Fundamentos de Entomologia Aplicada

Por: Bernardo Lazaro Muatinte, Departamento de ciencias Biologicas, Universidade Eduardo Mondlane

Conceito, objecto de estudo e relações de Entomologia com outras ciências e sua importância científica-prática.

Introdução

A Entomologia é um ramo da Zoologia que se especializou se tornou independente devido aos sucessos obtidos no seu desenvolvimento e importância científica-prática. A Entomologia (do grego *Entomon*- insectos e *logos* – ciência) é uma ciência que estuda os insectos e inclue os ramos de Entomologia Geral e Aplicada. A Entomologia Geral é uma disciplina teórica, base científica das disciplinas aplicadas e estuda os insectos, sua estrutura, seu modo de vida e desenvolvimento, sua diversidade e suas relações com o meio ambiente. Segundo o específico de estudo a Entomologia Geral estuda morfologia, fisiologia, biologia de desenvolvimento e ecologia, classificação e sistemática dos insectos. As disciplinas aplicadas compreendem a Entomologia Agricola, Florestal, Médica e Veterinária.

A Entomologia Agrícola estuda insectos com importância agrícola tais como pragas agrícolas, insectos-vectores de doenças das culturas agrícolas, os insectos úteis na agricultura tais como inimigos naturais de pragas e polinizadores. As pragas das plantas florestais tais como insectos-vectores de doenças das plantas florestais e polinizadores são objecto de estudo da Entomologia florestal. Os insectos-parasitas e transmissores de agentes patogénicos causadores de doenças humanas são objecto de estudo da Entomologia médica. A Entomologia Veterinária estuda insectos parasitas e transmissores de doenças dos animais domésticos e selvagens. Para além destes objectos de estudo, as ciências entomológicas aplicadas estudam os métodos de controlo dos diversos insectos maléficos ao Homem, animais e plantas, e suas relações morfológicas e funcionais com os seus respectivos hospedeiros. A Entomologia interrelaciona-se com a Zoologia, Botânica e com outras ciências biológicas, físicas, químicas e sociais.

Integumentação: segmentação e subdivisões do corpo dos insectos e seus apêndices.
Tipos de cabeça, olhos, antenas peças bucais e suas formas morfológicas.
Cutícula e seus derivados.

SEGMENTAÇÃO, SUBDIVIÇÕES DO CORPO E SEUS APÊNDICES

O corpo dos insectos está subdividido em cabeça ou epicráneo, tórax e abdóme (Fig. 1). A cabeça está constituida por 6 segmentos fundidos e é uma capsula na qual se encontram os apêndices bucais, olhos e as antenas. Na cabeça destingue-se o vertice, a fronte, as genas, o clípeo, o lábio superior ou labro, lábio inferior, as maxilas, superior (mandibula) é inferior (maxila) (Fig.2). As maxilas são segmentos constitudos por um lobulo basal, o cardo e um distal, o estipe. O estipe é internamente articulado por lacínia e externamente por galeas. Nas partes laterais das maxilas articula-se um par de palpos maxilares, localizados um em cada lado. O lábio tem uma região proximal, o pôs-mento e uma distal, o pre-mento. O pre-mento está apicalmente articulado por lobulos medianos, as glossa e laterais, as para-glossas (Fig.2).

Fig. 1. Estrutura generalizada de um insecto (gafanhoto)
Fig.2. Estrutura da cabeça de um insecto (gafanhoto)

Tipos de cabeça

Quanto ao ângulo entre o eixo vertical do epicrânio e o eixo horizontal do corpo distinguem se os seguintes tipos de cabeça:
a) Tipo hipognático - o eixo vertical deste tipo de cabeça é perpendicular em relação ao eixo horizontal do corpo (Fig. 3a) e as peças bucais estão inseridas na sua parte inferior. Esta posição de cabeça é característica dos insectos fitófagos mastigadores e omnívoros, por exemplo, ortópteros (gafanhotos e grilos) e blatópteros (baratas).
b) Tipo prognático - o eixo vertical do epicrâneo é paralelo ao eixo do corpo e as armaduras bucais estão dirigidas para frente (Fig. 3b). Este tipo de cabeça encontra-se nos insectos carnívoros, predadores, por exemplo, coleópteros (besouros) carnívoros.
c) Tipo opistognático - o eixo vertical do epicrâneo forma um ângulo agudo em relação ao eixo do corpo (Fig. 3c). As peças bucais deste tipo de cabeça estão dirigidas para trás. Este tipo de epicâneo é comum nos insectos fitófagos-sugadores, exemplo, homópteros (cicadas, afídeos) e heteróptеros (percevejos fitófagos).

Fig. 3. Tipos de cabeça dos insectos

Antenas

Na cabeça, entre ou abaixo dos olhos localiza-se um par de antenas. As antenas são orgão sensoriais, de tacto, olfacto, audição e são geralmente segmentadas. O 1º segmento é denominado escapo, o 2º perdicelo e o resto é flagelo (Fig.4).

Forma das antenas

a) Filiformes – estas são antenas longas em forma de fio com segmentação uniforme e cilindrica (Fig.4a). Estas antenas encontram-se nos ortópteros, coleópteros da família Carabidae e nos blatópteros.

b) Clavadas – estas antenas têm um tamanho dos segmentos que aumenta gradualmente e terminam numa cabeça chamada clava (Fig.4b). Esta forma de antenas é frequente nos lepidópteros (borboletas e mariposas) das famílias Papilionidae e nos coleópteros da família Tenebrionidae.

c) Geniculadas – o 1º segmento destas antennas é longo, o 2º é pequeno e o resto é flageliforme (Fig. 4c). Estas antenas encontram-se nos coleópteros das famílias Curculionidae, Lucanidae, nos himenópteros (vespas, abelhas, formigas) das famílias Formicidae e Apidae.

d) Flageladas – esta forma de antenas tem segmentos que aumentam distalmente e a sua parte terminal forma um lóbulo folhiforme ou linguiforme (Fig.4d). Estas antenas são características dos coleópteros da família Scarabaeidae.

e) Serradas – as antenas serradas têm segmentos que crescem lateralmente formando uma estrutura serriforme (Fig.4e). Estas antenas encontram-se nos coleópteros das famílias Elateridae, Paussidae e nos lepidóteros machos.

f) Pectinadas - os segmentos do flagelo destas antenas apresentam ramificações laterais filiformes. Estas antenas podem ser pectinadas simples ou complexas (Figs. 4f, 4g). Esta forma das antenas encontra-se frequentemente nas moscas da família Simuliidae.

g) Aristadas- estas são antenas trisegmentadas com o último segmento dilatado e com uma cerda dorsal denominada crista (Fig.4h). As antenas aristadas são características dos machos das moscas da família Glossinidae.

h) Plumosas – as antenas plumosas têm segmentos com muitos pêlos bilateralmente abundantes e em forma de pluma (Fig.4i). Estas antenas encontram-se nos mosquitos machos da família Culicidae.

i) Pilosas – este tipo de antennas tem segmentos com pelos raramente distribuidos bilateralmente ao longo dos lados do flagelo (Fig.4j). As antenas pilosas encontram se nos mosquitos fêmeas da família Culicidae.

j) Setáceas- as antenas setáceas têm um flagelo unisegmentado com forma de uma agulha (Fig.4l). Estas antenas encontram-se nas moscas da família Calliforidae

k) Estiladas - o flagelo das antenas estiladas têm dois segmentos dos quais o último tem forma de agulha (Fig.4m). Estas são antenas características das libélulas

l) Capitadas - são antenas semelhantes as clavadas mas a cabeça terminal tem segmentos distintos (Fig.4n). Estas antenas encontram-se geralmente nos lepidópteros.

m) Moniliformes – estas antenas são semelhantes as antenas filiformes, mas os segmentos estão sobrepostos um dentro do outro e formam uma cadeia de cones sobrepostos. (Fig.4o). As antenas moniliformes são frequentes nos ortópteros da familia Pamphagidae.

Fig. 4. Estrutura e forma das antenas

Peças bucais

As peças bucais localizam-se na parte inferior da cabeça, e podem estar dirigidas para baixo, para frente ou atrás nos insectos hipognáticos, prognáticos e opistognáticos, respectivamente. Conforme o modo de vida, particularmente o alimentar, as peças bucais dos insectos podem ser mastigadoras ou sugadoras.

Tipo mastigador

As peças bucais mastigadoras estão constituidas por placas maciças sem modificações morfológicas (Fig.5a) e são típicas dos insectos defoliadores e comedores de outros tecidos das plantas. O tipo mastigador de peças bucais pode se encontrar nos ortópteros, isópteros (térmites), malófagos, psocópteros, odonatópteros (libélulas), coleópteros e naqueles insectos com peças mastigadores ligeiramente modificadas para fazer buracos tal como himenópteros. As peças mastigadoras podem estar modificadas em mastigadoras-lambedoras as quais apresentam as glossas, para-glossas, a gálea e as lacinias mais alongadas, pilosas e adaptadas para lamber líquidos e fazer burracos (Fig.5b). As peças mastigadoras-lambedoras encontram-se nos himenópteros adultos.

Tipo sugador

Este tipo de peças é alongado, tem estiletes ou um labio que forma uma proboscide ou tromba (Fig.5c) e ocorre nos insectos sugadores de liquidos animais, vegetais e água, tal como dípteros (moscas), hemípteros,

homópteros, sifonápteros (pulgas sugadoras), anopluras (piolhos sugadores) e lepidópteros. As peças sugadoras dos dípteros inferiores como as das famílias Culicidae, Psichodidae e Ceratopogonidae são também picadoras. Estas peças têm 6 estiletes perforadores e o lábio serve de bainha que reveste os estiletes (Fig.5d). As peças sugadoras podem estar modificadas em lambedoras-sugadoras e perforadoras-sugadoras. As primeiras têm a galea e o pre-mento longos, os quais juntos formam um orgão lambedor (Fig.5e). Os seus palpos labiais são longos, os maxilares são curtos e pequenos e, as glossas são bastante longas. As peças sugadoras-lambedoras encontram-se nas abelhas e nos dípteros das famílias Muscidae, Calliphoridae e nas moscas de fruta. As peças perforadoras-sugadoras têm um lábio pequeno que reveste quatro estiletes (Fig.5f) e a sua principal estrutura perforadora é o lábio. Esta modificação ocorre nas moscas do estábulo e nas das famílias Glossinidae e Hipoboscidae. Nos dípteros da família Asilídae as peças bucais não têm mandíbulas e o principal orgão perforador é a hipofaringe. As peças bucais dos lepidópteros adultos estão constituidas por uma proboscidae geralmente longa e enrolada, formada por duas galeas e maxilas; o labro é reduzido e os palpos são geralmente reduzidos ou ausentes. Este tipo de peças é também denominado sifonador-sugador.

Tórax

O tórax dos insectos encontra-se ligado a parte posterior da cabeça através duma membrana flexível denominada cérvica e, está constituído por um segmento anterior ou protórax, médio ou mesotórax e por um posterior ou metatórax. Cada segmento toráxico está constitudo por placas cuticulares denominadas notas, na zona toraxica e tergo da parte abdominal; placas laterais, as pleuras e por um ventral, o esteno (Fig.6). A nota está constituda por subunidades tegumentares chamadas escleitos os quais se classificam em pronoto, noto e postnoto. No mesotorax e metatórax distiguem-se o prescutelo, escuto e o escutelo. A pleura é constituida por pleuritos os quais se distinguem em anterior ou episterno e posterior ou epímero. O esterno é um segmento maciço e cada segmento toráxico está articulado um par de patas. No protórax articulam-se as patas anteriores, no mesotórax encontram-se as médias e no metatórax localizam-se as patas posteriores. As patas desempenham a função locomotora e de apoio aos músculos. As patas dos insectos estão constituidas da base a extremidade, por uma coxa, um trocânster, fémur, uma tíbia, tarsos e pretarsos (Fig. 7a). As patas podem terminar em garras associadas por lóbulos denominados arólio, pulvilo ou empódio (Fig.7b). Conforme o modo de vida dos insectos as patas podem estar adaptadas para andar ou correr, saltar, cavar buracos, nadar, colectar nectar ou outros alimentos e raptar presas.

Tipos morfológico-funcionais das patas

a) Andador ou corredor - este tipo de patas tem 4 artículos alargados, geralmente e uniformemente cilíndricos (Fig.7c) e são geralmente as patas anteriores e médias dos insectos. Estas patas encontram-se nos coleópteros terrestres, dípteros, blatópteros, odonatópteros, himenópteros, lepidópteros e noutros insectos.

b) Saltador - as patas saltadoras apresentam um fémur alargado lateralmente, sem trocânster (Fig.7d) e são comumente as patas posteriores dos ortópteros, sifonápteros e de alguns besouros das famílias Bruchidae e Curculionidae.

c) Cavador - o fémur das patas cavadoras é curto e alargado e os tarsos são reduzidos (Fig.7e). Estas são geralmente as patas anteriores dos ortópteros das famílias Grillidae e Gryllotalpidae e dos Coleópteros das famílias Scarabaeidae.

d) Nadador – neste tipo de patas a tíbia e os tarsos são largos e comprimidos lateralmente e estão provistos de pêlos longos em grande extensão do borde interior (Fig.7f). Estas patas são as posteriores dos coleópteros aquáticos das famílias Dytiscidae, Hydrophylidae e de alguns hemípteros nadadores da família Belostomatidae.

e) Colectoras - as patas colectoras têm um trocânster curto e todos os artículos estão providos de pêlos. O tarso está modificado numa estrutura em forma de almofada (Fig.7g). Estas são geralmente todas as patas dos hymenópteros das famílias Apidae, Bombiidae, Bombiidae, Anthophoridae e de outros insectos colectores de néctar.

f) Raptador - estas patas têm geralmente coxas desenvolvidas, um trocânster modificado em gancho lateral e um fêmur com vários espinhos na parte inferior. O tarso está modificado numa garra alongada (Fig.7h). Estas patas são as anteriores típicas dos mantópteros (louva-a-adeus) e heterópteros aquáticos da família Belostomatidae.

g) Fixadoras - as patas fixadoras têm diversas formas, as vezes de um ganjo foiceforme (Fig.7i) e são patas anteriores características dos Anoplura e coleópteros machos da família Dytiscidae.

Asas

As asas dos insectos são expansões tegumentares usadas para voar, emitir sons ou proteger o corpo. Os insectos têm geralmente um par de asas anteriores que se encontram fixas no mesotórax e um outro par de asas posteriores que se encontram no metatórax, entretanto os insectos podem ser alados ou ápteros. Tanto nos grupos de insectos alados como nos ápteros podem se encontrar as duas formas, porém a ausência de asas nos insectos inferiores (Fig.8a) é uma característica primária, porque embriológicamente estes insectos não apresentam asas. Nos insectos superiores a ausência de asas (Fig.8b) é uma característica secundária, pois no

estágio embrionário estes insectos apresentam asas. A maioria das asas está constituida por saliências espessas denominadas nervuras nas quais circula a hemolinfa. Nas asas distinguem-se as margens costal ou superior, apical ou exterior e anal ou inferior (fig.9). Os espaços formados entre nervuras são chamados células e as nervuras podem ser principais e longitudinais e, secundárias, transversais. As nervuras principais e longitudinais classificam-se em costa, subcosta, radio, media, cúbito, anal e jugal enquanto que as secundarias e transversais são classificadas em humeral, radial, sectorial e medial (Fig.9). Nos dípteros as asas posteriores estão reduzidas em estruturs muito curtas e claviformes e são chamadas halteres. A especialização funcional das patas e asas modifica morfologicamente o tórax dos insectos. Nos lepidópteros e dípteros o tórax é geralmente curto e ovoide, o mesotórax está muito desenvolvido, pois as asas anteriores são as que têm maior actividade no vôo e, o protórax e metatórax são relactivamente reduzidos. Nos coleópteros e ortópteros desenvolve-se bastante o metatórax porque as asas posteriores participam activamente no vôo.

Tipos de asas conforme a enervação e consistência

a) Hélitros - este tipo de asas é duro, sem nervuras notáveis (Fig.10a) e pode ter superfície lisa ou rugosa, pode apresentar listras longitudinais, com saliências e reentrâncias irregulares. Os helitros são asas anteriores, geralmente escuras, pretas, acastanhadas ou coloridas e encontram-se maioritáriamente nos coleópteros.
b) Semi-hélitros – as asas semi-hélitricas têm a parte basal dura e estreita e a apical membranosa e larga com nervuras irregulares (Fig.10b). Estas são as asas anteriores típicas dos hemípteros alados.
c) Membranosas - este tipo de asas tem consistência muito frágil, é flexíveis e tem muitas nervuras longitudinais e transversais (Fig.10c). Estas asas são brilhantes, geralmente transparentes e localizam-se no mesotórax da maioria dos insectos.

Abdómen

O abdómen (Fig.11a) é uma estrutura relactivamente curta nas moscas, em alguns coleópteros, hemípteros, himenópteros e comprida nos mosquitos, ortópteros, odonatópteros e neurópteros. O abdómen pode estar imediatamente unido ao tórax, por exemplo, na maioria dos insectos ou pode estar ligado através de um pecíolo seguido do 1º segmento abdominal, o propódeo, nos himenópteros. O abdómen dos insectos adultos está constituido por 11 segmentos os quais, em alguns insectos podem estar fundidos. Os tergitos abdominais estão ligados aos esternitos através da membrana pleural. Os pleuritos estão reduzidos a membranas e neles se localizam os orifícios branquio-tranqueais denominados estigmas.

Apêndices abdominais

Os apêndices genitais ou genitálias externos localizam-se nos segmentos 8 e 9 do abdóme. Nas fêmeas as genitálias podem estar retraidas nos machos e modificadas numa estrutura comprida denominada ovipositor ou oviscapo (Figs.11b, 11c). Nos insectos inferiores as genitálias são placas largas denominadas coxopóditos (Fig.11d). Nos segmentos pregenitais encontram-se diversos apêndices posteriores que podem ser estilos ou colóforos. Os apêndices dos segmentos progenitais são diversificados em cercos, pinças, epiprocto e paraprocto, filamentos caudais e brânquias traqueais (Fig.11e). As larvas dos lepidópteros e de alguns himenópteros têm apêndices abdominais e patas falsas que terminam em ganchos ou garras (Fig.11f). O abdómen nos insectos protege os orgãos internos e em alguns insectos serve de suporte do macho durante a cópula.

