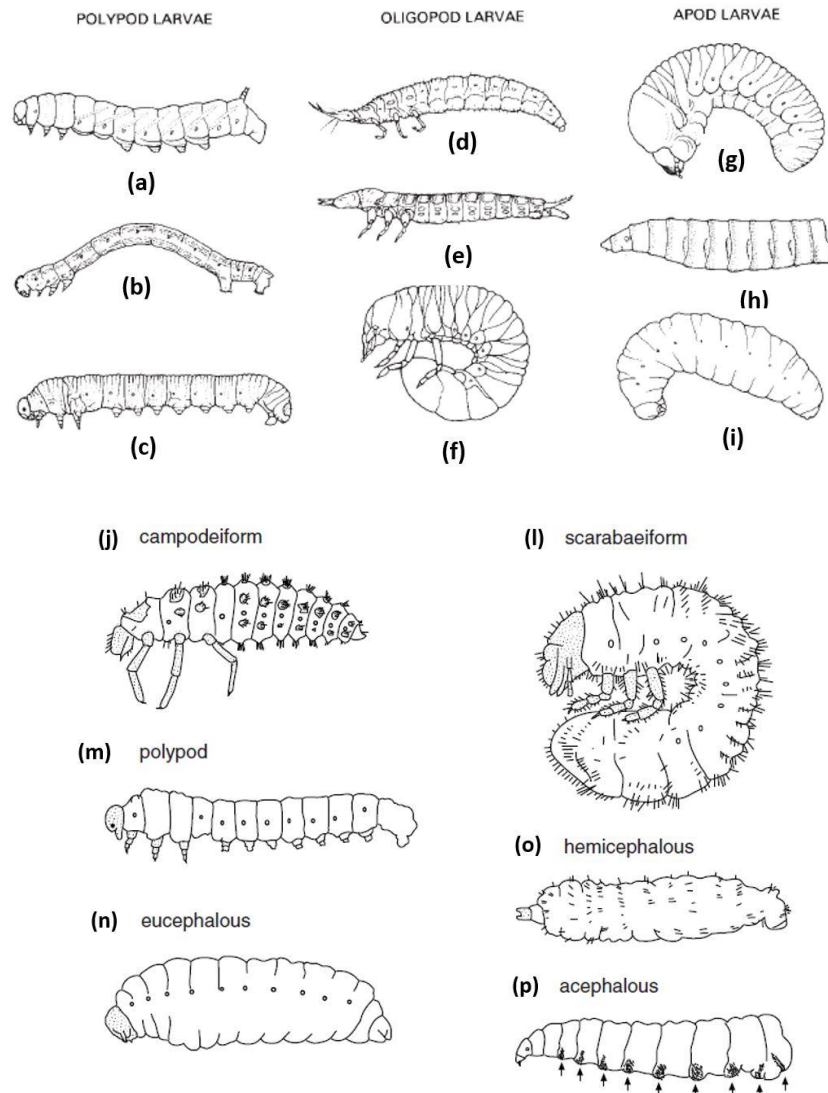


Figura ApB7 – Exemplos de formas larvares de insetos holometabólicos e as ordens, famílias/gêneros, a que pertencem. (a): Lepidoptera: Sphingidae; (b): Lepidoptera: Geometridae; (c): Hymenoptera: Diprionidae; (d): Neuroptera: Osmylidae; (e): Coleoptera: Carabidae; (f): Coleoptera: Scarabaeidae (g): Coleoptera: Scolytinae; (h): Diptera: Calliphoridae; (i): Hymenoptera: Vespidae; (j): Coleoptera; *Hippodamia*; (l): Coleoptera: *Popillia*; (m): Hymenoptera: *Neodiprion*; (n): Hymenoptera: *Vespula*; (o): Diptera: *Tanyptera* e (p): Diptera: *Musca*. Figura ApB7 (a) – (i), adaptado de Cranston e Gullan (2014, p. 166); Figura ApB7 (j) – (p), adaptado de Chapman (2013, p. 408).

Tabela ApB5 – Descrição dos três principais tipos de larvas de insetos, e dos subtipos de larvas oligópodes e apodes (a partir de Cranston & Gullan, 2014; Chapman, 2013).

Tipo de larva	Características	Ordens taxonómicas
Larvas polípodes	<p>Corpo cilíndrico e pouco rígido</p> <p>Pernas torácicas curtas</p> <p>Pernas abdominais pouco desenvolvidas</p> <p>Bastante inativas por viverem em contacto com o seu alimento</p> <p>Alimentam-se principalmente de matéria vegetal</p>	<p>Ocorre nas ordens Lepidoptera, Hymenoptera (família Tenthredinidae) e Mecoptera</p>
Larvas oligópodes	<p>Menos modificada em relação ao adulto</p> <p>Seis pernas torácicas funcionais</p> <p>Sem pernas abdominais</p> <p>Sem olhos compostos</p> <p>A cápsula da cabeça bem desenvolvida</p> <p>Aparelho bucal prognata semelhante ao do adulto</p> <p>Podem ser predadoras ativas, detritívoras com movimentos lentos ou herbívoras</p>	<p>Ocorre em pelo menos alguns membros da maioria das ordens mas não está presente nas ordens Lepidoptera, Mecoptera, Siphonaptera, Diptera e Strepsiptera</p>

Larvas apodes	Corpo pouco rígido	Ocorre nas ordens Siphonaptera, Hymenoptera, Diptera e Coleoptera
	Sem pernas funcionais	
	Têm “a aparência de uma minhoca”	
	Vivem no solo, lama, em matéria orgânica em decomposição ou dentro do organismo de outro animal, como parasitas	

Tipo de larva	Características	Ordens taxonómicas
Larvas oligópodes	<p>Campodeiforme</p> <p>Corpo rígido Tem o dorso e o ventre achatados Tem pernas longas É predadora Aparelho bucal prognata</p>	Ocorre nas ordens Neuroptera, Trichoptera, e em alguns insetos da ordem Coleoptera
	<p>Escarabeiforme</p> <p>Mais gorda Tórax e abdómen menos rígidos Por norma tem pernas curtas Geralmente inativa, pode ser encontrada a escavar madeira ou o solo</p>	Ocorre na superfamília Scarabaeoidea e em alguns outros insetos da ordem Coleoptera

Larvas apodes	Eucefálica	A cápsula da cabeça é rígida	Ocorre na subordem Nematocera da ordem Diptera, nas famílias Buprestidae e Cerambycidae da ordem Coleoptera, e na infraordem Aculeata da ordem Hymenoptera.
	Hemicéfálica	A cápsula da cabeça é reduzida e pode ser retrátil (para dentro do abdómen)	Ocorre nas famílias Tipulidae e na subordem Brachycera da ordem Diptera
	Acefálica	Sem cápsula na cabeça	Característico das larvas do grupo taxonómico Cyclorrhapha da ordem Diptera

Formas de locomoção nos insetos

Andar: Os insetos podem usar três pernas simultaneamente a primeira e última de um lado do corpo, e a perna do meio do lado oposto do corpo. Desta forma, mantêm sempre três pernas no piso, uma posição de maior estabilidade (Hickman et al., 2001). Alguns insetos são quadrúpedes porque as suas pernas anteriores ou posteriores são adaptadas para outros propósitos (ex. louva-a-deus, gafanhotos). A velocidade é determinada pela frequência com que as pernas se movem ou pela distância que percorrem com cada passo (Chapman, 2013). Algumas espécies de insetos aquáticos, conseguem andar sobre a superfície da água (comum entre a ordem Heteroptera) e esta capacidade advém do facto de que as suas pernas estão adaptadas e no pré tarso existem estruturas semelhantes a “almofadas” com cerdas hidrofóbicas que empurram a superfície da água, sem a romper (Hickman et al., 2001). Como estes animais são geralmente mais densos que a água, para suportar o peso do corpo é necessária uma combinação de forças de tensão superficiais e forças de pressão (Chapman, 2013).

Nadar: Os insetos aquáticos desenvolveram diferentes mecanismos para se moverem sobre ou debaixo de água (larvas ou ninfas). Os insetos que vivem no fundo usam movimentos semelhantes aos usados pelos insetos em terra, mas outros conseguem criar um jato de água que os impulsiona permitindo uma fuga rápida se necessário (Chapman, 2013). Os insetos considerados “nadadores livres”, que se encontram na coluna de água, usam uma variedade de diferentes técnicas de nado mas na maioria dos casos bem sucedidos, as pernas posteriores, e por vezes também as pernas médias, apresentam uma estrutura adaptada para este efeito. A maioria dos insetos desta categoria estão incluídos nas ordens Coleoptera (adultos), Heteroptera (adultos e larvas) e Diptera (larvas e pupas) (Chapman, 2013). Algumas espécies aquáticas utilizam outros apêndices para além das pernas na sua locomoção. Como exemplos, as vespas da espécie *Caraphractus cinctus* (Hymenoptera) conseguem mergulhar e usar as asas como “remo” para nadar; as ninfas das ordens Ephemeroptera e Zygoptera movem-se por ondulações verticais das brânquias caudais e do abdómen (Chapman, 2013).

Rastejar: Este mecanismo de locomoção é comum em larvas, de corpo mole, e de muitos insetos holometabólicos, que se movem mudando a forma do corpo, o que resulta em

vários tipos de movimentos diferentes que impulsionam o corpo para a frente (Chapman, 2013).

Saltar: Insetos de diferentes ordens adaptaram o seu corpo para saltar. Por norma, estes movimentos são impulsionados pelas pernas posteriores e são possíveis devido a mecanismos elásticos que armazenam e liberam energia, e não pela contração direta dos músculos. Alguns insetos usam o corpo inteiro para se levantarem no ar. Os grilos e gafanhotos (ordem Orthoptera) tipicamente têm pernas posteriores aumentadas que usam para saltar, assim como as pulgas (ordem Siphonaptera). Os insetos da ordem Archaeognatha, conseguem saltar ao flexionar rapidamente o abdómen (Chapman, 2013).

Sedentarismo: Existem insetos que têm um estilo de vida sedentário, e por isso uma locomoção reduzida. Como exemplos, as fêmeas das espécies dos géneros *Lampyris* (Ordem Coleoptera) e *Coccus* (Ordem Hemiptera), estas últimas mantêm-se na mesma posição com a ajuda dos estiletes da probóscide. Nestes casos, é comum uma redução das pernas, uma vez que seriam um impedimento (Chapman, 2013).

Voar: Nos insetos que conseguem voar, os movimentos das asas são controlados por um complexo de músculos localizados no tórax. Existem dois tipos de musculatura, a musculatura direta de voo, que está ligada diretamente a uma parte da asa, e a musculatura indireta, que provoca o movimento da asa ao alterar a forma do tórax. A asa está articulada com um tergito do tórax, e em todos os insetos, o movimento da asa para cima ocorre pela contração da musculatura indireta que puxa o tergito torácico para baixo em direção ao ventre. O movimento contrário ocorre quando a musculatura que liga o ventre ao tórax relaxa e a musculatura longitudinal do tórax arqueia o tergito ligado à asa que sobe. Este movimento pode envolver ambas as musculaturas (ex. besouros, gafanhotos, libélulas) [Figura ApB8 (a)] ou apenas a musculatura indireta [Figura ApB8 (b)] (ex. moscas, mosquitos, abelhas). Para além de bater as asas, os insetos necessitam de um impulso para a frente. Enquanto que a musculatura indireta alterna ritmicamente o baixar e levantar das asas, a musculatura direta altera o ângulo das asas que formam correntes de ar que elevam o inseto, e ao torcerem as bordas

anteriores das asas para baixo ou para cima, consoante o deslocação descrevem um movimento em forma de oito [Figura ApB8 (c)] (Hickman et al., 2001).

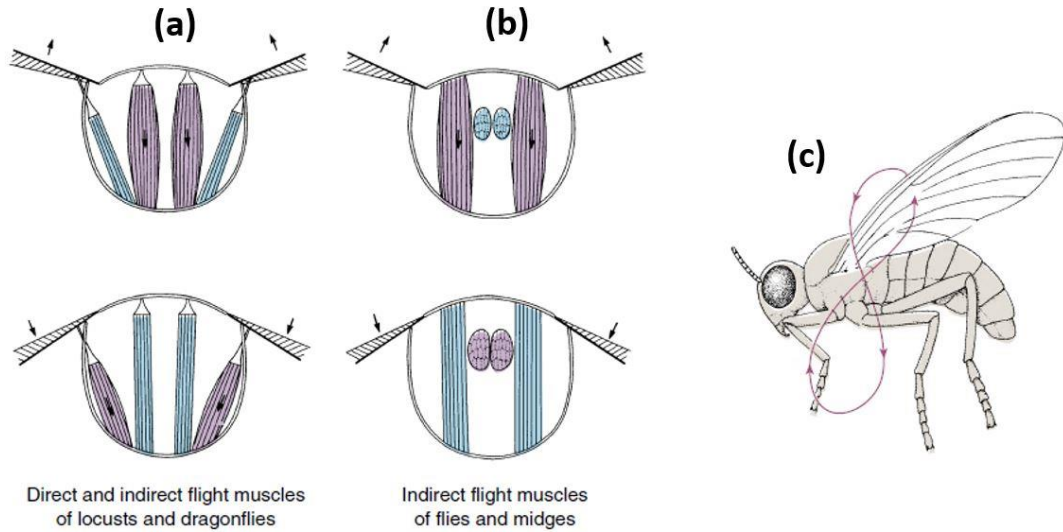


Figura ApB8 – (a): Mecanismo de voo que envolve a musculatura indireta para elevar as asas e a musculatura direta para abaixar as asas; (b): Mecanismo de voo que envolve apenas a musculatura indireta; (c): Padrão em “8” seguido pela asa de um inseto em voo, durante a elevação e abaixamento das asas. Adaptado de Hickman et al. (2001, p. 418).

Tabela ApB6 – Os centros endócrinos principais do organismo de um inseto generalizado, a sua localização e função (a partir de Cranston & Gullan, 2014).

Células neuro-secretoras Estas células são neurónios modificados, encontrados ao longo do sistema nervoso, mas em maior concentração no cérebro. Produzem a maioria das hormonas conhecidas nos insetos.

Glândulas protorácicas Glândulas normalmente encontradas no tórax ou na parte posterior da cabeça. Produzem ecdisona, hormona necessária para iniciar o processo de muda. Em muitos casos degeneram nos adultos mas continuam presentes nos insetos mais primitivos (Archaeognatha e Zygentoma).

Corpora cardíaca Par de corpos neuro-glandulares, localizados em cada lado da aorta e atrás do cérebro. Produzem hormonas, mas também armazenam e libertam neuro-hormonas incluindo a PTTH, produzida pelas células neuro-secretoras, e responsável por estimular a atividade das glândulas protorácicas.

Corpora allata Corpos glandulares pequenos que derivam do epitélio e estão localizadas em ambos os lados do intestino anterior. A sua função é excretar a hormona juvenil (JH), que ajuda a regular a reprodução e a metamorfose.

Células Inka Estas células endócrinas estão presentes nas glândulas epitraqueais, (estruturas anexas às traqueias perto de cada espiráculo), nos segmentos abdominais e protorácicos de alguns insetos. Também estão dispersas ao longo do sistema traqueal noutras espécies. Produzem e libertam a hormona pré-ecdise (PETH) e a hormona que desencadeia a ecdise (ETH), estas ativam a sequência da ecdise ao atuarem sobre recetores do sistema nervoso central.

Tabela ApB7 – Descrição dos três tipos de hormonas, essenciais para os processos de crescimento e reprodução nos insetos (a partir de Cranston & Gullan, 2014).

Ecdisteroide	Termo geral aplicado a qualquer esteroide cuja atividade promove a muda. Ocorrem em todos os insetos, e os mais conhecidos são a ecdisona, que é libertada pelas glândulas protorácicas para a hemolinfa e que, normalmente, é convertida em 20-hidroiecdisona (o ecdisteroide mais importante e generalizado entre os insetos). Estas hormonas incitam a muda de forma similar em quase todas as espécies, e também podem ser produzidas nos ovários onde estão envolvidas na maturação deste órgão, ou são incluídas nos ovos.
Hormonas juvenis	Estas hormonas têm duas funções principais, controlar a metamorfose (controlam a direção e grau de diferenciação em cada muda) e regular o desenvolvimento reprodutivo (nas fêmeas adultas estimulam a deposição de gema nos ovos e afetam a produção de feromonas).
Neuro-hormonas	São mensageiros proteicos que regulam os processos fisiológicos dos insetos, incluindo o seu desenvolvimento, homeostasia, reprodução e metabolismo, assim como a secreção das hormonas juvenis e ecdisteroides.

Tabela ApB8 – Contextos de comunicação entre insetos, modos de comunicação e sinais utilizados (adaptado de Leonhardt et al., 2016, p. 1281).

Acasalamento (em insetos sociais e solitários)	Os indivíduos atraem o sexo oposto através de longas distâncias, são capazes de reconhecer a sua própria espécie e escolher um parceiro. Para isso usam, como exemplo, feromonas sexuais e sinais acústicos.
Cuidados parentais (em insetos com este comportamento e insetos eussociais)	A descendência emite sinais para assinalar fome ou outras necessidades com recurso a feromonas ou movimentos, entre outros sinais.
Ações combinadas (em insetos gregários e eussociais)	Os membros do grupo avisam-se em caso de perigo através de feromonas que indicam alarme ou movimentos como martelar, e também informam outros indivíduos sobre onde encontrar recursos com feromonas sinalizadoras e movimentos corporais.
Divisão de trabalho (em insetos eussociais)	As rainhas especializam-se na reprodução e sinalizam a sua presença e fertilidade para os outros usando feromonas; os insetos trabalhadores desempenham funções específicas e podem sinalizar as suas tarefas para outros trabalhadores com características cuticulares específicas, por exemplo.
Coesão de grupos (em insetos eussociais)	Para manter os recursos a salvo de indivíduos estranhos, os membros do grupo têm de ser capazes de discriminar quem pertence à colónia e quem não pertence.

Tabela ApB9 – Níveis de socialização nos insetos (a partir de Leonhardt et al., 2016).

Indivíduos solitários	Há pouca interação entre os indivíduos, com exceção de encontros aleatórios e para acasalamento.
Insetos sub-sociais	Os machos, as fêmeas ou ambos ficam com os ovos e desempenham funções parentais.
Insetos gregários	Indivíduos de ambos os sexos juntam-se periodicamente ou permanentemente para, por exemplo, se defenderem contra predadores ou para vencerem as defesas das plantas e explorarem os recursos mais facilmente.
Insetos eussociais	Indivíduos formam grupos familiares periódicos ou permanentes, com pelo menos duas gerações, divisão de trabalho, e cuidados parentais cooperativos.

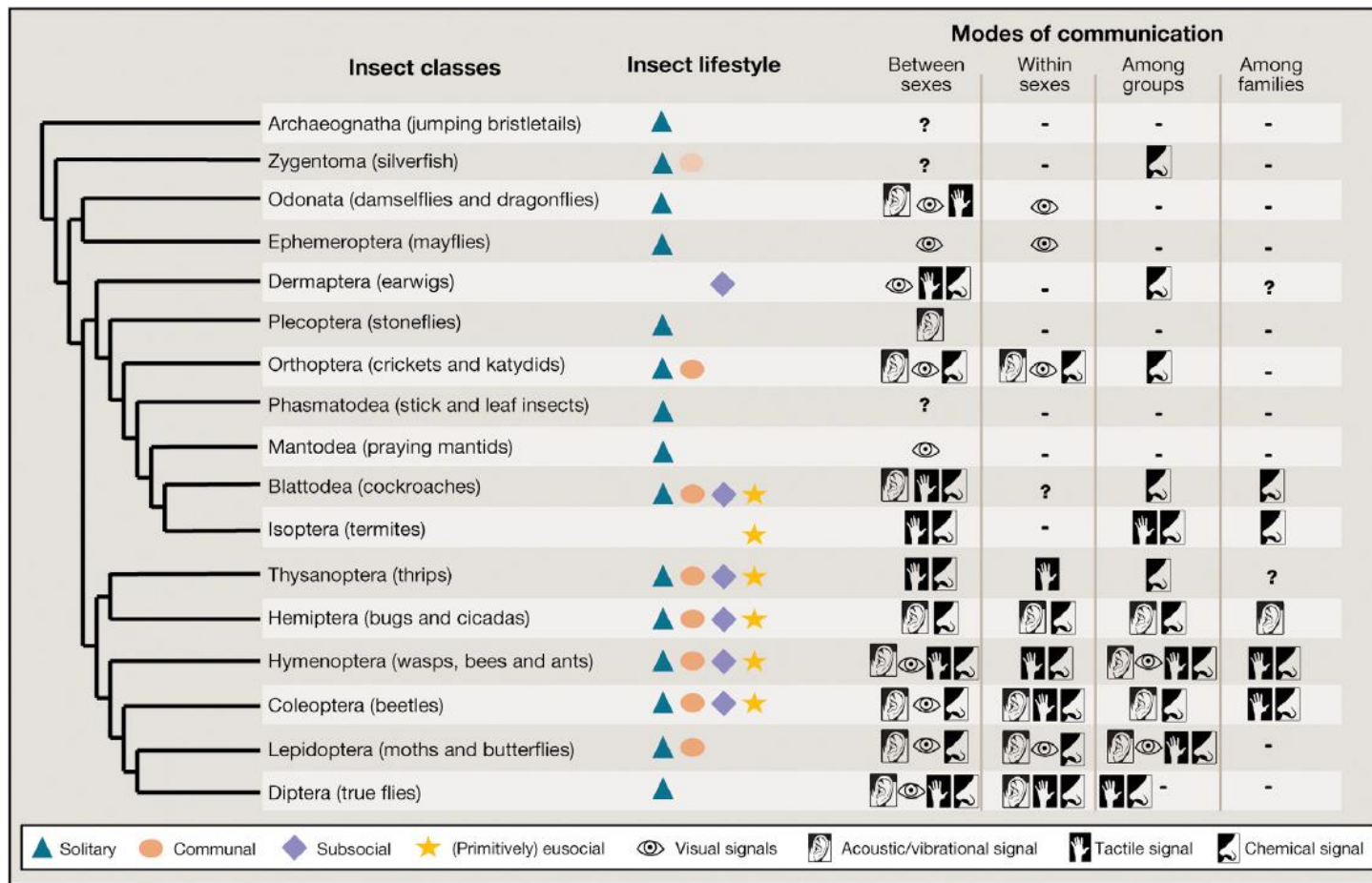


Figura ApB9 – Tipos de organização social e modos de comunicação que ocorrem entre os indivíduos de algumas classes de insetos (adaptado de Leonhardt et al., 2016, p. 1279).

Tabela ApB10 – Legenda da Figura ApB9: Uma hipótese para os tipos de organização social e modos de comunicação que ocorrem entre os indivíduos de algumas classes de insetos. Adaptado de Leonhardt et al., 2016, p. 1279.

Estilo de vida

Triângulo Insetos solitários, não há evidência de comportamentos sociais que não sejam de natureza *inter* ou *intra* sexual

Círculo Insetos gregários, que formam grupos

Losango Insetos sub-sociais, que têm cuidados parentais

Estrela Insetos eussociais.

Modos de comunicação

A comunicação por norma ocorre entre sexos (ex. corte, acasalamento); entre o mesmo sexo (ex. dominância, marcação territorial); entre grupos (ex. agregação, rastreamento, alarmes) ou entre membros da mesma família (ex. reconhecimento de parentesco, cuidados parentais). Os modos de comunicação podem ser acústicos ou vibracionais, químicos, visuais ou táteis, representados na figura através de uma orelha, nariz, olho e mão, respectivamente.

7. Apêndice C – Estratégias de Controlo Integrado de Pragas (CIP): Elaboração e implementação de um plano associado a zonas de risco

Este apêndice apresenta dois contributos, relacionados com as estratégias CIP.

Primeiro, discute com mais pormenor as estratégias inseridas nos planos CIP, e associa a estes planos o conceito de zonas de risco através de um caso prático de implementação destes planos num museu.

Segundo, apresenta a Tabela ApC1. Sendo a monitorização uma parte bastante importante num plano de controlo integrado de pragas é importante reunir o máximo de informação possível em cada inspeção. Assim, na Tabela ApC1 estão reunidos, numa “ficha modelo” para a monitorização com armadilhas, alguns dados que são úteis, e podem ser recolhidos.

Implementação de estratégias CIP em museus

Como referem Trematerra e Pinniger (2018), ao longo dos últimos anos têm sido implementadas, com sucesso, estratégias de CIP. Este sistema é baseado no princípio da detecção e prevenção de pragas dentro de um edifício museológico com uma população residente de insetos (Pinniger, 2011; Ryder & Mendez, 2014; Trematerra & Pinniger, 2018,) e nos últimos dez anos, o CIP foi adotado com sucesso por muitos museus, casas históricas, galerias e bibliotecas (Trematerra & Pinniger, 2018 & Pinniger, 2011).

Os autores Trematerra e Pinniger (2018) referem também, que uma gestão integrada de pragas implica a junção e integração de várias disciplinas e medidas de controlo, tendo sempre em conta vários fatores como os próprios inimigos biológicos, a gestão cultural implementada, o saneamento do edifício, assim como o controlo adequado da temperatura, com o objetivo de obter um sistema de gestão total capaz de prevenir níveis prejudiciais de pragas.

De acordo com Trematerra & Pinniger (2018) desenvolver uma estratégia de controle integrado de pragas inclui:

- Prevenir a entrada de pragas nos edifícios.
- Desenvolver uma boa manutenção exterior do edifício e um paisagismo adequado.
- Evitar hábitos e práticas que favoreçam o ataque de pragas.
- Moderar a temperatura e a humidade relativa interior.
- Desenvolver boas práticas de limpeza dos espaços interiores.
- Manter práticas apropriadas de remoção do lixo e de alimentos.
- Avaliar todas as áreas de exposição e armazenamento relativamente ao risco de ataques de pragas e atribuir zonas de risco apropriadas.
- Estabelecer e implementar medidas para detetar e monitorizar pragas.
- Inspeccionar todos os objetos que chegam ao museu.
- Inspeccionar periodicamente coleções armazenadas e procurar sinais de atividade de pragas.
- Tomar medidas que reduzam a fonte e proliferação de infestações de pragas.
- Isolar materiais infestados, e escolher o método(s) de controle mais apropriados para a erradicação da praga.

Para que o plano CIP seja mais eficaz, o grupo responsável pela implementação das estratégias deve ser composto por representantes de todos os departamentos, limpeza, segurança, funções administrativas, relações públicas e não apenas das coleções científicas e da equipa de conservação (Ryder & Mendez, 2014). A formação das equipas dos museus em estratégias CIP e a sua conscientização sobre as pragas e os seus efeitos, também tem sido um fator chave para o sucesso da implementação deste método (Pinniger, 2011).

Conceito de zonas de risco

O Natural History Museum (NHM) de Londres foi o primeiro museu nacional a apresentar uma estratégia CIP que envolvia todo o museu e incluía o conceito de zonas de risco (Ryder & Mendez, 2014). Num plano de controlo integrado de pragas é importante identificar graus de risco de ocorrência de pragas nas coleções, em exposição, ou nas reservas. O conceito de “Zonas de Risco” está baseado no princípio de que cada área de um museu ou casa histórica deve ser avaliada, sendo-lhe atribuída uma “Zona de Risco”, podendo ser Muito Alta, Alta, Baixa, ou Muito Baixa (Trematerra & Pinniger, 2018). A escala refere-se à capacidade de cada zona proporcionar as condições ideais para que os insetos prosperem, e vai ajudar a adequar as medidas aplicadas.

Segundo Pinniger (2011) o conceito de “Zonas de Risco” como uma ferramenta para avaliar e definir prioridades, e para prevenir danos às coleções em todo o museu, evoluiu como resultado das discussões na conferência “2001- a pest odyssey”. O primeiro museu a levar o conceito à implementação completa foi o NHM. Este museu é composto por vários edifícios complexos com características e usos diferentes, que fornecem abrigo ideal para pragas de insetos e roedores. No momento da elaboração da estratégia de CIP, o tamanho e a complexidade do edifício tornaram necessário dividir as instalações em seções mais gerenciáveis surgindo o conceito de zona de risco (Ryder & Mendez, 2014).

Este conceito apoiava-se no facto de que os edifícios de museus e casas históricas têm uma população residente de insetos, sendo por isso necessário avaliar a vulnerabilidade das coleções ao ataque dos mesmos. Após esta avaliação seria possível atribuir a cada área do museu uma das quatro zonas de risco (A - Muito alta; B - Alta; C - Baixa; D - Muito Baixa) e por fim, desenvolver protocolos para a monitorização, inspeção e limpeza de armadilhas adequados para cada zona (Pinniger, 2011).

No caso do NHM, o sucesso do projeto dependeu também da nomeação de um coordenador CIP e contribuições regulares de uma equipa que representava os diferentes departamentos. As equipas responsáveis pela manutenção das coleções percorreram o museu, identificando os riscos para as coleções, definindo prioridades e

a cada espaço foi atribuída uma cor relacionada com a vulnerabilidade das coleções aos insetos. Estas cores foram então associadas às zonas de risco referidas no parágrafo anterior (Pinniger, 2011; Ryder & Mendez, 2014). Assim, o vermelho indicava o risco de dano mais alto, o laranja, um risco significativo de dano e o verde, os espaços que apresentavam o menor risco de danos provocados por pragas (Ryder & Mendez, 2014). O museu foi mapeado usando esse método de cores e foi desenvolvida uma ficha afixada em cada espaço, simples e visível, para que todos pudessem perceber em que zona de risco se encontravam e seguir um protocolo adequado (Ryder & Mendez, 2014).

Este método simples e flexível permite dividir edifícios por vezes complexos em áreas mais fáceis de gerenciar e destacar espaços que, de outra forma, seriam negligenciados sendo uma adição útil e eficaz para uma estratégia integrada (Ryder & Mendez, 2014). Isto foi verificado no estudo piloto realizado no NHM, que demonstrou que o conceito de zona de risco era eficaz e prático, o que levou o museu a tentar implementar o conceito em escala real (Pinniger, 2011).

As zonas de risco tiveram que ser revisadas continuamente para atender às mudanças nas construções nos últimos anos. Devido ao sucesso que este conceito demonstrou ter na prevenção e combate às pragas de insetos nos museus, outras instituições seguiram o exemplo e aplicaram as bases referidas juntamente com outras medidas das estratégias CIP, entre os quais o *Imperial War Museum*, o *Victoria and Albert Museum*, e o *Museum of London*, que já avaliaram o conceito de zonas de risco e aceitaram que é uma forma muito prática e econômica de implementar o CIP (Pinniger, 2011).

Tabela ApC1 – Ficha modelo para um programa de monitorização com armadilhas e sugestão para o preenchimento dos campos (Autor, 2022; Eckstein & Bacharach, 2014).

Identificação da armadilha	Tipo de armadilha	Local	Data da inspeção	Identificação do inseto	Número (aproximados) de indivíduos	Estágios de desenvolvimento (e número)	Condições ambientais	Fotografia
Podem ser atribuídos números, letras ou designações mais complexas que incluam o nome da sala ou a tipologia da coleção que o espaço alberga. A própria armadilha deve estar identificada.	Ex. Adesiva simples plana. Adesiva com feromonas, ou com atrativos alimentares. Armadilha pendurada. etc.	Ex. Sala de reserva (forma de identificar a sala). Sala de exposição (nome da sala). Espaços comuns (bibliotecas, lojas, cafés). etc.	Para além da data (dd-mm-aa) podem ser úteis algumas informações como o estado em que a armadilha se encontrava (com pó, sem pó) se foi necessário trocar o adesivo ou a própria armadilha. etc. A data de instalação deve constar na armadilha.	Se possível a identificação da espécie (ou uma sugestão de identificação). Se não for possível fazer uma identificação direta, descrever o aspeto do inseto (cor, tamanho aproximado, número de apêndices, com ou sem asas...).	Nas armadilhas com poucos insetos capturados é fácil fazer uma contagem direta. Se a armadilha estiver cheia, fornecer um número estimado com base na observação.	No caso dos insetos ametabólicos (ex. peixinhos de prata) e hemimetabólicos (ex. baratas) esta distinção é feita com base no tamanho. Como exemplo, a contagem pode ser feita: x número de ninfas (mais pequenas) com (entre determinados comprimentos); repetir de acordo com os tamanho médios. Fazer o mesmo para os adultos (maiores e mais escuros por norma). No caso dos insetos holometabólicos identificar a larva, a pupa (quando visível) e o inseto adulto.	Pode ser útil registar aos valores de humidade relativa e temperatura registados nos macro ambientes ou micro ambientes onde foram feitas as observações.	Durante a inspeção pode ser útil incluir uma máquina fotográfica para obter imagens do local específico onde estava a armadilha, e da própria armadilha.

**8. Apêndice D – Ferramentas de apoio à identificação de insetos:
chave dicotômica e plataformas de identificação *online***

Este apêndice apresenta dois contributos para a identificação de espécies de insetos. Primeiro é apresentada uma chave dicotómica, discutida no subcapítulo 4.2. Depois são apresentadas, em pormenor, as plataformas *online* discutidas no mesmo subcapítulo.

Chave dicotómica para a identificação de 23 ordens comuns de insetos.

A seguinte chave é apresentada pela *University Of British Columbia*, estando integrada num curso de introdução à entomologia (Key to common insect orders, n.d.).

Como referido no primeiro capítulo desta dissertação, dependendo da fonte, podem ser reconhecidas até 30 ordens de insetos. A chave dicotómica aqui apresentada, ajuda na identificação de apenas 23 ordens de insetos, sendo estas as mais comuns.

Também é necessário referir, que a identificação é baseada nas características dos adultos, não sendo adequada para a identificação de estágio imaturos, que, principalmente no desenvolvimento holometabólico, são muito diferentes dos insetos adultos.

A utilização da chave é simples, existem 34 conjuntos, numerados de 1 a 34, cada um com duas opções, a opção (a) e opção (b), que contêm instruções opostas. O utilizador da chave deve incluir o seu inseto numa das opções, mas nunca nas duas. Após a escolha da opção que melhor descreve as características do inseto observado, a chave encaminha o utilizador para outro conjunto através da sua numeração. Depois de escolher novamente uma das opções, o utilizador deve continuar a seguir a chave, até obter uma identificação da ordem.

Para melhor compreender e utilizar a chave dicotómica, é necessário ter presente as características morfológicas gerais dos insetos. Para isto recomenda-se a revisão do subcapítulo 1.2, desta dissertação, referente à morfologia externa dos insetos.

Para tornar a utilização da chave mais fácil, foram acrescentadas algumas imagens, não encontradas no documento original referido como fonte, mas que auxiliam como apoio visual e por isso foram consideradas relevantes. Outra alteração à chave original foi a

adoção do nome da ordem Zygentoma, em substituição da ordem Thysanura, que já não existe.

Chave dicotómica para algumas das ordens mais comuns de insetos:

1. **(a)** – Sem asas; todos os segmentos abdominais são visíveis numa vista superior do inseto.....**2**

(b) – Com asas; as asas podem ser difíceis de observar, porque estão escondidas sob uma capa dura (como nos besouros). Nestes casos, as capas das asas estão dispostas sobre as costas do inseto e escondem uma parte, ou todas as partes do abdómen (Ver Figura ApD1).....**17**



Figura ApD1 – Élitro de um besouro (Zettler, Mateer, Link-Pérez, Bailey, Demars & Ness, 2016).

2. **(a)** – Sem pernas, olhos, ou antenas; vivem por baixo de um revestimento de cera ou algodão, e ocorrem em colónias firmemente agarradas a ramos de árvores, frutos ou folhas (ex. insetos escama).....**Hemiptera (subordem Sternorrhyncha)**

(b) – Pernas, antenas e (normalmente) olhos estão presentes.....**3**

3. **(a)** – O abdómen acaba com três longas caudas, semelhantes a fios; as antenas são longas..... **Zygentoma**

(b) – O abdómen não possui longas caudas; as antenas podem ser longas ou curtas.....**4**

4. **(a)** – As antenas são mais curtas que a cabeça, e não são fáceis de observar; o corpo é achatado lateralmente, ou do ventre para o dorso ; parasitam animais.....**5**

(b) – As antenas são mais longas que a cabeça e são fáceis de observar; por norma não parasitam animais.....**7**

5. (a) – O corpo é achatado lateralmente; as pernas são compridas e com a capacidade para saltar; o aparelho bucal é sugador/picador (Ver Figura ApD2).....**Siphonaptera**
- (b) – O corpo é achatado do dorso para o ventre; as pernas são curtas e sem a capacidade para saltar.....**6**

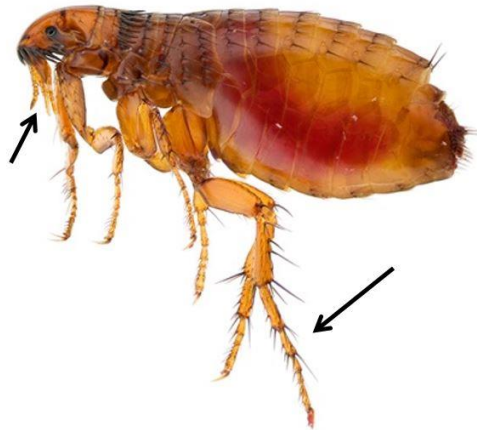


Figura ApD2 – Uma pulga (ordem: Siphonaptera), as setas indicam o aparelho bucal sugador e as pernas compridas adaptadas para saltar (adaptado de Raid, n.d.).

6. (a) – o abdómen é semelhante a um saco, e sem segmentos distintos; os olhos são bem visíveis; o tarso tem 5 segmentos; com cerca de 1 cm de comprimento; parasitam ovelhas.....**Diptera**
- (b) – Os segmentos abdominais são bem distintos; os olhos são pequenos ou estão ausentes; o tarso tem entre 1 e 2 segmentos; com menos 3 mm de comprimento.....**Phthiraptera**
7. (a) – O corpo é fortemente contraído entre o tórax e o abdómen.....**Hymenoptera**
- (b) – O tórax e o abdómen estão amplamente unidos.....**8**
8. (a) – O corpo é escamoso; a língua é enrolada e por vezes visível; usualmente encontrados em troncos de árvores.....**Lepidoptera**
- (b) – O corpo não é escamoso.....**9**
9. (a) – Têm um bico sugador; em alguns casos pode parecer que o bico sai por entre as pernas anteriores.....**10**
- (b) – O bico está ausente, possuem um aparelho bucal mastigador (Ver Figura ApD3).....**11**

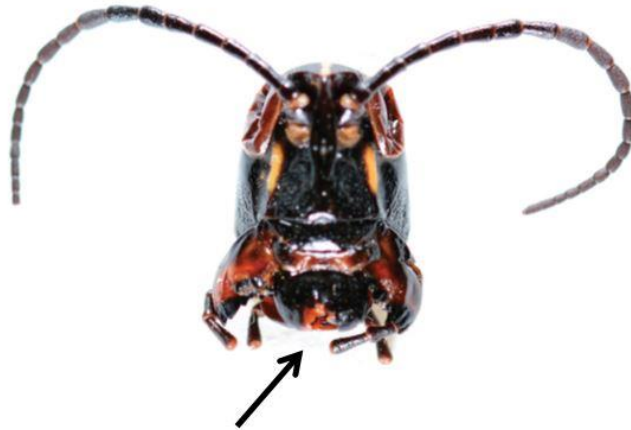


Figura ApD3 – Aparelho bucal mastigador (adaptado de Zettler et.al., 2016).

- 10. (a)** – Com duas projeções tubulares, perto do final do abdómen; o corpo é mole e forma colónias em plantas; as antenas são longas; o bico surge perto das pernas anteriores.....**Hemiptera (subordem Sternorrhyncha)**
- (b)** – Sem projeções tubulares no abdómen; o bico surge da frente da cabeça.....**Hemiptera (subordem Heteroptera)**
- 11. (a)** – O tarso possui 5 segmentos, ou as pernas posteriores estão adaptadas para saltar.....**12**
- (b)** – O tarso possui menos de 5 segmentos, e as pernas posteriores não estão adaptadas para saltar.....**14**
- 12. (a)** – As pernas posteriores estão adaptadas para saltar.....**Orthoptera**
- (b)** – As pernas posteriores não estão adaptadas para saltar.....**13**
- 13. (a)** – O corpo é achatado do dorso para o ventre, vista de cima, a cabeça está escondida pelo tórax..... **Blattodea**
- (b)** – O corpo tem a forma de um pau, mas não é achatado; a cabeça não está escondida pelo tórax.....**Phasmatodea**
- 14. (a)** – Aparência semelhante a uma formiga, exceto que o corpo é mole e branco; o tarso tem 4 segmentos; sem olhos; as antenas parecem um fio de contas redondas; o tórax e o abdómen estão unidos.....**Isoptera**
- (b)** – Não se enquadra na descrição do passo 14 (a); os olhos, por norma, são bem desenvolvidos.....**15**

15. (a) – Com uma cauda bifurcada, perto da extremidade do corpo, usada para saltar; esta cauda pode estar dobrada debaixo do corpo (Ver Figura ApD4)**Collembola**
(b) – Não possuem uma cauda bifurcada.....**16**



Figura ApD4 – Inseto da ordem Collembola, a seta indica a cauda bifurcada (adaptado de Justin Anthony Groves, 2012).

16. (a) – Com uma forma oval, e semelhante a um piolho; as antenas são longas, e semelhantes a um fio.....**Psocoptera**
(b) – O corpo é estreito; encontrado em folhas e flores.....**Thysanoptera**
17. (a) – Com apenas um par de asas, o par posterior é reduzido a pequenas estruturas que se assemelham a “golf tees”(halteres) (Ver Figura ApD5).....**Diptera**
(b) – Com dois pares de asas, embora o primeiro par possa estar endurecido e não funcionar no voo (como nos besouros).....**18**

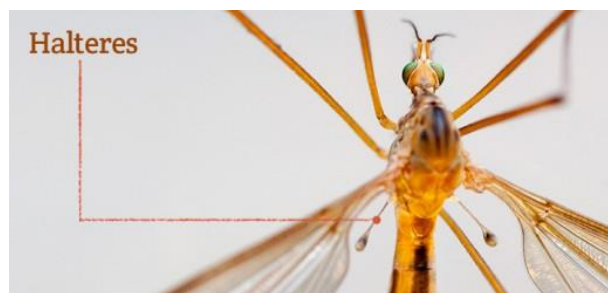


Figura ApD5 – Par de asas posteriores reduzido ou halteres (Skully Bob, 2013).

18. (a) – As asas anteriores têm uma textura mais espessa do que as asas posteriores em toda, ou parte da sua área.....**19**
(b) – As asas anteriores e posteriores têm a mesma textura ao longo de toda a sua extensão.....**24**

- 19. (a)** – As asas anteriores têm uma textura dura ou semelhante a couro, em toda a sua extensão, e quase sempre se encontram numa linha reta no centro das costas.....**20**
- (b)** – As asas anteriores têm uma textura semelhante a couro ou pergaminho, em toda a sua extensão, ou apenas na parte basal e não se encontram numa linha reta no centro das costas. No caso dos “lace bugs” (Hemiptera), toda a parte superior do inseto assemelha-se a renda.....**21**
- 20. (a)** – As asas anteriores são curtas, e deixam muito do abdómen exposto; um par de apêndices semelhantes a pinças estendem-se desde o final do abdómen.....
- Dermaptera**
- (b)** – As asas anteriores normalmente cobrem todo o abdómen; nunca com apêndices abdominais.....**Coleoptera**
- 21. (a)** – Com um bico articulado; a parte basal da asa é mais espessa e a ponta é membranosa. As antenas têm 5 ou menos segmentos.....**Hemiptera (subordem Heteroptera)**
- (b)** – O aparelho bucal é mastigador; as asas anteriores têm uma textura semelhante a pergaminho em toda a sua extensão; as antenas têm muitos segmentos.....**22**
- 22. (a)** – As perna posteriores estão adaptadas para saltar.....**Orthoptera**
- (b)** – As perna posteriores não estão adaptadas para saltar.....**23**
- 23. (a)** – As pernas anteriores estão adaptadas para capturar presas (louva-a-deus)**Mantodea**
- (b)** – As pernas anteriores não estão adaptadas para capturar presas; o corpo é achatado do dorso para o ventre; vista de cima, a cabeça está escondida pelo tórax.....**Blattodea**
- 24. (a)** – As asas possuem escamas em toda, ou parte da sua área; o aparelho bucal é sugador, com a forma de uma língua enrolada (Ver Figura ApD6).....**Lepidoptera**
- (b)** – As asas não têm escamas, embora possam ter pelos.....**25**



Figura ApD6 – Aparelho bucal sugador, a seta aponta para a língua enrolada (adaptado de Zettler et.al., 2016).

- 25. (a)** – As asas são longas, estreitas, sem veias, e as 4 possuem o mesmo tamanho e têm franjas com longos pelos; tamanho reduzido, com cerca de 2mm de comprimento; tarso com 1 ou 2 segmentos.....**Thysanoptera**
(b) – Não se enquadra na descrição do passo 25 (a).....**26**
- 26. (a)** – As peças bucais são compostas por um bico, que surge na parte ventral da cabeça, perto das perna anteriores; as asas estão dispostas como um telhado sobre o corpo, e o par posterior é mais pequeno que o par anterior.....**Hemiptera (subordem Auchenorrhyncha)**
(b) – O aparelho bucal não possui a forma de um bico perfurador, embora a parte da frente da cabeça possa ser prolongada sob a forma de um nariz comprido; as asas não estão dispostas como um telhado sobre o corpo; normalmente o par de asas posterior é aproximadamente do mesmo tamanho que o par anterior ou então o abdómen possui 2 ou 3 caudas longas com a aparência de um fio.....**27**
- 27. (a)** – Com muitas veias cruzadas (mais do que 15) em cada asa.....**28**
(b) – Com poucas veias cruzadas, ou então não são distintas.....**32**
- 28. (a)** – As antenas são tão longas quanto a cabeça e o tórax juntos, ou maiores.....**30**
(b) – As antenas são curtas e com aparência de cerdas, do mesmo comprimento que a cabeça ou mais curtas.....**29**
- 29. (a)** – As asas posteriores são muito mais pequenas que as asas anteriores; ocasionalmente as asas posteriores estão ausentes; o abdómen termina em 2 ou 3 caudas longas semelhantes a fios.....**Ephemeroptera**

- (b) – As asas anteriores e posteriores apresentam quase o mesmo tamanho, sem caudas abdominais..... **Odonata**
- 30. (a)** – O abdómen termina com 2 caudas curtas.....**Plecoptera**
(b) – O abdómen não tem caudas.....**31**
- 31. (a)** – A cabeça prolonga-se numa estrutura semelhante a um nariz; a extremidade do abdómen, por vezes assemelha-se à cauda de um escorpião.....**Mecoptera**
(b) – A cabeça não se prolonga numa estrutura semelhante a um nariz.....**Neuroptera**
- 32. (a)** – Todas as 4 asas são compridas, estreitas, do mesmo tamanho, sem veias distintas; as asas têm cerca do dobro do comprimento do corpo.....**Isoptera**
(b) – Não se enquadra na descrição do passo 32 (a).....**33**
- 33. (a)** – As asas têm pelos; as antenas assemelham-se a um fio e, normalmente, são tão ou mais compridas que o corpo; as peças bucais são indistintas; as asas anteriores e posteriores têm quase o mesmo tamanho.....**Trichoptera**
(b) – As asas não têm pelos; o aparelho bucal é mastigador; as asas posteriores são visivelmente mais pequenas que as asas anteriores.....**34**
- 34. (a)** – O tarso possui 2 ou 3 segmentos; de dimensões reduzidas, com menos de 3mm de comprimento. Nunca existe constrição entre o tórax e o abdómen.....**Psocoptera**
(b) – O tarso possui 4 ou 5 segmentos; o tamanho é variável; a maioria está contraída entre o tórax e o abdómen.....**Hymenoptera**

Plataformas online de apoio à identificação de insetos em instituições culturais.

Este apêndice tem como objetivo a introdução de algumas plataformas *online*, referidas no Capítulo 4, que podem ser úteis na hora de identificar um inseto (assim como outras pragas de vertebrados e invertebrados) que está a danificar as coleções, e também na questão da gestão, prevenção e controle destes animais.

A primeira plataforma, *Insects Limited Incorporated*, é uma empresa que se dedica ao controle de pragas, no entanto na sua plataforma online fornece informações muito úteis no que toca à monitorização e uso de armadilhas. As restantes plataformas estão ligadas a instituições culturais, ou então surgiram do interesse e trabalho de especialistas, tanto da área da museologia, como da biologia (entomólogos).

Insects Limited Incorporated – Trata-se de uma empresa americana, estabelecida em 1981, especializada em tecnologia que utiliza feromonas, e que investiga, testa, desenvolve, produz e distribui feromonas e sistemas de armadilhas com feromonas para insetos, no mercado global, para a proteção de vários produtos alimentares, vestuários e também coleções museológicas (*Insects Limited Incorporated*, n.d.a). Para as instituições culturais, a empresa oferece soluções CIP, para museus, bibliotecas, herbários e casas históricas através de opções não tóxicas, com monitorizações e tratamentos com base em feromonas, que são seguros para o público, equipas do museu e os próprios objetos (*Insects Limited Incorporated*, n.d.b). No mesmo site, pode ainda ser explorada a opção *Identify your pest*, mais concretamente, pragas de museus e tecidos, onde o site fornece detalhes, imagens, descrições, vídeos, assim como medidas de prevenção e controle associadas a algumas espécies de insetos que atacam estas coleções (*Insects Limited Incorporated*, n.d.c).

Sendo o anterior um exemplo aplicado à indústria, existem muitos outros projetos resultantes do esforço conjunto de instituições culturais e especialistas na área do controle integrado de pragas. São de destacar os seguintes:

Museumpests.net: Integrated Pest Management for Cultural Heritage – Esta plataforma online foi desenvolvido pelo atualmente designado, *MuseumPests Working Group (MPWG)*, um grupo internacional, que inclui gestores de coleções, conservadores,

entomologistas e outros profissionais cujos interesses se relacionem com a implementação de ações de gestão integrada de pragas em museus, bibliotecas arquivos e outras instituições que alberguem coleções. Trata-se de uma organização civil, dirigida por voluntários e fundada com base em doações (Museum Pests.net., n.d.a).

Como referido na plataforma oficial, o objetivo do *MuseumPests Working Group* é ser a fonte de apoio e informação mais abrangente, para os profissionais que pretendam implementar políticas e práticas de gestão integrada de pragas em instituições culturais. Este grupo também pretende ser um exemplo de boas práticas na área de gestão integrada de pragas, ao mesmo tempo que promove e facilita estas práticas na comunidade científica que lida com coleções e património cultural, através do desenvolvimento e distribuição *online* de materiais práticos e outros recursos (Museum Pests.net, n.d.b).

O *website* foi estabelecido como uma ferramenta de partilha de informações e recursos, com outros investigadores da área. Apresenta detalhes acerca de pragas de invertebrados, vertebrados e fungos, em museus, bibliotecas e arquivos assim como estruturas históricas. Os conteúdos apresentados no site estão organizados em categorias, apresentadas no menu inicial, sendo que as primeiras quatro englobam prevenir o acesso das pragas (prevenção), monitorizar as populações de pragas (monitorização), identificar as potenciais ameaças (identificação) e tratar as infestações, da maneira mais segura possível (soluções). É de referir que, no que toca à identificação, as *Pest Fact Sheets*, são um recurso bastante útil, para uma pesquisa rápida, na medida em que são de fácil utilização e compreensão. O grupo oferece ainda recursos adicionais de apoio (conferências, blogues) referentes ao desenvolvimento, implementação e gestão de planos CIP, nas instituições.

