

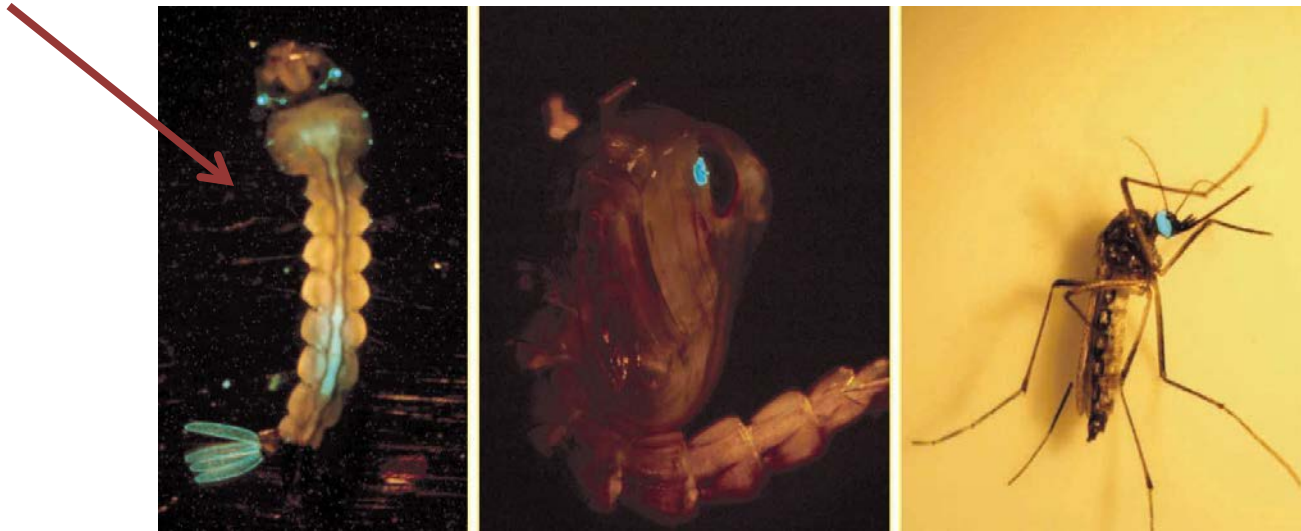
Artrópodes Vetores

Disciplina Parasitologia Farmácia – 2013

Sirlei Daffre

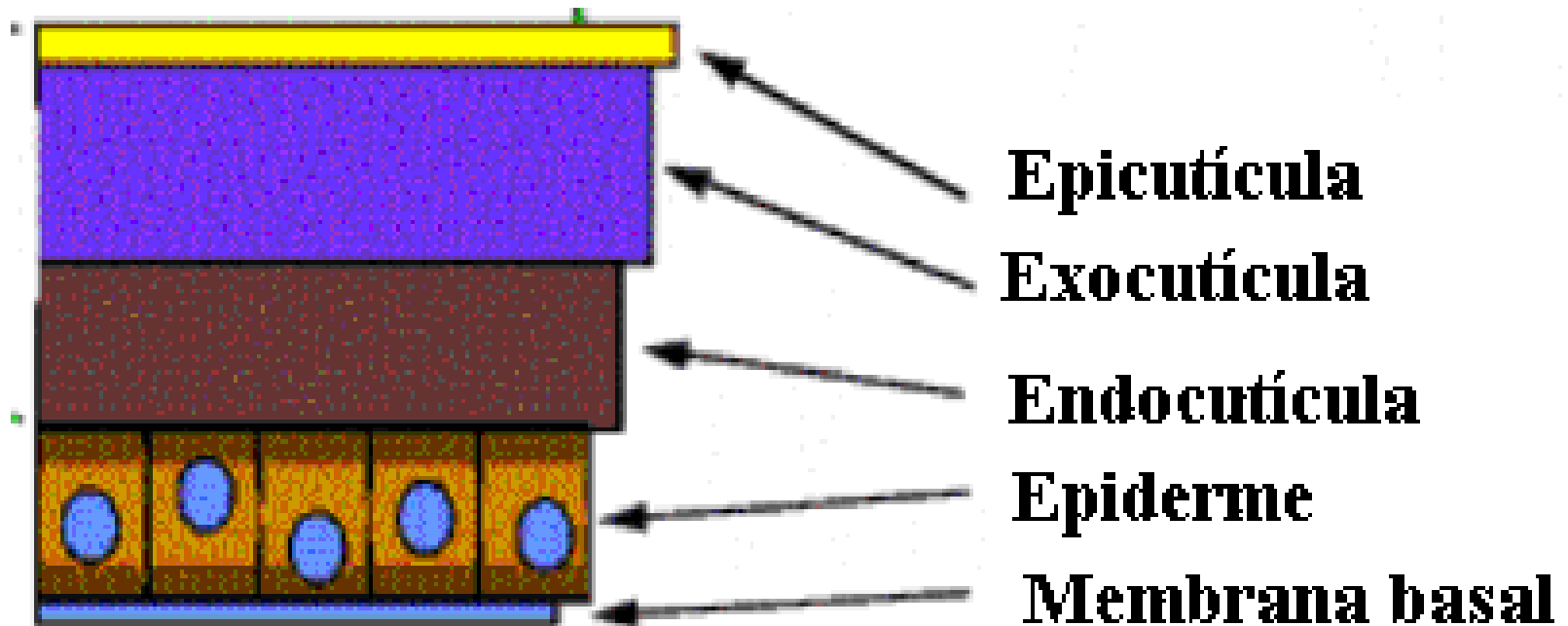
Características gerais dos artrópodes

- Corpo segmentado (ao menos nas fases imaturas) e apêndices articulados



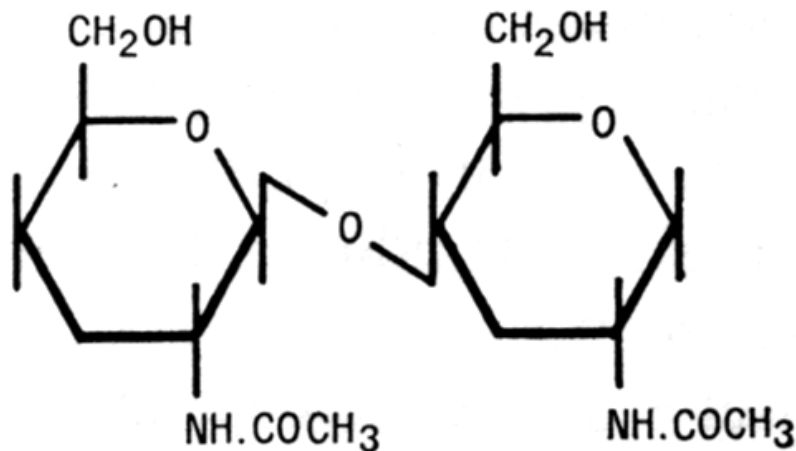
Características gerais dos artrópodes

- Exoesqueleto quitinoso (cutícula)

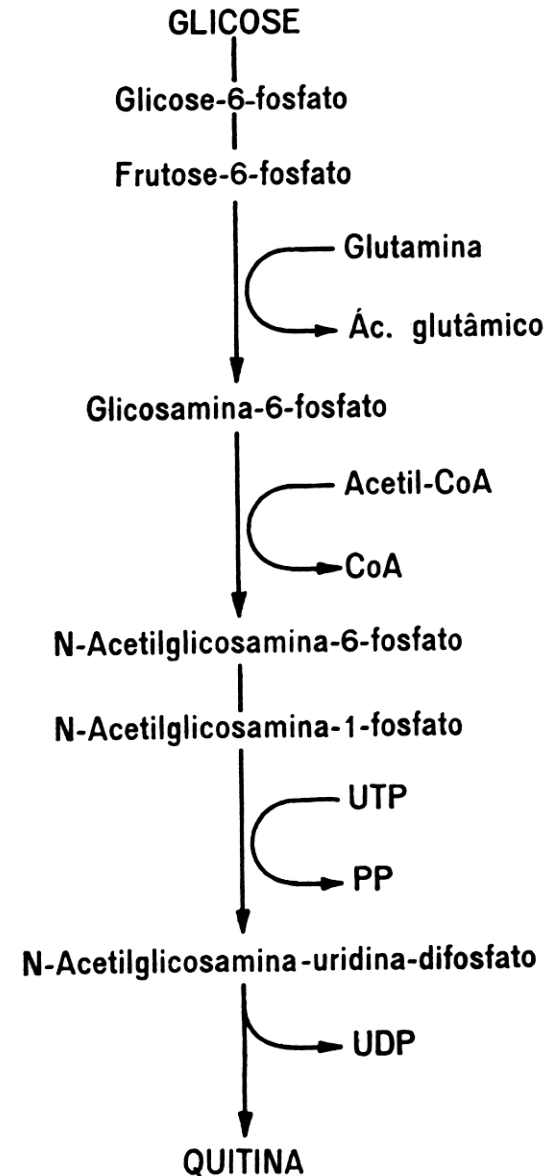


Características gerais dos artrópodes

- **Epicutícula:** proteína e cera;
- **Exo e endocutícula:** quitina (polímero da N-acetilglicosamina) e proteína);

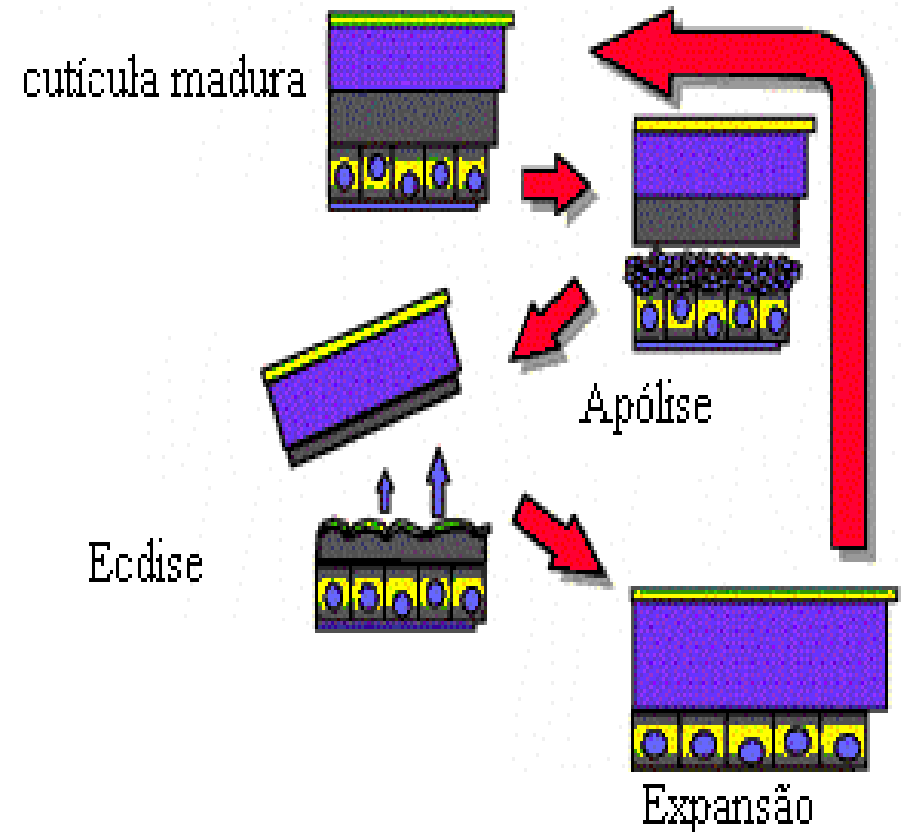


N-acetilglicosamina



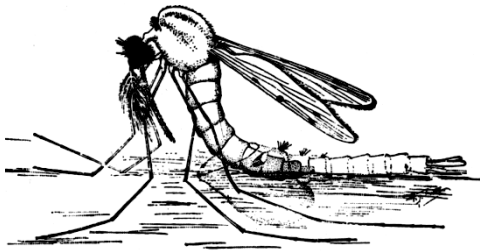
Características gerais dos artrópodes

O exoesqueleto reduz perda de água e dá sustentação, mas impede que o animal cresça, exigindo um processo específico para que o crescimento seja possível: a ecdise (ou muda).

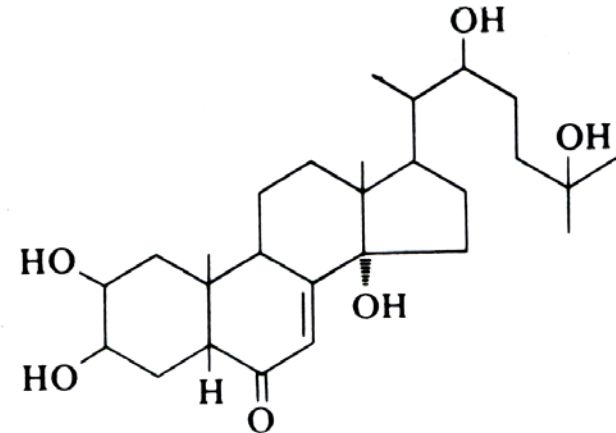


Características gerais dos artrópodes

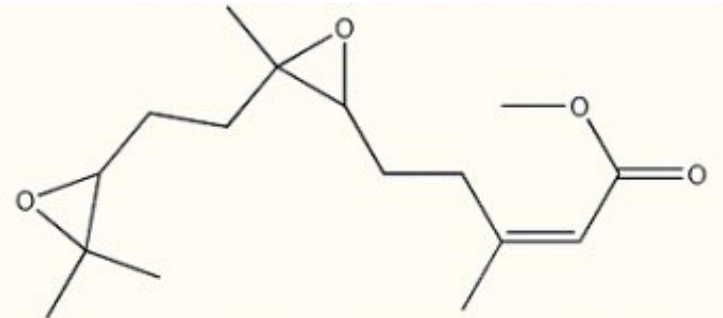
Ecdise: controlada hormonalmente



Anopheles gambiae adult emerging from pupal stage
WHO/TDR/Stammers



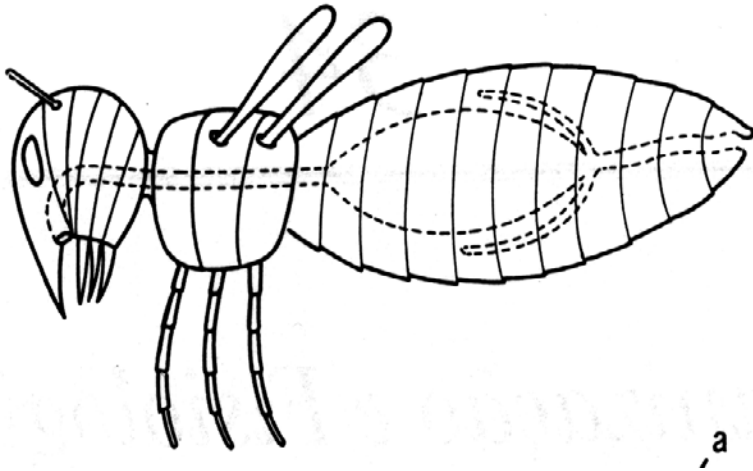
Ecdisona



5-{3-[2-(3,3-Dimethyl-oxiranyl)-ethyl]-3-methyl-oxiranyl}-
3-methyl-pent-2-enoic acid methyl ester
JHB₃