Tegumento dos insectos

O tegumento é uma estrutura que reveste o corpo dos insectos e está constituido por cutícula, epiderme e por uma membrana basal (Fig.12a). A cutícula é uma camada acelular subdividida em epicutícula e procutícula. A epicutícula é um estrato fino com menos de 1 μm de espessura e está composta por uma camada de cimento, cerosa, polifenólica e camada cuticular. A camada de cimento é composta por substâncias resinoso-lipídicas e a cerosa contém éteres dos ácidos gordos e lípidos que proporcionam a polaridade da cutícula. A camada polifenólica é derivada da cutícular e funciona como barreira selectiva permeável e é factor activador da hidrólise fermentativa da endocuticula no período da muda. A procutícula é constituida por exocutícula e endocutícula. A exocutícula contém proteinas ligadas por quinonas que são substâncias fenólicas que transformam as proteinas solúveis na água denominadas atropodinas em insolúveis, as esclerotinas ou resilinas. O processo de transformação das proteinas solúveis em insolúveis chama-se esclerotização. A endocutícula é elástica e rígida e é formada por canalículos com fibras. A base química e estrutural da procutícula é a quitina, um polissacarídeo nitrogenado ligado as proteinas. A quitina é insolúvel em água, em bases nem em solventes orgánicos fortes. Entretanto ela é solúvel nos ácidos inorgánicos fortes ou através de quitinases sintetizadas por bactérias e fungos no meio ambiente.

Epiderme

A epiderme é uma camada celular situada a baixoda cutícula, envolve toda a cavidade do corpo e é atravessada por ligamentos musculares (Fig.12a). As células epidérmicas são uninucleares, têm numerosas

microvilocidades e podem se transformar em sensilas ou enócitos que são componentes das glândulas epidérmicas. As glândulas epidérmicas podem se especializar em odoríferas, aromáticas, venenosas, cerosas, alotróficas e secretam a cutícula.

Membrana basal

A membrana basal (Fig.12a) é uma camada fina acelular que limita o tegumento, é constituída por mucopolissacarídeos e é secretada por células hemolinfáticas chamadas hemócitos. A parede do corpo dos insectos contém elementos do esqueleto externo e interno os quais são derivados do tegumento. Os elementos do esqueleto externo compreendem diversas saliências cuticulares, as cerdas, escamas os pêlos e espinhos enquanto que, o esqueleto interno é constituido por apôdemas, frágmas e tentórios (Fig.12b). O esqueleto serve de apoio e fixação da musculatura enquanto que os derivados sensoriais desempenham funções sensitivas e glandulares.

Função do tegumento

O tegumento nos insectos:

a) Protege os orgãos internos, evita a desidratação e evaporação.

b) Serve de barreira mecánica reguladora da interacção entre o meio ambiente e o organismo.

c) Protege o corpo contra os predadores, através das cores e formas de comuflagem.

d) Reservatório de produtos metabólicos.

Anatomia dos insectos

Sistema digestivo e de nutrição

Estrutura do sistema digestivo

O sistema digestivo dos insectos está constituido por uma região anterior ou estomodeu, média ou mesêntero e uma posterior ou proctodeu (Fig.13). O estomodeu compreende uma boca, faringe, um esófago e proventrículo. Em alguns insectos maioritariamente omnívoros pode-se encontrar um papo localizado entre o esófago e o proventrículo. A função do estomodeu é de transportar e triturar alimentos. O mesêntero é um canal maciço no qual os alimentos são absorvidos e enviados ao fluxo hemolinfático. A absorção dos alimentos é realizada através do epitélio intestinal interno e através da membrana peritrófica. A membrana

peritrófica é produzida por células epitiliais só no momento de alimentação dos insectos. Na região de intersecção entre o proventrículo e o mesêntero localizam-se dilatações diverticulares denominados cecos gástricos, os quais servem para absorver os alimentos. O proctodeu está constituido por uma parte anterior, o ileo; media, o colon e, uma posterior, o recto. O proctodeu absorve a água, produz e excreta produtos fecais. Entre o mesêntero e o proctodeu localizam-se minusculas projecções do proctodeu denominadas tubulos de Malpighi. Os tubulos de Malpighi nos insectos são os principais orgãos de excreção cujos productos são vertidos no intestino posterior.

Função do sistema digestivo

O sistema digestivo:
a) fornece ao organismo substâncias alimentícias, plásticas e energia mecânica;
b) constitue barreira mecânica contra parasitas, antígenos, substâncias metabólicas tóxicas e prejudiciais;
c) informa o insecto sobre as características do meio ambiente, forma, consistência e sabores dos alimentos.

Alimentação

A maioria dos insectos é fitófaga mas, existem aqueles que são predadores, os que se alimentam de outros organismos vivos; os parasites, aqueles que se alimentam de materia útil e passam a sua parte inteira ou parcial no ou sobre o hospedeiro. Existem os caprófagos, aqueles insectos que se alimentam de resíduos orgánicos em pudrefacção; os necrófagos, os insectos que se alimentam de cadáveres e ainda existem os saprófagos, que são aqueles que se alimentam de estrumes e humos. Outros insectos são pantófagos ou omnívoros, aqueles que se alimentam tanto de plantas e animais como também de resíduos orgánicos vivos ou em pudrefacção. Há insectos polífagos que são aqueles que se alimentam so de plantas ou de animais; os oligófagos, os que se alimentam de plantas ou animais pertecentes a um mesmo grupo taxonómico ou próximos entre si. Este último grupo de insectos tem um âmplo espéctro de selecção e especialização alimentar. Os insectos monófagos alimentam-se só de uma espécie de plantas ou daquelas que são taxonomicamente muito próximas entre si. O espéctro de selecção alimentar, incluindo os modos de procura, reconhecimento e selecção de alimentos, varia conforme a diversidade morfológica e funcional dos orgãos sensoriais, digestivos e dos processos metabólicos dos insectos.

Fisiologia do sistema digestivo????

Sistema nervoso

Estrutura do sistema nervoso

A unidade básica estrutural e funcional do sistema nervoso é o neurónio, a célula nervosa constituida por um corpo central, o pericório e fibrilas nervosas (Fig.14). As fibrilas nervosas podem ser dentrites ou axónios. As dentrites recebem impulsos nervosos das outras céluas nervosas e transmitem-nos ao corpo central, o qual por sua vez dirige-os aos axónios. As células nervosas estão ligadas entre si através de sinápses axónio-dentrite e maioria dos neurónios dos insectos é monopolar.

Tipos de neurónios

Quanto ao número de fibrilas nervosas os neurónios podem ser:

a) Monopolares- os neurónios monopolares não têm dentrites (Fig.14a);

b) Bipolares- são aqueles neurónios que têm uma dentrite e um axónio (Fig.14b);

c) Multipolares – são os neurónios com várias dentrites e um axónio (Fig.14c).

Quanto as suas funções os neurónios podem ser:

a) Neurónias sensoriais (Fig.14d). Estes neurónios estão associados aos orgãos dos sentidos e conduzem os impulsos dos receptores ao sistema nervoso central;

b) Neurónios motores (Fig.14e). Este tipo de neurónios está localizado no sistema nervoso central e conduzem os impulsos nervosos do sistema nervoso central aos orgãos efectores que podem ser musculos, glândulas e outros;

c) Neurónios associativos (Fig.14f). Estes neurónios localizam-se no sistema nervoso central e ligam os neurónios sensoriais aos motores.

Subdivisões do sistema nervoso

Conforme a sua funçao e localizaçao o sistema nervoso é subdividido em:

a) Sistema Nervoso Central;

b) Sistema Nervoso Visceral que pode ser Simpático ou Parasimpático e,

c) Sistema Nervoso Periférico.

Sistema Nervoso Central

O sistema nervoso central é formado por uma cadeia dupla de gânglios unidos entre si longitudinalmente por conectivos e transversalmente por comissuras. Na cabeça há duas aglomerações ganglionares, o cérebro e o ganglio subesofágico (Fig.15). Para além destas aglomerações fazem parte do sistema nervoso central três gânglios toráxicos e abdominais. O cerebro situa-se acima do esôfago e nele destingue-se uma parte anterior ou protocérebro, média ou deutocérebro e outra posterior ou tritocérebro (Fig.15).O protocerebro enerva os olhos compostos e simples enquanto que o deutocerebro é responsável pela enervação da musculatura e das antenas. O tritocerebro é diminuto, enerva a cápsula cefálica, o cerebro e está ligado ao sistema nervoso estomatogástrico, o qual por sua vez enerva a parte posterior do intestino.O cerebro contém poucos neurónios motores e funciona como uma secção de percepção e coordenação dos estímulos. O gânglio subesofágico está ligado ao tritocérebro através de dois conectivos e enerva as mandibulas, o lábio e as glândulas salivares. Os três ganglios toráxicos enervam as patas, as asas e as sensilas toráxicas. Os gânglios abdominais enervam os músculos e os apêndices abdominais.

Sistema nervoso visceral

Este sistema deriva-se do sistema nervoso estomatogástrico e é composto por pequenos ganglios situados nas proximidades do tritocerebro. O sistema nervoso visceral enerva os orgãos viscerais tais como os aparelhosdigestivo, circulatório, reprodutor e os estigmas. O sistema nervoso periférico é formado por nervos que partem dos gânglios do sistema nervoso central e do sistema nervoso visceral aos orgãos efectores. O sistema nervoso periférico é também constituido por neurónios sensoriais dos orgãos sensitivos.

Orgãos dos sentidos

Os orgãos dos sentidos dos insectos são em conjunto denominados sensilas e segundo a forma distinguem-se sensilas tricóides, basicoides, campaniformes, escolopídeas e placoides (Fig.16). Conforme as categorias funcionais as sensilas podem ser:

a) Mecanoreceptoras - são sensilas receptoras de tacto, audição e orientação. Os receptores de tacto podem ser tricoides, campaniformes, escolopídeas e, os primeiros podem ter forma de espinhos e cerdas pêlos tacteis.
b) Auditivas. Estas sensilas são as mais complexas e diversificadas das quais distinguem-se o orgão de Johnston e o tímpano. O orgão de Johnston é uma sensila escolopidea localizada no 2º segmento da antena e percebe movimentos do flagelo resultantes das vibrações do ar. Este orgão encontra-se nos mosquitos e nas moscas da família Chironomidae. O tímpano é uma membrana cuticular elástica localizada na tíbia da pata

anterior dos grilos, no 1º segmento abdominal dos gafanhotos e de outros insectos. Os insectos podem produzir sons dos quais a estridulação é o mais comum nos gafanhotos e grilos. Netes insectos a estridulação ou emissão de sons agudos é feita através da fricção das asas anteriores pelo interior do fémur posterior.

Orientação

Os insectos orientam-se através das antenas, dos olhos e do tacto. Os olhos são os receptores visuais e os principais orgãos de orientação e nos insectos podem se encontrar olhos compostos e/ou simples ou ocelos. Os olhos compostos encontram-se nos adultos enquanto que os ocelos também denominados estematas encontram se nas larvas e ninfas. O olho composto (Fig.17a) é constituido por unidades estruturais visuais chamadas omatídeos os quais por si compreendem um sistema óptico, células pigmentares e visuais. O sistema óptico é composto de uma córnea e um cone cristalino. O cone cristalino é formado por lentes hexagonais, as facetas. As células pigmentares constituem a retícula, a qual está formada por 7 a 8 células visuais alongadas. As células visuais rodeiam as células pigmentares e estão constituidas por bastonetes ópticos axiais denominados rabdomes. As rábdomas contêm proteinas fotossensitivas chamadas rodopinas, as quais através de reacções químicas transformam o estímulo luminoso em impulso nervoso.

Tipos de olhos compostos

a) Olhos de aposição - neste tipo de olhos, (Fig.17b)cada omatídeo corresponde uma imagem resultante apenas do seu campo visual e as imagens formadas por si são nítidas. Os olhos de aposição são características dos insectos diurnos.

b) Olhos de sobreposição - nos olhos de sobreposição (Fig.17c) as imagens recebidas pelo omatídeo resultam não só do seu campo visual mas também dos campos dos outros omatídeos. As células pigmentares estão concentradas ao redor do sistema óptico. As imagens formadas por este tipo de olhos não são nítidas e encontram-se nos insectos com hábitos nocturnos. Os olhos simples estão formados por uma simples cornea e carecem de cone cristalino nos insectos adultos. Estes olhos regulam as variações luminosas, distinguem a luz e sua polarização, movimentos de objectos e, estimulam o trabalho do cérebro através da percepção dos impulsos nervosos provenientes dos estimulos luminosos mesmo em condições de escuridão. Tanto as antenas como a cutícula orienta o insecto através dos derivados cuticulares presentes na sua superfície.

Sistema de secreção

Estrutura do sistema de secreção

Nos insectos a secreção é realizada através das glândulas exócrinas ou endócrinas (Fig.18). As glândulas exócrinas vertem os seus produtos ao exterior do corpo ou lúmem de um orgão através dos canais glandulares. As glândulas endócrinas secretam substâncias denominadas hormonas, as quais são difundidas na hemolinfa e posteriormente transportadas para o resto do corpo. Juntamente com o sistema nervoso central as glândulas endócrinas regulam a actvidade metabólica e coordenam o funcionamento dos diversos sistemas do organismo. As glândulas endócrinas fazem parte do sistema endócrino.

Tipos de glândulas exócrinas

a) Glândulas labiais - estas glândulas estão localizadas nos lábios e, secretam saliva nos adultos e seda nas larvas principalmente de lepidópteros.

b) Glândulas mandibulares e maxilares – estas são geralmente glândulas pequenas, localizadas na cabeça e produzem saliva nas larvas dos lepidópteros e feromonas nos adultos de outros insectos tal como as abelhas. As glândulas especializadas na produção de saliva sao denominadas glândulas salivares. A saliva contém fermentos tais como carbohidrases, lipases e proteases. As glândulas salivares podem conter substâncias tóxicas, auxinas, anticoagulantes, atractantes e repelentes.

c) Glândulas de cera - as glândulas de cera estão localizadas nos esternos abdominais das abelhas e de alguns homópteros principalmente da subordem Coccoidea. Através destas glândulas as fémeas produzem uma capa cerosa que cobre o seu corpo, larvas ou colónias inteiras. Os favos das abelhas são também um produto destas glândulas.

d) Glândulas de feromonas - este tipo de glândulas produz feromanas, substâncias voláteis que influenciam no comportamento de indivíduos da mesma espécie.

Tipos de feromonas

a) Feromonas sexuais ou sex-feromonas – estas feromonas atraem sexos opostos entre si e são características da maioria dos insectos.

b) Feromonas de agregação ou dispersão -estas feromonas induzem o comportamento de reunião ou dispersão e ocorrem nos lepidópteros e himenópteros da subordem Formicoidea.

c) Feromonas de alarme – este é um tipo de feromonas que induz o comportamento de dispersão por alarme e pode se observar nos afídeos, nas formigas, abelhas e noutros insectos sociais.

d) Feromonas de marcação de território e de arrasto - estas feromonas induzem o comportamento de delimitação de território por competição de machos nos grilos e de arrasto e transporte de outros indivíduos nas formigas;
e) Alomonas – as alomonas ocorrem nas térmites e nos coleópteros e influenciam o comportamento de indivíduos de outras espécies.

Glândulas endócrinas

Tipos de grandulas endocrinas

a) Células neuro-secretoras do sistema nervoso central. Estas células distinguem-se dos neurónios pela sua capacidade de sintetizar hormonas que se expandem pelos gânglios da cadeia nervosa. Conforme a sua capacidade de reter corantes elas podem ser dos tipos A, B, C e D. As células A e B do grupo mediano do protocerebro de *Locusta migratoria* sintetizam substâncias inibidoras da actividade dos corpos alados e reguladoras do metabolismo das proteinas da hemolinfa. As células C libertam hormonas que estimulam os corpos alados e sintese da melanina enquanto que, as céluals D produzem a hormona diurética.
b) Células neuro-secretoras. Estas são células produtoras de hormonas estimulantes da actividade das glândulas protóraxicas e do desenvolvimento dos ovários. Além disso, estas células secretam a bursicona, hormona que induz a esclerotização e pigmentação da nova cultícula depois da muda.
c) Complexo retrocerebral. Nos percevejos este grupo de células é constituido por corpos cardíacos e alados, pelo sistema nervoso estomatogástrico, pelas formações perisimpáticas e pela aorta. Na barata, *Periplaneta americana* os corpos cardíacos regulam a actividade da hormona da hipercliquemia, da neuro-hormona D, a qual estimula os batimentos cardíacos e a secreçao de substâncias reguladoras da passagem dos impulsos nervosos. Os corpos cardíacos armazenam hormonas das células neuro-secretoras. Os corpos alados armazenam neurosecreções dos corpos cardíacos. Por sua vez os corpos cardíacos produzem a hormona juvenil a qual estimula o desenvolvimento do insecto, regula o processo de diferenciação das larvas nas abelhas e de desenvolvimento das gâmetas nos outros insectos. Os corpos alados também regulam a reprodução, mudança da pigmentação do tegumento, processos do metabolismo, intensidade de alimentação e também induzem a diapausa.
d) Glândulas protoráxicas. Estas glândulas estão localizadas no tórax e fazem parte da glândula aneliforme nos dípteros e encontram-se só no estágio larvar dos insectos. A glândulas protoráxicas mantém-se no estágio adulto somente nos insectos inferiors apterigóticos tais como efemerópteros e

em determinadas fases dos gafanhotos e das térmites operárias. As glândulas protóraxicas não se enervam e dependem funcionalmente do sistema nervoso central, regulam a actividade da ecdisona, a hormona inductora da muda, produção da nova cutícula e formação do pupário nas moscas.

Sistema muscular

Estrutura dos musculos

A unidade básica estrutural e funcional do sistema muscular é a célula muscular ou fibrila muscular (Fig.19). A fibrila muscular é constituida por um núcleo, sarcoplasma e por uma membrana celular que é denominada sarcolema. Cada fibra muscular contém um feixe de miofibrilas constituidos por agregados de filamentos paralelos e delgados denominados miofilamentos. Nos insectos, tanto os musculos esqueléticos como os viscerais estão constituidos por fibras musculares estriadas. A estriação é determinada pela alternância de camadas claras, as protofibrilas proteicas finas chamadas actinas ou I – discos e de camadas escuras, as protofibrilas proteicas grossas denominadas miozinas ou A-discos. Os músculos são enervados pelos neurónios motores e o contacto entre os neurónios e as fibras musculares é feita através de sinápses neuro-musculares, que são placas terminais motores.

Tipos de músculos

a) Músculos de vôo - os musculos de vôo estão localizados no tórax e as suas contracções permitem os movimentos das asas e conforme a sua função estes podem ser:

- Músculos directos de vôo (Fig.20). Os musculos directos são 4 pares e estão ligados na base das asas e no tegumento. A frequência das suas contracções depende directa e proporcionalmente da frequência dos impulsos nervosos. Estes musculos são músculos sincrónicos com enervação neurogénica e produzem frequências baixas das asas. Este tipo de musculos encontra-se nos gafanhotos, nas libélulas e mariposas ou borboletas e permite um desenvolvimento notável do tórax.
- Músculos indirectos (Fig.20). Estes musculos podem ser dorsoventais e longitudinais. Os musculos dorsoventrais estão ligados ao noto e esternos, enquanto que os longitudinais estão conectados ao prónoto e post-noto. A frequência de várias contrações musculares resulta de um impulso nervoso. Os músculosindirectos de vôo são assincrónicos, a sua enervação é miogénica e provocam frequências altas das asas. Este tipo de musculos é típico de insectos pequenos, por exemplo, mosquitos, moscas e minúsculos

coleópteros característicos de voos rápidos e acrobáticos. Os músculos indirectos provocam deformação e aqueamento do tergo toráxico.
Fisiologia das contracções musculares e mecanismos de condução dos impulsos nervosos nos músculos?????

