

# Artrópodes ectoparasitas

agentes etiológicos ou  
vetores de doenças



# **Objetivos: introdução aos artrópodes, em especial aos de importância médica**

- 1. Posição sistemática**
- 2. Características gerais**
- 3. A hematofagia como ponto chave da interação entre artrópodes e patógenos**
- 4. Principais insetos e aracnídeos causadores de doenças**
- 5. Controle de insetos e carrapatos**
- 6. Atividade**

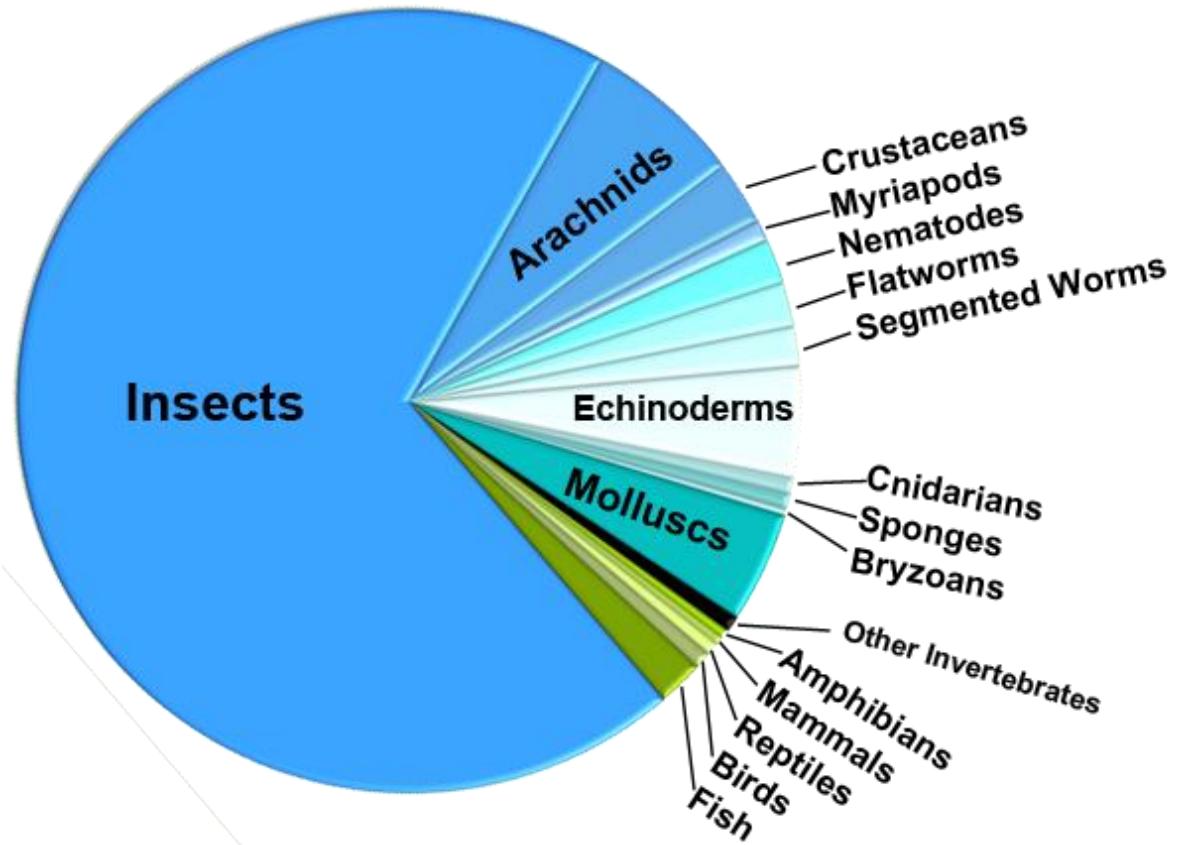
# **1. Posição sistemática**

# Artrópodes

Reino Animalia

Sub-reino Metazoa

**Filo Arthropoda**



Fonte: University of Illinois

# Artrópodes: benefícios x malefícios para outras espécies

## Efeitos benéficos:

- Polinização e proteção de plantas
- Nutrição do homem e de outros animais



▪Fonte: Agência FAPESP

# Artrópodes: benefícios x malefícios para outras espécies

Fonte: Jornal da USP



Fonte: Agência FAPESP

## Efeitos maléficos:

- Pragas agrícolas
- Envenenamento do homem e de outros animais
- Ectoparasitas

# Reino Animalia

## Sub-reino Metazoa

### Filo Arthropoda

#### Classe Insecta

Ordem Hemiptera



Ordem Diptera



Ordem Anoplura



Ordem Siphonaptera



Reino Animalia

Sub-reino Metazoa

**Filo Arthropoda**

**Subfilo Chelicerata**

**Classe Arachnida**

**Subclasse Acarina**  
carrapatos, ácaros

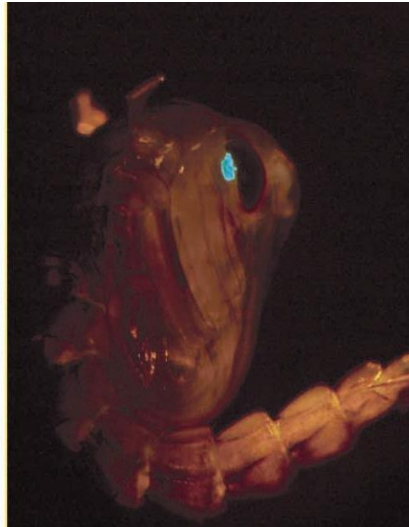




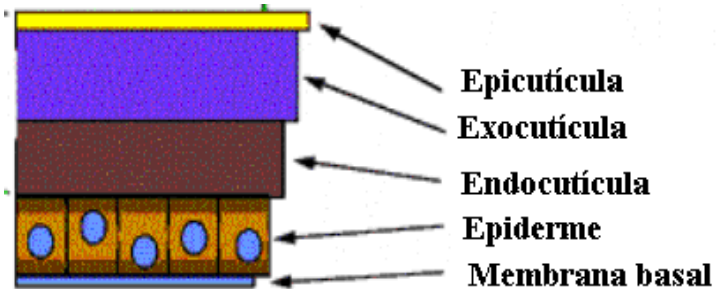
## **2. Características gerais**

# Características gerais dos artrópodes

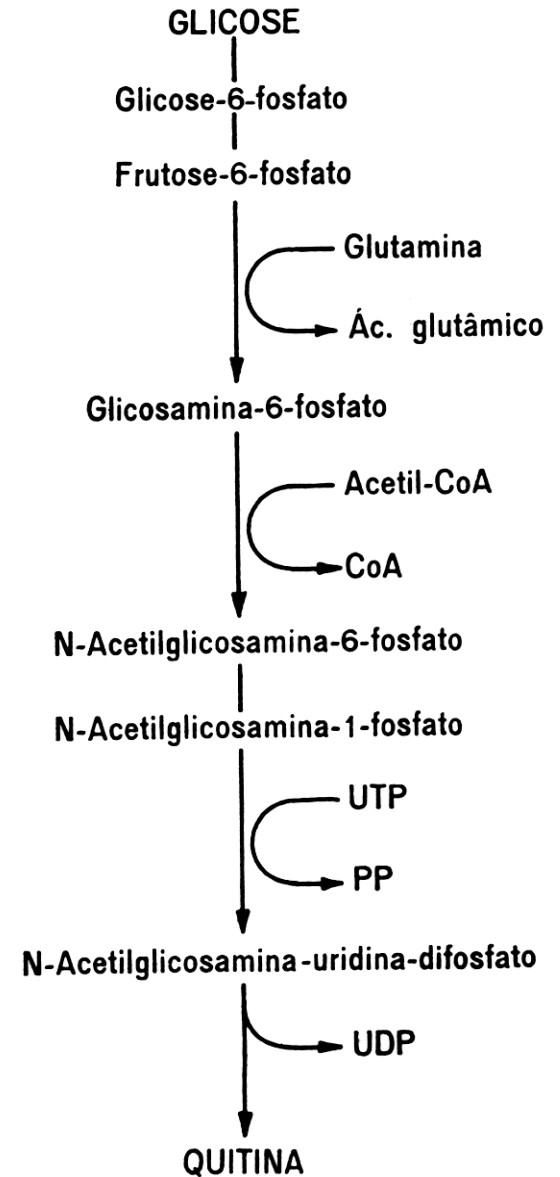
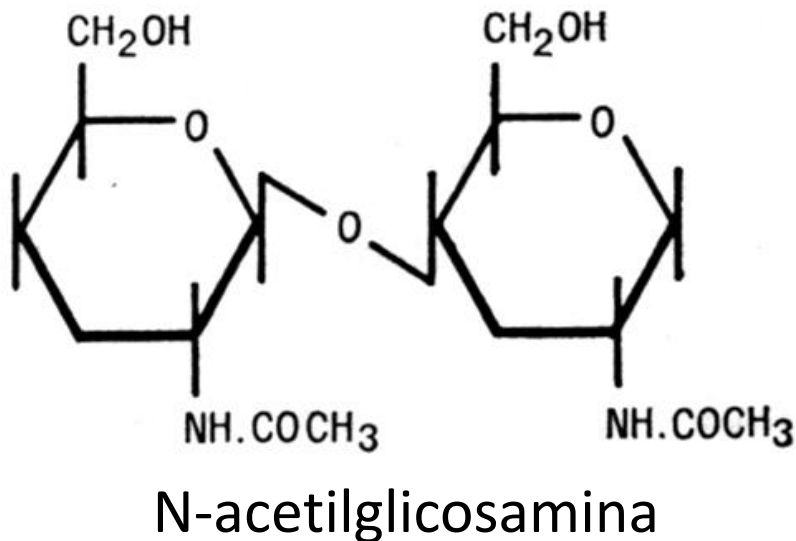
Corpo segmentado, apêndices articulados e exoesqueleto quitinoso



# Estrutura e composição da cutícula



- **Epicutícula:** proteínas e cera
- **Exo e endocutícula:** **quitina**, proteínas, pigmentos, sais minerais



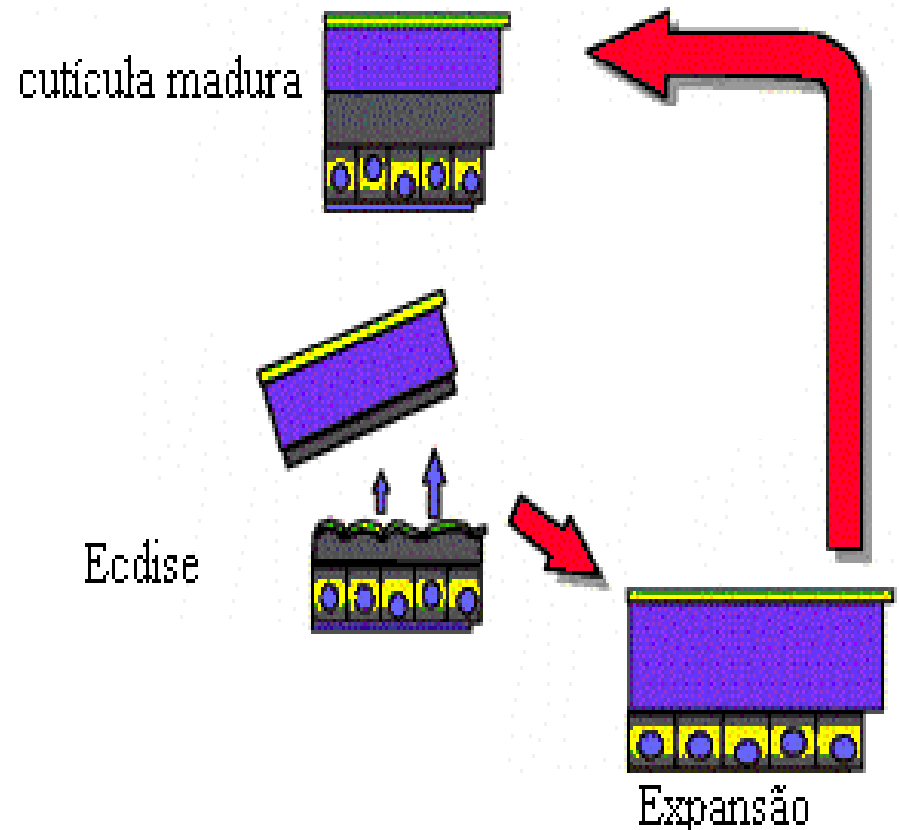
# Rigidez da cutícula x Crescimento

Reduz perda de água  
e dá sustentação



Rigidez

Processo de troca da  
cutícula - ecdise (ou  
muda)

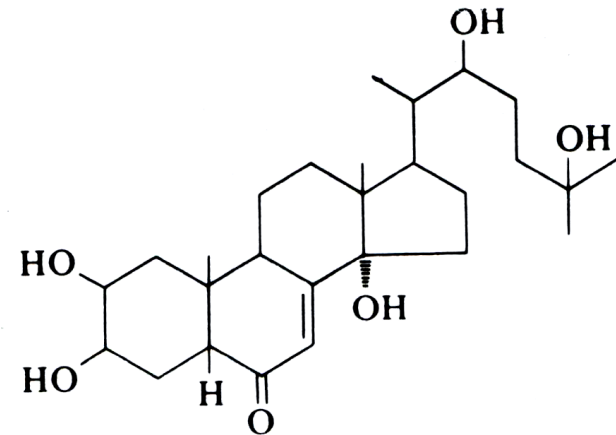


# Ecdise

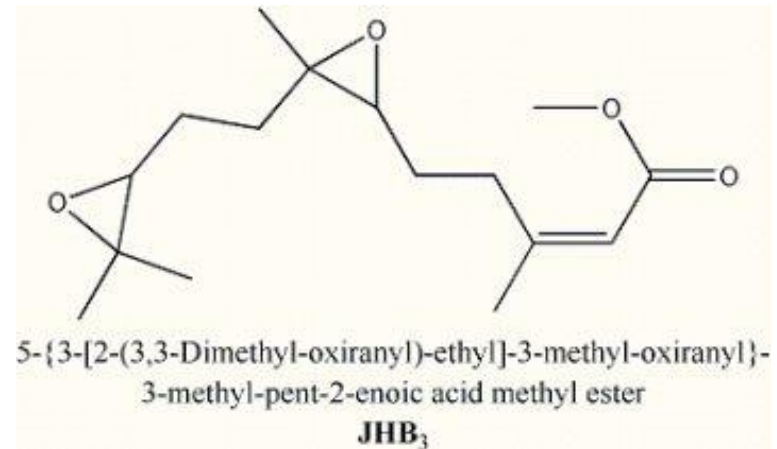
- Controle hormonal



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



Ecdisona

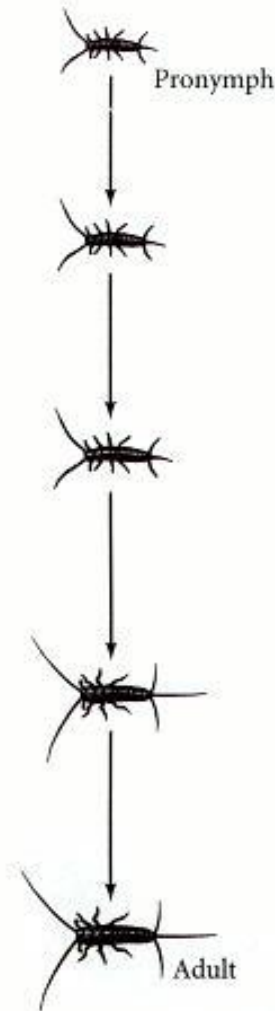


# Insetos

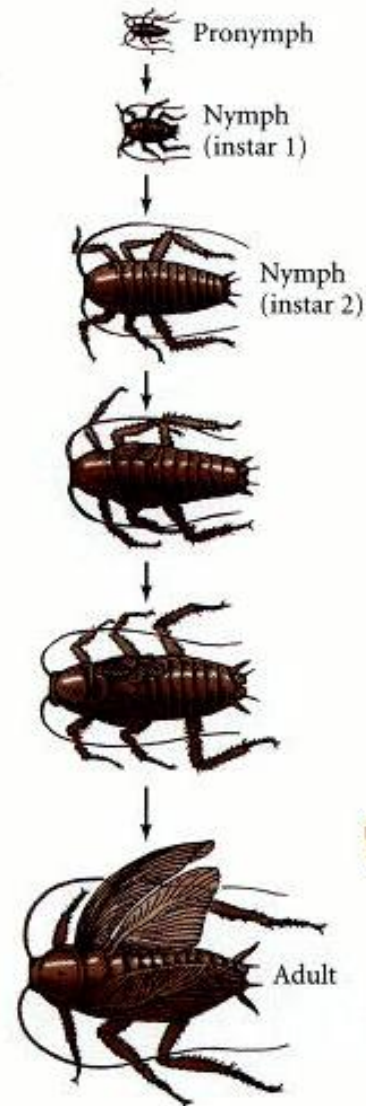
Tipos de desenvolvimento:

1. Ametabolia
2. Hemimetabolia
3. Holometabolia

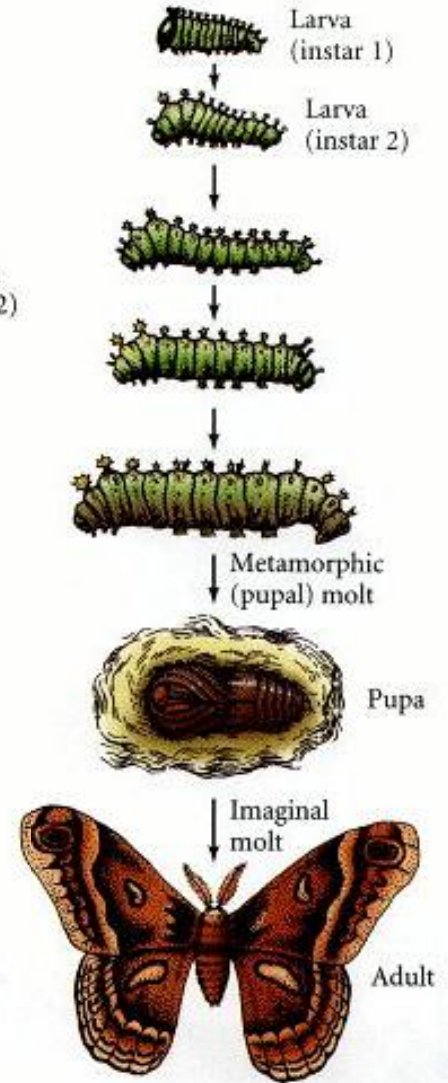
(A) AMETABOLOUS DEVELOPMENT



(B) HEMIMETABOLOUS DEVELOPMENT

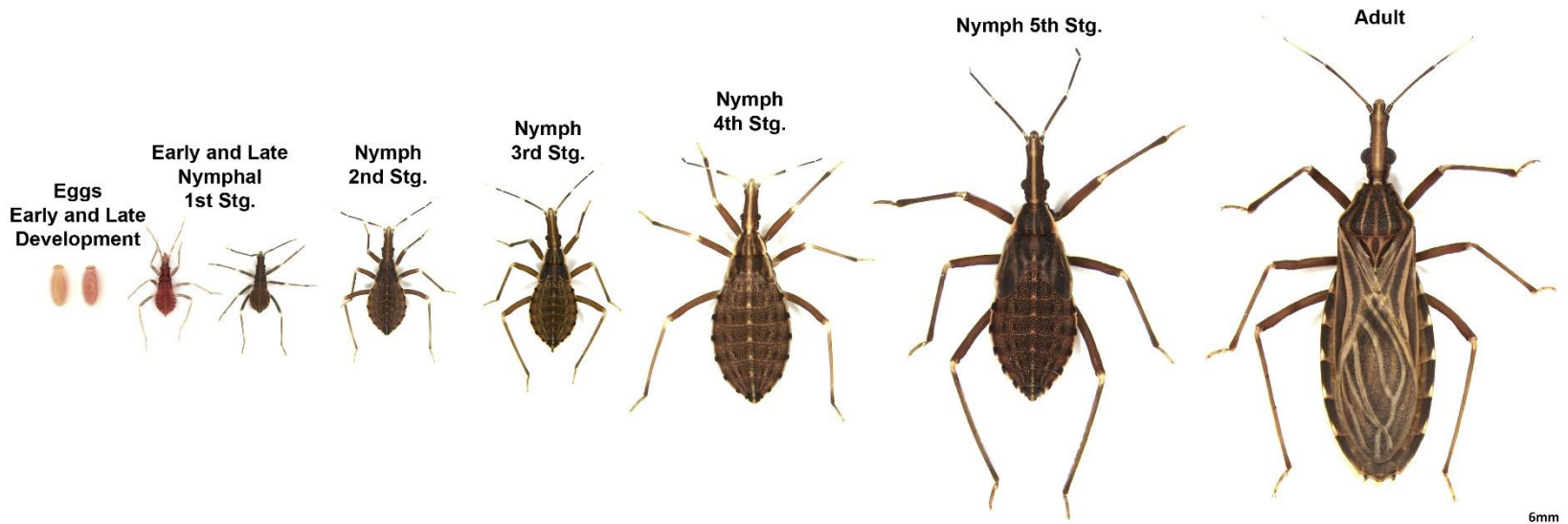


(C) HOLOMETABOLOUS DEVELOPMENT



# Hemimetabolia

- Metamorfose incompleta
- Fases: de ovo, de ninfa e adulta
- **Exemplo:** Ordens Hemiptera (percevejos) e Anoplura (piolhos)

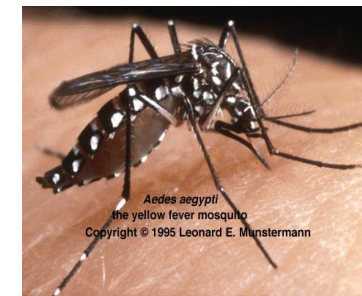




# Holometabolia

- Metamorfose completa
- Fases de ovo, de larva, de pupa e adulta
- Exemplos:

Ordens Diptera (moscas, mosquitos, flebotomíneos e simulídeos) e Siphonaptera (pulgas)

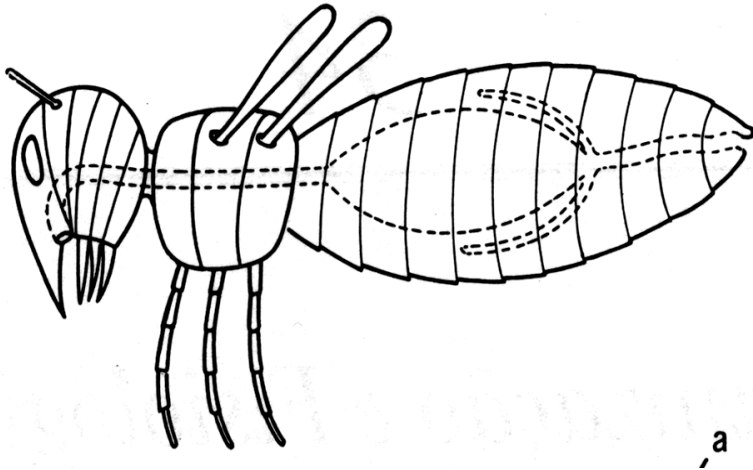


*Aedes aegypti*  
the yellow fever mosquito  
Copyright © 1995 Leonard E. Munstermann

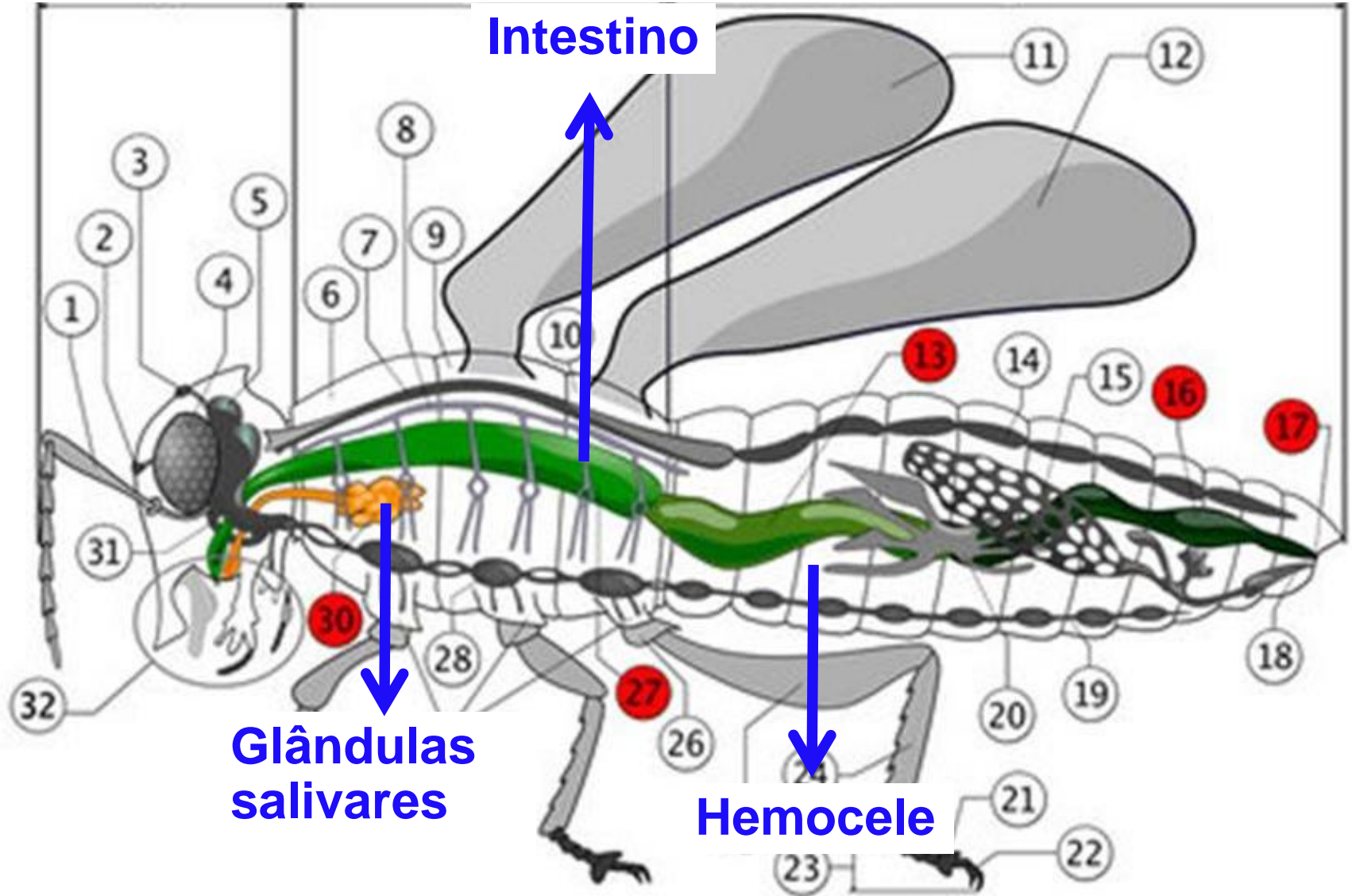


# Insetos

- corpo subdividido em cabeça, tórax e abdome



# Morfologia Interna



Reino Animalia

Sub-reino Metazoa

**Filo Arthropoda**

**Subfilo Chelicerata**

**Classe Arachnida**

**Subclasse Acarina**  
carrapatos, ácaros



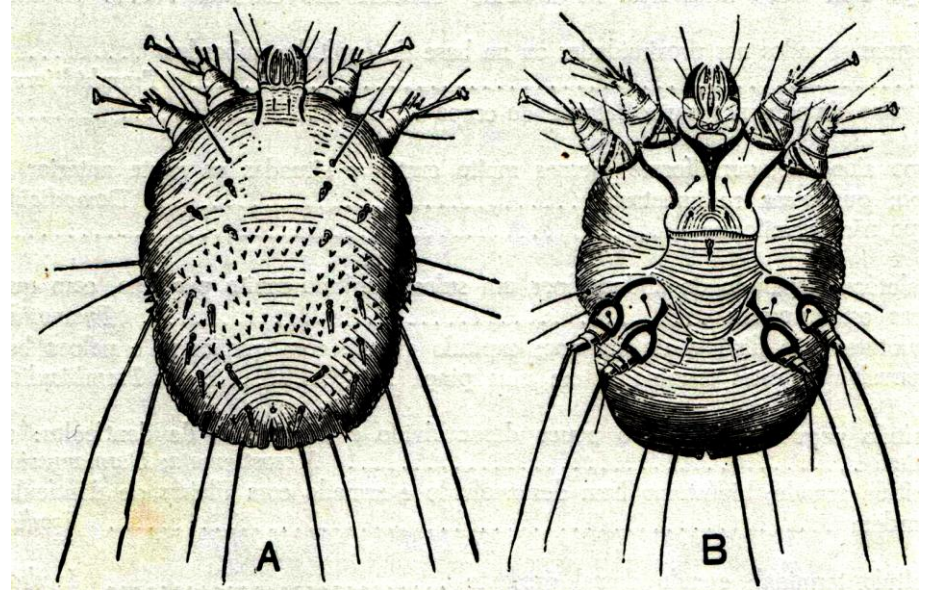
# Subclasse Acarina

carrapatos



*A. cajennense*

ácaros



- Morfologia externa: cefalotórax fundido ao abdome
- Quatro pares de pernas (adultos)
- Quelíceras e demais peças bucais reunidas em uma estrutura denominada capítulo

### **3. Principais insetos causadores de doenças**

# Insetos de interesse médico-veterinário

## Classe Insecta

Ordem Diptera ←

Ordem Hemiptera

Ordem Anoplura

Ordem Siphonaptera



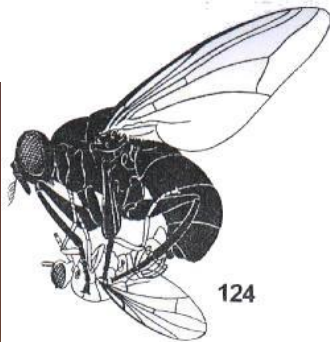
# Dípteros ciclorrafos: **as moscas**

## **Família Oesteridae**

*Dermatobia hominis*: mosca do berne/berneira



1



inseto forético

1. Moscas adultas: depositam ovos sobre a cutícula de insetos hematófagos

2. Durante a alimentação sanguínea do inseto hematófago forético, as larvas das moscas berneiras invadem os tecidos do vertebrado