Classe Insecta

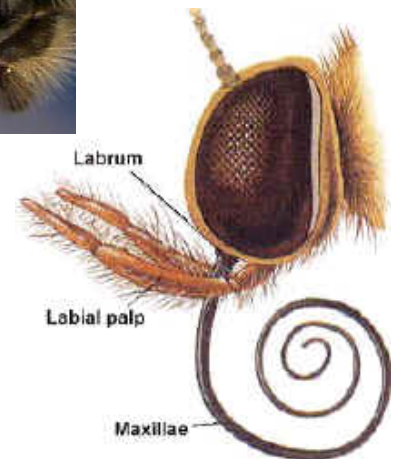
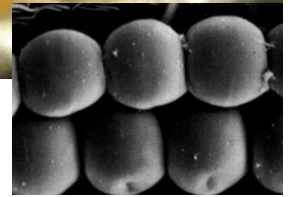
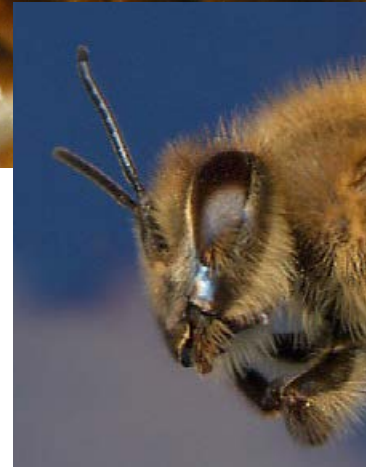
- artrópodes que apresentam o corpo subdividido em cabeça, tórax e abdome



Morfologia Externa

Cabeça

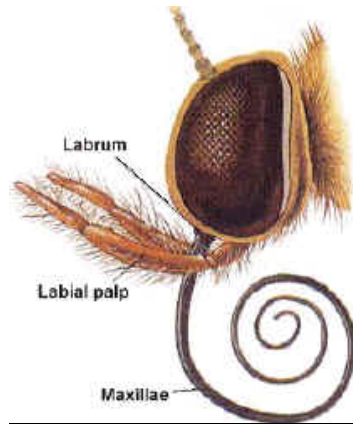
- olhos - um par de olhos compostos (muitos omatídeos);
- antenas – um par, com formas e tamanhos variáveis (estruturas sensoriais);
- peças bucais - variáveis em tamanho e forma (diferentes aparelhos bucais)



Morfologia Externa

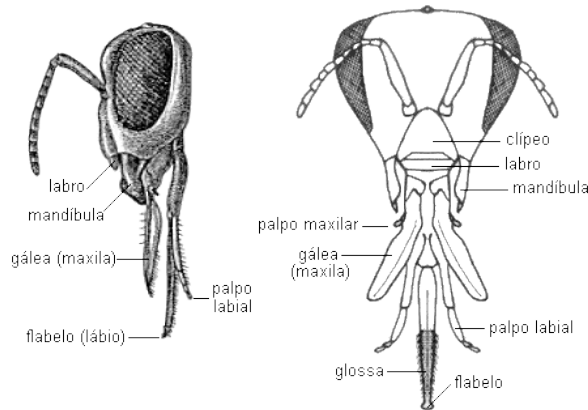
- tipos de aparelhos bucais:

sugador maxilar



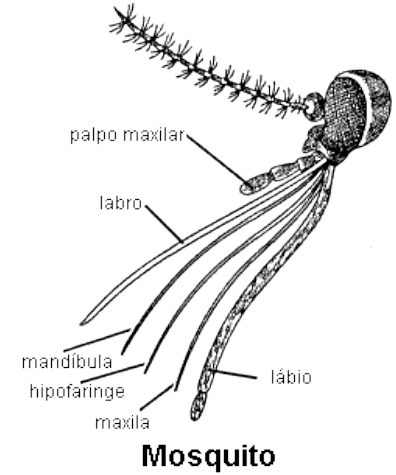
Borboletas/mariposas

lambedor



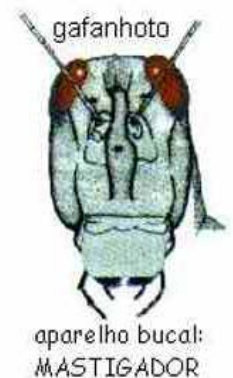
Abelha - aparelho lambedor

picador-sugador



Mosquito

mastigador

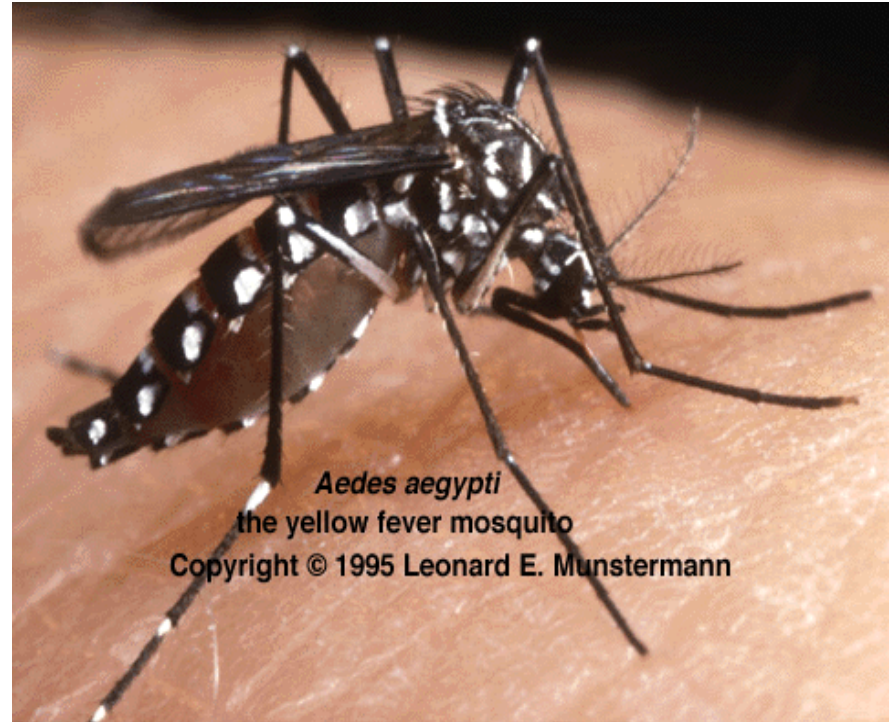


aparelho bucal:
MASTIGADOR

Morfologia Externa

Tórax - formado por 3 segmentos - protórax, mesotórax e metatórax

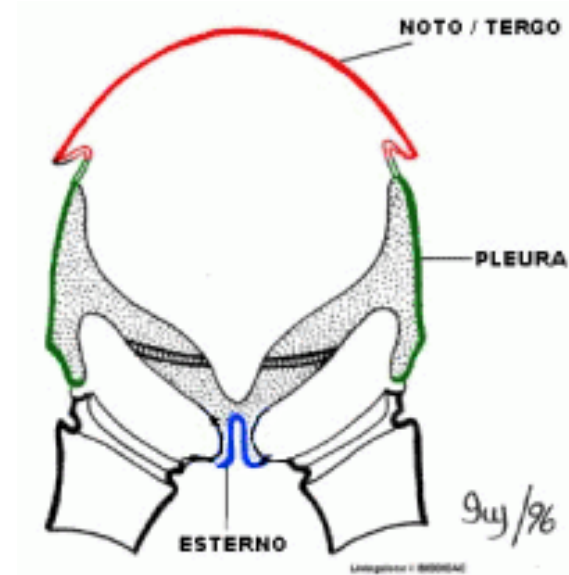
função locomotora:
inserção das asas e de
três pares de pernas



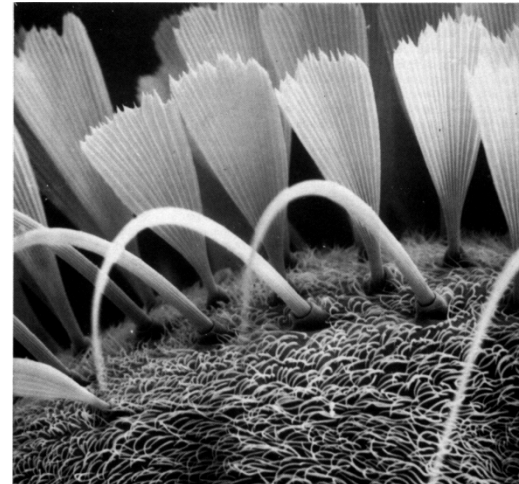
Abdome - formado por 8 a 10 segmentos

Morfologia Externa

Tegumento: placas (noto/tergo, esterno e pleuras)

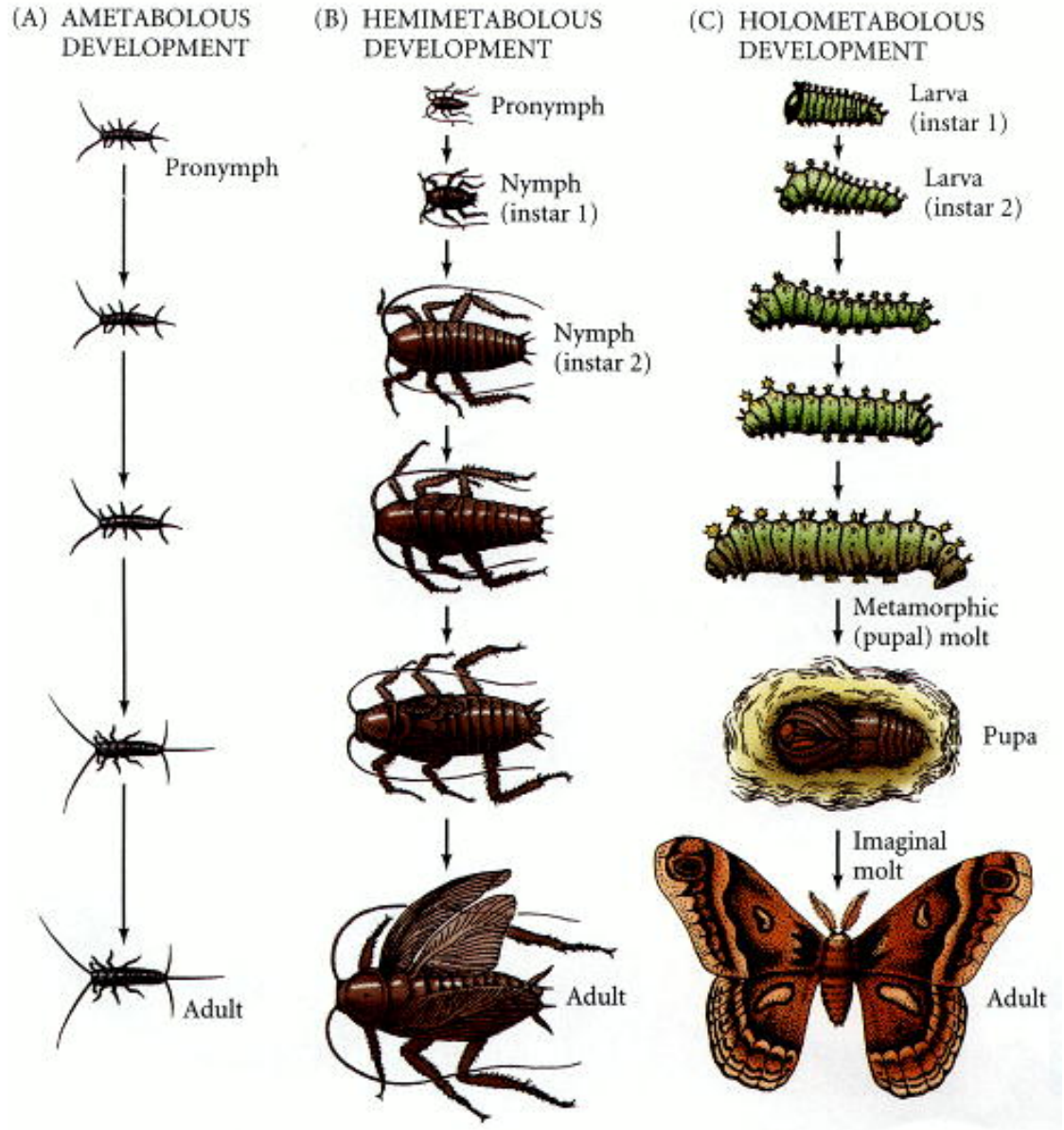


Pode apresentar estruturas como escamas e pelos (sensoriais);



Ecdises: mudança de estágio do ciclo de vida

Três diferentes tipos de desenvolvimento em insetos: ametabolia, hemimetabolia e holometabolia



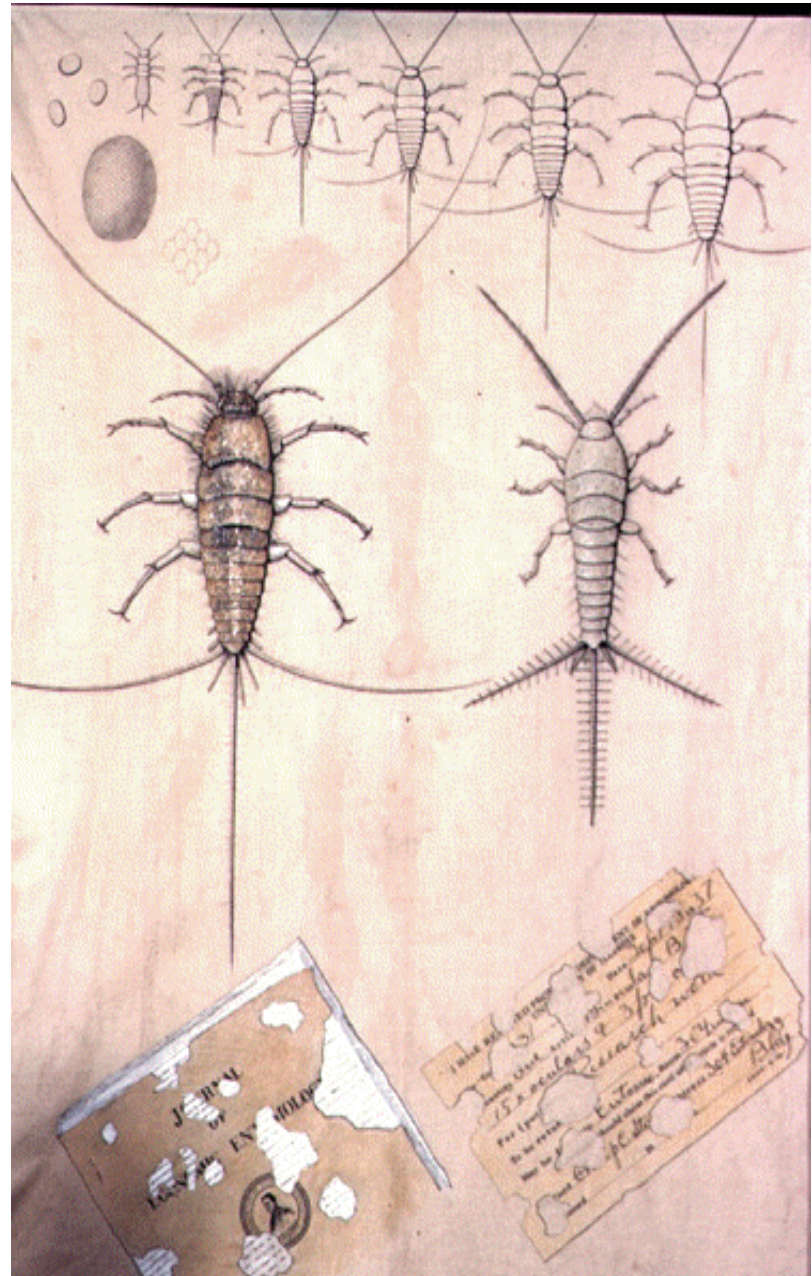
Ametabolia

Sem metamorfose.