Sistema circulatório

Estrutura do sistema circulatório

O sistema circulatório dos insectos (Fig.21) é relativamente simplificado e está constituido por um vaso dorsal, que se extende médio-longitudinalmente ao longo do corpo. A parte anterior do vaso constitui a aorta a qual não tem ostios, válvulas nem câmaras. A parte posterior compreende o coração o qual está dividido por válvulas numa série de câmaras. Cada câmara está constituida por um par de aberturas laterais, os ástios. No abdómem, sobre o intestino horizontal e longitudinalmente estende-se o diafragma dorsal, enquanto que sobre o cordão dos gânglios ventrais encontra-se o diafragma ventral. Abaixo do coração localizam-se os músculos aliformes (Fig.21). O principal líquido circulatório nos insectos é a hemolinfa a qual pode ser incolora, de cor verde ou amarela e é composta pelo plasma e elementos hemolinfaticos denominados hemócitos.

Tipos de hemócitos

a) Proleucócitos – estas são células hematogéneas que dão origem ás restantes células. Os proleucócitos podem-se especializar em micro- e macronúcleócitos

b) Plasmócitos – os plasmócitos têm granulas, lisossomas e são células fagocitárias.

c) Esferulócitos ou eozinofilos e adipogemócitos - os esferulócitos e adipogemócitos transportam hormonas e inclusões de gorduras, respectivamente.

d) Cistócitos ou coagulócitos - estas são células responsáveis pela coagulação da hemolinfa.

e) Enocitóides - os enocitoides participam nos processos de intercâmbio de substâncias.

Funcionamento do sistema circulatório

O sistema circulatório dos insectos é aberto e a hemolinfa é vertida na cavidade cefálica e posteriormente nas diversas cavidades do corpo. A circulação da hemolinfa pelo corpo é feita através das contracções rítmicas dos diafragmas, músculos aliformes, do coração e das ampólas. As ampólas são membranas ligadas aos músculos das asas, patas, antenas e de outros apêndices. A contracção do diafragma dorsal provoca a dilatação

do coração e a consequente entrada da hemolinfa nos seios pericardiais devido a abertura dos óstios e esta fase é denominada diástole. O relaxamento do diafragma dorsal permite a entrada da hemolinfa no coração através dos óstios. Os músculos cardíacos contraem-se, os óstios fecham-se e a hemolinfa é impulsionada em direcção a aorta e desta froma ocorre a sístole cardíaca.

Função do Sistema circulatório

O sistema circulatório nos insectos desempenha a função de transporte mais do que a de respiração, pois há pequena concentração de hemoglobina e oxigénio dissolvido na hemolinfa. Assim, são funções do sistema circulatório:

a) Proteger os insectos contra microorganismos nocivos e substâncias antígenas.

b) Transportar substâncias alimentícias, produtos de excreção e secreção principalmente hormonas.

c) Manter a homeostase.

Corpo adiposo

O corpo adiposo é um tecido fofo que preenche os espaços entre os orgãos interno e é geralmente de cor amarelado-branca, amarela ou verde. No corpo adiposo ocorrem os processos metabólicos, síntese de proteinas, gorduras e carbohidratos.

Tipos de células do corpo adiposo

a) Trofócitos - estas são células alimentares responsáveis pela síntese, pelo transporte e armazenamento de substâncias.

b) Nefrócitos – os nefrócitos são células periviscerais e funcionam como orgãos de excreção e manunteção de homeostase no período de muda.

c) Micetócitos ou bacteriócitos – estas células são portadoras de bactérias simbióticas que ajudam a digestão de alimentos no intestino de certos insectos.

d) Cromócitos - os cromócitos sintetizam pigmentos coloridos nos insectos transparentes, principalmente larvas.

Sistema respiratório

Estrutura do sistema traqueal

A respiração nos insectos é feita por meio de um sistema traqueal (Fig.22a) cujas estruturas principais são as traqueias e aberturas pleurais denominadas estigmas. As traqueias são tubulos tegumentares formados por uma camada que é reforçada por enrolamentos telicoidais de quitina denominados tenídeos, os quais mantêm as traqueias distendidas. As traqueias abrem-se ao exterior através de estígmas, orfícios tegumentares dispostos aos pares ao longo da pleura do mesotórax, metatórax e dos primeiros 8 segmentos abdominais. As traqueias penetram na cavidade do corpo por meio de ramificações tubulares finas, as traqueolas (Fig.22b). O processo de intercâmbio de gases é regulado pela abertura dos estigmas. A abertura completa dos estígmas aumenta a eficiência da entrada do oxigênio e eleva a transpiração e desihidratação. A distribuição e o intercâmbio de gases no organismo sao feitos por difusão. Algumas larvas aquáticas respiram através de adaptações estruturais branquiais tais como branquias e filamentos traqueais (Fig. 22c).

Sistema excretor

Estrutura do sistema excretor

Os tubulos de Malpighi (Fig.23), os principais orgãos de excreção nos insectos, são projecções membranosas tubulares finas derivados do intestino posterior. Os tubulos de Malpighi absorvem por difusão substâncias residuais, água, iões, toxinas, urina primária ou filtrado e vertem-nos no intestino posterior. Para além dos tubulos de Malpighi o tegumento da parede do corpo excreta CO_2, o proctodeu absorve água e o recto produz e excreta restos alimentares, ureia, ácido úrico e amonia. Nos Collembola, Thysanura e nalguns insectos alados a função de excreção é feita através das glândulas labiais.

Sistema reprodutor

Estrutura do sistema reprodutor

O sistema reprodutor dos insectos está constituido por um par de gonadas, gonodutos, glândulas acessórias e por um ducto comum que se abre ao exterior. O sistema reprodutor masculino (Fig.24a) é formado por um par de testículos, vasos deferentes e por um canal ejaculador ou penis. Os vasos deferentes unem-se ao pénis, nos machos as glândulas acessórias secretam o espermatóforo que é uma capsula protectora dos espermatozoides.Os orgão femeninos (Fig.24b) compreendem um par de ovários, ovidutos, os quias se abrem num duto comum denominado vagina. As glândulas acessórias nas fêmeas secretam uma cápsula chamada ooteca ou casulo, a qual potege os ovos. Para além disso as glandulas acessórias produzem diversas

substâncias para fixação dos ovos no substrato. Algumas espécies de insectos têm um reservatório de esperma denominado espermateca ou receptáculo seminal.

Biologia de reprodução e desenvolvimento

Os insectos reproduzem-se sexuadamente, são anfimíticos e conforme o tipo de desenvolvimento embrionário a reprodução pode ser:

a) Ovípara – a oviparidade ou reprodução ovípara é típica da maioria dos insectos e nela após a fertilização os descendentes nascem dos ovos fora do corpo da fêmea.
b) Vivípara - neste tipo de reprodução os ovos aclodem no interior da fêmea. Esta reprodução é típica da mosca tsé-tsé e das moscas da família Muscidae.
c) Partenogénese - a partenogénese é uma forma de reprodução sexual em que os descendentes desenvolvem-se de ovos não fertilizados. A partenogénese pode ocorrer por falta de machos tal como ocorre nos afídeos e facultativamente devido a influência das condicões avresas do ambiente, por exemplo, nos himenópteros e noutros insectos.

Tipos de partenogénese segundo o sexo da descendência

a) Partenogenese arrenotética ou arrenotécia - neste tipo de partenogénese dos ovos só se desenvolvem machos e este tipo de reprodução ocorre nos himenópteros.
b) Patenogenese telitótica ou telitócia – através deste tipo de reprodução dos ovos só se desenvolvem fêmeas. A telitócia é obrigatória em algumas espécies de fasmápteros da família Phasmidae, dos coleópteros da família Curculionidae e dos himenópteros.
c) Partenogenese anfitótica ou anfitócia - neste tipo de reprodução dos ovos desenvolvem-se ambos os sexos e a anfitócia ocorre em quase todos os insetos.
d) Pedogénese - a pedogése é uma forma de reprodução partenogenética em que os descendentes se desenvolvem dos ovos não fertilizados de estádios imaturos e esta reprodução ocorre principalmente nos dípteros. Em dependência das variações das condições do meio ambiente os afideos reproduzem-se com alternância de gerações sexuais anfimíticas e partenogenéticas.

Desenvolvimento embrionário

Todo os insectos desenvolvem-se dos ovos e a maioria dos ovos sofre clivagem meroblástica superficial seguida de gastrulação. O desenvolvimento embrionário dura de 2 a 10 dias e, raramente 9 meses. Os ovos podem ser de forma oval, alongada, esférica, elipsoide, cilíndrica de forma de barill e irregular (Fig.25). Os ovos variam desde dimensões muito pequenas até 15 mm de comprimento tal como os ovos de *Xylocopa*. Os ovos são geralmente esbranquiçados, amarelados ou acastanhado-claros e são cobertos por cório, um envólucro que é produto de secreção das células foliculares. Sob o cório localiza-se a gema que é atravessada por um sistema de cavidades que permite a absorção do oxigênio dos meios aquático e terrestre. Os ovos são geralmente postos em grupos de 100, 200 ou mais dependendo da espécie, na parte inferior das folhas das plantas ou em substratos animais ou vegetais tal como ocorre nos insectos parasitas. Em alguns casos os ovos são cobertos por uma camada de secreções das glandulas acessórias das fêmeas.

Desenvolvimento pos-embrionário

O desenvolvimento pos-embrionário dos insectos consiste no crescimento linear e é periódicamente interrompido pela passagem dum estágio para outro. Os insectos desenvolvem-se por metamorfose a qual compreende transformações morfológicas e fisiológicas profundas do organismo até atingir o estágio adulto. O crescimento acontece logo após a cada muda ou ecdisis, que é processo de desprendimento da velha cutícula e formação da nova (Fig.26). O período entre as mudas denomina-se instar ou estágio e durante a muda a velha cuticula é dissolvida pelas quitinases e proteinases secretadas pelas células epidérmicas. O insecto emerge da velha cutícula através duma fenda que se abre ao longo da linha mediana dorsal do torax ou da parte anterior da cabeça. O processo da muda é controlado pelas hormonas ecdisona e hormona juvenil, enquanto que a bursicona induz a esclerotização e pigmentação da nova cutícula. O número de mudas varia de 4 a 20 em dependência da espécie e a cutícula desprendida da muda é denominada exúvia. Nos insectos inferiores ocorrem formas primárias de metamorfose denominadas anamorfose e protomorfose. A anamorfose caracteriza-se pelo aumento paulatino dos segmentos abdominais no processo de muda, ocorre nos insectos da ordem Protura, enquanto que através da protomorfose os insectos mudam no estágio adulto. As larvas são idênticas ao adulto mas sem divisões do corpo em tórax e abdómen.

Tipos de metamorfose conforme os tipos e número de estágios

a) Metamorfose incompleta (Fig.27a) - neste tipo de metamorfose os insectos passam por estágios larvares e por adulto ou imago e do ovo emerge uma larva morfológicamente identica ao adulto, mas com tamanho menor e apêndices rudimentares.
b) Metamorfose completa (Fig.27b) – neste tipo de metamorphose os insectos passam por fases chamadas larva, pupa e adulto e, tanto as larvas como as pupas são morfologicamente diferentes dos adultos.

Modificações de metamorfoses

a) Hipomorfose - hipomorfose é uma metamorfose incompleta simplificada característica dos insectos superiores não alados com transformação incompleta e ocorre nos sifonápteros.
b) Hipermorfose - esta é uma metamorfose incompleta complexa caracteristica de insectos que no seu desenvolvimento apresentam uma fase larvar imóvel que é denominada pseudopupa. A hipermorfose ocorre nos machos dos homópteros da família Coccidae (Cochonilhas).
c) Hipermetamorfose - este tipo de metamorfose completa complexa consiste na existência de vários estágios larvares ou pupares e os neurópteros da família Mantispidae são os insectos que se desenvolvem através de hipermetamorfose.

Larvas

As larvas são estágios que eclodem depois do desenvolvimento embrionário e podem ter diversas formas morfológicas e diferentes modos de vida. O número de mudas das larvas varia de 3 a 5 nos coleópteros das famílias Bostrichidae, Curculionidae, nos afídeos e, até 25 a 30 mudas nos efemerópteros e plecópteros. O período de desenvolvimento larvar varia entre 5 a 6 dias nos afideos até 13 a 17 anos nos homópteros da família Cicadidae. O número de mudas e o período de desenvolvimento podem variar conforme as oscilações da temperatura, humidade, do fotoperíodo e da abundância de alimentos.

Tipos de larvas

a) Larvas imaguiformes (Fig.28a) - este tipo de larvas tem olhos compostos, aparelho bucal, antenas, patas e outros apêendices geralmente idênticos aos dos adultos. Entretanto, as larvas diferem-se dos adultos por serem de dimensões menores com asas e orgãos reprodutores rudimentares. Estas larvas têm um modo de

vida idêntico ao dos adultos e são características dos insectos com metamorfose incompleta. As larvas aquáticas chamam-se náiades e as terrestres são ninfas.

b) Larvas verdadeiras (Fig28b) - estas larvas não têm olhos compostos e são morfológicamente diferentes e têm um modo de vida também diferente ao dos adultos.

Tipos de larvas verdadeiras

a) Larvas polipodas ou eruciformes - estas larvas têm segmentação irregular, patas falsas abdominais ou propatas (Fig.28c) e, tem antenas e patas toráxicas pouco desenvolvidas. As larvas são de forma cilíndrica, vivem perto do alimento e são maioritariamente fitófagas. Os lepidópteros e mecópteros desenvolvem-se deste tipo de larvas.
b) Larvas olicopodas (Fig.28d) - estas larvas possuem patas toráxicas bem desenvolvidas, não têm patas abdominais e podem apresentar cercos abdominais ou processos caudais.

Tipos de larvas oligopodas

a) Campodeiformes (Fig.28e) - as larvas campodeiformes têm um corpo esclerotizado com processos abdominais, são geralmente predadoras e com um aparelho bucal masticador muito desenvolvido. Este tipo de larvas é característico dos tricópteros, neurópteros e coleópetros da subordem Adefaga.
b) Escarabeiformes (Fig.28f) - estas são larvas do tipo vermiforme com corpo cilíndrico em forma de "C", têm patas toráxicas curtas e não possuem processos caudais nem apêndices. Estas larvas locomovem-se lentamente, vivem na madeira viva onde produzem resíduos parcialmente decompostos e são larvas características dos coleópteros das famílias Scarabaeidae, Lucanidae e Chrysomelidae.
c) Elateriformes (Fig.28g e 28h) - estas larvas têm cabeça desenvolvida, cilindrica com tegumento muito duro, corpo em forma de arame e são típicas dos coleópteros das familías Elateridae e Tenebrionidae.
d) Apodas - este tipo de larvas não tem apêndices abdominais nem toráxicos e nem olhos.

Tipos de larvas apodas

e) Eucefálicas (Fig.28i) - o tipo de larvas eucefálicas tem uma capsula cefálica muito esclerotizada e encontra-se nos dípteros da família Culicidae ou mosquitos, coleópteros da família Curculionidae e nos himenópteros da subordem Apoidea.

f) Polucefálicas (Fig.28j) - estas larvas têm cabeça pouco desenvolvida a qual pode ser retraida ao tórax e são características da maioria dos dípteros.
g) Acefálicas (Fig.28k) - as larvas acefálicas não têm cápsula cefálica ou se existe é inconspícua e pode se encontrar nos dípteros da subordem Cyclorrhapha, por exemplo, a mosca doméstica.

Pupa

A pupa é um estágio de modo de vida passivo, dotado de poucos movimentos, não se desloca e é característico de insectos com metamorfose completa. A pupa é descendente da larva do último instar a qual muda e se transforma em organismo pupiforme. A pupa apresenta olhos compostos, antenas, aparelho bucal e rudimentos externos das asas. O período de desenvolvimento da pupa varia entre 5 a 10 dias nas moscas até alguns meses e anos nos coleópteros da família Melolontidae.

Tipos de pupas

a) Pupa livre ou exarada - este tipo de pupa tem apêndices livres de imago, ligeiramente apertados ao corpo (Fig.29a) e é característico dos coleópteros, neurópteros, himenópteros, dípteros da subordem Brachycera e Cyclorrhopha e dos insectos sifonáteros.
b) Pupa coberta ou obtecta. - esta pupa tem apêndices de imago extreitamente apertados ao corpo e cobertos por rudimentos membranosos da muda larvar (Fig.29b). Estas são pupas dos lepidópteros, coleópteros da família Coccinelidae e dípteros da subordem Nematocera.
c) Pupa oculta ou coarectada - esta pupa está completamente coberta pela exúvia da última muda larvar a qual forma um envólcro denominado pupário. Estas pupas encontram-se nos dípteros da subordem Cyclorrapha.

Ciclo de desenvolvimento dos insectos

O periodo de desenvolvimento do insecto desde a eclosão da larva do ovo até ao estágio adulto chama-se geração ou ciclo de vida (Fig. 30a). Durante o ciclo de vida os insectos passam por uma fase de interrupção de desenvolvimento ou de profundo sosseco fisiológico denominado diapausa. A diapausa é causada pelas variações das condições ambientais tais como fotoperiodismo ou duração dos dias e noites, temperatura, humidade e abundância dos alimentos. Nos trópicos e subtrópicos as estações secas com altas temperaturas e

baixa humidade são períodos de diapausa dos insectos enquanto que nas regiões frias as baixas temperaturas são o factor fundamental do sosseco fisiológico. Quando a interrupção ocorre na estação fria ou no inverno chama-se ibernação. A diapausa pode ser causada por letargia térmica ou fria e conforme o estágio do insecto que entra em sosseco fisiológico a diapausa pode ser embrionária, a qual ocorre nos ortopteros; larvar, pupar e imaginária. A diapausa dos estágios larvar e pupar é características dos lepidópteros equanto que a imaginária ocorre na maioria dos heteróptеros e coleópteros. A diapausa permite aos insectos sobreviver á condições desfavoráveis do ambiente e coordenar cincrónicamente o seu ciclo de vida com a fenologia do organismo de que eles se alimentam. A descrição esquemática dos ciclos de vida dos insectos é feita através de gráficos denominados por calendários fenológicos (Fig.30b).