Insectes du Patrimoine Culturel – Trata-se de uma base de dados, resultado da parceria entre três instituições, sendo elas o Centro Nacional de Sequenciação (GENOSCOPE - National Sequencing Centre), o Centro Interdisciplinar de Conservação e Restauro do Património (CICRP - Centre Interdisciplinaire de Conservation et de Restauration du Patrimoine), e o Instituto Nacional de Pesquisa Agrónoma (INRA - Institut National de la Recherche Agronomique). De acordo com a sua plataforma *online*, o seu objetivo é

auxiliar os profissionais responsáveis pela conservação do património, assim como outros profissionais e cientistas interessados na área, a reconhecer e identificar mais facilmente os insetos presentes nos locais culturais, para que possam ser definidas e implementadas com rapidez as medidas necessárias contra a infestação. A base de dados inclui uma lista de insetos, cerca de 115 espécies, que podem ser encontrados em coleções museológicas, bibliotecas, arquivos ou em mobiliário em locais históricos, e que representam um risco para a conservação do património (Insectes du Patrimoine Culturel, n.d.).

Apesar de que nem todas as 115 espécies listadas têm uma ficha associada, as que têm apresentam informações referentes ao ciclo de vida, distribuição geográfica, taxonomia, critérios de reconhecimento com detalhes visuais, assim como imagens dos danos associados à sua atividade. Também é dada a possibilidade ao investigador de procurar uma espécie em particular com base nos materiais, uma vez que existe um menu que agrupa os insetos de acordo com o tipo de material que eles infestam.

O *website* também apresenta informação extensa acerca de nomenclatura e classificação de espécies, e agrupa os insetos em quatro famílias, consideradas as principais responsáveis por atacar o património, para facilitar a identificação, fornecendo chaves dicotómicas visuais para cada uma delas. Por fim, apresenta ainda a possibilidade de fazer uma identificação molecular com base na sequenciação do seu ADN.

What's eating your collection? – Originalmente criado em 2011, o *website* foi concebido para colmatar a necessidade de ajudar os profissionais que não conseguiam acesso a cursos especializados na área da gestão integrada de pragas. Sendo o resultado de uma parceria entre as equipas do *Birmingham Museum* e do *Collections Trust*, desde então contou com o apoio de muitas outras instituições e profissionais da área. Este site tem como objetivo ajudar os profissionais a perceber o que é a gestão integrada de pragas, como fazê-la de forma adequada a cada museu e disponibilizar os recursos necessário para identificar e resolver o problema (What's Eating Your Collection?, n.d.).

No menu *Identify and solve*, a plataforma disponibiliza fichas de identificação de várias espécies com informação acerca da sua morfologia e biologia assim como evidências dos danos que provocam, com uma base visual muito extensa. Esta secção também disponibiliza informações e guias acerca de como prevenir a ação de insetos, como identificar a existência de uma infestação, e por fim, como lidar com o problema com opções de tratamento adequadas. Como ferramenta intuitiva de identificação, pode ser destacada a “*Decision tree*”, que conduz a pesquisa de uma forma simples, com parâmetros de escolha claros, como a forma e tamanho do corpo, número de segmentos corporais, revestimento e coloração, entre outras características, até identificar a espécie, ou restringir a busca.

Há semelhança dos outros sites apresentados, apresenta uma base de dados que engloba artigos e publicações úteis na temática de gestão integrada de pragas, assim como outras fontes de informação e recursos úteis. No entanto é de referir que neste caso, as referências são apresentadas em forma de catálogo, com motor de pesquisa, o que facilita e organiza a pesquisa.

Por fim, o site *What’s eating your collection?* apresenta ainda outra funcionalidade bastante importante, designada de *Pest recording*, onde estão documentados as manifestações de insetos em edifícios no Reino Unido, sendo útil na hora de perceber que espécies de insetos, e em que número, estão presentes e em que tipo de museus são mais comuns.

Pest Partners project – Este projeto foi desenvolvido pela *South West Museum Development*, uma organização incluída na rede nacional estabelecida pelo programa *Museum Development*, que atua em todo o Reino Unido, com recurso a 9 subdivisões regionais. À semelhança das restantes divisões, a *South West Museum Development* tem como objetivo apoiar os museus e organizações culturais em todas as suas áreas de atuação e incentivar o seu desenvolvimento, inovação, e colaboração com outras instituições (South West Museum Development, 2020, a).

O projeto *Pest Partners*, foi implementado pela primeira vez em 2020, para apoiar os museus e outras organizações culturais durante os períodos de confinamento derivados

da pandemia Covid-19. Desde então tem continuado o seu trabalho, tendo como objetivos a divulgação e consciencialização das equipas museológicas, para o problema que as pragas constituem para as coleções; aumentar a confiança e o entusiasmo das equipas, assim como voluntários, no que diz respeito à identificação e gestão de pragas; encorajar as relações interprofissionais, criando relações entre entomologistas locais e as coleções; promover medidas de proteção para as coleções e, por último, fornecer dados para investigações científicas, referentes à ação das pragas, a sua diversidade, distribuição e consequente relação com as alterações climáticas (South West Museum Development, 2020, b).

Há semelhança dos anteriores, existe no *website* uma base de dados com informações escritas. No entanto, é importante referir que relativamente aos recursos que este projeto oferece, estes são um pouco diferentes, na medida em que são mais interativos. O grupo disponibiliza na sua plataforma um conjunto de vídeos educacionais, com dicas práticas, para ajudar as equipas museológicas a desempenhar algumas tarefas, como instalar e monitorizar armadilhas, ou examinar e tratar objetos infestados.

Uma vez que as instituições integradas no projeto devem disponibilizar os dados recolhidos nas monitorizações, isto leva a que as informações sejam recolhidas num inquérito *online*, analisadas, mapeadas e organizadas, dando origem a uma base de dados útil para todas as instituições, promovendo a partilha de dados.

English Heritage – Trata-se de uma instituição de beneficência, que através de doações protege mais de 400 locais, monumentos e edifícios históricos no Reino Unido, e, desta forma, são responsáveis por um conjunto de locais históricos, coleções e artefactos de valor internacional. Para isto, definem como uma das suas prioridades a conservação do património, para que possa ser aproveitado pelas gerações futuras (English Heritage, n.d.a).

O *website* disponibiliza uma secção dedicada à conservação, incluindo conselhos e orientações de conservação de coleções, que constituem um conjunto de notas guia e artigos técnicos baseados na ciência e experiência prática das suas equipas de conservação. Neste contexto é necessário referir as notas referentes às pragas, que

incluem pequenas fichas técnicas de muitas espécies (não apenas insetos), e outros recursos relacionados com a gestão e monitorização.

Pest Odyssey UK – É um grupo sem fins lucrativos e com uma rede de trabalho aberta, que foi estabelecido em 2011, tendo como objetivo a criação de uma plataforma de confiança que permitisse que todos os interessados na área da gestão integrada de pragas pudessem comunicar, colaborar, partilhar e disseminar experiências e conhecimentos profissionais. Desta forma, pretendem promover boas práticas de gestão integrada de pragas, e assim proteger o património cultural ao reduzir os riscos e prevenir os danos provocados pelos insetos nas coleções (Pest Odyssey U.K., n.d.).

Em termos de recursos, para além das referências úteis apresentadas na plataforma, destacam-se as publicações resultantes das conferências internacionais promovidas pelo grupo, a primeira em 2011, e agora em 2021 (*Pest Odyssey 2021- The Next Generation*) como um ferramenta prática e útil que enloba os resultados obtidos pelos profissionais, com a implementação de medidas de gestão integrada de pragas, mas também outros tópicos como de que forma as alterações climáticas têm vindo a influenciar a vida dos insetos nos museus.

9. Apêndice E – Manual ilustrado de apoio à identificação de insetos em museus e à gestão da sua atividade

MANUAL ILUSTRADO DE APOIO À IDENTIFICAÇÃO DE INSETOS EM MUSEUS E À GESTÃO DA SUA ATIVIDADE



© South West Museum Development

(South West Museum Development, 2020).

Sumário

Introdução

1. Glossário

2. Ordem Zygentoma

2.1. Apresentação

2.2. Fichas de identificação

2.2.1..... Common Silverfish (“Peixinho de prata”)

2.2.2..... Grey silverfish (“Peixinho de prata cinzento”)

2.2.3..... Firebrat (“Tesourinha”)

3. Ordem Blattodea

3.1. Apresentação

3.2. Fichas de identificação

3.2.1..... Common oriental cockroach (“Barata oriental”)

3.2.2..... American cockroach (“Barata Americana”)

3.2.3..... German cockroach (“Barata Alemã”)

3.2.4..... Eastern subterranean termite (“Térmita subterrânea comum”)

3.2.5..... West Indian drywood termite (“Térmita de madeira seca das Índias ocidentais”)

4. Ordem Coleoptera

4.1. Apresentação

4.2. Fichas de identificação

4.2.1..... Common furniture beetle (“Besouro dos móveis comum”)

4.2.2..... Cigarette beetle (“Besouro do fumo”)

4.2.3..... Varied carpet beetle (“Besouro das carpetes”)

4.2.4..... Vodka beetle ou Brown carpet beetle (“Besouro dos tapetes castanho”)

5. Ordem Lepidoptera

5.1. Apresentação

5.2. Fichas de identificação

5.2.1..... Brown house moth (“Traça castanha doméstica”)

5.2.2..... Common clothes moth (“Traça da roupa”)

5.2.3..... Case-making clothes moth (“Traça da lã”)

Introdução

Objetivo

Este manual pretende ser um instrumento de apoio aos profissionais dos museus, de aplicação potencial e útil a outras instituições culturais, na execução da tarefa de identificação de espécies de insetos que afetam as coleções museológicas, direta e indiretamente. Uma tarefa que se considera essencial à gestão da sua atividade, ou seja, que suportará a decisão quanto a estratégias para eliminar ou mitigar subsequentes danos e perda, para a conservação preventiva dos bens culturais.

Estrutura

O manual adota uma estrutura que procura facultar informação sistematizada, do geral para o particular, de forma precisa e científica, mas orientada por um sentido que possibilite uma leitura e aplicação prática fáceis. Inicia com um glossário, para estabelecimento de plataforma terminológica de entendimento, apresenta, de forma essencial, as ordens de maior relevância para as instituições e nelas inclui fichas de identificação de espécies de predominante interesse. Assim:

Glossário. Neste contexto, são apresentadas as definições de alguns termos científicos, usados nas fichas de identificação, que podem ser desconhecidos dos utilizadores do manual. Alguns termos são acompanhados dos correspondentes em língua inglesa, para ajudar o utilizador na descodificação de algumas referências a que poderá recorrer. No que diz respeito a referências, nem sempre existe unanimidade de opinião entre os autores, pelo que se adotaram os termos e aceções mais consensuais entre:

Ordens. Os insetos estão agrupados por ordens. Também neste contexto se regista um dinamismo no ajuste da sua classificação. Espécies podem ser integradas em diferentes ordens à medida que se avança no conhecimento. Pela sua relevância para as coleções, consideram-se as seguintes ordens: Zygentoma, Blattodea, Coleoptera e Lepidoptera.

Para cada uma, é feita uma pequena apresentação. O objetivo é ajudar a contextualizar os insetos no panorama geral, ou seja, sendo a ordem um grupo taxonómico mais

abrangente, isso significa que os seus integrantes vão apresentar um conjunto de características específicas, que podem ajudar na identificação ao restringir a área de procura.

Em seguida, apresentam-se fichas de identificação individual de alguns insetos. Agrupam-se referências e sistematizam informações relevantes acerca de vários aspetos do inseto, concretamente: A sua taxonomia; Características-chave; Alimentação e atividade; Materiais vulneráveis e evidências de dano; Métodos de monitorização e prevenção. Espera-se que auxiliem o utilizador a identificar corretamente a espécie e a controlar a sua atividade. Para facilitar o processo, são apresentadas figuras que ilustram os aspetos identificados mais significativos.

É necessário referir que se decidiu que na formulação deste manual, não seriam incluídas as referências nos textos. Com esta medida, a intenção é tornar o texto mais visualmente limpo, ao não interromper as informações fornecidas com referências. Apenas as figuras têm associada uma referência de modo a facilitar a sua identificação.

Não obstante, é reconhecida a importância de creditar os autores dos dados recolhidos e por isso, no final da apresentação das ordens e no final de cada ficha de identificação, é indicada toda a bibliografia que foi consultada para a obtenção das informações que foram descritas.

2. Glossário



(Kelly, 2011).

Ametábolo: Inseto que não passa por uma metamorfose, ou seja, não muda a forma do corpo durante o desenvolvimento até a fase adulta, com os estágios imaturos carecendo apenas de estruturas reprodutivas.

Apode: Uma larva sem pernas verdadeiras.

Apterigotas: Insetos sem asas (primitivos).

Cabeça:

(a) **Hipognata.** Com a cabeça direcionada verticalmente e as peças bucais direcionadas ventralmente (para baixo);

(b) **Opistognata.** Com a cabeça curvada de tal forma que as peças bucais são direcionadas posteriormente (para trás);

(c) **Prognata.** Com a cabeça horizontal e as peças bucais direcionadas anteriormente (para a frente).

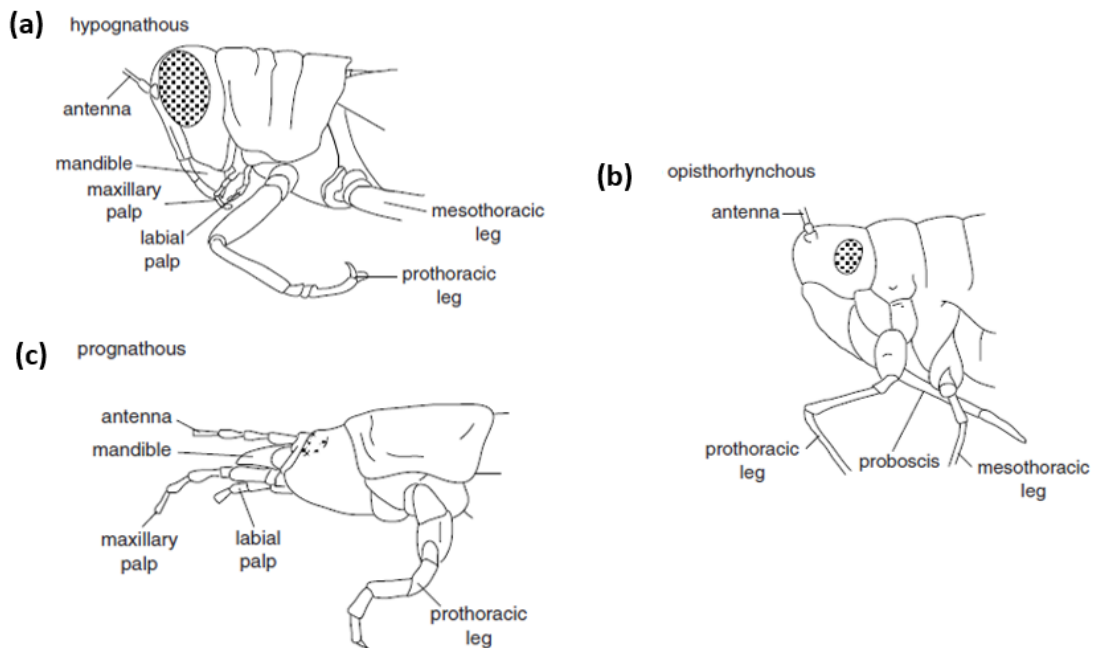


Figura ApE1 – Tipos de cabeças de insetos (adaptado de Chapman, 2013, p. 4).

Celulase: Enzima hidrolítica produzida por fungos, bactérias e outros seres vivos que quebra a ligação glicosídica das moléculas de celulose.

Cercos (*cercus* – sg. / *cerci* – pl.): Apêndices simples ou segmentados do 11º segmento abdominal dos insetos, que geralmente atuam como órgãos sensoriais.

Clado: Um grupo monofilético, que compreende um ancestral e todos os seus descendentes; um ramo numa árvore filogenética.

Cutícula: A estrutura esquelética externa, excretada pela epiderme, e composta por quitina e proteínas, compreendendo várias camadas diferenciadas.

Diapausa: Desenvolvimento atrasado que não é o resultado direto das condições ambientais predominantes.

Élitros (*elytron* – sg. / *elytra* – pl.): As asas anteriores, modificadas e coriáceas dos besouros, que protegem as asas posteriores.

Embriogénese: Estágio de desenvolvimento do embrião.

Enxameação: Multiplicação dos indivíduos pertencentes a colónias de certas espécies de insetos.

Epifamília: Categoria taxonómica que fica entre a superfamília e família no esquema hierárquico da classificação taxonómica.

Escleritos: Placa na parede do corpo do inseto cercada por uma membrana ou suturas.

Estilo (*styli*): Estruturas dos insetos apterigotas. São pequenos apêndices rudimentares nos segmentos abdominais homólogos a pernas abdominais, sem função locomotora.

Eussocialidade: Nível complexo de organização social animal, típico dos insetos, caracterizado pelo cuidado cooperativo na criação da descendência e pela divisão de funções entre indivíduos reprodutores e indivíduos não reprodutores. Animais com este nível de organização social, são insetos eussociais.

Exúvia: Tegumento deixado pelos artrópodes, na ocasião da muda.

Frénulo: Gancho ou grupo de cerdas no dorso da asa posterior dos lepidópteros que se fecha com o retináculo da asa anterior em voo.

Hemimetabólico: Inseto com um desenvolvimento hemimetabólico (passam por uma metamorfose incompleta).

Holometabólico: Espécie de insetos com um desenvolvimento holometabólico (passam por uma metamorfose completa).

Instar: O estágio de crescimento entre duas mudas sucessivas.

Monofilético: Descrição de um grupo (ormi) que inclui todos os descendentes de um único ancestral, reconhecido pela posse conjunta de características derivadas compartilhadas.

Ocelo (*ocellus* – sg. / *ocelli* – pl.): O olho “simples” de insetos adultos e ninfas, existem tipicamente três a formar um triângulo no vértice da cabeça, com um ocelo mediano e dois laterais.

Olho composto: Uma agregação de omatídios (um único elemento de um olho composto) cada um atuando como uma única faceta do olho.

Olho simples (*stemma* – sg. / *stemmata* – pl.): Olho presente em muitas larvas de insetos, por vezes agregados num órgão visual mais complexo.

Ooteca: Cápsula protetora para os ovos presente em algumas espécies.

Operário falso (*pseudergate*): Algumas espécies dentro das famílias de térmitas consideradas pouco desenvolvidas (Termopsidae, Kalotermitidae e Rhinotermitidae), têm uma casta de operários falsos, equivalentes à casta dos operários, mas que englobam larvas indiferenciadas ou ninfas imaturas e que podem desempenhar funções dos operários. Ao contrário dos operários verdadeiros da família Termitidae, os operários falsos mantêm a capacidade de se diferenciarem em outras castas através de mudas.

Parafilético: Descrição de um grupo que é evolutivamente derivado de um único ancestral, mas que não contém todos os seus descendentes.

Partenogênese: Forma de reprodução assexuada, onde os ovos não são fertilizados, tendo como resultado uma descendência geneticamente igual à progenitora.

Polipode: Um tipo de larva com pernas articuladas no tórax e pernas falsas no abdómen.

Probóscide: Um termo geral para peças bucais alongadas.

Pronoto (*Pronotum*): Esclerito dorsal do protórax.

Protórax: Primeiro segmento do tórax.

Pterigotas: Insetos com asas.

Pterotórax: O 2º e 3º segmentos do tórax (mesotórax e metatórax) aumentados e que sustentam as asas nos pterigotas.

Tarso: Região terminal das pernas dos insetos

Tégmen – sg. / tégmina – pl. (*Tegmen* – sg. / *ormicá* – pl.): Asas anteriores modificadas (endurecidas e coriáceas).

Tégula: Um dos escleritos articulados das asas dos insetos que têm a capacidade de dobrar as asas sobre o dorso.

Tergo (*tergum* – sg. / *terga* – pl.): A superfície dorsal de um segmento.

Venação alar: O padrão de veias dentro de uma asa.

Bibliografia

- ☑ Chapman, R.F. (2013). *The Insects: Structure and function* (5th ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press. Retrieved from: https://www.researchgate.net/profile/Khalid_Khan22/post/What_are_your_favorite_entomology_textbooks/attachment/59d6355dc49f478072ea357a/AS%3A273663524311040%401442257876021/download/Chapman+5+th+edition+The+Insects+structure+and+function.pdf
- ☑ Cranston, P.S. & Gullan, P.J. (2014). *The insects: An outline of entomology* (5th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. Retrieved from: <https://docero.com.br/doc/51sne8>
- ☑ Hickman, C. P., Roberts, L. S. & Larson, A. (2001). *Integrated Principles of Zoology* (11th ed.). Nova Iorque: McGraw Hill Education. ISBN 0-07-290961-7
- ☑ Kelly. (2011). *Bug reading clip art*. Clker.com Free Clipart. Retrieved from: <http://www.clker.com/clipart-155787.html>
- ☑ Resh. V., & Cardé, R. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of insects* (2nd ed.). Burlington, MA: Academic Press. Retrieved from: <http://ibimm.org.br/wp-content/uploads/2017/05/enciclopedia-de-insetos-ingles.pdf>
- ☑ South West Museum Development. (2020). *Pest Partners: Latest News and Emerging Trends*. Retrieved from: <https://southwestmuseums.org.uk/2020/12/pest-partners-latest-news/>

2. Ordem Zygentoma

2.1. Apresentação

A ordem Zygentoma inclui os comumente designados por peixinhos de prata (*silverfish*) e por tesourinhas (*firebrats*). Até ao final do século XX, esta ordem integrava a ordem Archaeognatha e a ordem Thysanura. No entanto, atualmente, são considerados grupos taxonómicos independentes.

As ordens Zygentoma e Archaeognatha representam os sobreviventes de um conjunto mais amplo de insetos primitivos que não voam pois não têm asas (insetos apterigotas). Os insetos de ambos os grupos são semelhantes superficialmente, mas diferem em algumas estruturas. São conhecidas quase 600 espécies distribuídas por cinco famílias.

Relativamente à morfologia externa, o comprimento dos insetos desta ordem varia entre 2 e 30 mm. Possuem um corpo achatado do dorso para o ventre e, geralmente, coberto com escamas prateadas, ou uma cor semelhante.

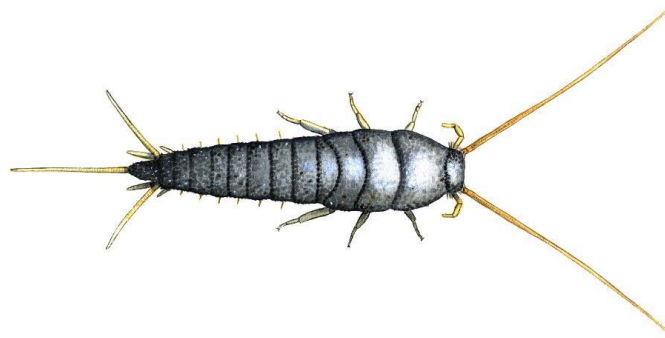


Figura ApE2 – Representação de um peixinho de prata (*Lepisma saccharina*) (Aak, A.; Rukke, B.A.; Ottesen, P.S. & Hage, M., 2019).

A cabeça tem um par de longas antenas multissegmentadas. Os olhos compostos estão ausentes ou são reduzidos. Algumas espécies podem ter entre um e três ocelos. Por norma, a cabeça é hipognata, ou prognata.

O aparelho bucal é mandibular. As mandíbulas, embora ainda de desenho primitivo, possuem dois pontos de articulação e palpos maxilares com cinco segmentos que são mais curtos que nos insetos da ordem Archaeognatha.

Os segmentos torácicos não estão fundidos. As pernas têm tarsos, com dois a cinco segmentos. O abdómen está dividido em 11 segmentos e afunila a partir do tórax.

Os segmentos abdominais contêm estilos, estruturas que representam pernas reduzidas. Embora em algumas espécies estejam ausentes ou reduzidas, podem estar presentes nos indivíduos adultos pares de vesículas retráteis responsáveis pela absorção de água.

O final do abdómen possui um apêndice caudal, longo e multissegmentado, e um par de cercos, também multissegmentados e quase tão longos quanto o apêndice caudal.

Conseguem movimentar-se bastante rapidamente e percorrer longas distâncias em busca de alimento, mas não saltam.

O desenvolvimento é ametábolo. As ninfas não passam por uma metamorfose e a forma adulta é o resultado do aumento progressivo do tamanho corporal das larvas. O indivíduo que emerge do ovo apresenta uma forma corporal muito similar à do adulto, apenas mais pequena e com o aparelho genital pouco desenvolvido. A cada muda, o indivíduo aumenta de tamanho e os órgãos sexuais desenvolvem-se progressivamente. A fertilização é indireta, através de espermatóforos que as fêmeas recolhem do substrato.

Por norma, para sobreviverem e prosperarem, necessitam de ambientes bastante húmidos e com temperaturas amenas. No entanto, algumas espécies podem suportar humidades relativas baixas e as temperaturas elevadas de áreas áridas.

Na natureza, são insetos necrófagos. Vivem em detritos de madeira ou sob a casca de árvores. Podem ser subterrâneos ou cavernícolas e podem, ainda, ser encontrados em tocas de mamíferos. Algumas espécies são comensais em ninhos de formigas e térmitas. As espécies que são encontradas em habitações humanas, incluindo museus, podem constituir uma praga, se atingirem uma densidade populacional elevada.

Entre as potenciais espécies de pragas, estão incluídas a *Lepisma saccharina*, *Ctenolepisma longicaudata* e *Thermobia domestica*.



(b)



(c)



Figura ApE3 – Indivíduos das espécies *Thermobia aegyptiaca* (a), *Allacrotelsa spinulata* (b) e *Atelura ormicária* (c) (Fotis-samaritakis, 2021; Robby Deans, 2022; James Glenn, 2021, respetivamente).

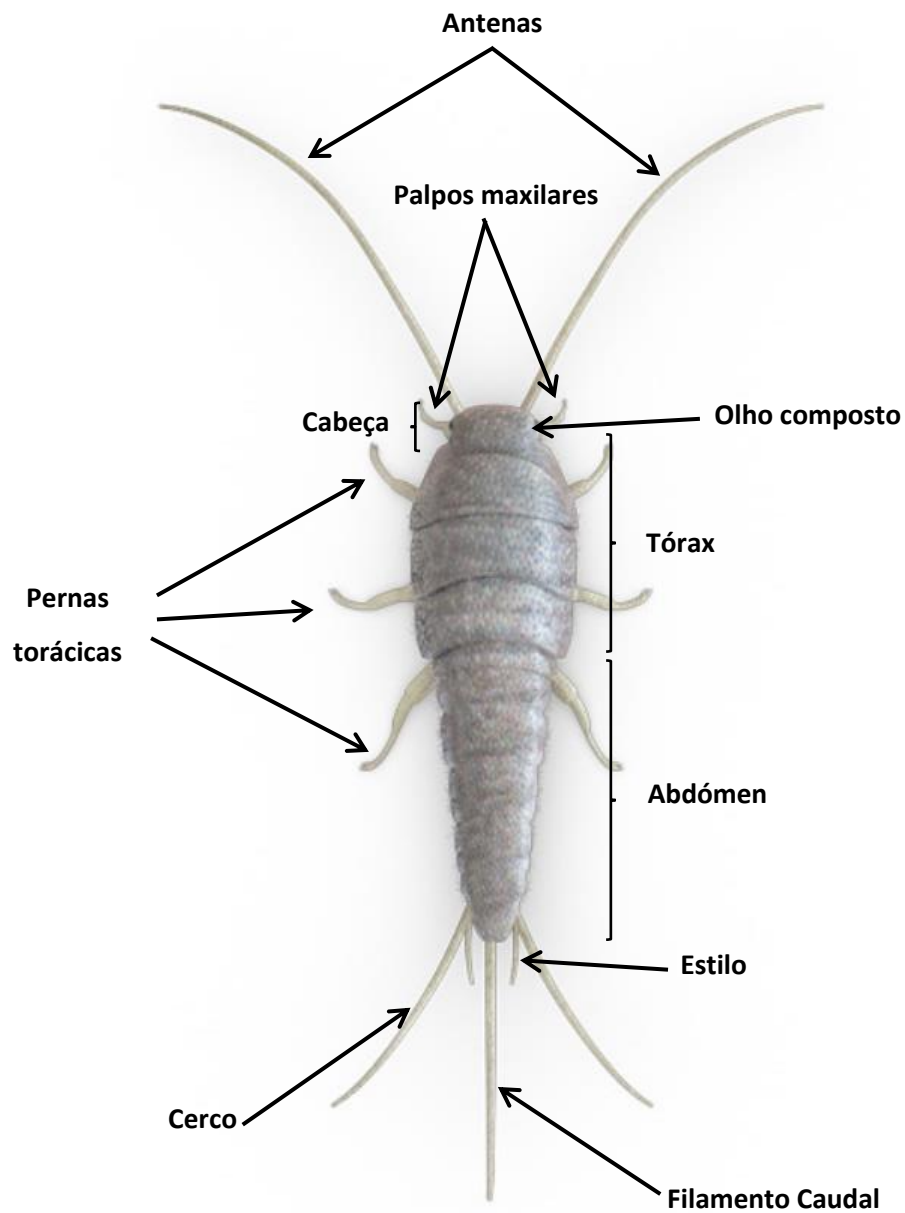


Figura ApE4 – Anatomia externa geral de um peixinho de prata e identificação dos diferentes constituintes. Adaptado de Raid (n.d.).

Bibliografia

- ☑ Aak, A.; Rukke, B.A.; Ottesen, P.S. & Hage, M. (2019). *Long-tailed silverfish (Ctenolepisma longicaudata) – biology and control*. Oslo: Norwegian Institute of Public Health (NIPH). Retrieved from: <https://www.fhi.no/en/publ/2019/skjeeggkre--biologi-og-rad-om-bekjemping/>
- ☑ Chapman, R.F. (2013). *The Insects: Structure and function* (5th ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press. Retrieved from: https://www.researchgate.net/profile/Khalid_Khan22/post/What_are_your_favorite_entomology_textbooks/attachment/59d6355dc49f478072ea357a/AS%3A273663524311040%401442257876021/download/Chapman+5+th+edition+The+Insects+structure+and+function.pdf
- ☑ Cranston, P.S. & Gullan, P.J. (2014). *The insects: An outline of entomology* (5th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. Retrieved from: <https://docero.com.br/doc/51sne8>
- ☑ Fotis-samaritakis. (2021). *Thermobia aegyptiaca*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/68549776>
- ☑ James Glenn. (2021). *Atelura formicaria*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/96288168>
- ☑ Raid. (n.d.). *Peixinho-de-prata Lepisma saccharina*. Retrieved from: <https://www.linharaid.com.br/pt-br/bug-id/silverfish>
- ☑ Robby Deans. (2022). *Allacrotelsa spinulata*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/125517489>

2.2. Fichas de identificação

2.2.1. Common Silverfish (“Peixinho de prata”)

Lepisma saccharina Linnaeus, 1758



Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Zygentoma

Família: Lepismatidae

Género: *Lepisma*

Espécie: *Lepisma saccharina*
Linnaeus, 1758

Figura ApE6 - © Jonathan Ho Kit Ian, 2020.



Figura ApE5 – Indivíduo da espécie *L. saccharina*. Vista ventral (a) e dorsal (b) (Brad Walker, 2020).

Caracterização biológica e ciclo de vida

Características-chave

- ☑ **Tamanho:** 10 – 15 mm de comprimento (adulto); 1,6 mm de comprimento mínimo (ninfas);
- ☑ **Cor:** Prateado metálico ou cinzento aço.
- ☑ **Corpo:** Segmentado, afunilado e achatado do dorso para o ventre. Revestido por escamas.
- ☑ **Apêndices:** Sem asas, com três pares de pernas curtas e três filamentos caudais. Duas antenas longas e finas.

Coloração

- O peixinho de prata apresenta uma coloração uniforme, descrita como sendo prateada metálica ou cinzenta aço.

Forma do corpo

- O corpo de um indivíduo adulto varia entre 10 e 15 mm de comprimento.
- O corpo é coberto por escamas. As escamas são delicadas, levemente incandescentes à luz, e aderam à maioria das superfícies.
- Apresenta um corpo segmentado, achatado do dorso para o ventre, e estreito. O corpo afunila gradualmente, desde a parte anterior para a parte posterior numa forma longa que se assemelha a um torpedo.

Apêndices e morfologia externa

- Tem duas antenas longas, finas e segmentadas.
- Os olhos são pequenos e estão bem separados.
- O aparelho bucal é mastigador e mandibulado.
- Não tem asas.
- Tem seis pernas torácicas curtas.
- Tem três apêndices caudais, dois cercos e um filamento caudal, que surgem no fim do abdómen. Os filamentos laterais (cercos) geralmente apontam para trás e para os lados. O filamento médio é mais curto que a metade do comprimento do corpo.

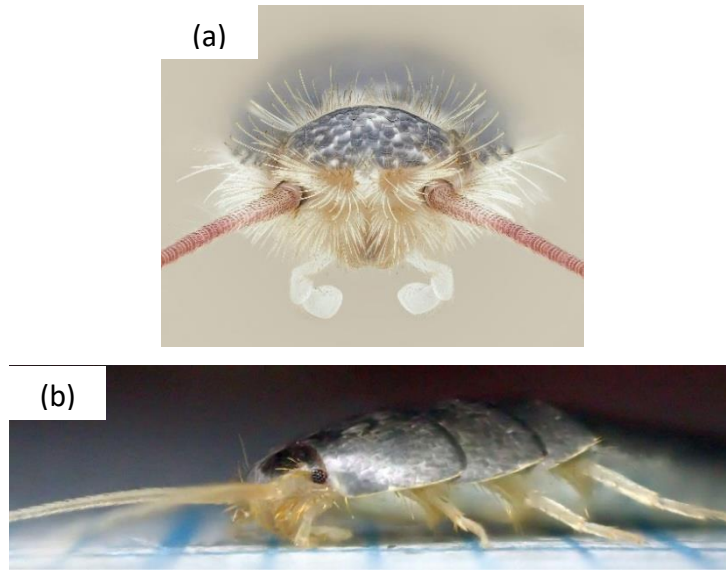


Figura ApE7 – Pormenor da cabeça de um indivíduo adulto, que evidencia as antenas finas e segmentadas, assim como o os palpos labiais (a). Vista lateral da parte anterior de outro indivíduo adulto, onde é possível distinguir bem as escamas dorsais, as antenas segmentadas, os pequenos olhos compostos pretos e as pernas curtas (b) (Marco Jongsma, 2019; Magne Flåten, 2021, respetivamente).

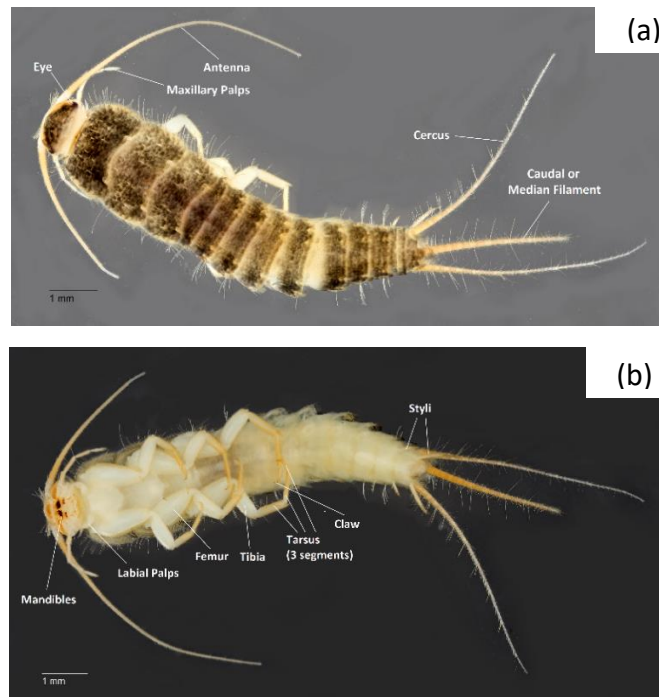


Figura ApE8 – Indivíduo adulto da espécie *L. saccharina*. Vista do dorso (a) e do ventre (b) (Jonathan Ho Kit Ian, 2020).

Ciclo de vida

- O ciclo de vida do peixinho de prata é um ciclo ametábolo, sem metamorfose. Dos ovos não eclodem larvas, mas ninfas que são semelhantes ao adulto.
- As fêmeas adultas depositam cerca de 7 a 12 ovos e, sob condições ideais, podem fazê-lo várias vezes durante o ano.
- Os ovos são depositados em fendas, atrás de livros, prateleiras de armários, tecidos, ou diretamente nas fontes alimentares (raramente expostos no solo).
- Os ovos são brancos/beges, ovais e medem, aproximadamente, entre 0.8 e 1 mm de comprimento.
- O desenvolvimento dos ovos ocorre entre 2 e 4 semanas ou mais, dependendo da temperatura ambiente. A 20°C, ocorre em cerca de 35 dias. Em ambientes mais frios, os ovos podem permanecer dormentes até 6 semanas, eclodindo assim que a temperatura aumenta.
- O primeiro estágio de ninfa mede cerca de 1.6 mm de comprimento. As ninfas assemelham-se fisicamente aos adultos. No entanto, são mais claras e só desenvolvem escamas após a terceira muda. Durante 3 a 4 meses, as ninfas aumentam gradualmente de tamanho, passando por 6 a 7 mudas, até chegarem à idade adulta. Ao contrário de outros insetos, esta espécie continua a renovar a sua cutícula ao longo da vida, podendo passar por entre 45 e 60 mudas.
- Atingem a maturidade sexual rapidamente e têm uma alta taxa de reprodução.
- Geralmente, os adultos vivem até 3 anos.

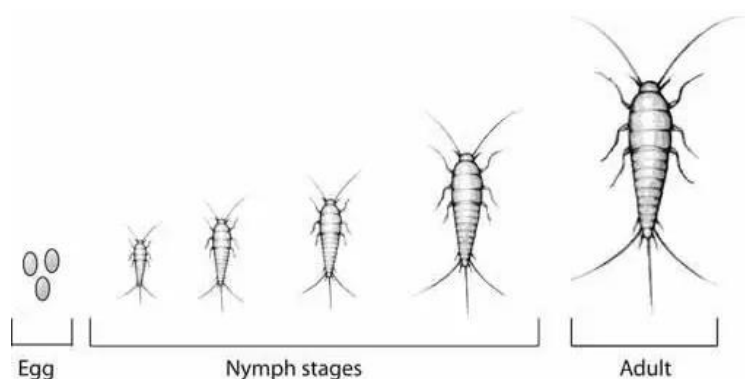


Figura ApE9 – Ciclo de vida ametábolo da espécie *L. saccharina* (Pest Hacks, 2016).

Alimentação e atividade

- Os indivíduos desta espécie correm rapidamente e podem percorrer longas distâncias em busca de alimento.
- Prosperam em áreas escuras e não perturbadas, húmidas e relativamente quentes. Os valores ideais de conforto para a espécie são: 75% - 97% de humidade relativa e 20°C – 26°C de temperatura. Se a temperatura for mais elevada, a humidade relativa deve ser sempre superior a 75%. A existência de um grande número de indivíduos pode indicar um problema de humidade relativa elevada.
- São animais noturnos, procurando comida e água durante a noite. Escondem-se durante o dia, para descansarem.
- Um comportamento de agregação nos insetos, significa que os indivíduos se juntam para obter vantagens. Este comportamento ocorre nas espécies *C. longicaudata*, *T. domestica* e *L. saccharina* e é baseado em sinais específicos dentro de cada espécie. O sinal indica condições microclimáticas benéficas e uma fonte de comida próxima. A agregação de indivíduos, também reduz o risco de predação, ajuda-os a regular a temperatura, aumenta a resiliência à desidratação (importante para os ovos e ninfas mais novas), facilita o acasalamento e potencia o crescimento.
- Na natureza alimentam-se de detritos de matérias vegetais. Como possuem enzimas no sistema digestivo que digerem a celulose, materiais que contenham este polissacarídeo, amido ou açúcar, servem como alimento. Por vezes, outros animais mortos (importante fonte de proteína), assim como certos fungos, são também uma fonte de alimento.
- Em contextos museológicos, enfim culturais, os adultos e as ninfas desta espécie alimentam-se de bens culturais que contenham amido ou celulose.
- Os adultos têm um metabolismo basal baixo, isto é, com baixo consumo de energia em repouso, pelo que sobrevivem longos períodos sem comida.

Materiais vulneráveis e evidências de dano

Materiais vulneráveis

- São principalmente vulneráveis as coleções de documentos, fotográficos e gráficos. Por isso, a espécie é, vulgarmente, denominada “verme dos livros”. Alimentam-se de papel avulso, revistas e jornais, etiquetas de papel, livros e encadernações, caixas de cartão, papel de parede não tratado, fotografias, assim como de colas e resinas associadas a estes bens.
- Muito vulnerável é, assim, também a documentação em papel associada às coleções, incluindo etiquetas de identificação.
- São também vulneráveis as coleções de têxteis. Alimentam-se, preferencialmente das constituídas por algodão ou seda.
- Por vezes, podem alimentar-se de alimentos secos, presentes em algumas coleções etnográficas.

Evidências de atividade e danos provocados

- Podem provocar danos através da sua alimentação e atividade.
- Como possuem mandíbulas fracas, os indivíduos desta espécie raspam, em vez de morderem diretamente, a superfície do papel, o que resulta no seu desgaste e em orifícios irregulares e desconectados.
- Também podem perfurar sementes e grãos armazenados.
- Danos nos têxteis são identificados pela presença de resíduos fecais (descritos como pequenos, escuros e visíveis a olho nu) e escamas (visíveis com uma lente de aumento, mesmo manual). Uma mancha amarela é, frequentemente, visível nas áreas danificadas.
- A presença de exúvias e resíduos fecais pode ser um indicador da sua atividade, assim como a existência de escamas, perto ou por baixo de itens danificados.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura ApE10 – Evidências de danos (abrasões e orifícios) em papéis de suporte a livros e documentos avulsos (a – c) e papel de parede (d) provocados por indivíduos da espécie *L. saccharina* (What's Eating your collection?, n.d.a – n.d.d, respetivamente).

Métodos de monitorização e prevenção

Como medidas de monitorização:

- É importante estabelecer rotinas de inspeção regulares aos espaços, com especial interesse pelas áreas de reserva e de exposição, e às coleções, para procurar sinais de alimentação e atividade.
- A sua presença em locais com comida abundante, mas como valores de temperatura e humidade relativa baixos, podem indicar a existência de um microclima por perto. Durante as inspeções, estas áreas devem ser identificadas e os parâmetros ambientais controlados, para evitar migrações.
- Como são noturnos, por norma, não são vistos durante o dia. Para detetar e monitorizar a sua presença e circuitos de passagem, podem ser usadas armadilhas adesivas, com uma superfície plana para permitir uma entrada fácil

na armadilha. Muitas vezes os indivíduos contraem-se nas armadilhas e a sua coloração pode alterar-se, à medida que o corpo seca.

- Fundos de armários com têxteis, estantes de livros (atrás dos livros e por baixo das estantes junto ao piso), bibliotecas e salas de reserva, em cantos mais isolados e escuros, podem ser bons locais para instalar armadilhas.
- Como estes insetos conseguem viajar grandes distâncias enquanto procuram alimento, pode ser difícil localizar a origem da infestação. Utilizar e cartografar um grande número de armadilhas planas adesivas, em vários locais, pode ser uma forma de reduzir a área de busca.
- As armadilhas devem ser inspecionadas diariamente, para identificar as áreas mais severamente infestadas e, mais tarde, avaliar a eficácia dos programas de controlo.
- As armadilhas devem ser substituídas com regularidade ou quando a cola está coberta de pó ou insetos mortos.



(a)



(b)

Figura ApE11 – Indivíduos da espécie *L. saccharina*, em vários estágios de desenvolvimento, presos numa armadilha adesiva (a) (What's Eating your collection?, n.d.e). Exemplo de uma armadilha adesiva plana para monitorizar peixinhos de prata (b). Consiste numa instalação de cartão, com uma base adesiva. Os insetos entram e imediatamente ficam presos na cola. Pode ser usada para monitorizar e controlar peixinhos de prata comuns e peixinhos de prata cinzentos (Preservation Equipment Ltd., n.d.).

- É sempre recomendável que os dados obtidos nas armadilhas sejam recolhidos. Nomeadamente as espécies que foram identificadas e onde, os estágios de vida, assim como o número de indivíduos em cada estágio. As armadilhas devem ser

numeradas para facilitar o processo de recolha, organização e interpretação dos dados.

Como medidas preventivas:

- Uma vez que preferem ambientes muito húmidos e quentes, o controlo destes parâmetros ambientais (neste caso diminuição dos valores) pode ser uma medida eficaz para impedir o desenvolvimento das populações.
- Áreas com humidades relativas constantemente altas podem beneficiar com a instalação de sistemas de desumidificação, que deve ser gradual.
- Controlar fontes de comida, ao evitar a acumulação de caixas de cartão e papéis ricos em amido, não relevantes para as coleções.
- É recomendado que, sempre que possível, os livros e documentos sejam acondicionados em caixas seladas, ou estantes de metal com uma superfície lisa.
- Sempre que possível, acondicionar devidamente os materiais vulneráveis de forma a impedir a entrada destes insetos, tanto em reservas como em vitrinas.
- Manter as salas bem isoladas e ter uma rotina de limpeza regular, incluindo aspirar (se possível, utilizar aspiradores com filtros HEPA, do inglês *High Efficiency Particulate Arrestance*, com alta eficiência na separação de partículas – 99,97% de partículas não inferiores a 0,3 µm) regularmente os potenciais locais de nidificação (fissuras e ranhuras nas estantes e no chão, por baixo e atrás dos armários, entre os livros e as estantes).
- A quarentena é uma medida importante. Quando bens culturais são movimentados entre edifícios, ou mesmo dentro do mesmo museu, devem ficar isolados e ser devidamente inspecionados, antes de integrarem as coleções.

Bibliografia

- ☑ What's eating your collection. (n.d.a). *Silverfish damage inside book*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/identify?obj=316>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.b). *Silverfish damage to paper*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/identify?obj=317>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.c). *Silverfish grazing damage*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/identify?obj=318>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.d). *Wallpaper damaged by silverfish*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/identify?obj=215>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.e). *Silverfish Lepisma saccharina*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/identify?obj=377>
- ☑ Aak, A.; Rukke, B.A.; Ottesen, P.S. & Hage, M. (2019). *Long-tailed silverfish (Ctenolepisma longicaudata) – biology and control*. Oslo: Norwegian Institute of Public Health (NIPH). Retrieved from: <https://www.fhi.no/en/publ/2019/skjeggkre--biologi-og-rad-om-bekjemping/>
- ☑ Brad Walker. (2020). *Peixinho-de-Prata (Lepisma saccharina)*. Inaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/87611366>
- ☑ Government of Canada. (2017). *Major insect pests and their associated, diagnostic signs*. Retrieved from: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pests/insects-diagnostic-signs.html>
- ☑ Government of Canada. (2017). *Materials, objects and common damaging insect pests*. Retrieved from: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pests/materials-objects-damaging-insects.html>
- ☑ Insectes du Patrimoine Culturel. (2016.). *Lepisma Saccharina (Linnaeus, 1758)*. Retrieved from: <http://insectes-nuisibles.cicrp.fr/en/insects-from-a-to-z/lepisma-saccharina-linnaeus-1758>
- ☑ Insects Limited. (n.d.). *Silverfish Common (Lepisma saccharina)*. Retrieved from: <https://www.insectslimited.com/silverfish-common>
- ☑ Jonathan Ho Kit Ian. (2020, July 27). *Lepisma saccharina – Common Silverfish*. Retrieved from: <https://wiki.nus.edu.sg/display/TAX/Lepisma+saccharina+-+Common+Silverfish>
- ☑ Joshi, M., Varadharasu, P., Solanki, C. & Birari, V. (2020 March). *Silverfish (Lepisma saccharina): An overview and their management*. *Agriculture & Food: E-Newsletter*, 2(3), 490-493. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/340862380_Silverfish_Lepisma_saccharina_An_Overview_and_their_Management
- ☑ Magne Flåten. (2021). *Lepisma saccharinum Linnaeus, 1758*. The Norwegian Biodiversity Information Centre (NBIC). Retrieved from: <https://www.gbif.org/occurrence/3303435736>

- Marco Jongsma. (2019). *Lepisma saccharina (silverfish)*. Image of Distinction 2019 Photomicrography Competition. Nikon Small World. Retrieved from: <https://www.nikonsmallworld.com/galleries/2019-photomicrography-competition/lepisma-saccharina-silverfish>
- Michigan State University Plant and Pest Diagnostics. (n.d.). *Silverfish (Lepisma saccharina) and Firebrat (Thermobia domestica)*. Retrieved from: <https://www.canr.msu.edu/resources/silverfish-and-firebrat>
- MuseumPest.net. (2011). *Pest Fact Sheets: Silverfish Lepisma saccharina (Linnaeus)*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2019/03/Silverfish.pdf>
- Notton, D. (2018). *Identifying insect pests in museums and heritage buildings* (2nd ed.). London, UK: The Natural History Museum. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/325180755_Identifying_insect_pests_in_museums_and_heritage_buildings
- Pest Hacks. (2016). *Silverfish Facts and FAQs: What You Need to Know to Fight the Good Fight*. Retrieved from: <https://pesthacks.com/silverfish-facts/>
- Preservation Equipment Ltd. (n.d.). *Silverfish Traps*. Retrieved from: <https://www.preservationequipment.com/Catalogue/Disaster-Cleaning/Insect-Pest-Traps/Silverfish-Traps>
- Rentokil. (n.d.). *Peixinho Prata*. Retrieved from: <https://www.rentokil.com/pt/peixinho-prata/>
- Resh. V., & Cardé, R. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of insects* (2nd ed). Burlington, MA: Academic Pres. Retrieved from: <http://ibimm.org.br/wp-content/uploads/2017/05/enciclopedia-de-insetos-ingles.pdf>
- Rust, M.K. & Millard, M.R. (2009). *UC IPM Pest Notes: Silverfish and Firebrats*, 7475, 1-3. Oakland, CA: UC ANR. Retrieved from: <http://ipm.ucanr.edu/PDF/PESTNOTES/pnsilverfish.pdf>

2.2.2. Grey silverfish (“Peixinho de prata cinzento”)

Ctenolepisma longicaudatum Escherich, 1905



Figura ApE12 - ©Frederik Leck Fischer, 2021.

Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Zygentoma

Família: Lepismatidae

Gênero: *Ctenolepisma*

Espécie: *Ctenolepisma longicaudatum* Escherich, 1905



Figura ApE13 – Vista dorsal (a) e ventral (b) de um indivíduo da espécie *C. longicaudatum* (Jon Sullivan, 2022).

Características-chave

- ☑ **Tamanho:** 15 – 20 mm de comprimento (adulto).
- ☑ **Cor:** Cinzento, pode ter escamas acastanhadas, dando a impressão de que tem manchas.
- ☑ **Corpo:** Segmentado, afunilado e achatado do dorso para o ventre. Revestido por escamas e cerdas.
- ☑ **Apêndices:** Sem asas, com três pares de pernas e três filamentos caudais muito longos. Duas antenas muito longas e finas.

Caracterização biológica e ciclo de vida

Coloração

- O peixinho de prata cinzento é descrito como sendo cinzento de forma uniforme, como o peixinho de prata comum. No entanto, por vezes, algumas das escamas apresentam uma coloração acastanhada, dando a impressão de que tem manchas.