Formas jovens são semelhantes aos adultos.

Exemplo:

Ordem Thysanura - traças



Hemimetabolia

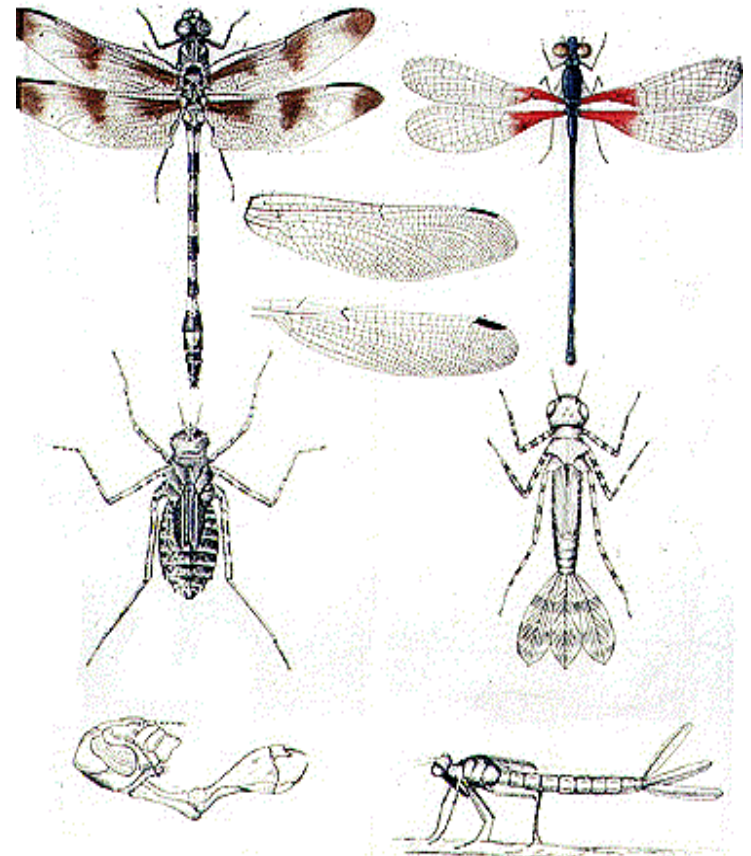
Metamorfose incompleta.

Insetos que passam pelas formas de ovo, ninfa e adulto.

Exemplo:

Ordem Odonata – libélulas

Ordem Hemiptera – percevejos



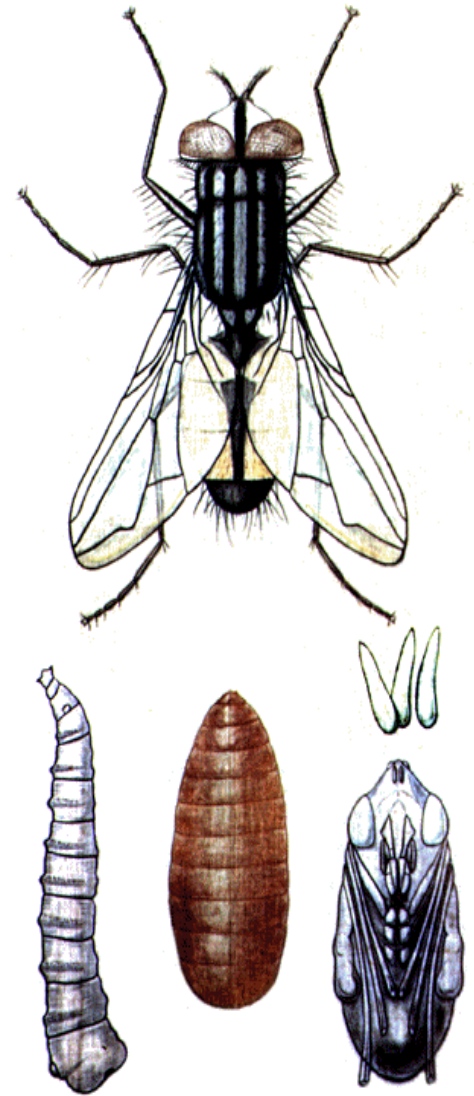
Holometabolia

Metamorfose completa

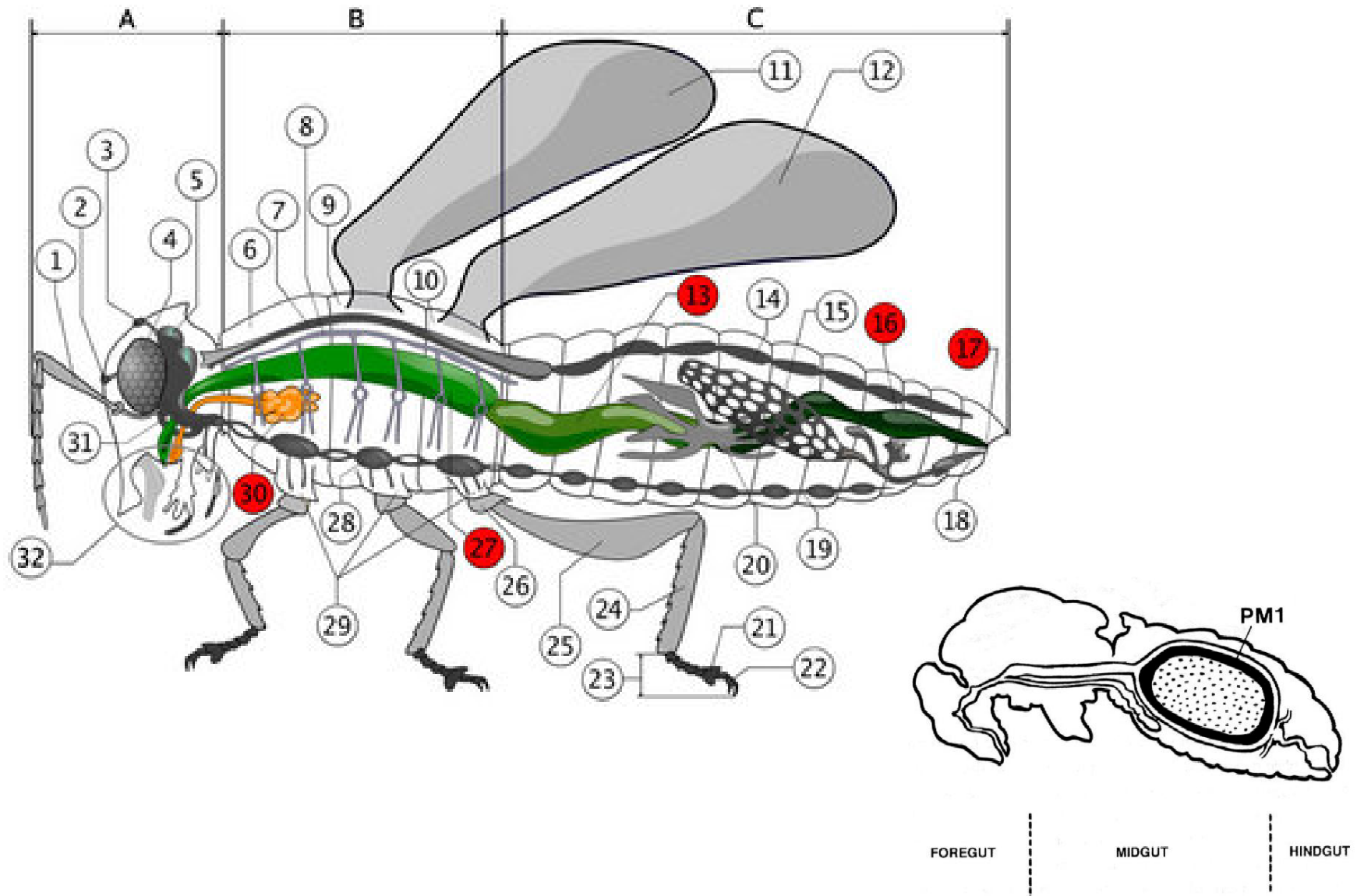
Insetos que passam pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto.

Exemplos:

Ordens Diptera (moscas e mosquitos) e Siphonaptera (pulgas)



Morfologia Interna



Morfologia Interna

Função da Matriz Peritrófica (MP) de insetos:

Compartimentalização do processo digestório;

Evita a abrasão do epitélio durante a passagem do bolo alimentar

Barreira mecânica contra os parasitos

Evasão:

- o parasita se liga e/ou atravessa o intestino em direção a hemolinfa, antes da sua formação
- o parasita se desenvolve primeiro na luz intestinal e atravessa a MP madura para então, atingir o epitélio intestinal
- o parasita se dirige para o epitélio intestinal após a MP se desintegrar

Morfologia Interna

Hemocele: barreira imunológica

- hemócitos: fagocitose;
- peptídeos antimicrobianos
- lectinas humorais
- cascatas enzimáticas: fenoloxidase e coagulação
- proteases humorais

Glândulas salivares:

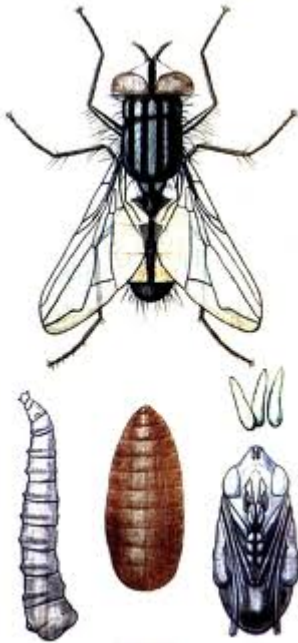
produção de substâncias imunomodulatórias e anticoagulantes (entre outros)

<i>Lutzomyia, Flebotomus</i>	
anti-agregação plaquetária	apirase
vasodilatador	maxadilan
inibidor ativação macrófago	maxadilan (não comprovado)
<i>Anopheles, Culex, Aedes</i>	
hemaglutinina	
anticoagulante	anti Fator Xa, antitrombina
Fator anti TNF	
anti-agregação plaquetária	apirase
desconhecido	D7 (proteína específica de fêmeas)
<i>Triatomíneos (Triatoma)</i>	
anti-agregação plaquetária	apirase
anticoagulante	anti Fator 8, antitrombina
<i>Glossina</i>	
anti-agregação plaquetária	apirase
anticoagulante	antitrombina
<i>Borrachudos (Simulium)</i>	
anticoagulante	antitrombina, anti Fator Xa

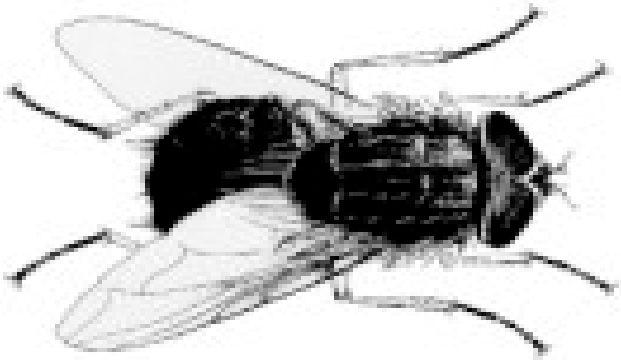
Vetores Mecânicos

(Bactérias, Fungos, Virus, Protozoários – cistos, Helmintos - ovos)

Moscas (**Diptera**) sinantrópicas das famílias Sarcophagidae, Muscidae e Calliphoridae



Família Muscidae



- *Musca domestica*: vários microorganismos



- *Stomoxys calcitrans*: *Trypanosoma evansi* (agente da “surra”), *T. equinum* (agente do “mal das cadeiras”), *T. brucei* e *T. vivax* (agente da nagana)

Família Cuterebridae

Dermatobia hominis: mosca berneira

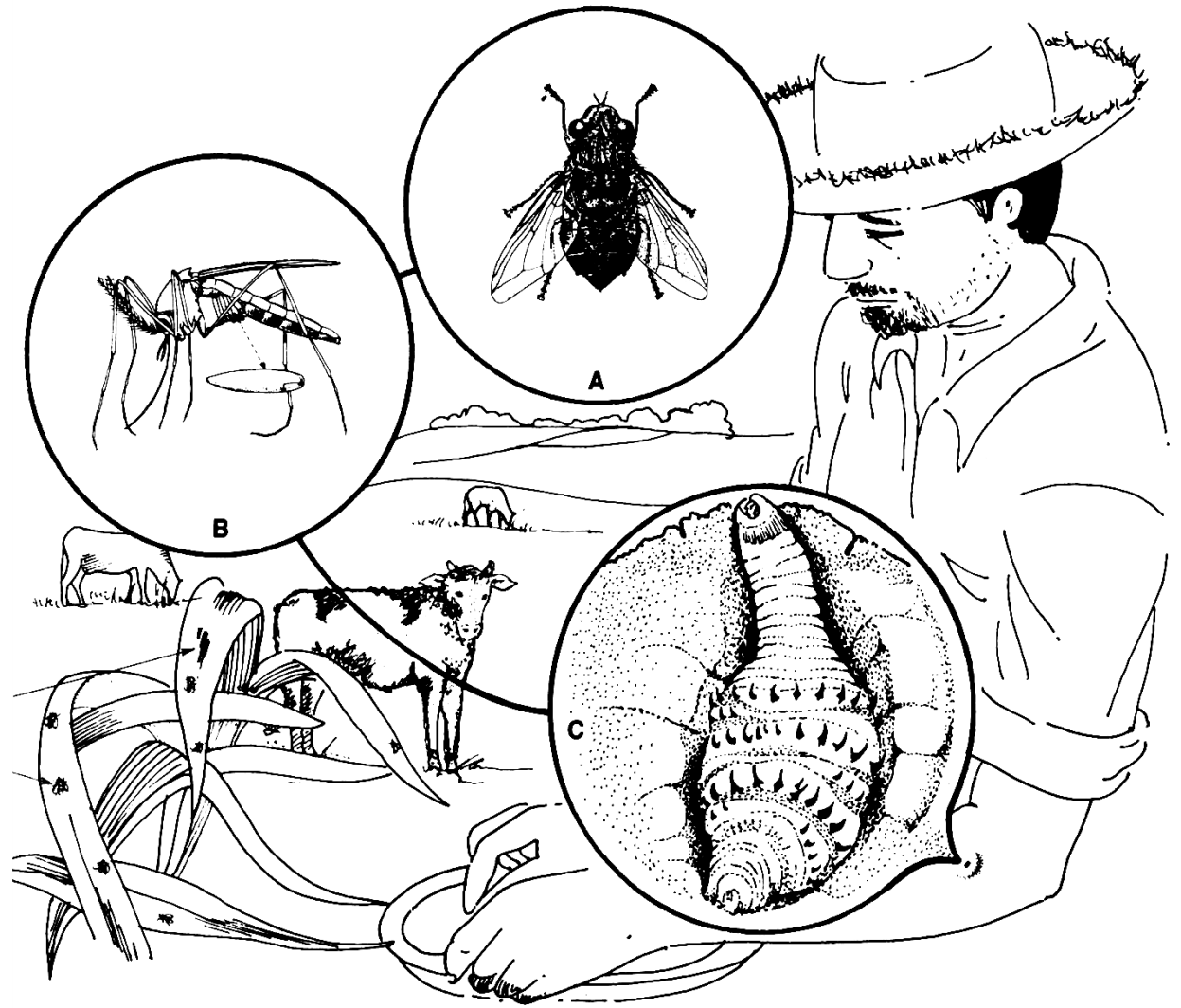
Doença: miíase



Moscas adultas depositam ovos sobre a cutícula de insetos hematófagos;