Tipos de espécies conforme o número de gerações de desenvolvimento

a) Espécies polivólticas - as espécies polivólticas desenvolvem-se em várias gerações por ano e encontarm-se nas ordens de heteróptеros, tisanópteros, lepidópteros e dípteros.
b) Espécies monovólticas - este tipo de espécies desenvolve-se numa geração por ano e é dos ortópteros, coleópteros da família Curculionidae e heteróptеros da família Pentatomidae.
c) Espécies multianuais - estas espécies desenvolvem-se numa geração depois de um ano e são a maioria dos coleópteros.

Sistemática, classificação e origem dos insectos

Sistemática e classificação

Os insectos constituem o maior grupo numérico dos animais na terra com cerca de 1-2 milhões de espécies. Para ordenar as diversas espécies é necessário sistematizar, estabelecer relações de congénere e agrupar os diferentes individuos. A sistemática diagnostica e estabelece caracteristicas morfológicas, genéticas e ecológicas dos diferentes grupos, suas diferenças e semelhanças constantes e imudáveis. A classificação ordena as diferentes espécies em taxones sistemáticos do mundo animal.

Características básicas usadas para sistematizar e classificar os insectos

a) Tipos de metamorfose, ausência, presença e desenvolvimento das asas.

A classe insecta é subdividida em duas subclasses as quais são distinguidas pela diferença no seu desenvolvimento pos-embrionário (Esquema I). A subclasse Apterygota (Fig.31a) agrupa insectos que se desenvolvem ametabolicamente ou sem metamorfose. A ausência das asas nestes insectos constitute uma característica primária. A diferenciação individual pos-embrionária dos insectos apterigóticos consiste no crescimento linear de aumento paulatino dos segmentos abdominais desde o estágio larvar ao adulto. A subclasse Pterygota reune insectos que se desenvolvem por metamorfose e distingue as divisões dos insectos hemimetabólicos e exopterigóticos (Fig.31a) e, holometabólicos e endopterigóticos (Fig.31b). A primeira divisão reune insectos que se desenvolvem por metamorfose incompleta, enquanto que a segunda inclue insectos com metamorfose completa. Na divisão dos exopterigóticos as larvas apresentam asas desde o primeiro até ao último estágio larvar e na divisão dos endopterigóticos fenotípicamente as larvas não apresentam asas.

b) Características morfológicas das peças bucais, do tórax, abdóme e dos apêndices

As particularidades morfológicas das peças bucais, patas, asas e dos apendices abdominais servem como base para a distinção classificativa dos insectos aos níveis de ordens e famílias, por exemplo, a ordem dos blatópteros reune as baratas qu se caracterizam por ter um protórax expandido transversalmente, patas com espinhos e pêlos ao longo de toda a sua extenção (Fig.32a); os hemípteros são insectos com asas semielítricas, com cabeça opistognática, peças bucais sugadoras e com uma probóscide encurvada ao longo do esterno protoráxico (Fig.32b); os coleópteros são insectos com asas helítricas e um corpo em geral, fortemente esclerotizado (Fig.32c); a família Cerambycidae (Fig.32d) da ordem dos coleópteros apresenta antenas filiformes, geralmente muito compridas mais que o corpo, enquanto que a família Culicidae dos díptera tem antenas plumosas ou pilosas e, corpo delgado com proboscide longa A família Grillotalpidae dos ortópteros apresenta patas cavadoras e um tórax deformado em forma de um tractor.

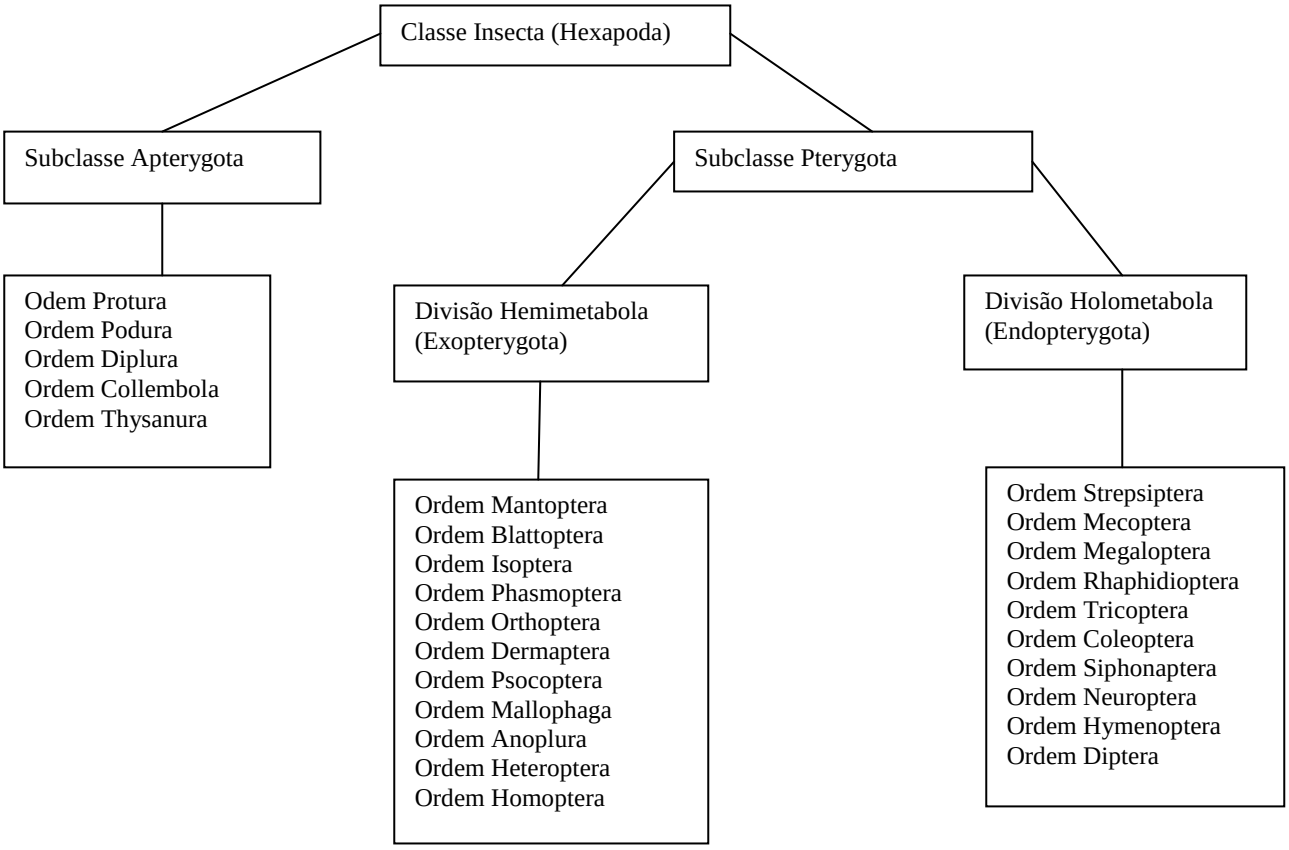
c) Características ecológicas e etológicas

Os insectos podem ser agrupados com base nas particularidades ecológicas comuns tais como habitat, habito de vida diúrno ou noturno e tipo de alimentação. Insectos do mesmo género ou espécie geralmente ocupam o mesmo habitat ou nicho e podem se alimentar de plantas taxonomicamente próximas ou de matéria da mesma origem orgânica. Em adição estes insectos podem apresentar características similares de diapausa e actvidade vital.

d) Características morfológicas e genéticas

Grupos de insectos, principalmente ao nível de espécies e subespécies, são reunidos num grupo denominado complexo de espécies por apresentar material genético com características semelhantes. Os mosquitos do complexo gambiae e pipiens apresentam bandas semelhantes nos cromossomas politénicos.

Esquema 1. Sistematização e Classificação de Insectos



Características das Ordens dos insectos

Existe cerca de 35 Ordens dos insectos entre elas as seguintes:

a) Ordem Protura (Merientómata ou proturos). Esta ordem inclue insectos pequenos e muito diminutos, esbranquiçados com cerca de 0,6 a 1,5 mm de comprimento, os quais têm uma cabeça cônica, sem

olhos nem antenas. As patas anteriores são sensoriais (Fig.33a). Os proturos vivem em solos úmidos ou humosos, em bolor de folhas, por baixo de cascas de árvores, em troncos caidos e alimentam-se de matéria orgânica vegetal em decomposição. Os proturos são pouco conhecidos em Moçambique entretanto, *Berberentulus travassoi* é uma espécie descrita da família Acerentomidae.

b) Ordem Thysanura (Traças-dos-livros ou tisanuros). Os tisanuros medem de 1 a 15 mm de comprimento, são alongados e apresentam apêndices caudais, cercos e filamento caudal mediano com um tufo de pêlos em forma de franja (Fig.33b). As traças-dos-livros tal como *Ctenolepisma longicaudata* e *Thermobia domestica* (Lepismatidae) vivem em habitações, bibliotecas onde se alimentam de todo e diverso produto amiláceo, particularmente de livros e outros papéis. As traças saltadoras vivem em campos e bosques, entre ou sobre folhas e cascas de arvores, em pedras ou em madeira morta.

c) Ordem Collembola (Pulgas-dos-jardins ou colêmbolos). Os Collembola são insectos diminutos, com um tubo ventral ou com apêndices localizados na zona mediana do esterno do 1º segmento abdominal (Fig.33c). Estes insectos ocorrem em bolores de folhas, solos úmidos, sob casca de árvores, em troncos pudrefados, sobre a superfície de água dos lagos dulcícolas ou ao longo de praias marinhas e alimentam-se de detritos vegetais, fungos e bolores. As espécies potencialmente comuns pertencem ao género *Isotomurus* e a família Entomobryidae.

d) Ordem Ephemeroptera (Efeméridas). As efeméridas medem de 2 a 20 mm de comprimento excluindo os filamentos caudais. Os adultos têm corpo alongado, muito delgado com dois a três filamentos caudais alongados. Para alem disso têm quatro asas membranosas com numerosas nervuras e, as anteriores são grandes, triangulares, enquanto que as posteriores são pequenas e arrendodadas (Fig.33d). Os adultos vivem ao longo das margens dos rios, lagos e não se alimentam, enquanto que e as ninfas são inteiramente aquáticas dulcícolas e alimentam-se de algas e outras plantas aquáticas. As espécies communs que ocorrem nos rios e riachos da Africa Austral são as dos géneros *Baetis* (Baetidae) e *Ephemera* (Ephemeridae).

e) Ordem Odonata (Libélulas). Os odonata variam de 20 mm a 120 mm de comprimento e 25 a 140 mm de envergadura das asas; têm uma cabeça globulosa, muito flexível com muitos dentes nas maxilas e no labio inferior. As asas dos adultos são coriáceas, transparentes e são dispostas transversalmente em relação ao corpo quando em reposo (Fig.33e). Os adultos vivem na vegetação ribeirinha ou passam a maior parte do seu tempo em vôo e alimentam-se de pequenos insectos voadores, maioritariamente de borboletas, moscas, mosquitos e de outros Odonata. As ninfas são inteiramente aquáticas, dulcícolas e alimentam-se de larvas de outros insectos e invertebrados plantónicos. Os odonatópteros dos géneros

Lestes (Lestidae), *Ceriagrion* (Coenagionidae) *Diplacodes*, *Orthetrum* e *Palpopleura* (Libellulidae) podem frequentemente ser encontrados nas margens dos rios, lagos e pântanos em Moçambique.

f) Ordem Orthoptera (Grilos, gafanhotos e esperanças). Estes insectos variam de tamanho desde os mais pequenos até os gigantes com cerca de 120 mm de comprimento. Em reposuso os adultos dispoem as asas anteriores sobre o corpo, têm asas coriáceas ou pergaminhosas, as patas posteriores geralmente saltadoras, peças bucais mastigadoras e dirigidas para baixo ou atrás (Fig.33f). Os ortópteros vivem sob vegetação, cascas e escombros de árvores, em plantas e buracos do solo. A maioria destes insectos alimenta-se de plantas enquanto que outros são omnívoros. Os ortópteros são muito diversos, entretanto pode se distinguir as espécies dos géneros *Zabalius* (Tettigoniidae), *Gryllyus* e *Brachytrupes* (Gryllidae), *Gryllotalpa* (Gryllotalpidae), *Acanthacris*, *Locusta*, *Schistocera*, e *Catantops*, todas da família Acrididae.

g) Ordem Blattoptera (Baratas). As baratas podem ter um comprimento do corpo que varia entre 5 a 50 mm. As suas patas têm numerosas cerdas e o seu corpo é achatado dorso-ventralmente com um protórax expandido lateralmente. A cabeça é subtriangular com uma sutura epicraneal em forma de Y (Fig. 33g). As baratas vivem na esteira vegetal, sobre escombros e cascas de troncos, nas habitações humanas e construções abandonadas. Tanto os adultos como as ninfas são omnívoros, alimentam-se de diversos produtos de origem vegetal e animal. As baratas mais comuns em habitações humanas em Moçambique são *Periplaneta americana*, *Blatta orientalis* ambas da família Blattidae e *Blatella germanica* (Blatellidae). Algumas das espécies selvagens e amplamente distribuidas na Africa Austral pertencem aos géneros *Gyna* e *Perisphaeria* (Blaberidae).

h) Ordem Mantoptera (Mantodeos ou louva-a-deus). Os mantódeos variam de pequeno a médio em tamanho e são insectos com patas anteriores raptoras em forma de ganjos. O fêmur e a tíbia dos adultos têm espinhos na parte ventral e todos insectos têm um protórax notávelmente longo, uma cabeça triangular na fronte e ágilmente móvel (Fig.33h). Os louva-a-deus vivem sob folhas e cascas de caules de árvores, sob a vegetação e todos são predadores de outros insectos e aranhas. Nesta ordem podem comumente ser encontradas espécies dos géneros *Sphodromantis*, *Pyrgomantis* e *Mantis*, todas da família Mantidae.

i) Ordem Phasmoptera (bichos-pau ou fásmidos). Os fásmidos mais pequenos medem até 10 mm e os mais grandes podem exceder os 250 mm de comprimrnto. O corpo é longo, estreito com um protórax muito curto do que o mesotórax e metatórax. (Fig.33i). Estes insectos, geralmente vivem camafulados sob ou sobre a vegetação e são fitófagos mastigadores. Na Africa Austral são conhecidas espécies dos géneros *Pachymorpha*, *Ramulus*, *Batricia* e *Bactrodema*, todas da família Phasmatidae.

j) Ordem Isoptera (térmites, muchés, cupins). Esta ordem reune insectos de tamanho pequeno a médio, com identica forma, estrutura e nervação das asas nos dois pares (Fig.33j). O corpo dos isópteros é fino e mole, geralmente vermelho, escuro ou esbranquiçado. As témites são insectos sociais que vivem em ninhos denominados termitários os quais são geralmente construidos no solo, no interior ou sobre a madeira seca, nos escombros de troncos e nas construções humanas. Os isópteros alimentam-se de exúvias e fezes de outros indivíduos, de indvíduos mortos e de substâncias vegetais, por exemplo, madeira e seus derivados. *Cryptodermes brevis* (Kalotermitidae), *Hodotermes mossambicus* (Hodotermitidae) e os cupins do género *Macrotermes* (Termitidae) são muito comuns em Moçambique.

k) Ordem Plecoptera (Plecópteros). Os plecópteros são insectos com 5 a 25 mm de comprimento, têm corpo ligeiramente achatado dorso-ventralmente e mole. Os adultos têm quatro asas membranosas (Fig.33k), com as anteriores mais longas e largas distalmente e com uma série de nervuras transversais entre a M e Cu_1 e entre Cu_1 e Cu_2. As asas posteriores são mais curtas e geralmente têm um lobo anal. Os adultos podem ser encontrados na vegetação ribeirinha e não se alimentam. As ninfas são inteiramente aquáticas e dulcícolas, vivem sobre pedras e vegetação marginal dos rios e lagos e alimentam-se de larvas de efeméridas, simulídeos ou de plantas aquáticas. *Apahanicera*, *Aphanicercopsis* e *Desmonemoura* são alguns dos géneros e todos da família Nemouridae que foram registados na Africa Austral.

l) Ordem Dermaptera (Lacrainhas ou tesourinhas). As lacrainhas são insectos de 5 a 50 mm de comprimento, delicados que têm um abdómen com cercos em forma de pinça ou tesoura (Fig.33l). Os adultos têm geralmente asas anteriores curtas, coreáceas e sem nervuras e as posteriores quando presentes, são membranosas, arredondadas com nervuras radiais. As lacrainhas são noturnas e vivem nas fendas de rochas, troncos e sob cascas de ârvores. Os dermápteros são principalmente saprófagos, mas há espécies fitófagas e predadoras de outros invertebrados. Algumas das espécies que são cosmopolitas e comuns em Moçambique peretncem aos géneros *Labidura* e *Nala* (Labiduridae) e *Forficula* (Forficulidae).

m) Ordem Embioptera (Embiópteros ou embidinos). Os embiópteros são insectos que medem entre 4 a 25 mm de comprimento, têm corpo achatado nos machos e cilíndrico nas fêmeas, com patas curtas e fortes e com fêmures posteriores espessados (Fig.33m). O segmento basal dos tarsos anteriores é dilatado e contém glândulas de seda e pêlos fiandeiros tubulares. Os machos podem ser ápetros ou alados enquanto que as fêmeas são sempre aladas. Os embidinos vivem em galerias de seda sobre pedras, sobre ou sob cortiça ou entre plantas epifíticas, musgos ou líquenes. Alimentam-se de

substâncias vegetais, principalmente de gama e folhas mortas, musgos ou líquenes. Os embidinos mais comuns na África Austral pertecem a família Embiidae.

n) Ordem Psocoptera (Psocópteros ou psócidos). Os psócidos são insectos pequenos com menos de 10 mm de comprimento e com corpo mole e podem ser alados ou não. As formas aladas têm quatro asas membranosas com as posteriores vestigiais (Fig.33n) e os psócidos podem ser encontrados sobre cascas ou folhagem de árvores e arbustos ou sob rochas calcáreas. Estes insectos alimentam-se de fungos, cereais, pólen, fragmentos de insectos mortos, de algas e líquenes. Algumas das espécies conhecidas na África Austral são *Pseudoceacilius elutus* (Pseudocaeciliidae) e os géneros *Blaste* e *Pearmania* (Psocidae).

o) Ordem Zoraptera (Zorápteros). Estes insectos são diminutos, medem até 3 mm de comprimento e podem ser ou não alados (Fig.33o). As formas ápteras não possuem olhos compostos nem ocelos. Os zorápteros podem ser encontrados enterrados sob pedaços de madeira, em montes de serra velho e em colónias, em baixo de cortiça e troncos apodrecidos e são frequentes nas cercanias de galerias de térmites. Estes insectos são saprófagos que podem se alimentar de outros invertebrados, esporos e fungos. Os representantes desta ordem não são muito conhecidos na África Austral, entretanto existem espécies do género *Zorotipus* pertencentes a família Zorotipidae.