Forma do corpo

- O inseto adulto mede entre 15 e 20 mm de comprimento. A maioria não atinge comprimentos tão grandes, apenas os que vivem em ambientes com condições ótimas.
- O corpo apresenta uma forma achatada, do dorso para o ventre, afunilada na parte posterior, e longa, semelhante a um torpedo.
- O corpo está revestido por escamas. As escamas são delicadas, levemente incandescentes à luz, e aderem à maioria das superfícies.

Apêndices e morfologia externa

- Tem seis pares de pernas torácicas.
- Tem olhos pequenos e afastados.
- Tem um aparelho bucal mastigador e dois palpos maxilares pequenos.
- Tem um par de antenas segmentadas extremamente longas e finas.
- Tem três apêndices caudais, dois cercos e um filamento caudal, todos extremamente longos e finos, tão longos como o corpo. O do meio, aponta diretamente para trás e é tão longo como o corpo. Os outros dois filamentos, normalmente, apontam diretamente para os lados.

Características diferenciadoras entre *L. saccharina* e *C. longicaudata*

São duas espécies muito semelhantes, o que pode resultar em identificações incorretas. No entanto, existem algumas diferenças observáveis, referidas de seguida.

→ O peixinho de prata cinzento é maior, tem antenas e filamentos caudais mais compridos.

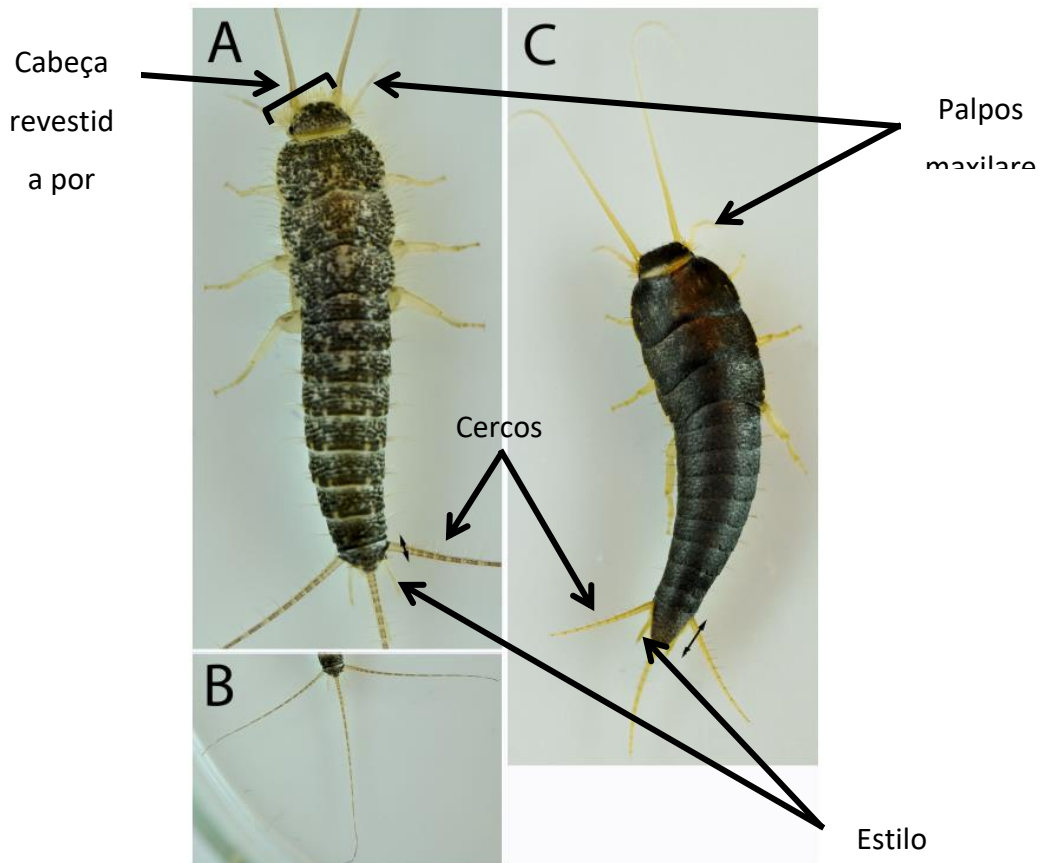


Figura ApE14 – Dois indivíduos adultos, da espécie *C. longicaudata* (cerca de 13,5 mm de comprimento) (A) e da espécie *L. saccharina* (cerca de 11,5 mm de comprimento) (C). É possível observar, na ampliação em (B), que os filamentos caudais são maiores no peixinho de prata cinzento (cerca do tamanho do corpo). Na espécie *L. saccharina*, os filamentos caudais são mais curtos (cerca de 1/3 do comprimento do corpo). As antenas são maiores na espécie *C. longicaudata* do que na *L. saccharina*. O comprimento do último segmento corporal é maior na espécie *L. saccharina* (setas pequenas com duas pontas). As setas com uma ponta indicam outros aspetos da morfologia externa (adaptado de Thomsen, E., Í Kongsstovu, S., Dahl, H.A. & Mikalsen S-O., 2019).

- O último segmento corporal é relativamente maior na espécie *L. saccharina* do que na *C. longicaudata* e projeta-se atrás do ponto onde os cercos emergem do corpo.
- Embora a quantidade de cerdas possa variar entre os indivíduos, a espécie *C. longicaudata* tem, em geral, mais cerdas e estas são mais compridas, com uma coloração amarelada.
- Na espécie *L. saccharina*, a falta de cerdas na região da cabeça permite distinguir a sua forma mais retangular e larga. Na espécie *C. longicaudata* esta região é mais estreita.

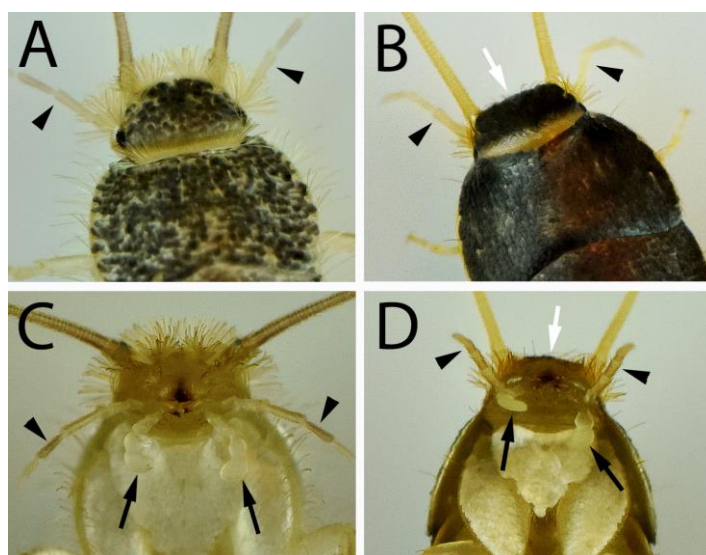


Figura ApE15 – Detalhe da cabeça de um indivíduo da espécie *C. longicaudata* (A) e (C) (vista dorsal e ventral, respetivamente) e de um indivíduo da espécie *L. saccharina* (B) e (D) (vista dorsal e ventral, respetivamente). É possível verificar que o peixinho de prata cinzento tem muito mais cerdas nesta região e que a frente da cabeça do peixinho de prata comum é mais larga e retangular (seta branca). As setas pretas indicam os palpos labiais, e as pontas de seta pretas, os palpos maxilares (Thomsen, E., Í Kongsstovu, S., Dahl, H.A. & Mikalsen S-O., 2019).

- A espécie *C. longicaudata* possui três filas de cerdas na face dorsal do abdómen, uma central e duas laterais. As cerdas laterais podem ser vistas facilmente ao ver o inseto de cima. A espécie *L. saccharina* tem muito menos cerdas no dorso.
- Na face ventral do abdómen, a espécie *L. saccharina* possui uma fila central e duas laterais de cerdas em cada segmento. A espécie *C. longicaudata* possui apenas as filas laterais.

Ciclo de vida

- O ciclo de vida do peixinho de prata cinzento é ametábolo (sem metamorfose). Dos ovos não eclodem larvas, mas ninfas que são relativamente semelhantes ao adulto e que têm um crescimento gradual através de mudas.
- Por norma, as fêmeas depositam 10 ovos, separados ou em grupo, em fissuras e orifícios escondidos, em condições favoráveis à sua sobrevivência e desenvolvimento. Estima-se que possam depositar entre 50 a 60 ovos por ano.

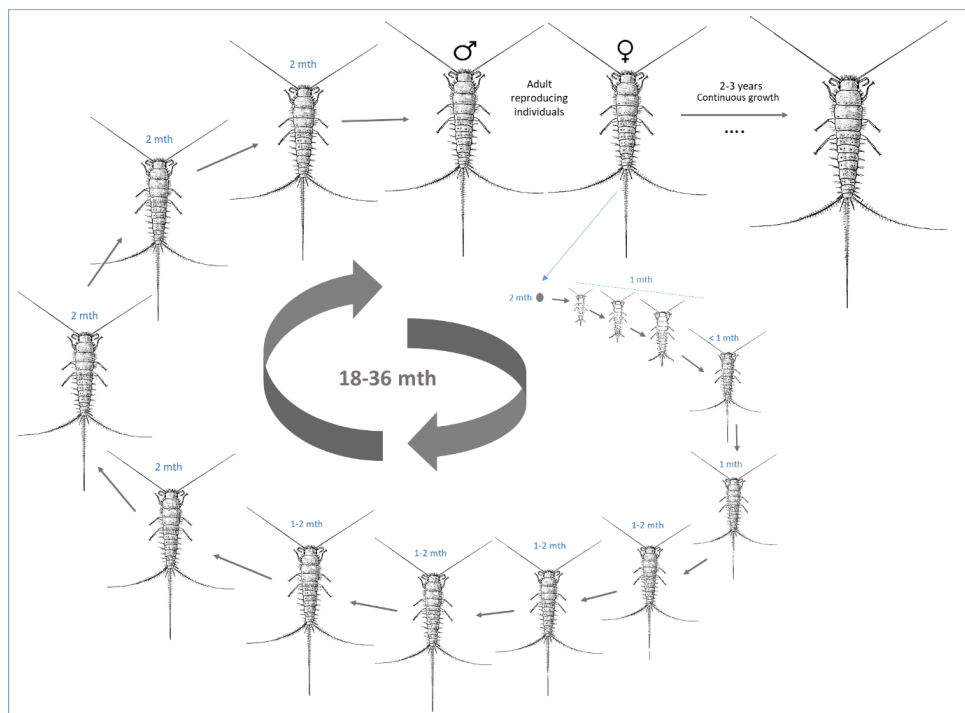


Figura ApE16 – Figura ilustrativa do ciclo de vida de um indivíduo da espécie *C. longicaudata*, do ovo aos estágios adultos. O tempo de desenvolvimento dos diferentes estágios é o estimado sob condições constantes e ideais, enquanto a indicação da duração do ciclo de vida é baseada em condições esperadas de temperatura, variáveis e subótimas (Aak, A., Rukke, B.A., Ottesen, P.S. & Hage, M, 2019).

- Os ovos desta espécie são ovais, com uma superfície suave e uma coloração amarelada. Têm cerca de 1.15 mm de comprimento e 0.83 mm de largura. Em ambientes com valores de temperatura entre 20°C e 22°C, demoram cerca de 2 meses para eclodirem.
- As ninfas do 1º instar (com cerca de 3 mm) diferem de estágios mais tardios, por terem uma coloração leve e serem parcialmente transparentes. Têm antenas e

segmentos caudais curtos. Como não necessitam de se alimentar, raramente são vistas. Este estágio é curto.

- As ninfas do 2º e 3º instar (com cerca de 3.4 a 4.4 mm), apresentam uma forma mais semelhante à dos adultos, mas com menos cerdas, sem escamas e o final do abdómen ainda não apresenta uma forma tão afunilada. Em condições ideais, cada um destes estágios dura entre 1 e 2 semanas.



Figura ApE17 – Os três estágios do ciclo de vida de um indivíduo da espécie *C. longicaudata*, por ordem e para a direita: os ovos, o 1º instar e o 2º instar (Aak, A., Rukke, B.A., Ottesen, P.S. & Hage, M, 2019).

- Do 4º ao 7º instar (com cerca de 4.8 a 5.5 mm), as ninfas tornam-se muito semelhantes ao adulto (com escamas, cerdas e antenas e filamentos caudais longos), mas ainda não possuem nenhuma estrutura relacionada com a reprodução. Em condições ideais, estes estágios duram entre 2 e 7 semanas.
- O processo de maturação ocorre gradualmente do 8º ao 13º instar (com cerca de 5.7 a 9.7 mm) e as ninfas tornam-se cada vez mais semelhantes aos adultos. Os estilos e os órgãos reprodutivos tornam-se visíveis no final do abdómen. O período de duração de cada estágio torna-se cada vez mais longo e chega a ser de 5 a 9 semanas em cada estágio. No 8º instar é possível distinguir os géneros.



Figura ApE18 – À esquerda, a morfologia de um indivíduo da espécie *C. longicaudata*, entre o 9º e 13º instar. Os estilos, já visíveis, indicam o início do desenvolvimento dos órgãos sexuais. À direita, um inseto adulto e as duas inserções representando o aparelho reprodutor externo de um macho e uma fêmea, respectivamente (Aak, A., Rukke, B.A., Ottesen, P.S. & Hage, M., 2019).

- Tornam-se adultos com os órgãos reprodutores completamente desenvolvidos no 14º instar (com cerca de 10 a 18 mm). Os machos e as fêmeas são bastante semelhantes, mas as fêmeas têm uma abertura estreita em forma de V no lado ventral do abdômen e um tubo de postura dos ovos, claramente visível, enquanto os machos têm uma abertura em forma de U.
- As exúvias e o crescimento continuam após a maturação. No entanto, o aumento de tamanho diminui à medida que os recursos são reservados para a sobrevivência, reprodução e reparação de danos corporais, e não para o crescimento.
- A duração dos estágios depende da temperatura e humidade relativa do ambiente, assim como do acesso ao alimento.

- Sob condições ótimas o ciclo de vida é finalizado em 18 meses. Num ambiente com condições variáveis, é provável que necessite de aproximadamente 3 anos para completar o seu ciclo de vida.
- Caso disponham dos fatores abióticos e nutricionais favoráveis ao seu desenvolvimento, têm uma taxa de natalidade elevada e vivem durante bastante tempo. Geralmente, os adultos vivem até 5 anos.

Alimentação e atividade

- Esta espécie encontra condições de conforto em temperaturas amenas, entre 20°C e 26°C. Temperaturas abaixo de 20°C vão atrasar o seu ciclo de vida, que é interrompido aos 16°C. As ninfas mais pequenas morrem ao final de algumas semanas com temperaturas na ordem dos 10°C, mas os adultos podem sobreviver com temperaturas abaixo de 0°C.
- São mais tolerantes a níveis mais baixos de humidade relativa, atingindo uma distribuição maior do que a da espécie *Lepisma saccharina*. Podem sobreviver durante algum tempo em condições secas, mas necessitam de, pelo menos, 55% de humidade relativa no ar (nível crítico).
- São sensíveis à luz. Escondem-se durante o dia, em áreas escuras e com um clima adequado (microclimas) e durante a noite procuram alimento, conseguindo viajar grandes distâncias. Têm tendência para se agruparem num local escondido durante o dia para descansarem.
- A sua presença indica condições microclimáticas benéficas e uma fonte de comida próxima. Podem ser encontrados em esconderijos escuros, como orifícios e fissuras em várias áreas dos edifícios, como dentro de armários, estantes de livros, por baixo de objetos e atrás de cortinas.
- Na natureza, podem viver com dieta simples, como algas verdes, líquenes, pólen, ou outros produtos vegetais, ou ter uma dieta muito mais abrangente, quando agem como detritívoros. O canibalismo é comum.
- Alimentam-se de produtos que contenham açúcar, proteínas, gordura.

- Os adultos têm um metabolismo basal baixo, com baixo consumo de energia em repouso, pelo que sobrevivem longos períodos sem comida.

Materiais vulneráveis e evidências de dano

Materiais vulneráveis

Esta espécie tem hábitos alimentares semelhantes aos dos peixinhos de prata, pelo que se alimentam dos mesmos suportes materiais das coleções e edifícios museológicos, enfim, culturais. De uma forma geral, alimentam-se de bens culturais com amido e celulose na sua composição. Assim:

- São principalmente vulneráveis as coleções de documentos, fotográficos e gráficos. Alimentam-se de papel avulso, revistas e jornais, etiquetas de papel, livros e encadernações, caixas de cartão, papel de parede não tratado, fotografias, assim como de colas e resinas associadas a estes bens.
- Muito vulnerável é, assim, também a documentação em papel associada às coleções, incluindo etiquetas de identificação.
- São também vulneráveis as coleções de têxteis. Alimentam-se, preferencialmente das constituídas por algodão ou seda.
- Por vezes, podem alimentar-se de alimentos secos, presentes em algumas coleções etnográficas.

Evidências de atividade e danos provocados

Os danos que podem provocar aos bens culturais, através da sua alimentação e atividade, são também semelhantes aos dos peixinhos de prata. Portanto:

- Os adultos e as ninfas desta espécie são capazes de mastigar muitos substratos, e roer diversos produtos.

- Provocam danos no papel em contextos com humidades relativas mais baixas do que as requeridas pela espécie *Lepisma saccharina*.
- Sinais de infestação e danos no papel e produtos derivados incluem áreas superficiais arranhadas e possivelmente orifícios finos e irregulares.
- Também podem perfurar sementes e grãos armazenados.
- À semelhança dos peixinhos de prata, os peixinhos de prata cinzentos provocam danos nos tecidos, que podem ser identificados pela presença de resíduos fecais (descritos como pequenos, escuros e visíveis a olho nu), escamas (visíveis com uma lente manual de aumento) e fibras moídas. Uma mancha amarela é frequentemente visível nas áreas danificadas.
- A presença de exúvias e resíduos fecais pode ser um indicador da sua atividade, assim como a existência de escamas, perto ou por baixo de itens danificados.

Métodos de monitorização e prevenção

Pelas semelhanças de atuação, podem considerar-se as medidas de monitorização e prevenção recomendadas para os peixinhos de prata, também aplicáveis aos peixinhos de prata cinzentos.

Como medidas de monitorização:

- É importante estabelecer rotinas de inspeção regulares aos espaços, com especial interesse pelas áreas de reserva e de exposição, e aos bens culturais, para procurar sinais de alimentação e atividade.
- A sua presença em locais com comida abundante, mas como valores de temperatura e humidade relativa baixos, podem indicar a existência de um microclima por perto. Durante as inspeções, estas áreas devem ser identificadas e os parâmetros ambientais controlados, para evitar migrações.
- Durante a inspeção, mover móveis, caixas ou estantes, pode levar à descoberta de indivíduos escondidos.

- Para detetar e monitorizar a sua presença e circuitos, podem ser usadas armadilhas adesivas planas para permitir uma entrada fácil na armadilha, durante algum tempo (ex. 2 semanas). Muitas vezes os indivíduos contraem-se nas armadilhas e a sua coloração pode alterar-se à medida que o corpo seca.
- A instalação das armadilhas deve ser feita em locais estratégicos, devidamente identificados.
- As armadilhas devem ser inspecionadas diariamente, para identificar as áreas mais severamente infestadas e, mais tarde, avaliar a eficácia dos programas de controlo.
- As armadilhas ajudam na recolha de indivíduos para identificação da espécie, permitindo a distinção entre esta espécie e o peixinho de prata comum.
- Caso se verifique uma infestação, e sejam aplicadas medidas de controlo, é importante continuar a usar armadilhas adesivas (durante e após o tratamento), para ajustar estratégias e avaliar o sucesso.
- As armadilhas devem ser substituídas com regularidade ou quando a cola está coberta de pó ou insetos mortos.
- Um pequeno número de armadilhas adesivas usadas por 14 dias a cada 2 ou 3 meses é provavelmente suficiente.
- É sempre recomendável que os dados obtidos nas armadilhas sejam recolhidos. Nomeadamente as espécies que foram identificadas e onde, os estágios de vida, assim como o número de indivíduos em cada estágio. As armadilhas devem ser numeradas para facilitar o processo de recolha, organização e interpretação dos dados.



Figura ApE19 – Exemplos de armadilhas adesivas utilizadas para capturar peixinhos de prata cinzentos. Detalhe da adição de pó de grilo moído, como “isco” proteico para aumentar as hipóteses de captura (a) (Aak, A., Rukke, B.A., Ottesen, P.S. & Hage, M, 2019).

Como medidas preventivas:

- Uma vez que preferem ambientes muito húmidos e quentes, o controlo destes parâmetros ambientais (neste caso diminuição dos valores) pode ser uma medida eficaz para impedir o desenvolvimento das populações.
- Áreas com humidades relativas constantemente altas podem beneficiar com a instalação de sistemas de desumidificação, que deve ser gradual.
- Controlar fontes de comida, ao evitar a acumulação de caixas de cartão e papéis ricos em amido, não relevantes para as coleções.
- É recomendado que, sempre que possível, os livros e documentos sejam acondicionados em caixas seladas, ou estantes de metal com uma superfície lisa.
- Sempre que possível, acondicionar devidamente os materiais vulneráveis de forma a impedir a entrada destes insetos, tanto em reservas como em vitrinas.
- Manter as salas bem isoladas e ter uma rotina de limpeza regular, incluindo aspirar (se possível, utilizar aspiradores com filtros HEPA, do inglês *High Efficiency Particulate Arrestance*, com alta eficiência na separação de partículas - 99,97% de partículas não inferiores a 0,3 μm) regularmente os potenciais locais

de nidificação (fissuras e ranhuras nas estantes e no chão, por baixo e atrás dos armários, entre os livros e as estantes). De preferência, estes orifícios devem ser selados para anular potenciais locais de nidificação.

- A quarentena é uma medida importante. Quando bens culturais são movimentados entre edifícios, ou mesmo dentro do mesmo museu, devem ficar isolados e ser devidamente inspecionados, antes de integrarem as coleções.

Bibliografia

- ☑ What's eating your collection. (n.d.). *Grey silverfish Ctenolepisma longicaudatum*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=378>
- ☑ Aak, A.; Rukke, B.A.; Ottesen, P.S. & Hage, M. (2019). *Long-tailed silverfish (Ctenolepisma longicaudata) – biology and control*. Oslo: Norwegian Institute of Public Health (NIPH). Retrieved from: <https://www.fhi.no/en/publ/2019/skjeeggkre--biologi-og-rad-om-bekjemping/>
- ☑ Frederik Leck Fischer. (2021). *Peixinho-de-Prata Ctenolepisma longicaudata*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/103250878>
- ☑ Jon Sullivan. (2022). *Peixinho-de-Prata Ctenolepisma longicaudata*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/104454189>
- ☑ MuseumPest.net. (2019). *Pest Fact Sheets: Gray or Longtailed Silverfish Ctenolepisma longicaudata Escherich*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2019/06/Gray-Silverfish-6-7-19.pdf>
- ☑ Robin McLeod. (2020). *Species Ctenolepisma longicaudatum - Gray Silverfish*. BugGuide. Retrieved from: <https://bugguide.net/node/view/151414>
- ☑ Thomsen, E., í Kongsstovu, S., Dahl, H.A. & Mikalsen S-O. (2019). *Ctenolepisma longicaudata* (Escherich, 1905): a common, but previously unregistered, species of silverfish in the Faroe Islands. *BioInvasions Records*, 8(3), 540-550. <https://doi.org/10.3391/bir.2019.8.3.09>. Retrieved from: [https://www.semanticscholar.org/paper/Ctenolepisma-longicaudata-\(Escherich%2C-1905\)%3A-a-but-Thomsen-Kongsstovu/98f9360b81574bce8138317447e0b869c8e8f340](https://www.semanticscholar.org/paper/Ctenolepisma-longicaudata-(Escherich%2C-1905)%3A-a-but-Thomsen-Kongsstovu/98f9360b81574bce8138317447e0b869c8e8f340)

2.2.3. Firebrat (“Tesourinha”)

Thermobia domestica (Packard, 1873)



Figura ApE20 - © Kyle Smith, 2015.

Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Zygentoma

Família: Lepismatidae

Gênero: *Thermobia*

Espécie: *Thermobia domestica*
(Packard, 1873)



Figura ApE21 – Indivíduo da espécie *T. domestica*. Vista dorsal (a) e ventral (b) (Ansel Oommen, 2022).

Características-chave

- ☑ **Tamanho:** 10 – 13 mm de comprimento (adulto); 1 mm de comprimento mínimo (ninfas).
- ☑ **Cor:** Castanha ou amarelada, com grandes manchas escuras no dorso.
- ☑ **Corpo:** Segmentado, afunilado e achatado do dorso para o ventre. Revestido por escamas e cerdas nas laterais.
- ☑ **Apêndices:** Sem asas, com três pares de pernas e três filamentos caudais. Duas antenas longas e finas.

Caracterização biológica e ciclo de vida

Coloração

- A tesourinha é descrita como sendo castanha ou amarelada, com grandes manchas escuras no dorso.

Forma do corpo

- O inseto adulto mede entre 10 e 13 mm de comprimento.
- O corpo está coberto de escamas, delicadas e de fácil adesão à maioria das superfícies.
- O formato do corpo é semelhante ao dos peixinhos de prata, comum e cinzento. É segmentado, achatado, do dorso para o ventre, e estreito. O corpo afunila gradualmente, da parte anterior para a parte posterior, numa forma longa que se assemelha a um torpedão.
- As laterais do corpo são revestidas por cerdas bem visíveis.

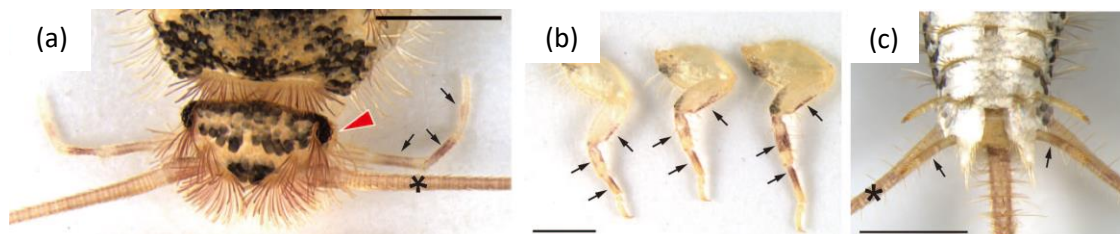


Figura ApE22 – Detalhes de algumas partes do corpo de insetos adultos da espécie tesourinha. Visão dorsal da cabeça (a): A ponta de seta vermelha indica um dos olhos, o asterisco indica uma das antenas e as setas indicam segmentos dos palpos maxilares. Três pernas (b): A do protórax, a do mesotórax e a do metatórax, respetivamente. As setas indicam os segmentos da perna (coxa, fémur e tíbia). Visão ventral da região final do abdómen (c): As setas indicam dois estilos e o asterisco indica um dos cercos (adaptado de Ohdea, T., Takehanad, Y., Shioticsukie, T. & Niimia, T., 2018).

Apêndices e morfologia externa

- Tem dois olhos pequenos, pretos e bastante separados.
- O aparelho bucal é mastigador e mandibulado.
- Tem duas antenas longas, finas e segmentadas.
- Não tem asas.
- Tem seis pernas torácicas.
- Tem três apêndices caudais na extremidade do abdômen, finos e tão compridos quanto o corpo (dois cercos e um filamento caudal).

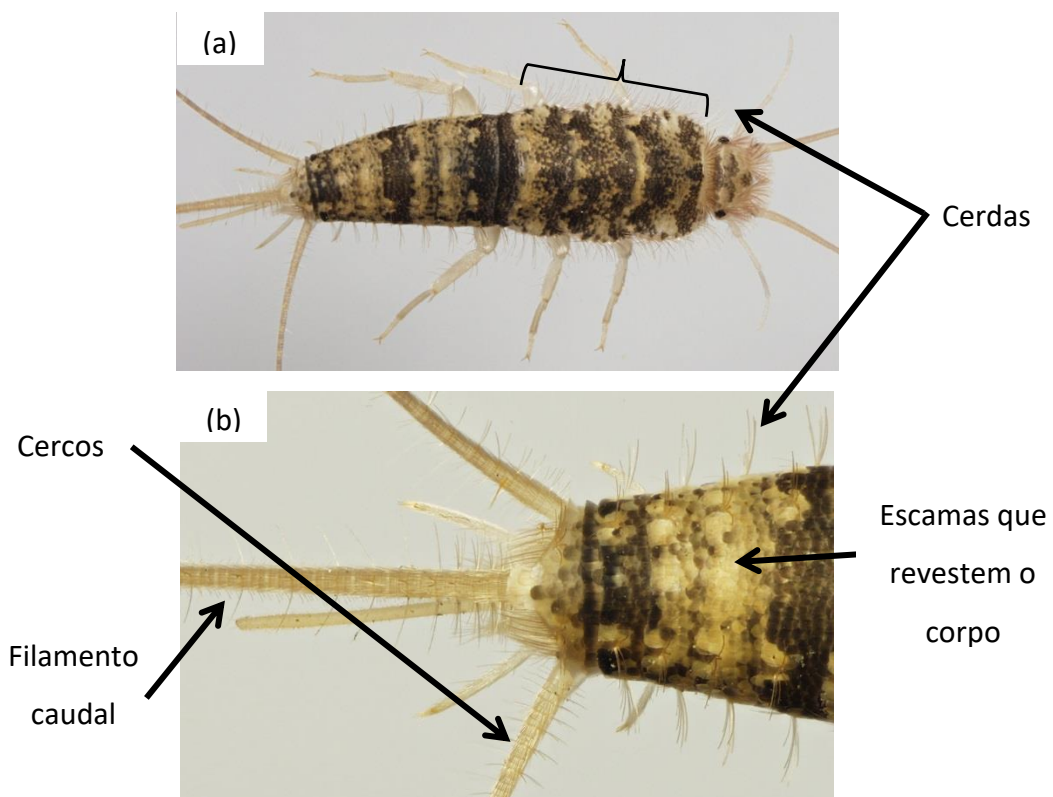


Figura ApE23 – Vista dorsal de um indivíduo da espécie *T. domestica* (a). Pormenor da região caudal (b). É possível perceber o formato afunilado do corpo, a existência de três filamentos caudais, os três pares de pernas e as várias cerdas que revestem todo o corpo (adaptado de Kyle Smith, 2015).

Ciclo de vida

- O ciclo de vida da tesourinha é um ciclo ametábolo (sem metamorfose). Dos ovos não eclodem larvas, mas ninfas que são semelhantes ao adulto.



Figura ApE24 – Indivíduos da espécie *T. domestica* em diferentes estágios de vida. Inseto adulto seguido, à direita, de um dos primeiros instares de ninfa (Dong-Hwan Choe, 2009).

- Os ovos desta espécie são ovais, brancos com um diâmetro máximo de cerca de 1.2 mm. A fêmea deposita os ovos no solo, em depósitos de resíduos, em fissuras, tecidos ou em fontes alimentares.
- Em ambientes com valores de temperatura de 37°C demoram entre 12 a 16 dias para eclodirem. Em ambientes mais frios, os ovos podem permanecer dormentes até 6 semanas, eclodindo assim que a temperatura aumenta.
- O primeiro estágio de ninfa mede cerca de 1 mm de comprimento. As primeiras ninfas assemelham-se fisicamente aos adultos. No entanto, são mais claras e só desenvolvem escamas após a terceira muda. Crescem entre 1 e 10 mm.
- Gradualmente aumentam o seu tamanho até que atingem a maturidade sexual, o que ocorre passadas 11 a 12 semanas, sob condições favoráveis.
- À semelhança dos peixinhos de prata, esta espécie continua a renovar a sua cutícula ao longo da vida, podendo também passar por entre 45 e 60 mudas.

- Caso disponham dos fatores abióticos e nutricionais favoráveis ao seu desenvolvimento, têm uma taxa de natalidade elevada e vivem durante bastante tempo. O indivíduo adulto desta espécie pode viver até 2 anos.

Alimentação e atividade

- São mais comuns em locais com um clima bastante quente, uma vez que preferem temperaturas elevadas. Prosperam em áreas com temperaturas entre os 32°C e os 40°C, sendo os valores ideais entre 37°C e 39°C.
- Devido à necessidade de temperaturas mais elevadas, esta espécie não é tão comum, em edifícios de contextos temperados quanto os peixinhos de prata. Poderá sê-lo em contextos tropicais de ambiente interior não controlado.
- Preferem ambientes húmidos (acima de 75% de humidade relativa), mas, ao contrário dos peixinhos de prata, toleram humidades relativas mais baixas.
- Não toleram bem a luz. São animais noturnos e escondem-se durante o dia, para descansar. Procuram comida e água durante a noite, conseguindo viajar grandes distâncias.
- Podem ser encontrados em locais escuros, com um clima adequado e com fontes abundantes de comida (microclimas). Podem também ser encontradas perto de fogões, aquecedores, lareiras, canos quentes e sótãos, durante o verão.
- À semelhança dos peixinhos de prata, são capazes de se alimentar de materiais com celulose na sua composição, dado que possuem enzimas no sistema digestivo que a digerem, bem como dos que contenham açúcar e proteínas.
- Os adultos têm um metabolismo basal baixo, pelo que sobrevivem longos períodos sem comida.

Materiais vulneráveis e evidências de dano

Materiais vulneráveis

Esta espécie tem hábitos alimentares semelhantes aos dos peixinhos de prata, pelo que se alimentam dos mesmos materiais das coleções e edifícios museológicos. Assim:

- São principalmente vulneráveis as coleções de documentos, fotográficos e gráficos. Alimentam-se de papel avulso, revistas e jornais, etiquetas de papel, livros e encadernações, caixas de cartão, papel de parede não tratado, fotografias, assim como de colas e resinas associadas a estes bens.
- Muito vulnerável é, assim, também a documentação em papel associada às coleções, incluindo etiquetas de identificação.
- São também vulneráveis as coleções de têxteis. Alimentam-se, preferencialmente das constituídas por algodão ou seda.
- Por vezes, podem alimentar-se de alimentos secos, presentes em algumas coleções etnográficas.

Evidências de atividade e danos provocados

- Tal como os peixinhos de prata, possuem mandíbulas fracas, por isso raspam e arranham, em vez de morderem, a superfície do papel e do tecido. A sua presença é caracterizada por áreas ásperas, raspadas e orifícios finos, irregulares e desconectados.
- Os danos aos tecidos são indicados pelos resíduos fecais (descritos como pequenos, escuros e visíveis a olho nu), escamas (visíveis com uma lente de mão) e fibras moídas.
- Resíduos fecais assim como exúvias larvais podem ser indicadores de atividade destes insetos, tal como a existência de escamas, perto ou por baixo de itens danificados.



Figura ApE25 – Danos provocado por uma tesourinha numa etiqueta de papel, e num cartão. É possível observar a abrasão da superfície provocada pela sua passagem e alimentação, à esquerda, e os orifícios irregulares à direita (^(b)What's eating you collection?, n.d.; Michigan State University Plant and Pest Diagnostics, n.d. respetivamente).



Figura ApE26 – Danos provocados em papel por indivíduos da espécie *T. domestica*. São visíveis danos resultantes da alimentação (grandes manchas pretas), abrasões (áreas a cinzento e letras em falta), descoloração devido à ação de fungos (manchas castanho-escuras), escamas e resíduos fecais (manchas castanho-claras) (Dong-Hwan Choe, 2009).

Métodos de monitorização e prevenção

Pelas semelhanças de atuação, podem assumir-se as medidas de monitorização e prevenção recomendadas para os peixinhos de prata.

Como medidas de monitorização:

- É importante estabelecer rotinas de inspeção regulares aos espaços, com especial interesse pelas áreas de reserva e de exposição, e aos bens culturais, para procurar sinais de alimentação e atividade.
- A sua presença em locais com comida abundante, mas como valores de temperatura e humidade relativa baixos, podem indicar a existência de um microclima por perto. Durante as inspeções, estas áreas devem ser identificadas e os parâmetros ambientais controlados, para evitar migrações.
- Durante a inspeção, mover móveis, caixas ou estantes, pode levar à descoberta de indivíduos escondidos.
- Para detetar e monitorizar a sua presença e circuitos, podem ser usadas armadilhas adesivas planas para permitir uma entrada fácil na armadilha, durante algum tempo (ex. 2 semanas). Muitas vezes os indivíduos contraem-se nas armadilhas e a sua coloração pode alterar-se à medida que o corpo seca.
- A instalação das armadilhas deve ser feita em locais estratégicos, devidamente identificados.
- As armadilhas devem ser inspecionadas diariamente, para identificar as áreas mais severamente infestadas e, mais tarde, avaliar a eficácia dos programas de controlo.
- As armadilhas ajudam na recolha de indivíduos para identificação da espécie, permitindo a distinção entre esta espécie e o peixinho de prata comum.
- Caso se verifique uma infestação, e sejam aplicadas medidas de controlo, é importante continuar a usar armadilhas adesivas (durante e após o tratamento), para ajustar estratégias e avaliar o sucesso.
- As armadilhas devem ser substituídas com regularidade ou quando a cola está coberta de pó ou insetos mortos.

- Um pequeno número de armadilhas adesivas usadas por 14 dias a cada 2 ou 3 meses é provavelmente suficiente.
- É sempre recomendável que os dados obtidos nas armadilhas sejam recolhidos. Nomeadamente as espécies que foram identificadas e onde, os estágios de vida, assim como o número de indivíduos em cada estágio. As armadilhas devem ser numeradas para facilitar o processo de recolha, organização e interpretação dos dados.

Como medidas preventivas:

- Uma vez que preferem temperaturas altas, a sua presença em grande número pode ser um indicativo de que o ambiente interior está demasiado quente.
- O controlo termohigrométrico (neste caso, diminuição dos valores) pode ser uma medida eficaz para impedir o desenvolvimento das populações.
- Áreas com humidades relativas constantemente altas podem beneficiar com a instalação de sistemas de desumidificação, que deve ser gradual.
- Controlar fontes de comida, ao evitar a acumulação de caixas de cartão e papéis ricos em amido, não relevantes para as coleções.
- É recomendado que, sempre que possível, os livros e documentos sejam acondicionados em caixas seladas, ou estantes de metal com uma superfície lisa.
- Sempre que possível, acondicionar devidamente os materiais vulneráveis de forma a impedir a entrada destes insetos, tanto em reservas como em vitrinas.
- Manter as salas bem isoladas e ter uma rotina de limpeza regular, incluindo aspirar (se possível, utilizar aspiradores com filtros HEPA, do inglês *High Efficiency Particulate Arrestance*, com alta eficiência na separação de partículas - 99,97% de partículas não inferiores a 0,3 µm) regularmente os potenciais locais de nidificação (fissuras e ranhuras nas estantes e no chão, por baixo e atrás dos armários, entre os livros e as estantes). De preferência, estes orifícios devem ser selados para anular potenciais locais de nidificação.

→ A quarentena é uma medida importante. Quando bens culturais são movimentados entre edifícios, ou mesmo dentro do mesmo museu, devem ficar isolados e ser devidamente inspecionados, antes de integrarem as coleções.

Bibliografia

- ☑ What's eating your collection. (n.d.a). *Firebrat Thermobia domestica*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/identify?obj=137>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.b). *Firebrat grazing: Firebrat damage to label*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/identify?obj=371>
- ☑ Aak, A.; Rukke, B.A.; Ottesen, P.S. & Hage, M. (2019). *Long-tailed silverfish (Ctenolepisma longicaudata) – biology and control*. Oslo: Norwegian Institute of Public Health (NIPH). Retrieved from: <https://www.fhi.no/en/publ/2019/skjeggkre--biologi-og-rad-om-bekjemping/>
- ☑ Ansel Oommen. (2022). *Thermobia domestica*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/117160626>
- ☑ Dong-Hwan Choe. (2009). *Silverfish and Firebrats*. Retrieved from: <http://ipm.ucanr.edu/PMG/PESTNOTES/pn7475.html>
- ☑ Kyle Smith. (2015). *Thermobia domestica*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/2609036>
- ☑ Michigan State University Plant and Pest Diagnostics. (n.d.). *Silverfish (Lepisma saccharina) and Firebrat (Thermobia domestica)*. Retrieved from: <https://www.canr.msu.edu/resources/silverfish-and-firebrat>
- ☑ MuseumPest.net. (2019). *Pest Fact Sheets: Firebrat Thermobia domestica (Packard)*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2019/03/Firebrat-3-24-19.pdf>
- ☑ Notton, D. (2018). *Identifying insect pests in museums and heritage buildings* (2nd ed.). London, UK: The Natural History Museum. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/325180755_Identifying_insect_pests_in_museums_and_heritage_buildings
- ☑ Ohdea, T.; Takehanad, Y.; Shiotsukie, T. & Niimia, T. (2018). CRISPR/Cas9-based heritable targeted mutagenesis in *Thermobia domestica*: A genetic tool in an apterygote development model of wing evolution. *Arthropod Structure & Development*, 47(4), 362-369. Retrieved from: <https://core.ac.uk/download/pdf/328385881.pdf>
- ☑ Resh, V., & Cardé, R. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of insects* (2nd ed). Burlington, MA: Academic Pres. Retrieved from: <http://ibimm.org.br/wp-content/uploads/2017/05/enciclopedia-de-insetos-ingles.pdf>
- ☑ Rust, M.K. & Millard, M.R. (2009). *UC IPM Pest Notes: Silverfish and Firebrats*, 7475, 1-3. Oakland, CA: UC ANR. Retrieved from: <http://ipm.ucanr.edu/PDF/PESTNOTES/pnsilverfish.pdf>

3. Ordem Blattodea

3.1. Apresentação

Na ordem Blattodea estão incluídas as espécies de baratas e térmitas. Até recentemente, as térmitas integravam outra ordem, designada por Isoptera. No entanto, novos estudos genéticos e moleculares demonstraram que as térmitas evoluíram a partir da linhagem das baratas, tendo sido, por isso, agrupadas na mesma ordem.

Como a ordem Blattodea está estabelecida há bastante tempo (como um grupo monofilético), esta seria uma ordem parafilética se as térmitas fossem excluídas. Assim, o clado das térmitas foi reavaliado e é agora considerado uma subordem ou uma epifamília, Termitoidae para reduzir a interrupção da classificação atual. Ou seja, os nomes de todas as famílias de baratas e térmitas são mantidos.

As baratas são uma forma de inseto ancestral muito bem-sucedido. Este grupo está entre aqueles que evoluíram durante a primeira grande expansão de insetos. Aparentemente desenvolveram uma forma corporal ótima, entre outras características, logo no início da sua evolução.

Entre as características que lhes permitiram escapar à extinção está o facto de conseguirem dobrar as asas sobre o corpo, o que lhes conferiu a capacidade de se esconderem e escaparem aos predadores e outros perigos em locais de difícil acesso. Também desenvolveram, no início da sua evolução, a ooteca, o que conferiu proteção extra aos ovos.

De forma geral podem medir entre 3 mm e 10 cm de comprimento. São espécies corredoras rápidas, com um corpo achatado, do dorso para o ventre, por norma oval e coriáceo. Têm muitas colorações, desde castanho-escuro, preto, a uma variedade de cores e padrões cuticulares coloridos.

A cabeça é hipognata e é, maioritariamente, escondida pelo pronoto do protórax que é ampliado, semelhante a um escudo. Possui um aparelho bucal mastigador, mandibulado. A cabeça tem ainda dois olhos compostos bem desenvolvidos (que podem ser de tamanho médio, pequeno, ou estar ausentes em espécies cavernícolas), e os

ocelos são representados por duas manchas pálidas. O par de antenas é longo, filiforme e multissegmentado.

Na maioria das espécies, os adultos têm quatro asas e são capazes de sustentar um voo longo e rápido. Também existem algumas espécies que não possuem asas ou que as têm num formato muito reduzido. Quando existem, o par de asas anteriores, tégmina, é rígido e coriáceo, para cobrir e proteger as asas posteriores maiores e membranosas, que estão dobradas como um leque por baixo. As asas posteriores podem ser reduzidas ou estar ausentes. Por norma, estas estruturas têm muitos canais venosos e um grande lóbulo anal.

As pernas podem ser “espinhosas”, as coxas são grandes e adjacentes, e os tarsos possuem 5 segmentos. O abdómen pode ter 10 segmentos visíveis e possui um par de cercos, com um ou múltiplos segmentos.

As baratas têm um ciclo de vida hemimetabólico. Normalmente, os ovos são depositados numa cápsula, ooteca, que pode ser carregada no exterior da fêmea e que compreende duas linhas paralelas de ovos, com um invólucro coriáceo. O seu tamanho e forma são, muitas vezes, característicos e permitem identificar a espécie da qual são provenientes. Algumas espécies demonstram diferentes formas de ovoviviparidade, onde uma ooteca reduzida é retida dentro do trato reprodutor num “útero” durante a embriogénese, por norma até à eclosão das ninfas. A partenogénese ocorre em algumas espécies. Os estágios imaturos, as ninfas, desenvolvem-se devagar e parecem pequenos adultos sem asas.

A maioria das espécies de baratas é noturna, omnívora, ou saprófaga, e vive no solo e serapilheira (manta morta formada pela deposição de restos de plantas e acumulação de material orgânico vivo em diferentes estágios de decomposição), mas algumas comem madeira e usam protistas intestinais para digeri-la. Esta ordem inclui espécies solitárias e gregárias, algumas espécies cavernícolas e arborícolas.

As baratas estão entre os insetos mais conhecidos, mas apenas cerca de 25 a 30 espécies podem ser consideradas um problema, devido à sua associação com os seres humanos. Mais de metade destas são apenas ocasionalmente importantes e devem ser

consideradas como pragas menores ou até mesmo acidentais. Das espécies restantes, apenas 4 ou 5 tem um impacto significativo e têm importância global como pragas.

Entre as espécies que são um problema global, estão a *Periplaneta americana* (barata americana), *Blattella germanica* (barata alemã) e *Blattella orientalis* (barata oriental), que são também as espécies mais frequentes em edifícios em Portugal.

Um dos problemas associados a estes insetos relaciona-se com o facto dos indivíduos serem portadores de uma grande variedade de organismos patogénicos nos tarsos e em outras partes do corpo. Quando se alimentam, regurgitam alimentos parcialmente digeridos, libertam resíduos fecais e um odor desagradável característico. A exposição a altos níveis destes alergénios, no pó existente nas casas, pode provocar problemas de saúde, como alergias, dermatites, eczema e asma.

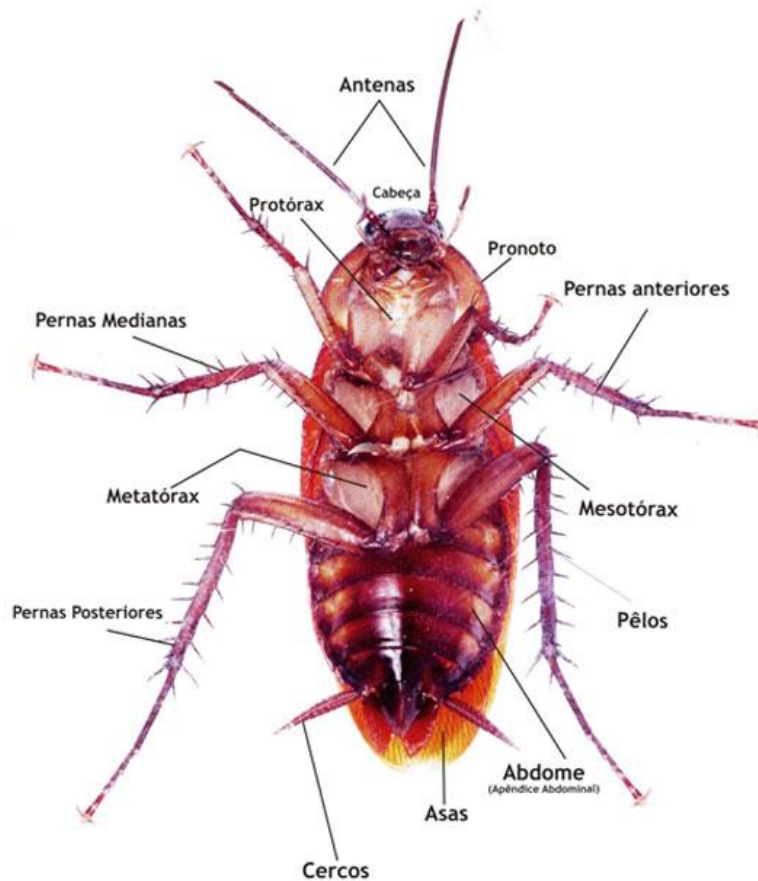


Figura ApE27 – Anatomia externa de uma barata (Sara Vet, 2013).



Figura ApE28 – Diversidade de morfologias externas entre as espécies de baratas. Da esquerda para a direita: Indivíduo da espécie *Polyzosteria mitchelli* (Martin Lagerwey, 2015); Fêmea da espécie *Deropeltis erythrocephala*, com uma ooteca (Hanlie Bester, 2020); Indivíduo da espécie *Catara rugosicollis* (Chien Lee, 2007); Fêmea da espécie *Protagonista pertristis* (Md Jusri, 2021); Indivíduo da espécie *Aptera fusca* (Colin Ralston, 2018).

Esta ordem inclui outro grande grupo taxonómico; as térmitas, que formam um clado distinto dentro da ordem Blattodea devido à sua eussocialidade e sistema de castas polimórfico. Vivem em colónias permanentes com diferentes castas (reprodutores, operários e soldados).

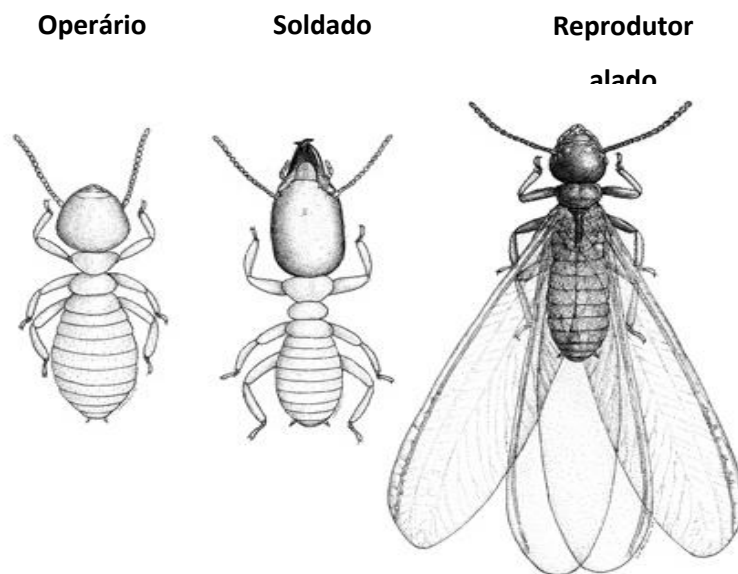


Figura ApE29 – Sistema geral de castas das térmitas. Adaptado de Layton (n.d.).

A morfologia dos indivíduos de cada casta está relacionada com a função que desempenha dentro da colônia. Os reprodutores, que incluem a rainha e os machos sexuais, são responsáveis pela reprodução. Os operários são responsáveis pela construção dos ninhos e túneis, pelo transporte de alimentos e alimentação das restantes castas, dos ovos e ninfas. Os soldados são mais agressivos e são encarregues da proteção contra predadores. A cabeça dos soldados é mais desenvolvida e pode atingir um tamanho maior do que a restante parte do corpo.

Geralmente, as térmitas têm um corpo pálido e mole. Apresentam tamanhos corporais variáveis, de acordo com o sistema de castas, mas, de forma geral, todas apresentam um tamanho corporal pequeno a médio, com um comprimento entre 3 e 20 mm (a maioria tem menos de 15 mm). Mesmo os reprodutores alados têm, geralmente, menos de 20 mm de comprimento.