2





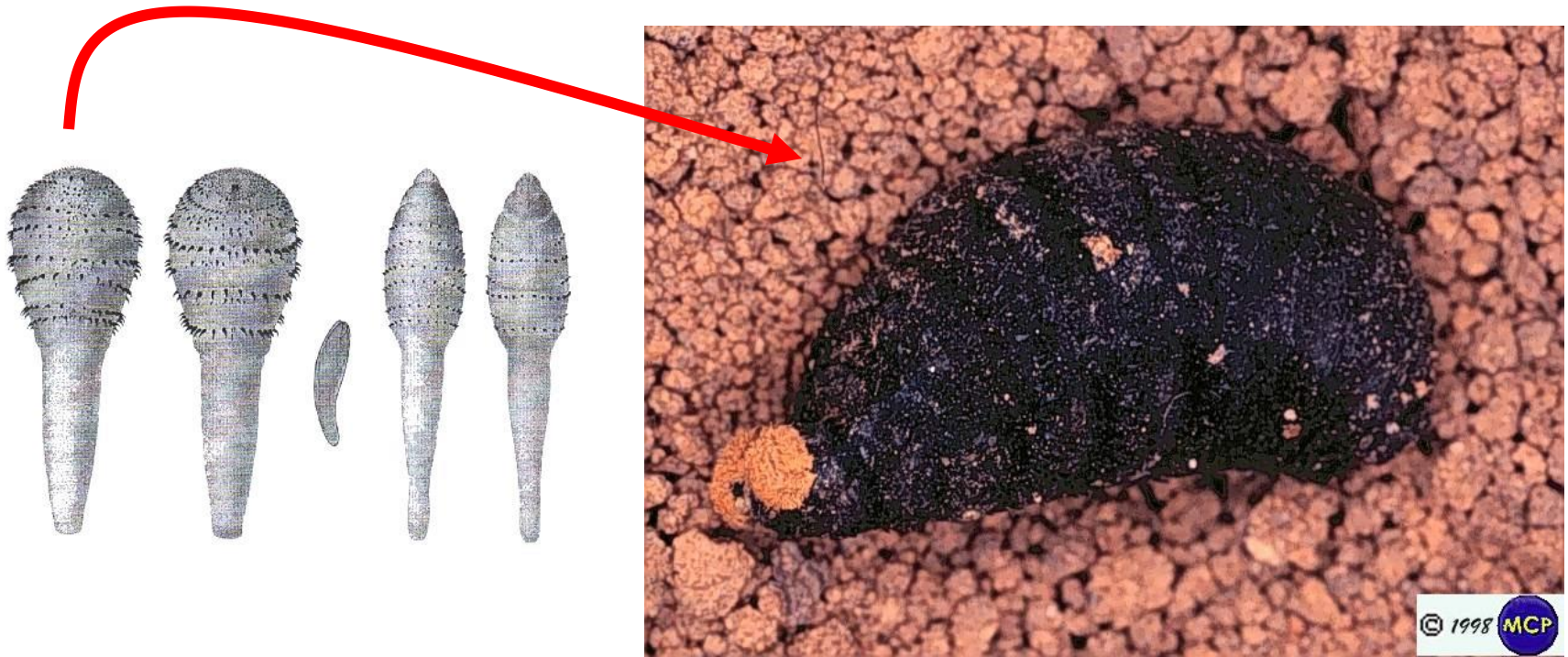
3. As larvas alimentam-se de tecidos ou líquidos corpóreos de vertebrados vivos (biontófagas)

4. 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\*)



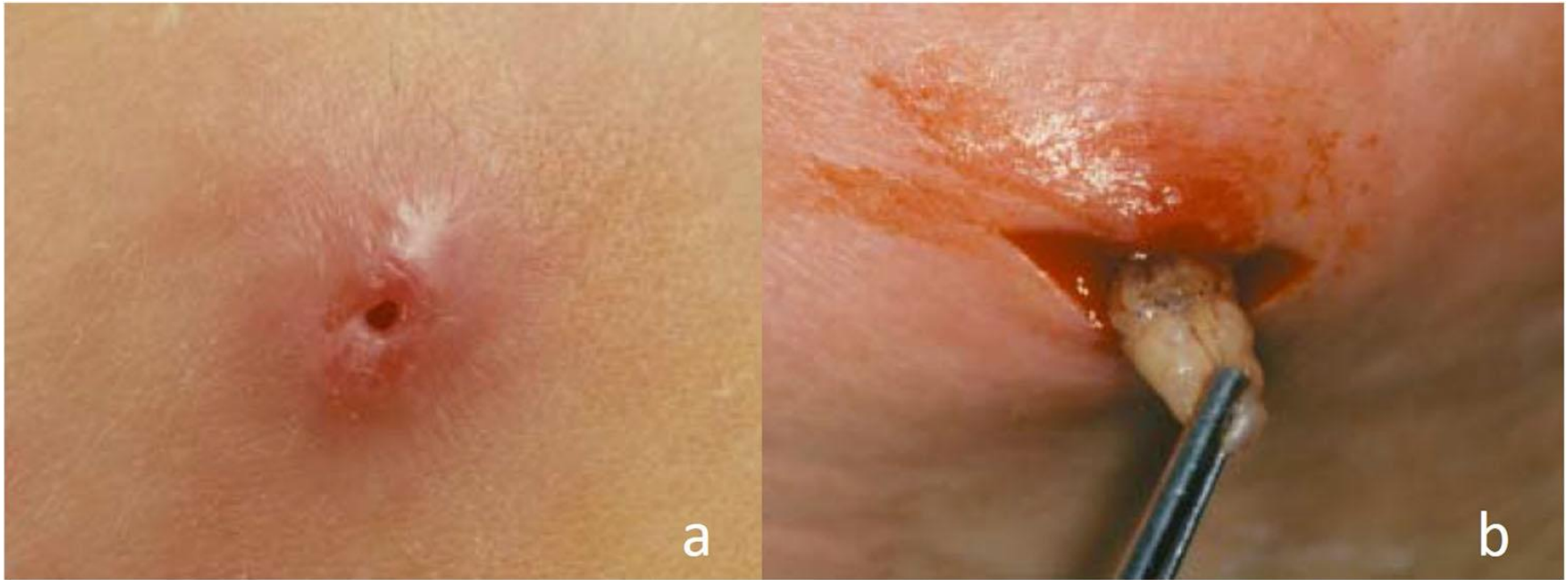


## Patogenia:

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



Miíases secundárias por necrobiontófagas  
(*Cochliomyia macellaria*)



Parasitol Res (2019) 118:389–397

## **Tratamento:**

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

## **Controle:**

- Limpeza do ambiente
- Tratamento dos animais: administração de Ivermectina/Doramectina para diminuir a densidade populacional das moscas

# Insetos de interesse médico-veterinário

## Classe Insecta

Ordem Diptera

Ordem Hemiptera

Ordem Anoplura ←

Ordem Siphonaptera

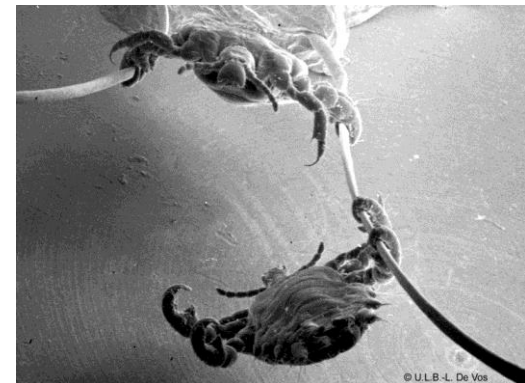
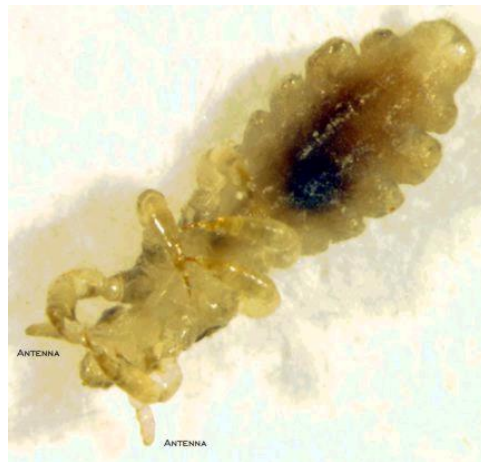
# Ordem Anoplura



- Insetos hemimetábolos: todos os estágios desenvolvem no corpo do hospedeiro e se alimentam de sangue

- Não possuem asas

- Doença: **Pediculose**





- Parasitos cosmopolitas exclusivamente humanos
- Todas as regiões do mundo, afetando todas as classes sócio-econômicas

Espécies: habitats

- *Pediculus humanus capitis* : cabeça
- *Pediculus humanus humanus*: na roupa, em áreas protegidas do corpo
- *Pthirus pubis* : predominantemente na área pubiana

# Pediculose: cabeça

- *Pediculus humanus capitis*
- Os ovos (lêndeas) são depositados na base dos fios de cabelo por meio da secreção de uma substância cimentante
- Ciclo de vida: após 10 dias, a ninfa eclode do ovo e inicia a alimentação sanguínea

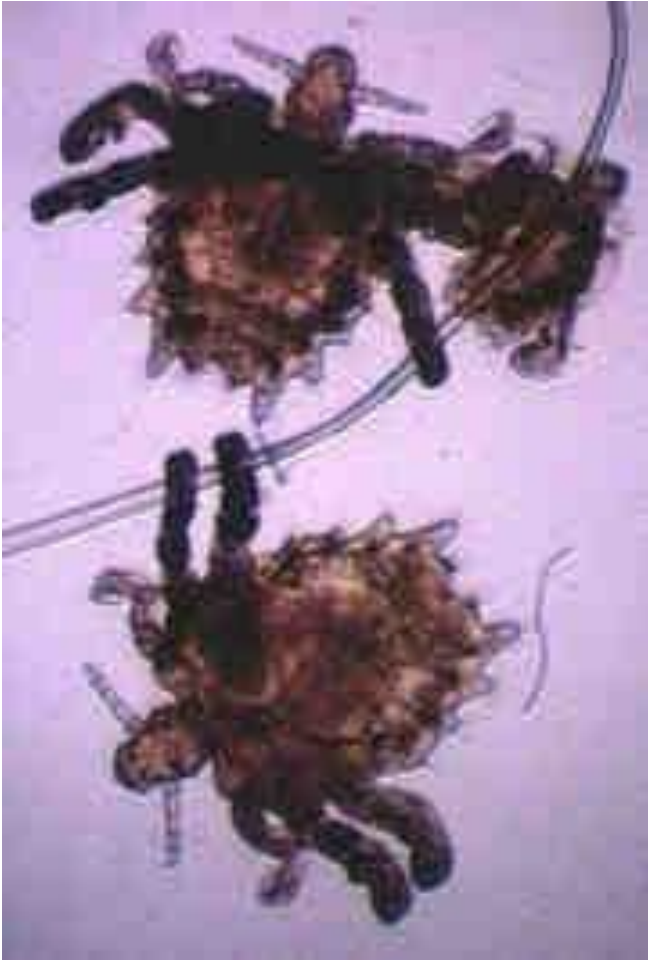


# Pediculose: corpo



- *P. humanus humanus*: piolho do corpo
- ovos nas fibras da roupa em contato com a pele
- muito sensível a mudanças de temperatura e umidade, abandonando seu hospedeiro quando ele está com febre ou quando morre

# Pediculose pubiana



- *Pthirus pubis*, o piolho do púbis ou **chato**
- pêlos pubianos ou do períneo
- também nos pêlos axilares e do resto do corpo

# Patogenia da Pediculose

- Prurido: secreção das glândulas salivares dos insetos
- Lesões ocasionadas pelo ato de coçar: porta de entrada de microrganismos oportunistas
- *Pthirus pubis* considerada uma DST (transmissão rara através de roupa)
- *P. (h.) humanus* é um importante transmissor de tifo epidêmico (*Rickettsia prowazekii*), febre das trincheiras (*Bartonella quintana*) e febre recorrente (*Borrelia recurrentis*)

## Tratamento:

- *P. capitis*

- loção: piretrina, permetrina, álcool benzílico, ivermectina, malationa, spinosad)
- oral: ivermectina
- pente especial: remoção de lêndeas

- *P. humanus e Pthirus pubis* :

- Lavar roupas a altas temperaturas (60°C)
- Aplicação de inseticidas nas roupas
- Higiene

# Insetos de interesse médico-veterinário

## Classe Insecta

Ordem Diptera

Ordem Hemiptera

Ordem Anoplura

Ordem Siphonaptera ←

# Ordem Siphonaptera

- pulgas: holometábolos
- hematófagos na fase adulta
- vetores de:
  - peste bubônica (*Yersinia pestis*)
  - tifo murino (*Rickettsia tìphi*)
- hospedeiros intermediários dos cestoides *Dypilidium caninum* e de *Hymenolepis diminuta*
- reações alérgicas, urticária





# Peste bubônica

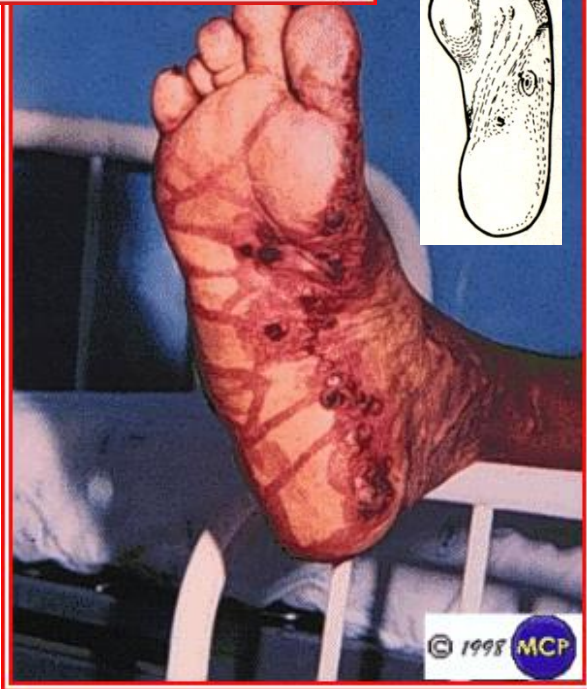


Hospital para pessoas com pestes (séc. XVIII)

- A epidemia de peste bubônica, a “peste negra”, dizimou  $\frac{1}{4}$  da população nos séculos XIV a XVI
- Hoje: menos de 20 casos ao ano



# *Tunga penetrans*



- pulga da areia: a fêmea fecundada penetra na pele e começa a sugar sangue;
- Conhecida como “bicho-do-pé” ou “pulga-do-porco”: hospedeiro é o porco (também ataca gatos, cachorros e seres humanos);
- Lesões: porta de entrada de micróbios como *Clostridium tetani* (tétano), *C. perfringens* (gangrena gasosa), *Paracoccidioides braziliensis* (blastomicose)