p) Mallophaga (Malófagos ou piolhos mastigadores). Os piolhos mastigadores são insectos pequenos com peças bucais mastigadoras, corpo achatado dorso-ventralmente e com patas que terminam num tarso em forma de ganjo ou foice (Fig.33p). Estes insectos são parasitas externos de aves e mamíferos e alimentam-se de fragmentos de pêlos, penas ou pele dos hospedeiros. Entre os malófagos conhecidos figuram o piolho-do-corpo do frango, *Menacanthus stramineus* (Menoponidae), o piolho-da-cabeça do frango, *Cuclotogaster heterographus* (Philopteridae), o malófago-do-gado, *Bovicola bovis* e o do cão, *Trichodetes canis*, ambos pertencentes a família Trichodetidae.

q) Ordem Anoplura (Sifungulados ou piolhos sugadores). Os Anoplura são de tamanho que varia entre 2 a 12 mm de comprimento, têm a cabeça mais estreita do que o tórax com peças bucais sugadoras que consistem de três estiletes recolhidos dentro de uma bainha labial. Os tarsos têm um segmento que termina em forma de ganjo ou foice (Fig.33q). Os anópluros são parasitas externos de mamíferos e sugam sangue do hospedeiro e podem ser encontrados no coiro cabeludo, nas zonas pilosas e entranhas da pele do hospedeiro e em vestuários do Homem. Os piolhos sugadores comumente conhecidos em Moçambique são *Pediculus humanos* (Pediculidae) e *Pthirius pubis* (Pthiridae).

r) Ordem Thysanoptera (Tripes ou tisanópteros). Os tripes são insectos pequenos, de corpo estreito com comprimento que varia entre 0,5 a 5 mm e 0,6 a 14 mm de envergadura (Fig.33r). Os adultos, quando

alados apresentam quatro asas muito longas e estreitas, providas de poucas nervuras e franjas de pêlos longos. As peças bucais são sugadoras com uma tromba forte, cônica e assimétrica, localizada na parte posterior da superfície ventral da cabeça. Os tripes habitam na vegetação e são maioritariamente fitófagos, alimentam-se de folhas, flores, frutos e ramos das plantas. Algumas espécies alimentam-se de esporos, fungos e podem ser predadores de pequenos artrópodes. As espécies dos géneros *Thrips* e *Frankliniella* (Thripidae) são muito comuns e ocorrem em quase toda a África Austral incluindo Moçambique.

s) Ordem Heteroptera (Percevejos, baratas-de-água e afins). Estes percevejos variam em tamanho desde 0,8 a 75 mm de comprimento, tem asas semielítricas com a parte basal dura e a apical membranosa. O aparelho bucal dos percevejos apresenta um prolongamento denominado rostro, o qual se origina e se extende da parte anterior ventral da cabeça até a posterior (Fig.33s). A maioria dos percevejos vivem em plantas, sob ou sobre folhas e em flores onde sugam sucos vegetais. Alguns heterópteros são aquáticos, sugadores de sucos das plantas ou são predadores de outros insectos e invertebrados aquáticos. Uma minoria é ectoparasita do homem e de outros mamíferos e ainda outra pode ser vector de doenças. Os percevejos são consideravelmente diversos e comuns em Moçambique dos quais *Cimex lecturaius* (Cimicidae), *Anoplocnemis curvipes* (Coreidae), *Dysdercus fasciatus* (Pyrrhocoridae), *Steganocerus multipunctatus* (Scutelleridae), *Nezara viridula* (Pentatomidae) são algumas das espécies terrestres. Espécies dos géneros *Lethocerus* (Belostomatidae), *Laccocoris* (Naucoridae) e *Ranatra* (Nepidae) são algumas das aquáticas registadas na África Austral.

t) Ordem Homoptera (Cigarras, cigarrinhas, pulgões-de-plantas, cochonilhas). Este é um grupo de insectos muito diversificados de forma que variam de pequenos a médios com cerca de 1 a 35 mm de comprimento. O corpo pode as vezes ser estruturalmente degenerado, e os adultos tem peças bucais sugadoras com quatro estiletes. O rostro origina-se na parte anterior da cabeça e os homópteros alados têm geralmente as asas anteriores com textura uniforme, membranosas e as posteriores sempre membranosas (Fig.33t). Os homópteros vivem em folhas, nos caules, nas flores, sobre cascas de plantas vivas onde sugam sucos vegetais. A maioria é praga de culturas agrícolas, florestais e outra pode ser transmissora de doenças das plantas. Os homópteros são muito diversos e algumas das espécies conhecidas na África Austral pertencem aos géneros *Ioba* e *Pycna* (Cicadidae), *Zanna* e *Pyrops* (Fulgoridae), *Archon* (Membracidae), *Cicadulina* e *Macrosteles* (Cicadellidae), *Mysus*, *Eriosoma* e *Macrosiphum* (Aphidiidae), *Coccus* e *Ceroplastes* (Coccidae).

u) Ordem Neuroptera (Neurópteros). Os neurópteros apresentam uma envergadura alar que varia de 1,8 a 80 mm, têm dois pares de asas com muitas nervuras transversais e com ramos acessórios das nervuras

longitudinais (Fig.33u). Os adultos têm antenas filiformes ou claviformes e a maioria não tem ocelos. Tanto os adultos como as larvas são predadores de outros insectos e ovissacos das aranhas. Os neurópteros frequentemente encontrados na África Austral e em Moçambique incluem as espécies dos géneros *Mantispa*, *Climaciella* (Mantispidae), *Chrysopa* e *Chrysoperla* (Chrysopidae), *Palpares* e *Myrmeleon* (Myrmeleontidae).

v) Ordem Coleoptera (Coleópteros ou besouros). Os coleópteros são extremamente diversos em tamanho e podem oscilar entre 0,5 a 70 mm de comprimento. Estes insectos apresentam asas anteriores duras, coriáceas, helítricas e um corpo geralmente com revestimento cuticular muito duro. (Fig. 33v). Tanto os adultos como as larvas vivem em todos os orgãos das plantas onde se alimentam de matéria vegetal viva ou morta. Alguns besouros podem ser encontrados em restos mortais animais, em resíduos fecais e de material em decomposição e ainda outros são aquáticos e predadores. Os coleópteros são muito numerosos e diversos e entre eles as espécies dos géneros *Graphipterus* e *Haplotrachelus* (Carabidae), *Scarabeaus*, *Onthophagus* e *Heteronychus* (Scarabaeidae), *Sternocera* (Buprestidae), *Tetralobus* (Elateridae), *Dinoderus*, *Rhyzopertha* e *Prostephanus* (Bostrychidae), *Alcidodes*, *Sitophilus*, *Brachycerus* e *Mecocorinus* (Curculionidae), *Dirphya* e *Prosopocera* (Cerambycidae), *Sagra* e *Chrysolina* (Chrysomelidae) são alguns dos coleópteros terrestres. *Hydrocanthus* e *Cybister* (Dytiscidae), *Gyrinus* e *Dineutus* (Gyrinidae) são coleópteros aquáticos amplamente distribuidos na África Austral e em Moçambique.

w) Ordem Strepsiptera (Estrepsípteros). Os estrepsípteros são insectos minúsculos de menos de 5 mm de comprimento, os machos são alados e têm uma cérvica bem desenvolvida, cabeça móvel com antenas flageliformes enquanto que as fêmeas são âpteras com uma cérvica e cabeça inconspícuas (Fig.33w). Em geral, os estrepsípteros carecem de suturas, tentórios e ocelos e, são maioritáriamente ecto- e endoparasitas de outros insectos. Os estrepsípteros são pouco conhecidos em Moçambique entretanto espécies dos géneros *Neostylops* (Stylopidae) e *Triozocera* (Mengeidae) são algumas das reunidas nesta ordem.

x) Ordem Mecóptera (Mecópteros). Os mecópteros são de tamanho médio com comprimento que varia entre 1,5 a 3 cm, têm corpo estreito com uma cabeça alongada, móvel e em forma de rostro (Fig.33x). A maioria destes insectos tem quatro asas membranosas, longas, estreitas com nervação transversal. O abdómen dos mecópteros, principalmente o da família Panorpidae tem uma terminação em forma de ferrão de escorpião. Os mecópteros habitam bosques, ravinas e vegetação densa e são predadores de outros insectos e raramente de aranhas, enquanto que as suas larvas vivem no solo onde se alimentam

de insectos e outros animais mortos. As espécies do género *Bittacus* (Bittacidae) são alguns dos mecópteros registados na África.

y) Ordem Trichoptera (Tricópteros). Estes insectos são de tamanho pequeno a médio, com abdómen cilíndrico, quatro asas membranosas densamente pilosas, com as anteriores que podem medir entre 1,5 a 60 mm de envergadura (Fig.33y). As peças bucais dos tricópteros são mastigadoras com mandíbulas reduzidas. Os adultos vivem nas zonas ribeirinhas onde se alimentam de líquidos vegetais enquanto que a maioria das larvas é aquática e geralmente vive em casulos por si construidos (Fig.33z) e uma minoria é predadora de outros insectos. Os Hidropsychidae do género *Macrostemum* e os Leptoceridae dos géneros *Leptoceros* e *Athripsodes* podem ser encontrados nos rios e riachos da Africa austral.

z) Ordem Lepidoptera (Borboletas e mariposas). As borboletas e mariposas são insectos muito variáveis em tamanho podendo medir de 3 a 180 mm de envergadura das asas. Os lepidópteros têm asas expandidas lateralmente com escamas que se desprendem em forma de pô quando são levemente raspadas. (Fig.33z). Estes insectos geralmente apresentam um par de ocelos e uma tromba comprida, encurvada a parte ventral da cabeça e especializada para sugar líquidos. Os adultos têm hábitos voadores diúrnos e noturnos e podem ser encontrados sob folhas das plantas ou sob vegetação densa. As larvas são mastigadoras e habitam no interior dos caules, frutos e tuberculos das plantas. Os lepidópteros são um grupo de insectos muito diverso dos quais as espécies dos géneros *Agrionympha* (Micropterigidae), *Tortrix* (Tortricidae), *Eumeta* e *Kotochalia* (Psychidae), *Sitotroga* (Chelechiidae), *Pyralis* (Pyralidae), *Pyrausta* (Pyraustidae), *Chilo* (Crambidae), *Vanessa* (Nymphalidae), *Danaus* (Danaidae), *Pieris*, *Belonois* e *Colias* (Pieridae), *Papilio* e *Graphium* (Papilionidae), *Gonimbrasia* e *Imbrasia* (Saturniidae), *Agrius* e *Acherontia* (Sphingidae), *Heliothis* e *Spodoptera* (Noctuidae) são algumas das que estão amplamente distribuidas na Africa Austral e particularmente em Moçambique.

aa) Ordem Diptera (Mosquitos e moscas). Os dípetros são de tamanhos que variam entre 2 a 40 mm de comprimento, tem um corpo frágil, delgado, as vezes piloso, com asas anteriores desenvolvidas e as posteriores atrofiadas e transformadas em estruturas clavadas denominadas halteres (Fig.33aa). Os adultos são activos diúrnos e noturnos, vivem no bosque, na vegetação densa e nos ambientes domésticos. Uns dípteros alimentam-se de matéria animal e vegetal viva ou em decomposição e outros são sugadores do sangue do Homem e de outros animais. Os sugadores de sangue humano ou vegetal podem ser vectores de doenças dos respectivos hospedeiros. A maioria das larvas vive em ambientes humosos e húmidos, ricos em matéria orgánica animal ou vegetal fresca ou em decomposição e uma minoria é parasita do homem e animais. Os mosquitos são um dos grupos mais diversos de insectos na África Austral e em Moçambique e, de entre eles os géneros *Tipulus* (Tipulidae), *Psychoda* e

Phlebotomus (Psychodidae), *Culex*, *Anopheles* e *Aedes* (Culicidae), *Culicoides* (Ceratopogonidae), *Chironomus* (Chironomidae) e *Simulium* (Simuliidae). As moscas dos géneros *Tabanus* e *Chrysops* (Tabanidae), *Anthax* e *Bombylius* (Bombyliidae), *Eumerus* e *Eristalinus* (Syrphidae), *Drosophila* (Drosophilidae), *Fannia* (Fannidae), *Musca* e *Helina* (Muscidae), *Lucilia*, *Chrysomya* e *Calliphora* (Calliphoridae), *Sarcophaga* e *Wohlfahrtia* (Sarcophagidae) estão muito representados em Moçambique.

bb) Ordem Siphonaptera (pulgas). As pulgas medem de menos de 1 a 7 mm de comprimento, tem corpo achatado lateralmente, fortemente esclerotizado com numerosos espinhos e cerdas no dorso e nas patas (Fig.33bb). As patas têm coxas dilatadas e estão adaptadas para saltar. Os adultos vivem livremente ou são ectoparasitas sugadores do sangue de mamíferos e aves. As larvas vivem no solo onde se alimentam de detritos orgânicos das próprias exúvias e das fezes de pulgas adultas. Alguns dos sifonápteros que estão comumente representados em Moçambique são os dos géneros *Pulex*, *Xenopsylla*, *Echidnophaga* e *Ctenocephalides* (Pulicidae) e *Tunga* (Tungidae).

cc) Ordem Hymenoptera (Himenópteros, vespas, abelhas, formigas). Os himenópteros medem até 30 mm de comprimento, têm um corpo relactivamente duro com abdómen geralmente cilíndrico, asas cristalinas, coriáceas com poucas nervuras (Fig.33cc). A cabeça é muito flexível e tem antenas geniculadas ou capitadas. Os himenópteros encontram-se distribuidos por todo Moçambique e os géneros *Sirex* (Siricidae), *Athalia* (Tenthredinidae), *Diplazon* e *Orgilus* (Ichneiumonidae), *Apanteles* e *Chelonus* (Braconidae), *Brachymeria* (Chalcididae), *Sparagobius* (Pteromalidae), *Patasson* (Mimaridae), *Trichogramma* (Trichogrammatidae), *Sceliphron*, *Ammophila* e *Sphex* (Sphecidae), *Apis* e *Bombus* (Apidae) são alguns dos comuns. Para além destes os géneros *Formica*, *Camponotus* e *Oecophilla* (Formicidae), *Belonogaster*, *Vespa*, *Polistes* (Vespidae) podem também ser comumente encontradas em Moçambique.

Posição dos insectos no sistema do mundo animal

Império Eucariota – Organismos nucleados
Reino Animalia – Animais
Subreino Metazoa – Animais pluricelulares
Divisão Bilateria – Animais bilaterais
Tipo Arthropoda – Animais Articulados
Classe Insecta ou Hexapoda – Insectos.

Origem e filogénia

A origem dos insectos é datada desde a 300 milhões de anos na era devoniana era e é baseada na hipótese do seu parentesco com crustáceos e miriápodes de diferentes classes os quais surgiram dos primitivos anelídeos (Fig.34). A evolução dos insectos sugere a redução e estabilização da segmentação do tórax e diferenciação do corpo dos miriápodes em tórax e abdómen e constituiçao destes últimos por 3 e 10 a 11 segmentos, respectivamente. Os apêndices abdominais reduziram-se ou transformaram-se em genitálias ou estruturas sem função locomotora. Assim, na origem e filogenia dos insectos tiveram lugar os processos de oligomerização, tagmatização e cefalização.

Ecologia

Os insectos são os animais que conquistaram grandes nichos ecológicos desde as terras frias dos polos as zonas desérticas, vulcánicas, marinhas e até 800 m da camada atmosférica. O sucesso da grande distribuição espacial e temporal dos insectos é devido a grande diversidade adaptativa dos seus apêndices, processos metabólicos, das suas particularidades de reprodução e desenvolvimento pos-embrionário. Entretanto, os insectos sofrem a influência da acção dos factores ecológicos reacção aos quais depende das condições fisiológicas dos próprios insectos, tempo de exposição e identidade dos factores.

Factores ecológicos que influem sobre a vida dos insectos

Factores abióticos

Radiação solar. A influência da radiação solar nos insectos manifesta-se através da fotossíntese das plantas, da temperatura, humidade e através da luz solar. A quantidade e qualidade da biomassa vegetal, principalmente das plantas fotossintetizantes as quais constituem o alimento fundamental da maioria dos insectos, depende do acesso das plantas a luz solar. A temperatura e humidade regulam os processos de diapausa, actividade alimentar, reprodução e intensidade do metabolismo. A luz solar é o principal factor dos estímulos visuais e dos outros rítmos biológicos, diários, sazonais e luares. Nas larvas de *Aeschna umbrola* (Odonatoptera: Aeshnidae) a velocidade do metabolismo diminue na escuridão enquanto que nos insectos habitantes de buracos o metabolismo aumenta com a intensidade da escuridão. A luz ultravioleta intensa é fatal para os insectos.

Temperatura. As propriedades da superfície dos objectos tais como a côr, estrutura e área determinam a intensidade de absorção e irradiação do calor enquanto que a massa determina a sua capacidade térmica. Destas propriedades depende a temperatura do corpo dos insectos, animais pequenos e poiquilotérmicos. O termo preferendum dos insectos varia entre 15 a 38 ºC embora alguns como as larvas de *Ostrinia nubialis* (Lepidoptera: Pyralidae) sobrevivam a temperaturas abaixo e outros insectos suportem valores de temperature que estão muito além do termo preferendum. Valores toleráveis de temperatura abaixo ou acima do termopreferendum provocam a diapausa ou hibernação dos insectos. A maioria dos insectos morre a temperaturas abaxo de -9ºC e acima dos 48 a 80ºC. Para avaliar a influência da temperatura no desenvolvimento dos insectos utiliza-se o método de soma das temperaturas efectivas a partir dos valores limiares de desenvolvimento de uma geração dos insectos. A influência da temperatura no desenvolvimento dos insectos pode ser determinada pela fórmula:

$S = (t-t^o).n$, onde: S -temperaturas efectivas de sobrevivência do insecto; t -temperatura média diária; t^o - temperatura limiar; n -número de dias necessários para o desenvolvimento duma geração.

Humidade. Os insectos comportam-se de diferentes formas sob influência das oscilações da humidade. Este comportamento depende das formas da utilização da água no processo de metabolismo, transpiração e evaporação. A mosca comum, *Musca domestica* (Díptera: Muscidae) desenvolve-se directa e proporcialmente ao défice da humidade, enquanto que *Locusta migratória* (Orthoptera: Locustidae) desenvolve-se com o aumento da humidade relativa até 70%. O aumento da humidade pode provocar infecções de fungos ou doenças bacterianas nos insectos xerófilos.

Para além da radição solar, da temperatura e humidade, sobre a vida dos insectos influem o vento, a ionização, pressão, o campo elétrico, a salinidade das águas e dos solos, a latitude e altitude. A velocidades relactivamente altas do vento as borboletas, libélulas e muitos dos ortópteros voadores não são activos. A acção conjunta dos factores abióticos determina o microclima e as condições reais de existência, que definem as reações biológicas dos insectos no tempo e num espaço determinado.