A cabeça é hipognata ou prognata e as peças bucais tipicamente mastigadoras e mandibuladas. O desenvolvimento das peças bucais é variável nas diferentes castas. Nos soldados, por norma, ocorre um desenvolvimento extravagante das mandíbulas ou então possuem uma estrutura semelhante a um nariz, ou focinho. Os olhos compostos

são frequentemente reduzidos e as antenas são longas e multissegmentadas, com número variável de segmentos.

Os soldados e os operários não têm asas. Apenas os indivíduos reprodutores são alados. Têm dois pares de asas que, geralmente, são idênticas, membranosas e com venação reduzida. Estas caem depois do acasalamento. Todas as castas têm um par de cercos terminais, com um a cinco segmentos.

As térmitas são insetos hemimetabólicos. As ninfas, como os adultos, apresentam morfologias variáveis de acordo com a casta. A genitália externa é altamente reduzida.

As térmitas alimentam-se predominantemente de material rico em celulose. Muitas espécies recolhem gramíneas e levam o alimento para os ninhos. A celulose é uma biomolécula abundante, mas difícil de digerir. Estes animais desenvolveram relações simbióticas com microrganismos produtores de celulase para fazer uso desse recurso. O intestino de algumas térmitas contém protistas, enquanto o de outras espécies contém bactérias como simbiontes. A troca de alimentos entre os indivíduos é o único meio de transmissão de simbiontes para indivíduos jovens e pode ser uma explicação para a eussocialidade universal das térmitas.

Estes insetos conseguem contruir estruturas consideravelmente grandes como ninhos. Os ninhos podem ser galerias ou estruturas mais complexas dentro de madeira, ou ninhos acima do solo, como montes de terra proeminentes.

São importantes organismos decompositores, especialmente em ecossistemas tropicais de planície, onde podem constituir 95% da biomassa de insetos do solo. Assim, têm um imenso impacto no enriquecimento do solo e reciclagem de carbono. Embora desempenhem papéis essenciais na manutenção das funções e diversidade de muitos habitats, são mais conhecidos como pragas de plantações, árvores e estruturas de madeira.



Figura ApE30 – Exemplo do sistema de castas numa espécie de térmitas, *Reticulitermes flavipes*. À esquerda e em grande número, estão representados os soldados, identificados pela sua cabeça mais acastanhada e mais desenvolvida, assim como o aparelho bucal, adaptados para proteger os operários, os indivíduos mais esbranquiçados na figura e com a cabeça pouco desenvolvida (Amoorehouse, 2021). À direita, podem ser identificados os indivíduos reprodutores (alados) e também alguns soldados e operários (Bufface, 2018).



Figura ApE31 – Exemplos de termiteiras construídas pelas espécies: *Acanthotermes acanthothorax* (Annika Lindqvist, 2019), à esquerda; *Amitermes meridionalis* (Andrew Allen, 2016), ao centro e; *Cornitermes cumulans* (Stewart Kirk, 2019), à direita.

Bibliografia

- ☑ Amorehouse. (2021). *Reticulitermes flavipes*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/71742810>
- ☑ Andrew Allen. (2016). *Amitermes meridionalis*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/89414248>
- ☑ Annika Lindqvist. (2019). *Acanthotermes acanthothorax*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/30894444>
- ☑ Bufface. (2018). *Reticulitermes flavipes*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/10744696>
- ☑ Chapman, R.F. (2013). *The Insects: Structure and function* (5th ed.). Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press. Retrieved from: https://www.researchgate.net/profile/Khalid_Khan22/post/What_are_your_favorite_entomology_textbooks/attachment/59d6355dc49f478072ea357a/AS%3A273663524311040%401442257876021/download/Chapman+5+th+edition+The+Insects+structure+and+function.pdf
- ☑ Chien Lee. (2007). *Catara rugosicollis*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/55543043>
- ☑ Colin Ralston. (2018). *Aptera fusca*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/18880913>
- ☑ Cranston, P.S. & Gullan, P.J. (2014). *The insects: An outline of entomology* (5th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. Retrieved from: <https://docero.com.br/doc/51sne8>
- ☑ Hanlie Bester. (2020). *Deropeltis erythrocephala*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/64731023>
- ☑ Layton, B. (n.d.). *Termite Biology (eastern subterranean termites and Formosan termites)*. Mississippi State University Extension. Retrieved from: <http://extension.msstate.edu/content/termite-biology-eastern-subterranean-termites-and-formosan-termites>
- ☑ Martin Lagerwey. (2015). *Polyzosteria mitchelli*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/27683363>
- ☑ Md Jusri. (2021). *Protagonista pertristis*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/71863599>
- ☑ Resh, V., & Cardé, R. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of insects* (2nd ed). Burlington, MA: Academic Pres. Retrieved from: <http://ibimm.org.br/wp-content/uploads/2017/05/enciclopedia-de-insetos-ingles.pdf>
- ☑ Sara Vet. (2013, March 13). Baratas [Blog post]. Retrieved from: <https://saravet13.blogspot.com/2013/03/baratas.html?m=0>

Stewart Kirk. (2019). *Cornitermes cumulans*. iNaturalist. Retrieved from:
<https://www.inaturalist.org/observations/34599621>

3.2. Fichas de identificação

3.2.1. Common oriental cockroach (“Barata oriental”)

Blatta orientalis Linnaeus, 1758



Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Blattodea

Família: Blattidae

Gênero: *Blatta*

Espécie: *Blatta orientalis*
Linnaeus, 1758

Figura ApE32 - © Marina Gorbunova, 2020.



Figura ApE32 – Um macho (à esquerda) e uma fêmea com a ooteca (à direita). É possível distinguir a diferença entre a tégmina (setas brancas) do macho e da fêmea. Adaptado de D-H Choe, in Sutherland, Choe, & Rust (2019).

Características-chave

- ☑ **Tamanho:** 20 – 30 mm de comprimento (adulto); 8mm de comprimento mínimo (ninfas).
- ☑ **Cor:** Coloração castanho-escuro/ avermelhada, quase preta.
- ☑ **Corpo:** Corpo oval e achatado, do dorso para o ventre.
- ☑ **Apêndices:** Os machos têm asas que cobrem 1/3 do abdômen, as fêmeas têm asas rudimentares. Com três pares de pernas robustas e com cerdas “espinhosas”. Têm dois cercos curtos na extremidade do abdômen. Duas antenas finas e longas.

Caracterização biológica e ciclo de vida

Coloração

- Os adultos e as ninfas desta espécie são descritos como tendo uma coloração castanho-escuro avermelhada (levemente brilhante). Por vezes aparentam ser quase pretos.
- O pronoto é geralmente mais escuro que o restante tórax.
- As pernas são matizadas com um castanho avermelhado.

Forma do corpo

- As baratas orientais adultas medem entre 20 e 30 mm de comprimento.
- O corpo é oval e achatado, do dorso para o ventre.
- Está dividido em cabeça, tórax (protórax, mesotórax e metatórax) e abdómen.
- O pronoto é ampliado e semelhante a um escudo.

Apêndices e morfologia externa

- A cabeça é hipognata com dois olhos compostos e dois ocelos.
- O aparelho bucal é mastigador.
- As duas antenas são finas e filiformes. Podem ser mais longas que o corpo.
- A tégmina das fêmeas e as asas posteriores são muito curtas (rudimentares) e por isso, não são capazes de voar.
- A tégmina dos machos e as asas posteriores são bem desenvolvidas (abrangem $\frac{3}{4}$ do comprimento do abdómen). No entanto, voam mal. Apenas curtas distâncias de 2 a 3 m de cada vez.
- As seis pernas são robustas e bastante longas. Nas tíbias, existem fileiras de cerdas “espinhosas”.

- Tem dois cercos curtos na extremidade do abdómen, com cerdas táteis altamente sensíveis a sons e vibrações, o que lhes confere a capacidade de fugir ao menor ruído.

Ciclo de vida

- O ciclo de vida da espécie *B. orientalis* é hemimetabólico. Dos ovos eclodem ninfas. As ninfas passam por uma metamorfose gradual à medida que se desenvolvem e atingem a maturidade, o que significa que se assemelham a adultos e têm hábitos alimentares semelhantes, mas não possuem asas totalmente desenvolvidas e não são reprodutivamente ativas.
- Após o acasalamento, as fêmeas depositam cerca de 16 ovos sucessivos numa ooteca que carregam no final do abdómen. Uma fêmea pode produzir, por norma, entre 1 e 18 ootecas na sua vida adulta. Sob condições favoráveis, a população pode tornar-se muito numerosa.

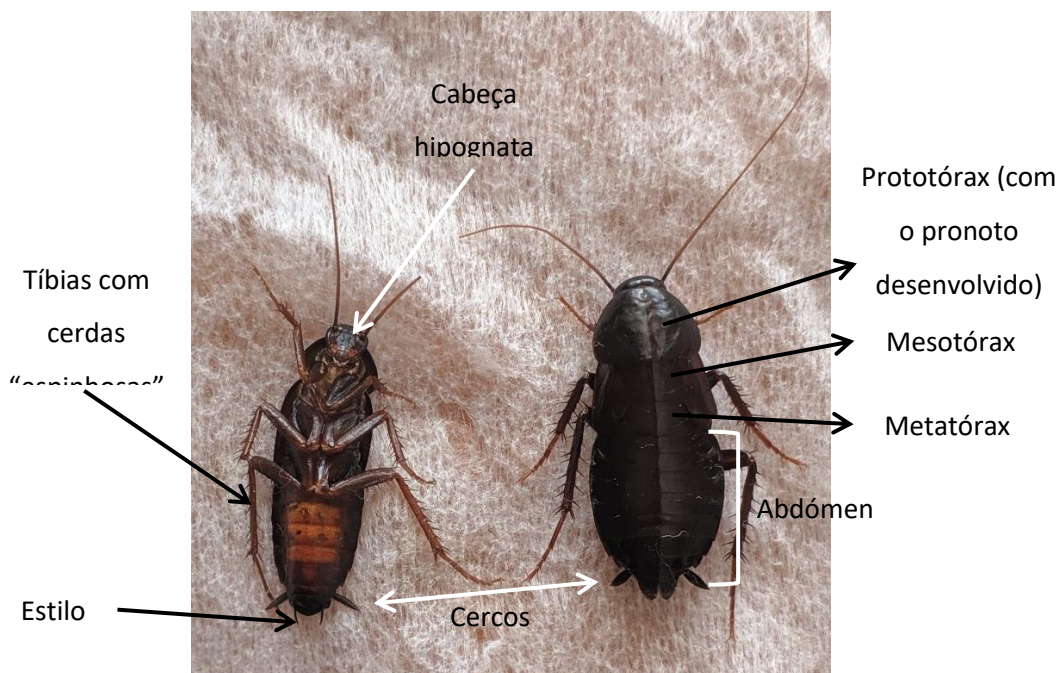


Figura ApE33 – Indivíduos da espécie *B. orientalis*. Vista ventral de um macho, à esquerda, e vista dorsal de uma fêmea, à direita. As setas apontam para algumas características da sua anatomia externa (adaptado de Новиков Григорий, 2021).

- Na espécie *B. orientalis*, as ootecas medem cerca de 10 mm de comprimento e apresentam uma cor castanho-escuro/avermelhada.
- As fêmeas desta espécie carregam a ooteca por um curto período, antes de a depositar num local adequado. Por norma, são sítios silenciosos e escondidos (orifícios e fissuras escuras e húmidas, zonas atrás ou por baixo de mobília ou outros objetos), mas sempre próximos de uma fonte de alimento. Os ovos incubam dentro da ooteca por semanas ou meses, dependendo das condições ambientais.
- Sob condições favoráveis, as ninfas eclodem entre 6 e 12 semanas após a formação da ooteca e apresentam um aspeto semelhante ao do adulto, mas sem asas. A sua coloração varia entre castanho-claro e escuro. Imediatamente após a muda as baratas são brancas, mas escurecem, geralmente, em poucas horas. O tamanho corporal das ninfas varia entre 8 e 20 mm de comprimento (no último estágio).
- Dependendo das condições ambientais e da natureza e qualidade da fonte de alimentar, esta espécie pode demorar entre 1 e 2 anos para completar o seu ciclo de vida.
- Geralmente, os adultos vivem pouco tempo (menos de um ano).

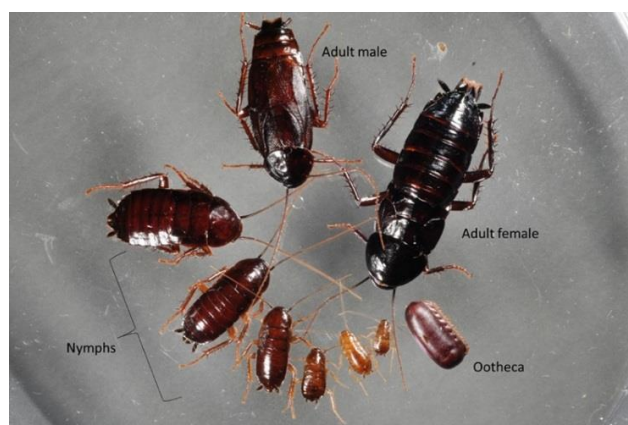


Figura ApE34 – Ciclo de vida hemimetabólico da espécie *B. orientalis*. São visíveis todos os estágios do ciclo, desde os insetos adultos (macho e fêmea), a ooteca e seis ninfas, em diferentes estágios de desenvolvimento (John Obermeyer & Changlu Wang, *in* Wang, C. & Cooper, R., 2020).

Alimentação e atividade

- É uma das três espécies mais comuns em Portugal, em contexto urbano.
- A sua distribuição geográfica está restrita a locais com um clima temperado.
- Esta espécie é mais tolerante a temperaturas baixas, em comparação com a barata americana e a barata alemã. No entanto, necessita de ambientes húmidos para prosperar.
- Por norma, habitam espaços exteriores, mas, ocasionalmente, podem ser encontradas em zonas interiores, escuras e húmidas.
- Caves, salas de reserva ou armazenamento, garagens, ou então canos de esgoto, ralos internos e externos, madeira armazenada, depósitos de lixo e áreas húmidas sob os edifícios, são áreas de nidificação favoráveis para esta espécie.
- É uma espécie noturna, raramente vista durante o dia, mas muito ativa durante a noite. É nesta altura que podem migrar para os edifícios em busca de comida, mas, geralmente, permanecem no piso térreo.
- Anda (mais lentamente do que as outras espécies), em vez de voar. Apesar de não ser tão ágil como a barata alemã e de não conseguir trepar superfícies lisas e verticais, consegue trepar superfícies ásperas como o tijolo.
- Esta espécie é omnívora. Em contexto urbano, os adultos e as ninfas alimentam-se de uma grande variedade de materiais, desde os nossos produtos comestíveis e de todo o tipo de resíduos alimentares, embalagens de papel, têxteis, couro, ração e matérias animais (resíduos fecais de animais de estimação). Também podem comer a cola usada para encadernar livros, uma vez que produtos com amido estão entre os favoritos. São capazes de perfurar embalagens de plástico para chegar ao alimento.
- Constituem um perigo para a saúde pública. Deterioram, contaminam e sujam os alimentos através dos seus excrementos e podem ser os vetores de agentes patogénicos. Devido ao seu hábito de se alimentarem de (quase) qualquer tipo de matéria orgânica, incluindo matérias fecais humanas e animais, adquirem e abrigam estes agentes nocivos dentro ou fora do corpo. Estes organismos

transportados podem permanecer viáveis por um período considerável e podem ser transmitidos através de alimentos destinados ao consumo humano.

Bibliografia

- ☑ Rentokil. (n.d.a). *Espécies de Baratas*. Retrieved from: <https://www.rentokil.com/pt/blog/especies-de-baratas>
- ☑ Rentokil. (n.d.b). *Infestação de Baratas*. Retrieved from: <https://www.rentokil.com/pt/blog/infestacao-de-baratas>
- ☑ Government of Canada. (2017). *Materials, objects and common damaging insect pests*. Retrieved from: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pests/materials-objects-damaging-insects.html>
- ☑ Insectes du Patrimoine Culturel. (2016.). *Blatta Orientalis (Linnaeus, 1758)*. Retrieved from: <http://insectes-nuisibles.cicrp.fr/en/les-insectes-de-a-a-z/blatta-orientalis-linnaeus-1758>
- ☑ Josiah Sward. (2022). *Barata-Negra (Blatta orientalis)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/121100794>
- ☑ Marina Gorbunova. (2020). *Barata-Negra (Blatta orientalis)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/54882731>
- ☑ MuseumPest.net. (2007). *Pest Fact Sheets: Oriental Cockroach Blatta orientalis (Linnaeus)*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2019/03/Oriental-Cockroach.pdf>
- ☑ Notton, D. (2018). *Identifying insect pests in museums and heritage buildings* (2nd ed.). London, UK: The Natural History Museum. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/325180755_Identifying_insect_pests_in_museums_and_heritage_buildings
- ☑ Resh, V., & Cardé, R. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of insects* (2nd ed). Burlington, MA: Academic Pres. Retrieved from: <http://ibimm.org.br/wp-content/uploads/2017/05/enciclopedia-de-insetos-ingles.pdf>
- ☑ Sutherland, A.M., Choe, D-H. & Rust, M.K. (2019). *UC IPM Pest Notes: Cockroaches*, 7467, 1-10. Oakland, CA: UC ANR. Retrieved from: <http://ipm.ucanr.edu/PDF/PESTNOTES/pncockroaches.pdf>
- ☑ Wang, C. & Cooper, R. (2020). *Cockroach Species in New Jersey and Their Control Strategies. Household, Structural, and Human Pests Fact Sheets & Bulletins*, FS1327. New Brunswick, NJ: Rutgers NJAES Cooperative Extension. Retrieved from: <https://njaes.rutgers.edu/fs1327/>
- ☑ Новиков Григорий. (2021). *Barata-Negra (Blatta orientalis)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/84836453>

3.2.2. American cockroach (“Barata Americana”)

Periplaneta americana (Linnaeus, 1758)



Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Blattodea

Família: Blattidae

Gênero: *Periplaneta*

Espécie: *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758)

Figura ApE35 - © Matt Claghorn, 2019.



Figura ApE36 – Um macho e uma fêmea com a ooteca (adaptado de D-H Choe, *in* Sutherland, Choe, & Rust, 2019).

Características-chave

- ☑ **Tamanho:** 30 – 50 mm de comprimento (adulto).
- ☑ **Cor:** Coloração vermelha acastanhada brilhante (o tórax possui bordas mais claras).
- ☑ **Corpo:** Corpo oval e achatado, do dorso para o ventre.
- ☑ **Apêndices:** As asas são mais compridas nos machos do que nas fêmeas. Com três pares de pernas com fileiras de cerdas “espinhosas”. Ambos os sexos têm um par de cercos no final do abdômen. Duas antenas longas e finas.

Caracterização biológica e ciclo de vida

Coloração

- Os adultos e as ninfas desta espécie são descritos como sendo de cor castanha avermelhada e brilhante.
- A cabeça apresenta um padrão mais claro em forma de “8”.
- O tórax é mais claro nas margens.

Forma do corpo

- O tamanho do corpo é maior do que na espécie *B. orientalis*, variando entre 30 e 50 mm de comprimento.
- O corpo é oval e achatado, do dorso para o ventre.
- Está dividido em cabeça, tórax (protórax, mesotórax e metatórax) e abdómen.

Apêndices e morfologia externa

- A cabeça é hipognata com dois olhos compostos e dois ocelos.
- O aparelho bucal é mastigador.
- Tem duas antenas finas, filiformes e longas.
- A tégmina e as asas posteriores dos machos são mais compridas do que o corpo.
- A tégmina e as asas posteriores das fêmeas apenas cobrem o abdómen.
- As seis pernas são robustas e, nas tíbias, existem fileiras de cerdas “espinhosas”.
- Os machos e as fêmeas têm um par de cercos articulados e estreitos na extremidade do abdómen, sendo maiores nos machos do que nas fêmeas.
- Os machos desta espécie têm ainda um par de estilos entre os cercos, que estão ausentes nas fêmeas.

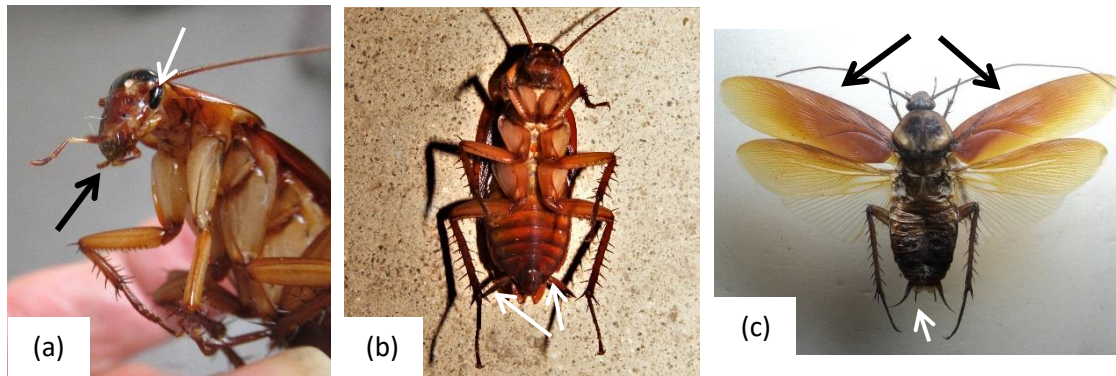


Figura ApE37 – Diferentes aspectos relacionados com a anatomia externa da espécie *P. americana*: Parte frontal e ventral de um indivíduo (a). A seta preta aponta para a cabeça hipognata com o aparelho bucal mastigador e a seta branca para um olho composto (adaptado de Linda Jo Conn, 2020); Uma fêmea (b). Não existem estilos, mas dois cercos mais curtos (setas brancas) (adaptado de Bill Lucas, 2016); Asas abertas (c) anteriores (tégminas) destacadas pelas setas pretas, e as posteriores, que ficam escondidas por baixo, em repouso. A seta branca aponta para o estilo, que identifica este indivíduo como macho (também é possível observar que os cercos são maiores) (adaptado de Konstantin, 2020).

Ciclo de vida

- O ciclo de vida da espécie *P. americana* é hemimetabólico. Dos ovos eclodem ninfas. As ninfas passam por uma metamorfose gradual à medida que se desenvolvem e atingem a maturidade, o que significa que se assemelham a adultos e têm hábitos alimentares semelhantes, mas não possuem asas totalmente desenvolvidas e não são reprodutivamente ativas.
- Após o acasalamento, a fêmea deposita entre 14 e 16 ovos na ooteca, que carrega no final do abdómen. Uma fêmea pode produzir, geralmente, cerca de 10 ootecas durante a sua vida adulta.
- Na espécie *P. americana*, as ootecas medem entre 8 e 10 mm de comprimento, e 5 mm de largura. Inicialmente, são castanhas, mas ficam pretas após 1 a 2 dias.
- À semelhança das baratas orientais, as fêmeas desta espécie carregam a ooteca por apenas um curto período (entre algumas horas e 4 dias) antes de a depositar

num local adequado, como uma superfície protegida (por baixo ou atrás de móveis e objetos) ou, na maioria dos casos, em fendas e orifícios escuros e húmidos, sempre próximos de uma fonte de alimento. As ninfas eclodem 1 a 2 meses após a formação da ooteca.

- As margens laterais e posteriores dos segmentos do tórax e dos segmentos laterais do abdómen são mais escuras. Imediatamente após a muda, as ninfas são brancas, mas geralmente escurecem em poucas horas. Apresentam um aspeto geral semelhante ao do inseto adulto, são castanhas avermelhadas, mas não têm asas.



Figura ApE38 – Uma ninfa a passar pelo processo de muda. A cutícula velha é abandonada. Logo após a muda, a ninfa apresenta uma coloração branca (Blondewolverine, 2018).

- Dependendo das condições ambientais, da natureza e qualidade da fonte alimentar, o seu ciclo de vida pode demorar entre 6 meses e 2 anos para ser concluído.
- Os indivíduos adultos vivem pouco tempo (pouco mais de um ano).

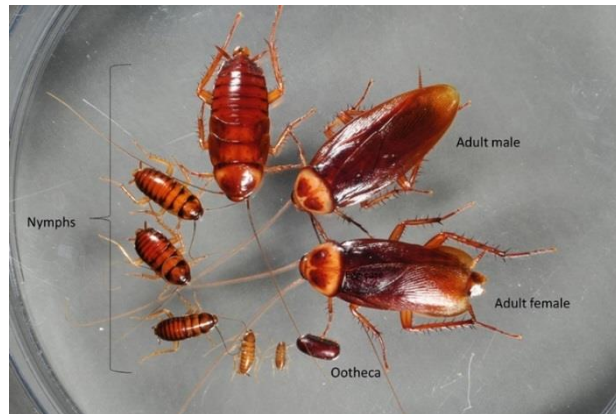


Figura ApE39 – Ciclo de vida hemimetabólico da espécie *P. americana*. São visíveis todos os estágios do ciclo: Os insetos adultos (macho e fêmea), a ooteca e seis ninfas em diferentes estágios de desenvolvimento (John Obermeyer & Changlu Wang, *in* Wang, C. & Cooper, R., 2020).

Alimentação e atividade

- É uma das três espécies mais comuns em Portugal, em contexto urbano.
- Esta espécie tem uma distribuição geográfica global, mas prefere zonas tropicais e subtropicais. É menos comum nas zonas temperadas do que a barata alemã.
- Prefere ambientes quentes e húmidos, geralmente com temperaturas superiores a 28°C.
- Com condições favoráveis, vivem facilmente ao ar livre e, por norma, habitam espaços exteriores. Ocasionalmente, podem ser encontradas em esgotos, caves, condutas de aquecimento e tubagens de escoamento de águas.
- São pragas comuns em jardins zoológicos e instalações de criação de animais.
- A espécie é noturna, os indivíduos costumam esconder-se durante o dia e tornam-se mais ativos à noite, enquanto procuram alimento.
- É uma espécie essencialmente corredora, mas pode voar caso se verifiquem temperaturas e humidades relativas muito elevadas, nos meses de verão.
- São insetos omnívoros com preferência por alimentos fermentados. Em contexto urbano, os adultos e as ninfas alimentam-se de uma grande variedade de materiais, desde os nossos produtos comestíveis e de todo o tipo de resíduos

alimentares, embalagens de papel, tecidos têxteis, couro, ração e matérias animais (resíduos fecais de animais de estimação). São capazes de perfurar embalagens de plástico para chegar ao alimento.

- Constituem um perigo para a saúde pública. Deterioram, contaminam e sujam os alimentos através dos seus excrementos e podem ser os vetores de agentes patogénicos. Devido ao seu hábito de se alimentarem de (quase) qualquer tipo de matéria orgânica, incluindo matérias fecais humanas e animais, adquirem e abrigam estes agentes nocivos dentro ou fora do corpo. Estes organismos transportados podem permanecer viáveis por um período considerável e podem ser transmitidos através de alimentos destinados ao consumo humano.
- Estão entre as espécies mais relacionadas com o aparecimento de reações alérgicas nos humanos.

Bibliografia

- ☑ Rentokil. (n.d.a). *Espécies de Baratas*. Retrieved from: <https://www.rentokil.com/pt/blog/especies-de-baratas>
- ☑ Rentokil. (n.d.b). *Infestação de Baratas*. Retrieved from: <https://www.rentokil.com/pt/blog/infestacao-de-baratas>
- ☑ Barbara, A.K. (2021). Common name: American cockroach. *Featured Creatures*, EENY-141. Gainesville, FL: [UF/IFAS](https://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/roaches/american_cockroach.htm). Retrieved from: https://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/roaches/american_cockroach.htm
- ☑ Bernard Carrillo. (2020). *Barata-Americana (Periplaneta americana)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/54467231>
- ☑ Bill Lucas. (2016). *Barata-Americana (Periplaneta americana)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/71358371>
- ☑ Blondewolverine. (2018). *Barata-Americana (Periplaneta americana)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/17112961>
- ☑ Government of Canada. (2017). *Materials, objects and common damaging insect pests*. Retrieved from: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pests/materials-objects-damaging-insects.html>
- ☑ Konstantin. (2020). *Barata-Americana (Periplaneta americana)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/42498442>
- ☑ Linda Jo Conn. (2020). *Barata-Americana (Periplaneta americana)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/64578678>
- ☑ Matt Claghorn. (2019). *Barata-Americana (Periplaneta americana)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/36513858>
- ☑ MuseumPest.net. (2012). *Pest Fact Sheets: American Cockroach Periplaneta americana*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2019/03/american-cockroach.pdf>
- ☑ Notton, D. (2018). *Identifying insect pests in museums and heritage buildings* (2nd ed.). London, UK: The Natural History Museum. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/325180755_Identifying_insect_pests_in_museums_and_heritage_buildings
- ☑ Preservation Equipment Ltd. (n.d.). *Hoy Hoy Cockroach Trap*. Retrieved from: <https://www.preservationequipment.com/Catalogue/Disaster-Cleaning/Insect-Pest-Traps/Cockroach-Trap>

- ☑ Resh, V., & Cardé, R. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of insects* (2nd ed). Burlington, MA: Academic Press. Retrieved from: <http://ibimm.org.br/wp-content/uploads/2017/05/enciclopedia-de-insetos-ingles.pdf>
- ☑ Sutherland, A.M., Choe, D-H. & Rust, M.K. (2019). *UC IPM Pest Notes: Cockroaches*, 7467, 1-10. Oakland, CA: UC ANR. Retrieved from: <http://ipm.ucanr.edu/PDF/PESTNOTES/pncockroaches.pdf>
- ☑ Wang, C. & Cooper, R. (2020). *Cockroach Species in New Jersey and Their Control Strategies. Household, Structural, and Human Pests Fact Sheets & Bulletins*, FS1327. New Brunswick, NJ: Rutgers NJAES Cooperative Extension. Retrieved from: <https://njaes.rutgers.edu/fs1327/>

3.2.3. German cockroach (“Barata Alemã”)

Blattella germanica (Linnaeus, 1767)



Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Blattodea

Família: Blattelidae

Gênero: *Blattella*

Espécie: *Blattella germanica*
(Linnaeus, 1767)

Figura ApE40 - © Hlchan, 2020.



Figura ApE41 – Um macho, à esquerda, e uma fêmea com a ooteca, à direita (D-H Choe, *in* Sutherland, Choe, & Rust, 2019).

Características-chave

- ☑ **Tamanho:** 12 – 15 mm de comprimento (adulto); 3 mm de comprimento mínimo (ninfas).
- ☑ **Cor:** Castanha ou dourada, com duas listras escuras longitudinais no tórax.
- ☑ **Corpo:** Corpo oval e achatado, do dorso para o ventre.
- ☑ **Apêndices:** Com asas em ambos os sexos. Com três pares de pernas com fileiras de cerdas “espinhosas”. Ambos os sexos têm um par de cercos no final do abdômen. Duas antenas finas e longas.

Caracterização biológica e ciclo de vida

Coloração

- Os adultos desta espécie são descritos como tendo uma coloração castanha ou dourada, com duas listas escuras longitudinais no pronoto do tórax. As ninfas aparentam ser mais escuras, com uma lista mais clara no centro da região dorsal.

Forma do corpo

- É mais pequena do que a espécie *B. orientalis*. O tamanho do corpo varia entre 12 e 15 mm de comprimento.
- O corpo é oval e achatado, do dorso para o ventre.
- Está dividido em cabeça, tórax (protórax, mesotórax e metatórax) e abdómen.
- No macho, o corpo é mais estreito, o abdómen afunila na extremidade e os segmentos terminais são visíveis (não cobertos pela tégmina).
- Na fêmea, o corpo é mais robusto, a extremidade do abdómen é mais arredondada e toda esta região é coberto pela tégmina.

Apêndices e morfologia externa

- A cabeça é hipognata com dois olhos compostos e dois ocelos.
- O aparelho bucal é mastigador.
- As duas antenas são finas, longas e filiformes.
- Nos machos, a tégmina e as asas posteriores são quase do comprimento do corpo.
- Nas fêmeas, a tégmina e as asas posteriores são ligeiramente maiores que o corpo.
- Não são bons voadores.
- As seis pernas são robustas, com tíbias que possuem fileiras de cerdas “espinhosas”.

→ Ambos os sexos possuem dois cercos no final do abdómen.



Figura ApE42 – À esquerda, um indivíduo adulto da espécie *B. germanica*, macho (visível pelo formato mais estreito do corpo) (Juju98, 2021). À direita, um estágio de ninfa (RAP, 2020). É possível distinguir as duas listas escuras que caracterizam a espécie no tórax de ambos os indivíduos. Devido à ausência das asas, as ninfas aparentam ser mais escuras, com uma lista clara no meio do dorso, e não claras com duas riscas escuras como o inseto adulto.

Ciclo de vida

- O ciclo de vida da espécie *B. germanica* é hemimetabólico. Dos ovos eclodem ninfas. As ninfas passam por uma metamorfose gradual à medida que se desenvolvem e atingem a maturidade, o que significa que se assemelham a adultos e têm hábitos alimentares semelhantes, mas não possuem asas totalmente desenvolvidas e não são reprodutivamente ativas.
- Após o acasalamento, as fêmeas depositam entre 30 e 40 ovos na ooteca que carregam no final do abdómen. Por norma, uma fêmea pode produzir entre 4 e 8 ootecas durante a sua vida adulta.

- Nesta espécie, as ootecas medem entre 6 e 8 mm de comprimento e 2 mm de largura. A ooteca é castanho-clara.
- As fêmeas adultas das baratas alemãs carregam as ootecas durante a maior parte do período de incubação de 30 dias e depois soltam-nas quando os ovos eclodem ou até 1 a 2 dias antes da eclosão, sempre num local adequado. Por norma, estes são locais silenciosos e escondidos (como orifícios e fissuras escuras e húmidas, por baixo ou atrás de móveis e objetos) sempre próximos de fonte alimentar.
- Geralmente, as ninfas eclodem 1 mês após a formação da ooteca e o corpo é semelhante ao do adulto, mas sem asas. O seu tamanho varia entre 3 e 14 mm de comprimento.
- Assim como os adultos, são castanhas com duas listas escuras no tórax que se prolongam pelo abdómen. No entanto, devido à ausência das asas aparentam ser mais escuras, com uma lista clara no meio do dorso. Imediatamente após a muda, as baratas são brancas, mas escurecem, geralmente, em poucas horas.
- Dependendo das condições ambientais e da natureza e qualidade da fonte alimentar pode ser necessário um período entre 6 semanas e 6 meses para completar o ciclo do seu desenvolvimento. Como exemplo, em condições ambientais de temperatura na ordem dos 27 °C e 40% de humidade relativa, são necessários 50 a 60 dias.
- Das três espécies de baratas mais comuns como pragas, é a que se reproduz mais rapidamente, mas também têm uma vida relativamente curta. Após atingirem o estado adulto, vivem menos de 1 ano.

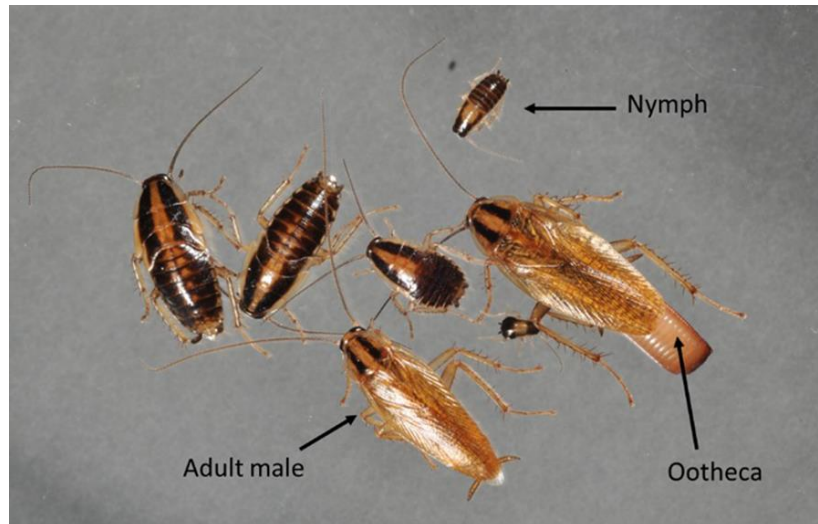


Figura ApE43 – Ciclo de vida hemimetabólico da espécie *B. germanica*. São visíveis todos os estágios do ciclo, desde os insetos adultos (macho e fêmea), a ooteca ainda presa à fêmea, e cinco ninfas em diferentes estágios de desenvolvimento (John Obermeyer & Changlu Wang, *in* Wang, C. & Cooper, R., 2020).

Alimentação e atividade

- É uma das três espécies mais comuns em Portugal, em contexto urbano, e tem uma distribuição geográfica global.
- Prefere temperaturas elevadas, entre 21°C e 24°C, e humidade relativas altas. Temperaturas abaixo de 16°C limitam a sobrevivência dos ovos.
- Geralmente encontradas em ambientes fechados e aquecidos, como em cozinhas e casas de banho. Das três espécies de baratas referidas, é a que mais facilmente pode ser encontrada a viver dentro de edifícios.
- A espécie é noturna. Os indivíduos costumam esconder-se durante o dia e tornam-se mais ativos à noite, enquanto procuram alimento.
- Apesar de terem asas bem desenvolvidas, voam mal. No entanto, os indivíduos correm e são bons trepadores, conseguindo escalar, com facilidade, superfícies lisas como vidro e metal polido.

- Na maioria dos casos, entram nos edifícios através de pacotes e encomendas infestadas e pelo movimento entre os adjacentes.
- São insetos omnívoros. Em contexto urbano, os adultos e as ninfas alimentam-se de uma grande variedade de materiais, desde os nossos produtos comestíveis e de todo o tipo de resíduos alimentares, embalagens de papel, tecidos têxteis, couro, ração e matérias animais (resíduos fecais de animais de estimação). Podem afetar objetos feitos com pastas à base de amido. São capazes de perfurar embalagens de plástico para chegar ao alimento.
- Constituem um perigo para a saúde pública. Deterioram, contaminam e sujam os alimentos através dos seus excrementos e podem ser os vetores de agentes patogénicos. Devido ao seu hábito de se alimentarem de (quase) qualquer tipo de matéria orgânica, incluindo matérias fecais humanas e animais, adquirem e abrigam estes agentes nocivos dentro ou fora do corpo. Estes organismos transportados podem permanecer viáveis por um período considerável e podem ser transmitidos através de alimentos destinados ao consumo humano.
- Juntamente com a barata americana, está entre as espécies mais relacionadas com o aparecimento de reações alérgicas nos humanos.

Bibliografia

- ☑ Rentokil. (n.d.a). *Espécies de Baratas*. Retrieved from: <https://www.rentokil.com/pt/blog/especies-de-baratas>
- ☑ Rentokil. (n.d.b). *Infestação de Baratas*. Retrieved from: <https://www.rentokil.com/pt/blog/infestacao-de-baratas>
- ☑ Government of Canada. (2017). *Major insect pests and their associated, diagnostic signs*. Retrieved from: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pests/insects-diagnostic-signs.html>
- ☑ Government of Canada. (2017). *Materials, objects and common damaging insect pests*. Retrieved from: <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pests/materials-objects-damaging-insects.html>
- ☑ Hlchan. (2020). *Barata-Germânica (Blattella germanica)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/63632960>
- ☑ Juju98. (2021). *Barata-Germânica (Blattella germanica)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/75726519>
- ☑ Mrsnead. (2018). *Barata-Germânica (Blattella germanica)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/10701684>
- ☑ MuseumPest.net. (2012). *Pest Fact Sheets: German Cockroach Blattella germanica (Linnaeus)*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2014/03/German-Cockroach.pdf>
- ☑ Notton, D. (2018). *Identifying insect pests in museums and heritage buildings* (2nd ed.). London, UK: The Natural History Museum. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/325180755_Identifying_insect_pests_in_museums_and_heritage_buildings
- ☑ One Two Tree. (2018). *Four Things You Didn't Know About Cockroaches (But Probably Should)*. Retrieved from: <https://onetwotree.com/south-florida-cockroach-facts/>
- ☑ RAP. (2020). *Barata-Germânica (Blattella germanica)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/55079265>
- ☑ Resh, V., & Cardé, R. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of insects* (2nd ed). Burlington, MA: Academic Pres. Retrieved from: <http://ibimm.org.br/wp-content/uploads/2017/05/enciclopedia-de-insetos-ingles.pdf>
- ☑ Sutherland, A.M., Choe, D-H. & Rust, M.K. (2019). *UC IPM Pest Notes: Cockroaches*, 7467, 1-10. Oakland, CA: UC ANR. Retrieved from: <http://ipm.ucanr.edu/PDF/PESTNOTES/pncockroaches.pdf>

- ☑ Wang, C. & Cooper, R. (2020). Cockroach Species in New Jersey and Their Control Strategies. *Household, Structural, and Human Pests Fact Sheets & Bulletins*, FS1327. New Brunswick, NJ: Rutgers NJAES Cooperative Extension. Retrieved from: <https://njaes.rutgers.edu/fs1327/>

Materiais vulneráveis e evidências de dano para as espécies *B. orientalis*, *P. americana* e *B. germanica*

Materiais vulneráveis

- Preferencialmente, nos museus alimentam-se de bens culturais que contenham celulose, como coleções em papel e derivados e respetiva documentação associada, e amido, como sementes e grãos armazenados ou substâncias adesivas, incluindo as que integram encadernações.
- Como possuem uma dieta muito variada, se atingirem números elevados e desenvolverem uma infestação, podem afetar quase todas as coleções compostas por material orgânico, especialmente as acondicionadas em reserva.

Evidências de atividade e danos provocados

Essencialmente, os danos são provocados por meio de nidificação, excreção de fluidos e resíduos fecais, e atração de outros insetos que possam constituir também uma infestação. As evidências da sua atividade podem ser observadas com facilidade durante uma inspeção. Destacam-se algumas.

- Depósitos de resíduos fecais negros com menos de 1 mm de largura e de comprimentos variados.
- Lacunas de material e manchas sobre superfícies horizontais e nas juntas de paredes onde as baratas estão ativas.
- Ootecas e exúvias.
- Baratas mortas ou vivas (especialmente problemático se avistadas durante o dia).
- Odor anormal. Uma infestação de baratas produz um persistente e desagradável cheiro a mofo.



Figura ApE44 – Danos provocados por baratas em cartão. É possível observar as marcas de alimentação, os resíduos fecais e manchas características de uma infestação (One Two Tree, 2018).



Figura ApE45 – Evidências da atividade de baratas americanas. São visíveis ootecas, exúvias, baratas mortas, assim como manchas e resíduos fecais (Bernard Carrillo, 2020).

Métodos de monitorização e prevenção para as espécies *B. orientalis*, *P. americana* e *B. germanica*

Como medidas de monitorização:

- É importante determinar qual é a espécie observada e onde os indivíduos estão localizados em maior número, para otimizar as estratégias de controlo da infestação.
- Definir e implementar rotina regular de inspeções e um programa de monitorização será muito útil.
- Armadilhas adesivas planas, abertas em ambas as extremidades e revestidas no interior com um material adesivo, ou simplesmente placas com cola, constituem na melhor maneira de detetar e monitorizar as populações de baratas.



Figura ApE46 – Exemplo de uma armadilha para capturar baratas. Esta 'Hoy Hoy Trap-A-Roach' é uma armadilha não tóxica e sem odor. A forma é projetada especificamente para monitorizar os níveis de infestação de baratas. Tem um revestimento adesivo, com aproximadamente 15 x 10 cm com uma saqueta de atrativo alimentar para atrair as baratas a entrar na armadilha, onde ficam presas na cola (Preservation Equipment Ltd., n.d.).



Figura ApE47 – Indivíduo da espécie *B. orientalis*, preso numa armadilha adesiva plana (Josiah Sward, 2022).



Figura ApE48 - Vários indivíduos da espécie *B. germanica*, capturados numa armadilha adesiva plana. São visíveis ninfas em diferentes estágios de vida, assim como três fêmeas cujas ootecas abriram depois do inseto ser capturado, sendo visíveis as primeiras ninfas que eclodiram do ovo, à volta da progenitora (Mrsnead, 2018).

- As armadilhas devem ser posicionadas em locais de maior probabilidade de sua rota, para deteção da sua presença e conhecimento dos seus circuitos.

- Por norma, são bons locais para posicionar as armadilhas: Junções de pisos e paredes, cantos escuros, áreas onde há evidências de atividades como vestígios de resíduos fecais, exúvias, ootecas e áreas onde tenham sido observadas baratas vivas ou mortas.
- As armadilhas devem ser inspecionadas diariamente para identificar as áreas mais severamente infestadas e, mais tarde, avaliar a eficácia dos programas de controlo.
- Os dados obtidos nas armadilhas devem ser recolhidos, nomeadamente as espécies que foram identificadas e onde, os estágios de vida, assim como o número de indivíduos em cada estágio. As armadilhas devem ser cartografadas e numeradas para facilitar o processo de recolha, organização e interpretação dos dados.

Como medidas preventivas:

As medidas de prevenção para estas espécies baseiam-se na limpeza dos espaços e na eliminação das vias de acesso ao interior dos edifícios.

- Como as baratas prosperam mesmo com pouco alimento disponível, é importante restringir áreas destinadas à alimentação e armazenar os produtos alimentares em recipientes bem selados.
- Usar recipientes com tampas bem ajustadas nos caixotes de lixo e remover estes resíduos, tanto no interior como no exterior do edifício.
- Acautelar uma boa limpeza dos espaços e arrumação de materiais orgânicos de apoio ao desenvolvimento de exposições e a atividades educativas, que podem favorecer a alimentação ou nidificação.
- Na limpeza, é recomendado o uso de aspiradores com filtro HEPA.
- Assegurar manutenção preventiva e corretiva dos espaços. É importante diminuir as fontes de humidade, pelo que se deverá garantir que as canalizações

estão em bom estado e não há fugas, e aumentar a ventilação onde a condensação for um problema, por exemplo.

- Vedar fendas e orifícios dentro do edifício, que podem ser usados como esconderijos e locais de nidificação.
- Assegurar inspeção e quarentena e calafetar as portas e janelas, para impedir entrada.

3.2.4. Eastern subterranean termite (“Térmita subterrânea comum”)

Reticulitermes flavipes (Kollar, 1837)



Filo: Arthropoda
Classe: Insecta
Ordem: Blattodea
Família: Rhinotermitidae
Gênero: *Reticulitermes*
Espécie: *Reticulitermes flavipes* (Kollar, 1837)

Figura ApE49 - © Robby Deans, 2018.



Figura ApE50 – Representantes das três castas. Da esquerda para a direita: Soldado; Operário (Steven Wang, 2019); Reprodutores alados (Chris Buelow, 2022).

Caracterização biológica e ciclo de vida

Características-chave

- ☑ **Tamanho:** 3 – 6 mm (operários); 3 – 6 mm (soldados); 10 – 13 mm (reprodutores alados); 6 mm (rei) e até 9 cm (rainha).
- ☑ **Cor:** Esbranquiçada (operários); Amarelo-clara e alaranjada (soldados); Castanho-escuro (reprodutores).
- ☑ **Corpo:** Corpo mole e segmentado, com uma forma alongada.
- ☑ **Apêndices:** Reprodutores com asas (caem após o voo), operários e soldados sem asas. Com três pares de pernas curtas. Dois olhos compostos nos reprodutores, operários e soldados sem olhos. Com duas antenas curtas.

Coloração

→ A coloração varia de acordo com a casta.

Tabela ApE1 – Aspectos morfológicos referentes às três castas de térmitas.

<i>Casta</i>	<i>Coloração</i>	<i>Tamanho do corpo</i>	<i>Outras características corporais</i>
<i>Operários e operários falsos</i>	Esbranquiçada	3 a 6 mm de comprimento	Corpo mole, sem olhos e sem asas. Mandíbulas bem desenvolvidas.
<i>Soldados</i>	Amarelo-clara. A cabeça é castanha	3 a 6 mm de comprimento (ligeiramente maiores do que os operários)	Corpo mole e alongado. A cabeça é maior, retangular e mais dura que o resto do corpo. Mandíbulas muito desenvolvidas e proeminentes. As pernas, por norma, são mais robustas. Sem olhos e sem asas.
<i>Adultos com asas (alados)</i>	Castanho-escura a preta	10 a 13 mm de comprimento (incluindo as asas)	Sexuados. Possuem dois pares de asas translúcidas idênticas, um par no mesotórax e outro no metatórax (caem após o voo). Com dois olhos compostos.
<i>Reis e rainhas</i>	Castanha escura no tórax e clara no abdómen (rainha); Castanho-escura a preta (rei)	A rainha é bastante maior do que o rei, podendo atingir até 9 cm de comprimento. O rei é pouco maior do que os soldados	Corpo mole e sem asas. O abdómen da rainha é muito grande em comparação com o resto do corpo.

Forma do corpo

- O formato do corpo também varia nas diferentes castas, mas, de forma geral, o corpo é mole. Está dividido em cabeça, tórax (protórax, mesotórax e metatórax) e abdómen (com 10 segmentos).

Apêndices e morfologia externa

- A cabeça é prognata e todos têm um aparelho bucal mastigador.

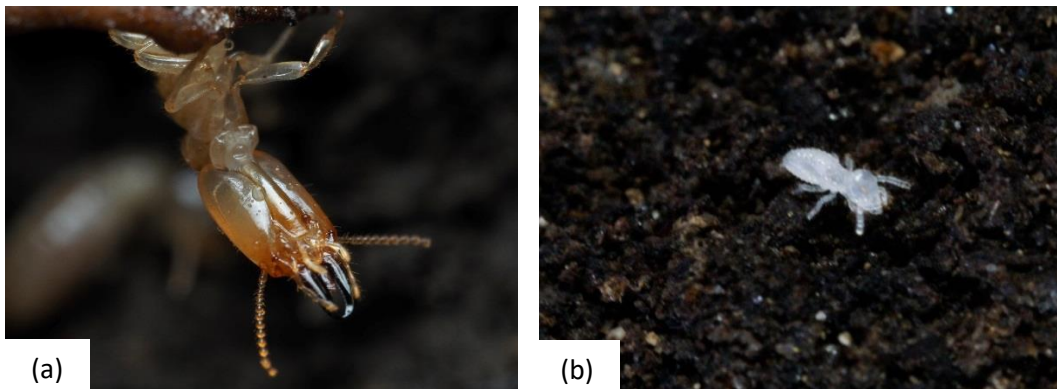


Figura ApE51 – Pormenor da cabeça de um operário (a). É possível distinguir o formato retangular da cabeça, a coloração mais alaranjada e as mandíbulas bem desenvolvidas (Julian, 2022). Nífa nos primeiros estágios de desenvolvimento (b), em que são quase translúcidas (Jack Forrester, 2022).

- Todas as castas têm seis pernas curtas, um par por segmento torácico
- Todas as castas têm um par de antenas filiformes curtas.

Sistema de castas

Assim como nas restantes térmitas, a espécie *R. flavipes* opera segundo um sistema de castas, onde cada uma desempenha funções distintas. São três, os reprodutores (primários, secundários e terciários) os soldados e os operários.

- Os reprodutores primários (rei e rainha), desenvolvem-se a partir dos indivíduos alados.
- Os reprodutores secundários e terciários (também chamados suplementares) têm uma aparência semelhante aos operários, mas são ligeiramente maiores.
- Os indivíduos alados e os soldados são usados para identificar a espécie.

Ciclo de vida

- O ciclo de vida desta espécie é hemimetabólico. Dos ovos eclodem ninfas. As ninfas passam por uma metamorfose gradual, à medida que se desenvolvem em membros das diferentes castas.