Durante a alimentação desses insetos, as larvas das moscas invadem os tecidos do vertebrado;

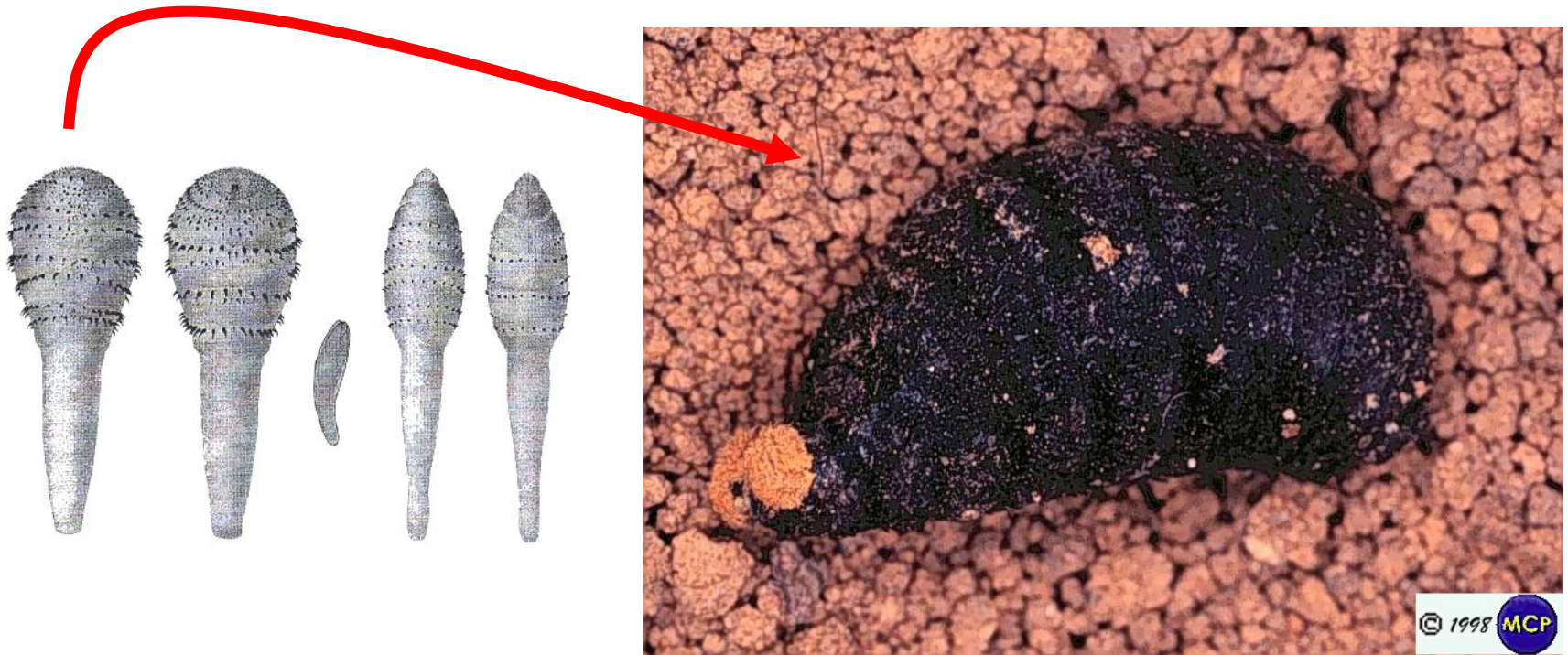
as larvas alimentam-se de tecidos ou líquidos corpóreos de vertebrados vivos (biontófagos)



- O local de infecção fica suscetível a entrada de microrganismos oportunistas
- A infecção normalmente é benigna (inflamação localizada)



Após abandono do hospedeiro (cerca de 40 dias) → pupa no solo



Emergência da mosca adulta após 4-11 semanas que vive poucos dias, copula e realiza postura (5-12 dias)

Família Calliphoridae

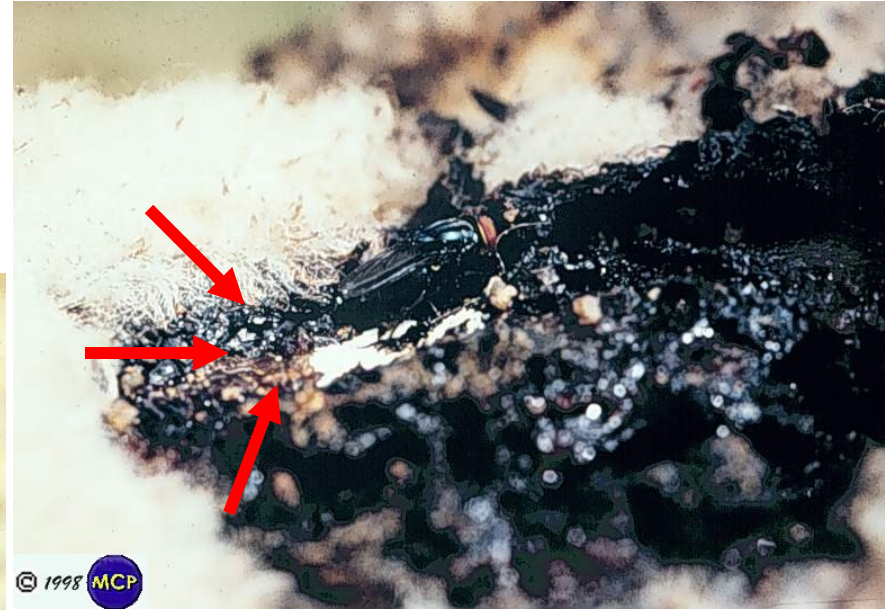
Moscas varejeiras

Cochliomyia hominivorax (larva **biontófaga**) - oviposição somente em **seres vivos**

Cochliomyia macellaria (**necrobiontófaga**) – oviposição em **tecidos necrosados** (Medicina Legal junto com integrantes da Família Sarcophagidae)

Doença: miíase

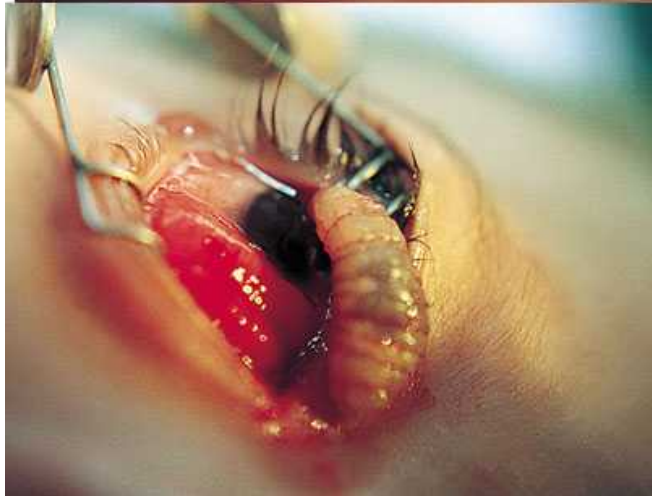
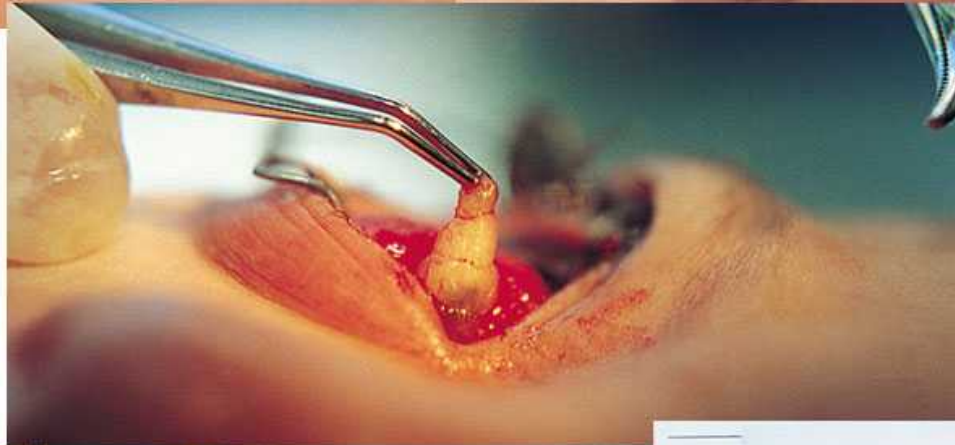




Miíases

Patogenia:

- Larvas secretam enzimas proteolíticas
- Ferimento aumenta de tamanho
- Decomposição de material no ferimento



Tratamento:

- Limpar ferimento (com anestesia local)
- Remoção individual das larvas
- Aplicação de um antibiótico de largo espectro

Controle:

- Limpeza do ambiente
- Tratamento dos animais: castração/descorna do gado no inverno
- Tratamento do gado com Ivermectina/Doramectina para diminuir a densidade populacional das moscas

Baratas (**Blattaria** ou **Blattodea**) estão envolvidas epidemiologicamente com toxoplasmose, giardíase, amebíases intestinais e sarcocistose,



Besouros (Coleoptera)



Vetores Biológicos

Table 1 | **Major vector-borne diseases of humans, and associated aetiological agents and arthropod vectors**

Disease	Pathogen/parasite	Arthropod disease vector
Protozoan diseases		
Malaria	<i>Plasmodium falciparum</i> , <i>Plasmodium vivax</i> , <i>Plasmodium ovale</i> , <i>Plasmodium malariae</i>	<i>Anopheles</i> spp. mosquitoes
Leishmaniasis	<i>Leishmania</i> spp.	<i>Lutzomyia</i> and <i>Phlebotomus</i> spp. sandflies
Trypanosomiasis	<i>Trypanosoma brucei gambiense</i> , <i>Trypanosoma brucei rhodesiense</i>	<i>Glossina</i> spp. (tsetse fly)
Chagas disease	<i>Trypanosoma cruzi</i>	<i>Triatomine</i> spp.
Viral diseases		
Dengue haemorrhagic fever	DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4 flaviviruses	<i>Aedes aegypti</i> mosquito
Yellow fever	Yellow fever flavivirus	<i>Aedes aegypti</i> mosquito
Encephalitis*	Flavi-, alpha- and bunyaviruses	Various mosquito and ixodid tick species
Filarial nematodes		
Lymphatic filariasis	<i>Brugia malayi</i> , <i>Brugia timori</i> , <i>Wuchereria bancrofti</i>	<i>Anopheles</i> , <i>Culex</i> , <i>Aedes</i> and <i>Ochlerotatus</i> mosquitoes
Onchocerciasis	<i>Onchocerca volvulus</i>	<i>Simulium</i> spp. blackflies

*Including Japanese encephalitis, West Nile encephalitis, St Louis encephalitis, La Crosse encephalitis and tick-borne encephalitis.