Factores bióticos

Os factores bióticos interactuam em populações de insectos e a sua acção depende da sua identidade e do tempo de exposição sobre o insecto. De entre os factores bióticos, a fonte alimentar, os organismos simbiontes, as parelhas sexuais, os concorrentes, parasitas, carnívoros e as actividades antropogénicas jogam um papel activo na vida dos insectos.

Fonte alimentar. A distribuição dos insectos por nichos ecológicos depende de entre outros factores da distribuição, abundância e disponibilidade das fontes alimentares. Os insectos fitófagos principalmente ortópteros, coleópteros e hemípteros distribuem-se conforme os tipos de vegetação de que se alimentam. Os organismos simbiontes tal como bactérias, outros insectos e invertebrados permitem a sobrevivência de espécies principalmente fitófagas. O sucesso vital, fundamentalmente a sobrevivência temporal e distribuição espacial das populações de insectos depende da existência de parelhas sexuais numa determinada área. Os parasitas, concorrentes, entomófagos e doenças são factores que regulam qualitativamente e quantitativamente as populações de insectos. Grande parte das espécies dos Ortópteros da família Acrididae é numericamente regulada por infecções de nematodes parasitas (Fig.35) e fungos, enquanto que os afídeos são predados por alguns coleópteros da família Coccinelidae e por algumas formigas. As aves e os mamíferos insectívoros também regulam significativamente a população de insectos.

Actividades antropogénicas. A destruição indescriminada de vastas áreas da vegetação durante a prática de actividades sócio-económicas tais como construções, agricultura e outras reduz ou elimina grande quantidade de populações de insectos. As fontes alimentares, os organismos simbiontes e as parelhas sexuais actuam positivamente sobre as populações de insectos, enquanto que os parasitas, concorrentes, insectívoros e as doenças têm acção negativa sobre os insectos. A interacção dos factores bióticos nas populacões de insectos pode ser intraespecifica ou interespecífica.

Interacção intraespecífica

Efeito de grupo - a união dos insectos em grupo geralmente permite a sua sobrevivência e reprodução. Por exempo, o enxamear das abelhas permite a convivência social com especialização de trabalho entre os insectos e maior eficiência de defesa contra inimigos. A convivência das moscas e suas larvas produtoras de fermentos proteólicos nos tubos e excrementos permite a trituração e assimilação eficaz dos substratos. A convivência dos gafanhotos em bandos intensifica o metabolismo e actividade dos individuos o que provoca a migração de indivíduos para outros territórios.

Efeito massivo - o efeito massivo é causado pela sobrepovoação do ambiente e permite a redução da população duma determinada espécie num determinado habitat. Por exemplo, a sobrepovoação de *Triboluim confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae) nos armazéns de cereis provoca a predação intraespecífica, diminuição dos processos do metabolismo e crescimento dos indivíduos.

Interacção interespecífica

As relações interespecíficas simbióticas de competição, parasitismo, mutualismo, comensalismo, amensalismo e sinoíquia. A competição tem lugar quando duas espécies concorrem pela exploração de recursos comuns e limitados. Por exemplo, a interferência alimentar e de habitat existente entre as larvas do escolitídeo *Dendroctonus pesudotsugae* e as do cerambicídeo *Monochamus scutellatus* no pinheiro. A competição nos insectos é frequente entre espécies que são brocas ou mineiras. Um exemplo de parasitismo ocorre entre o parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Ichneumonidae) e as larvas das brocas do milho, *Busseola fusca* (Lepidoptera: Noctuidae) e *Chilo partellus* (Lepidoptera; Crambidae). O mutualismo é frequente entre insectos polinizadores e plantas, por exemplo, entre as figueiras, *Figus sp*. as quais são especilamente polinizadas por vespas da família Agaonidae (Chalcidoidea). As colónias de afídeos *Epilobium angustifolium*(Homoptera: Aphididae) secretam açucares sub forma de mel os quais constituem alimento das formigas, *Formica fusca* (Hymenoptera: Formicidae). Por sua vez as formigas protegem os afideos de predadores e podem também transporta-los duma planta a outra. As relações de comensalismo são raras, entretanto alguns ácaros predadores e detritívoros podem se encontrar a explorar alimentos nas minas do besouro-de-ambrosia, *Pseudotsuga menziessi* (Coleoptera: Scolytidae). Relações de amensalismo nos insectos são escassamente conhecidas e muitas das associações interespecíficas desta natureza tendem a ser de comensalismo. O amensalismo consiste na influência negativa duma espécie sobre a outra sem vantagens para ambas as partes. Sinoíquia???

Importância dos insectos

Os insectos são importantes no ambiente e em particular, para o Homem e o interesse por estes invertebrados baseia-se na sua grande abundância, diversidade e no seu papel benéfico e maléfico na natureza. Os insectos são benéficos pois podem polinizar plantas, são usados como alimento pelo homem e outros animais, produzem substâncias alimentares, medicinais, de tecelagem e corantes. Os insectos podem ser reduzentes de matéria orgânica e indicadores biológicos do meio ambiente.

Insectos benéficos

Polinização das plantas.

Os insectos são muito fundamentais na fecundação das plantas entomofílicas com polinização cruzada. Durante a alimentação ou visita das abelhas (Fig.36), vespas, borboletas e coleópteros às flores, através das peças bucais, patas e outros apêndices podem transportar pólem duma planta a outra contribuindo desta forma para a floração e propagação das plantas. Enquanto que o milho, trigo, centeio, a aveia e várias gramíneas são

polinizados pelo vento, as rosáceas tais como maceeira, pereira, cerejeira e morangueira e, outras plantas como ameixas, framboezas, omoras, uvas, melões, pepinos, abóboras, beringelas, pimentas, cenouras são polinizadas por insectos. Para além destas, as plantas forageiras como o algodão, tabaco e muitas outras flores também são polinizadas por insectos. As rosáceas e plantas forrageiras em particular são polinizadas por abelhas enquanto que as umbelíferas dependem das moscas, abelhas e vespas para a sua polinização. Os insectos antofílicos, maiores polinizadores de plantas em Moçambique são *Xylocopa spp*. (Hymenoptera: Xylocopidae) (Fig.36), *Bombus spp.* (Hymenoptera: Bombiidae), *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), muscídeas (Muscidae), sirfídeas (Sirphidae) e califorídeas (Calliphoridae), a maioria dos lepidópteros, meloideos e escarabeideos cetonineos (Fig.37).

Alimentação, produção de substâncias alimentares, medicinais, de tecelagem e corantes.

Grillus campestris (Orthoptera, Grillidae), *Macrotermes bellicosus* (Isoptera: Termitidae) e muitas espécies da família Acrididae e Tettigoniidae (Fig.38a, 38b, 38c), larvas dos coleópteros cerambicídeos (Fig.39a, 39b), e saturnideos da espécie *Imbrasia belina* (Lepidoptera: Saturniidae) são usados como alimento nas regiões nórticas de Moçambique e na Ásia. As abelhas, principalmente as sociais da espécie *A. mellifera* (Fig.40) produzem o mel o qual é um produto rico em minerais, vitaminas, aminoácidos, óleos vegetais, e é usado na alimentação e como componente de misturas medicinais para o tratamento e cicatrização de feridas e curamento da tosse. Para além disso, o mel tem propriedades anticépticas e dele na Europa e Etiópia fabricam vinhos. Actualmente a produção do mel em Moçambique é feita em cooperativas de apicultura. As larvas de *Bombix mori* (Lepidoptera: Bombycidae) conhecidas como bicho-da-seda, secretam seda que é usada em sericultura para o fabrico de tecidos de seda no Japão, na China, Espanha, França, Italia e na Ex-URSS, enquanto que *Anaphe infracta* (Notodontidae) é usado para o mesmo fim na Uganda. A cantaridina, o princípio activo de vários medicamentos, é produzida com o corpo seco de *Lytta vesicatoria* (Coleoptera: Meloidae). A cochonilha, *Dactylopius coccus* (Homoptera: Coccidae) ocorre em figo da India, *Opuntia cacti* (Cactaceae), e é usada na produçao de corantes da cochonilha nos Estados Unidos e no Mexico. As abelhas e vespas secretam a cera, um produto importante no fabrico de velas, polidores, certos tipos de tintas e modelagens. As cochonilhas da láca, *Laccifer lacca* (Lacciferidae) ocorrem sobre a figueira, *Figus bengalensis* e produzem a láca que depois de refinada é usada no fabrico de vernizes, principalmente na India, Indochina e nas Ilhas Filipinas. As larvas de neurópteros, dípteros coridalídeos, califorídeos (Fig.41a, 41b, 41c) e quironomídeos (Fig.41d) são usados como isca na pesca doméstica, semi-industrial e como alimento para peixes na aquacultura.

Insectos parasitas e predadores de outros insectos

Vários insectos são entomófagos e parasitas de outros insectos e, podem ser usados como inimigos naturais no controlo de insectos nocívos na agricultura, medicina, veterinária e outras áreas da economia. *C. flavipes*(Fig.42a) e outros iquineumonídeos são parasitas usados no controlo das brocas-do-milho, *Sesamia calamistes* (Lepidoptera: Noctuidae), e *C. partellus* (Lepidoptera: Crambidae). As larvas dos dípteros das famílias Tachinidae, Sarcophagidae e Bombyliidae (fig.42b 42c, 42d) são parasitas de diversos insectos enquanto que as larvas dos coleópteros coccinelideos e de certos neurópteros são predadoras e usadas no controlo de afídeos, *Brevicoryne brassicae* (Homoptera: Aphididae) nas horticolas (Fig.43a) e *Mysus persicae* (Homoptera: Aphididae) nos citrinos (Fig.43b). As formigas predadoras são importantes controladoras das térmites e de larvas de diversos coleópteros, pragas das plantas lenhosas. As vespas das famílias Vespidae e Sphecidae são predadoras e controladaras de insectos-pragas como lagardas e gafanhotos. As libélulas são predadoras de insectos aquáticos, particularmente de larvas dos mosquitos incluindo os transmissores dos agentes patogénicos ao Homem. Os besouros carabídeos e cicindelídeos (Fig.44a, 44b), os dípteros asilídeos, empidídeos, dolicopodídeos e sirfídeos (Fig.45a, 45b, 45c, 45d) são predadores controladores naturais de vários outros insectos.

Insectos, indicadores ecológicos e reduzentes

Num determinado tipo de vegetação a abundância e diversidade dos ortópteros, hemípteros fitófagos e himenópteros polinizadores das plantas podem ser indicadoras do estado de conservação da vegetação. A abundância das abelhas *A. mellifera*, *Bombus sp*. *X. nigritta* nas plantas pioneiras costeiras na Ilha da Inhaca e das vespas *Belonogaster frey* (Hymenoptera: Vespidae) são indicadoras da presença e floração das plantas com polinização cruzada. Os insectos necrófagos e soprófagos são reduzentes de matéria orgánica nos sistemas ecológicos. Os besouros de estêrco, os escarabeideos e histerídeos (Fig.46a, 46b), os malófagos e psocópteros (Fig.47a, 47b) e as moscas califorídeas aceleram a decomposição da matéria orgânica. Muita abundância e diversidade deste grupo de insectos é indicadora ecológica da concentração de húmos e matéria orgânica em putrefacção. Em determinadas regiões a grande abundância e diversidade de escarabeideos nos parques e reservas naturais, por exemplo, de Gorongosa, Kruger park, e na reserva dos elefantes de Maputo podem ser indicadoras da presença dos paquidermes e outros animais de grande porte como elefantes, rinocerontes, hipopotamos, cujos escrementos constituem alimento primário destas espécies. As térmites e as formigas do género *Camponotus sp.*, e besouros comedores de madeira aceleram a queda das árvores e dos troncos ao solo. As galerias feitas por estes insectos permitem a ventilação do solo e entrada de fungos e outros organismos, os quais também podem causar rápida decomposição e desintegração da matéria orgânica

contida no solo. A participação dos insectos indicadores ecológicos e reduzentes nos processos de degradação e desintegração de matéria vegetal e animal é essencial para a manutenção do equilíbrio orgânico na natureza.

Insectos prejudiciais

Os insectos podem ser prejudiciais a humanidade pois podem destruir culturas agrícolas, florestais, produtos armazenados, plantas dos jardins e propriedades domésticas. Para além disso os insectos podem causar doenças ou transmitir agentes causadores de enfermidades do homem, animais e das plantas. Em Moçambique e no mundo os danos causados por insectos podem atingir níveis economicamente prejudiciais.

Insectos, pragas das culturas agrícolas

As lagardas de *C. partellus*, *S. calamistes* e *B. fusca* (Fig.48a, 48b, 48c) são comedoras de caules e espigas do milho fresco, e do caule da mapira e mexoeira. O gafanhoto elegante, *Zonocerus elegans* (Orthoptera: Pyrgomorphidae) (Fig.49a) pode comer e deixar esfarrapadas as margens das folhas do milho, da mandioca e de várias gramíneas. A cochonilha-pulverulenta, *Phenacoccus manihot* (Homoptera: Coccidae) pode atacar as extremidades dos ramos da mandioca tornando-as deformadas. O gafanhoto vermelho, *Nomadacris septemfasciata* (Orthoptera: Acrididae) (Fig.50a), o desértico, *Schistocerca gregaria* (Orthoptera: Acrididae) (Fig. 50b), o migratório, *Locusta migratoria migratorioides* (Orthoptera: Acrididae) (Fig.50c) e o castanho, *L. pardalina* (Orthoptera: Acrididae) (Fig.50d) são fitófagos, polífagos e podem destruir culturas agrícolas com maior frequência as gramíneas. Ocasionalmente o gafanhoto-verde *Homorocoryphus nitidulus* (Orthoptera: Tettigoniidae) pode causar danos as culturas, particularmente de gramíneas. Os gorgulhos-do-feijão nhemba, *Alcidodes erithropterus* (Coleoptera: Curculionidae), *A. leucogrammus* e *A. cf. lameerei* (Coleoptera: Curculionidae) (Fig.51a, 51b, 51c) roem os ramos e folhas da mandioca, enquanto que o tripes-da-folha, *Sericothrips occipitalis* (Thysanoptera: Thripidae) (Fig.52a) e o afídeo, *Aphis craccivora* (Homoptera: Aphididae) (Fig.52b) são sugadores dos orgãos vegetativos do feijão nhemba. Os besouros-da-folha, *Ootheca mutabilis* (Coleoptera: Chrysomelidae) (Fig.52c), *Epicauta velata* (Coleoptera: Meloidae) (Fig.52d), as lagartas-da-folha, *Heliothis armigera*, *Spodoptera littoralis* e a invasora, *S. exempta* (Lepidoptera: Noctuidae) (Fig.53a, 53b, 53c), o tripes-do-botão *Megalurothripes sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae) (Fig.54a), os percevejos *Nezara viridula* (Heteroptera: Pentatomidae) e *Anoplocnemis curvipes* (Heteroptera: Coreidae) (Fig.54b) e, a broca-da-vagem *Maruca testualis* (Lepidoptera: Pyraliade) (Fig.54c) constituem pragas do feijão nhemba. Os afídeos, *A. craccivora* e o percevejo *Hilda patruelis* (Homoptera: Tettigometridae) sugam sobre folhas do amendoim. Grande parte das pragas-das-folhas são polifagas ao exemplo the O. mutabilis, o

crisomelídeo que pode causar danos não só dos feijões mas também do amendoim, gergelim, cafeeiro, cacauerio, algodoeiro e muitas das leguminoses.

A lagarta-americana, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) (Fig.55a) é praga das hortícolas, particularmente do tomate, enquanto que os afídeos-da-couve; *B. brassicae* e *Lipaphis erysimi* (Homoptera, Aphididae) (Fig.55a), a traça-da-couve, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), a broca-da-couve, *Hellula undalis* (Lepidoptera: Pyralidae) (Fig.56b, 56c), o percevejo-da-couve, *Bagrada hilaris* (Heteroptera: Pentatomidae) (Fig.56d) e as lagardas-da-couve, *Crocidolomia binotalis* (Lepidoptera: Pyralidae), *Athalia flacca* (Hymenoptera, Tenthredinidae) (Fig.57a, 57b) e *Spodoptera litttoralis* constituem pragas que destroem as crucíferas, principalmente a couve e o repolho. A batata-doce é principalmente atacada por *Cylas formicarius* e *C. puncticollis* (Coleoptera: Apionidae) (Fig.58a, 58b). Algumas vespas, principalmente as do genero *Vespa* (Hymenoptera: Vespidae) e as formigas dos géneros *Crematogaster* e *Oecophylla* (Hymenoptera, Formicidae) podem constituir pragas das culturas de leguminoses como o amendoim, *Arachis sp*. e feijão nhemba. Estes himenópteros comem as raizes e posteriormente as amêndoas subterâneas fundamentalmente, para o caso do amendoim.

Distribuição das pragas das culturas em Moçambique

As brocas-do-milho ocorrem com maior incidência nas províncias de Manica, Sofala e em todas as do sul de Moçambique enquanto que o gafanhoto elegante encontra-se distribuido por todo o país, principalmente na zona costeira. A cochonilha-pulverulenta causa mais danos nas províncias do sul de Moçambique mas também ocorre em Sofala, Manica, Zambézia, Nampula e Cabo Delgado. O gafanhoto vermelho ocorre potencialmente nas províncias nórticas de Niassa e Nampula. Os gorgulhos-do-feijão nhemba ocorrem com maior incidência nas províncias de Maputo, Gaza e Inhambane, entretanto também encontram-se esporadicamente na província de Manica. A lagarta-invasora está distribuida por todo país com maoir incidência nas províncias de Sofala e Manica e as lagartas-da-folha encontram-se esporáticamente em todo país. *A. craccivora* ocorre nas culturas do feijão-nhemba em Nampula, Tete e Manica e, os besouros-da-folha podem ser encontrados em Cabo Delgado, Niassa, Nampula, Zambézia, Manica e Sofala.

Controlo das pragas das culturas agrícolas

As brocas-do-colmo podem ser controladas através de métodos agrotécnicos fazendo a sementeira no início da época das chuvas, através de aumento do número de sementes na sementeira, por meio das queimadas e do enterro das plantas atacadas antes e depois da colheita. A rotação do milho com outras culturas que não sejam hospedeiras destas lagardas é um método agrotécnico eficiente. O controlo químico das brocas compreende a aplicação de insecticidas granulados no funil da planta, pulverização a jacto por cipermetrina 20% EC, cialotrina 10% EC, deltametrina 2,5% EC e fenvalerato 20% EC. Pode se também usar a pulverização através do filtrado de 100g de folhas frescas da margosa, *Azadirachta indica* (Meliaceae) como insecticida biológico e natural. A cipermetrina e deltametrina são também usadas no combate contra o gafanhoto elegante, juntamente com diazinão 60% EC, malatião 50% EC e fenitrotião 50% EC.