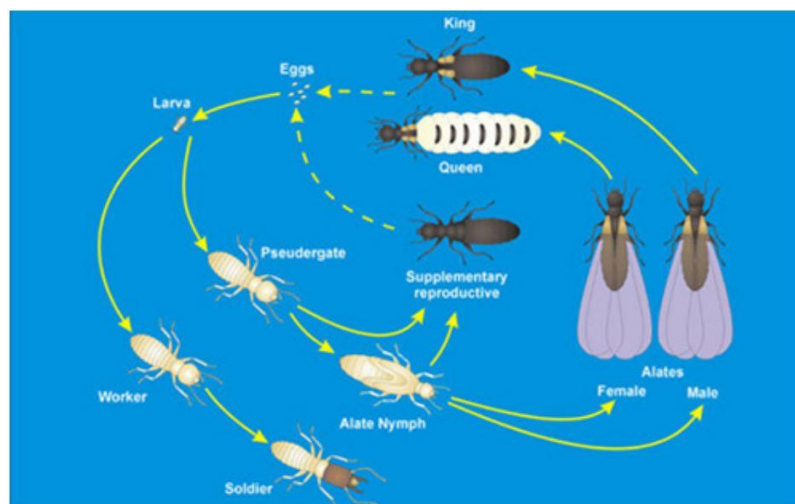


Figura ApE52 – Ciclo de vida das espécies de térmitas subterrâneas do gênero *Reticulitermes* (Su, N-Y. & Scheffrahn, R.H., 2019). Caso seja necessário, os operários podem passar por mudas e integrar a casta de soldados. Os operários falsos podem tornar-se alados, transformando-se primeiro em ninfas aladas. Os operários falsos ou as ninfas aladas podem tornar-se reprodutores suplementares e assumir o papel de rainha ou rei se, e quando, um reprodutor primário morre ou é isolado de parte da colônia. Nem todos os operários têm a capacidade de se tornar-se indivíduos reprodutores (apenas os operários falsos).

→ A espécie *R. flavipes* reproduz-se em enxames. A enxameação ocorre quando uma colônia atinge um determinado tamanho (maturação da colônia) e quando os níveis de temperatura e umidade relativa são favoráveis.



Figura ApE53 - Duas colônias com indivíduos da espécie *R. flavipes*. À esquerda, é possível distinguir os trabalhadores, mais claros, e os soldados, com a cabeça maior e mais escura (Amoorehouse, 2021). À direita, existem também indivíduos alados (Kcthetc1, 2021).



Figura ApE54 – Indivíduos da espécie *R. flavipes*. É possível distinguir os operários, mais pequenos e esbranquiçados, o rei, à esquerda, mais escuro e pequeno que a rainha, à direita, com o abdômen muito desenvolvido (Barbara L. Thorne, n.d. *in* Raupp, J.M., 2019).

→ Os indivíduos alados saem da sua colônia nativa e, após um breve voo, caem no chão e perdem as asas. Assim que encontram um companheiro procuram locais

- húmidos próximos de madeira e iniciam a postura de ovos, dando início a uma nova colónia.
- O acasalamento ocorre depois de terem construído uma “câmara nupcial ou real” no novo ninho.
 - Durante os primeiros dias a rainha põe cerca de cinco ovos. Quando estes eclodem, a rainha alimenta-os pela primeira vez por regurgitação. Rapidamente, são capazes de se alimentar da madeira ao redor e, assim, ampliam o ninho.
 - Durante a sua vida, a rainha deposita dezenas de milhões de ovos. Os machos permanecem como seus consortes.
 - Após 1 ano, a colónia pode ter apenas 75 indivíduos (os soldados levam cerca de um ano para atingir a maturação).
 - Podem ser necessários entre 5 e 10 anos para a colónia libertar indivíduos alados, o que resulta no aparecimento de uma nova colónia noutra lugar.
 - Se a colónia se tornar grande o suficiente, os reprodutores secundários desenvolvem-se a partir das ninfas para ajudar nas necessidades reprodutivas da colónia.
 - Uma vez que a rainha e o rei são os reprodutores primários da colónia principal, os reprodutores secundários podem desenvolver uma colónia própria, ao longo do tempo.
 - Por norma, os reprodutores terciários desenvolvem-se quando parte de uma grande colónia é separada da rainha primária.
 - Os operários e os operários falsos vivem no subsolo, são responsáveis por escavar os túneis, procurar e recolher comida e água, alimentar os restantes membros da colónia e cuidar dos ovos e das ninfas. Também é esta casta que constrói e conserta as galerias dos ninhos. É a casta mais numerosa e a principal responsável pelos danos nos bens culturais.
 - Os soldados são encontrados nas galerias e no ninho, a defender a colónia. Geralmente são encontrados em maior número em colónias fortes e bem estabelecidas.

- As rainhas e os reis podem viver um tempo surpreendentemente longo, de uma década ou mais, enquanto os operários tendem a ter uma vida mais curta.

Alimentação e atividade

- As térmitas são insetos eussociais.
- Uma única colónia matura pode conter milhares de indivíduos.
- Percorrem longas distâncias em buscas de alimento. Por norma, não se afastam mais de cerca de 50 metros da sua colónia.
- Necessitam de ambientes húmidos, com muitas fontes de alimento para sobreviver e prosperar.
- As térmitas subterrâneas formam uma rede de locais de alimentação interconectados abaixo ou acima do nível do solo. Quando procuram comida acima do solo, podem entrar em edifícios através de pequenas fissuras nas fundações. Também podem construir tubos de abrigo ao longo das paredes, que funcionam como “autoestradas”, ao abrigo da luz, que ligam a colónia a fontes alimentares acima do solo.
- A enxameação da espécie *R. flavipes* ocorre na primavera, entre o final da manhã e o início da tarde, em dias quentes, ensolarados e sem vento, geralmente após períodos de chuva.
- No interior das edificações, após o voo, a maioria dos alados é encontrada perto de janelas ou em casas de banho. Muitos são encontrados mortos e geralmente com as asas ainda presas ao corpo.
- São xilófagos. Materiais com celulose na sua constituição são a sua principal fonte de alimento. No intestino, possuem protozoários simbiotes, que digerem a madeira e libertam a celulose como um subproduto do processo de digestão. Preferem madeira em decomposição, em oposição à madeira saudável, pois é mais fácil de digerir.

Materiais vulneráveis e evidências de dano

Materiais vulneráveis

Como consomem um dos principais componentes estruturais das células vegetais, a celulose, qualquer material constituído por madeira, ou derivado de madeira, é uma fonte potencial de alimento. Assim:

- Nos museus, podem afetar seriamente a estrutura do edifício. Construções mais antigas, com componentes de madeiras nas fundações, nos pavimentos ou nos forros dos telhados, são muito vulneráveis à sua ação. As casas-museu são um exemplo específico desse conjunto.
- Edifícios com um historial de problemas com térmitas subterrâneas podem ser especialmente vulneráveis a uma nova infestação.
- Também as coleções museológicas em madeira e seus derivados são as mais vulneráveis, como as de escultura, pintura ou mobiliário, uma vez que fornecem alimento e abrigo.
- Para além da madeira, caso se proporcione, podem alimentar-se de bens culturais em papel, têxteis ou outros materiais de origem vegetal.
- Podem ainda danificar outros materiais em busca de alimento, incluindo gesso e estuque, borracha, plásticos, entre outros.

Evidências de atividade e danos provocados

- Como vivem em locais ocultos e raramente estão ao ar livre, geralmente, as infestações estruturais de térmitas subterrâneas não são visíveis. Por isso, são difíceis de identificar até que os danos se tornem graves.
- As infestações podem ser detetadas, por exemplo, quando ocorrem voos anuais de térmitas aladas nas estruturas, ou próximo destas. Os peitoris das janelas e as teias de aranha são bons locais para procurar indicadores, como asas e/ou enxames de alados mortos.

- Outro sinal distinto e talvez o mais facilmente observado de atividade, é a formação de vários túneis de abrigo (ou túneis de lama) que as térmitas constroem para se proteger da luz e da dessecação quando procuram comida, geralmente em contextos húmidos.
- Os tubos são feitos pelos operários, com saliva misturada com terra e pedaços de madeira ou outros materiais, e podem ter diferentes finalidades: Podem ser tubos de trabalho, que partem do ninho para estruturas de madeira e que podem ser vistos a escalar fundações de cimento ou de pedra; Podem ser tubos exploratórios e de migração, que surgem do solo, mas não estão ligados a estruturas de madeira; Podem ser tubos de queda que caem das estruturas de madeira em direção ao solo; Podem ser tubos de enxame, usados pelos reprodutores alados quando saem do ninho.
- As térmitas escavam a madeira e deixam uma superfície muito fina. Assim, as superfícies de madeira severamente danificadas podem evidenciar deformação, empolamento, ou destacamento, em camadas.
- No interior, fazem orifícios e escavam galerias. A eles, estão associados detritos de madeira, serrim, e resíduos fecais com uma forma oblonga.
- Os danos provocados pelas térmitas são mais frequentes nas áreas maiores e mais macias de um bem cultural em madeira e dependem do tamanho da colónia e da duração da alimentação.
- É importante distinguir entre danos antigos e recentes (a consulta de um especialista é recomendável).



Figura ApE55 - Evidências de atividade de térmitas da espécie *R. flavipes*. Da esquerda para a direita: Tubos de trabalho (Su, N-Y. & Scheffrahn, R.H., 2019); Indivíduos reprodutores alados durante a enxameação, no peitoril de uma janela (a maioria já perdeu as asas) (Sean Wellman, 2019); Galerias de alimentação em madeiras (Chris Buelow, 2022; Jim Walker, 2022).

Métodos de monitorização e prevenção

Como medidas de monitorização:

- No caso das térmitas e na maioria das situações, é difícil visualizar quer os indivíduos quer os danos que provocam.
- O recurso a armadilhas não surte grande efeito.
- As medidas de monitorização estão relacionadas com os dados recolhidos nas inspeções regulares, a assegurar. Dependendo das competências dos profissionais dos museus, poderá ser, mais ou menos, necessário o recurso a inspeção por profissionais de empresas dedicadas.
- Para detetar a presença de térmitas, a inspeção pode/deve ser feita com recurso a equipamentos como sondas de amostra ou detetores acústicos, por exemplo.

- No perímetro do edifício, devem ser inspecionados locais como tocos de árvores, madeiras armazenadas, postes de cerca não tratados e restos de madeira enterrados por perto, onde pode existir uma colónia que pode contribuir para uma infestação de térmitas no interior.

Como medidas preventivas:

- É importante reduzir as fontes de humidade ao redor e no interior dos edifícios. Assegurar boa manutenção, identificando e corrigindo quaisquer deficiências estruturais que possam atrair ou promover infestações, como fugas de canalizações e áreas de condensação.
- Caso as fundações dos edifícios sejam em madeira, é importante a eliminação do contacto entre a madeira e o solo. Na impossibilidade, é importante manter essas áreas bem ventiladas e secas e as paredes inferiores das fundações livres de vegetação, para facilitar a inspeção e a deteção de tubos de abrigo das térmitas.
- Se o forro em madeira de um edifício estiver húmido, recomenda-se fornecer ventilação adequada e instalar uma barreira de vapor e isolamentos adequados.
- É recomendada a limpeza das áreas verdes ao redor dos edifícios e outras estruturas.

Bibliografia

- ☑ Amorehouse. (2021). *Reticulitermes flavipes*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/71742810>
- ☑ Bug of the week. (2019). *Termites take flight: eastern subterranean termites, reticulitermes flavipes*. Retrieved from: <https://bugoftheweek.com/blog/2019/4/29/termites-take-flight-eastern-subterranean-termites-reticulitermes-flavipes>
- ☑ Chris Buelow. (2022). *Reticulitermes flavipes*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/117466979>
- ☑ Jack Forrester. (2022). *Reticulitermes flavipes*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/110533794>
- ☑ Jim Walker. (2022). *Reticulitermes flavipes*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/111433464>
- ☑ Julian. (2022). *Reticulitermes flavipes*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/108347001>
- ☑ Kcthetc1. (2021). *Reticulitermes flavipes*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/72119128>
- ☑ Lewis, V.R., Sutherland, A.M. & Haverty, M.I. (2014). *UC IPM Pest Notes: Subterranean and Other Termites*, 7415, 1-6. Oakland, CA: UC ANR. Retrieved from: <http://ipm.ucanr.edu/PDF/PESTNOTES/pntermites.pdf>
- ☑ MuseumPest.net. (2012). *Pest Fact Sheets: Eastern (Common) Subterranean Termite Reticulitermes flavipes*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2017/03/Subterranean-Termite.pdf>
- ☑ Pence, S. (1999). *Reticulitermes flavipes*. *Animal Diversity Web*. Retrieved from: https://animaldiversity.org/accounts/Reticulitermes_flavipes/
- ☑ Raupp, J.M. (2019, April 29). Termites take flight: Eastern subterranean termites, reticulitermes flavipes [Blog post]. Retrieved from: <https://bugoftheweek.com/blog/2019/4/29/termites-take-flight-eastern-subterranean-termites-reticulitermes-flavipes>
- ☑ Resh, V., & Cardé, R. (Eds.). (2009). *Encyclopedia of insects* (2nd ed). Burlington, MA: Academic Pres. Retrieved from: <http://ibimm.org.br/wp-content/uploads/2017/05/enciclopedia-de-insetos-ingles.pdf>
- ☑ Robby Deans. (2018). *Reticulitermes flavipes*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/19502482>
- ☑ Sean Wellman. (2019). *Reticulitermes flavipes*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/21632892>

- ☑ Steven Wang. (2019). *Reticulitermes flavipes*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/110775440>
- ☑ Su, N-Y. & Scheffrahn, R.H. (2019). Common name: Eastern subterranean termite. *Featured Creatures*, EENY-212. Gainesville, FL: [UF/IFAS](http://www.ifas.ufl.edu). Retrieved from: https://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/termites/native_subterraneans.htm

3.2.5. West Indian drywood termite (“Térmita de madeira seca das Índias ocidentais”)

Cryptotermes brevis (Walker, 1853)



Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Blattodea

Família: Kalotermitidae

Gênero: *Cryptotermes*

Espécie: *Cryptotermes brevis* (Walker, 1853)

Figura ApE56 - © David Mora, 2020.



Figura ApE57 – Indivíduos das três castas. Da esquerda para a direita: Operário falso, ninfa, ninfa alada e um soldado (David Mora *in* Alchetron, 2022); Reprodutor alado (E. Mendonça *in* Ferreira, Borges, Nunes, Myles, Guerreiro & Scheffrahn 2013); Reprodutor sem asas (Volkerboe, 2020).

Caracterização biológica e ciclo de vida

Características-chave

- ☑ **Tamanho:** 3 - 4 mm (operários falsos); 4 – 5 mm (soldados); ≈11 mm (reprodutores alados); pouco maiores do que os operários (rainha e rei).
- ☑ **Cor:** Esbranquiçada (operários falsos); Amarela e preta (soldados); Castanho-escuro (reprodutores).
- ☑ **Corpo:** Corpo mole e segmentado, com uma forma alongada.
- ☑ **Apêndices:** Reprodutores com asas (caem após o voo), operários e soldados sem asas. Com três pares de pernas muito curtas. Dois olhos compostos nos reprodutores, operários e soldados sem olhos. Com duas antenas curtas.

Coloração

→ A coloração varia de acordo com a casta.

Tabela ApE2 – Aspectos morfológicos referentes às três castas de térmitas.

<i>Casta</i>	<i>Coloração</i>	<i>Tamanho do corpo</i>	<i>Outras características corporais</i>
<i>Operários falsos</i>	Esbranquiçada	3 a 4 mm de comprimento	Corpo mole, sem olhos e sem asas. Mandíbulas bem desenvolvidas.
<i>Soldados</i>	Corpo amarelo. Cabeça quase preta	4 a 5 mm de comprimento	Corpo mole. A cabeça é maior e parece enrugada, com cerca de 1.2 a 1.4 mm de largura. O pronoto é sempre do tamanho da cabeça, ou maior. Mandíbulas muito desenvolvidas e proeminentes. Sem olhos e sem asas.
<i>Adultos com asas (alados)</i>	Castanho a castanho-escuro	Cerca de 11 mm a comprimento (incluindo as asas)	Sexuados. Possuem dois pares de asas iridescentes idênticas, um par no mesotórax e outro no metatórax (caem após o voo). Com dois olhos compostos.
<i>Reis e rainhas</i>	Castanho a castanho-escuro	Pouco maiores que os operários falsos	Corpo mole e sem asas. O abdómen da rainha é grande, em comparação com o resto do corpo.

Forma do corpo

→ O formato do corpo também varia nas diferentes castas, mas, de forma geral, o corpo é mole e está dividido em cabeça, tórax (protórax, mesotórax e metatórax) e abdómen (com 10 segmentos).

Apêndices e morfologia externa

- Todas as castas têm um aparelho bucal mastigador e uma cabeça prognata.
- Todas as castas têm três pares de pernas curtas, um par por segmento torácico. Possuem garras bem desenvolvidas no tarso, que lhes permitem agarrar a madeira.
- Todas as castas têm antenas curtas moniliformes.
- As asas do alados possuem veias mais pronunciadas e escuras nas margens superiores.
- Quando comparadas com as térmitas subterrâneas, as térmitas de madeira seca, por norma, têm corpos maiores, mais cilíndricos e com pernas mais pequenas, o que resulta num movimento muito mais lento.

Sistema de castas

- As colónias de térmitas de madeira seca, incluindo a espécie *C. brevis*, estão organizadas de acordo com um sistema de castas. Os reprodutores, reis e rainhas férteis que vivem no ninho e, periodicamente, reprodutores com asas, ou alados, que saem da colónia para estabelecer novas colónias; os soldados, e os operários falsos.
- Os reprodutores primários (rei e rainha), desenvolvem-se a partir dos indivíduos alados.
- Os reprodutores suplementares têm uma aparência semelhante aos operários falsos, mas são ligeiramente maiores.
- Os indivíduos alados e os soldados são usados para identificar a espécie.
- Como exemplo, os soldados de térmitas subterrâneas da família Rhinotermitidae (incluindo a *R. flavipes*) podem ser distinguidos dos soldados das térmitas de madeira seca ou húmida da família Kalotermitidae, pelo tamanho corporal mais pequeno e pela largura do pronoto. Nas térmitas subterrâneas este segmento é

mais estreito que a cabeça, enquanto nas térmitas de madeira seca e húmida, são igualmente largos.

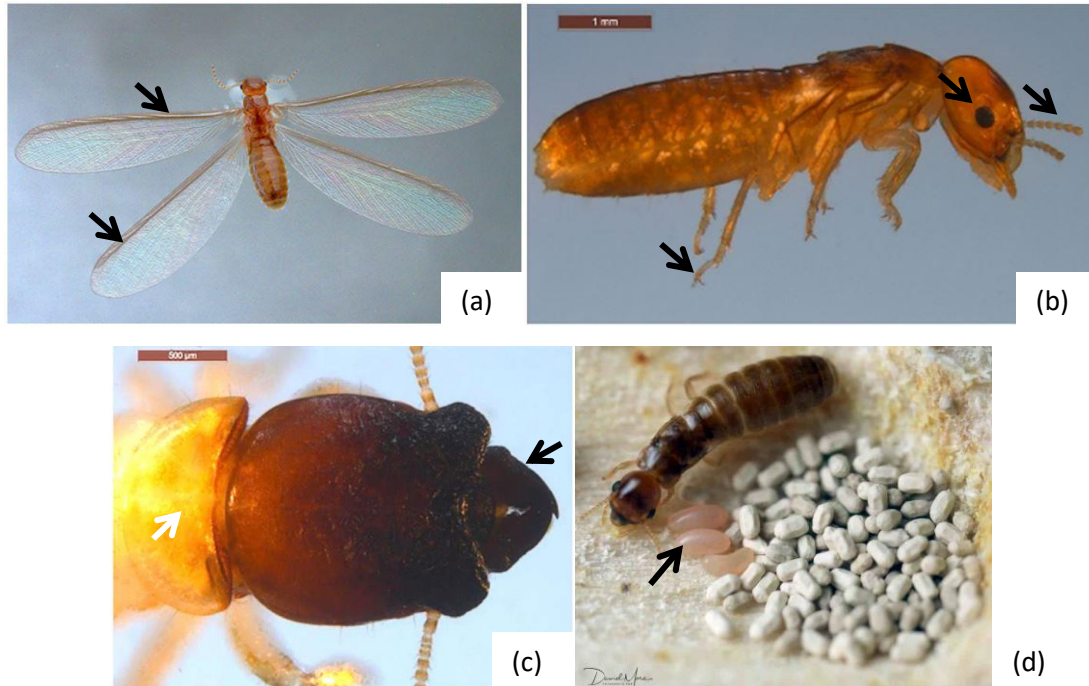


Figura ApE58 – Aspectos da morfologia de indivíduos de duas castas de espécie *C. brevis*. Três reprodutores e a cabeça de um soldado. Vista dorsal de um reprodutor alado (a). São visíveis os dois pares de asas iridescentes, com a margem frontal mais escura (setas pretas). Vista dorsal de um alado após o voo, com consequente perda das asas (b). As setas evidenciam os olhos compostos, as antenas moniliformes curtas e as garras nos tarsos. Vista dorsal da região anterior de um soldado (c), onde é possível perceber a coloração escura e o formato enrugado da cabeça, o pronoto alargado (seta branca) e as mandíbulas bem desenvolvidas (seta preta). Fêmea, três ovos com um formato de rins (seta) e resíduos fecais característicos da espécie (d)[(a), Rudolf H. Scheffrahn; (b; c), Johnalyn M. Gordo, *in* Gordon, M.J., Scheffrahn, R.H. & Su, N-Y.,2020; (d), David Mora, 2021].

Ciclo de vida

- O ciclo de vida desta espécie é hemimetabólico. Dos ovos eclodem ninfas. As ninfas passam por uma metamorfose gradual, à medida que se desenvolvem em membros das diferentes castas.
- A espécie *C. brevis* reproduz-se em enxames. A expansão da colónia ocorre quando, verificadas as condições ambientais adequadas, uma parte dos operários falsos de uma colónia sofrem metamorfoses e originam indivíduos alados, que partem para acasalar e encontrar novos locais de nidificação.
- Os indivíduos alados saem da sua colónia nativa e, após um breve voo, caem no chão e perdem as asas. No solo, assim que encontram um parceiro, procuram potenciais locais de nidificação, como fissuras ou orifícios em madeiras secas.
- Quando um macho e uma fêmea encontram um buraco adequado, escavam uma câmara nupcial e encerram-se dentro, sendo aí que acasalam. Pouco tempo depois, produzem os primeiros ovos da nova colónia.
- A rainha deposita os ovos (com formato de rim) na câmara, dos quais eclodem as ninfas.
- Nos primeiros estágios de vida da colónia, na ausência de operários falsos, são os reprodutores primários os responsáveis pelos ovos e pelas ninfas, até que estas estejam aptas para se alimentarem sozinhas.
- Inicialmente, as ninfas integram a casta dos operários falsos. Estes podem permanecer como operários falsos ou então sofrer metamorfoses e diferenciar-se em indivíduos de outras castas: Podem dar origem a ninfas aladas, que depois se transformam em reprodutores alados; Podem também diferenciar-se em soldados (passam primeiro por um estágio de pré-soldado).
- Quando se torna necessária a existência de mais reprodutores, os operários falsos podem também diferenciar-se em reprodutores suplementares. Isto pode acontecer entre outras razões, pelo desaparecimento dos reprodutores primários, ou pelo aumento do tamanho da colónia.
- Os operários falsos são responsáveis por escavar as galerias, procurar e recolher comida e água, alimentar os restantes membros da colónia e cuidar dos ovos e

das ninfas. Também é esta casta que constrói e conserta as galerias dos ninhos. São os principais responsáveis pelos danos e a casta mais numerosa.

- Os soldados são encontrados nas galerias e no ninho, a defender a colónia. Geralmente, são encontrados em maior número em colónias fortes e bem estabelecidas.
- Os soldados surgem, por norma, após 2 ou 3 anos do início da colónia.
- Os primeiros indivíduos alados só são formados quando a colónia atinge a maturidade, com aproximadamente 5 anos de idade.
- Os reprodutores continuam presentes pelo resto da sua vida na colónia, podendo exceder os 10 anos.

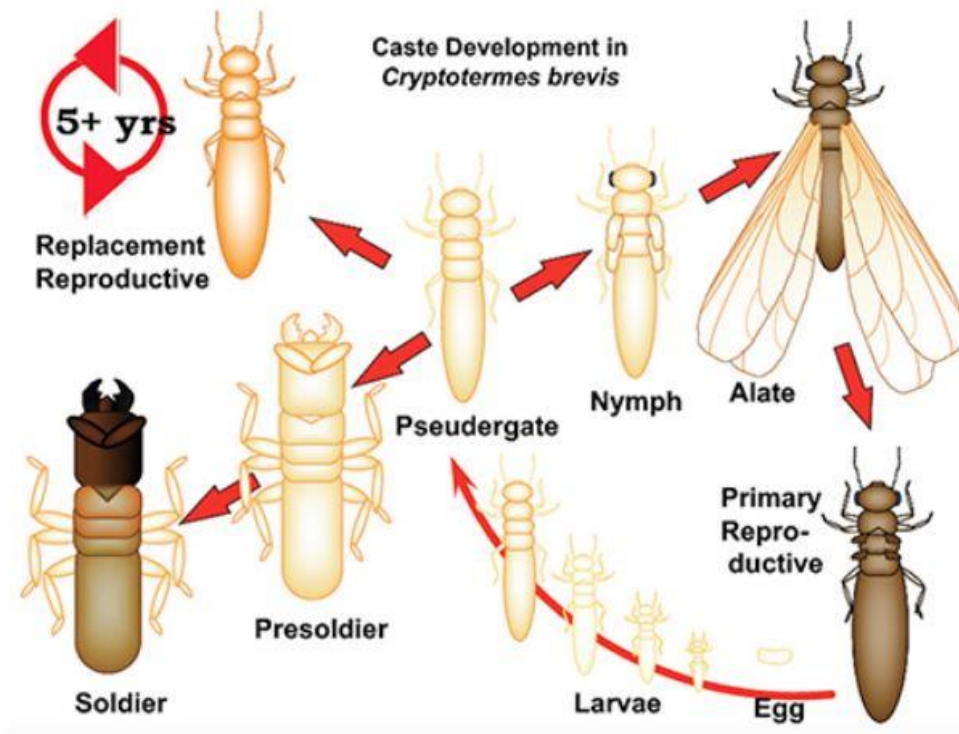


Figura ApE59 – Desenvolvimento das castas na espécie *C. brevis*. (Rudolf H. Scheffrahn & Johnalyn M. Gordon in Gordon, M.J., Scheffrahn, R.H. & Su, N-Y.,2020).

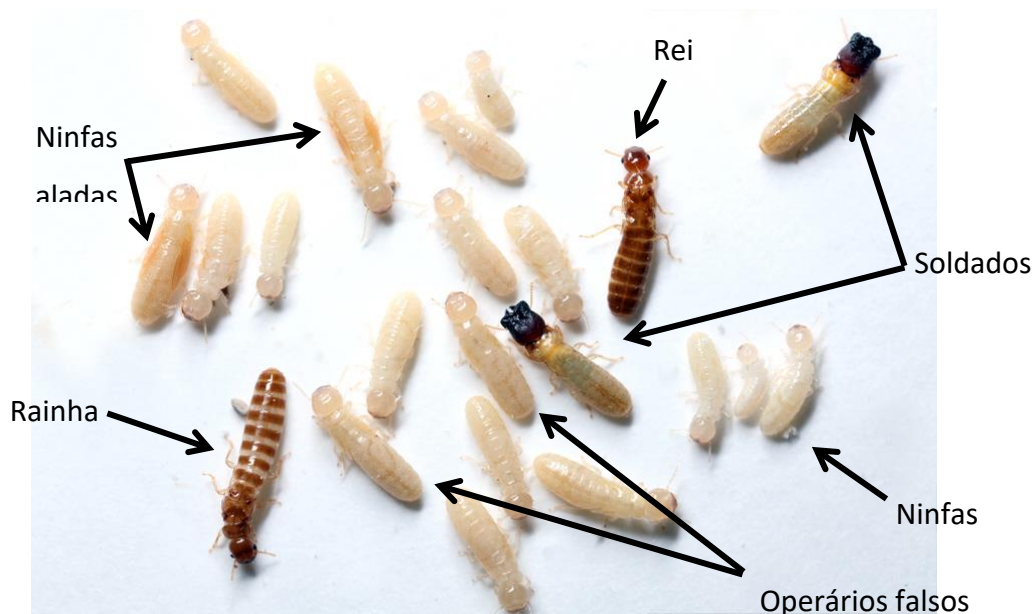


Figura ApE60 – Representação de várias castas da espécie *C. brevis*, de uma colónia madura. São visíveis: O rei, com a coloração castanha; A rainha, semelhante ao rei, mas com o abdómen ligeiramente mais desenvolvido e mais claro; Ninfas, quase translúcidas, em diferentes estágios de desenvolvimento; Operários falsos. Dois soldados são distinguíveis pela cabeça maior e mais escura. As duas ninfas com pequenos “botões” de asas, vão dar origem aos alados (adaptado de David Mora del Pozo in Formiculture.com, 2019).

Alimentação e atividade

- A *Cryptotermes brevis* é considerada a espécie de térmita de madeira seca mais destrutiva.
- Em contexto português, como praga, é particularmente importante na Região Autónoma dos Açores.
- O enxame da espécie *C. brevis* tem o seu período de dispersão entre os meses de junho e agosto (por vezes até final de setembro), geralmente no final da tarde ou no final da alvorecer. É quando são mais facilmente vistos.
- É uma espécie xilófaga.
- As térmitas desta espécie são insetos eussociais, que constroem colónias dentro das estruturas de madeira ou outros objetos constituídos por madeira.

- As colónias são estabelecidas inteiramente dentro da madeira infestada e apenas necessitam dela para sobreviver, sem nenhuma fonte adicional de água ou comida. Apesar da falta de contacto com o solo, conseguem retirar água suficiente da madeira que infestam e como produto do seu próprio metabolismo.
- Esta térmita passa a maior parte do seu ciclo de vida dentro da madeira, fator que facilita o seu transporte e dispersão, uma vez que a sua deteção é difícil por não especialistas. Existente principalmente nas zonas tropicais e subtropicais do globo, pensa-se que, inicialmente, esta espécie poderá ter-se dispersado pelo mundo através do tráfego elevado de navios de madeira espanhóis provenientes da América do Sul, no século XVI.
- As colónias são pequenas (por norma, com menos de 1000 indivíduos), podendo estar muito dispersas e demorar anos a atingir a maturidade (produzir indivíduos alados reprodutores).
- Esta espécie afeta, preferencialmente, o alburno, quer de madeiras duras quer de madeiras macias.

Materiais vulneráveis e evidências de dano

Materiais vulneráveis

- A sua capacidade para suportar madeira com baixos níveis de humidade permite-lhe alimentar-se de praticamente todos os tipos de estruturas num edifício, incluindo tetos, soalhos, janelas, portas, rodapés, mobiliário e partes estruturais da habitação.
- Nas casas históricas podem representar um problema sério, devido às características do edifício em si (mais estruturas de madeira na sua construção), e ao facto do interior apresentar inúmeros locais potenciais de nidificação (grandes quantidades de mobiliário).

- As coleções museológicas mais vulneráveis a esta espécie são as que integram bens culturais com madeira na sua constituição. Entre elas, coleções de mobiliário, de pintura (sobre madeira e com molduras em madeira) e de escultura, como é o caso de muitas coleções de arte sacra.
- Também os documentos gráficos são vulneráveis, especialmente os que possuem encadernações em madeira.

Evidências de atividade e danos provocados

- Insetos vivos são difíceis de observar uma vez que vivem dentro da madeira e, com exceção dos alados, raramente são vistos no exterior.
- A infestação permanece escondida, mas os sinais externos de atividade podem ser reconhecidos.
- As partículas fecais que são expulsas das galerias pelas térmitas são a forma mais distinta de detetar infestações por *C. brevis*, fornecendo bons dados para a monitorização e localização de térmitas, o tamanho da colónia e a sua atividade.

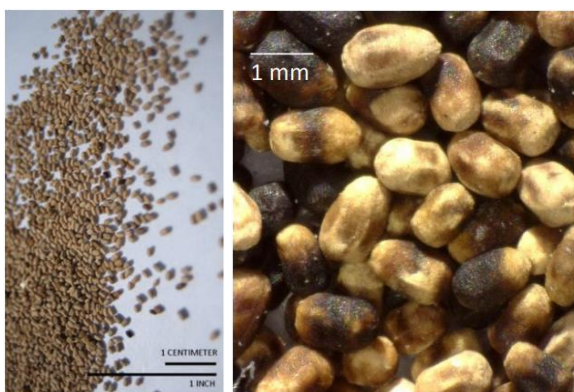


Figura ApE61 – Resíduos fecais produzidos por térmitas de madeira seca (Tabuchi, R.L. *in* Lewis, V.R., Sutherland, A.M. & Haverty, M.I., 2014; Patrick Kelley *in* MuseumPest.net., 2017).

- Os seus resíduos fecais, bem como os de outras espécies de térmitas de madeira seca, são alongados com pontas arredondadas e seis superfícies achadas ou levemente redondas separadas por seis sulcos longitudinais.

- Nesta espécie, as partículas fecais nunca estão coladas umas às outras, mas ficam soltas numa espécie de areia.
- Os resíduos fecais acumulam-se em montes cónicos ou círculos dispersos, dependendo da altura a que estiver a madeira, por baixo dos orifícios de saída que, por norma, têm entre 1 e 2 mm de diâmetro. Podem ter uma variedade de cores, incluindo bege, vermelho ou preto.
- Em estágios mais avançados da infestação, as superfícies da madeira podem evidenciar deformação, empolamento, ou destacamento, fratura e da superfície fina da madeira ou de um seu revestimento.

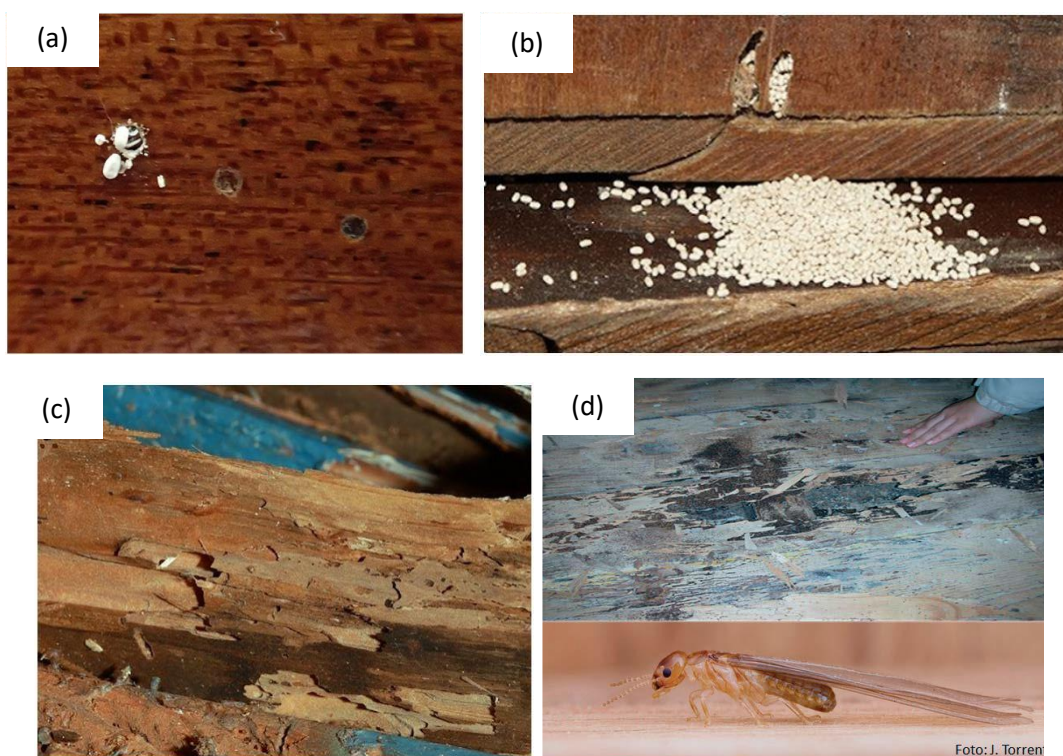


Figura ApE62 – Evidências de atividade e danos provocados em estruturas de madeira por indivíduos da espécie *C. brevis*: Três orifícios de saída com resíduos fecais, o primeiro aberto e os outros fechados, com entre 1 e 2 mm de diâmetro (a); Duas galerias preenchidas com resíduos fecais, que formam um monte diretamente por baixo das aberturas (Rudolf H. Scheffrahn) (b). Galerias de alimentação, deformação, destacamento, fratura e perda (c) (Johnalyn M. Gordo). Em (d), em cima, é possível observar os danos provocados no soalho e (em baixo) um reprodutor alado (J. Torrent) [(a; b; c) in Gordon, M.J., Scheffrahn, R.H. & Su, N-Y., 2020; (d) in Ferreira, M.T., Borges, P. A. V. & Scheffrahn, R.H., 2012].

Métodos de monitorização e prevenção

Como medidas de monitorização:

- Realizar uma inspeção visual, em busca de colónias destes insetos dentro de uma estrutura de madeira e determinar a extensão dos danos pode ser muito difícil. Muitas vezes estão em áreas de difícil acesso, como espaços estreitos e muito baixos, ou mesmo inacessíveis, como dentro de paredes.
- Além da inspeção visual, podem ser utilizados outros métodos e equipamentos de deteção, tais como a sondagem da madeira com sondas de amostra, cães que detetam a presença das térmitas, câmaras de infravermelho, máquinas portáteis de raios X e métodos de deteção acústica.
- A inspeção visual por profissionais qualificados na área continua a ser a opção mais utilizada, uma vez que estes métodos muitas vezes são caros, de difícil utilização e a acessibilidade permanece um desafio.
- As medidas de monitorização estão relacionadas com os dados recolhidos nas inspeções. Devem ser procurados os danos provocados pela alimentação (galerias, deformações, destacamento) e atividade (asas soltas, resíduos fecais e orifícios de saída). Bater na zona suspeita com um objeto duro, pode revelar madeira oca e as galerias de alimentação formadas pela colónia (útil para objetos mais pequenos e mobiliário).
- No caso desta espécie, podem ser usadas armadilhas adesivas para capturar reprodutores alados durante o período de enxameação. As armadilhas podem ser colocadas sob uma luz natural ou artificial e em vários locais dentro do mesmo edifício.



Figura ApE63 – Exemplo de uma armadilha adesiva que pode ser usada para monitorizar os reprodutores alados da espécie *C. brevis* (Guerreiro, O. & Borges, P.A.V., 2015).

- Com base no número de insetos capturados, pode ser feita uma estimativa do número de colónias por edifício, de acordo com o número médio de indivíduos capturados nas armadilhas e a percentagem de alados existentes por colónia.
- Para determinar se uma infestação está ativa ou não, podem ser recolhidos os resíduos fecais de um orifício de saída, que é monitorizado. Caso voltem a aparecer resíduos, a infestação deve estar ativa.

Como medidas preventivas:

Em comparação com a espécie de térmita *R. flavipes*, no caso desta espécie de térmita, as medidas preventivas podem ser mais eficazes. No entanto, proteger estruturas inteiras não é fácil. Estas medidas centram-se da exclusão dos alados.

- Como prevenção, é recomendado selar fissuras, orifícios e outros possíveis locais de nidificação, em elementos de madeiras estruturais. Da mesma forma, as janelas e portas devem ser devidamente vedadas.
- Instalar telas de rede (cuja dimensão da malha deve ser menor que a largura da cabeça do alado, de aproximadamente 1 mm) em aberturas nos sótãos e outros locais de potencial via de acesso (por exemplo, janelas) para impedir a entrada de alados.

- Tratar os possíveis locais de nidificação com pós dessecantes e ou tóxicos, para prevenir que os alados estabeleçam uma nova colónia.
- É recomendada a aplicação de produtos químicos preventivos para tratar as estruturas durante a fase de construção, ou remodelações, quando toda a madeira pode ser facilmente tratada.
- A quarentena é uma medida grande importância. Quando objetos de madeira são movimentados entre edifícios, ou mesmo dentro do mesmo museu, devem ficar isolados e ser devidamente inspecionados, antes de integrarem as coleções.

Bibliografia

- ☑ Alchetron. (2022). *Cryptotermes brevis*. Retrieved from: <https://alchetron.com/Cryptotermes-brevis#cryptotermes-brevis-5da2764a-d324-495b-a30d-4e198b42534-resize-750.jpeg>
- ☑ Borges, P.A.V. & Myles, T. (Eds.). (2007). *Térmitas dos Açores Resultados do Workshop: Medidas para Gestão e Combate das Térmitas nos Açores*. Lisboa, Portugal: Principia. Retrieved from: https://islandlab.uac.pt/fotos/publicacoes/publicacoes_Borges_Capts_LivroTermitas.pdf
- ☑ David Mora. (2020). *Cryptotermes brevis*. Retrieved from: <https://www.pasiontermitas.com/blog/imagenes/cryptotermes-brevis/>
- ☑ David Mora. (2021). *Cryptotermes brevis* 625. Retrieved from: <https://www.pasiontermitas.com/blog/imagenes/cryptotermes-brevis-625/>
- ☑ Ferreira, M. T., Borges, P. A. V. & Scheffrahn, R.H. (2012, 23 de dezembro). Introdução da térmita da madeira seca *Cryptotermes brevis* (Walker) nos Açores. *Açoriano Oriental, Açores Magazine, UAciência*, 26-27. Retrieved from: https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/5499/1/UAciencia_2012DEZ23.pdf
- ☑ Ferreira, M.T., Borges, P.A.V., Nunes, L, Myles, T.G., Guerreiro, O. & Scheffrahn, R.H. (2013). Termites (Isoptera) in the Azores: an overview of the four invasive species currently present in the archipelago. *Arquipelago. Life and Marine Sciences* 30. 39-55. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/237044135_Termites_Isoptera_in_the_Azores_an_overview_of_the_four_invasive_species_currently_present_in_the_archipelago
- ☑ Formiculture.com. (2019). *The Termite's Corner: Cryptotermes brevis*. Retrieved from: <https://www.formiculture.com/topic/11948-the-termites-corner-cryptotermes-brevis/>
- ☑ Gordon, J.M., Scheffrahn, R.H. & Su, N-Y. (2020). Common name: West Indian drywood termite. *Featured Creatures*, EENY-79. Gainesville, FL: [UF/IFAS](http://www.ifas.ufl.edu). Retrieved from: https://entnemdept.ufl.edu/creatures/URBAN/TERMITES/Cryptotermes_brevis_west_indian_drywood_termite.HTM
- ☑ Guerreiro, O. & Borges, P.A.V. (2015). *Monitorização da espécie de térmita de madeira seca Cryptotermes brevis no arquipélago dos Açores (2010-2015)*. Grupo de biodiversidade dos Açores. Retrieved from: <http://frct.azores.gov.pt/wp-content/uploads/2017/11/1.pdf>
- ☑ Lewis, V.R., Sutherland, A.M. & Haverty, M.I. (2014). *UC IPM Pest Notes: Drywood Termites*, 7440, 1-5. Oakland, CA: UC ANR. Retrieved from: <http://ipm.ucanr.edu/PDF/PESTNOTES/pndrywoodtermites.pdf>
- ☑ MuseumPest.net. (2017). *Pest Fact Sheets: West Indian Drywood Termite Cryptotermes brevis (Walker)*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2017/03/Drywood-Termite.pdf>

☑ Volkerboe. (2020). *Cryptotermes brevis*. INaturalist. Retrieved from:
<https://www.inaturalist.org/observations/122818497>

4. Ordem Coleoptera

4.1. Apresentação

A ordem coleoptera é, provavelmente, a maior de todas as ordens de insetos, incluindo pelo menos 40% de todas as espécies identificadas. A ordem está dividida em quatro subordens, bastante desiguais em termos do número das espécies que as integram.

A subordem Archostemata compreende um grupo muito pequeno de insetos xilófagos. A subordem Mxyophaga é composta por cerca de 60 espécies de pequenos insetos aquáticos. O grupo Adephaga, que engloba cerca de 10% de todos os besouros, é composto por 12 famílias de espécies terrestres e aquáticas, onde tanto as larvas como os adultos são predadores. Por último, a maior de todas as subordens, Polyphaga, integra besouros que possuem estilos de vida e hábitos alimentares muito diversos.

Sendo que esta ordem engloba um número tão grande de espécies, é de se esperar que a diversidade de formas e tamanhos seja correspondente, sendo difícil descrever a morfologia externa de uma forma exata. Por isso, aqui são apresentadas algumas características consideradas comuns à maioria das espécies e que podem ajudar na identificação da ordem.

O tamanho do corpo nesta ordem é muito variável e os adultos podem ser considerados de pequenos a muito grandes (entre 0.1 mm e 18 cm, mas a maioria tem menos de 25 mm). Geralmente, são compactos, com a cutícula fortemente endurecida e, por vezes, até “blindados”.

Na cabeça, o aparelho bucal é mandibulado e, por norma, do tipo mastigador. Os olhos compostos podem ser desenvolvidos e distintos, ou então inexistentes, à semelhança dos ocelos que, geralmente, estão ausentes. As antenas apresentam muitas morfologias diferentes, mas, frequentemente, compreendem 11 ou menos segmentos.

O protórax é distinto, grande e estende-se lateralmente além das coxas. O mesotórax é fundido ao metatórax para formar o pterotórax.

A principal característica derivada e partilhada pelos indivíduos de ordem Coleoptera é o desenvolvimento das asas anteriores, como élitros. Os élitros são asas modificadas, rígidas, com a cutícula fortemente endurecida, cujo movimento pode auxiliar na

sustentação ou pode estar restrito à abertura e fecho antes e após o voo. Encontram-se na linha média do corpo e estendem-se para cobrir as asas posteriores propulsivas, maiores e membranosas, quando estas estão dobradas em repouso, e também os espiráculos abdominais, facilitando o controlo da perda de água. As asas posteriores são mais longas do que os élitros quando estendidas para o voo e têm uma venação reduzida.

As pernas estão modificadas de várias formas. Alguns insetos adaptaram as pernas para escavar no solo ou na madeira, outros para nadar ou pular. As coxas podem ser grandes e móveis. Usualmente, os tarsos possuem cinco segmentos (embora por vezes o número de segmentos possa ser reduzido) e possuem garras de formas variadas, assim como estruturas aderentes.

Em relação ao abdómen, o normal é que este tenha nove segmentos nas fêmeas e dez segmentos nos machos, com pelo menos um segmento terminal retraído. Os cercos estão ausentes. A cutícula, nas superfícies ventrais dos segmentos, costuma ser fortemente endurecida. Muitas vezes, mais do que nas superfícies dorsais.

O ciclo de vida dos besouros é holometabólico. Os insetos passam por quatro estágios: ovo, larva, pupa e inseto adulto. As larvas, que podem ser terrestres ou aquáticas, exibem uma ampla gama de morfologias. A maioria pode ser reconhecida pela cápsula cefálica com a cutícula endurecida e com mandíbulas oponíveis, assim como pelas suas pernas torácicas (longas ou curtas) com, geralmente, cinco segmentos. No entanto, algumas larvas podem ser apodes (sem pernas funcionais). Estas larvas podem ser distinguidas das larvas de lepidópteros, cuja aparência é semelhante, pela falta das designadas pernas falsas (pernas sem segmentos de uma larva), na parte ventral do abdómen e pela falta de glândulas labiais produtoras de seda. O sistema traqueal das larvas de besouros é aberto e, normalmente, possui nove pares de espiráculos, mas com reduções variáveis na maioria das larvas das espécies aquáticas, que, muitas vezes, apresentam brânquias. As pupas, geralmente, encontram-se dentro de uma câmara especialmente construída, raramente num casulo fiado com seda.

Os besouros podem ser encontrados em todos os habitats terrestres e de água doce disponíveis, inclusive, existem algumas espécies que habitam ambientes costeiros. A existência dos élitros, que protegem as asas com a capacidade de voo, concedeu aos besouros a capacidade de escavar e entrar em lugares que outros insetos não podem alcançar sem comprometer a sua capacidade de voar. Apesar da diversidade de habitats, estes insetos são essencialmente encontrados nos micro-habitats fornecidos pelas plantas, desde a folhagem externa, flores, botões, caules, cascas e raízes, até locais internos, formando excrescências em tecido vegetal vivo, ou em material morto e em decomposição.

A ordem coleoptera inclui muitas espécies detritívoras, carnívoras, necrófagas e algumas que se alimentam de fungos. Podem ser predadoras e algumas são parasitas especializadas, mas a grande maioria das espécies de besouros é herbívora. Este facto, em conjunto com as suas asas protetoras, constituem as razões para o grande sucesso do grupo. Os coleópteros aquáticos exibem diversos hábitos alimentares, mas tanto as larvas quanto os adultos da maioria das espécies são predadores.

Algumas espécies de besouros são introduzidas como agentes de controlo biológico, tanto de plantas indesejáveis como de pequenas pragas que afetam as plantações (ex. afídeos). Por outro lado, também eles constituem pragas significativas em campos e plantações de madeira e de produtos como cereais, tabaco, frutos secos e grãos. Aqueles que se adaptaram à nossa presença, encontraram um novo habitat em edificações humanas e, em determinados contextos, podem constituir um risco caso se desenvolvam em demasia.

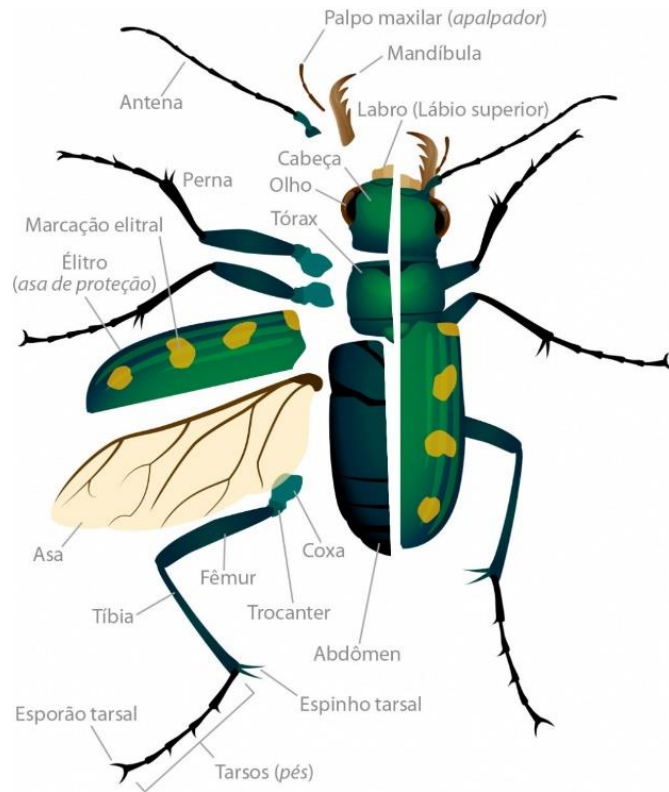


Figura ApE64 – Anatomia externa geral de um besouro (Pearson, N. & Pearson, D. 2017).