Terapia: Remoção do parasita

Prevenção: Aplicação de inseticidas

## **4. Principais aracnídeos causadores de doenças**

# Ácaros

**Família Sarcoptidae:** escabiose ou sarna

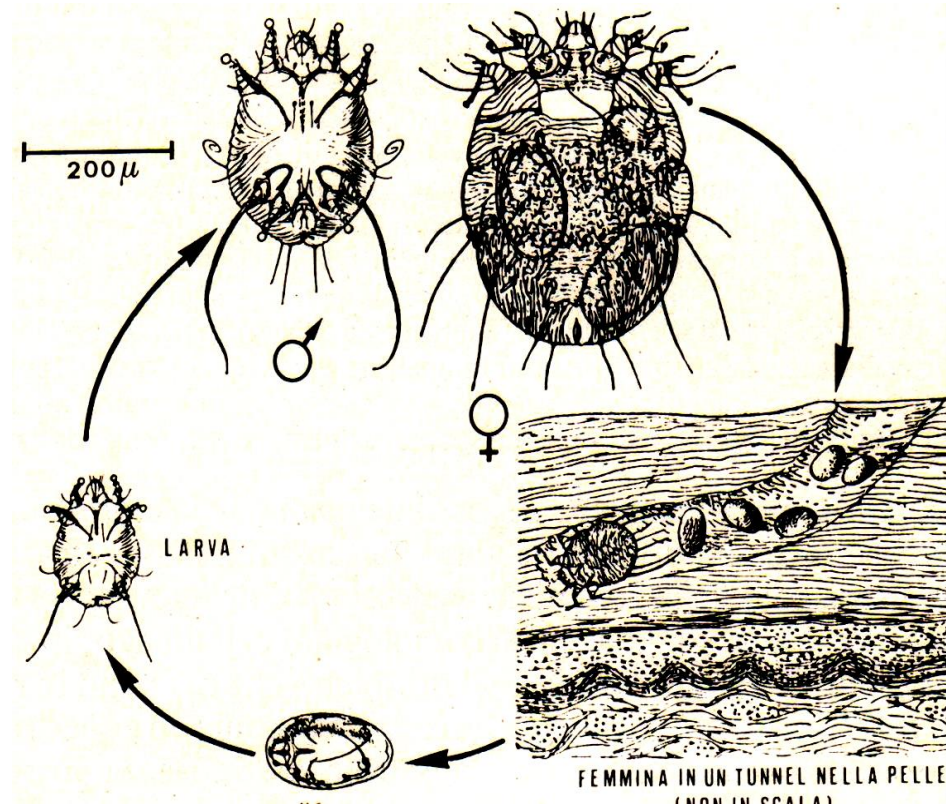
*Sarcoptes scabiei var. hominis*



- cosmopolita, 300 milhões de casos
- parasita de seres humanos e outros mamíferos
- infecção ocorre por contato pessoa-pessoa ou objetos contaminados (roupa, pentes etc.)
- não possuem traquéias, respiram através do tegumento

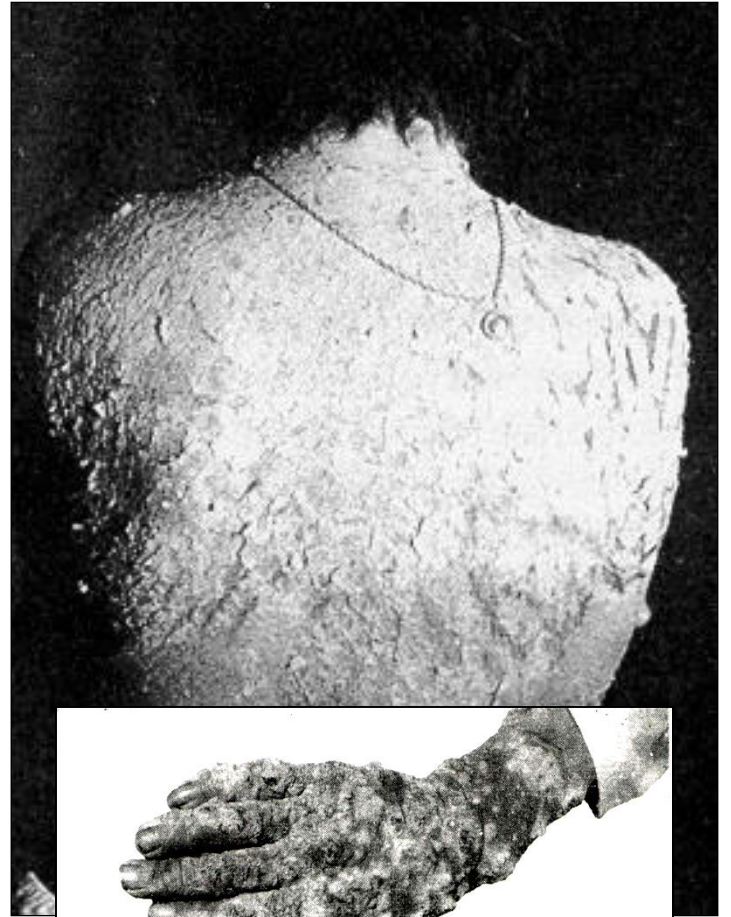
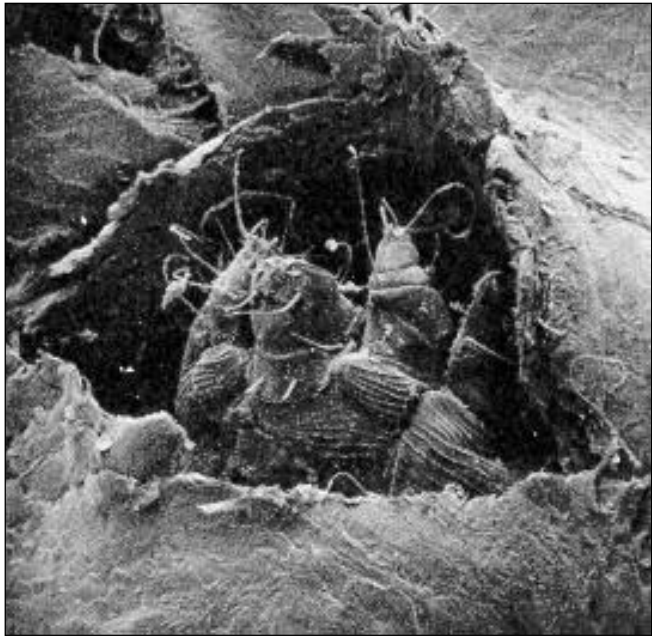


- Os ácaros migram na epiderme, depositam ovos, dos quais eclodem larvas, que se desenvolvem em ninfas e por fim, adultos
- Sítio preferencial de infecção: interdigital, nas pernas



# Patologia

- Alergia : atividade migratória e deposição de antígenos e alérgenos
- Prurido: o ato de “coçar” provoca escoriações, que são portas de entrada para microrganismos oportunistas
- **HIV positivos** ou **imunossuprimidos**: dermatite generalizada





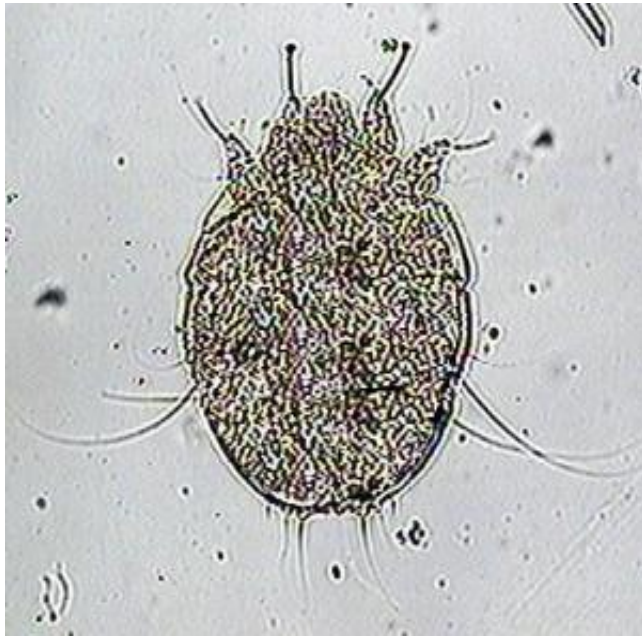
## **Diagnóstico:**

- Clínico: pruridos noturnos, aspecto das crostas
- Parasitológico: Fita gomada sobre crostas ou raspado profundo → microscopia

## **Tratamento e prevenção:**

- Uso tópico de acaricidas
- Ivermectina (oral)
  
- Higiene

**Parasitoses cuja transmissão decorre de promiscuidade, contato entre pessoas e seus objetos de uso pessoal**



*Sarcoptes scabiei*  
(sarna)



*Pediculus (h.) humanus*  
(piolho)



*Phthirus pubis*  
(chato)