A cochonilha-pulverulenta pode ser controlada através da recolha e queimada de estacas infestadas antes e depois da colheita, através de imersão das estacas em calda com dimetoato 40% EC e malatião 50% EC antes do seu plantio. A vespa, parasitóide *Eipinocarsis lopezi* (Hymenoptera: Vespidae) controla eficazmente a cochonilha-pulverulenta. Os gafanhotos, vermelho, desértico, migratório, castanho e o gafanhoto-verde podem ser controlados matando mecânicamente as suas ninfas quando atingirem a densidade de 10 indivíduos por m^2 ou através de pulverização aérea por fenitrotião 50% EC ou deltametrina 2,5% EC em UBV ou UB. As pragas do feijão nhemba podem na generalidade serem controladas agrotécnicamente fazendo monitoria regular e avaliando o nível de infestações e perdas, recolhendo, queimando ou enterrando as plantas infestadas e, fazendo rotação de culturas, regadio regular para estimular a floração e crescimento de novos orgãos vegetativos. As variedades do feijão resistentes a infestações, particularmente por afídeos são também usadas no controlo de pragas.

Os gorgulhos-do-feijão e besouros-da-folha são controlados através de cipermetrina 25% EC e diazinão 60% EC enquanto que as lagartas-da-folha e brocas- da-vagem podem ser controladas aplicando alfametrina 10% EC, carbaril 50% WP, cipermetrina e deltametrina. Os tripes-do-botão e da folha são combatidos usando ciflutrina 5% EC, cipermetrina e deltametrina. Diafentiurão 50% SC e diazinão são insecticidas que podem controlar afídeos enquanto que ciflutrina, deltametrina e malatião são usados no controlo dos percevejos do feijão nhemba. As pragas das crucíferas, principalmente da couve e do repolho são controladas através de monitoria regular do estado de infestação das plantas seguida da recolha e eliminação das afectadas. Outros métodos agrotécnicos envolvem a rotação de culturas, o espaçamento suficiente entre plantas e canteiros, o uso de sementes certificadas e insentas de infestação e eliminação das plantas hospedeiras alternativas nos campos circunvizinhos da produção agricola. As lagartas-da-couve, a traça-da-couve, broca-da-couve, e a

lagarta-americana podem ser controladas através de aplicação de cipermetrina, deltametrina, diazinão e lambda-cialotrina 5% EC. Os afídeos e percevejos da couve podem ser controlados aplicando diazinão, dimetoato e malatião.

Insectos, pragas das plantações cultivadas e florestais

Até então, são poucos os estudos realizados nesta área em Moçambique entretanto, de entre os insectos, desempenham um grande papel negativo sobre as plantações florestais os afídeos, *Aphis gossypi*, o piolho verde-do-pessegueiro, *Mysus persicae* (Homoptera: Aphididae) os quais causam danos nos citrinos. Nas plantações de cajueiros, *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) os adultos e as larvas do gorgulho-do-cajueiro, *Mecocorynus loripes* (Coleoptera, Curculionidae) (Fig.59a) constituem sérias pragas enquanto que *Sternochetus mangifera* (Coleoptera, Curculionidae) (Fig.59b) alimenta-se e desenvolve-se nas mangas desde o período de florescimento das mangueiras. Para além destes besouros, os dípteros, *Pterandrus rosa* e *Pardalaspis cosyra* (Tephritidae) (Fig.60a, 60b) podem ser sérias pragas das mangueiras, nas frutas das quais desenvolvem-se as suas larvas. Os adultos e as larvas dos besouros, *Brachycerus intersticialis*, *B. monachus* e *B. tauriculus* (Curculionidae) (Fig.61a, 61b, 61c) destroem as plantações de alões, embora em Mocambique não se façam culturas massivas destas plantas.

Nos eucalíptus e pinheiros podem se encontrar como pragas as larvas dos saturnídeos *Gonimbrasia tyrrhea* e *Imbrasia cytherea* (Lepidoptera: Saturniidae) (Fig.62a, 62b, 62c), os adultos e as larvas do escolitideo, *Hylastes angustatus* (Coleoptera) (Fig.63a, 63b), e os curculionideos, *Pissodes nemorensis* e *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera) (Fig.63c, 63d). Os cerambicídeos constituem uma das pragas florestais da madeira amplamente distribuidos em Moçambique. Entre eles, *Prosopocera lactator* é praga em *Syzygium sp*. (Myrtaceae) e *Acalypha sp*. (Euphorbiaceae), *P. inermis* e *Pycnopsis branchyptera* (Fig.64a, 64b, 64c) desenvolvem-se em *Acacia sp*. (Leguminosae) enquanto que *Titoceres jaspideus* é praga em *Cassia sp*. (Leguminosae) e *Diphrya similis* (Fig.64d, 64e) tem como plantas hospedeiras as rubiáceas, *Coffea sp*. e *Vangueria sp*. O cerambicídeo, *Coptops aedificator* (Fig.65f) é frequentemente praga de várias plantas, de entre as quais o cajueiro e as leguminoses, *Albizia sp*. e *Afzelia cuanzensis*. Para além disso, os cerambicídeos podem ser pragas das plantas das famílias Annonaceae, Combretaceae, Gramineae, Malvaceae, Rubiaceae, Sapindaceae entre outras. *Hodotermes mossambicus* e *Microhodotermes viator*, ambos termites da família Hodotermitidae podem causar sérios danos a madeira e outros productos de orgem vegetal.

Distribuição das pragas das plantações cultivadas e florestais

O afídeo, *A. gossypi* e o piolho verde-do-pessegueiro podem ser encontrados na região sul de Moçambique onde são praticadas culturas esporáticas de citrinos e outras plantações. O gorgulho-do-cajueiro ocorre amplamente na província de Nampula e na região sul de Moçambique. Tanto as espécies da família Saturniidae como os besouros curculionideos-pragas de eucalíptos e pinheiros foram registados a sul de Moçambique e potencialmente ocorrem nas regiões onde há plantações de eucalíptos. As espécies do género *Prosopocera* foram registadas também no sul de Moçambique mas podem potencialmente ser encontradas em regiões onde ocorrem as suas respectivas plantas hospedeiras.

Insectos, pragas dos produtos dos celeiros e armazens

Grande quantidade de insectos causa prejuizos consideráveis nos celeiros do sector familiar rural e nos armazens convencionais comerciais, dos portos e de outros locais. De entre estes, os adultos e as larvas de *Sitophilus granarius* e *S. zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) (Fig.66a, 66b), *Prostefanus truncatus* e *Rhizoperta dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) Ffig.66c, 66d), *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae), *Trogoderma granarium* (Coleoptera: Dermestidae) (Fig.66e, 66f, 66g) e *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Sylvanidae) destroem o milho nos celeiros e armazens. *S. orizae* (Coleoptera: Curculionidae) (Fig.67a, 67b) são pragas do arroz, enquanto que *P. truncatus* pode também causar sérios danos a mandioca seca nos celeiros rurais das províncias centrais e nórticas de Moçambique. Muitas destas pragas podem se encontrar em cereais de diversos tipos. Os gorgulhos-do-feijão dos celeiros, *Callosobruchus maculatus* e *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) (Fig.67c, 67d) constituem pragas dos feijões, principalmente do nhemba e do vulgar, *Phaseolus vulgaris* (Leguminosae). Alguns dos lepidópteros que causam prejuizos no milho e na mapira são *Sitotroga cerealella* (Gelechiidae), *Pyralis farinalis* (Pyralidae) e *Corcyra cephalonica* (Pyralidae) (Fig.68a, 68b). *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) (Fig.68c) pode destruir diversos alimentos armazenados, por exemplo, cereais e produtos farináceos derivados destes, frutas secas e nozes. Os piralídeos *Ephestia cautella* (Fig.68d), *E. Elutella* e *E. Kuehniella* atacam cereais armazenados e muitas outrs sementes secas. Estas pragas geralmente infestam os produtos a partir do campo. As térmites, *Macrotermes spp*. (Isoptera: Termitidae) e *H. mossambicus* (Isoptera: Hodotermitidae) (Fig.69a, 69b) podem causar sérios danos de vários productos armazenados. As espécies do genero *Sitophilus* encontram se por todo o país com maior frequência nas regiões fronteirizas por onde entram nos cereis infestados. *P. truncatus* foi registado na província de Tete e Manica mas potencialmente está distribuido pelas regiões do sul de Moçambique. Muitas das pragas do milho, da mapira e de outros cereais dos celeiros ocorrem em todo país principalmente nas zonas rurais.

Controlo das pragas dos celeiros e armazéns

Nos celeiros as pragas são controladas através de métodos fisico-mecânicos locais ou indígenos os quais compreendem armazenagem dos produtos com cascas, em celeiros da cozinha e exposição dos produtos ao fumo do fogo, armazenamento em recipientes de barro, tanques de cimento, zinco, em garrafas e garrafões de vidro e noutros recipientes confeccionados de cascas de árvores. Produtos tais como feijões são misturados com óleo vegetal do amendoim, gergelim, girassol, mafurra, côco e margosa para protege-los do ataque dos gorgulhos-do-feijão. Os produtos são também misturados com folhas de margosa ou outras plantas com acção insecticida e repelente. Nos armazens convencionais os produtos são armazenados enquanto estão muito secos para matar ou evitar a infestação por insectos. Os produtos podem ser misturados com insecticidas em pó ao exemplo do malatião, fenitrotião, metacrifos ou pirimifos-metilo, fosphine e armazenados em sacos de juta ou ráfia. Muitas das pragas do armazem podem também ser pulverizadas ou fumigadas por insecticidas.

Insectos, pragas dos produtos domésticos

Algum grupo de insectos come e destroe utencílos, mobiliário, vestuário, alimentos e outros produtos domésticos. A barata alemã, *Blattella germanica* (Blatoptera: Blattellidae) e a oriental, *Blatta orientalis* (Blatoptera: Blattidae) (Fig.70a, 70b) são comuns nas casas e habitações abandonadas. Estas baratas podem comer produtos alimentares frescos, crus ou cozidos, vestuários, livros e outros produtos. Para além destas, a barata americana, *Periplaneta americana* (Blatoptera: Blattidae) (Fig.70c) também pode causar prejuizos domésticos comendo produtos alimentares. As térmites *Macrotermes spp*., *Cryptotermes spp*. (Isoptera, Kalotermitidae) e *Kalotermes spp.* (Isoptera: Kalotermitidae) (Fig.71a, 71b, 71c) podem destruir a madeira e outros materias de construção de origem vegetal. Os besouros, *Dermestes maculatus, Attagenus unicolor* e *A. scrophulariae* (Dermestidae) (Fig.72a, 72b, 72c) são destruidores de utencílios domésticos de origem animal e vegetal tais como sofãs, tapetes e vestuário, enquanto que *Anobium punctatum* (Coleoptera: Anobiidae), *Scolytus spp*. (Coleoptera: Scolytidae) (Fig.73a, 73b) podem danificar mobiliário de origem vegetal. Os tisanuros, *Lepisma saccharina*, *Thermobia domestica* (Fig.74a, 74b) e *Ctenolepisma spp*., todos da família Lepismatidae, são comedores e destruidores de alimentos, livros e outro material de oriegem vegetal. Os insectos dos produtos domésticos encontram-se distribuidos por todo o país com execepção de *L. sachariana* cuja ocorrência em Moçambique não é muito conhecida. Os insectos, pragas dos produtos domésticos podem ser controlados por pulverização através de insecticidas com ingrediente activo de carbamatos (30 g/kg), gamma BHC (6g/kg) ou por fumigação através de mistura de propoxur (1%), diclorovos (1%) e ciflutrina (0,025%).

Insectos, vectores e causadores de doenças humanas

A maioria dos insectos causadores e vectores de doenças humanas é sinantrópica e geralmente é ectoparasita-sugadora do sangue humano, transmissora de agentes patogénicos ou causadora directa de doenças. Grande parte dos insectos causadores directos de doenças humanas são as moscas e as doenças são denominadas míases. Os mosquitos fêmeas, *Anopheles gambiae*, *A. arabiensis* e *A. funestus* (Diptera: Culicidae) (Fig.75a, 75b, 75c) sugam o sangue humano e constituem os maiores vectores da malária em Moçambique. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) (Fig.76), *A. Africanus e A. simpsonii* são vector do virus da febre amarela nas florestas, nas zonas rurais e hurbanas. As larvas e pupas destes mosquitos são aquáticas e os adultos, machos alimentam-se de líquidos vegetais. As moscas, *Simulium damnosum* (Diptera: Simuliidae) são propagadores de oncosercoses, doenças causadas por nemátodes, *Onchocercus volvulus, O. tercicola e O. lienalis.* A mosca comum pode ser vector mecánico de várias doenças de entre elas a disenteria amebiana que é causada por *Entamoeba histolitica*, febre tifoide, causada por *Bacillus typhosus* e a cólera que tem como causador a bactéria *Vibrio comma*. Para além disso, a mosca comum pode transmitir ovos de alguns cestóides e nemátodes incluindo *Trichiurus sp.* e *Ancylostoma sp*., os virus causadores da poliomielite, hepatite, tracoma e, pode mais ainda ser vector das bacterioses como difteria, tuberculose e lepra. Ocasionalmente, as larvas da mosca comum podem causar míases em aglomerações populacionais onde as condições higiénicas são péssimas.

As moscas varejeiras *Lucilia ceasar*, *Calliphora erythrocephala* e *Chrysomya bezziana* (Diptera: Calliphoridae) (Fig.77a, 77b, 77c) para além de serem vectores da disenteria amebiana, febre tifoide e da cólera, são também potenciais transmissoras de patógenos causadores de protozoonoses, helmintoses, bacterioses e viroses. As larvas destas moscas são saprozóicas, procriam-se em matéria orgánica animal ou vegetal pudrefada e são as principais causadoras de míases humanas. As larvas da mosca califorídea, *Cordylobia anthropophaga* são parasitas obrigatórias, desenvolvem-se nos tecidos subcutáneos das narinas, ouvidos, ânus, de outras regiões do corpo e são as causadoras primárias das míases humanas. Para além destas moscas, as larvas de *Fannia canicularis* (Diptera: Fannidae) podem ocasionalmente causar míases vaginais humanas, enquanto que as larvas de algumas moscas dos géneros *Sarcophaga* e *Wohlfahrtia* (Diptera: Sarcophagidae) (Fig.78a, 78b) podem causar míases em feridas humanas. A elefantíase, doença causada pelo nematode *Wuchereria bancrofti* tem como principal vector o mosquito *Culex pipiens quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) e a doença africana humana do sono, causada pelos protozoários *Tripanossoma gambiense* e *T. rhodesiense* é propagada pelas moscas glossinideas, *Glossina palpalis* e *Glossina morsitans*

(Fig.78c, 78d), respectivamente. Os piolhos sugadores, *Pediculus humanus corporis* e *P. h. capitis* (Anoplura: Pediculidae) (Fig.79a, 79b) não só são ectoparasitas, picadores do homem mas também podem ser transmissores das bactérias, *Rickettsia proazekii* e *Borrelia recurrentis*, patógenos causadores do tifo epidêmico e da febre recorrente, respectivamente. O piolho da pubis humana, *Pthirus pubis* (Anoplura: Pthiridae) (Fig.79c) não transmite quaisquer patógenos, mas constitue um grande ectoparasita irritante da pubis, sovacos, das zonas pilosas entre-nâdegas e ocassionalmente das sobrancelhas e pestanas.

A pulga-do-rato, *Xenopsylla cheopis* (Siphonaptera: Leptophyllidae) (Fig.80a) transmite os tifos epidêmico e endêmico e, é o maior vector da peste bubônica, a qual é causada por *Yersinia pestis*. Para além desta, a pulga humana *Pulex irritans* (Siphonaptera: Pulicidae) suga o sangue humano causando irritação cutánea enquanto que as fêmeas recém gávidas da pulga-da-mathequenha, *Tunga penetrans* (Siphonaptera: Pulicidae) (Fig.80b, 80c) penetram nas zonas entre-dedos dos pés humanos onde se alimentam, se desenvolvem, provocam irritação e inchações cutáneas, sintomas da doença popularmente designada por "mathequenha". Excluindo os vectores acima referidos as moscas dos géneros *Chrysops* (Diptera: Tabanidae) e *Phlebotommus* (Diptera: Psychodidae) (Fig.90a, 90b) podem ser vectores de loiases e leismaníoses, respectivamente. O mosquito, *Aedes eagypti* (Diptera: Culicidae) (Fig.90c) transmite o virus causador da febre amerela, a mosca, *Simulium damnosum* (Diptera: Simuliidae) (Fig.90d) propaga as oncocercoses enquanto4 que os heterópteros *Triatoma infestans* e *Rhodnius sp*. (Heteróptera, Reduviidae) (Fig.100a, 100b) são transmissores de *Tripanossoma cruzi*, o patógeno causador da doença de Chagas. O percevejo-de-cama, *Cimex hemípterus* (Heteroptera: Cimicidae) (Fig.100c) causa muitas moléstias nas zonas hurbanas e suburbanas, nos centros internatos onde habita em fendas, buracos do mobiliário e das paredes, porém não transmite patógenos ao Homem. A maioria das vespas, abelhas e algumas espécies de formigas é ferroz podendo causar a morte do Homem, quando este for alvo de um intenso ataque de grande número de insectos. As vespas dos generos *Vespa* e *Polistes* (Hymenoptera: Vespidae) (fig.101a, 101b), as abelhas dos géneros *Apis* e *Xylocopa* e, as formigas *Oecophylla spp*. e *Crematogaster spp*. são algumas das espécies muito agressivas e ferozes, particularmente quando pertrubadas.

Distribuição dos insectos-vectores e causadores de doenças do Homem

Controlo de insectos-vectores e causadores de doenças do Homem

Os métodos de controlo dos mosquitos estão dirigidos á redução das suas picadas e prevenção de transmissão de doenças. Assim são adoptados métodos físico-mecánicos, químicos, biológicos e físico-genéticos para a

eliminação física dos diferentes estágios dos mosquitos. Os métodos físico-mecanicos envolvem drenagem dos vales, charcos, pântanos e outros reservatórios de água, florestamento e deflorestamento para evitar a procriação das larvas e dos adultos. Insectcidas na base de óleos minerais, pulverizantes e fumigantes da supefícies da água são usados para eliminar larvas e pupas na água. Para além disso, misturas de organofosfatos (malatião, metil de pirimifos fenitritião, fentiona, cloropirifose e termofose), carbamatos (propoxur) e piretroides, por exemplo, deltametrina, ciflutrina, deltametrina, pemetrina e permetrina são usadas para controlar adultos em habitações e outras instalações humanas. Insecticidas biológicos na base das bactérias *Bacillus thuringuiensis*, *B. sphericus* são também usados para controlar mosquitos. Compostos e repelentes naturais derivados de plantas dos géneros *Derris*, *Tephrosia*, *Chrysanthemum* e *Nicotiana* foram amplamente usados para controlar insectos vectores e causadores de doenças do Homem. De entre estes compostos, o pyrethrum tem sido usado para controlar *Anopheles spp*., os óleos essenciais das plantas dos géneros *Citronella* e *Artemisia* são aplicados para repelir *S. damnosun* e *A. aegypti*, respectivamente. Óleosessenciais de *Azidirachta indica* e das plantas do género *Clausena* também têm sido usados para controlar diversos mosquitos hematófagos transmissores de agentes patogénicos ao Homem. As picadas dos adultos podem ser evitadas usando roupas e outro material de protecção tal como redes mosquiteiras e cobertores impregnados de insecticidas. A ionização, radiação e hibridização são métodos usados para esterilizar mosquitos diminuindo deste modo a sua capacidade de reprodução e propagação. As moscas podem ser controladas também usando carbamatos e organofosfatos assim como eliminando locais humosos e lixo pudrefado, propícios para a procriação das larvas. Os piolhos podem ser controlados usando ovicidas e ninficidas do grupo malatião e piretroides enquanto que a sua infestação em humanos pode ser evitada lavando o cabelo e vestuário.