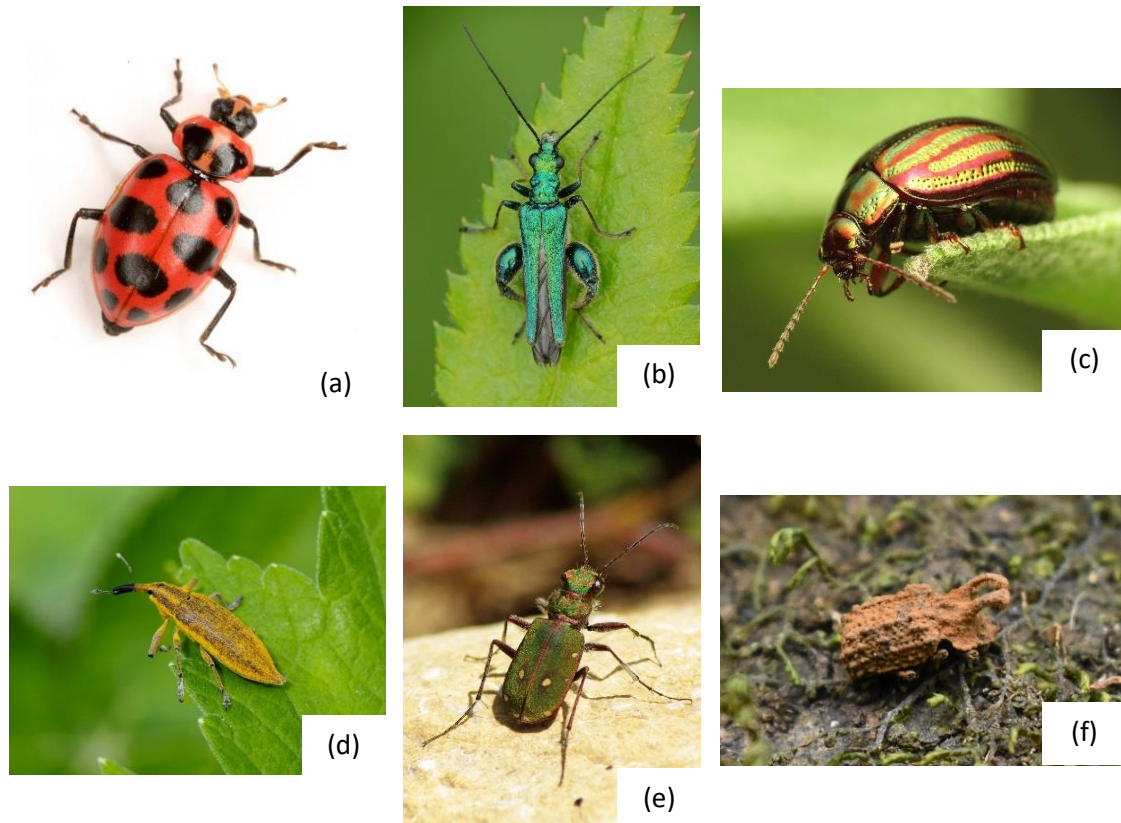


Figura ApE65 – Diversidade de morfologias externas na ordem coleoptera. Indivíduo adulto da espécie *Coleomegilla maculata* (a) (Mike Quinn, 2017); Indivíduo da espécie *Oedemera nobilis* (b). Trata-se de um inseto adulto macho, uma vez que apresenta os fêmures posteriores muito largos (na fêmea os fêmures são finos). Os élitros são bastante estreitos na extremidade e não cobrem completamente as asas posteriores membranosas (Joe Holt, 2021); Indivíduo da espécie *Chrysolina americana* (Carochinha-Do-Alecrim) (c). As asas desta espécie são bastante curtas, pelo que apenas voam curtas distâncias (Katja Schulz, 2015); Indivíduo da espécie *Lixus iridis* (d), que apresenta uma estrutura semelhante a um nariz, de onde saem as antenas (Leonid, 2020); Indivíduo da espécie *Cicindela campestris* (Besouro-Tigre-Verde) (e) (Alejandro Braulio, 2008); Indivíduo da espécie *Bolitotherus cornutus* (f). Trata-se de um macho, uma vez que possui um par de cornos (ausentes nas fêmeas) (Gabriel Somarriba, 2020).

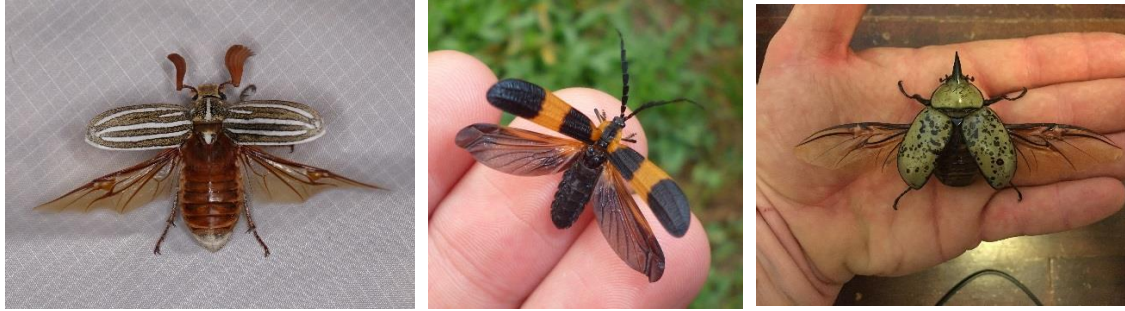


Figura ApE66 – Exemplo de élitros em diferentes espécies de insetos da ordem coleoptera. Da esquerda para a direita: Indivíduo da espécie *Polyphylla decemlineata* (Mikeburchett, 2022); Indivíduo da espécie *Calopteron reticulatum* (Even Dankowicz, 2016); Indivíduo da espécie *Dynastes tityus* (Besouro-unicórnio) (Josh Emm, 2019).



Figura ApE67 – Estágios do ciclo de vida de indivíduos da espécie *Illeis galbula*. Da esquerda para a direita: Ovos (Linda, 2019); Três pupas e uma larva no canto inferior; Uma pupa ao lado de um inseto adulto (Phil Bendle, 2015).



Figura ApE68 – Indivíduo da espécie *Oryctes nasicornis* (Escaravelho-Rinoceronte-Europeu) adulto, à esquerda (Meida Ardinaviciute, 2020) e larva, à direita (Francisco_Reisilva, 2021).

Bibliografia

- ☑ Alejandro Braulio. (2008). *Besouro-Tigre-Verde (Cicindela campestris)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/19678505>
- ☑ Chapman, R.F. (2013). *The Insects: Structure and function* (5th ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press. Retrieved from: https://www.researchgate.net/profile/Khalid_Khan22/post/What_are_your_favorite_entomology_textbooks/attachment/59d6355dc49f478072ea357a/AS%3A273663524311040%401442257876021/download/Chapman+5+th+edition+The+Insects+structure+and+function.pdf
- ☑ Cranston, P.S. & Gullan, P.J. (2014). *The insects: An outline of entomology* (5th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. Retrieved from: <https://docero.com.br/doc/51sne8>
- ☑ Even Dankowicz. (2016). *Calopteron reticulatum*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/19383446>
- ☑ Francisco_Reisilva. (2021). *Escaravelho-Rinoceronte-Europeu (Oryctes nasicornis)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/69873067>
- ☑ Gabriel Somarriba. (2020). *Bolitotherus cornutus*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/63437095>
- ☑ Joe Holt. (2021). *Oedemera nobilis*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/82204165>
- ☑ Josh Emm. (2019). *Besouro-Unicórnio (Dynastes tityus)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/32389365>
- ☑ Katja Schulz. (2015). *Carochinha-Do-Alecrim (Chrysolina americana)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/2579577>
- ☑ Leonid. (2020). *Lixus iridis*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/71423968>
- ☑ Linda. (2019). *Illeis galbula*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/19832017>
- ☑ Meida Ardinaviciute. (2020). *Escaravelho-Rinoceronte-Europeu (Oryctes nasicornis)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/53144756>
- ☑ Mike Quinn. (2017). *Coleomegilla maculata*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/37308114>
- ☑ Mikeburchett. (2022). *Polyphylla decemlineata*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/127615158>
- ☑ Phil Bendle. (2015). *Illeis galbula*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/1363382>

- ☑ Pearson, N. & Pearson, D. (2017). *Valentões, Minúsculos Besouros-tigre*. ASU - Ask A Biologist.
Retrieved from: <https://askbiologist.asu.edu/valent%C3%B5es-min%C3%BAsculos-besouros-tigre>

4.2. Fichas de identificação

4.2.1. Common furniture beetle (“Besouro dos móveis comum”)

Anobium punctatum (De Geer, 1774)



Figura ApE70 - © Marie Lou Legrand, 2021a.

Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Coleoptera

Família: Ptinidae

Género: *Anobium*

Espécie: *Anobium punctatum*
(De Geer, 1774)



Figura ApE69 – Vista dorsal, à esquerda, e ventral, à direita, de um indivíduo da espécie *A. Punctatum* (Jakob Fahr, 2017).

Características-Chave

- ☑ Varia entre 3 e 5 mm de comprimento (adulto); entre 2 e 5 mm (larva).
- ☑ Castanho-escuro avermelhada a quase preta (adulto); corpo bege/branco com peças bucais castanhas (larva).
- ☑ Corpo oval, longo e compacto (adulto); corpo mole e segmentado, em forma de “C” (larva).
- ☑ Adultos com dois pares de asas (anteriores são élitros) e três pares de pernas longas. Larvas com três pares de pernas curtas.
- ☑ Adultos com dois olhos e duas antenas com três segmentos finais triangulares achatados. A cabeça é toda coberta pelo tórax, no que parece um “capuz”.

Caracterização biológica e ciclo de vida

Coloração

- A coloração do corpo desta espécie, é descrita como sendo castanho-escura avermelhada, a quase preta.
- As larvas são brancas/beges, com as peças bucais castanhas.

Forma do corpo

Indivíduo adulto:

- Um indivíduo adulto da espécie *A. punctatum* mede cerca de 3 a 5 mm de comprimento.
- O corpo tem uma forma oval, longa e compacta. Dividido em cabeça, tórax e abdómen.
- O protórax tem a aparência de um escudo ou capacete, que cobre a cabeça (que vista de cima não é visível). Quando visto de lado, parece que tem uma corcunda no tórax. Esta é uma característica distintiva da espécie.
- Os élitros têm linhas longitudinais e regulares de perfurações profundas.

Larva:

- O tamanho das larvas varia entre 2 e 5 mm de comprimento.
- O corpo das larvas é curvado, em forma de "C", composto por 10 segmentos.

Apêndices e morfologia externa

Indivíduo adulto:

- A cabeça é hipognata, com dois olhos compostos grandes e pretos e com um aparelho bucal mastigador.

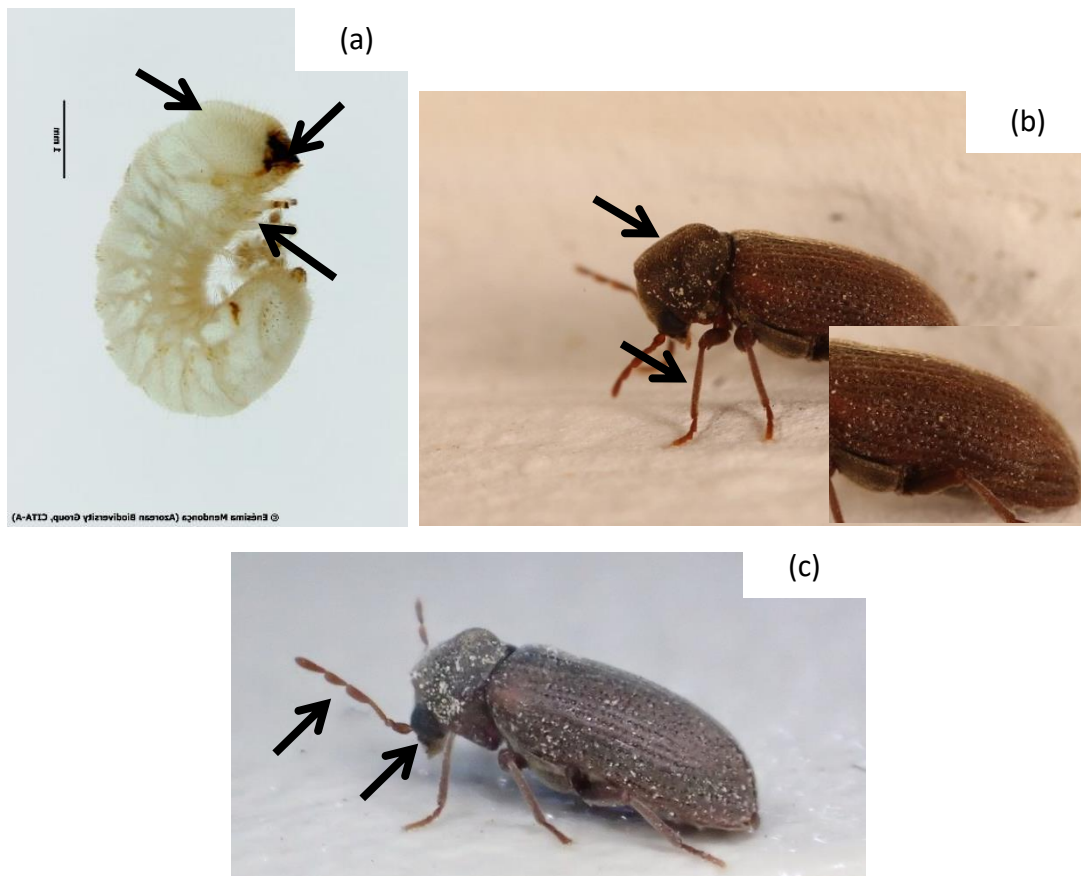


Figura ApE71 – Algumas características morfológicas externas que caracterizam as larvas e os adultos desta espécie: Larva da espécie *A. Punctatum* (a). É possível perceber o formato do corpo em “C”, as setas evidenciam as peças bucais mais escuras, as pernas torácicas e as cerdas douradas que revestem o corpo; Inseto adulto (b), as setas apontam para o “capuz”, formado pelo protórax que cobre a cabeça, e para as pernas longas. A ampliação permite observar melhor as pequenas perfurações que formam linhas regulares nos élitros; Em (c), as setas apontam para as antenas, com os últimos três segmentos triangulares e achatados, e para um olho composto de grandes dimensões (adaptado de Enésima Mendonça, n.d.; adaptado de Marie Lou Legrand, 2021b; adaptado de Tony Wills., 2016, respetivamente).

- As duas antenas são de tamanho médio, mais curtas que o corpo, com os últimos três segmentos triangulares e achatados.
- Tem seis pernas longas.
- Tem 4 asas, duas anteriores (élitros) e duas posteriores (membranosas).

Larva:

- Tem três pares de pernas curtas.
- O aparelho bucal é mastigador, com mandíbulas fortes.
- O corpo é coberto por finas cerdas douradas e eretas.

Ciclo de vida

- O ciclo de vida desta espécie é holometabólico. A fêmea adulta deposita ovos, dos quais eclodem larvas. Quando completamente desenvolvidas, as larvas pupam e dão origem a um besouro adulto.

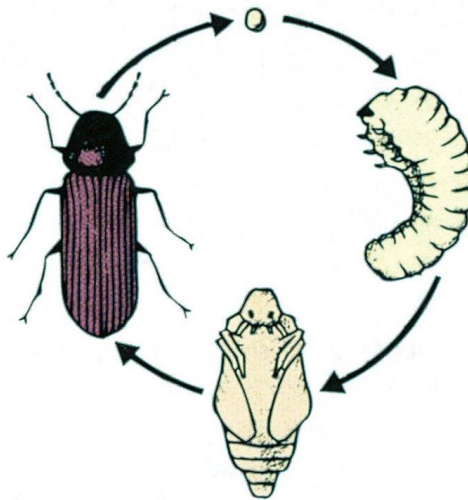


Figura ApE72 – Ciclo de vida de um indivíduo da espécie *A. punctatum*. Os quatro estágios de desenvolvimento: ovo, larva, pupa e inseto adulto (Henri Mourier, n.d.).

- A fêmea adulta anda pelas superfícies de madeira, depositando ovos (entre 20 e 100 sob condições ótimas) em fissuras, ou orifícios de saída velhos.
- Os ovos eclodem dentro de 4 a 5 semanas e as larvas, à medida que se alimentam, formam galerias de alimentação. Os ovos são brancos, em forma de limão, e difíceis de detectar devido ao seu tamanho reduzido: cerca de 0.5 mm.

- O desenvolvimento das larvas demora entre 1 e 5 anos, mas varia consoante a qualidade nutritiva da madeira, assim como a temperatura e da humidade dos contextos.
- Quando as larvas obtêm o alimento necessário, entram no último estágio do ciclo de vida e pupam, em galerias mesmo por baixo da superfície do objeto. Este estágio dura entre 6 e 8 semanas.
- Os insetos adultos saem da madeira através de pequenos orifícios de saída circulares (ou orifícios de voo) com cerca de 1.5 a 3 mm de diâmetro.
- Os adultos não se alimentam. A reprodução é a sua prioridade. A reprodução ocorre dentro de uma semana, seguida de uma nova deposição de ovos pelas fêmeas.
- Os adultos vivem pouco tempo. Em média, entre 2 e 4 semanas.
- É possível que várias gerações infestem a mesma fonte de alimento.
- Dependendo das condições de temperatura, humidade relativa e qualidade da madeira, o ciclo de vida demora, geralmente, entre 1 e 5 anos a ser concluído. Em madeiras mais secas, podem demorar mais tempo.

Alimentação e atividade

- A espécie tem uma distribuição global, mas raramente preferem madeiras de áreas tropicais.
- Os adultos emergem na primavera e início do verão, quando as temperaturas são mais quentes. São atraídos pela luz solar e voam em direção a fontes luminosas, podendo ser vistos nos peitoris das janelas. Só voam quando as temperaturas excedem os 17°C.
- As larvas raramente são vistas, uma vez que vivem dentro da madeira.
- São apenas encontrados em madeiras em locais cuja humidade relativa exceda 60%, uma vez que necessitam de humidade para prosperar. Não é provável que sobrevivam em edifícios novos, secos e com aquecimento central.

- Os ovos e as larvas mais novas não sobrevivem em madeiras cujo conteúdo de humidade é inferior a 12% ou onde a humidade relativa seja inferior a 55%.
- A temperatura ideal para esta espécie é de 22°C.
- Esta espécie aloja-se e alimenta-se de todos os tipos de madeiras mais antigas, sejam duras ou macias, especialmente o alburno de árvores de madeira macia, como pinheiros e choupos. Raramente consideram o cerne das árvores.
- As espécies da família Anobiidae, ao contrário de outras famílias dentro da ordem, podem digerir a celulose e preferem madeira com maior teor de humidade. São xilófagas.

Materiais vulneráveis e evidências de dano

Materiais vulneráveis

- Em contexto museológico, as coleções mais vulneráveis são as que integram bens culturais em madeira ou com elementos em madeira, como as de escultura, mobiliário, etnografia, pintura, ou de documentos.
- Para além das coleções, características estruturais dos edifícios culturais (soalhos, tetos ou forros, paredes), principalmente em edifícios mais antigos, ou casas-museu, podem ser afetadas e a sua estabilidade física prejudicada.

Evidências de atividade e danos provocados

- As larvas desta espécie provocam danos através da sua alimentação e atividade.
- Os orifícios de saída que os adultos criam ao emergir têm cerca de 1.5 a 2 mm de diâmetro e são circulares.
- Enquanto se alimentam dentro do objeto, produzem resíduos fecais que são expulsos através de orifícios de saída.
- A presença de resíduos pode não indicar uma infestação ativa, uma vez que estes podem cair de orifícios de saída antigos (mais escuros e sujos), com o manuseamento e deslocação.

- As infestações ativas, provocadas por esta espécie, são caracterizadas por resíduos fecais ásperos e arenosos (com forma de grãos de trigo quando ampliados) que são encontrados dentro e ao redor dos materiais infestados. Estes resíduos, mais leves e claros, indicam uma infestação recente ou ativa.
- Outras evidências de infestação ativa consistem em orifícios tapados e/ou orifícios abertos (novos, brilhantes e “frescos”) com cerca de 1.5 a 3 mm de diâmetro. Orifícios fechados, significam que as larvas formaram a pupa dentro do material e orifícios novos significam que os adultos emergiram recentemente.
- Os adultos podem ser encontrados nas superfícies dos materiais infestados.



Figura ApE73 – Evidências de atividade da espécie *A. punctatum*: Resíduos fecais sob ampliação, à esquerda, que apresentam uma forma de grãos de trigo e são pontiagudos quando frescos. À direita, pilha de resíduos por baixo de um orifício de saída, numa madeira infestada (What’s eating your collection, n.d.b & n.d.c).



Figura ApE74 – Evidências de dano provocado pela espécie *A. punctatum*: Orifícios de saída em madeira (a). Os orifícios estão no alburno e não no cerne; Galerias de alimentação (b), provocadas por larvas desta espécie, num livro (What's eating your collection, n.d.d & n.d.e); Orifícios de saída novos (c) e antigos (d). Em (c), é visível um orifício tapado, provavelmente ocupado pela pupa (English Heritage., n.d.).

- Uma vez que as larvas criam galerias na madeira enquanto se alimentam, isto compromete a estrutura física do material, que fica enfraquecida e pode partir, ou ceder, com mais facilidade.
- Estas galerias, para além de diminuírem a resistência da madeira, facilitam a entrada e retenção de humidade, criando condições favoráveis ao aparecimento de fungos.

Métodos de monitorização e prevenção

Como medidas de monitorização:

- As inspeções regulares são essenciais para determinar se existem evidências de uma infestação e se esta está ativa ou não.
- Se a madeira estiver seca e a humidade relativa estiver abaixo de 55%, a infestação provavelmente está morta há muito tempo.
- É importante procurar resíduos fecais, como descritos anteriormente, assim como os orifícios de saída e indivíduos adultos, principalmente na primavera, em locais escondidos perto de possíveis fontes alimentares.
- A instalação de armadilhas adesivas planas com iscos de atrativos alimentares, pode ser uma boa forma de monitorizar a atividade dos insetos adultos.
- Devem ser instaladas armadilhas em locais próximos às fontes alimentares destes animais. Instalar um número considerável de armadilhas pode ajudar a descobrir a fonte da infestação ou, pelo menos, reduzir a área de busca.
- As armadilhas devem ser inspecionadas diariamente, para identificar as áreas mais severamente infestadas e, mais tarde, avaliar a eficácia dos programas de controlo.
- As armadilhas devem ser substituídas com regularidade ou quando a cola está coberta de pó ou insetos mortos.
- Os dados obtidos nas armadilhas devem ser recolhidos, nomeadamente as espécies que foram identificadas e onde, os estágios de vida, assim como o número de indivíduos em cada estágio. As armadilhas devem ser cartografadas e numeradas para facilitar o processo de recolha, organização e interpretação dos dados.



Figura ApE75 – Exemplo de uma armadilha adesiva plana que pode ser utilizada para monitorizar a atividade dos insetos adultos da espécie *A. punctatum*. Esta armadilha de cartão dobrável, usa um atrativo com aroma de banana, que funciona na maioria dos insetos rastejantes e voadores. As janelas na armadilha e a cola estão posicionadas de forma a forçar a entrada dos insetos e evitar a sua fuga (Preservation Equipment Ltd., n.d.).

Como medidas preventivas:

- Uma vez que esta espécie necessita de ambientes húmidos e relativamente quentes para prosperar, o controlo ambiental será eficaz, nomeadamente através da manutenção da temperatura e humidade relativa abaixo dos seus níveis de conforto.
- Caso se verifique uma infestação ativa, o material infestado deve ser isolado e a área onde ele estava instalado deve ser limpa e aspirada minuciosamente (recomenda-se a utilização de um aspirador com filtro HEPA) para prevenir contaminações (o saco do aspirador deve ser descartado ou o recipiente limpo, dependendo do tipo).
- As estruturas ou bens móveis encontrados na mesma área do bem infestado, devem ser inspecionadas para garantir que não há evidências de atividade.
- A quarentena é uma medida importante. Quando bens culturais são movimentados entre edifícios, ou mesmo dentro do museu, devem ficar isolados e ser devidamente inspecionados, antes de integrarem as coleções.

Bibliografia

- ☑ Marie Lou Legrand. (2021a). *Besouro-Dos-Móveis (Anobium punctatum)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/84451196>
- ☑ Marie Lou Legrand. (2021b). *Besouro-Dos-Móveis (Anobium punctatum)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/84451197>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.a). *Woodworm / Furniture beetle Anobium punctatum*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=161>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.b). *Anobium frass*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=322>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.c). *Anobium frass*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=304>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.d). *Anobium emergence holes from sapwood*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=310>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.e). *Anobium damage*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=305>
- ☑ Enésima Mendonça. (n.d.). *Anobium punctatum (De Geer, 1774)*. Naturdata. Retrieved from: <https://naturdata.com/especie/Anobium-punctatum/7685/0/>
- ☑ English Heritage. (n.d.). *Pest Fact sheet No 2 Furniture beetle or Woodworm*. Swindon, England: Author. Retrieved from: [https://www.english-heritage.org.uk/siteassets/home/learn/conservation/collections-advice--guidance/furniture beetle - fact sheet 2.pdf](https://www.english-heritage.org.uk/siteassets/home/learn/conservation/collections-advice--guidance/furniture%20beetle%20-%20fact%20sheet%202.pdf)
- ☑ Henri Mourier. (n.d.). *Common furniture beetle*. Pestium.Uk. Retrieved from: <https://www.pestium.uk/pests-in-house-and-home/animals-in-timber/common-furniture-beetle/>
- ☑ Insectes du Patrimoine Culturel. (2016.). *Anobium punctatum (De Geer, 1774)*. Retrieved from: <http://insectes-nuisibles.cicrp.fr/en/les-insectes-de-a-a-z/anobium-punctatum-de-geer-1774>
- ☑ Jakob Fahr. (2017). *Besouro-Dos-Móveis (Anobium punctatum)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/6888096>
- ☑ MuseumPest.net. (2019). *Pest Fact Sheets: Furniture Beetle Anobium punctatum (DeGeer)* . Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2019/03/Furniture-Beetle.pdf>
- ☑ National Museums Scotland. (n.d.). *How to identify pests: Furniture Beetle (Anobium punctatum)*. Retrieved from: <https://www.nms.ac.uk/about-us/our-services/training-and-guidance-for-museums/collections-care-training/integrated-pest-management/how-to-identify-pests/>

- ☑ Natural History Museum. (n.d.). *Furniture beetle (Anobium punctatum) identification guide*. Retrieved from: <https://www.nhm.ac.uk/take-part/identify-nature/common-insect-pest-species-in-homes/furniture-beetle-anobium-punctatum-identification-guide.html>
- ☑ Preservation Equipment Ltd. (n.d.). *PELtrap Insect Monitor Window Trap*. Retrieved from: <https://www.preservationequipment.com/Catalogue/Disaster-Cleaning/Insect-Pest-Traps/insect-monitor-Window-Trap>
- ☑ Tony Wills. (2016). *Besouro-Dos-Móveis (Anobium punctatum)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/6927778>

4.2.2. Cigarette beetle (“Besouro do fumo”)

Lasioderma serricorne (Fabricius, 1792)



Figura ApE76 - © Nikolai Vladimirov, 2014.

Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Coleoptera

Família: Ptinidae

Gênero: *Lasioderma*

Espécie: *Lasioderma serricorne* (Fabricius, 1792)



Figura ApE77 – À esquerda, vista dorsal de uma larva e um besouro adulto da espécie *L. serricorne* (John Obermeyer in Mason, J.L., 2018). À direita, vista ventral de um adulto (C. Ben Schwamb, 2021).

Características-Chave

- ☑ Varia entre 2 e 3 mm de comprimento (adulto); entre 0.55 e 5 mm (larva).
- ☑ Cor castanha avermelhada, brilhante (adulto); corpo bege/branco com peças bucais castanhas escuras e cabeça castanha (larva).
- ☑ Corpo oval/arredondado (adulto); corpo mole e segmentado, em forma de “C”, com cerdas longas a cobrir o corpo inteiro (larva).
- ☑ Dois pares de asas (anteriores são élitros) e três pares de pernas (adulto); três pares de pernas curtas torácicas (larva).
- ☑ Dois olhos e duas antenas serradas (adulto); peças bucais bem desenvolvidas (larva).

Caracterização biológica e ciclo de vida

Coloração

- A coloração do corpo é descrita como sendo castanha avermelhada, brilhante.
- As larvas são brancas/beges, a cabeça é castanha e as peças bucais são castanhas-escuras. O corpo fica mais escuro à medida que a larva cresce.

Forma do corpo

Indivíduo adulto:

- O tamanho do corpo desta espécie varia entre 2 e 3 mm de comprimento.
- O corpo tem uma forma oval/arredondada e compacta. É dividido em cabeça, tórax e abdómen.
- Quando o inseto adulto está em repouso, ou é perturbado, a cabeça e os apêndices ficam ocultos sob o abdómen, o que confere ao inseto (visão lateral) um aspeto característico.
- Os élitros e o tórax estão cobertos com pequenas cerdas amarelas, que apontam para a região posterior, mas, de forma geral, têm uma aparência lisa.

Larva:

- As larvas medem entre 0.55 mm (recém eclodidas) a 5 mm de comprimento.
- O corpo das larvas é curvado, em forma de "C".

Apêndices e morfologia externa

Indivíduo adulto:

- A cabeça é hipognata. Está virada para baixo e faz quase um angulo reto em relação ao corpo. Vista de cima, geralmente, não é visível, pois é oculta pelo

pronoto. Possui dois olhos compostos grandes e escuros, e um aparelho bucal mastigador.

- Tem duas antenas com 11 segmentos, todos triangulares, semelhantes aos dentes de uma serra.
- Tem seis pernas.
- Tem 4 asas, duas anteriores (élitros) e duas posteriores (membranosas).



Figura ApE78 – Características da morfologia externa de indivíduos adultos da espécie *L. serricornis*. À esquerda, estão evidenciados os élitros e as asas membranas posteriores. A ampliação da antena permite perceber a sua forma serrada. À direita, evidencia-se a posição de repouso ou de proteção dos indivíduos desta espécie, quando recolhem a cabeça e os membros. Também é possível observar as cerdas amarelas que cobrem os élitros e o tórax (seta) (adaptado de Nikolai Vladimirov, 2014).

Larva:

- O aparelho bucal é mastigador.
- O corpo é coberto por cerdas longas.
- Com três pares de pernas torácicas curtas.

Ciclo de vida

- O ciclo de vida desta espécie é holometabólico. A fêmea adulta deposita ovos, do qual eclodem larvas. Quando completamente desenvolvidas, as larvas pupam e dão origem a um besouro adulto.
- A duração do ciclo de vida depende da humidade relativa, da temperatura (quanto mais baixa mais tempo demora) e da fonte alimentar. Em média está concluído num período de 70 dias.
- As condições ótimas de desenvolvimento para esta espécie estão entre 30°C e 35°C com 70% de humidade relativa. Nestas condições pode haver até 6 gerações por ano. Em climas temperados, apenas 3.
- A fêmea deposita os ovos (entre 10 e 100) juntos, ou separados, mas sempre na fonte alimentar ou ao seu redor. O período de deposição pode demorar até 3 semanas.
- Os ovos são ovais, esbranquiçados, brilhantes e com aproximadamente 0.2 a 0.5 mm de comprimento. Apenas visíveis com ampliação.
- Com temperaturas favoráveis, entre 27°C e 33°C, o período de incubação demora cerca de 7 dias (com temperaturas baixas, o período estende-se).

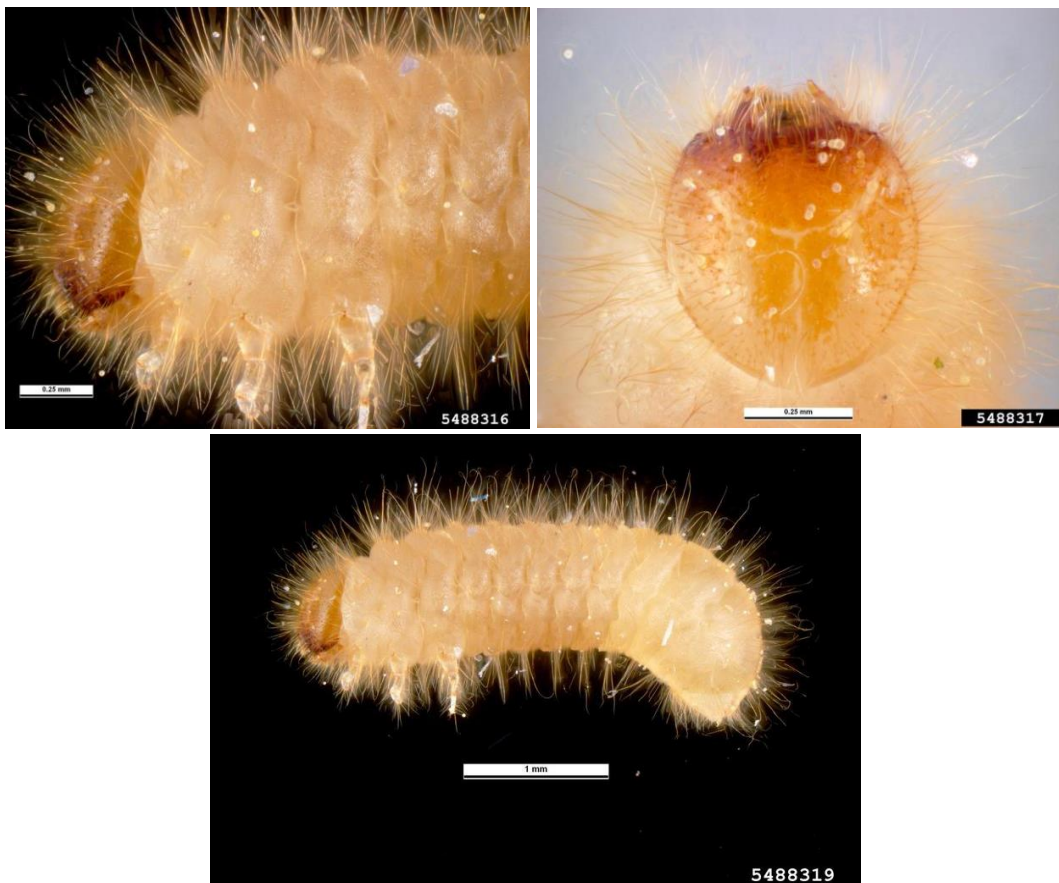


Figura ApE79 – Larvas da espécie *L. serricorne*. As figuras evidenciam algumas das características morfológicas externas das larvas, nomeadamente, as cerdas longas que cobrem o seu corpo, a sua coloração e os três pares de pernas torácicas. Nas duas primeiras imagens, a cabeça está representada em pormenor, e é possível distinguir a coloração mais intensa nesta região e as peças bucais mandibuladas, bem desenvolvidas (Pest and Diseases Image Library, Bugwood.org, 2013a – 2013c).

- Após eclodirem, as larvas começam a alimentar-se e criam galerias de alimentação no material infestado.
- O estágio larvar dura entre 2 e 10 semanas, durante os quais as larvas se alimentam da fonte alimentar circundante e evitam a luz.
- Quando chegam ao final do seu desenvolvimento, as larvas escavam uma câmara protetora no substrato de alimentação ou constroem um casulo protetor com fragmentos de comida e detritos.

- O estágio de pupa tem um período de 7 a 21 dias. Mesmo depois de completamente desenvolvido, o inseto adulto pode permanecer dentro da pupa durante mais alguns dias antes de emergir.
- A fêmea e o macho acasalam dois dias depois de emergirem da pupa. As fêmeas depositam os ovos após 48 horas. Têm um potencial alto para desenvolver infestações.
- Os insetos adultos desta espécie vivem entre 2 e 4 semanas.
- Esta espécie parece idêntica à espécie *Stegobium paniceum*. Não obstante, podem ser distinguidas por duas características facilmente identificáveis: as antenas da espécie *L. serricorne*, são serrilhadas, enquanto as antenas do besouro da espécie *S. paniceum* não são e terminam em 3 segmentos semelhantes a clavas. A outra diferença é que os élitros da espécie *S. paniceum* têm fileiras longitudinais de pequenas perfurações, dando-lhes uma aparência estriada (alinhada), enquanto os élitros da espécie *L. serricorne*, são lisos. No que diz respeito às larvas destas espécies, as da espécie *S. paniceum* possuem cerdas mais pequenas.

Alimentação e atividade

- Esta espécie, tem uma distribuição global.
- Os indivíduos são bons voadores e mais ativos ao anoitecer e durante a noite.
- Os machos e as fêmeas desta espécie são atraídos por luzes artificiais.
- As condições ótimas de desenvolvimento para esta espécie estão entre 30°C e 35°C com 70% de humidade relativa.
- Quando as temperaturas são inferiores a 17°C, a sua atividade é reduzida.
- O seu nome advém do facto de se alimentarem e infligirem danos em produtos secos de tabaco armazenados, mas também podem ser encontrados a alimentar-se em áreas de armazenamento de produtos alimentares (grãos, especiarias, folhas de chá, ração animal, etc.) e de outros materiais orgânicos

como lã, couro, produtos vegetais secos, ricos em amido, livros e encadernações, manuscritos e móveis estofados.

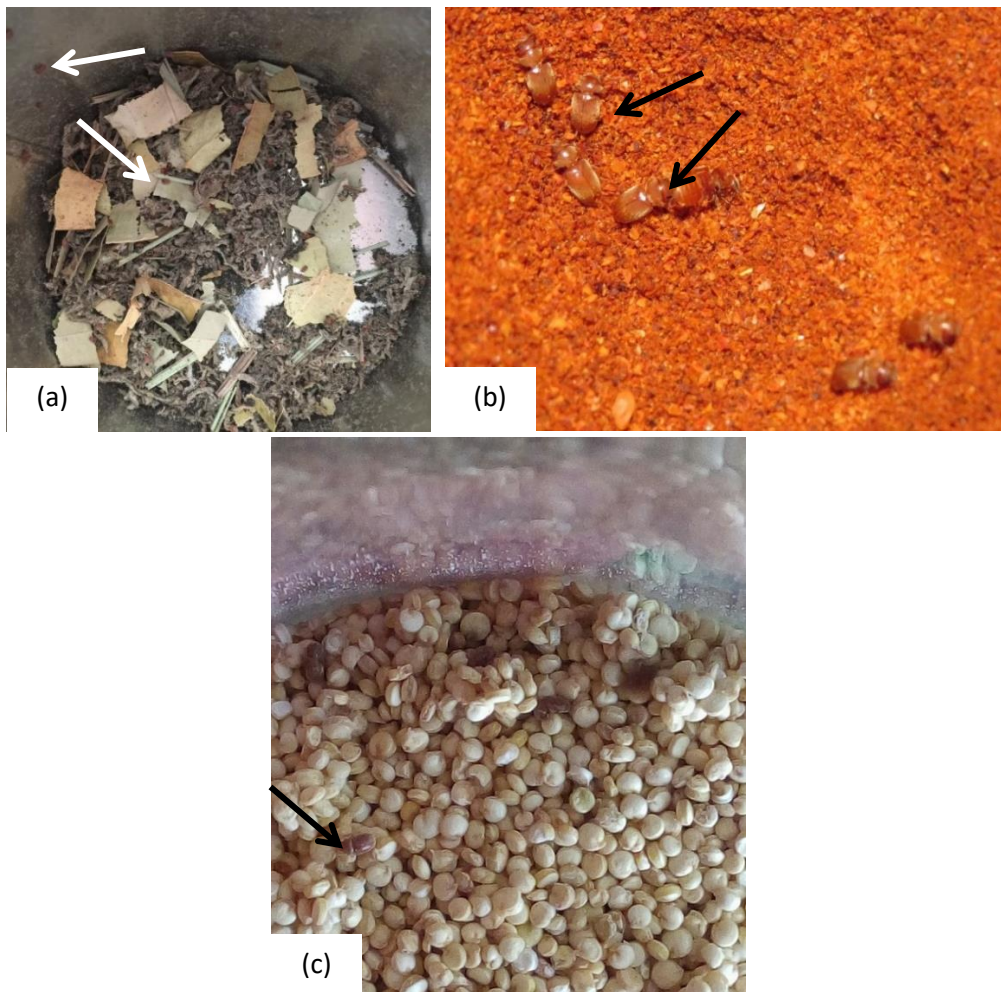


Figura ApE80 – Exemplo de produtos alimentares armazenados, usados como fonte alimentar por indivíduos de espécie *L. serricorne*: Folhas de chá (a) (Quattre, 2018); Colorau em pó (b) (Ezequiel Vera, 2020); Leguminosas (c) (Mario Antonio Serra, 2018). As setas apontam para alguns dos indivíduos em cada figura. Devido ao seu tamanho reduzido, são muitas vezes difíceis de observar.

Materiais vulneráveis e evidências de dano

Materiais vulneráveis

Os adultos comem pouco. São as larvas as principais responsáveis pelo dano e constituem uma verdadeira ameaça para uma grande variedade de coleções, mais concretamente para as que são constituídas por materiais orgânicos. Assim, as mais vulneráveis são:

- As documentais, considerando os suportes em papel, pergaminho ou adesivos.
- As têxteis, como as de tapeçaria e indumentária, especialmente em seda.
- As de história natural, como as de entomologia, outros espécimes animais e espécimes em herbários.

Evidências de atividade e danos provocados

Tal como as restantes, esta espécie provoca danos através da sua alimentação e atividade.

- As larvas criam, na fonte alimentar, galerias de alimentação e de procura pelo local adequado onde pupar.
- Os adultos, quando emergem, criam pequenos orifícios de saída circulares.
- Depois de se alimentarem, os adultos, assim como as larvas, deixam para trás um pó fino abundante, que suja outras superfícies.
- Os ovos e as larvas podem ser encontrados nas fontes alimentares ou perto destas. É difícil detetar a sua presença porque as galerias perfuradas pelos adultos e pelas larvas são preenchidas com uma mistura de pó proveniente do substrato e resíduos fecais.
- Para além dos danos diretos, os produtos são contaminados com a presença de indivíduos adultos, larvas, pupas, casulos, resíduos fecais e partes de insetos mortos, que servem de nutrientes e, portanto, de atração para outras espécies.

→ Os casulos das pupas, que frequentemente estão presos ao substrato, em infestações graves, formam grandes aglomerados.



Figura ApE81 – Evidências de atividade e danos provocados por besouros do fumo. À esquerda, um biscoito de cão (como exemplo do aspecto de uma infestação), com provas óbvias de atividade sob a forma de orifícios de saída e resíduos fecais, assim como a presença de indivíduos adultos. À direita, duas larvas cobertas por resíduos fecais (Insects Limited, n.d.a; John Obermeyer *in* Mason, J.L., 2018).

Métodos de monitorização e prevenção

Como medidas de monitorização:

- A monitorização desta espécie é comumente feita com recurso a armadilhas. Estas podem ser: Armadilhas de luz, uma vez que estes insetos são atraídos por luzes artificiais; Armadilhas adesivas com atrativos que contêm feromonas sexuais intraespecíficas, que atraem os machos da espécie, ou com atrativos alimentares que atraem ambos os sexos.
- Podem ser usadas armadilhas que podem ser penduradas ou armadilhas adesivas, que são colocadas sobre uma superfície plana. Estas, são mais pequenas, com um perfil baixo e, por isso, podem ser escondidas em locais estratégicos, sendo as mais adequadas para esta espécie.

- As armadilhas com feromonas podem ser colocadas durante todo o ano, mas são especialmente eficazes quando as temperaturas excedem 12.5°C.
- Em áreas domésticas, é recomendado o uso de uma ou duas armadilhas com feromonas por sala. Em áreas comerciais, como armazéns ou museus, é recomendada a colocação de armadilhas com feromonas entre 7.5 m e 15 m de distância umas das outras para determinar a presença ou ausência de indivíduos adultos. Devem ser colocadas perto dos materiais mais propensos a ser infestados.
- Aumentar a densidade das armadilhas com feromonas ajuda a localizar a fonte da infestação.
- As armadilhas com feromonas devem ser mantidas a 7.5 m de distância das portas externas.
- É recomendado substituir as armadilhas quando a cola estiver cheia de insetos ou ficar coberta por pó, assim como substituir os atrativos de feromonas a cada 90 dias, e na mesma sala, todas ao mesmo tempo.
- As inspeções visuais das coleções e espaços são outra forma de monitorizar a atividade desta espécie.
- É importante procurar resíduos fecais, como descritos anteriormente, assim como os orifícios de saída e indivíduos adultos, em locais escondidos perto de possíveis fontes alimentares.
- Os dados obtidos nas armadilhas devem ser recolhidos, nomeadamente as espécies que foram identificadas e onde, os estágios de vida, assim como o número de indivíduos em cada estágio. As armadilhas devem ser cartografadas, e numeradas para facilitar o processo de recolha, organização e interpretação dos dados.



Figura ApE82 – Exemplo de uma armadilha plana adesiva, para monitorizar a espécie *L. serricornis*. A armadilha, designada Serrico™ Cigarette Beetle Kit (IL-500-10), apresenta um sistema de atração dupla, que utiliza atrativos sexuais, feromonas específicas para esta espécie, e atrativos alimentares, num sistema de armadilha que foi projetado especificamente para esta espécie. Estas armadilhas podem ser instaladas no chão, penduradas nas paredes ou em qualquer lugar onde haja suspeitas de atividade. Os insetos adultos são atraídos pelo isco são e ficam imediatamente presos na cola ao entrar na armadilha (Insects Limited Incorporated, n.d.b).

Como medidas preventivas:

- As medidas de prevenção centram-se, essencialmente, na exclusão os insetos das fontes alimentares.
- Para prevenir danos provocados por esta espécie, devem ser estabelecidas rotinas de limpeza e inspeção regulares.
- Se uma infestação for descoberta, os objetos infestados devem ser isolados e removidos do local para serem intervencionados, no sentido da sua desinfestação. A área onde o bem estava deve ser aspirada e limpa minuciosamente (é recomendado o uso de aspiradores com filtros HEPA) para prevenir que mais objetos sejam infestados (o saco do aspirador deve ser descartado ou o recipiente limpo, dependendo do tipo).
- Os produtos orgânicos de origem animal e vegetal encontrados na mesma área do objeto infestado, devem ser novamente inspeccionadas para garantir que não há evidências de atividade.

- Os espécimes animais e espécimes de herbários, nas reservas e em vitrinas, devem ser acondicionados em estruturas devidamente seladas, que impeçam a entrada destes animais.
- A quarentena é uma medida importante. Quando objetos são movimentados entre edifícios, ou mesmo dentro do museu, devem ficar isolados e ser devidamente inspecionados, antes de integrarem as coleções.

Bibliografia

- ☑ Insects Limited Incorporated. (n.d.a). *Cigarette Beetle (Lasioderma serricorne)*. Retrieved from: <https://www.insectslimited.com/cigarette-beetle>
- ☑ Insects Limited Incorporated. (n.d.b). *Serrico™ Cigarette Beetle Kit (IL-500)*. Retrieved from: <https://www.insectslimited.com/store/p/serrico-cigarette-beetle-kit>
- ☑ Pest and Diseases Image Library, Bugwood.org. (2013a). *cigarette beetle (Lasioderma serricorne) (Fabricius, 1792)*. Retrieved from: <https://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5488317>
- ☑ Pest and Diseases Image Library, Bugwood.org. (2013b). *cigarette beetle (Lasioderma serricorne) (Fabricius, 1792)*. Retrieved from: <https://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5488319>
- ☑ Pest and Diseases Image Library, Bugwood.org. (2013c). *cigarette beetle (Lasioderma serricorne) (Fabricius, 1792)*. Retrieved from: <https://www.insectimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5488316>
- ☑ C. Ben Schwamb. (2021). *Besouro-Do-Fumo (Lasioderma serricorne)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/87504636>
- ☑ Cabrera, J.B. (2021). Common name: Cigarette beetle. *Featured Creatures*, EENY-227. Gainesville, FL: UF/IFAS. Retrieved from: https://entnemdept.ufl.edu/creatures/urban/stored/cigarette_beetle.htm
- ☑ Ezequiel Vera. (2020). *Besouro-Do-Fumo (Lasioderma serricorne)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/65916497>
- ☑ Insectes du Patrimoine Culturel. (2016.). *Lasioderma serricorne (Fabricius, 1792)*. Retrieved from: <http://insectes-nuisibles.cicrp.fr/en/insects-from-a-to-z/lasioderma-serricorne-fabricius-1792>
- ☑ Mario Antonio Serra. (2018). *Besouro-Do-Fumo (Lasioderma serricorne)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/15228568>
- ☑ Mason, J. L. (2018). *Stored product pests cigarette beetle Lasioderma serricorne (F.)*. West Lafayette, IN: Purdue University Cooperative Extension Service. Retrieved from: <https://extension.entm.purdue.edu/publications/E-239/E-239.html>
- ☑ MuseumPest.net. (2019). *Pest Fact Sheets: Cigarette beetle Lasioderma serricorne*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2019/03/Cigarette-beetle.pdf>
- ☑ Nikolai Vladimirov. (2014). *Besouro-Do-Fumo (Lasioderma serricorne)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/9172257>
- ☑ Quattre. (2018). *Besouro-Do-Fumo (Lasioderma serricorne)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/16312173>

- ☑ What's eating your collection. (n.d.). *Cigarette beetle Lasioderma serricorne*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=123>

4.2.3. Varied carpet beetle (“Besouro das carpetes”)

Anthrenus verbasci (Linnaeus, 1767)



Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Coleoptera

Família: Dermestidae

Género: *Anthrenus*

Espécie: *Anthrenus verbasci*
(Linnaeus, 1767)

Figura ApE83 – What’s eating your collection, n.d.a



Figura ApE84 – Vista dorsal de um indivíduo adulto, à esquerda (What’s eating your collection., n.d.a) e de uma larva, à direita, da espécie *Anthrenus verbasci* (English Heritage, n.d.).

Características-Chave

- ☑ Varia entre 2 e 4 mm de comprimento (adulto); entre 0.5 e 5 mm (larva).
- ☑ O dorso é preto, os élitros com um padrão manchado (branco, castanho-escuro e amarelo escuro) (adulto); com um padrão de tiras transversais escuras e claras, cabeça castanha clara/alaranjada (larva).
- ☑ Corpo tem uma forma arredondada (adulto); corpo mole e segmentado, com cerdas castanhas a cobrir o corpo, segmentos finais com tufo de cerdas que crescem no sentido contrário ao corpo (larva).
- ☑ Dois pares de asas (anteriores são élitros) e três pares de pernas (adulto); três pares de pernas curtas (larva). Dois olhos e duas antenas com segmentos finais em forma de clava (adulto); peças bucais bem desenvolvidas (larva).

Caracterização biológica e ciclo de vida

Coloração

- A coloração superior do corpo (essencialmente os élitros) forma um padrão de manchas irregulares, típico da espécie, com escamas de três cores: branco, castanho-escuro e amarelo-escuro (dourado). O dorso do corpo é preto. Os insetos mais velhos apresentam uma coloração mais escura.
- As larvas apresentam um padrão de tiras transversais que alternam entre escuras e claras. Os segmentos médios são castanhos-claros, os 3 segmentos torácicos anteriores à cabeça e os últimos 4 segmentos abdominais são visivelmente mais escuros. A cabeça é sempre castanho-clara/alaranjada.

Forma do corpo

Indivíduo adulto:

- O tamanho do corpo de um indivíduo adulto desta espécie varia entre 2 e 4 mm de comprimento.
- O corpo tem uma forma arredondada. Dividido em cabeça, tórax e abdómen.

Larva:

- O tamanho do corpo das larvas varia entre 0.5 e 5 mm de comprimento.
- As larvas têm corpos alongados, com a parte anterior estreita e a posterior mais larga.