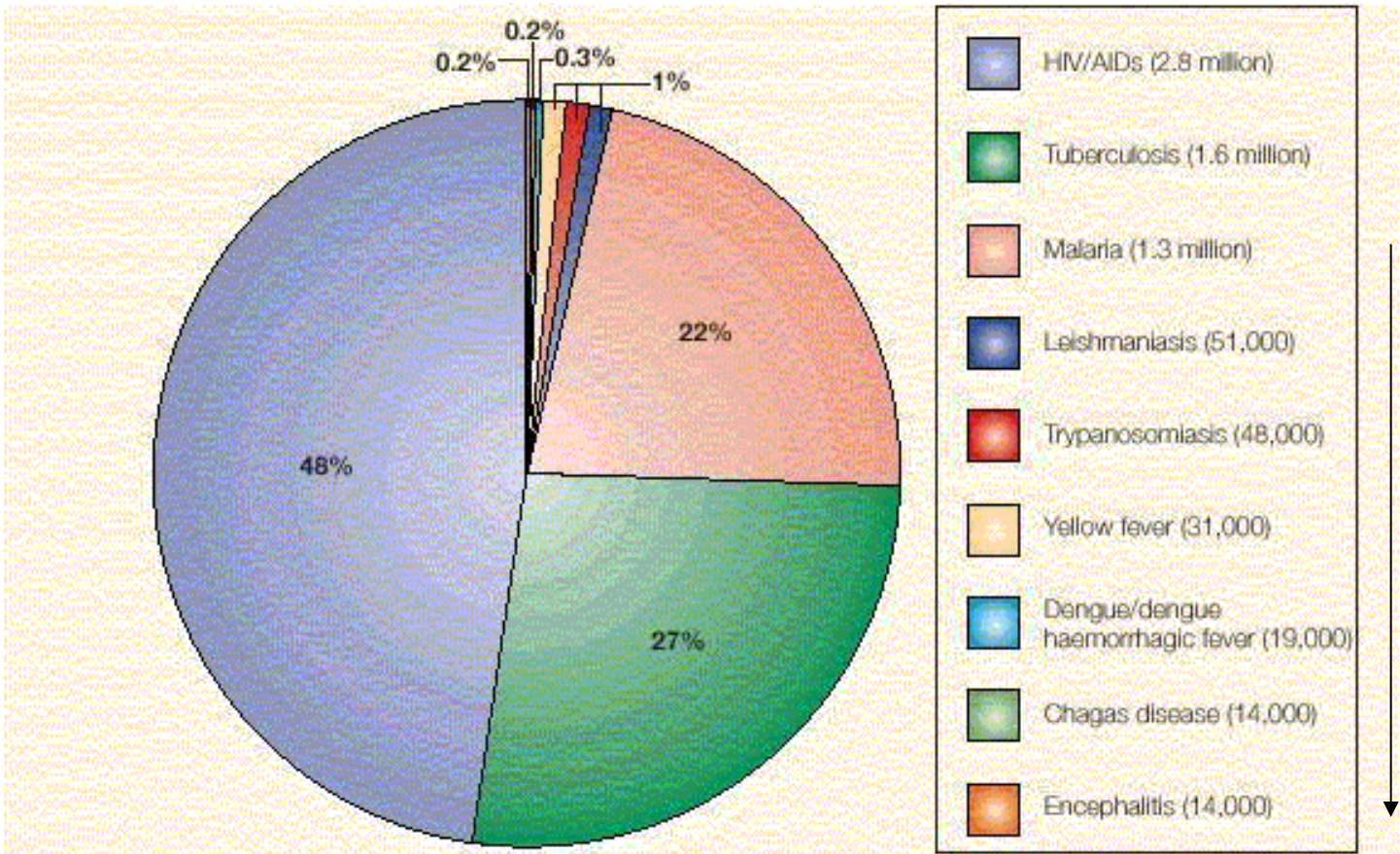
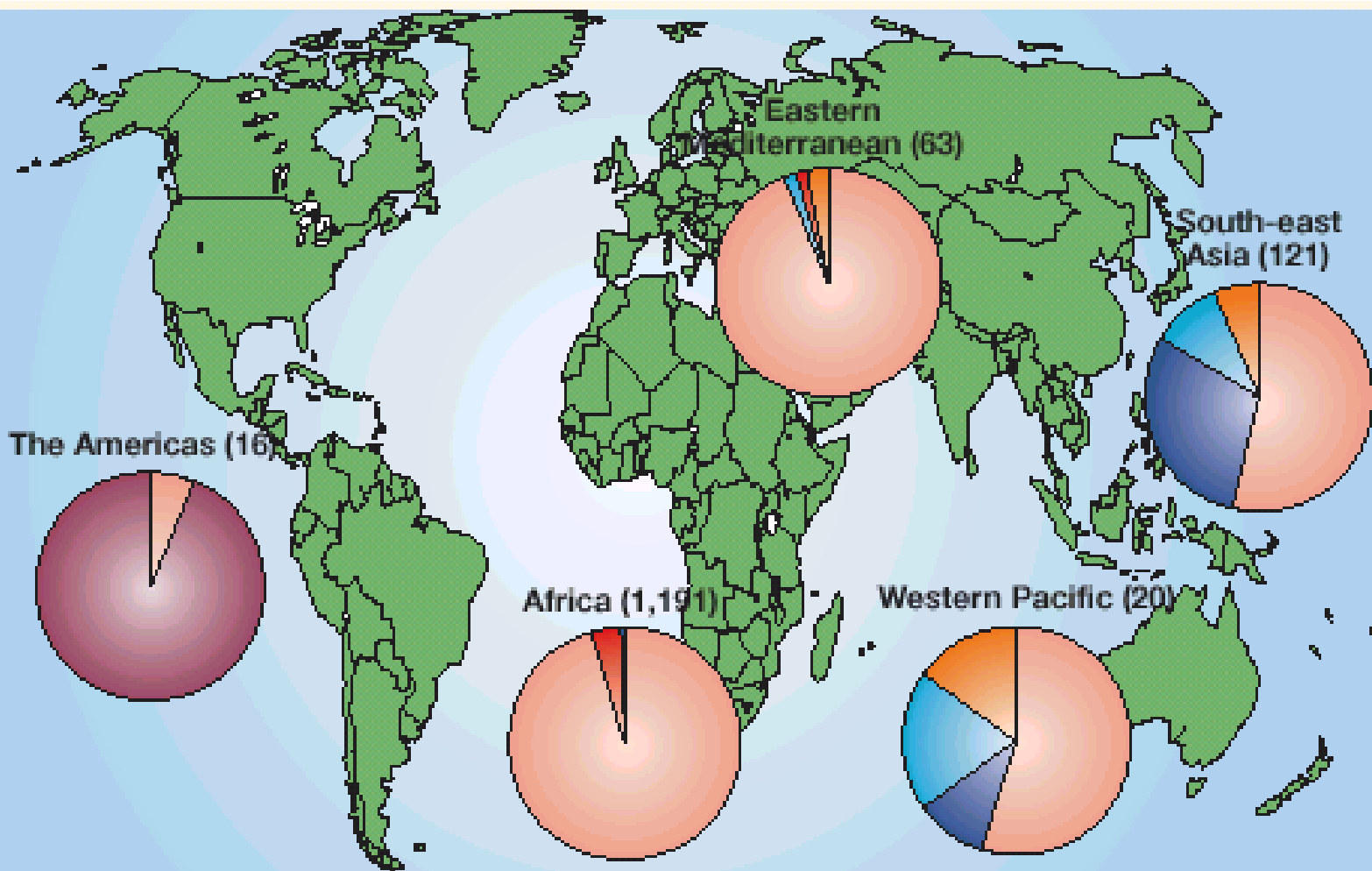
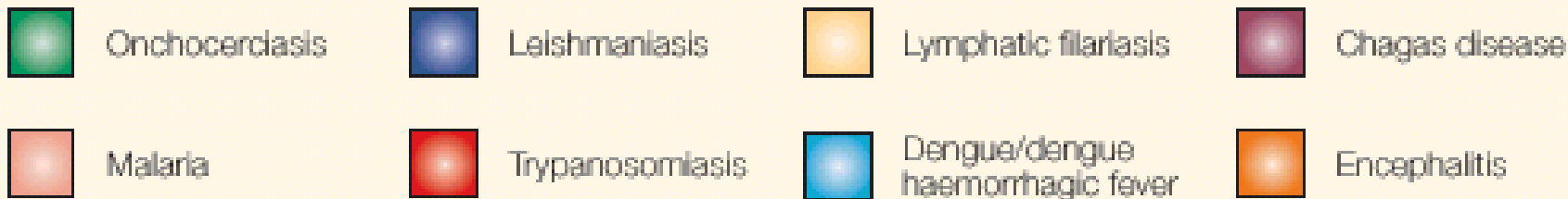


Figure 1 | **Global estimates of human mortality caused by vector-borne diseases.** The total numbers of human deaths that are attributed to specific vector-borne diseases are shown and can be compared with the numbers of human deaths caused by two non-vector-borne diseases — HIV/AIDS and tuberculosis, which are the two leading pathogen-specific causes of human death worldwide. The percentages of human deaths attributed to specific diseases as a percentage of the total number of deaths attributed to all vector-borne diseases are shown in the pie chart. Mortality estimates are based on data collected from 112

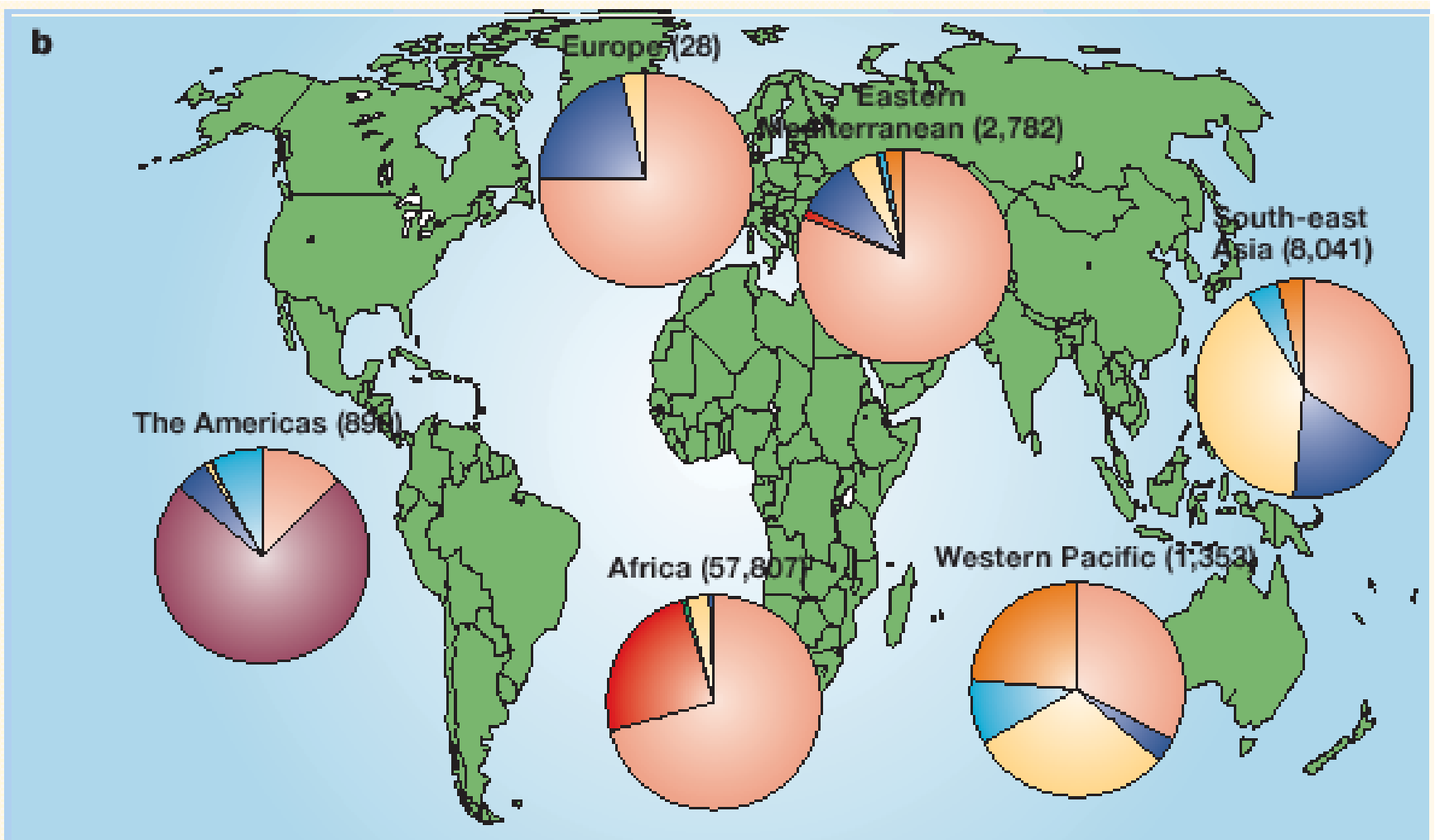
a



NATURE REVIEWS | MICROBIOLOGY VOLUME 3 | MARCH 2005 | 262



Mortality in thousands



Morbidity in thousands

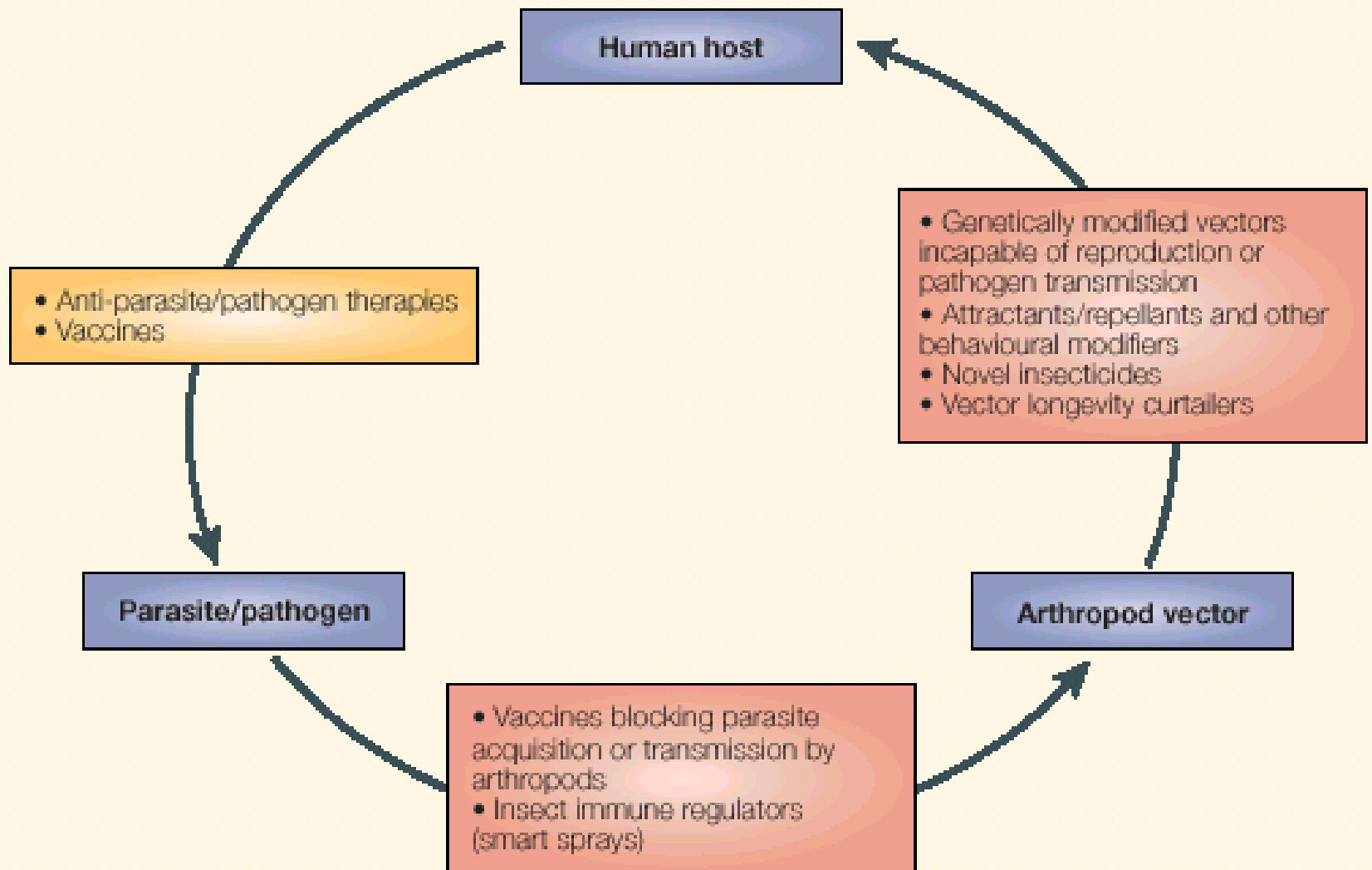


Figure 3 | Potential new targets for development of novel vector- and disease-control strategies using vector genomics resources. Schematic showing the typical transmission cycle of a vector-borne parasite or pathogen between a human host and an arthropod vector, and potential steps for intervention. Examples of novel control strategies developed based on arthropod genome resources (red shaded text boxes) and the parasite or human host genome resources (yellow text box) are shown.