Insectos, vectores e causadores de doenças animais

A maioria dos insectos vectores e causadores de doenças animais é constituida por dípteros seguidos dos malófagos e sifonápteros. As moscas do género *Glossina* e em exemplo das espécies *G. morsitans*, *G. brevipalpes* e *G. palpalis*, todas da família Glossididae (Fig.102a, 102b, 102c) são vectores de tripanossomíases animais que atacam o gado bovino. Estas moscas podem ser picadoras irritantes do gado doméstico, de elefantes, bufalos, rinocerontes e de outros animais selvagens de pequeno porte. De entre os tabanídeos as moscas do género *Chrysops* (Fig.103a) transmitem o nemátode Loa-loa, causador de loiases enquanto que as espécies do género *Tabanus* podem transmitir tripanossomiases e são pestes picadoras de animais. *Tabanus bicutatus*, *T. conformes* e *T. argentus* (Fig.103a, 103b, 103c) são algumas das espécies comuns, picadoras e sugadoras do sangue animal. As moscas da família Calliphoridae tal como *Stomoxys*

calcitrans e as dos géneros *Calliphora*, *Chrysomya* e *Lucilia* também podem ser picadoras e sugadoras do sangue animal. As pulgas animais que são vectores de doenças incluem *Ctenocephalides canis*, a pulga-do-cão e *C. felis* a pulga-do-gato doméstico. Todas estas espécies são sifonápteros da família Ceratophyllidae (Fig.104a, 104b) e podem ser vectores de helmintoses, em particular, aquelas causadas por *Dipylidium caninun*. O nemátode dos roedores e do Homem, *Hymenolepsis diminuta* e *Dipetalonema reconditum* podem também ser transmitidos por pulgas. A pulga-da-galinha, *Echidnophaga gallinacea* e todas as outras pulgas são pestes picadoras do gado doméstico e de animais selvagens. A espécie *Bovicola bovis* é um malófago que parasita o gado bovino enquanto que o género *Damalinia* pode causar danos não só do gado bovino mas também do equino, ovino e caprino. *Trichodetes canis*, o malófago da família Trichodectidae (Fig.104c) é frequente em cães e pode ser vector de *D. caninun*.

Insectos usados para medicina, pesquisa científica e ornamentação

O Homem tem usado alguns insectos como agentes terapéuticos na medicina. A cantaridina, um extrato do corpo de besouros meloídeos, tem sido usada no tratamento de certas moléstias do sistema urogenital. O veneno das abelhas e algumas vespas tem sido usado no tratamento de artrite. O mel das abelhas tem sido usado como um anticéptico suave enquanto que a sua cera por ser estéril e inerte tem sido usada em algumas operações ortopéticas para preencher espaços entre ossos. As larvas das moscas califorídeas são empregadas no tratamento de doenças que ocasionam a decomposição de tecidos, principalmente das feridas. As feridas quanto artificialmente infestadas por larvas destas moscas cicatrizam mais rápido que as não infestadas. Os insectos são usados na medicina legal para dar informação sazonal que ajuda a determinar o tempo da ocorrência da morte do homem e dos animais. Este uso é baseado no facto da sucessão dos insectos saprozóicos que naturalmente infestam cadáveres humanos e animais, distinguir-se em ondas daqueles insectos que infestam cadáveres frescos e doutros que preferem secos, mortos de há mais de três anos.

Devido ao seu ciclo de vida muito curto de entre outras razões, a mosca-da-fruta do genero *Drosophila*, particularmente a *D. melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) (Fig.108a) é usada na pesquisa dos processos de hereditariedade, variação e evolução orgánica, principalmente do Homem. Outros insectos são usados nas pesquisas sobre variações dos factores climáticos, organização social do Homem, sobre poluição ambiental e toxicidade de insecticidas. As abelhas-do-mel são bioacumuladoras efectivas de pequenas concentrações de metais, pesticidas e de material orgánico industrial, os quais são contaminantes do meio ambiente. A presença destes contaminantes no ambiente pode ser detectada usando as abelhas como bioindicadoras. Os insectos são objectos de adorno usados como colecções artísticas (Fig.109a), padrões de joalheiros e desenhadores. As

borboletas, os besouros polimórficos (Fig.109b, 109c) e outros insectos coloridos despertam a beleza da paisagem natural.

Glossário

Adipogemócito	Células ou tecido de armazenemento de gorduras
Alotrófica, gândula	
Anal, nervura	A última nervura desde a parte superior a inferior de uma asa
Anamorfose	Tipo de metamorfose de insectos inferiores que se caracteriza-se pelo aumento paulatino dos segmentos abdominais no processo de muda
Anfitócia	Tipo de reproducao partenogenetica donde dos ovos desenvolvem-se ambos os sexos
Apêndice	Uma peça ou parte suplementar ou adicional do corpo de um insecto ou artrópode
Arólio	Uma estrutura em forma de almofada no ice do último segmento tarsal, entre as garras (ex. ortópteros).
Arrenotécia	Tipo de metamorfose do qual dos ovos só se desenvolvem machos
Cardo	Parte proximal do segmneto maxilar
Cerco	Um ou par de apêndices na extremidade distal do abdome de insectos
Cistócito	Celulas hemolinfaticas responsáveis pela coagulação da hemolinfa.
Clipeo	Esclerito da parte inferior da de um insecto, entre a fronte e o lábio (ex. ortópteros)
Costal, nervura	A segunda nervura desde a parte superior a inferior de uma asa
Coxopódito	Segmento basal de um apêndice de artrópode (ex. insectos)
Cromócito	Celulas do tecido adiposo que sintetizam pigmentos coloridos nos insectos transparentes, principalmente larvas.
Empódio	Estrutura em forma de almofada ou cerda, no ápice do último segmento tarsal entre as garras (ex. dípteros)
Endocutícula	Camada interna da cutícula, espessa, mole e flexível, que contém quitina e proteínas não esclerotizadas
Enocitóide	Celulas hemolinfaticas que participam nos processos de intercâmbio de substâncias
Enócitos	Células de origem ectodérmica, dispersas entre os trofócitos no corpo gorduroso com a função de produzir componentes da epicutícilas
Epicutícula	Camada externa da cutícula, muito fina e sem quitina

Epímero	A área de uma pleura toráxica posterior a sutura pleural
Episterno	A área de uma pleura toráxica anterior a sutura pleural
Escapo	O primeiro segmento da antena que se insere no sulco antenal
Esclerotização	Processo de transformação das proteínas em substancias, escuras, duras e rígidas, pesentes na exocuticula do tegumento.
Escutelo	Um esclerito de um noto toráxico mais ou menos triangular atrás do pronoto (ex. hemípteros, coleópteros)
Escuto	Uma divisão mediana de um noto, imediatamente anterior ao escutelo
Esferulócito	Tipo de celulas hemolinfaticas que transportam hormonas
Espermateca	Uma estrutura saculiforme na fêmea na qual são recebidos e armazenados espermatozoides do macho (ex. ortópteros e blatópteros)
Esterno	Esclerito ventral de cada segmento toráxico
Estipe	O segundo segmento ou divisão da maxila que articula o palpo, a gálea e lacínia
Estomodeu	Parte do tubo digestivo que começa com a boca e acaba com uma válvula que regula a passagem de alimentos para o mesentero
Estridulação	Produção de sons pela fricção de duas partes de corpo de insectos (Ortópteros) com a finalidede de marcar território e atrair o sexo oposto
Exocutícula	A camada da cutícula, imediatamente externa à endocutícula e a epicutícula
Fronte	Esclerito cefálico limitado pelas suturas frontal e opistomal incluindo o ocelo mediano nos artrópodes
Gena	A parte lateral da cabeça, abaixo e atrás dos olhos compostos entre as suturas frontal e occipital (ex. ortópteros)
Glossa	Um ou par de lobolos no ápice do lábio, entre as paraglossas (ex. himenópteros apídeos)
Hipermetamorfose	Tipo de metamorfose completa complexa que consiste na existência de vários estágios larvares ou pupares
Hipermorfose	Tipo de metamorfose incompleta complexa caracteristica de insectos que no seu desenvolvimento apresentam uma fase larvar imóvel que é denominada pseudopupa
Hipomorfose	Tipo de metamorfose incompleta simplificada característica dos insectos superiores não alados
Humeral, nervura	A nervura que une a costa e subcosta da parte proximal da asa

Jugal, nervura	A penúltima nervura desde a parte superior e inferior de uma asa
Labro	O lábio superior, situado logo abaixo do clípeo
Malófago, insecto	Insecto da ordem Mallophaga, ectoparasita obrigatorio que vive e se alimenta de penas das aves, pêlos animais e sangue de feridas de pele danificada
Mandíbula	Um dos pares anteriores das peças bucais pares
Maxila	Uma das partes das epças bucais, imediatamente posterior as mandíbulas
Medial, nervura	A terceira nervura desde a parte superior a inferior de uma asa
Mento	A parte distal mediana do lábio mais ou menos triangular
Mesentero	Região do tubo digestivo onde se realizam os processos digestivos e absorção dos alimentos
Micetócito	Celulas do tecido adiposo, portadoras de bactérias simbióticas que ajudam a digestão de alimentos no intestino de certos insectos
Nefrócito	células do tecido adiposo periviscerais com funcao excrectora e de manunteção de homeostase no período de muda
Noto	A superfície dorsal de um segmento toráxico (geralmente sinónimo de tergo)
Omadíteo	Cada unidade optica do olho composto nos insectos
Palpo	Um processo segmentado das maxilas ou do lábio
Pecíolo	Pedúnculo; estreito pelo qual o abdóme se prende ao tórax (ex. himenópteros)
Pedicelo	O segmento segmento da antena ou o pedúnculo do abdome, entre o tórax e o gaster (ex. himenópteros formicídeos)
Peritrófiica, membrana	Uma membrana secretada pelas células que revestem o intestino médio, na presença do alimento e forma um envoltório em tôrno do mesmo e depois sai com as fezes
Plasmócito	células hemolinfaticas fagocitárias.
Pleura	A área lateral de um segmento toráxico
Polinizadores, Insectos	Insectos que ao vistarem as flores transportam consigo orgãos sexuais por exemplo o pólem, permirindo assim a fecundação das plantas
Praga	Insecto ou outro organismo que causa danos ou perdas ao Homem
Proctodeu	Intestino posterior com a função de absorção de água e produção de escrementos fecais
Procutícula	Porção interna da cutícula que consiste em endocutícula e exocutícula
Proleucócito	Células hemolinfaticas hematogéneas que dão origem ás restantes células.

Propódeo	A parte posterior do tórax, que é realmente o primeiro segmento unido ao tórax (ex. Himenópteros, subordem Apocrita)
Protomorfose	Forma primaria de metamorfose caracteristica de insectos inferiores da qual a muda ocorre no estagio adulto
Proventrículo	Estrutura de ligação entre papo e mesentero, envolvida na trituração e regulação da passagem de alimentos do papo ao mesentero
Pulvilo	Uma almofada ou lobo embaixo de cada garra tarsal (ex. dípteros)
Rábdoma	Uma estrutura semelhante a um bastonete, formada pelas superfícies internas de células sensitivas adjecentes no omatídeo de um olho composto
Radial, nervura	A terceira nervura esclerotizada da asa apartir da margem superior
Sectorial, nervura	Uma das duas ramificacoes da nervura radial
Sensila	Nome de qualquer orgão dos sentidos nos insectos (ex. antena)
Telitócia	Tipo de reprodução partenogenetica donde dos ovos só se desenvolvem fêmeas
Tenídeo	Espessamento circular ou espiralado na parede inetrna de uma traqueia
Sutura,	Um sulco externo, semelhante a uma linha, na parede do corpo ou uma área membranosa estreita entre os escleritos; a linha de união dos élitros
Tergo	Denominacao de cada placa cuticular dorsal do abdomen
Campaniforme, sensila	Um orgão de sentido que consiste de uma área circular em forma de domo, ,a qual o processo da célula sensitiva está inserido como o badalo de um sino
Trocânster	Porção da pata de insectos que faz a ligação entre a coxa e o fémur
Trofócito	Célula da origem mesodérmica que constitui o corpo gorduroso dos insectos com a função de reserva de nutrientes.
Vector de doenças	Insecto ou organismo que propaga agente patogénico causar de doenças de um hospedeiro ao outro
Vértice	A parte superior mais alta da cabeça de um insecto; entre os olhos compostos
Biológico, controlo	Controlo de pragas através do uso de seus inimigos naturais por exemplo predadores, parasitas, patógenos ou produtos naturais orgánicos.
Cipermetrina	(Cymbuh, Ammo); Um p[iretroide sintético, (±) –αciano(-3-fenoxi-metil)metil(±)cis, trans-3- (2,3-dicloroetenil)-2,2-dimentilciclopropanecarboxilato, amplamente eficaz contra insectos, lepidópteros, no algodão, na sfruteiras e nos vegetais.
DDT	Insecticida sintético; um hidrocarbono clorinado, 1,1,1-tricloro-2,2-

Diclorovos	(Vapona); Um insecticida sintético, fumigante espacial e fosfoto orgânico, 2,2-diclorovinil dimetil fosfato; moderadamente tóxico a mamíferos (Product of Shell Chemical and others)
Dieldrina	Insecticida altamente residual; hydrocarbono clorinado de mais de 85% de 1,2,3,4,10,10-hexacloro-6,7 –epoxy- 1,4,4a, 5,6,7,8,8a-octahidro -1,4-endo-exo-5,8-dimetanonaftalene; Altamente tóxico a mamíferos; Product of Shell Chemical
Fumigante	Substância ou mistura de substâncias que produz gas, vapor, fumo aplicado para controlar insectos ou outras pragas
Insecticida	Uma substância ou mistura de substâncias tóxicas aplicadas para controlar insectos
Instar	A forma morfologica e funcional de um insecto entre sucessivas mudas, sendo o 1ª entre a eclosão do ovo a primeira muda
Malatião	(Citião); Insecticida sintético e fosfato orgânico, O,O-dimetil fosforoditioato de dietil mercaptosicinato; pouco tóxico a mamíferos; Produto da "American Cyanamid".
Ninfa	Insecto imaturo com ametamorfose ou com metamorfose incompleta
Organofosfato	Pesticida ou compostos químicos (insecticidas) usados para o controlo de insectos.
Permetrina	(Ambush, Pounce, Ectiban); Um piretroide sintético, 3-(fenoxifenil)metil ()-cis,trans-3-(2,2- dicloroetenil)-2,2-dimetil ciclopropano-carboxilato (60% trans, 40% cis isomeros); pouco tóxico e amplamente tóxico contra insectos pragas no algodão, vinheira, hortícolas, Chrysam themum, roseiras; Produto da FMC e ICI
Pesticida	Produto aplicado para envenenar ou controlar insectos-pragas
Propoxur (baygon)	Um insecticida sintético; um carbamato, o-isopropoxifenil metilcarbamato; moderadamente tóxico aos mamíferos; aplicado para controlar insectos-pragas domesticos; produto da Mobay
Cerda	Processo ou saliência cuticular, geralmente aguda e dura do corpo de um insecto
Cosmopolita, insecto	Insecto ou organismo que ocorre em quase toda parte do mundo
Larvicida	Insecticida aplicado para controlar insectos no estágio de larva
Míases	Doenças ou infestação causadas por larvas de insectos, principalmente dípteros
Termopreferndum	Intervalo vital de temperatura óptima ou tolerável de um insecto
Photoperiodismo	Sucessão dos dias e noites resultante das voltas giratórias da terra em torno do seu eixo

Estilete	Uma estrutura semelhante a uma agulha e perforadora nos insectos sugadores
Pre-mento	A parte distal do lábio, distante da sutura labial, na qual todos os musculos labiais têm suas inserções
Paraprocto	Um de um par de lobolos látero-ventrais ao ânus
Náiade	Uma ninfa aquática com respiração branquial
Nervura transversal	Uma nervura que une as nervuras longitidinais adjacentes
Lacínia	O lobolo interno da maxila, limitado pelos estipes
Lagarda	Larva eruciforme; larva de borboletas, maripôsas, vespões e de mecópteros
Larva	Os estágios imaturos entre o ôvo e a pupa, nos insectos com metamorfose completa e que morfológicamente difere-se do adulto
Imago	O adulto ou estágio reprodutor de um insecto
Haltere	Pequena estrutura com nós, em cada lado do metatórax (ex. dípteros)
Gânglio subesofágico	O entumescimento semelhante a um nó, na extremidade do cordão nervoso ventral, embaixo do esófago
Gálea	Lobolo externo da maxila limitado pelos estipes
Flagelo	Estrutura semelhante a um chicote; parte posterior ao segundo segmento da antena
Estígma (Espiráculo)	Uma abertura externa o sistema traqueal, geralmente ao longo da pleura abdominal
Esclerito	Uma placa endurecida da parede do corpo, marginada por suturas ou áreas membranosas
Epiprocto	Processo ou apêndice localizado acima do ânus; parte dorsal do 11^{o} segmento abdominal.
Corpos alados	Um par de pequenas glândulas endócrinas localizadas atrás do cérebro.
Larva mineira	Larva que vive e alimenta-se sobre as células as superfícies superior e inferior da folha
Ocelo	Pequeno olho simples
Exosqueleto	Estrutura de suporte e revestimento externo dos insectos ou outros artropodes
Larva	Estagio jovem de um insecto apôs o embrião e diferente do adulto.
Pupa	Estágio jovem de um insecto apôs a larva, geralmente imóvel e não se alimenta
Metamorfose	Mudança de forma de um estágio de desenvolvimento para outro.
Ovipositor	Apêndices abdominais modificados para pôr ovos.
Muda	Eliminação de um revestimento externo como a cutícula
Ecdise	Processo de mudança do exosqueleto