Apêndices e morfologia externa

Indivíduo adulto:

- A cabeça é pequena e, por norma, está escondida por baixo do protórax. O aparelho bucal é mastigador.

- Possui dois olhos compostos grandes e pretos.
- As escamas dos élitros têm o formato de uma pétala.
- Nas duas antenas, os dois primeiros segmentos são aumentados (em relação aos segmentos médios), assim como os últimos 3 segmentos, que estão unidos a formar uma estrutura semelhante a uma clava.
- Tem seis pernas torácicas pretas.

Larva:

- O corpo das larvas é coberto por cerdas castanhas longas e densas que ficam eriçadas quando esta é perturbada.
- Os últimos três segmentos abdominais possuem tufos de cerdas que crescem no sentido contrário ao corpo, uma característica do género *Anthrenus*.
- Com seis pernas torácicas curtas.

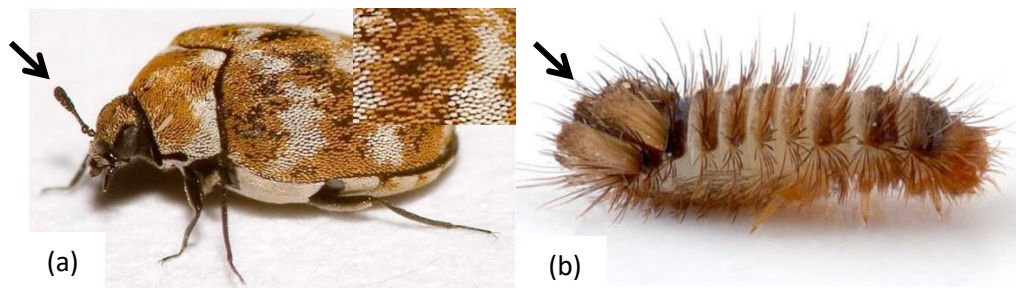


Figura ApE85 – Vista lateral de um indivíduo adulto (a) e de uma larva (b) nos últimos estágios de desenvolvimento da espécie *A. verbasci*. Em (a), é possível observar o padrão colorido formado pelas escamas, em forma de pétala (ampliação), nos élitros. A seta aponta para a antena, com os últimos três segmentos juntos, em forma de clava. Em (b), é perceptível o padrão listado da região dorsal revestido por cerdas castanhas, assim como os tufos de cerdas que crescem no sentido contrário ao corpo, uma característica do género *Anthrenus* (seta) (adaptado de Olei e André Karwath, respetivamente, *in* Natural History Museum, n.d.).

Ciclo de vida

- O ciclo de vida desta espécie é holometabólico. A fêmea adulta deposita ovos, dos quais eclodem larvas. Quando completamente desenvolvidas, as larvas pupam e dão origem a um besouro adulto.
- Os adultos são capazes de acasalar e de se reproduzir sem se alimentarem.
- A fêmea adulta deposita cerca de 40 ovos, individualmente ou juntos, em locais escuros e protegidos, que tenham materiais que sirvam de alimento às larvas, de preferência em locais escuros e isolados.
- Os ovos são ovais, beges e com cerca de 0.5 mm de comprimento.
- A eclosão dos ovos depende das condições ambientais. Podem demorar entre 30 e 35 dias, com um valor de temperatura de 18°C, ou entre 10 e 12 dias com temperaturas mais altas, na ordem dos 29°C.
- Quando os ovos eclodem, as larvas começam a alimentar-se (com voracidade) do material onde se encontram provocando danos consideráveis. Devido ao seu tamanho reduzido, conseguem entrar facilmente em armários e gavetas. Quando aumentam de tamanho são mais ativas e podem alimentar-se de mais do que um objeto.
- O período de desenvolvimento larvar depende dos fatores abióticos, assim como da fonte alimentar. Pode durar entre 7 meses e 1 ano, se a temperatura estiver entre 15°C e 25°C.
- Nos meses de inverno, as larvas podem entrar num período de repouso, (diapausa), enquanto aguardam por temperaturas mais amenas.
- Quando as larvas chegam ao final do seu desenvolvimento e estão prontas para pupar, enterram-se ainda mais na fonte alimentar ou então procuram um outro local mais adequado. Caso não encontrem um abrigo com as condições ideais, podem transformar-se em pupas dentro da última muda larvar.
- O estágio de pupa dura entre 7 dias (a 29°C) e 20 dias (a 18°C). No entanto, o adulto pode levar até duas semanas para emergir.

- Por norma, no exterior, são necessários dois anos para completar o seu ciclo de vida (ovo-adulto). No interior, pode ser completo num ano. A temperatura afeta o período de diapausa, sendo maior com temperaturas mais baixas.
- O inseto adulto vive entre 2 a 6 semanas.

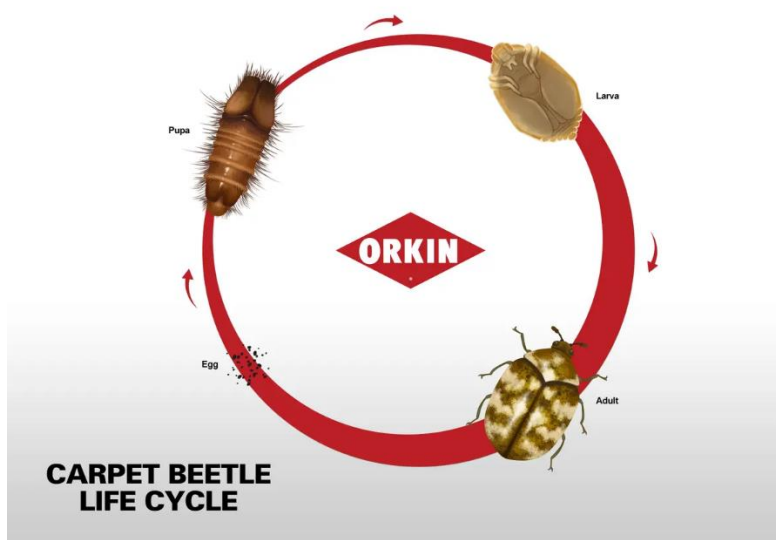


Figura ApE86 – Ciclo de vida de um indivíduo da espécie. *A. verbasci*. Estão representados os 4 estágios de desenvolvimento: ovos, larvas, pupa e inseto adulto (Orkin., n.d.).

Alimentação e atividade

- Esta espécie tem uma distribuição global e é uma das mais comuns em casas e museus.
- As larvas alimentam-se de animais mortos e produtos de origem animal (ricos em proteínas animais como a quitina e a queratina), como lã, seda, couro, peles, escovas de cabelo com cerdas naturais, pelos de animais e penas. Ocasionalmente, alimentam-se de produtos armazenados, como especiarias, cereais e grãos.

- Alimentam-se de linho e algodão, se os tecidos estiverem manchados com comida, bebida, resíduos de animais, ou perfuram estes tecidos quando entram ou saem de outro material mais apetecível.
- As larvas não se alimentam de fibras sintéticas.
- Apesar de se movimentarem bem, por norma, as larvas são encontradas em pequenos orifícios, ou fissuras escondidas e escuras onde há acumulação de resíduos.
- Para se desenvolverem, as larvas necessitam de temperaturas entre 15°C e 25°C.
- Os besouros adultos desta espécie são atraídos pela luz solar e são bons voadores, especialmente durante os períodos mais quentes do ano (e com temperaturas acima dos 21°C).
- Por norma, no exterior, os adultos emergem na primavera, quando há abundância de pólen. Em ambiente de interior, os insetos adultos emergem, geralmente, no outono.
- Os adultos não têm a mesma dieta das larvas. No entanto, procuram pólen e néctar e são comumente encontrados a alimentar-se de flores em jardins ao ar livre.

Materiais vulneráveis e evidências de dano

Materiais vulneráveis

Nos museus, as larvas desta espécie de besouros alimentam-se de coleções de natureza orgânica. Assim, as mais vulneráveis são:

- Coleções de história natural, especialmente as de origem animal, como os pelos, penas e peles de espécimes de animais, incluindo coleções de entomologia e os mamíferos taxidermizados.
- Coleções têxteis, como tapeçarias, estofos de mobiliário ou indumentária, principalmente em lã.

- Coleções de etnografia, considerando penas, couro, escovas feitas com cerdas naturais.
- Coleções documentais. Documentos gráficos e fotográficos, para além da documentação em papel associada a todas as coleções.

Evidências de atividade e danos provocados

As larvas desta espécie podem provocar danos através da sua alimentação e atividade.

- Quando se alimentam de tecidos têxteis e carpetes, deixam nos materiais pequenos orifícios com um aspeto “limpo”.
- Em encadernações de livros e outros objetos com colas, deixam as superfícies arranhadas.
- As exúvias (transparentes e com aparência “peluda”) e resíduos fecais (arenosos) são indicativos do local onde a larva se alimenta. Os resíduos fecais são encontrados por baixo, ou perto de bens culturais infestados.
- Indivíduos adultos podem ser encontrados nos peitoris das janelas. Este é, geralmente, um dos primeiros sinais de uma infestação (os danos já foram efetuados pelas larvas).
- Normalmente encontrados no exterior, estes insetos podem ter acesso aos edifícios através das roupas ou objetos transportados pelas pessoas.
- Também podem ser encontrados em ninhos de pássaros (dentro de chaminés não utilizadas) ou ninhos de vespas sob beirais ou sótãos, cujas larvas e exúvias constituem uma fonte de alimentação para as larvas.
- Insetos mortos em áreas inacessíveis, assim como acumulações de detritos de insetos em condutas de ventilação, ou outros locais escondidos e escuros, constituem bons locais de nidificação para esta espécie.

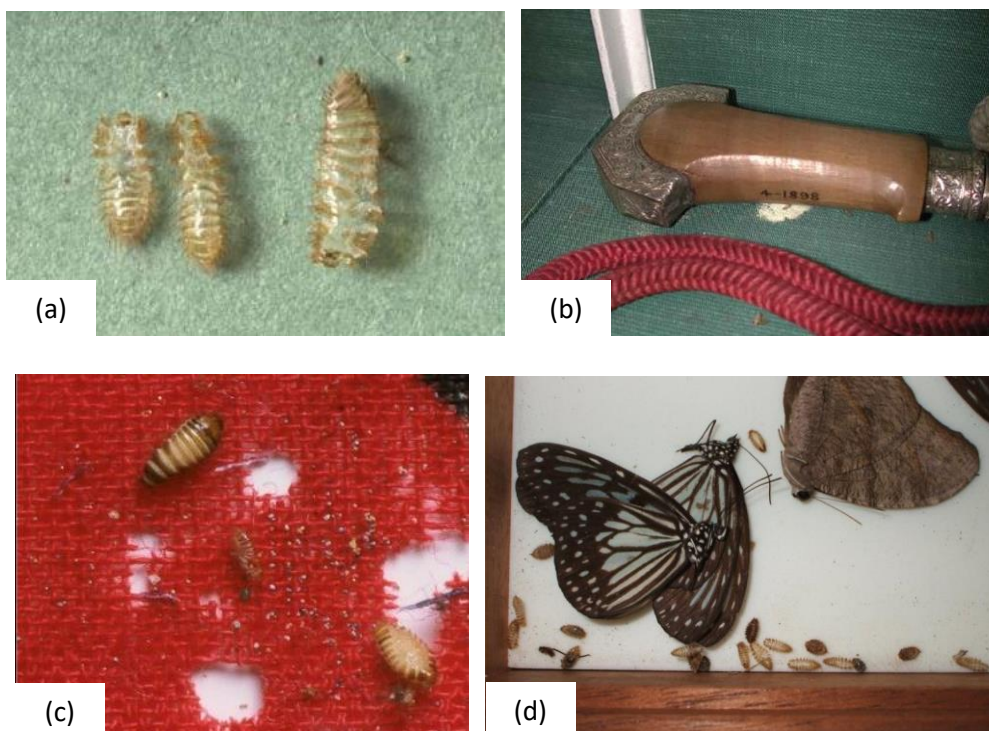


Figura ApE87 – Evidências de atividade e alimentação das larvas da espécie *A. verbasci*: Três exúvias (a), de diferentes estágios de desenvolvimento, assim como as larvas, podem ser reconhecidas pelo padrão listado e cerdas castanhas; Objeto de madeira infestado (b), com resíduos fecais (pó fino) diretamente por baixo do local onde é efetuado o dano; Danos provocados pela alimentação. Num tecido (c), onde são visíveis orifícios “limpos” com poucas fibras dispersas, e em espécimes animais (borboletas)(d) alvo de várias larvas ao mesmo tempo [(a – c), English Heritage, n.d.; (d) What’s eating your collection, n.d.b].

Métodos de monitorização e prevenção

Como medidas de monitorização:

- No interior, podem ser usadas armadilhas adesivas com atrativos que contêm feromonas sexuais intraespecíficas, que atraem os machos da espécie, ou com atrativos alimentares que atraem ambos os sexos, adultos e larvas.

- Da mesma forma, armadilhas ao ar livre com iscos compostos por feromonas também fornecerão informações úteis.
- Podem ser usadas armadilhas adesivas, colocadas numa superfície plana, que são mais pequenas, com um perfil baixo e, por isso, podem ser escondidas em locais estratégicos, sendo as mais adequadas para esta espécie.
- As armadilhas com feromonas podem ser colocadas durante todo o ano, mas são especialmente eficazes quando as temperaturas excedem 12.5°C.
- Em contextos domésticos, é recomendado o uso de uma ou duas armadilhas com feromonas por sala. Em áreas comerciais, como armazéns ou museus, é recomendada a colocação de armadilhas com feromonas a 7.5 m e 15 m de distância umas das outras. Devem ser colocadas perto dos materiais mais vulnerável à infestação e a 7.5 m de distância das portas para exterior.
- Aumentar a densidade das armadilhas com feromonas ajuda a localizar a fonte da infestação.
- É recomendado substituir as armadilhas quando a cola estiver cheia de insetos ou ficar coberta por pó, assim como substituir os atrativos de feromonas a cada 90 dias e, na mesma sala, todas ao mesmo tempo.
- As inspeções regulares a coleções e espaços são outra forma de monitorizar a atividade desta espécie.
- É importante procurar resíduos fecais, assim como os orifícios de saída e indivíduos adultos e larvas, em locais escondidos perto de possíveis fontes alimentares.
- Os dados obtidos nas armadilhas devem ser recolhidos, nomeadamente as espécies que foram identificadas e onde, os estágios de vida, assim como o número de indivíduos em cada estágio. As armadilhas devem ser cartografadas e numeradas para facilitar o processo de recolha, organização e interpretação dos dados.

Como medidas preventivas:

As medidas de prevenção incluem, essencialmente, a limpeza regular dos espaços, acondicionamento adequado das coleções e inspeções regulares.

- A aspiração regular dos espaços é importante, uma vez que as larvas podem prosperar em locais ocultos e imperturbados, como atrás de rodapés, nas margens de tapetes de lã (especialmente perto de rodapés), em resíduos orgânicos entre as tábuas do soalho e na proximidade de teias de aranha.
- As inspeções devem incluir as chaminés, sótãos e telhados, onde possam existir ninhos de aves e vespas. Estes devem ser retirados e possíveis locais de nidificação devem ser tapados.
- Os bens culturais em lã e outras fibras naturais devem ser limpos e acondicionados em contentores de polietileno bem vedados, para evitar o acesso.
- A quarentena é uma medida importante. Quando objetos são movimentados entre edifícios, ou mesmo dentro do museu, devem ficar isolados e ser devidamente inspecionados, antes de integrarem as coleções.

Bibliografia

- ☑ What's eating your collection. (n.d.a). *Varied carpet beetle Anthrenus verbasci*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=52>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.b). *Anthrenus cast skins in butterfly case*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=333>
- ☑ English Heritage. (n.d.). *Pest Fact sheet No 1 Varied carpet beetle*. Swindon, England: EH. Retrieved from: https://www.english-heritage.org.uk/siteassets/home/learn/conservation/collections-advice--guidance/varied_carpet_beetle_-_fact_sheet_1.pdf
- ☑ Hauze, D. (2020). *Anthrenus verbasci varied carpet beetle*. *Animal Diversity Web*. Retrieved from: https://animaldiversity.org/accounts/Anthrenus_verbasci/
- ☑ MuseumPest.net. (2012). *Pest Fact Sheets: Varied Carpet Beetle Anthrenus verbasci (Linnaeus)*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2019/03/Varied-Carpet-Beetle.pdf>
- ☑ Natural History Museum. (n.d.). *Carpet beetles identification guide: Varied carpet beetle (Anthrenus verbasci)*. Retrieved from: <https://www.nhm.ac.uk/take-part/identify-nature/common-insect-pest-species-in-homes/carpet-beetles-identification-guide.html>
- ☑ Orkin. (n.d.). *Life cycle of carpet beetles*. Retrieved from: <https://www.orkin.com/pests/beetles/carpet-beetles/life-cycle-of-carpet-beetles>

4.2.4. Vodka beetle ou Brown carpet beetle (“Besouro dos tapetes castanho”)

Attagenus smirnovi Zhantiev, 1973



Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Coleoptera

Família: Dermestidae

Gênero: *Attagenus*

Espécie: *Attagenus smirnovi*
Zhantiev, 1973

Figura ApE88 - © Alexis, 2020.



Figura ApE89 – Vista dorsal de uma fêmea, à esquerda, (Gernotkunuz, 2018) e de larvas, à direita, da espécie *A. smirnovi* (What’s eating your collection, n.d.b).

Características-Chave

- ☑ Varia entre 2 e 5 mm de comprimento (adulto); entre 0.5 e 8 mm (larva).
- ☑ A cor base é preta, os élitros são cobertos por cerdas castanho-claras/avermelhadas, cabeça e pronoto castanhos-escuros ou pretos (adulto); o dorso do corpo com bandas escuras e claras, região ventral castanho-clara (larva).
- ☑ Corpo oval (adulto); corpo segmentado e afunilado, tórax e abdómen cobertos por cerdas douradas e com dois tufos de cerdas longas no final do abdómen (larva).
- ☑ Dois pares de asas (anteriores são élitros) e três pares de pernas (adulto); três pares de pernas curtas (larva). Dois olhos e duas antenas com os últimos segmentos modificados (adulto); peças bucais bem desenvolvidas (larva).

Caracterização biológica e ciclo de vida

Coloração

- A coloração base é preta, mas os élitros são cobertos por cerdas densas e curtas castanho-claras/avermelhadas. A cabeça e o pronoto são castanhos-escuros ou pretos.
- Nas larvas, os segmentos dorsais são muito visíveis e o corpo parece dividido por bandas, com tiras escuras mais largas que as claras. A região ventral é castanho-claro. São muito semelhantes às larvas da espécie *A. pellio* e quase impossíveis de distinguir.

Forma do corpo

Indivíduo adulto:

- O tamanho corporal de um indivíduo adulto desta espécie varia entre 2 e 5 mm, de comprimento, e 2 a 2.5 mm de largura.
- Por norma, as fêmeas são mais largas que os machos.
- O corpo tem uma forma oval. Dividido em cabeça, tórax e abdómen.

Larva:

- O tamanho corporal das larvas varia entre 0.5 mm e 8 mm de comprimento.
- O corpo tem a forma semelhante a um torpedo e afunila da cabeça para o final do abdómen.

Apêndices e morfologia externa

Indivíduo adulto:

- Possui dois olhos compostos e um ocelo visível no meio da cabeça prognata e com peças bucais mastigadoras.

- O adulto tem duas antenas castanho-claras ou avermelhadas. Nos machos, o 11º segmento (último) tem uma forma semelhante a um sabre e é quatro vezes maior que os dois segmentos anteriores juntos.
- Nas fêmeas, os últimos 3 segmentos das antenas também são aumentados, mas são mais pequenos que no macho e com uma forma mais arredondada.
- Tem seis pernas avermelhadas ou castanho-claras.

Larva:

- Com mandíbulas bem desenvolvidas.
- O tórax e o abdómen são cobertos por pequenas cerdas douradas.
- No final do abdómen, possuem dois tufo de cerdas longas semelhantes a escovas.
- Com três pares de pernas torácicas.

Ciclo de vida

- O ciclo de vida desta espécie é holometabólico. A fêmea adulta deposita ovos, dos quais eclodem larvas. Quando completamente desenvolvidas, as larvas pupam e dão origem a um besouro adulto.
- Em condições favoráveis, a fêmea adulta deposita entre 30 e 50 ovos em pequenos buracos ou outros esconderijos protegidos, na proximidade de materiais que sirvam de alimento às larvas.
- Os ovos eclodem em aproximadamente 10 dias.
- Quando as larvas eclodem, começam a alimentar-se do material onde se encontram. Devido ao seu tamanho reduzido, conseguem entrar facilmente em armários e gavetas. Quando aumentam de tamanho são mais ativas e podem afetar mais do que um objeto.
- Em condições favoráveis, a larva completa o seu desenvolvimento em 3 meses. O desenvolvimento larvar depende das fontes nutricionais e das condições ambientais (temperatura e a humidade relativa).

- Em condições favoráveis o estágio de pupa dura entre 8 e 13 dias, no final dos quais o adulto emerge.
- Em situações menos favoráveis o desenvolvimento pode ser muito mais lento e, nestes casos, o ciclo de vida demora entre 6 e 18 meses.
- Em edifícios permanentemente aquecidos, as larvas e os adultos podem ser vistos durante todo o ano. No entanto, por norma, os adultos são mais comuns entre março e setembro.



Figura ApE90 – Aspectos da morfologia externa dos adultos da espécie *A. smirnovi*. À esquerda, as diferenças entre o macho (A) e a fêmea (B) (Ford, E. J. Jr., in Pentinsaari et al., 2019). As fêmeas são maiores do que os machos e as antenas diferem na sua forma. No macho o último segmento é muito comprido e com forma de sabre, enquanto na fêmea, são os três últimos segmentos que são modificados e apresentam uma forma arredondada. À direita, vista ventral de uma fêmea, que permite distinguir bem a cabeça prognata, os dois olhos compostos grandes e pretos, e as cerdas douradas que também revestem o dorso preto (Gernotkunuz, 2018).



Figura ApE91 – Larva da espécie *A. smirnovi*. É possível distinguir as bandas dorsais mais escuras intercaladas por umas mais pequenas e claras. O corpo está revestido por pequenas cerdas douradas. No final do abdómen é possível distinguir os dois tufos de cerdas longas semelhantes a escovas (seta) (Pinniger, D., n.d.).

Alimentação e atividade

- Atualmente, a espécie está presente na maioria dos países europeus.
- Em ambiente natural, os indivíduos podem ser encontrados em ninhos de aves e morcegos. No entanto, esta espécie adaptou-se e agora procura viver em ambientes humanos e pode ser observada em edifícios humanos, casas e museus, ou ao redor destes.
- A temperatura ideal para esta espécie é de 24°C, em ambientes com 70% a 80% de humidade relativa.
- Os adultos são bons voadores e movem-se ativamente, principalmente durante o dia.
- Nos edifícios, estes insetos podem espalhar-se pelas salas e entre os pisos.
- Pelo menos nos meses mais quentes, os adultos podem voar de um edifício para outros. No entanto, a principal via de propagação consiste no transporte de objetos pelos humanos.
- As larvas evitam a luz e, quando são perturbadas, fingem que estão mortas.
- Os adultos comem pouco. Até conseguem sobreviver sem se alimentarem. As larvas são as principais responsáveis pelos danos.

- As larvas alimentam-se de materiais e detritos orgânicos secos, que contenham proteínas animais (essencialmente queratina) e amido, como plantas secas, sementes e cereais, tecidos de lã, penas, pelos, couros e peles.

Materiais vulneráveis e evidências de dano

Materiais vulneráveis

Nos museus, as larvas desta espécie de besouros alimentam-se de coleções de natureza orgânica. Assim, as mais vulneráveis são:

- Coleções de história natural, especialmente as de origem animal, como os pelos, penas e peles de espécimes de animais, incluindo coleções de entomologia e os mamíferos taxidermizados.
- Coleções têxteis, como tapeçarias, estofos de mobiliário ou indumentária, principalmente em lã.
- Coleções etnográficas, considerando penas, peles, couro, escovas feitas com cerdas naturais.
- Coleções documentais. Documentos gráficos e fotográficos, para além da documentação em papel associada a todas as coleções.

Evidências de atividade e danos provocados

- São predominantemente diurnos e geralmente são encontrados perto de aberturas dos edifícios, enquanto procuram locais para nidificar ou então nos peitoris de janelas, uma vez que são atraídos pela luz.
- No contexto do edifício, em casas históricas e casas-museu, as larvas podem ser encontradas em grande quantidade em resíduos orgânicos acumulados em orifícios, fissuras no piso e espaços vazios em cantos, carpetes, entre outros locais escondidos, húmidos e escuros.

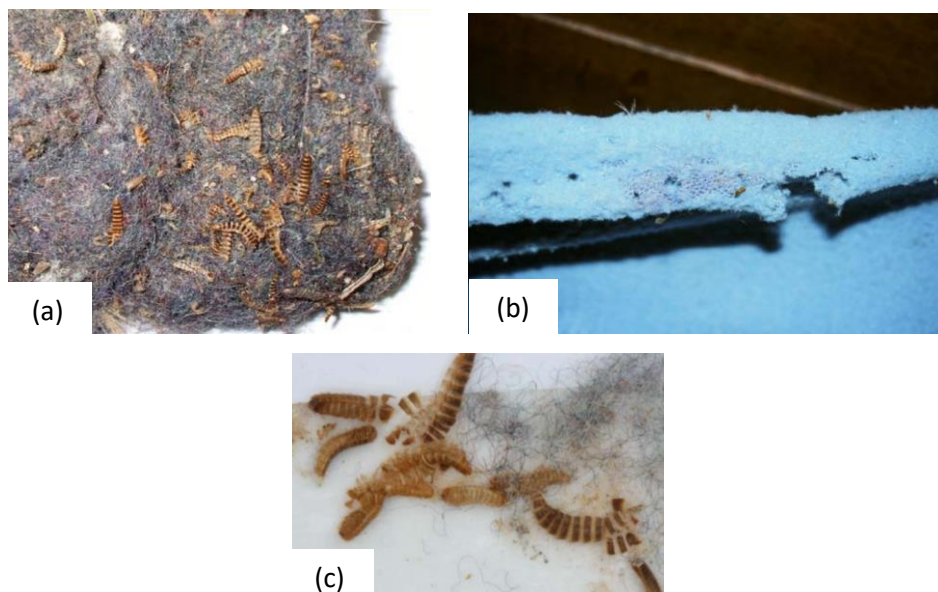


Figura ApE92 – Evidências de atividade e danos provocados por larvas da espécie *A. smirnovi*, em têxteis: Exúvias (a), indicativo de atividade intensa; Cobertor em lã (b). É possível observar orifícios resultantes da alimentação e detetar a falta de algumas fibras superficiais; Armadilha adesiva plana (c), com exúvias e larvas (Pinniger, D., n.d.).

- Resíduos fecais e exúvias larvais também podem ser encontrados nas fontes alimentares. As exúvias são abundantes e com aparência listada (como a larva).
- Os sinais de infestação são resultantes da sua alimentação e atividade e caracterizam-se por lacunas no material: falta de fibras e orifícios (tecidos), ou pela falta de pelos, penas e até partes inteiras do animal ou planta (espécimes).

Métodos de monitorização e prevenção

Como medidas de monitorização:

As medidas de monitorização desta espécie envolvem inspeções regulares e o uso de armadilhas.

- Podem ser usadas armadilhas adesivas com iscos de atrativos sexuais, feromonas, ou iscos com atrativos alimentares que atraem os indivíduos adultos e as larvas.
- A instalação de várias armadilhas pode ajudar a identificar a origem da infestação (ou reduzir a área de busca).
- As armadilhas adesivas planas devem ser colocadas em vários locais onde se considere mais provável a sua presença. Como, por norma, têm um formato reduzido e compacto, podem ser escondidas em locais particularmente húmidos e escuros no edifício, reservas e áreas expositivas próximas das possíveis fontes alimentares das larvas.
- Devem ser inspecionadas com regularidade, para monitorizar a atividade dos indivíduos e para ajudar a perceber se as medidas de controlo aplicadas estão a surtir efeito.
- É recomendada a sua substituição quando a cola estiver cheia de insetos ou ficar coberta por pó, assim como substituir os atrativos de feromonas a cada 90 dias, e na mesma sala, todas ao mesmo tempo.
- As inspeções visuais das coleções e espaços, regulares, planeadas e implementadas tendo em atenção o ciclo de vida, preferências alimentares e condições ambientais de conforto da espécie, serão muito importantes. Devem ser procuradas as evidências de atividade e danos referidos anteriormente.
- As chaminés não utilizadas, caso existam, devem ser verificadas e limpas. O mesmo se aplica em áreas como telhados e sótãos.
- Os dados obtidos nas armadilhas devem ser recolhidos, nomeadamente as espécies que foram identificadas e onde, os estágios de vida, assim como o número de indivíduos em cada estágio. As armadilhas devem ser cartografadas e numeradas para facilitar o processo de recolha, organização e interpretação dos dados.



Figura ApE93 – Exemplo de uma armadilha adesiva plana que pode ser usada para monitorizar a presença de insetos da espécie *A. smirnovi*. No centro, é visível o isco, composto por uma combinação de múltiplos atrativos alimentares que funcionam com todos os tipos de larvas e besouros adultos da família Dermestidae. Estes iscos permanecem atraentes por 1 ano. Os estágios larvais, bem como os besouros adultos machos e fêmeas, são atraídos pelo isco e ficam presos na cola quando entram na armadilha (Insects Limited Incorporated, n.d).

Como medidas preventivas:

As medidas de prevenção incluem, essencialmente, a limpeza regular dos espaços, ações adequadas de acondicionamento das coleções e inspeções regulares, procurando evidências de atividade e danos.

- É importante manter rotinas rigorosas de limpeza. Possíveis fontes alimentares e locais de nidificação nos edifícios devem ser limpos e removidos, especialmente em locais inacessíveis, como entre as tábuas do soalho.
- Quando possível e necessário, as zonas de exposição e as reservas devem ter um ambiente controlado, atendendo aos valores de temperatura e humidade relativa de conforto das coleções e da espécie, procurando impedir ou retardar o desenvolvimento das larvas.
- Caso se verifique uma infestação num bem, este deve ser removido para desinfestação, e a área onde este se encontrava, assim como as áreas

circundantes, devem ser minuciosamente limpas, por aspiração (com filtros HEPA).

- Os bens culturais vulneráveis devem ser limpos, secos e acondicionados em contentores de polietileno bem vedados, para evitar a entrada das larvas.
- A quarentena é uma medida importante. Quando bens culturais são movimentados entre edifícios, ou mesmo dentro do museu, devem ficar isolados e ser devidamente inspecionados, antes de integrarem as coleções.

Bibliografia

- ☑ What's eating your collection. (n.d.a). *Brown carpet beetle or Vodka beetle Attagenus smirnovi*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=73>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.b). *Vodka beetle larvae Attagenus smirnovi*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=260>
- ☑ Alexis. (2020). *Attagenus smirnovi*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/37560991>
- ☑ Gernotkunz. (2018). *Attagenus smirnovi*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/18502107>
- ☑ Insects Limited Incorporated. (n.d). *All Beetle Dermestid Attractant Kit (IL-2300)*. Retrieved from: <https://www.insectslimited.com/store/p/all-beetle-dermestid-attractant-kit>
- ☑ MuseumPest.net. (2013). *Pest Fact Sheets: Vodka beetle Attagenus smirnovi (Zhantiev)*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2019/03/Vodka-beetle.pdf>
- ☑ Natural History Museum. (n.d.). *Carpet beetles identification guide: Brown carpet beetle (Attagenus smirnovi)*. Retrieved from: <https://www.nhm.ac.uk/take-part/identify-nature/common-insect-pest-species-in-homes/carpet-beetles-identification-guide.html>
- ☑ Pentinsaari, M., Anderson, R., Borowiec, L., Bouchard, P., Brunke, A., Douglas, H., ... Hebert, P.D.N. (2019). DNA barcodes reveal 63 overlooked species of Canadian beetles (Insecta, Coleoptera). *ZooKeys*, 894, 53-150. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/337740170_DNA_barcodes_reveal_63_overlooked_species_of_Canadian_beetles_Insecta_Coleoptera
- ☑ Pinniger, D. (n.d.). *Pest Fact sheet No 11 Two-spot carpet beetle and Vodka beetle*. Swindon, England: English Heritage. Retrieved from: [https://www.english-heritage.org.uk/siteassets/home/learn/conservation/collections-advice--guidance/two spot carpet beetle and vodka beetle - fact sheet 11.pdf](https://www.english-heritage.org.uk/siteassets/home/learn/conservation/collections-advice--guidance/two_spot_carpet_beetle_and_vodka_beetle_-_fact_sheet_11.pdf)

5. Ordem Lepidoptera

5.1. Apresentação

Os Lepidoptera são uma das principais ordens de insetos, tanto em tamanho, com quase 160.000 espécies descritas em mais de 120 famílias, quanto em popularidade, com muitos entomologistas amadores e profissionais interessados nestes insetos, principalmente em borboletas.

A ordem está dividida em quatro subordens. Três das quatro subordens (Zeugloptera, Aglossata e Heterobathmiina) contêm poucas espécies e não possuem a probóscide característica da subordem, Glossata. Este grupo contém a grande maioria das espécies descritas, incluindo o clado Ditrysia, definido por características abdominais únicas, especialmente na genitália.

O tamanho corporal dos lepidópteros adultos é muito variável, podendo ser considerados de muito pequenos, a grandes (com uma envergadura entre 3 mm e 30 cm, a maioria abaixo de 75 mm).

A cabeça é hipognata e o aparelho bucal normalmente assume a forma de uma probóscide longa e enrolada através da qual líquidos como o néctar podem ser sugados. Geralmente, possuem grandes palpos labiais, enquanto outras peças bucais estão ausentes. As mandíbulas estão ausentes na maioria dos adultos, mas presentes nas larvas. A cabeça tem ainda olhos compostos grandes e é frequente a presença de ocelos e/ou um par de órgãos sensoriais situados lateralmente. As antenas são multissegmentadas, muitas vezes em forma de pente (pectinadas) nas traças e nodosas ou claviformes nas borboletas.

O corpo e as asas estão cobertos por pequenas escamas (dupla camada nas asas) que podem ser coloridas ou iridescentes. As asas anteriores e posteriores estão ligadas por um frénulo ou simples sobreposição. A venação alar consiste predominantemente em veias longitudinais, com poucas veias cruzadas, e algumas células grandes, especialmente a discal.

O protórax é pequeno, com pares de placas dispostas lateralmente no dorso. Já o mesotórax é grande e possui uma tégula (esclerito articulado) lateral que protege a articulação das asas. O metatórax também é reduzido.

As pernas são longas com cinco tarsómeros (segmentos do tarso), geralmente adaptadas para andar. Existe um par em cada um dos três segmentos do tórax. O abdómen possui 10 segmentos, com o 1º segmento variavelmente reduzido e o 9º e 10º segmentos modificados como genitália externa.

O comportamento de pré-acasalamento, incluindo a corte e, geralmente, envolve feromonas. O encontro entre os sexos é muitas vezes aéreo, mas a cópula ocorre numa superfície. Os ovos são colocados em cima, perto ou, mais raramente, dentro de uma planta hospedeira para as larvas. O número de ovos e o grau de agregação são muito variáveis e a diapausa é comum.

O ciclo de vida dos lepidópteros é holometabólico. Os insetos passam por quatro estágios: ovo, larva, pupa e inseto adulto. As larvas, conhecidas como lagartas, são, tipicamente, herbívoras.

As larvas de lepidópteros têm uma cápsula cefálica hipognata ou prognata, geralmente com a cutícula endurecida. O aparelho bucal é mandibulado e podem ser encontrados seis olhos simples nas laterais (12 no total) e um par de antenas curtas com três segmentos, ainda na cabeça. A seda para o casulo é produzida no aparelho bucal.

As pernas torácicas são articuladas, possuem cinco segmentos e uma garra. O abdómen tem 10 segmentos e, em alguns, estão presentes pernas falsas curtas (pernas sem segmentos de uma larva).

Quando as lagartas estão totalmente desenvolvidas, ocorre a última muda, em que se transformam em pupas. Nas traças, a pupa ou crisálida (termo usualmente usado para descrever as pupas das borboletas) está contida dentro de um casulo de seda. No caso das borboletas, está nua (sem casulo, mas com uma cutícula endurecida chamada crisálida). Nesta fase, tipicamente, as mandíbulas não são articuladas e os apêndices estão ligados ao corpo dentro do casulo ou crisálida.

Membros desta ordem estão presentes em todos os lugares onde há vegetação. Os lepidópteros adultos alimentam-se de líquidos nutritivos, como néctar e outras secreções de plantas vivas e em decomposição. Algumas espécies perfuram frutas ou sugam sangue. A maioria das lagartas é fitófaga, mas algumas alimentam-se de fungos.

Várias são predadoras e outras necrófagas, principalmente entre os membros da família Tineidae.

Muitas vezes, as lagartas e pupas apresentam grandes semelhanças morfológicas com indivíduos de outras espécies, animais e vegetais (mimetismo), ou com o ambiente circundante, tornando difícil a sua observação e detecção (crípse) particularmente quando se alimentam em posições expostas. Algumas lagartas desenvolveram colorações de advertência (aposematismo) para alertar os predadores sobre a sua toxicidade. Os adultos apresentam formas de mimetismo defensivo.

Relativamente aos seus hábitos, as borboletas voam quase exclusivamente durante o dia, enquanto a maioria das traças é ativa à noite ou ao anoitecer. A principal característica, visível, diferenciadora entre borboletas e traças é a posição das asas em repouso. As borboletas mantêm as asas juntas verticalmente acima do corpo, em contraste com as traças, que mantêm as asas planas ou enroladas ao redor do corpo. Algumas espécies de lepidópteros têm adultos com pequenas asas rudimentares e, às vezes, fêmeas adultas completamente sem asas.

Algumas espécies, nos estágios larvares essencialmente, são significativas pragas de plantas. Outras espécies, como as traças da família Tineidae, são comumente consideradas pragas num contexto urbano, porque os estágios larvares alimentam-se de tecidos têxteis feitos de fibras proteicas naturais, como lã ou seda.



Figura ApE94 – Da esquerda: Borboleta adulta da espécie *Battus philenor* (Borboleta-Cauda-de-Andorinha Azul). É possível distinguir os olhos compostos grandes, a probóscide, os três pares de pernas torácicas longas e as antenas claviformes; Traça adulta da espécie *Graellsia*

isabellae (Traça lunar espanhola). É possível distinguir as antenas em forma de pente; Traça da espécie *Hemerophila diva* que evidencia a iridescência das escamas nas asas (Edward Perry IV, 2018; kike Vergara, 2020; Chris Rorabaugh, 2021 respectivamente).

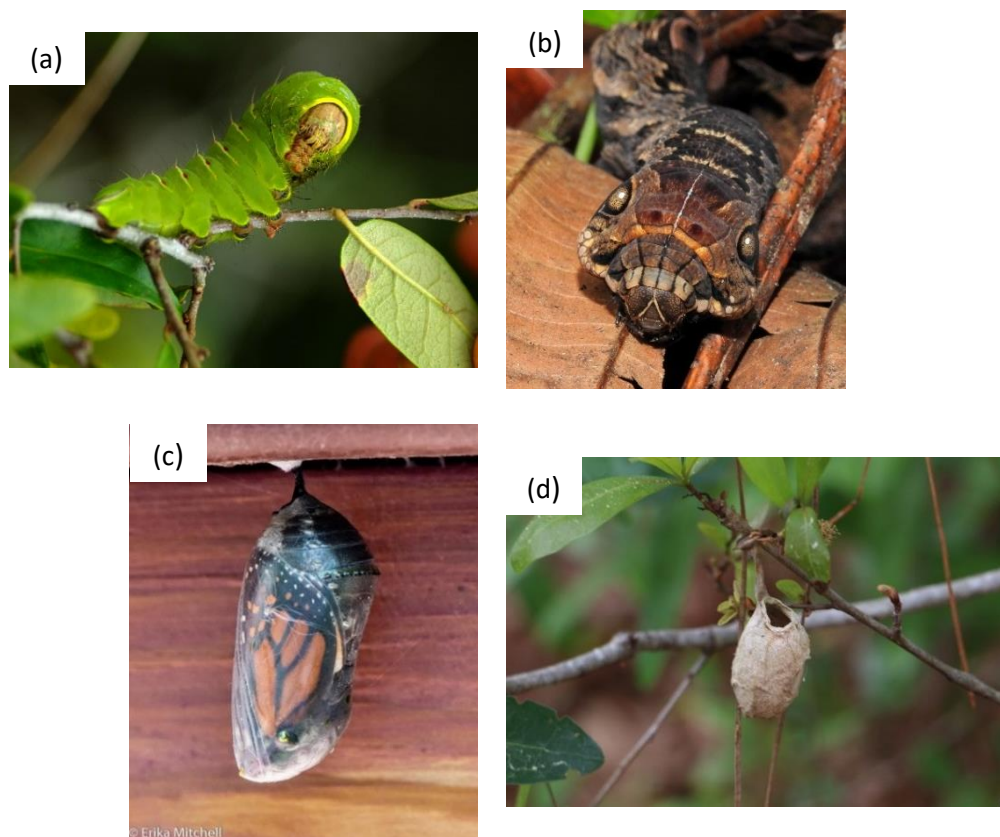


Figura ApE95 – (a) Lagarta de uma borboleta da espécie *Antheraea polyphemus*. É possível distinguir os três pares de pernas torácicas e as pernas falsas abdominais, assim como o aparelho bucal mastigador. (b) Lagarta da espécie de traça *Eumorpha labruscae*, que evidencia o uso de estratégias de mimetismo como defesa (neste caso, a imitação da cabeça de uma cobra). (c) Crisálida da espécie *Danaus plexippus* (Borboleta-Monarca), a transparência indica que está próxima do momento de eclosão. (d) Casulo de seda aberto de uma pupa de traça da espécie *Antheraea polyphemus* (Peter and Kim Connolly, 2017; Matteo Cassella, 2016; Erika Mitchell, 2018; Logan Crees, 2021 respectivamente).

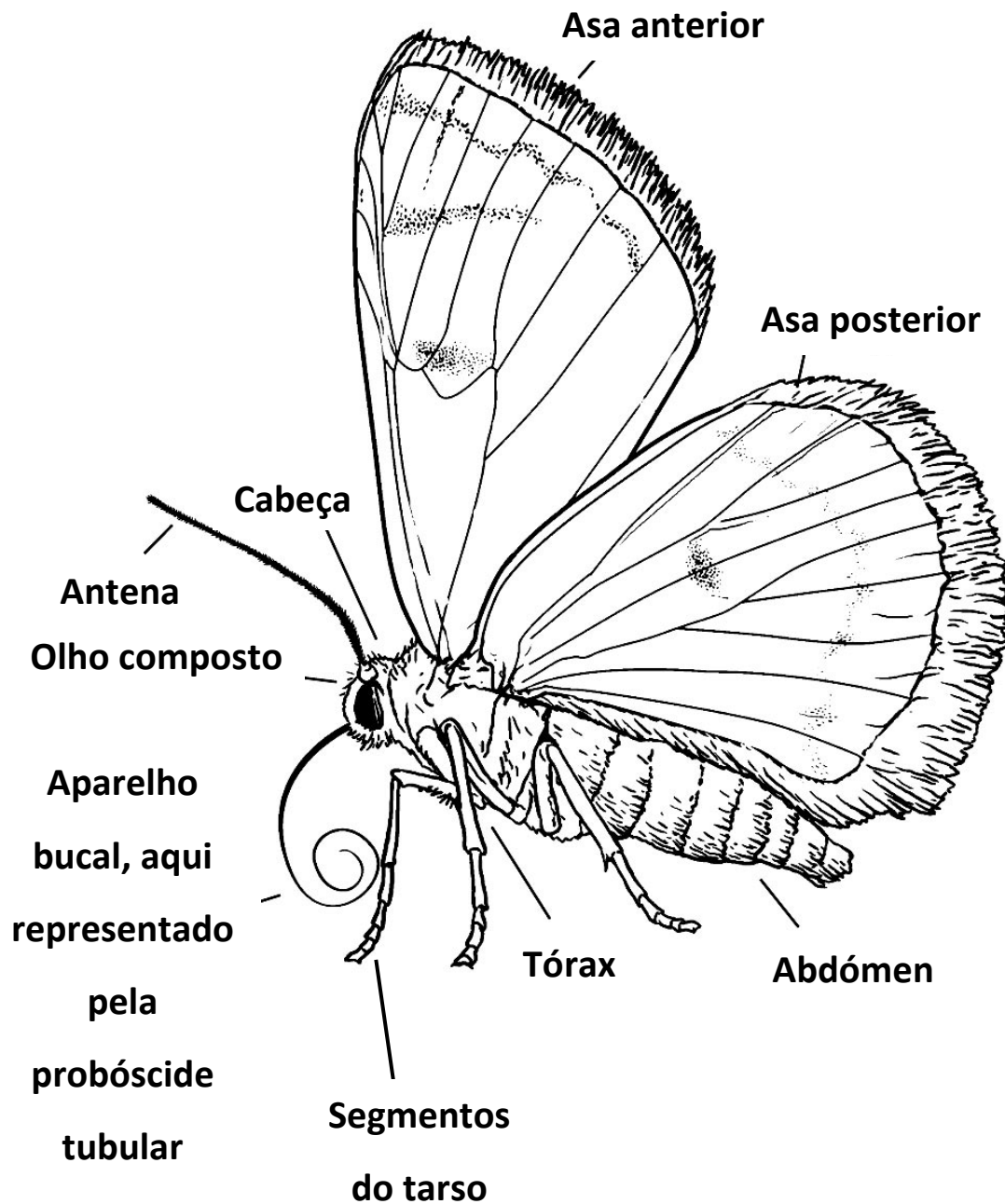


Figura ApE96 – Anatomia externa geral de uma traça. Adaptado de Kollath Graphic Design (n.d.).

Bibliografia

- ☑ Chapman, R.F. (2013). *The Insects: Structure and function* (5th ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press. Retrieved from: https://www.researchgate.net/profile/Khalid_Khan22/post/What_are_your_favorite_entomology_textbooks/attachment/59d6355dc49f478072ea357a/AS%3A273663524311040%401442257876021/download/Chapman+5+th+edition+The+Insects+structure+and+function.pdf
- ☑ Chris Rorabaugh. (2021). *Hemerophila diva*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/92508536>
- ☑ Cranston, P.S. & Gullan, P.J. (2014). *The insects: An outline of entomology* (5th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. Retrieved from: <https://docero.com.br/doc/51sne8>
- ☑ Edward Perry IV. (2018). *Battus philenor*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/17802806>
- ☑ Erika Mitchell. (2018). *Borboleta-Monarca (Danaus plexippus)*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/16780601>
- ☑ Insects Limited Incorporated. (n.d). *Varied Carpet Beetle (Anthrenus verbasci)*. Retrieved from: <https://www.insectslimited.com/varied-carpet-beetle>
- ☑ kike Vergara. (2020). *Graellsia isabellae*. iNaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/65194827>
- ☑ Kollath Graphic Design. (n.d.). *External Moth Anatomy*. Retrieved from: <https://kollathdesign.com/portfolio/external-moth-anatomy/>
- ☑ Logan Crees. (2021). *Antheraea Polyphemus*. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/69512440>
- ☑ Matteo Cassella. (2016). *Eumorpha labruscae*. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/35902767>
- ☑ Peter and Kim Connolly. (2017). *Antheraea Polyphemus*. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/13955578>

5.2. Fichas de identificação

5.2.1. Brown house moth (“Traça castanha doméstica”)

Hofmannophila pseudospretella (Stainton, 1849)



Figura ApE97 - © Rebecca Stroud, 2021.

Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Lepidoptera

Família: Oecophoridae

Gênero: *Hofmannophila*

Espécie: *Hofmannophila pseudospretella* (Stainton, 1849)



Figura ApE98 – Vista dorsal de uma traça adulta e vista dorsal de uma larva da espécie *H. pseudospretella* (Stephen J. McWilliam, 2021; What’s eating your collection, n.d.b, respetivamente).

Características-Chave

- Varia entre 10 e 15 mm de comprimento (adulto); entre 0.5 e 11 mm (larva). Envergadura das asas entre 16 e 25 mm.
- Cor castanho-escura com pontos ou manchas mais escuras (adulto); corpo bege/branco com cabeça castanha (larva).
- Corpo achatado, do dorso para o ventre, e estreito quando em repouso (adulto); corpo mole e segmentado (larva).
- Dois pares de asas, três pares de pernas longas (adultos); três pares de pernas torácicas (larvas). Dois olhos compostos e duas antenas longas e finas (adultos).

Caracterização biológica e ciclo de vida

Coloração

- O corpo dos adultos é castanho. A coloração das asas é castanho-escuro com pontos ou manchas mais escuras, o que lhe confere uma aparência manchada.
- As larvas são bege/brancas com uma cápsula cefálica castanha.

Forma do corpo

Indivíduo adulto:

- O corpo do indivíduo adulto desta espécie é relativamente pequeno, com cerca de 10 a 15 mm de comprimento. A envergadura das asas mede entre aproximadamente 16 e 25 mm.

Larva:

- O tamanho corporal da larva varia entre 0.5 e 11 mm de comprimento.
- Possui um corpo cilíndrico e pouco rígido.

Apêndices e morfologia externa

Indivíduo adulto:

- A cabeça possui um par de antenas longas e dois olhos compostos.
- Os palpos maxilares estão curvados para trás, por cima da cabeça.
- O aparelho bucal é sugador, mas as peças bucais não são funcionais.
- Possui um par de asas, que descansam sobre o dorso do corpo, em repouso.
- As asas posteriores possuem franjas de cerdas longas.
- Tem seis pernas torácicas longas.

Larva:

- Tal como as restantes na ordem Lepidoptera, é polipoide.

- Tem seis pernas torácicas curtas e pernas abdominais pouco desenvolvidas. É bastante inativa, por viver em contacto com o seu alimento.
- Tem um aparelho bucal mastigador.

Ciclo de vida

- O ciclo de vida é holometabólico. A traça adulta deposita ovos, dos quais eclodem larvas. Quando completamente desenvolvidas, as larvas pupam e dão origem a uma traça adulta.
- O ciclo de vida desta espécie varia muito consoante o ambiente.
- Quando o tempo está mais quente, os adultos voam e as fêmeas depositam lotes de ovos em locais escondidos, perto de fontes alimentares.
- Os ovos são extremamente sensíveis à temperatura e quase indiferentes às variações de humidade relativa. O período de incubação pode variar entre 110 dias (verificado em ambientes a 10°C e 90%) e 5 a 8 dias (verificado em ambientes a 27°C e 90%). Variações de humidade relativa, não afetam grandemente o desenvolvimento do embrião.
- A duração do estágio larvar pode variar entre cerca de 145 dias (pelos 13°C) e dias (pelos 25°C), a cerca de 90% de humidade relativa em ambos os casos. Ao contrário dos ovos, as larvas necessitam de humidade relativa bastante alta (cerca de 80%).
- Geralmente, as larvas completamente desenvolvidas entram num período de diapausa. Após este período de repouso, formam um casulo dentro da fonte alimentar e pupam. Podem perfurar materiais artificiais, dos quais não se alimentam, de forma a proteger a pupa.
- A duração do estágio de pupa varia de acordo com a temperatura. Se a temperatura for elevada (cerca de 28°C) pode demorar cerca de 13 dias. Se a temperatura for muito mais baixa (10°C), o período estende-se até cerca de 100 dias.
- Por norma, o seu ciclo de vida demora cerca de 1 ano para ser finalizado.