# **5. Hematofagia: ponto-chave para a interação entre artrópodes e patógenos**

# Hematofagia: oportunidade para o patógeno entrar em contato com o artrópode vetor e o hospedeiro vertebrado

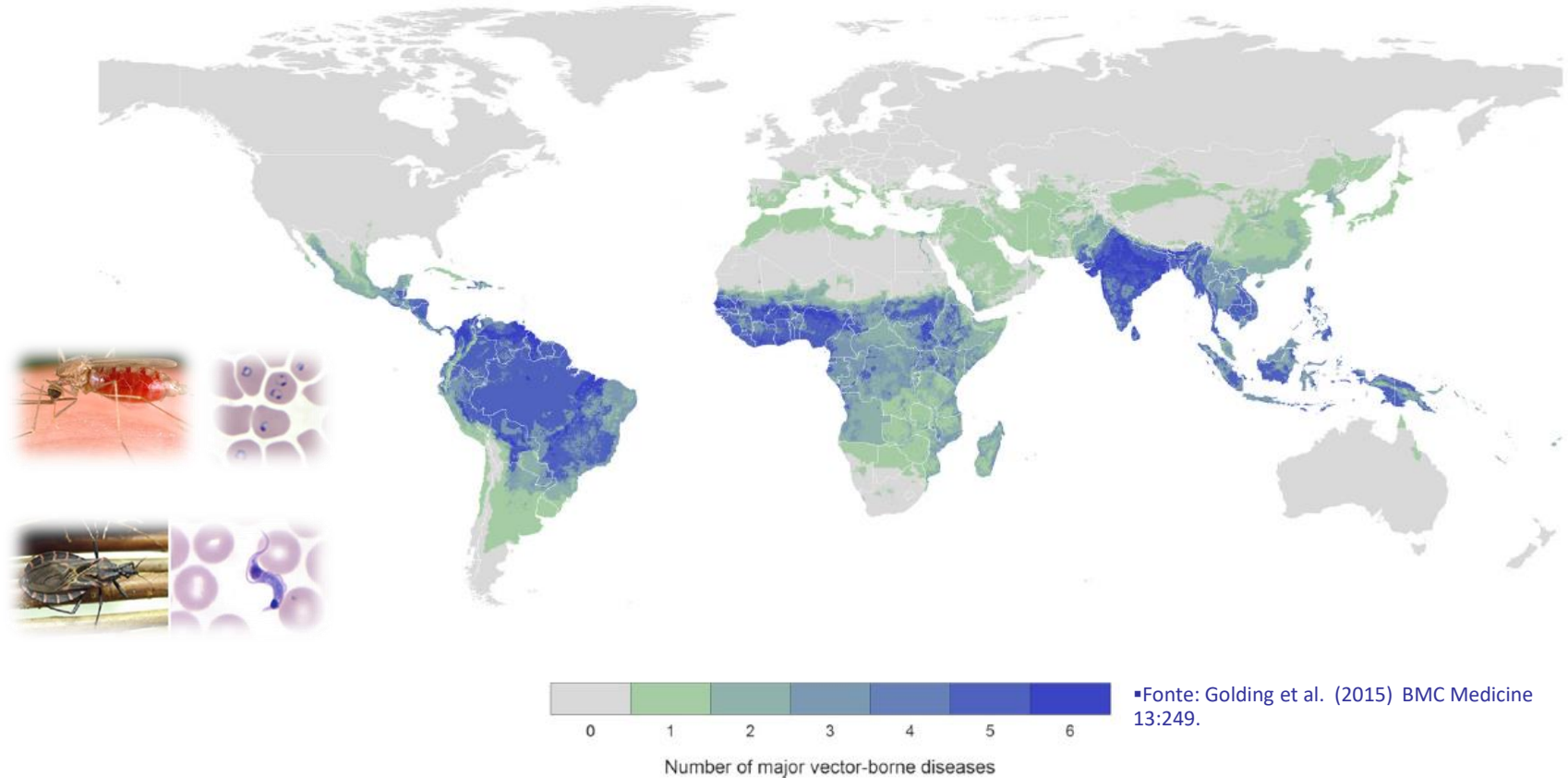
▪ <https://www.sciencephoto.com/>



▪ Fonte: Agência FAPESP

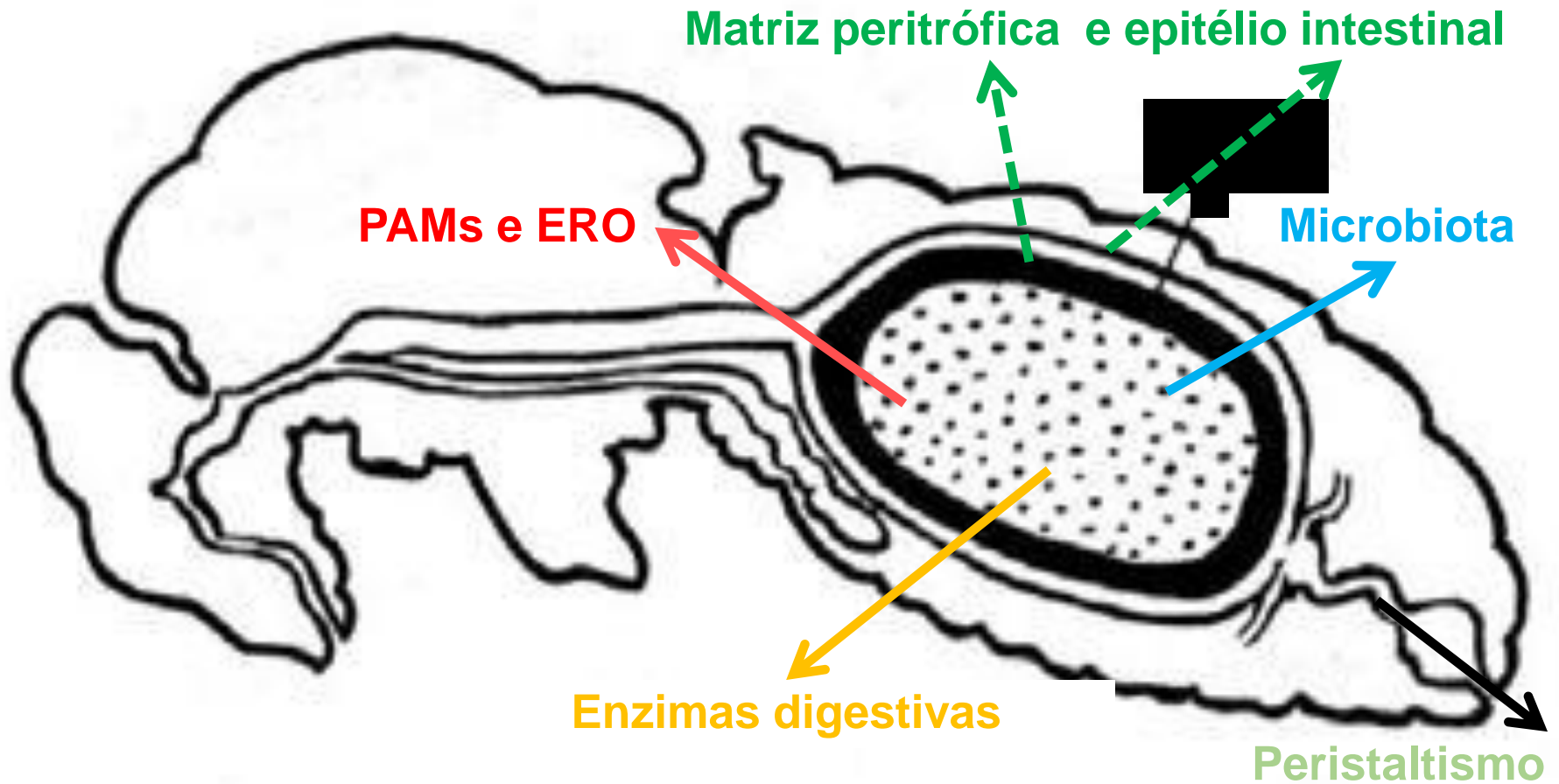


# Artrópodes transmitem patógenos que colocam a população humana em risco



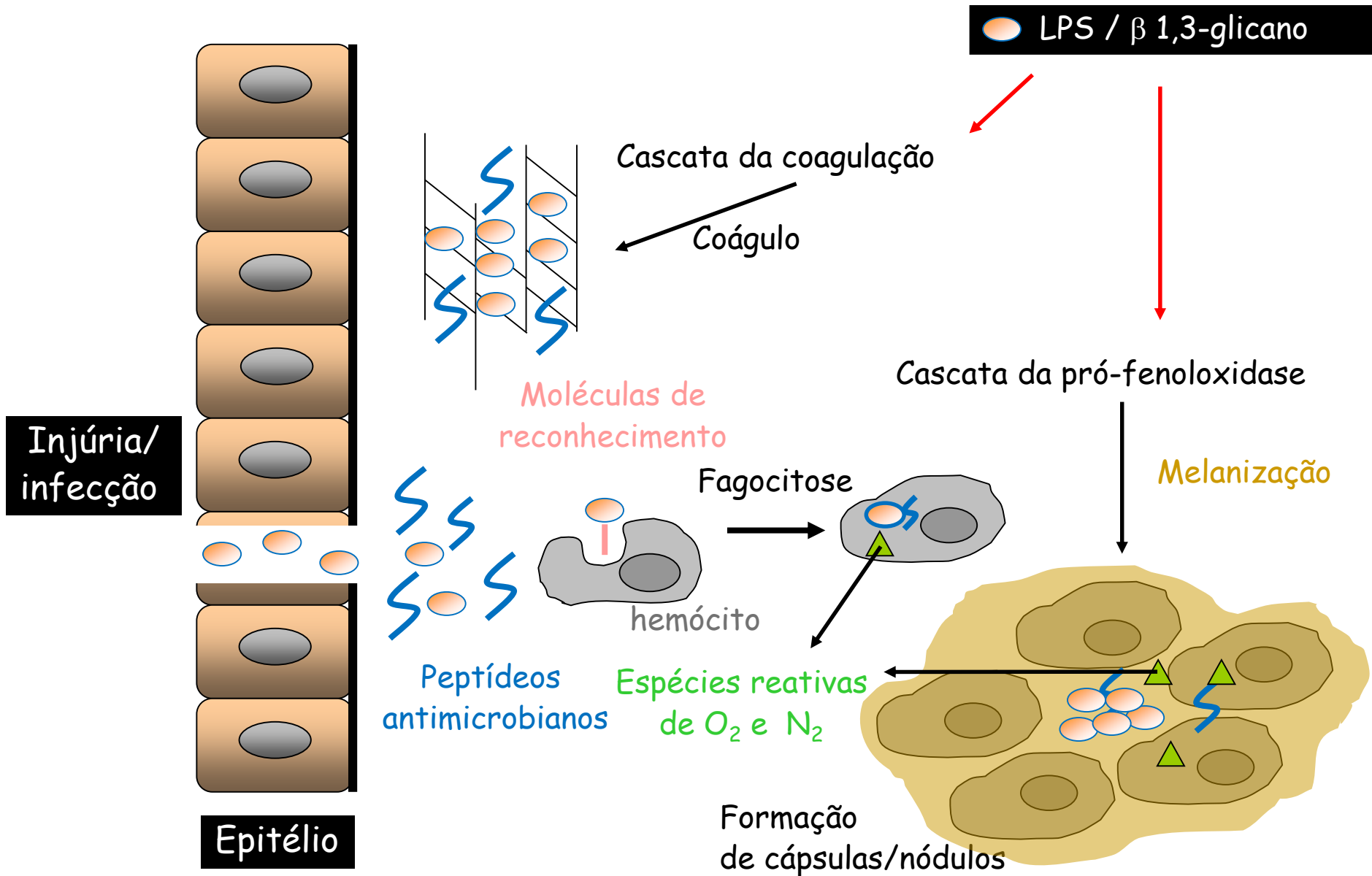
Distribuição combinada da malária, filariose linfática, dengue, encefalite japonesa, febre amarela e doença de Chagas.

# Intestino de insetos



PAM (ou AMP): peptídeos antimicrobianos  
ERO (ou ROS): espécies reativas de oxigênio

# Hemocele





▪ **Competência vetorial**: capacidade do artrópode transmitir um patógeno ao hospedeiro em virtude de ser **susceptível à infecção**, permitindo o desenvolvimento e a proliferação do patógeno em seu organismo

▪ Se o artrópode **não é permissivo à infecção**, não realiza a sua transmissão, esse artrópode é **refratário** ao patógeno

# Vetor mecânico x vetor biológico

- **vetor mecânico:** transmissão física do patógeno de um hospedeiro vertebrado para outro, geralmente através das peças bucais contaminadas
- **vetor biológico:** o patógeno se reproduz e/ou se desenvolve obrigatoriamente no artrópode antes de ser transmitido para o hospedeiro vertebrado

# Insetos de interesse médico-veterinário

## Classe Insecta

Ordem Diptera ←

Ordem Hemiptera

Ordem Anoplura

Ordem Siphonaptera

## Família Culicidae

- Mosquitos (pernilongos);
- Duas subfamílias de grande importância médica:

Anophelinae

Culicinae



*Anopheles darlingi*

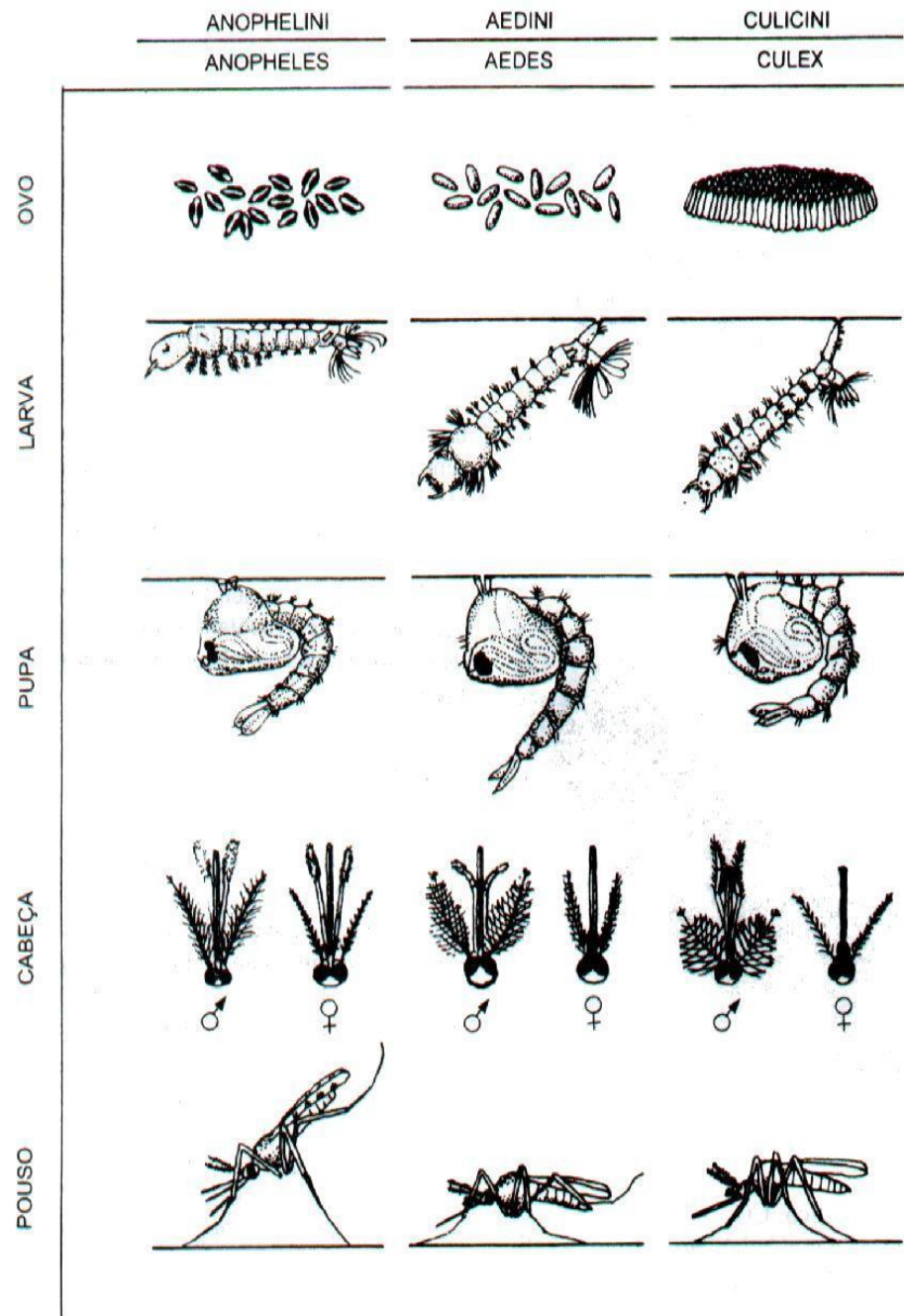


*Culex quinquefasciatus*

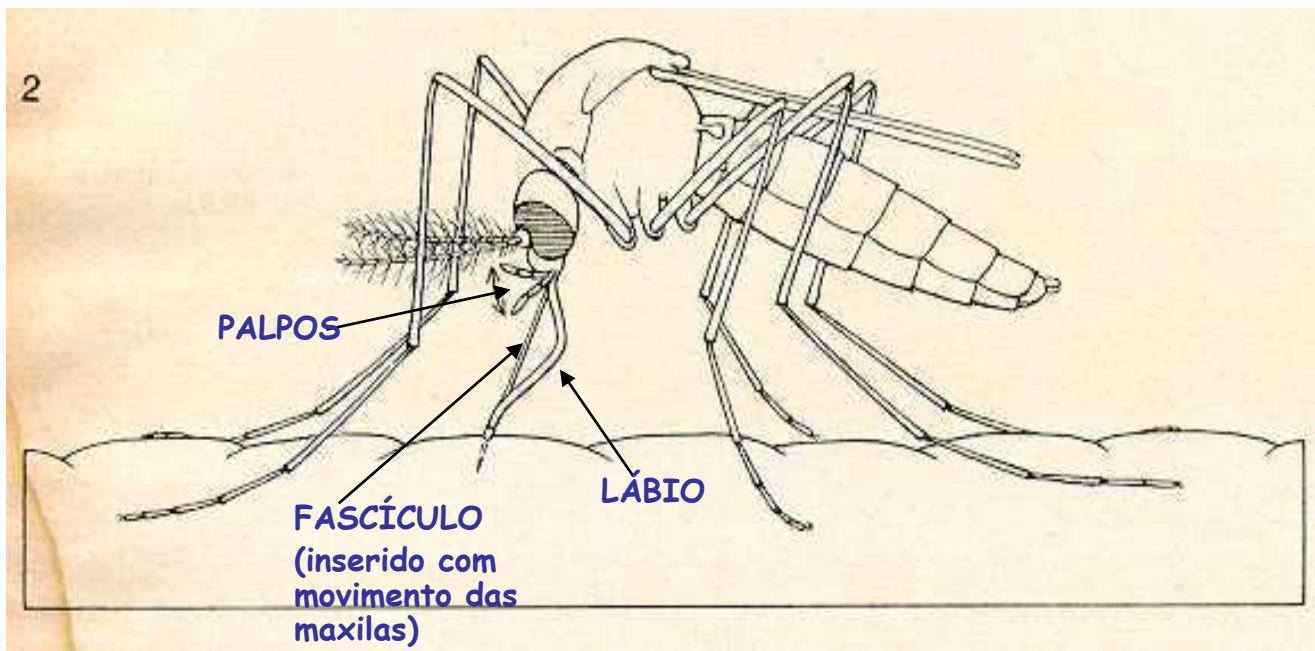
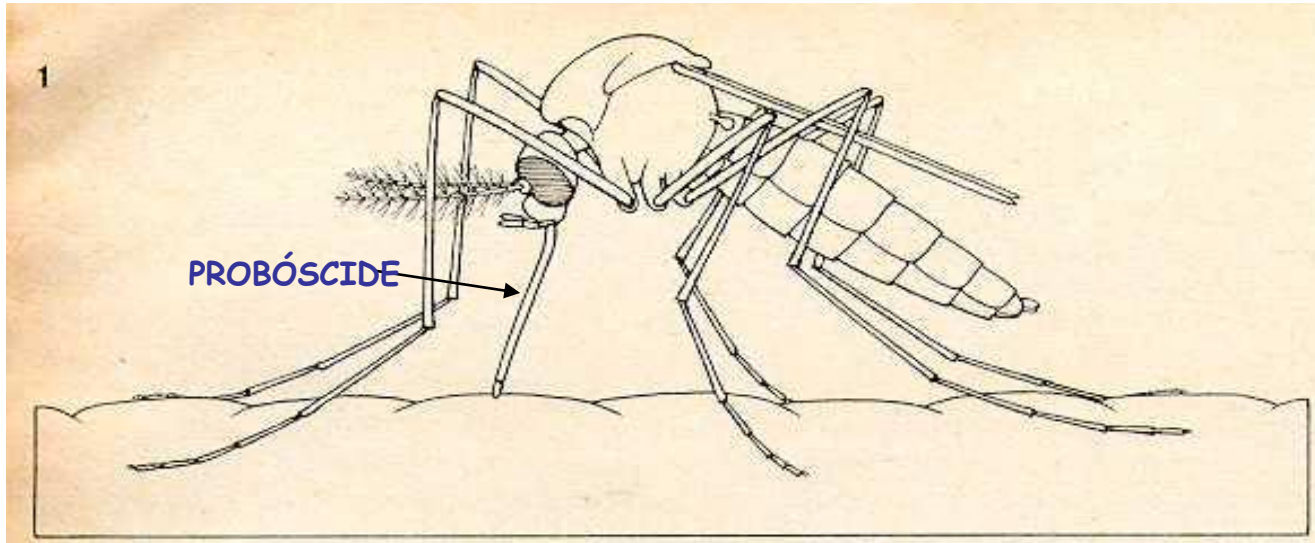


*Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*

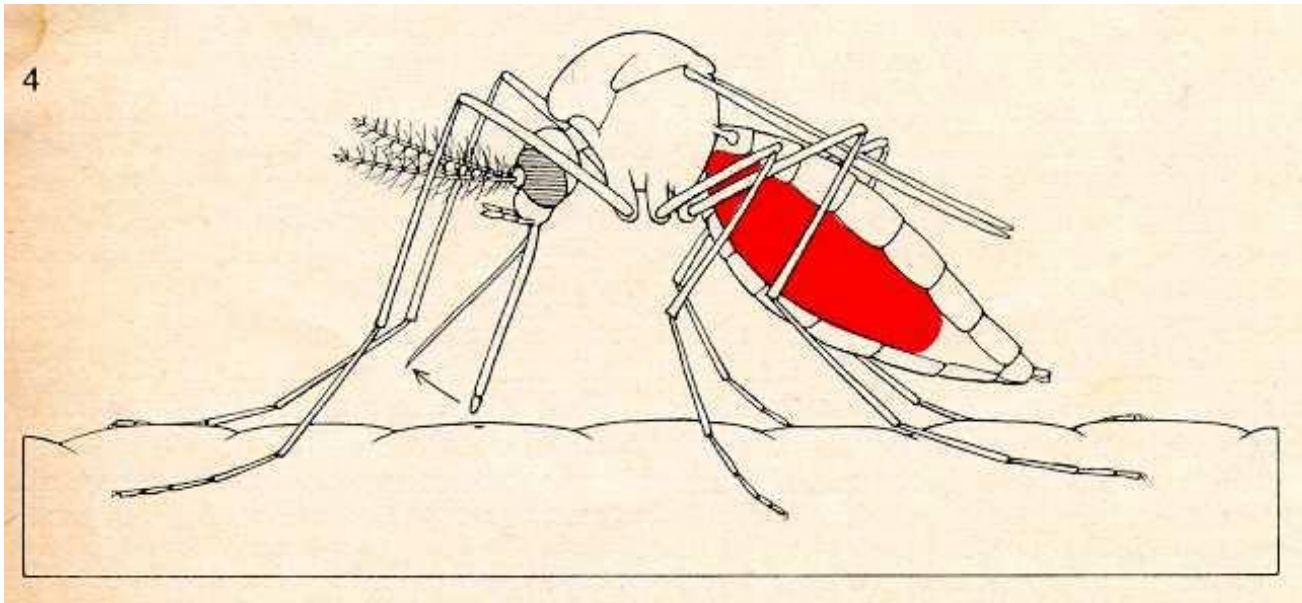
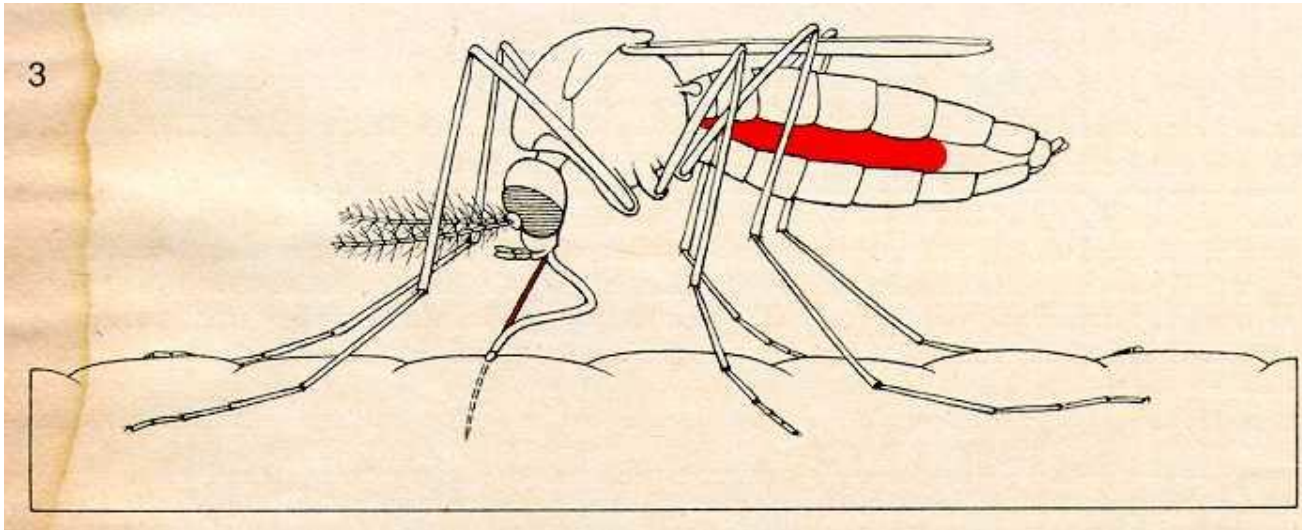
# Comparação dos principais gêneros da Família Culicidae



# Alimentação da fêmea







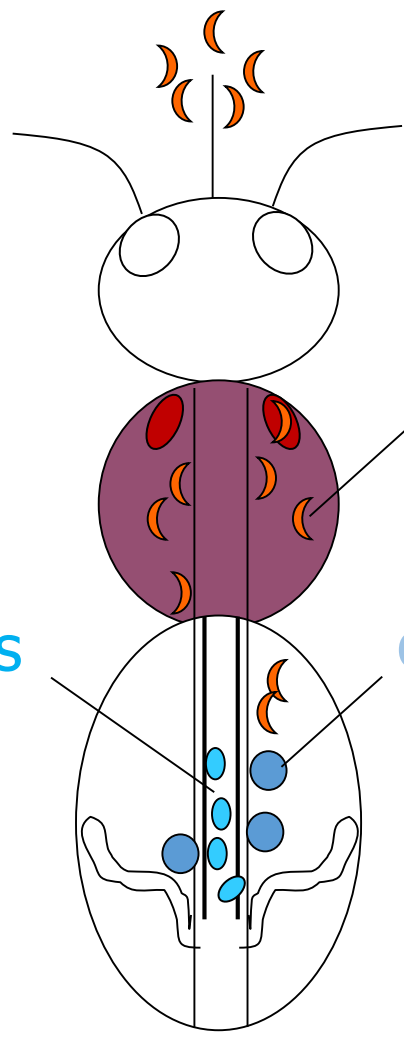


# Anofelinos (Subfamília Anophelinae)

- desenvolvimento em diferentes tipos de reservatórios de água
- adulto: hábitos noturnos ou crepusculares
- vetores de **malária** (*Plasmodium*)



ingestão de  
sangue com  
formas  
sanguíneas,  
incluindo  
gametócitos



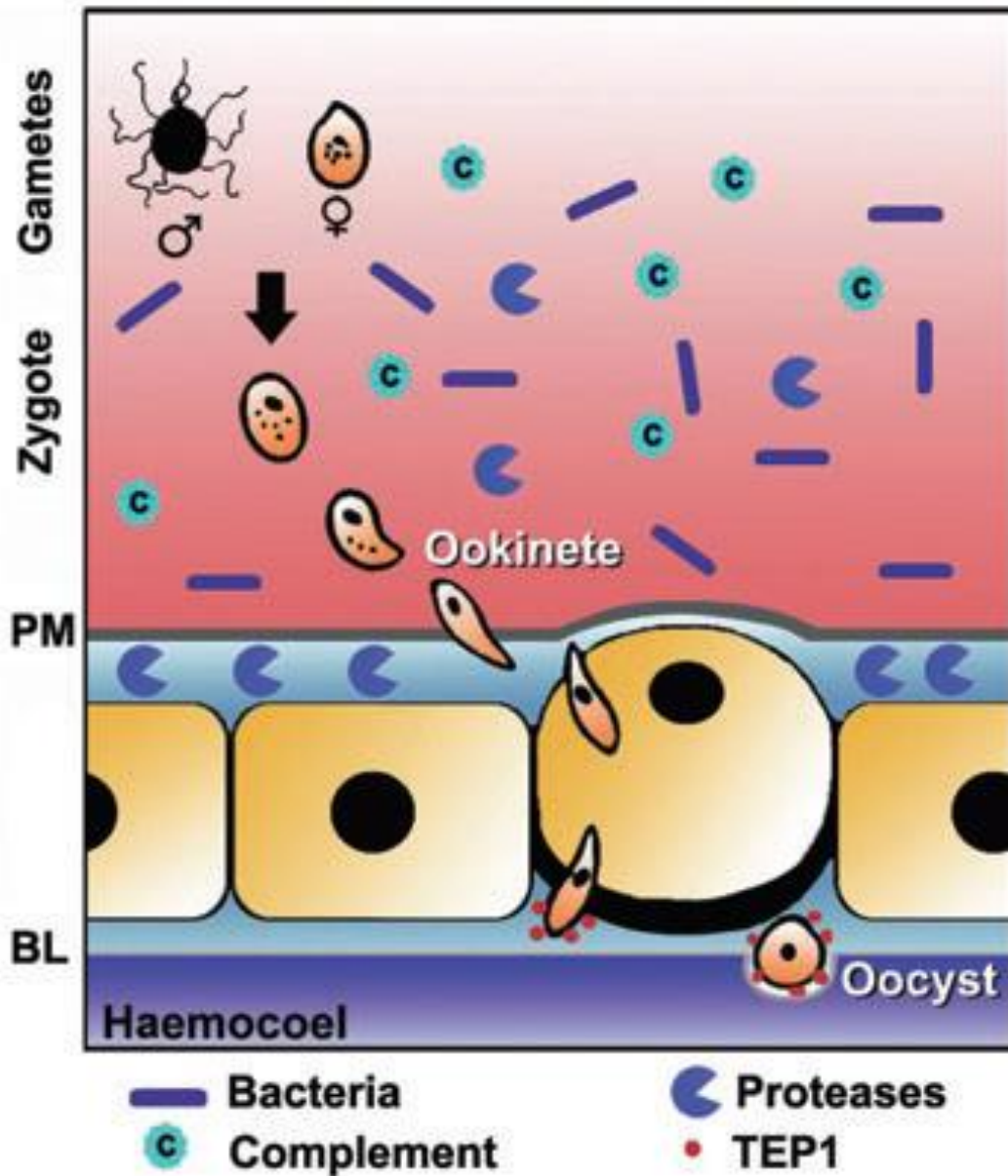
↑ esporozoítas

esporozoítas

gametócitos  
oocineto

oocistos

***Plasmodium* spp. (Malária)**

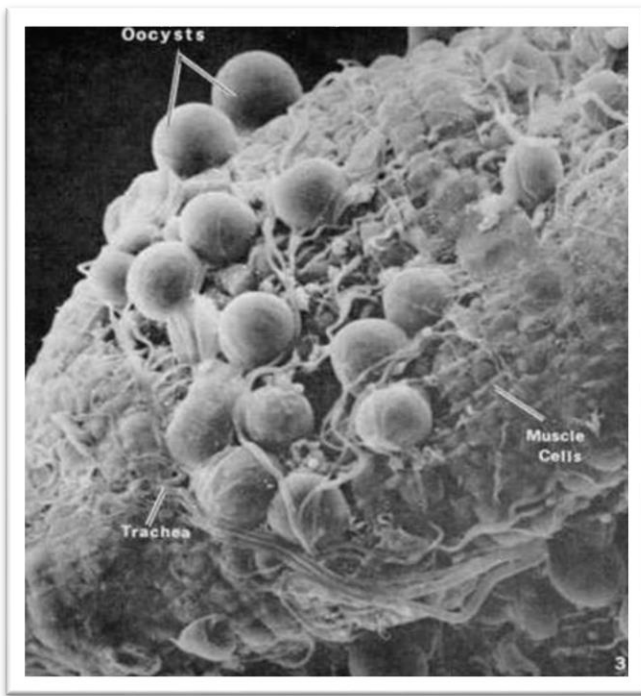


## respostas das células epiteliais do intestino:

- produção de óxido nítrico (NO): nitração do parasita
- produção de PGE2: atração de hemócitos

## respostas na hemocele:

- proteínas contendo tioéster (TEP): melanização do oocisto



Rompimento do oocisto e liberação dos esporozoítas na hemocele (hemolinfa): **indução de peptídeos antimicrobianos**

# Culicíneos (Subfamília Culicinae)

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



# Insetos de interesse médico-veterinário

## Classe Insecta

Ordem Diptera ←

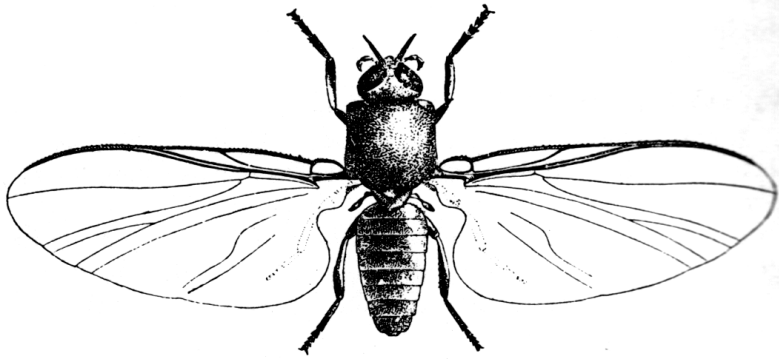
Ordem Hemiptera

Ordem Anoplura

Ordem Siphonaptera



## Família Simuliidae



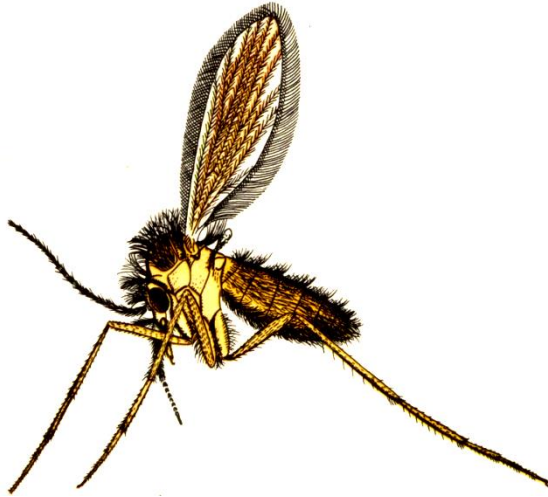
- Simulídeos (borrachudos): transmitem a **oncocercíase**