Família Culicidae

Mosquitos (pernilongos);

Duas subfamílias de grande importância médica:

Anophelinae

Culicinae



Anopheles darlingi



Culex quinquefasciatus



Aedes aegypti e *Aedes albopictus*

Anofelinos (Subfamília *Anophelinae*)

desenvolvimento em diferentes tipos de reservatórios de água - salobra, doce

adulto: hábitos noturnos ou crepusculares

vetores de **malária** (*Plasmodium*)



vetores mais importantes da malária no Brasil: *An. darlingi*, *An. aquasalis* e *An. cruzi*



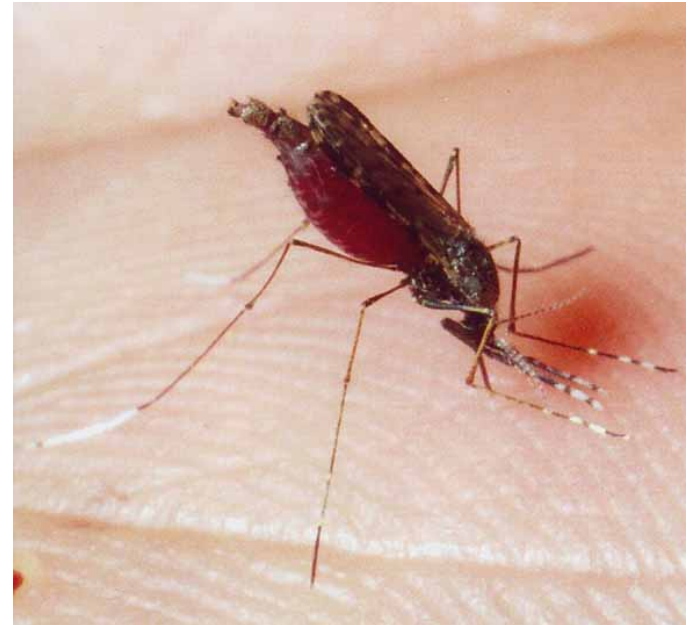
An. darlingi



An. albitarsis



An. gambiae (África)



An. aquasalis

Culicíneos (Subfamília Culicinae)

maior subfamília de mosquitos;
transmissão de importantes
endemias: **filariose linfática, febre
amarela urbana e silvestre,
dengue e outras arboviroses;**
Gêneros: *Culex* e *Aedes*



Culex quinquefasciatus:

mosquito doméstico;

- altamente antropófilo;
- hábitos noturnos;
- transmissor da **filariose linfática**
- desenvolvimento: água limpa ou poluída



Aedes aegypti
Aedes albopictus

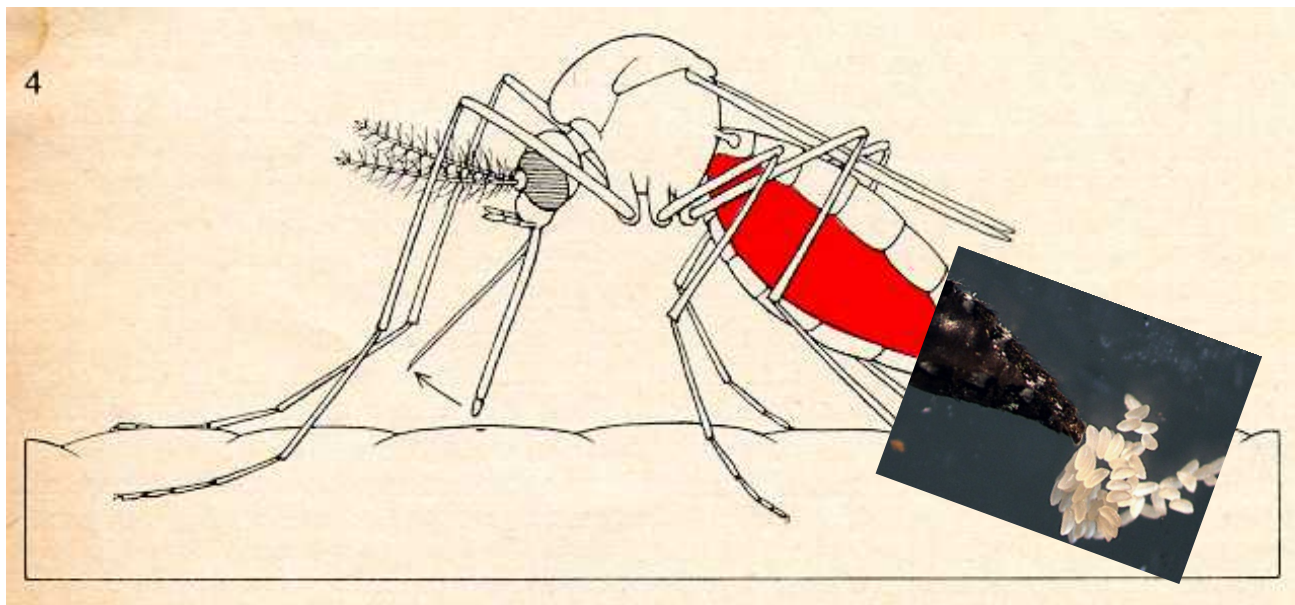
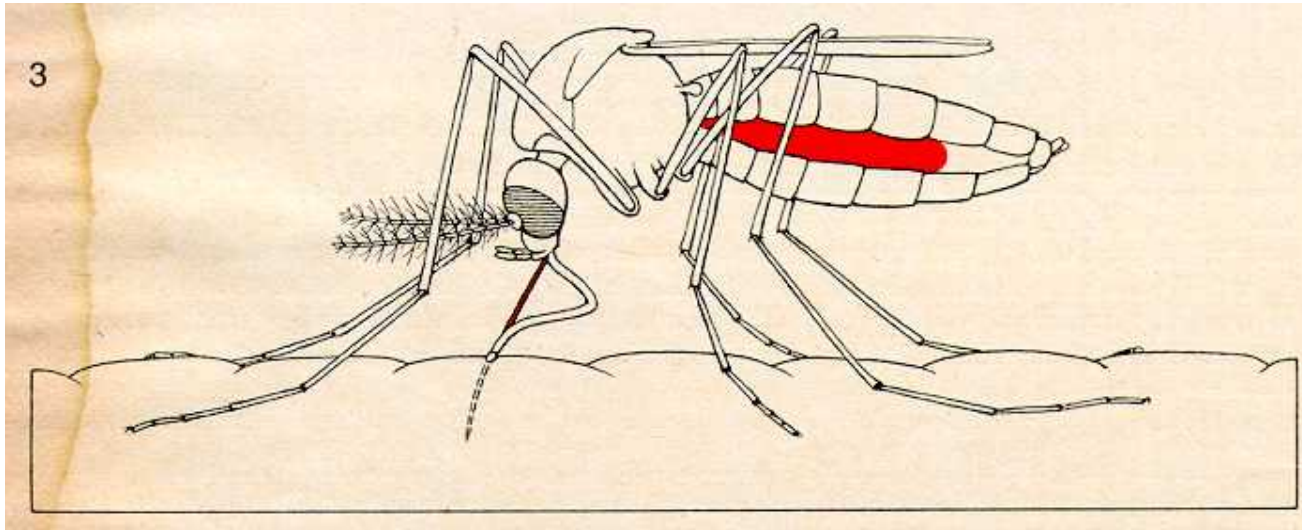


Aedes aegypti:

urbano e doméstico;

- altamente antropófilo;
- hábitos diurnos;
- principal transmissor da febre amarela urbana e do dengue;
- desenvolvimento: água limpa parada

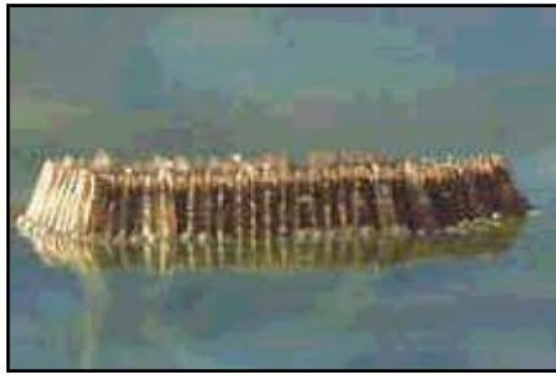
Comportamento de alimentação da fêmea



Pernilongo

X

Mosquito da dengue



Pernilongo (*Culex quinquefasciatus*)
Cosmopolita
Associação com o homem
Hábito noturno

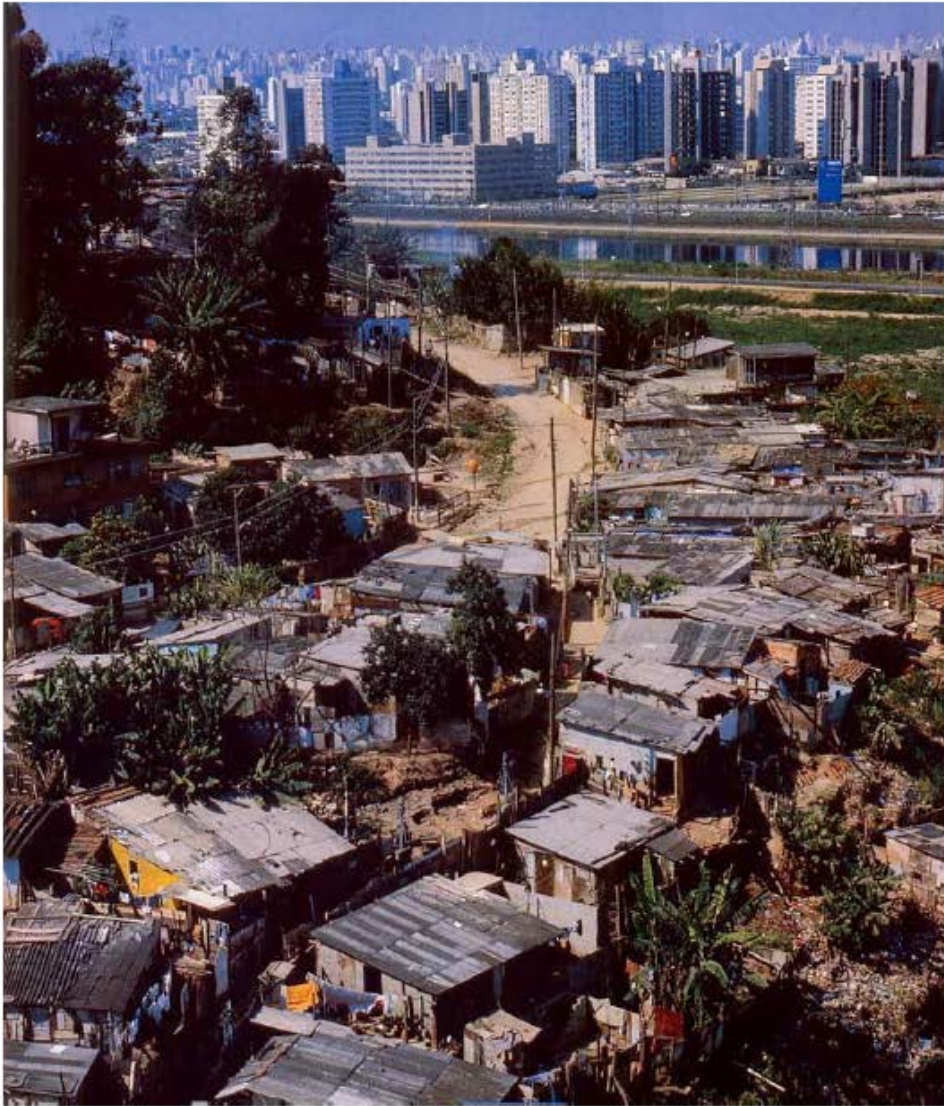


Mosquito da dengue (*Aedes aegypti*)
Cosmopolita
Mosquito exótico
Associação com o homem
Hábito diurno



Quais são os fatores determinantes para a proliferação do mosquito da dengue no país?

Crescimento populacional e urbanização descontrolada



Escassez de água e saneamento deficiente



Grande produção de descartáveis, plásticos e pneumáticos



Grande produção de descartáveis, plásticos e pneumáticos



Adaptação a outros criadouros



Bueiros e galerias pluviais

Tipos de depósitos na área rural



Metodologias de controle de culicídeos

Controle Físico



Consiste em encontrar e eliminar os criadouros dos mosquitos

Controle Biológico



Consiste no uso de **organismos** que afetam as populações de mosquitos

Controle Químico



Realizado com o uso de **inseticidas**

Larvicidas



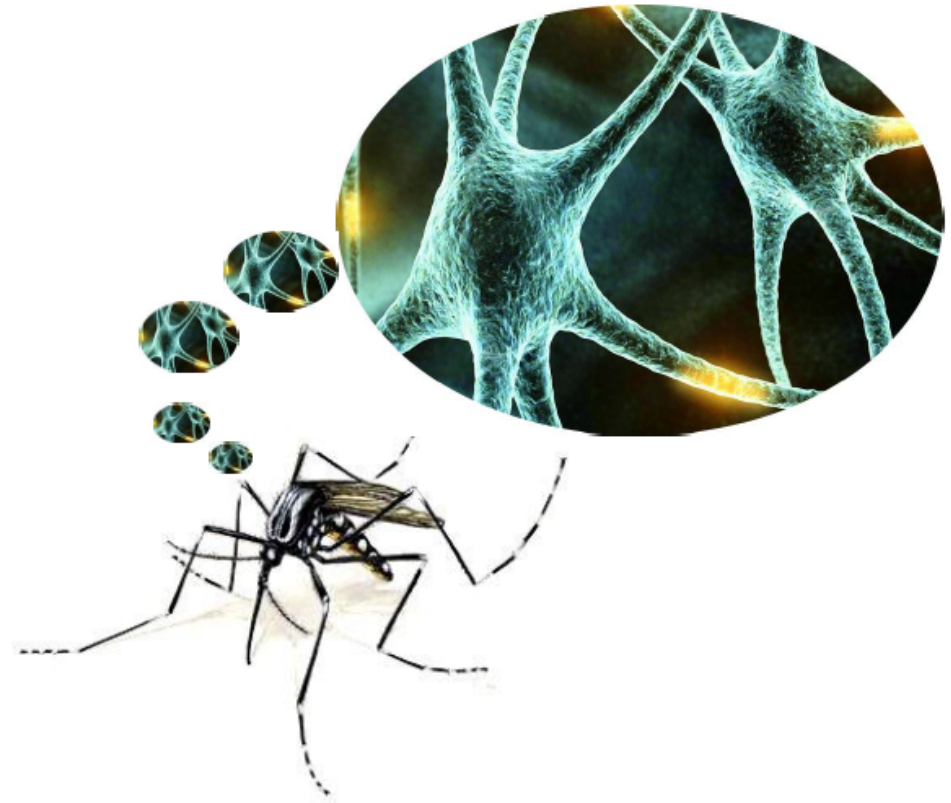
Adulticidas



Tipos de inseticidas químicos

- Existem vários grupos de inseticidas, classificados de acordo com similaridade química e efeitos fisiológicos.

- ✓ Organoclorados (OC)
- ✓ Organofosforados (OP)
- ✓ Carbamatos (CA)
- ✓ Piretróides (PI)



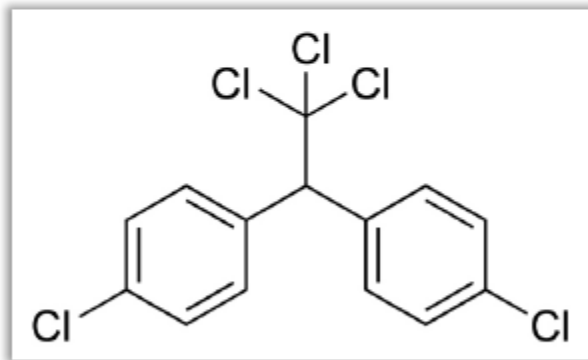
Mecanismo de ação: atuam no Sistema Nervoso Central (SNC) dos insetos!!!