→ Geralmente, os indivíduos adultos desta espécie vivem cerca de um mês.

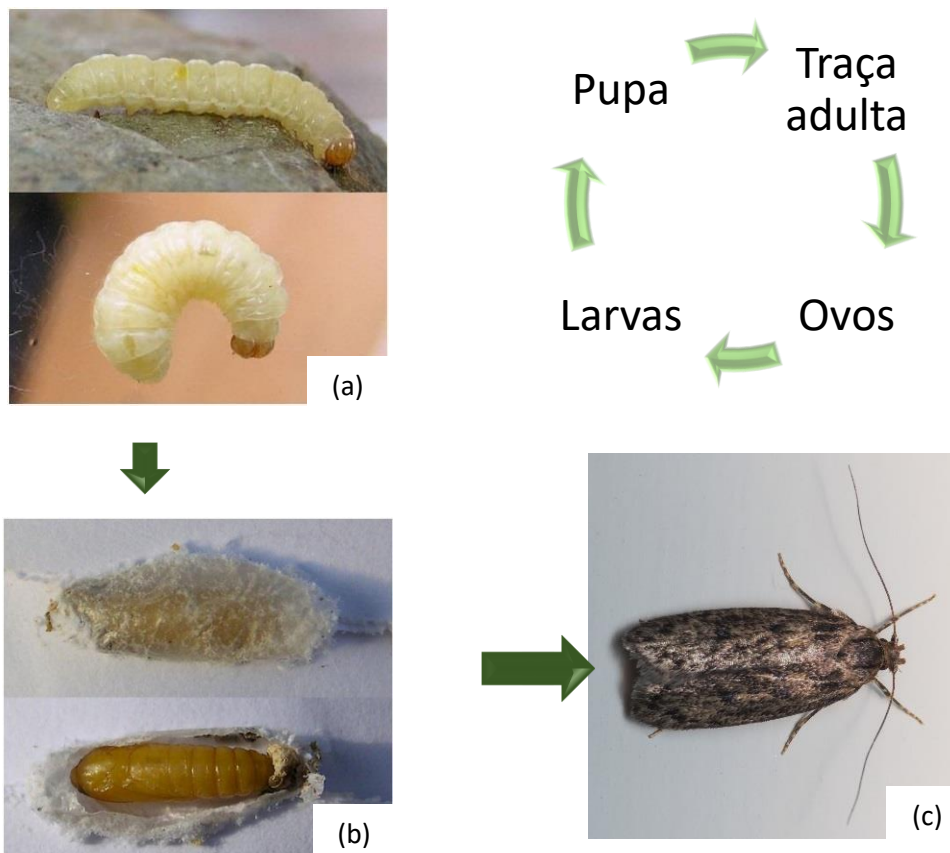


Figura ApE99 – Ciclo de vida de um indivíduo da espécie *H. pseudospretella*. Estão representados três dos estágios de vida: Duas larvas (a), onde é possível distinguir a cápsula cefálica mais escura; Uma pupa com o casulo (b), primeiro intacto e, depois, aberto para revelar a pupa no interior (Ben Smart, n.d.a & n.d.b); Indivíduo adulto (c) (Emanuele Santarelli, 2020).

Alimentação e atividade

- Esta espécie tem uma distribuição geográfica global.
- Adaptou-se a viver em contexto urbano e é frequentemente encontrada em edifícios.
- Indivíduos podem ser observados com frequência em chaminés, devido à presença de ninhos e aves mortas.

- Os adultos não se alimentam. As principais causadoras de danos são as larvas.
- Em ambiente de interior, o alimento das larvas consiste numa grande variedade de materiais ricos em proteínas.
- No hemisfério norte, as traças adultas desta espécie estão mais ativas durante os meses de verão e outono.

Materiais vulneráveis e evidências de dano

Materiais vulneráveis

Como as larvas se alimentam de uma ampla variedade de materiais, causam danos consideráveis a muitos bens culturais integrados em coleções museológicas, que sejam constituídos por matéria orgânica animal e vegetal.

- Os mais vulneráveis são os que se encontrem húmidos, como, apenas por exemplo, documentos, com ou sem encadernação, têxteis com manchas de suor, gordura ou perfume, sementes, grãos, peles, insetos mortos (que integram coleções de entomologia e outros), espécimes de animais, carcaças de mamíferos em decomposição (pássaros, ratos).
- Raramente provocam danos em têxteis limpos e secos.

Evidências de atividade e danos provocados

- Provocam danos através da sua alimentação e atividade.
- Os danos não são particularmente distintos. Aparecem de forma irregular e são difíceis de observar.
- Uma vez que a larva tece o casulo da pupa no interior dos materiais utilizados como fonte de alimento, geralmente esta é difícil de observar.
- No entanto, resultantes da sua atividade podem ser observados resíduos fecais e galerias de seda tecidas pelas larvas, misturadas com resíduos fecais e partículas do material infestado.

- Apesar de serem muito comuns em casas históricas e casas-museu, são menos propensas a provocar danos do que as traças da roupa e raramente provocam danos em coleções, a menos que estejam muito húmidas.



Figura ApE100 – Evidências de atividade e danos provocados pelas larvas da espécie *H. pseudospretella* em dois materiais diferentes. À esquerda, uma bandeira com orifícios irregulares, alguns fragmentos de teias de seda remanescentes e resíduos fecais. À direita, uma larva a arranhar a superfície de um livro enquanto se alimenta da sua encadernação (What's eating your collection, n.d.c & n.d.d).

Métodos de monitorização e prevenção

Como medidas de monitorização:

- A monitorização desta espécie é comumente feita com recurso a armadilhas adesivas com feromonas sexuais intraespecíficas. Estas atraem os indivíduos adultos e impedem a sua reprodução.
- As armadilhas adesivas com feromonas podem ser planas e instaladas em superfícies próximas de potenciais locais de nidificação, ou podem ser penduradas. Uma vez que esta espécie é boa voadora, estas podem ser as mais adequadas para a monitorização da traça castanha doméstica.

- Durante uma inspeção visual, é recomendada a procura de evidências de atividade e danos provocados pelas larvas nos objetos.
- Verificar se há traças nas fendas, vincos e dobras das roupas, bem como atrás das etiquetas, bolsos e outros locais escondidos.
- Verificar por baixo das cadeiras, poltronas, sofás, em busca de sinais como teias de seda ou casulos de seda. Verificar também ao redor das pernas, nos botões, e nas dobras do banco ou dos braços de poltronas e outro mobiliário semelhante.
- Verificar sótãos e chaminés, onde é provável a existência de ninhos de aves. Caso sejam encontrados, é importante implementar medidas de limpeza e isolamento das áreas, para impedir novas ocupações.

Como medidas preventivas:

As medidas de prevenção centram-se, essencialmente, nas inspeções e limpezas regulares, aos espaços e coleções, e no limite de acesso dos insetos.

- A presença desta espécie pode indicar um problema ambiental de humidade relativa muito elevada, pelo que este parâmetro deve ser controlado, principalmente nos locais com potenciais fontes de alimentares.
- Garantir que os bens culturais estão limpos e secos antes de serem acondicionados em caixas de material neutro e com tampas herméticas.
- Aspirar (de preferência com filtros HEPA) regularmente o fundo e as bordas dos armários e de todas as prateleiras. Depois de usar o aspirador, esvaziar sempre o conteúdo do depósito e lavá-lo ou então (dependendo do tipo), descartá-lo no exterior.
- Quando uma fonte de infestação é localizada, selar e isolar o bem cultural infestado, para evitar a propagação das traças dentro da estrutura. As áreas próximas das fontes de infestação devem ser aspiradas minuciosamente.
- A quarentena é uma medida importante. Quando bens culturais são movimentados entre edifícios, ou mesmo dentro do museu, devem ficar isolados e ser devidamente inspecionados, antes de integrarem as coleções.

Bibliografia

- ☑ Ben Smart. (n.d.a). *Brown House-moth Hofmannophila pseudospretella* (Stainton, 1849). Ukmoths. Retrieved from: <https://www.ukmoths.org.uk/species/hofmannophila-pseudospretella/larva/>
- ☑ Ben Smart. (n.d.b). *Brown House-moth Hofmannophila pseudospretella* (Stainton, 1849). Ukmoths. Retrieved from: <https://www.ukmoths.org.uk/species/hofmannophila-pseudospretella/pupal-cocoon/>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.a). *Brown house moth Hofmannophila pseudospretella*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=95>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.b). *Brown house moth larva Hofmannophila pseudospretella*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=266>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.c). *Brown house moth damage to flag*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=341>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.d). *Brown house moth larva on book*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=370>
- ☑ Emanuele Santarelli. (2020). *Hofmannophila pseudospretella*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/58548363>
- ☑ MuseumPest.net. (2019). *Pest Fact Sheets: Brown House Moth Hofmannophila pseudospretella*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2019/03/brown-house-moth.pdf>
- ☑ National Museums Scotland. (n.d.). *How to identify pests: Brown House Moth (Hofmannophila pseudospretella)*. Retrieved from: <https://www.nms.ac.uk/about-us/our-services/training-and-guidance-for-museums/collections-care-training/integrated-pest-management/how-to-identify-pests/>
- ☑ Rebecca Stroud. (2021). *Hofmannophila pseudospretella*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/72160551>
- ☑ Stephen J. McWilliam. (2021). *Hofmannophila pseudospretella*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/80794600>
- ☑ Woodroffe, G. (1951). A Life-history Study of the Brown House Moth, *Hofmannophila pseudospretella* (Staint.) (Lep., Oecophoridae). *Bulletin of Entomological Research*, 41(3), 529-553. doi:10.1017/S0007485300027802. Retrieved from: <https://www.cambridge.org/core/journals/bulletin-of-entomological-research/article/abs/lifehistory-study-of-the-brown-house-moth-hofmannophila-pseudospretella-staint-lep-oecophoridae/2C923C1CD3FEA99CDBCBA18AA8016DA2>

5.2.2. Common clothes moth (“Traça da roupa”)

Tineola bisselliella (Hummel, 1823)



Figura ApE101 – What’s eating your collection (n.d.a).

Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Lepidoptera

Família: Tineidae

Gênero: *Tineola*

Espécie: *Tineola bisselliella*
(Hummel, 1823)



Figura ApE102 – Vista lateral, à esquerda, e vista dorsal, à direita, de duas traças adultas da espécie *T. bisselliella* (Gernotkunz, 2021; Klaus Dühr, 2015, respetivamente).

Características-Chave

- ☑ Varia entre 6 e 10 mm de comprimento (adulto); entre 0.5 e 13 mm (larva). Envergadura das asas cerca de 11 mm.
- ☑ Cor dourada de forma uniforme e acetinada (adulto); corpo bege/branco com cabeça castanha ou preta (larva).
- ☑ Corpo achatado, do dorso para o ventre, e estreito quando em repouso (adulto); corpo mole e segmentado (larva).
- ☑ Dois pares de asas, três pares de pernas longas (adultos); três pares de pernas torácicas (larvas). Dois olhos compostos e duas antenas longas e finas (adultos).

Caracterização biológica e ciclo de vida

Coloração

- O corpo do indivíduo adulto apresenta uma coloração dourada consistente.
- A coloração das asas é constante, sem marcas distintas, acetinada.
- As larvas são brancas/beges com uma cápsula cefálica castanha ou preta.

Forma do corpo

Indivíduo adulto:

- O corpo do indivíduo adulto desta espécie é relativamente pequeno, com cerca de 6 a 10 mm de comprimento.
- A envergadura das asas é de, aproximadamente, 11 mm.

Larva:

- O tamanho corporal varia entre 0.5 e 13 mm de comprimento.
- Possui um corpo cilíndrico e pouco rígido.

Apêndices e morfologia externa

Indivíduo adulto:

- A cabeça possui um conjunto de cerdas laranjas/avermelhadas.
- Tem dois olhos compostos.
- O aparelho bucal é sugador, mas as peças bucais não são funcionais.
- Tem um par de antenas longas e finas.
- Possui um par de asas, que descansam sobre o dorso do corpo, em repouso.
- As asas posteriores possuem franjas de cerdas longas.
- Tem seis pernas longas.

Larva:

- Tal como as restantes na ordem Lepidoptera, é polipoide.
- Tem seis pernas torácicas curtas e pernas abdominais pouco desenvolvidas. É bastante inativa por viver em contacto com o seu alimento.
- Tem um aparelho bucal mastigador.

Ciclo de vida

- O ciclo de vida é holometabólico. A traça adulta deposita ovos, dos quais eclodem larvas. Quando completamente desenvolvidas, as larvas pupam e dão origem a uma traça adulta.

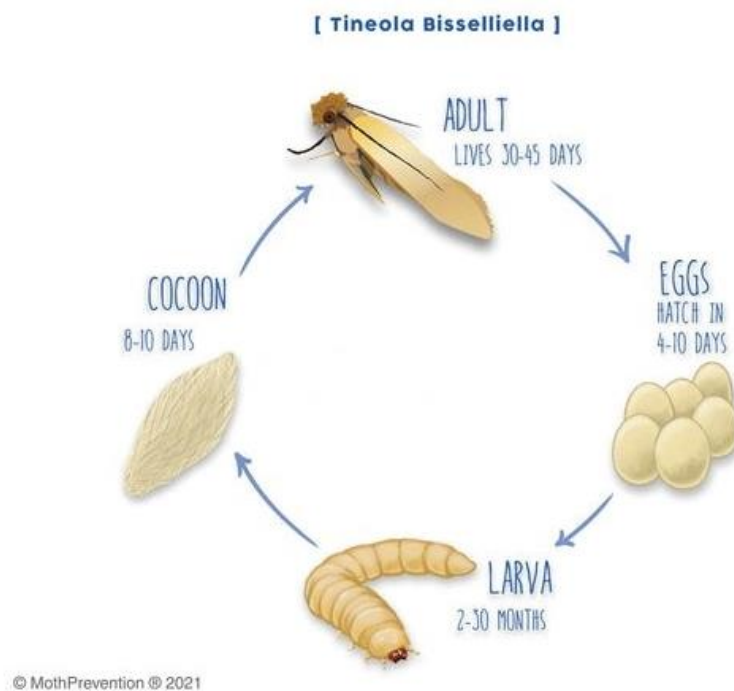


Figura ApE103 – Ciclo de vida de uma traça da espécie *T. Bisselliella* (MothPrevention®, 2021).

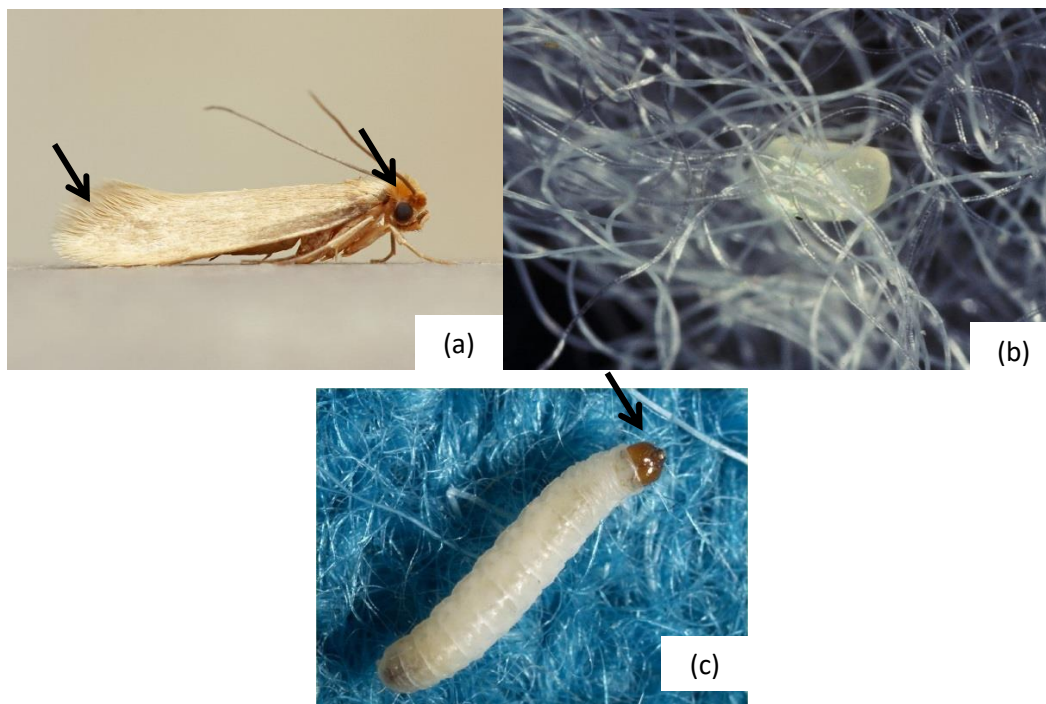


Figura ApE104 – Três estágios do ciclo de vida da espécie *T. bisselliella*: Traça adulta (a). É possível observar os tufos de cerdas alaranjadas na cabeça, assim como a coloração dourada e as franjas de cerdas longas nas asas (Michael H. King, 2018); Ovo (b), que tem cerca de 1 mm e uma cor marfim/esbranquiçada. São frágeis e apenas observáveis com um microscópio de alta resolução; Larva completamente desenvolvida (c), retirada da sua teia de seda. É possível observar a cápsula cefálica castanha e a coloração esbranquiçada, usual das larvas (What's eating your collection, n.d.b & n.d.c).

- Quando as temperaturas são mais elevadas, os adultos voam e as fêmeas depositam entre 40 e 50 ovos, de forma individual ou em grupos, em lãs, pelos, penas e outros materiais orgânicos, particularmente os queratinosos.
- Os ovos são ovais, cor de marfim e com cerca de 1 mm de comprimento. O exterior dos ovos é revestido com um material gelatinoso que facilita a aderência à fonte alimentar, para que não sejam deslocados.
- Com temperaturas elevadas, os ovos demoram cerca de 4 a 10 dias para eclodirem. Com temperaturas baixas, necessitam de até 3 semanas. Os ovos não ficam dormentes durante longos períodos.

- Quando as larvas eclodem são extremamente pequenas, com menos de 0.5 mm de comprimento, e permanecem no material onde eclodiram.
- À medida que se alimentam e crescem, as larvas segregam teias de seda, que aderem ao material onde vivem, o que lhes permitem reter a humidade. Ao longo do crescimento, a seda forma tubos à sua volta. Preferem locais escuros e isolados e raramente são vistas, a não ser que sejam perturbadas.
- Dependendo da temperatura, da qualidade do alimento e da humidade relativa, o estágio larvar podem durar entre 35 dias e 2 anos para estar completo.
- Em edifícios sem aquecimento, as larvas podem demorar até 1 ano para completar o seu crescimento. Um novo ciclo começa depois de puparem e se transformarem em adultos, na primavera. Em edifícios aquecidos, podem completar dois ciclos completos por ano, com novos adultos no outono. Em edifícios muito quentes, podem até ocorrer três gerações por ano, com novas traças adultas a aparecerem em qualquer época.
- Quando estão completamente desenvolvidas e prontas para formar a pupa, as larvas movem-se para dentro do objeto do qual se alimentam, ou para a sua superfície, e transformam-se em pupas (dentro do casulo). Por vezes, podem procurar um local escondido ao redor da fonte de alimentação (mais raro).
- As pupas são esbranquiçadas, com até 13 mm de comprimento.
- Dependendo da temperatura, a traça adulta pode demorar entre 8 e 10 dias para emergir da pupa, no verão, ou 3 a 4 semanas nos meses de inverno.
- As traças adultas, cuja principal função é a reprodução, vivem entre 15 e 30 dias.

Alimentação e atividade

- Esta espécie tem uma distribuição geográfica global.
- Adaptou-se a viver em contexto urbano e é frequentemente encontrada em edifícios.

- Os adultos não comem, uma vez que não têm peças bucais funcionais. As principais causadoras de danos são as larvas.
- Os adultos preferem áreas com pouca luminosidade (ao contrário do que seria de se esperar numa traça). As reservas dos museus são locais ideais para permanecerem.
- Os machos são voadores ativos, à procura das fêmeas que, por norma, são menos ativas e preferem andar sobre superfícies em vez de voar.
- Prosperam em ambientes quentes (cerca 24°C) e relativamente húmidos (com cerca de 75% de humidade relativa).
- Os machos e as fêmeas conseguem penetrar em fendas bastante estreitas, quando procuram a entrada para armários ou caixas de acondicionamento.
- As larvas alimentam-se de objetos ricos em proteínas animais, especialmente queratina.
- As larvas preferem locais escuros e escondidos, em dobras e fendas. Gostam particularmente de camadas de tecidos de lã, locais isolados por baixo de móveis e nas bordas das carpetes.
- Podem ser encontradas, ocasionalmente, longe de carpetes ou tecidos, a alimentar-se de outros materiais de origem animal.
- Também são encontradas em ninhos de pássaros e carcaças de animais.
- Tecidos de origem vegetal ou sintéticos e algodões geralmente não são atacados por esta espécie, a não ser que os tecidos estejam misturados com lã ou outras fibras animais naturais, ou que estejam manchados com alimentos, óleos corporais, suor ou urina (boas fontes nutricionais).

Materiais vulneráveis e evidências de dano

Materiais vulneráveis

Preferindo materiais de origem animal, as larvas destes insetos afetam principalmente:

- Coleções de têxteis. São encontradas principalmente em indumentária, mas também em tapeçaria, particularmente em lã e em seda.
- Coleções de etnografia (roupas, cerdas de escovas).
- Coleções de história natural (espécimes de animais, pelos, penas, peles).
- Coleções de mobiliário, considerando apenas os revestimentos têxteis, de origem animal, de alguns bens.

Evidências de atividade e danos provocados

As infestações de traças da espécie *T. bisselliella* parecem muito mais desordenadas do que as provocadas por traças da espécie *T. pellionella*.

- Provocam danos através da sua alimentação e atividade.
- Resultante da alimentação, podem ser observados orifícios irregulares (espalhados pelos tecidos e geralmente pequenos), superfícies arranhadas, teias de seda espalhadas, assim como tubos de alimentação de seda, ambos tecidos pelas larvas, em grandes quantidades.
- As teias da traça aparecem como um fino rasto branco através das superfícies. Os tubos criam microambientes benéficos para as larvas, além de ajudarem a ocultá-las dos predadores.
- Devido à sua aversão à luz, os danos são concentrados, usualmente, em locais escuros, como fendas e vincos, debaixo de mobílias e almofadas, em locais onde as carpetes e os tecidos estão dobrados e, nas roupas, nas áreas mais escuras, como bolsos, por detrás das etiquetas, golas, punhos e dobras.
- Para além dos danos visíveis nos bens culturais, podem ser encontrados vestígios da sua atividade, como insetos adultos, larvas, exúvias, pupas, teias de seda e resíduos fecais.

- Os resíduos fecais têm cerca de 1 mm de diâmetro e podem ser da cor do material que foi ingerido. Muitas vezes caem sobre os materiais, ou ficam presos nos mesmos.
- Desgaste das fibras, mastigadas durante a alimentação, nos tecidos e carpetes também são indicativas de infestação.
- Nos espécimes animais pode ser notada a falta de tufo de pelo.

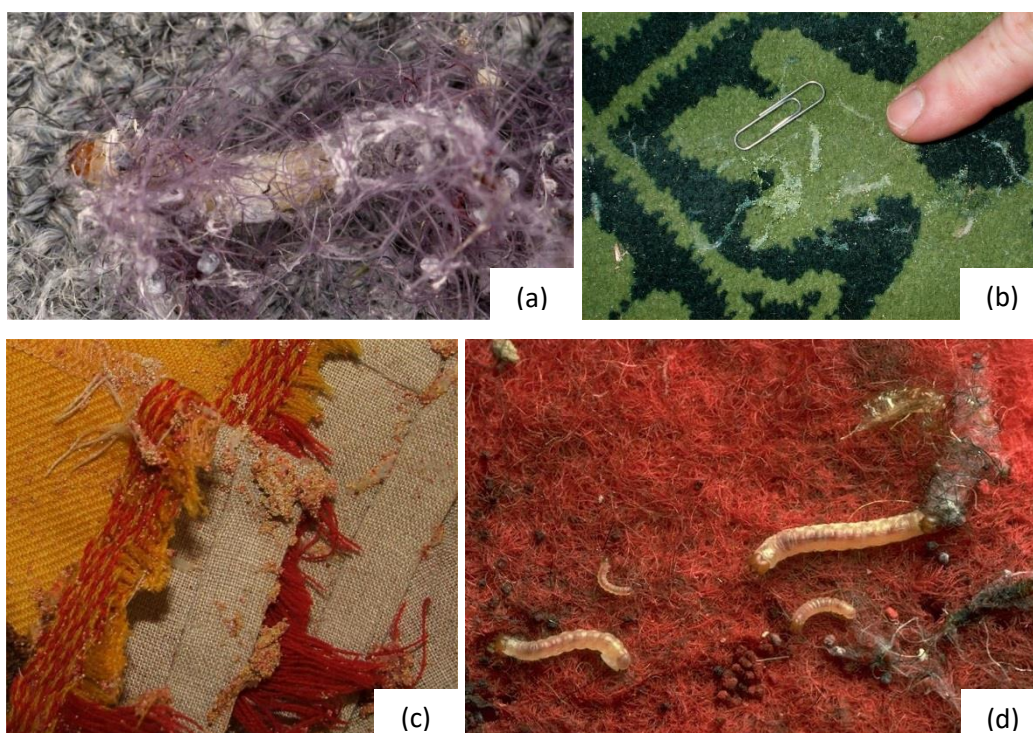


Figura ApE105 – Evidências de atividade e danos provocados por larvas da espécie *T. bisselliella*: (a) Uma larva e as teias de seda que teceu à sua volta, com fibras do tecido infestado, agarradas; (b) Vestígios das teias de seda, deixados numa carpete; (c) Áreas afetadas num tecido de lã, onde faltam fibras e existem pequenos montes de resíduos fecais; (d) Grupo de larvas, em diferentes estágios de desenvolvimento, com teias de seda e resíduos fecais, espalhados pelo tecido infestado (What's eating your collection, n.d.d a n.d.g).

Métodos de monitorização e prevenção

Como medidas de monitorização:

- A monitorização desta espécie é comumente feita com recurso a armadilhas adesivas com atrativos que contêm feromonas sexuais intraespecíficas, para atrair os machos da espécie.
- Por norma, são usados dois formatos de armadilha adesivas. Uma opção, que pode ser pendurado em muitos locais. Outra, que consiste numa armadilha adesiva mais baixa e compacta que é colocada numa superfície plana, adequada para esta espécie que voa mal e prefere pousar em superfícies planas e caminhar ou pular para o seu destino.
- As armadilhas com feromonas podem ser colocadas durante todo o ano, mas são especialmente eficazes quando as temperaturas excedem 12.5°C.
- As armadilhas planas com feromonas são mais eficazes na captura desta espécie, quando comparadas com armadilhas com feromonas penduradas. No entanto, as últimas tendem a permanecer limpas por mais tempo e podem permitir uma inspeção mais fácil.
- As armadilhas adesivas planas com feromonas podem ser instaladas no fundo de armários de roupas, em prateleiras ou por baixo de móveis próximos a tapetes de lã ou perto de áreas onde as traças foram avistadas. Em salas recomenda-se uma por armário ou uma por cada 9 metros quadrados. Em grandes áreas, recomenda-se uma armadilha a cada 3 metros.
- As armadilhas com feromonas devem ser penduradas a 1.5 m acima do solo ou ao nível dos olhos para facilitar a inspeção.
- Em contextos domésticos, é recomendado o uso de uma ou duas armadilhas com feromonas por sala. Em contextos como museus, é recomendada a colocação de armadilhas com feromonas de 7.5 m a 15 m de distância umas das outras. Aumentar a densidade das armadilhas com feromonas ajuda a localizar a fonte da infestação.

- As armadilhas com feromonas devem ser mantidas a 7.5 m de distância das portas para o exterior.
- É recomendado substituir as armadilhas quando a cola estiver cheia de insetos ou ficar coberta por pó, assim como substituir os atrativos de feromonas a cada 90 dias, e na mesma sala, todas ao mesmo tempo.
- As inspeções visuais das coleções e espaços são outra forma de monitorizar a atividade desta espécie.
- Verificar se há larvas nas fissuras, vincos e dobras das roupas, bem como atrás das etiquetas, bolsos e outros locais escondidos.
- Verificar por baixo das cadeiras, poltronas, sofás, em busca de sinais como teias de seda ou casulos de seda. Verificar também ao redor das pernas, nos botões e nas dobras do banco ou dos braços de poltronas ou peças de mobiliário semelhantes.
- Verificar sótãos e chaminés, procurando a existência de ninhos e carcaças de pássaros, pois são bons locais de nidificação. Caso sejam encontrados, é importante implementar medidas de limpeza e isolamento das áreas, para impedir novas ocupações.



Figura ApE106 – Acima, exemplo de uma armadilha adesiva com feromonas específicas para a espécie *T. bisselliella*. São utilizados iscos com feromonas (tubo no centro da armadilha) que atraem três espécies de traças, incluindo a *T. bisselliella*. As armadilhas adesivas planas são as mais recomendadas para esta espécie, que voa mal. Devido ao seu tamanho compacto, podem ser facilmente colocadas no piso, por baixo de móveis ou em prateleiras de armários, assim como em outros espaços ou salas de reserva. As traças adultas são atraídas pelo isco e ficam imediatamente presas na cola ao entrar na armadilha. Abaixo, armadilha aberta, depois de utilizada, com as traças capturadas (Insects Limited Incorporated, n.d.b).

Como medidas preventivas:

As medidas de prevenção centram-se, essencialmente, nas inspeções e limpezas regulares, aos espaços e coleções, e no limite de acesso dos insetos.

- A presença desta espécie pode indicar um problema ambiental de temperatura e humidade relativa elevadas, pelo que estes parâmetros devem ser controlados, principalmente nos locais com potenciais fontes de alimentares.
- Garantir que os bens culturais estão limpos e secos antes de serem acondicionados em caixas de material neutro e com tampas herméticas.
- Aspirar (de preferência com filtros HEPA) regularmente o fundo e as bordas dos armários e de todas as prateleiras. Depois de usar o aspirador, esvaziar sempre o conteúdo do depósito e lavá-lo ou então (dependendo do tipo), descartá-lo no exterior.
- Quando uma fonte de infestação é localizada, selar e isolar o bem cultural infestado, para evitar a propagação das traças dentro da estrutura. As áreas próximas das fontes de infestação devem ser aspiradas minuciosamente.
- A quarentena é uma medida importante. Quando bens culturais são movimentados entre edifícios, ou mesmo dentro do museu, devem ficar isolados e ser devidamente inspecionados, antes de integrarem as coleções.

Bibliografia

- ☑ Insects Limited Incorporated. (n.d.a). *Webbing Clothes Moth (Tineola bisselliella)*. Retrieved from: <https://www.insectslimited.com/webbing-clothes-moth>
- ☑ Insects Limited Incorporated. (n.d.b). *Clothes Moth Flat Trap Kit (IL-120)*. Retrieved from: <https://www.insectslimited.com/store/p/clothes-moth-flat-trap-kit>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.a). *Common or webbing clothes moth Tineola bisselliella*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=102>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.b). *Tineola egg*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=343>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.c). *Webbing clothes moth larva*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=211>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.d). *Tineola larva in webbing*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=329>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.e). *Moth webbing on carpet*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=337>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.f). *Tineola damage and frass on wool*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=338>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.g). *Webbing clothes moth larvae Tineola bisselliella*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=269>
- ☑ Gernotkunz. (2021). *Tineola bisselliella*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/77799878>
- ☑ Klaus Dühr. (2015). *Tineola bisselliella*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/68554953>
- ☑ Michael H. King. (2018). *Tineola bisselliella*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/17924896>
- ☑ MothPrevention®. (2021). *The Moth Life Cycle of Common Clothes and Carpet Moths*. Retrieved from: <https://www.mothprevention.com/blogs/the-art-of-prevention/the-moth-life-cycle-of-common-clothes-and-carpet-moths>
- ☑ MuseumPest.net. (2019). *Pest Fact Sheets: Webbing Clothes Moth Tineola bisselliella (Hummel)*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2019/10/Webbing-Clothes-Moth-10-21-19.pdf>
- ☑ National Museums Scotland. (n.d.). *How to identify pests: Common (or Webbing) Clothes Moth (Tineola bisselliella)*. Retrieved from: <https://www.nms.ac.uk/about-us/our-services/training-and-guidance-for-museums/collections-care-training/integrated-pest-management/how-to-identify-pests/>

- Pinniger, D. (n.d.). *Pest Fact sheet No 4: Webbing clothes moth*. Swindon, England: English Heritage. Retrieved from: [https://www.english-heritage.org.uk/siteassets/home/learn/conservation/collections-advice--guidance/webbing clothes moth - fact sheet 4.pdf](https://www.english-heritage.org.uk/siteassets/home/learn/conservation/collections-advice--guidance/webbing%20clothes%20moth%20-%20fact%20sheet%204.pdf)

5.2.3. Case-making clothes moth (“Traça da lã”)

Tinea pellionella Linnaeus, 1758



Figura ApE107 - © Hullyjr, 2018.

Filo: Arthropoda

Classe: Insecta

Ordem: Lepidoptera

Família: Tineidae

Gênero: *Tinea*

Espécie: *Tinea pellionella*
Linnaeus, 1758



Figura ApE108 – Vista lateral, à esquerda, e vista dorsal, ao centro, de um indivíduo da espécie *T. pellionella* (Claudio Maureira, 2021) e, à direita, casulos de larvas da mesma espécie (What’s eating your collection, n.d.e).

Características-Chave

- ☑ Varia entre 8 e 10 mm de comprimento (adulto); entre 0.5 e 10 mm (larva). Envergadura das asas entre 10 e 14 mm.
- ☑ Cor acastanhada, ligeiramente cinzenta, ou prateada (adulto); corpo bege/branco com uma cápsula cefálica castanha ou alaranjada (larva).
- ☑ Corpo achatado, do dorso para o ventre, e estreito quando em repouso (adulto); corpo mole e segmentado (larva).
- ☑ Dois pares de asas, três pares de pernas longas (adultos); três pares de pernas torácicas (larvas). Dois olhos compostos e duas antenas longas e finas (adultos).

Caracterização biológica e ciclo de vida

Coloração

- O corpo do indivíduo adulto apresenta uma coloração acastanhada, ligeiramente cinzenta, ou prateada.
- Nos adultos, as asas posteriores possuem franjas de cerdas longas. Cada asa tem duas a três manchas pequenas, mais escuras, na sua coloração.
- As larvas são beges/brancas com uma cápsula cefálica castanha ou alaranjada.

Forma do corpo

Indivíduo adulto:

- O corpo é relativamente pequeno, com cerca de 8 a 10 mm de comprimento.
- A envergadura das asas mede entre 10 a 14 mm.

Larva:

- O tamanho corporal varia entre 0.5 e 10 mm de comprimento.
- O tamanho do casulo varia entre 2 e 10mm.
- Possui um corpo cilíndrico e pouco rígido.

Apêndices e morfologia externa

Indivíduo adulto:

- A cabeça possui um conjunto de cerdas laranjas/castanhas,
- Tem dois olhos compostos.
- O aparelho bucal é sugador, mas as peças bucais não são funcionais.
- Tem um par de antenas longas e finas.
- Possui um par de asas, que descansam sobre o dorso do corpo, em repouso. As asas são longas e estreitas.

→ Tem seis pernas longas.

Larva:

→ Tal como as restantes na ordem Lepidoptera, é polipoide.

→ Tem seis pernas torácicas curtas e pernas abdominais pouco desenvolvidas. É bastante inativa por viver em contacto com o seu alimento.

→ Com um aparelho bucal mastigador.

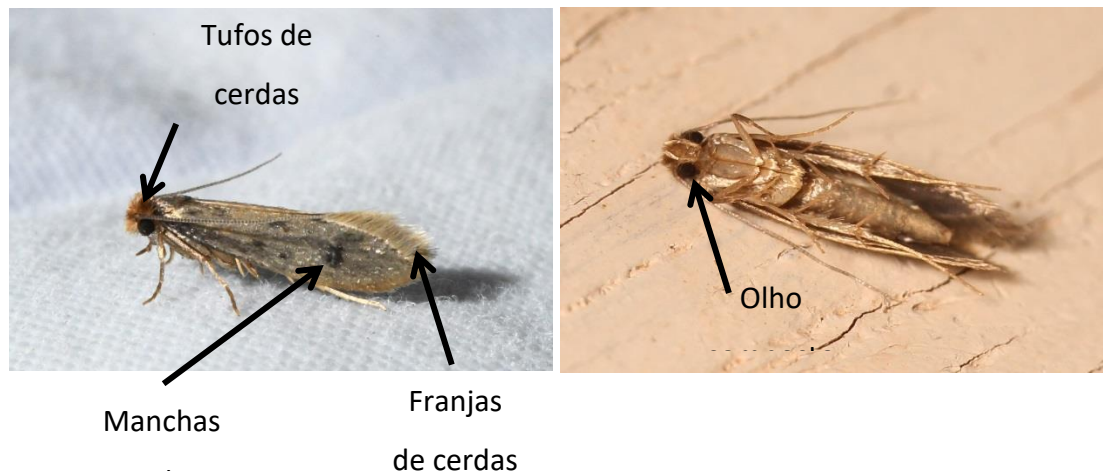


Figura ApE109 – Vista dorsal, à esquerda, e vista ventral, à direita, de dois indivíduos adultos da espécie *T. pellionella*. São destacadas algumas características morfológicas (Jonathan Gagnon, 2021; Marie Lou Legrand, 2021, respetivamente).

Ciclo de vida

→ O ciclo de vida é holometabólico. A traça adulta deposita ovos, dos quais eclodem larvas. Quando completamente desenvolvidas, as larvas pupam e dão origem a uma traça adulta.

→ Quando o tempo está mais quente, os adultos voam e as fêmeas depositam entre 40 e 50 ovos, de forma individual ou em grupos em dobras e fendas escondidas em pelos, penas, peles, lãs, ou outros materiais queratinosos.

- Os ovos são ovais, cor de marfim e com cerca de 1 mm de comprimento. Demoram entre 4 e 10 dias para eclodir, em meses quentes, e até 30 dias em meses frios.
- Quando as larvas eclodem, são muito pequenas. No entanto, produzem imediatamente um casulo de seda onde vão viver.
- À medida que se alimentam e crescem, aumentam o tamanho do casulo de seda e podem incluir fragmentos ou fibras do material onde vivem. Deixam um rasto ao longo do material do qual se alimentam e levam o casulo de seda sempre com elas.
- Dependendo da temperatura, qualidade do alimento e humidade relativa, as larvas necessitam de 35 dias a 30 meses para completar o seu desenvolvimento (se forem favoráveis o período é de 68 a 87 dias).

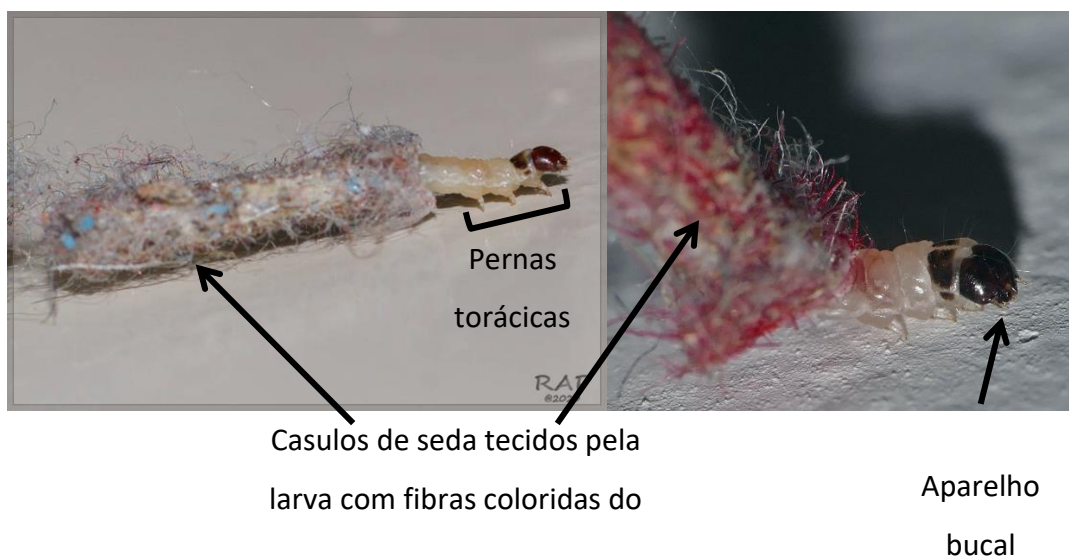


Figura ApE110 – Pormenor da parte anterior o corpo, à esquerda, e da cabeça, à direita, de uma larva da espécie *T. pellionella*. É possível identificar a cápsula cefálica, com uma coloração acastanhada, e a larva bege/esbranquiçada, dentro do casulo de seda que transporta sempre consigo. São destacadas algumas características morfológicas (RAP, 2020; Gustavo Durán, 2016, respetivamente).

- Imediatamente antes de entrar no estágio de pupa, a larva, geralmente, procura um local protegido, como por baixo de prateleiras e mobília, uma parede ou,

muitas vezes, o teto da sala, perto do material infestado, onde prendem o casulo para desenvolver a pupa. Por vezes os casulos das pupas são presos ao próprio material infestado, por um fio de seda produzido pela larva (mais raro).

- As pupas são esbranquiçadas, muitas vezes com padrões coloridos de fibras, com até 13 mm de comprimento.
- O período do estágio de pupa dura entre 9 e 40 dias, dependendo da temperatura.
- A traça adulta emerge na primavera e deixa para trás o casulo de seda vazio, com a cápsula castanha e translúcida da pupa dentro.
- Quando a larva se aproxima do estágio de pupa, morre se o casulo for removido.
- Por norma, os adultos, cuja única função é a reprodução, morrem ao fim de 4 a 6 dias. No entanto, podem viver entre 15 e 30 dias.
- Uma população normal, desenvolve 3 a 4 gerações por ano.

Alimentação e atividade

- Esta espécie tem uma distribuição geográfica global.
- Adaptou-se a viver em contexto urbano e é frequentemente encontrada em edifícios.
- Os adultos não comem, uma vez que não têm peças bucais mastigadoras funcionais. As principais causadoras de danos são as larvas.
- Os machos são voadores ativos. Podem ser facilmente observados a voar à procura das fêmeas que, por norma, são menos ativas.
- As larvas vivem num casulo de seda, aberto nos dois lados e mais largo no meio. O casulo vai aumentando à medida que a larva cresce e muitas vezes incluem fragmentos do tecido do qual se alimentam. Alguns casulos podem ser muito coloridos.
- As larvas alimentam-se de objetos ricos em proteínas, especificamente a queratina, presente em têxteis em lã, pelos ou em penas.

- Prosperam em ambientes quentes (cerca 24°C) e relativamente húmidos (com cerca de 75% de humidade relativa). Preferem condições mais húmidas que a espécie *T. bisselliella*.
- Também são frequentemente encontradas em ninhos de aves e carcaças de animais.
- As larvas, nos casulos de seda, podem ser encontradas escondidas em locais escuros tranquilos, em dobras e fendas. Gostam particularmente de camadas de tecidos em lã e locais isolados por baixo de móveis e nas bordas das carpetes.
- Para se movimentarem, as larvas empurram a cabeça e as pernas torácicas para fora do casulo e puxam-no atrás de si.

Materiais vulneráveis e evidências de dano

Materiais vulneráveis

Preferindo materiais de origem animal, as larvas destes insetos afetam principalmente:

- Coleções de têxteis. São encontradas principalmente em indumentária, mas também em tapeçaria, particularmente em lã e em seda.
- Coleções de etnografia (roupas, cerdas de escovas).
- Coleções de história natural (espécimes de animais, pelos, penas, peles).
- Coleções de mobiliário, considerando apenas os revestimentos têxteis, de origem animal, de alguns bens.

Evidências de atividade e danos provocados

- Provocam danos através da sua alimentação e atividade.
- A extensão dos danos provocados ao material, está relacionada com o tempo que a larva passa nesse local.

- Resultantes da alimentação, podem ser observados essencialmente lacunas, na forma de orifícios irregulares e superfícies arranhadas. Em grande escala, podem levar ao desaparecimento de espécimes naturais inteiros.
- Para além dos danos visíveis nos objetos, podem ser encontrados vestígios da sua atividade, como insetos adultos, larvas, pupas, casulos e resíduos fecais.
- Muitas vezes, os resíduos fecais caem sobre os materiais que infestam, ou então ficam presos nos mesmos.



Figura ApE111 – Evidências de atividade e danos provocados pela espécie *T.pellionella*: (a) Espécime de história natural. Casulos das larvas em penas; (b) Carcaça de uma ave, onde são visíveis os casulos das larvas e resíduos fecais; (c) Casulo de larva, em têxtil infestado (What's eating your collection, n.d.b, n.d.c & n.d.d); (d) Indumentária com casulos das larvas e os orifícios irregulares resultantes da alimentação (Insects Limited Incorporated, n.d.a).

Métodos de monitorização e prevenção

Como medidas de monitorização:

- A monitorização desta espécie é comumente feita com recurso a armadilhas adesivas com atrativos que contêm feromonas sexuais intraespecíficas, para atrair os machos da espécie.
- Também podem ser usadas armadilhas adesivas que contêm atrativos para várias espécies de traças que se alimentam de têxteis, quando existe mais que uma, ou quando não é certo qual a espécie, ou espécies responsáveis pelo dano.
- Por norma, são usados dois formatos de armadilha adesivas. Uma opção, que pode ser pendurada em muitos locais, adequado para esta espécie que voa bem. Outra opção consiste numa armadilha adesiva mais baixa e compacta que é colocada numa superfície plana.
- As armadilhas com feromonas podem ser colocadas durante todo o ano, mas são especialmente eficazes quando as temperaturas excedem 12.5°C.
- As armadilhas com feromonas penduradas são mais eficazes na captura desta espécie, em comparação com as armadilhas planas, e tendem a permanecer limpas por mais tempo e podem permitir uma inspeção mais fácil.
- As armadilhas com feromonas devem ser penduradas a 1.5 m acima do solo ou ao nível dos olhos, para facilitar a inspeção.
- Em contextos domésticas, é recomendado o uso de uma ou duas armadilhas com feromonas por sala. Em contextos como museus, é recomendada a colocação de armadilhas com feromonas de 7.5 m a 15 m de distância umas das outras. Aumentar a densidade das armadilhas com feromonas ajuda a localizar a fonte da infestação.
- As armadilhas com feromonas devem ser mantidas a 7.5 m de distância das portas para o exterior.
- É recomendado substituir as armadilhas quando a cola estiver cheia de insetos ou ficar coberta por pó, assim como substituir os atrativos de feromonas a cada 90 dias, e na mesma sala, todas ao mesmo tempo.

- As inspeções visuais às coleções e espaços são outra forma de monitorizar a atividade desta espécie.
- Verificar se há traças nos vincos e dobras das roupas, bem como atrás das etiquetas, bolsos e outros locais escondidos.
- Verificar por baixo das cadeiras, poltronas, sofás, em busca de sinais como teias de seda ou casulos de seda. Verificar também ao redor das pernas, nos botões, nas dobras dos bancos ou dos braços de poltronas ou peças de mobiliário semelhantes.
- Verificar sótãos e chaminés pela existência de ninhos e carcaças de pássaros, pois são bons locais de nidificação. Caso sejam encontrados, é importante implementar medidas de limpeza e isolamento das áreas, para impedir novas ocupações.



Figura ApE112 – Exemplo de uma armadilha adesiva com feromonas específicas para a espécie *T. pellionella*. Estas armadilhas podem ser facilmente penduradas em armários ou salas de reserva e são as armadilhas recomendadas para esta espécie, que voa bem. As traças adultas são atraídas pelos iscos (na imagem, o tubo no meio da armadilha) e são imediatamente presas na cola ao entrar na armadilha (Insects Limited Incorporated, n.d.b).

Como medidas preventivas:

As medidas de prevenção centram-se, essencialmente, nas inspeções e limpezas regulares, aos espaços e coleções, e no limite de acesso dos insetos.

- A presença desta espécie pode indicar um problema ambiental de temperatura e humidade relativa elevadas, pelo que estes parâmetros devem ser controlados, principalmente nos locais com potenciais fontes de alimentares.
- Garantir que os bens culturais estão limpos e secos antes de serem acondicionados em caixas de material neutro e com tampas herméticas.
- Aspirar (de preferência com filtros HEPA) regularmente o fundo e as bordas dos armários e de todas as prateleiras. Depois de usar o aspirador, esvaziar sempre o conteúdo do depósito e lavá-lo ou então (dependendo do tipo), descartá-lo no exterior.
- Quando uma fonte de infestação é localizada, selar e isolar o bem cultural infestado, para evitar a propagação das traças dentro da estrutura. As áreas próximas das fontes de infestação devem ser aspiradas minuciosamente.
- A quarentena é uma medida importante. Quando bens culturais são movimentados entre edifícios, ou mesmo dentro do museu, devem ficar isolados e ser devidamente inspecionados, antes de integrarem as coleções.

Bibliografia

- ☑ Insects Limited Incorporated. (n.d.a). *Casemaking Clothes Moth (Tinea pellionella)*. Retrieved from: <https://www.insectslimited.com/casemaking-clothes-moth>
- ☑ Insects Limited Incorporated. (n.d.b). *Casemaking Clothes Moth NoSurvivor™ Kit (IL-220)*. Retrieved from: <https://www.insectslimited.com/store/p/casemaking-clothes-moth-kit>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.a). *Case-bearing clothes moth Tinea pellionella*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=100>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.b). *Case-bearing clothes moth cases on feathers*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=340>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.c). *Case-bearing clothes moth cases on dead bird*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=339>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.d). *Case-bearing clothes moth larva Tinea pellionella*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=267>
- ☑ What's eating your collection. (n.d.e). *Case-bearing clothes moth cases Tinea pellionella*. Retrieved from: <https://www.whatseatingyourcollection.com/solve?obj=268>
- ☑ Claudio Maureira. (2021). *Traça-da-Lã (Tinea pellionella)*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/101349781>
- ☑ English Heritage. (n.d.). *Pest Fact sheet No 5 Case-bearing clothes moth*. Swindon, England: Author. Retrieved from: <https://www.english-heritage.org.uk/siteassets/home/learn/conservation/collections-advice--guidance/case-bearing-clothes-moth-fact-sheet-5.pdf>
- ☑ Gustavo Fernando Durán. (2016). *Traça-da-Lã (Tinea pellionella)*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/29684263>
- ☑ Hullyjr. (2018). *Traça-da-Lã (Tinea pellionella)*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/21861071>
- ☑ Jonathan Gagnon. (2021). *Traça-da-Lã (Tinea pellionella)*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/101809772>
- ☑ Marie Lou Legrand. (2021). *Traça-da-Lã (Tinea pellionella)*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/92708139>
- ☑ MuseumPest.net. (2019). *Pest Fact Sheets: Casemaking Clothes Moth Tinea pellionella (Linnaeus)*. Retrieved from: <https://museumpests.net/wp-content/uploads/2019/03/Casemaking-Clothes-Moth.pdf>
- ☑ National Museums Scotland. (n.d.). *How to identify pests: Case-bearing Clothes Moth (Tinea pellionella)*. Retrieved from: <https://www.nms.ac.uk/about-us/our-services/training-and->

[guidance-for-museums/collections-care-training/integrated-pest-management/how-to-identify-pests/](#)

- ☑ RAP. (2020). *Traça-da-Lã (Tinea pellionella)*. INaturalist. Retrieved from: <https://www.inaturalist.org/observations/48440402>