- Gênero importante:  
*Simulium*





## Família Psychodidae

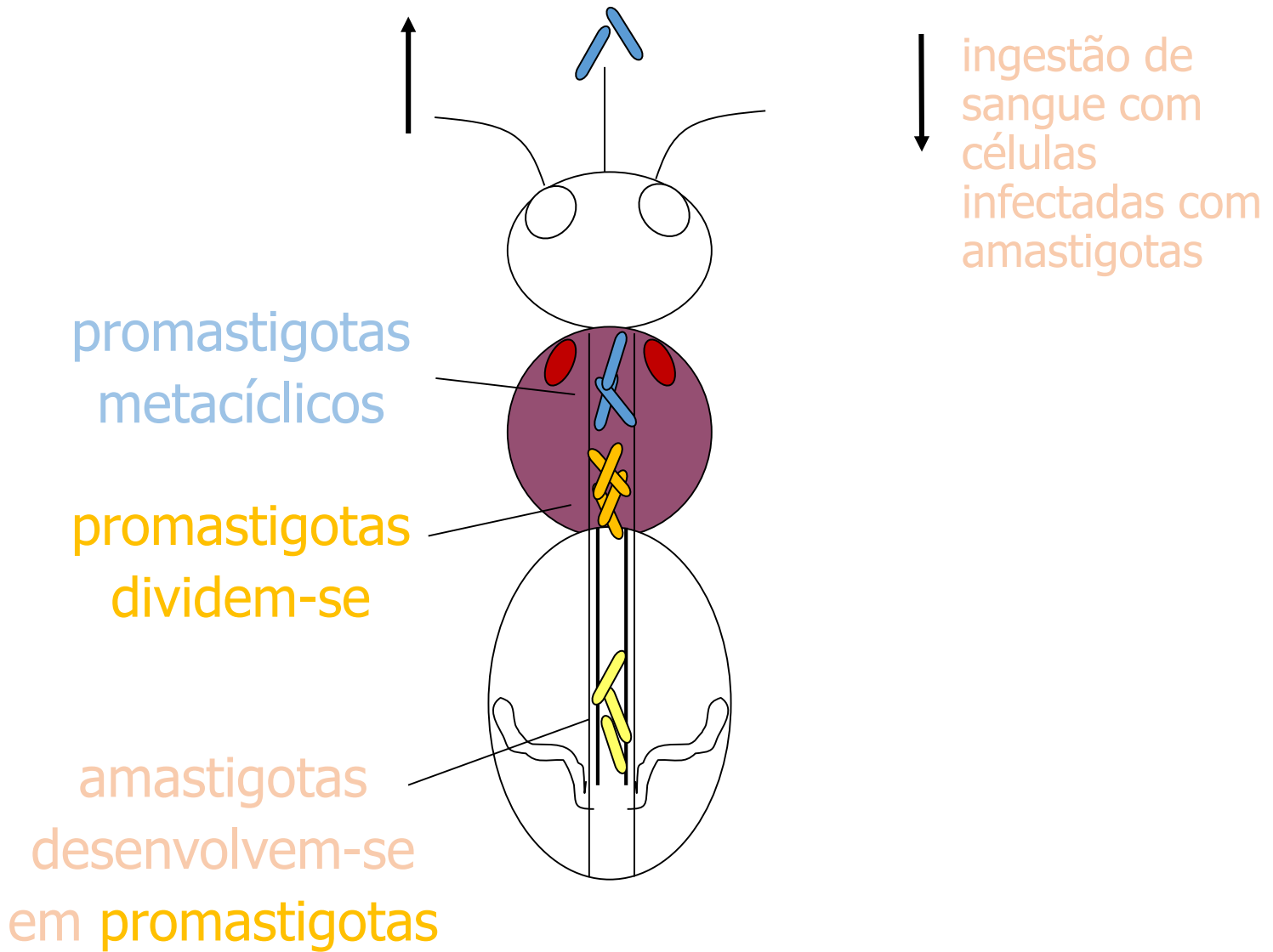


- Flebotomíneos: transmitem as **leishmanioses**

- Gêneros importantes:  
*Lutzomyia* – Américas

*Phlebotomus* – Europa, Ásia e África





***Leishmania* spp. (Leishmanioses)**

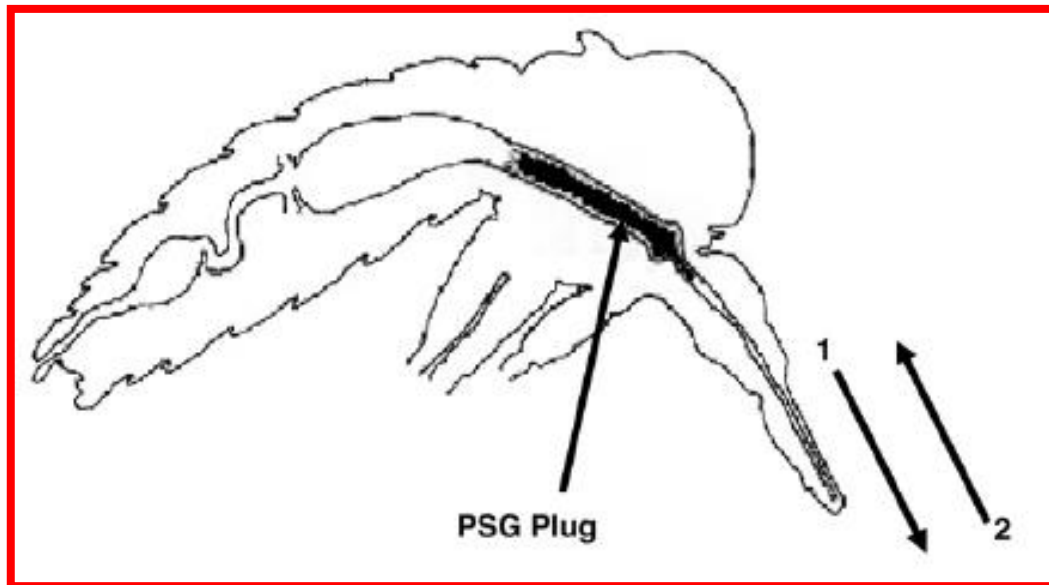
# Interação vetor-parasita: Leishmanioses

As leishmanias no intestino do flebotomíneo devem resistir a:

- enzimas digestivas
- lectinas: agregação celular
- membrana peritrófica e peristaltismo: eliminação

## Fatores importantes para a infecção do vetor pelas leishmanias:

- quitinases: evasão da MP
- **PSG**: obstrução do canal alimentar
- Lipofosfoglicanas: aderência ao epitélio do inseto



# Insetos de interesse médico-veterinário

## Classe Insecta

Ordem Diptera

Ordem Hemiptera ←

Ordem Anoplura

Ordem Siphonaptera

# Ordem Hemiptera



- Hematófagos, fitófagos ou predadores

- Famílias de interesse médico:

**Reduviidae** (subfamília Triatominae): barbeiros

**Cimicidae**: percevejos das camas



# Triatomíneos

- Gêneros:

*Rhodnius prolixus*



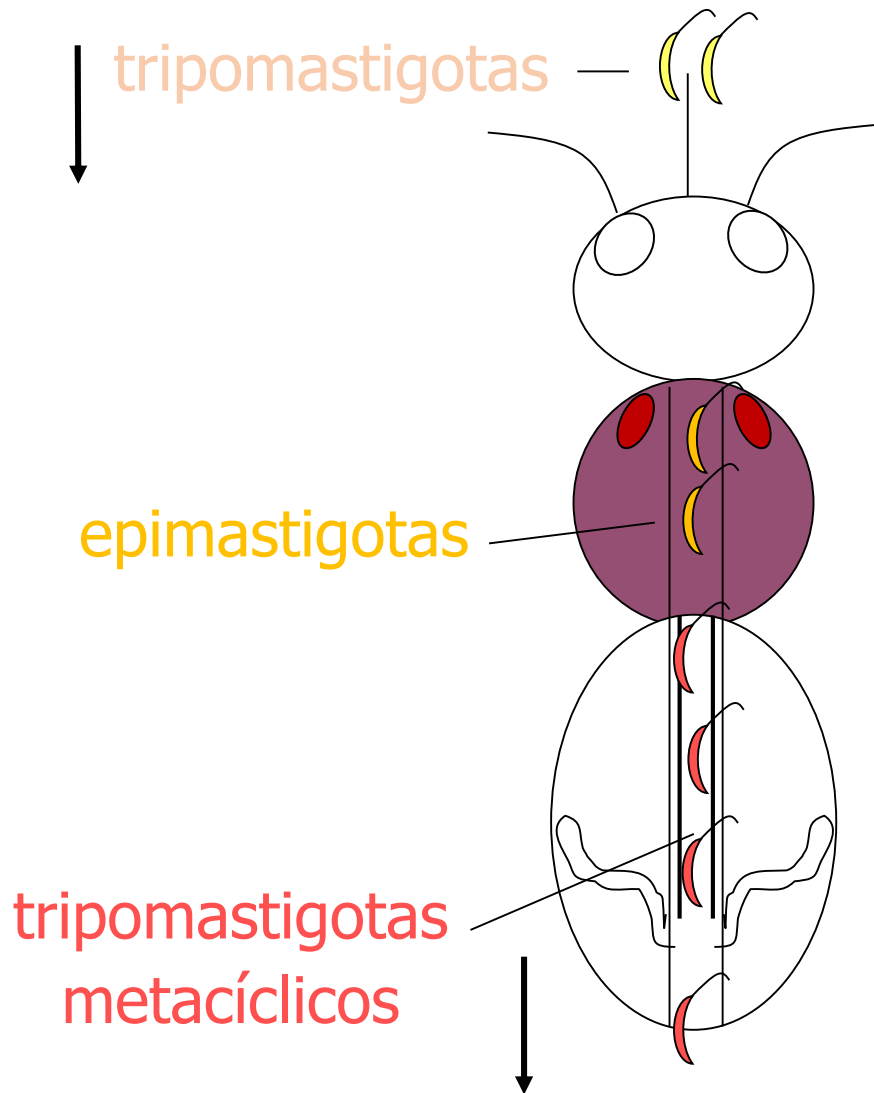
*Triatoma infestans*



*Panstrongylus megistus*



- Vetores de *Trypanosoma cruzi*: Doença de Chagas



***Trypanosoma cruzi* (Tripanossomíase Americana ou Doença de Chagas)**

# Interação vetor-parasita: Doença de Chagas

*Trypanosoma cruzi* no intestino do triatomíneo:

- ❖ enzimas digestivas
- ❖ peptídeos antimicrobianos (defensina e lisozima) e NO produzidos pelas células epiteliais
- ❖ componentes tóxicos produzidos por bactérias da microbiota:
  - prodigiosina de *Serratia marcescens*



## **Coprofagia:** aquisição de *Rhodococcus rhodnii*

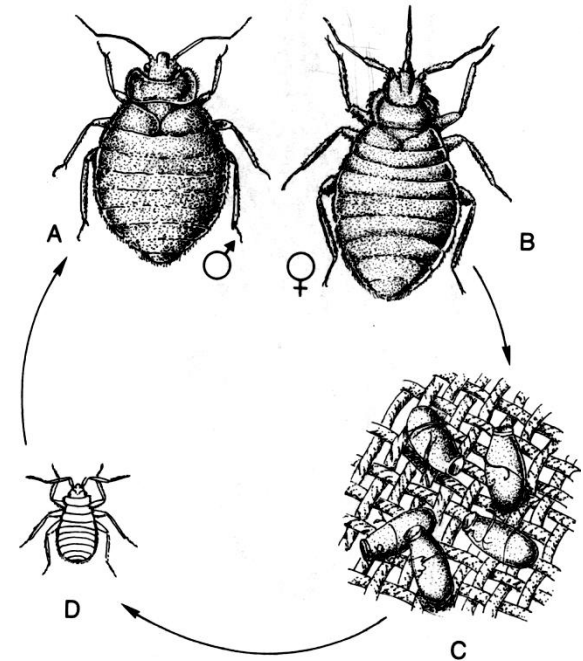
simbionte necessário  
para o desenvolvimento  
do inseto

Paratransgênicos

*R. rhodnii* transformada  
para a produção de  
cecropina A ou de  
anticorpos

# Cimicídeos

- Percevejos das camas
- Duas espécies:  
*Cimex lectularius*  
*Cimex hemipterus*
- Irritação (prurido) e alergias



*Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 92(2), 2015, pp. 331–335  
doi:10.4269/ajtmh.14-0483  
Copyright © 2015 by The American Society of Tropical Medicine and Hygiene

## Bed Bugs (*Cimex lectularius*) as Vectors of *Trypanosoma cruzi*

Renzo Salazar, Ricardo Castillo-Neyra, Aaron W. Tustin, Katty Borrini-Mayorí, César Náquira, and Michael Z. Levy\*  
*Chagas Disease Field Laboratory, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Arequipa, Peru; Department of Epidemiology, Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, Baltimore, Maryland; Center for Clinical Epidemiology and Biostatistics, University of Pennsylvania School of Medicine, Philadelphia, Pennsylvania*