Mecanismos de ação dos inseticidas

Organoclorados

Difenil-alifáticos

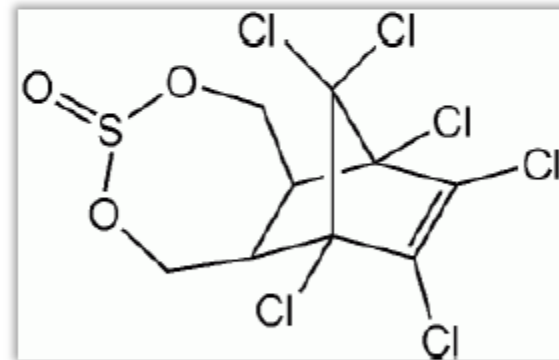
- Inclui o **DDT**, Dicolfol e Metoxicloro.



- Atuam no **canal de sódio**.

Ciclodienos

- Inclui o **Lindano** e Aldrin.

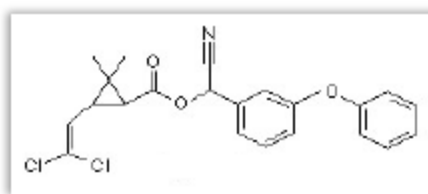


- Atuam nos **canais de cloro**.

Mecanismos de ação dos inseticidas

Piretróides

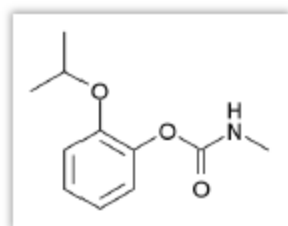
- Têm mecanismo de ação similar ao DDT, mantendo o **canal de sódio** aberto



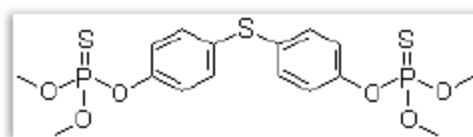
Cipermetrina

Carbamatos e Organofosforados

- Inibidores diretos da enzima **Acetilcolinesterase**



Propoxur



Temefos

Problema!



RESISTÊNCIA

Falhas no controle: atitudes comuns

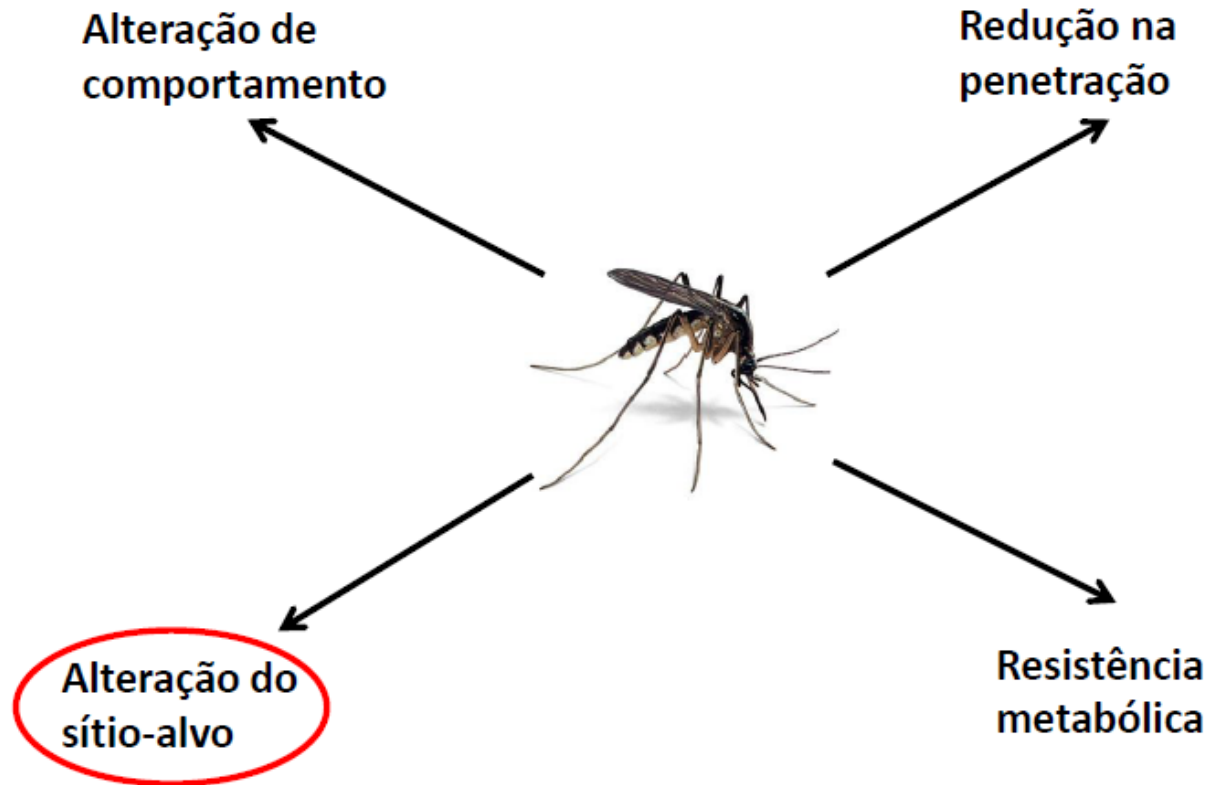
➔ Aplicações mais frequentes dos inseticidas

➔ Uso de dosagens mais altas

➔ Mudança do produto químico

➔ **Comprometimento do programa de controle do vetor**

Mecanismos de Resistência a inseticidas



principais mecanismos de resistência a inseticidas

✓ insensibilidade do sítio-alvo

Acetilcolinesterase (ACE) – organofosfatos

Canal de sódio regulado por voltagem (Na_v) - piretróides

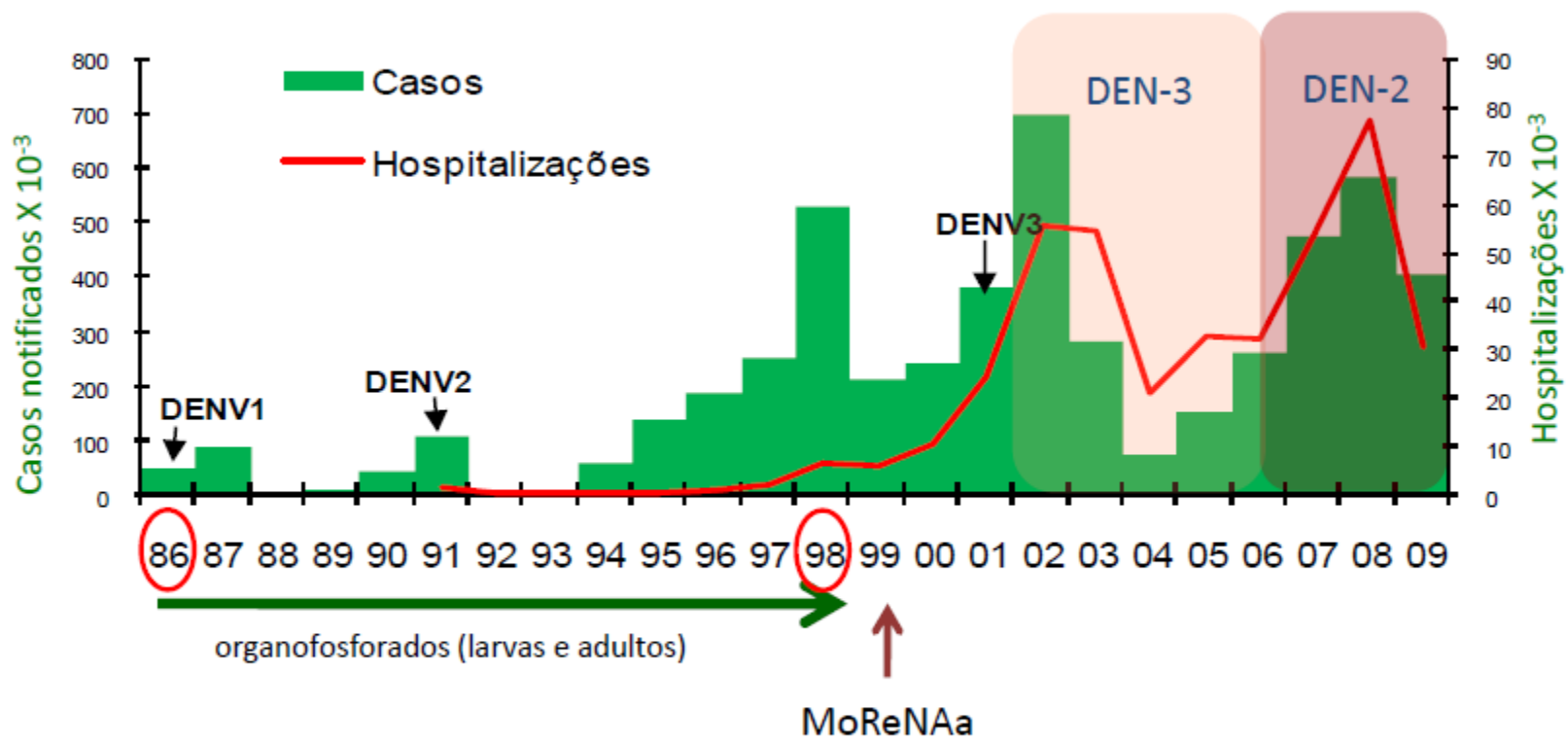
✓ resistência metabólica

Monooxigenases

Esterases

Glutathione-S-transferases (GST)

casos de dengue, Brasil

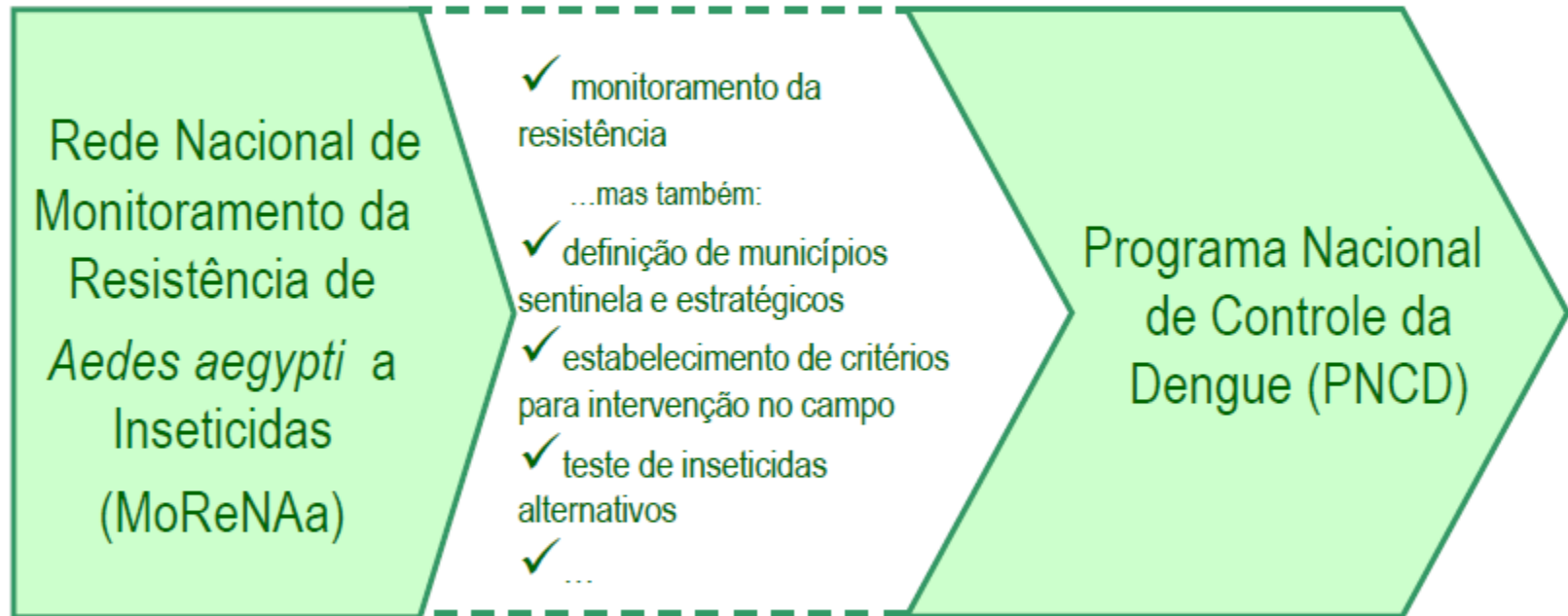


Rede Brasileira de Monitoramento da Resistência de *Aedes aegypti* a Inseticidas

*até maio

Fonte: Ministério da Saúde

PNCD & MoReNAa



Aedes aegypti – monitoramento da resistência a inseticidas



temephos (OP, X larvas)



1999/2000



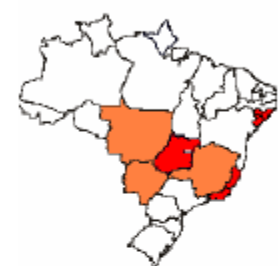
2001



2002/3



2004



2005/6



-  susceptíveis
-  resistentes
-  muito resistentes
-  não avaliados



piretróides (X adultos)



2000, controle:
- adultos: PI (em todo o país)
- larvas: *Bti*, IGR

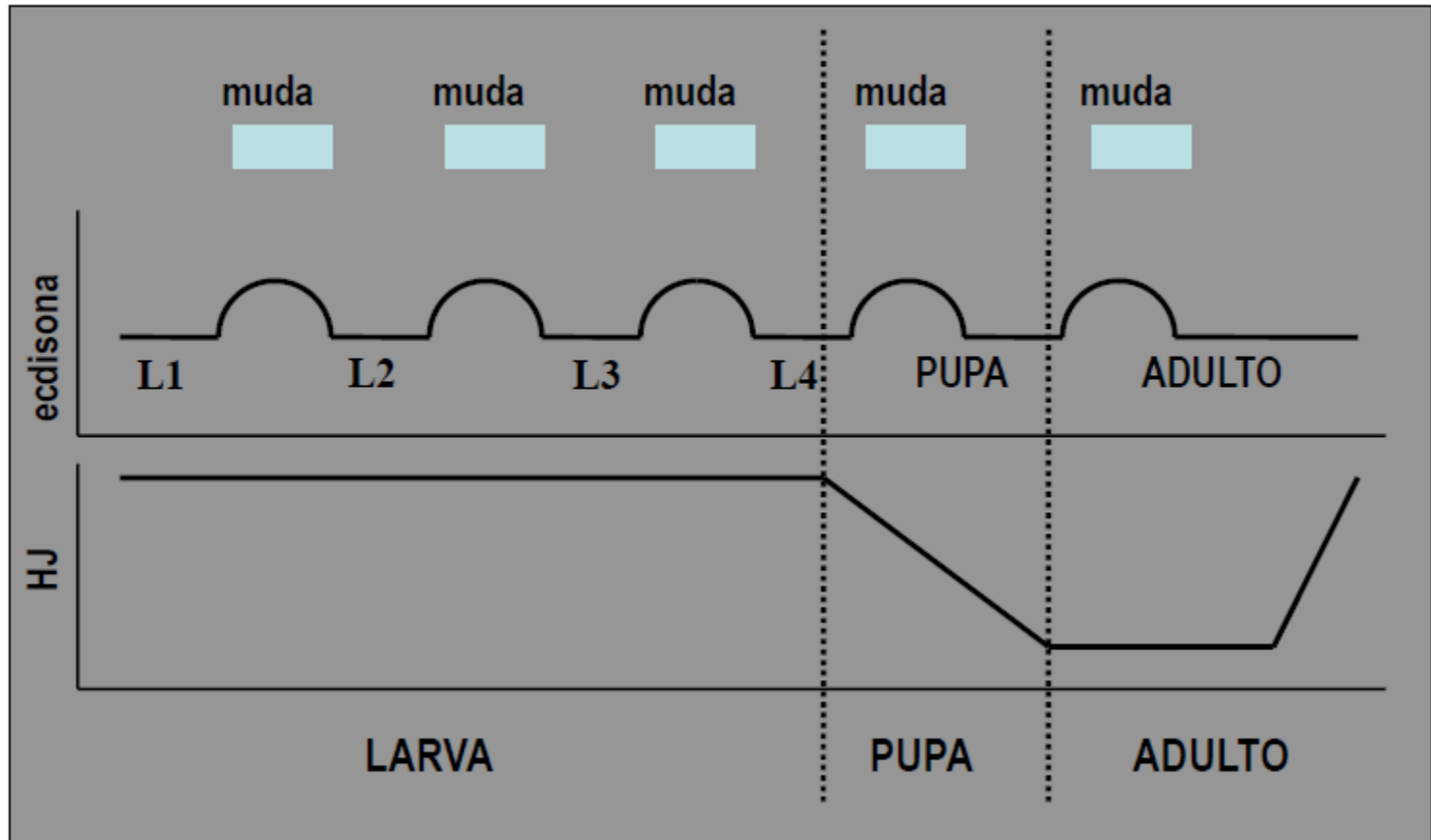
IGR - Dois grandes grupos

```
graph TD; A[IGR - Dois grandes grupos] --> B[Substâncias que interferem no sistema hormonal]; A --> C[Substâncias que interferem na formação da quitina];
```

Substâncias que interferem
no sistema hormonal

Substâncias que interferem
na formação da quitina

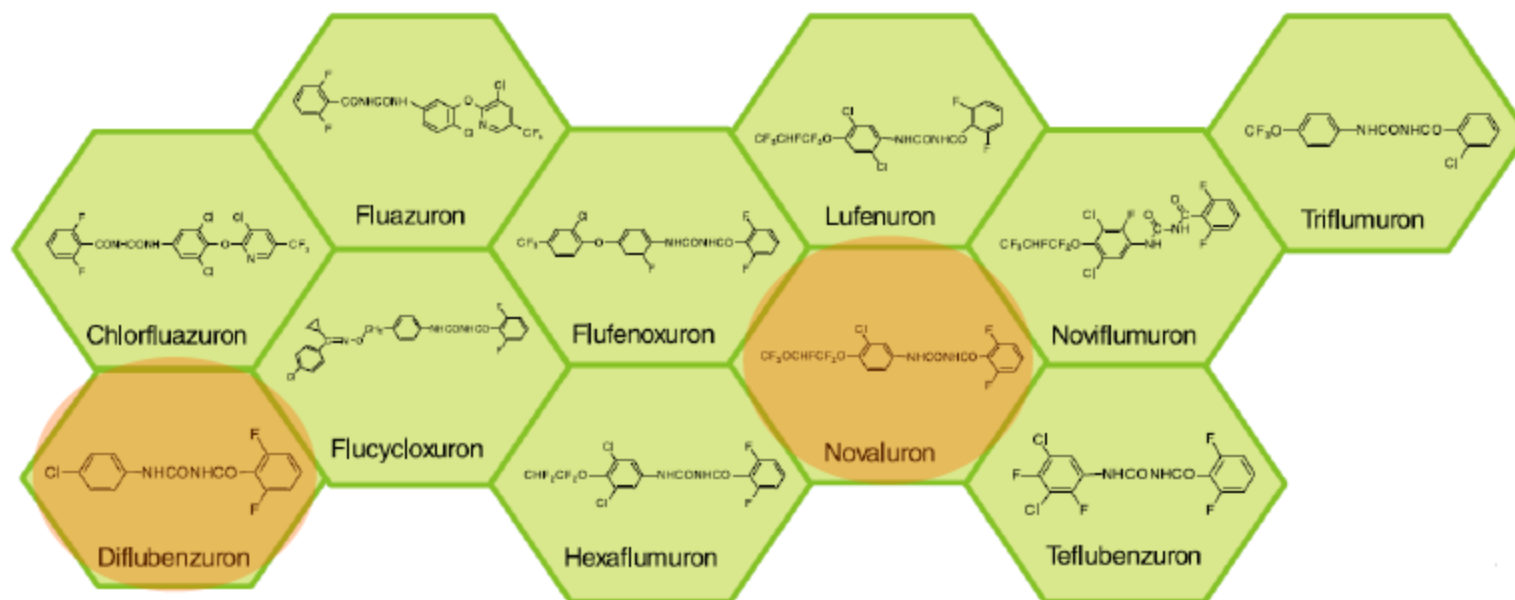
Regulação Hormonal Insetos



Solução??

- Busca de novos compostos com diferentes mecanismos de ação.

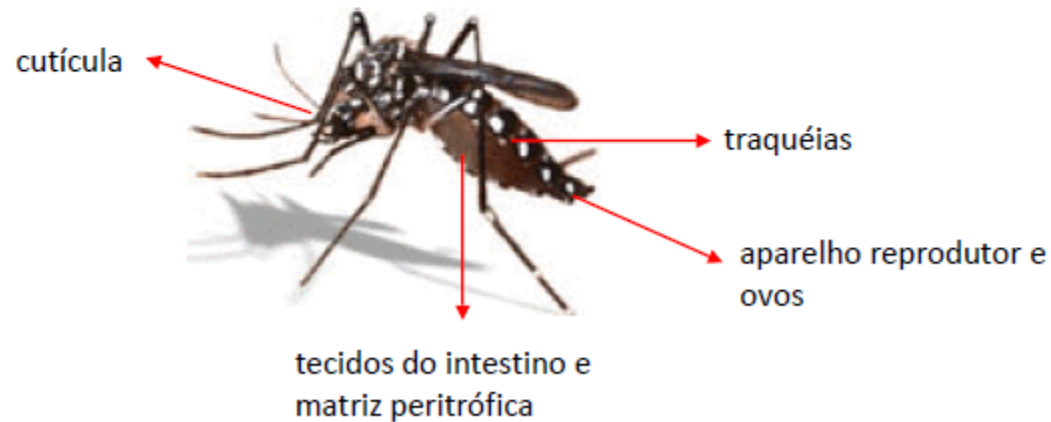
Inibidores da Síntese de Quitina (ISQ)



Quitina

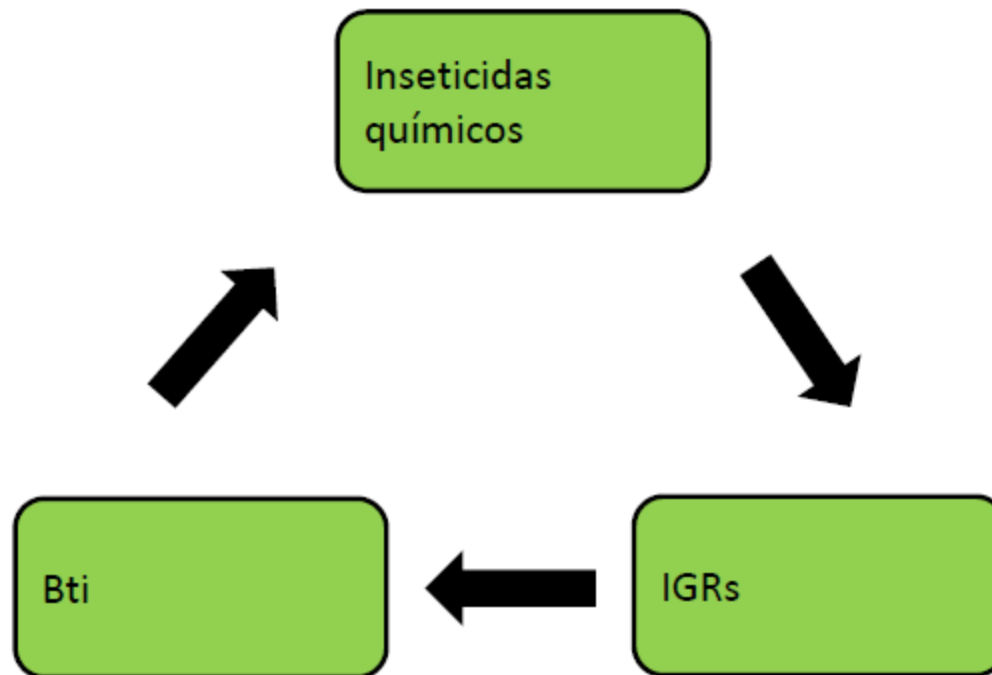
- Segundo polímero biológico mais abundante.
- Presente em vários invertebrados e fungos.

Nos insetos:



Solução??

- Rodízio de compostos com diferentes mecanismos de ação.



Solução??

- Controle integrado de vetores.

Controle
Físico

Controle
Biológico

Controle
Químico

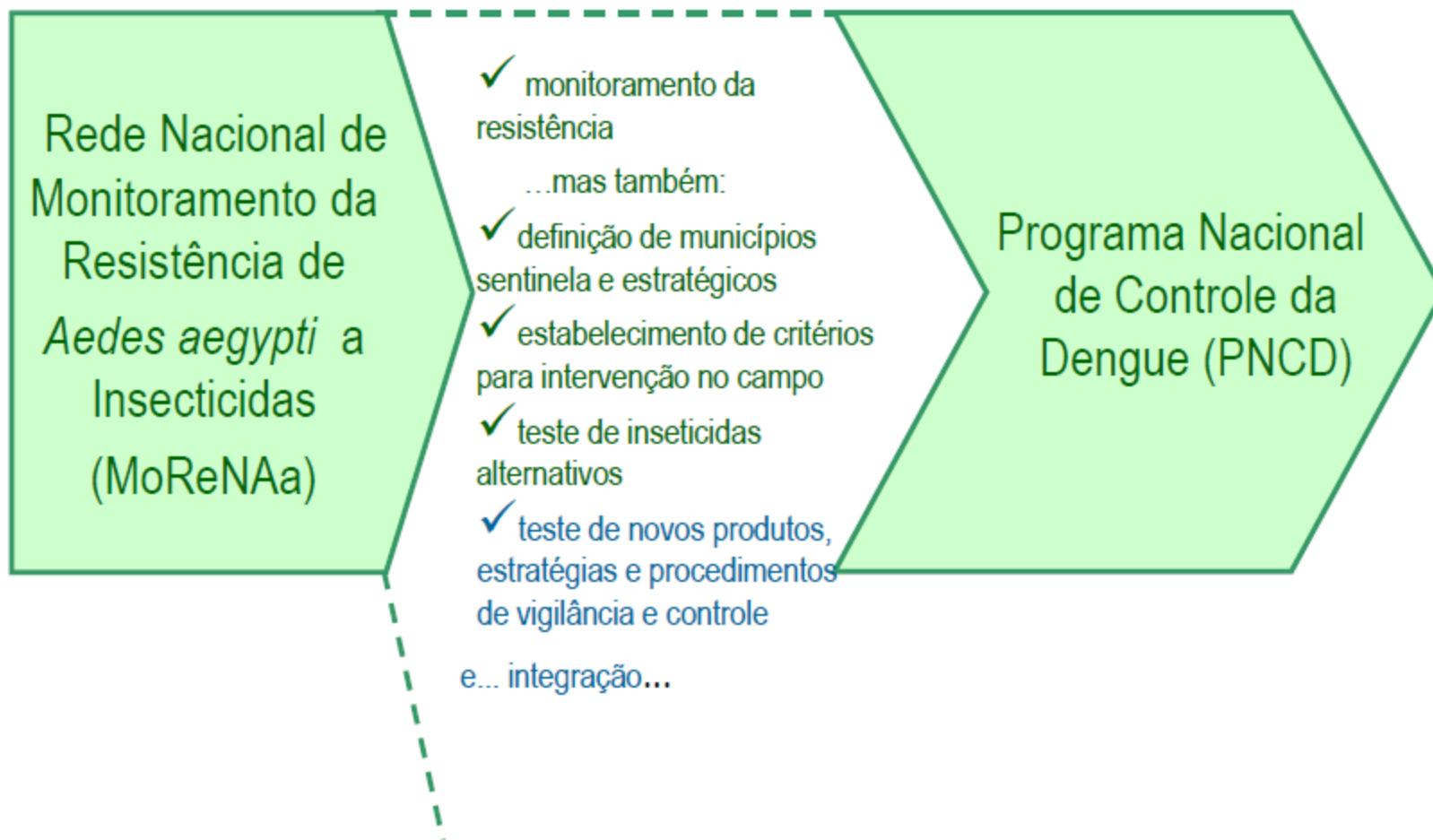


Falta articulação entre áreas, diz coordenador

Além do histórico de ineficiência da estrutura urbana e da dificuldade para combater quatro tipos de vírus, com intensidade e ciclos de vida distintos, o ministério diz que a desarticulação entre setores dos governos e a falta de capacitação dos agentes agravam a situação.

— Muitas vezes, a saúde fica sozinha na história, como se o problema fosse só dela. Pesquisas apontam que a população conhece as medidas de prevenção, mas isso não se transforma em mudança de comportamento — diz Giovanini Coelho.

PNCD & MoReNAa, perspectivas



Duas novas alternativas para o combate do mosquito da Dengue surgiram recentemente no Brasil....

Mosquitos geneticamente modificados (MGM) para o projeto piloto PAT – Projeto Aedes transgênico. Os machos transgênicos produzidos são liberados no campo com o intuito de promover supressão de população e reduzir os casos de doença na área.

Laboratório de campo em Juazeiro, Bahia

Profa Margareth Capurro, USP



A nova estratégia consiste em infectar *Aedes* com a bactéria *Wolbachia*. Esta fortaleceria o sistema imunológico do mosquito, por um lado, e diminuiria a longevidade do inseto, por outro. Assim, o mosquito *Aedes aegypti* não seria infectado pelo vírus da dengue e, mesmo se fosse, o inseto viveria por pouco tempo, reduzindo o risco de transmissão da doença para o homem;

FIOCRUZ – MG

Dr Luciano Moreira



<http://www.fiocruz.br/rededengue/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home>



O mundo macro e micro do mosquito *Aedes aegypti*