# Filo Arthropoda (Barnes, 1977)

## Subfilo Chelicerata

### Classe Arachnida

#### Subclasse Acarina

Ordem parasitiformes: carrapatos





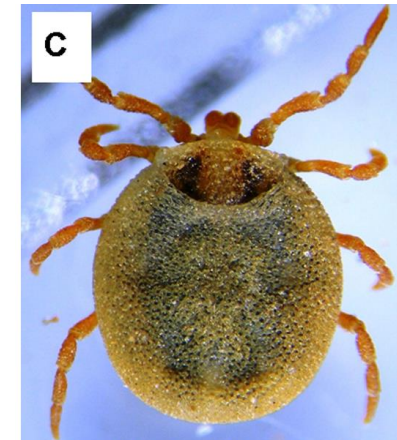
# Famílias de carrapatos

**Argasidae:** carrapatos de corpo mole  
("soft ticks")

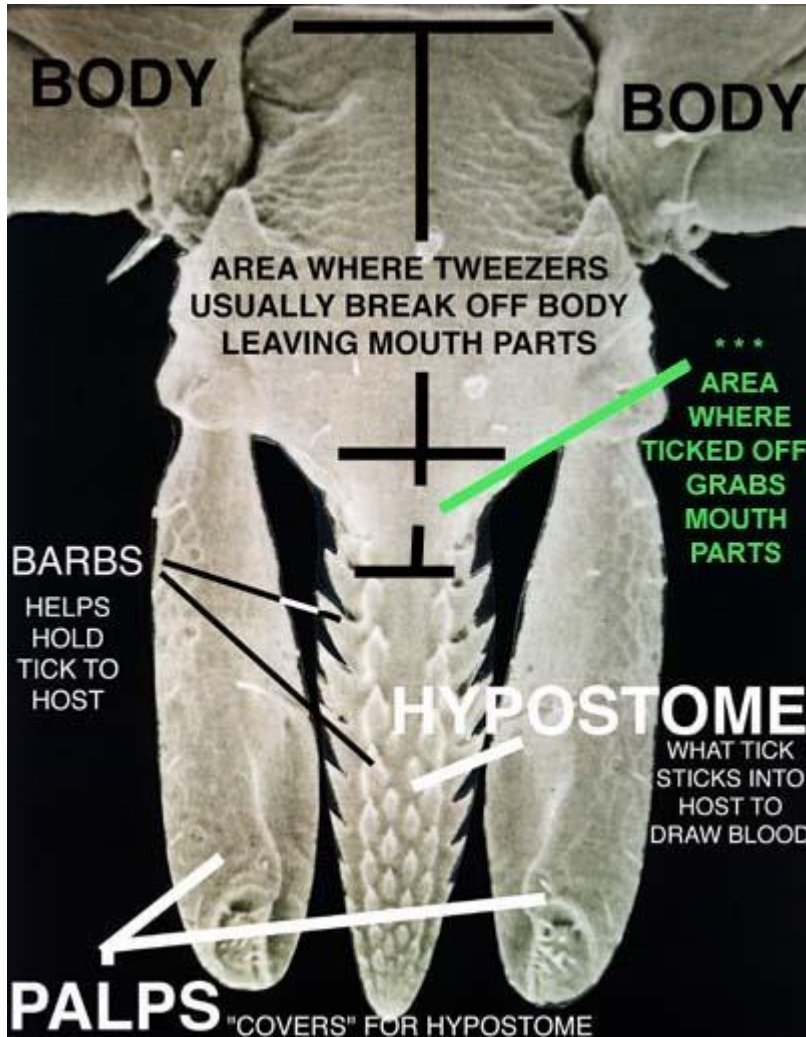


**Ixodidae:** carrapatos de corpo duro  
("hard ticks")

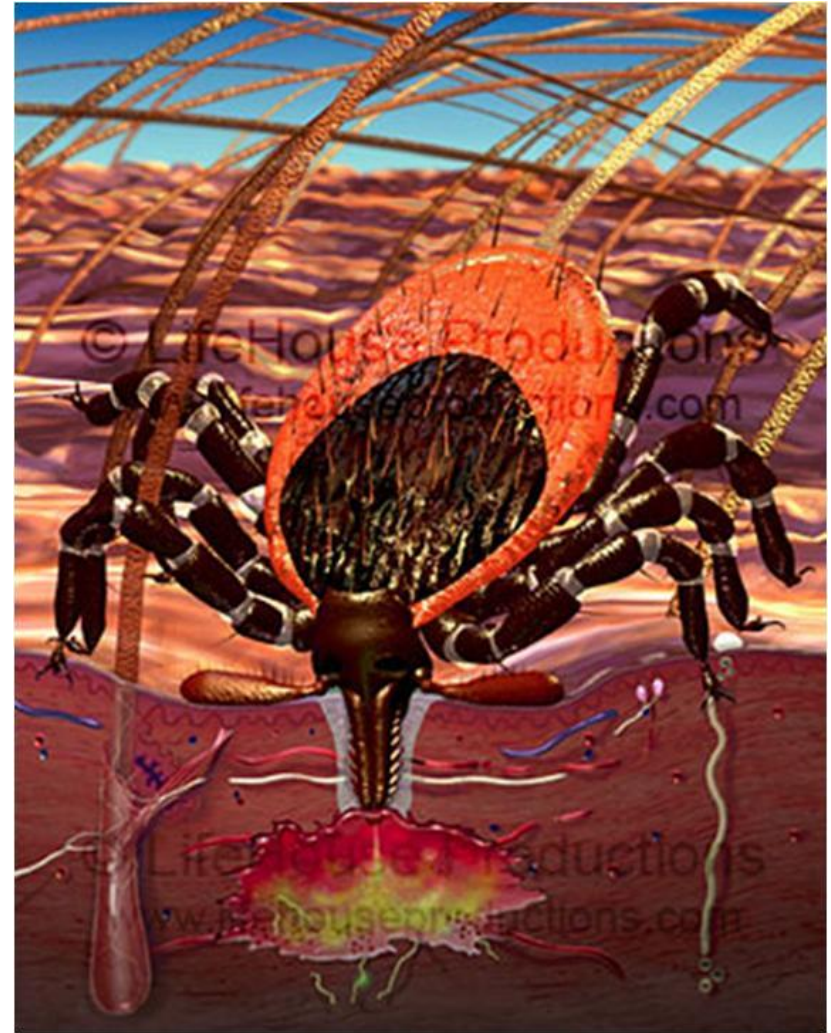
**Nuttalliellidae:** *Nuttalliella namaqua*



# Aparelho bucal de carrapatos

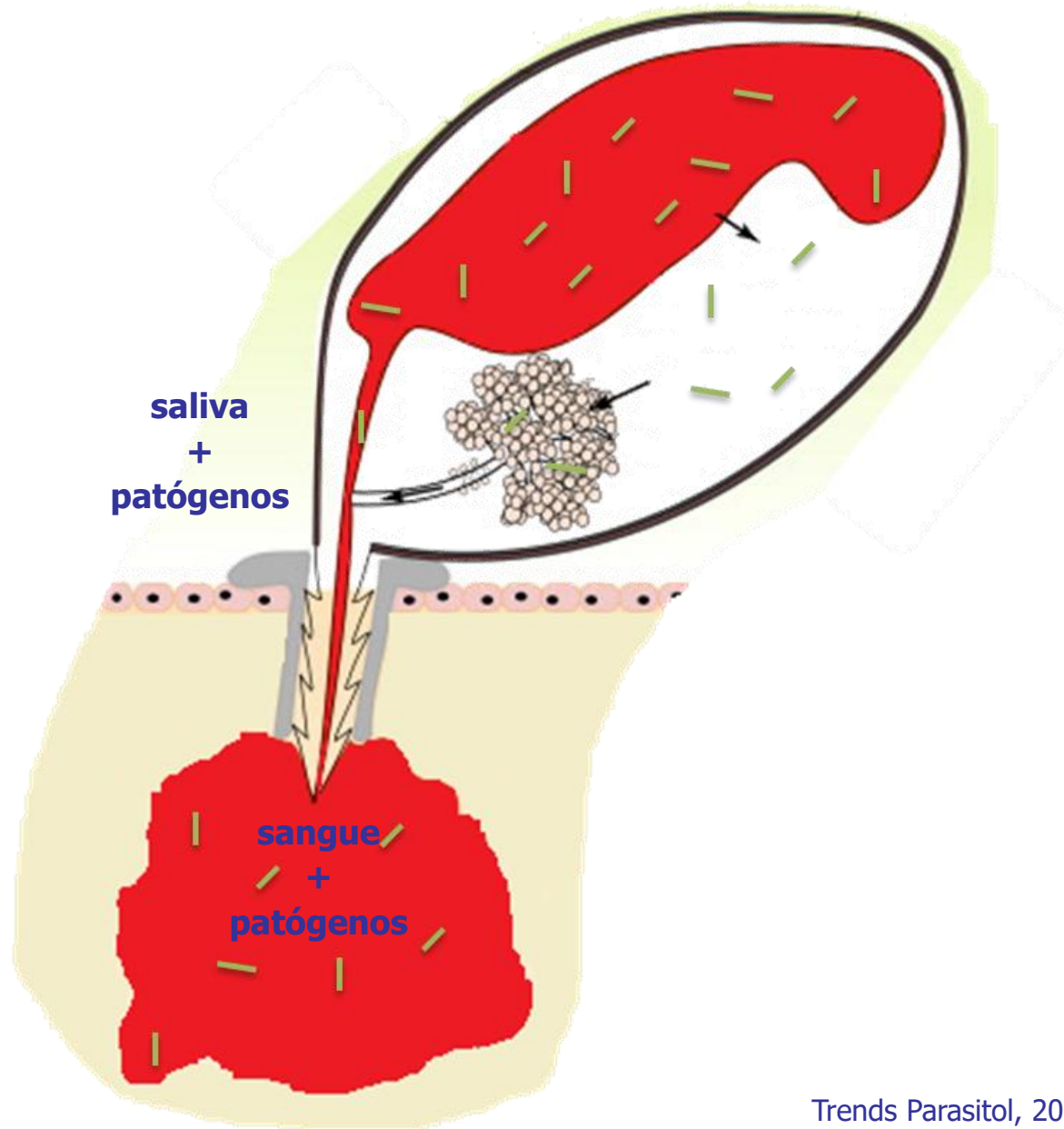


[www.tickedoff.com/ticks.html](http://www.tickedoff.com/ticks.html)



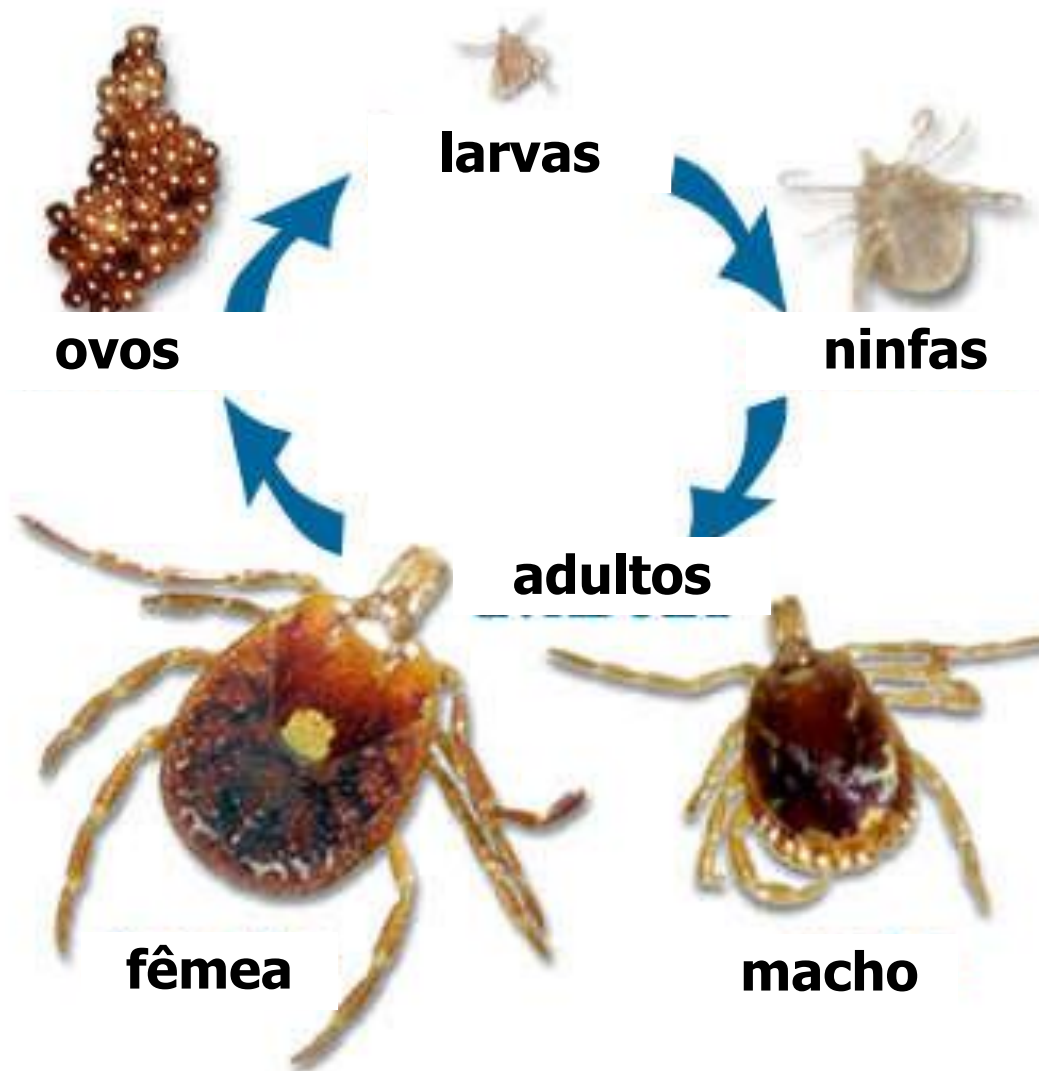
[www.lifehouseproductions.com/tick.html](http://www.lifehouseproductions.com/tick.html)

# Aquisição e transmissão de patógenos



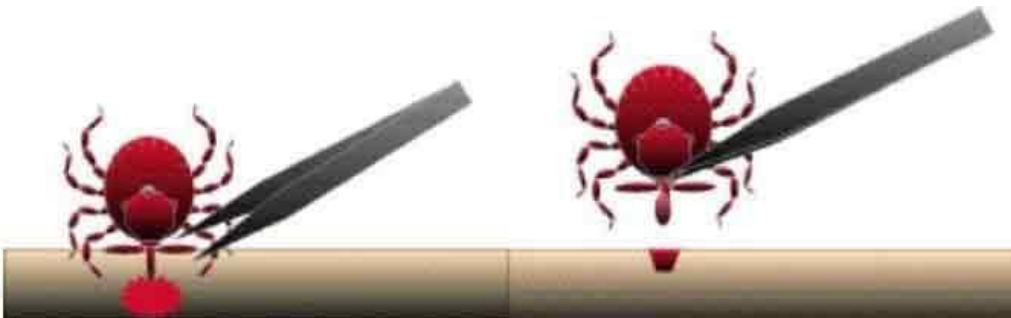
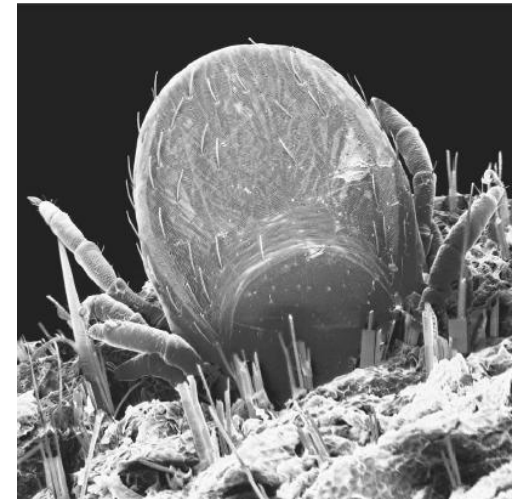
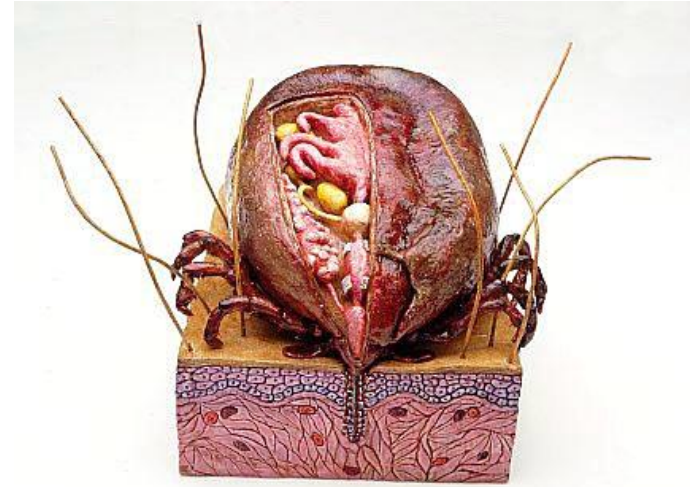


# Ciclo de vida



## Picadas de carrapatos:

- irritação local
- alergia
- anemia
- paralisia
- transmissão de patógenos



## **6. Controle de insetos e de carrapatos**



## Nos domicílios:

- Emprego de meios físicos, como a telagem das casas e o uso de mosquiteiros e cortinas (inclusive os impregnados com inseticidas) para evitar a picada de insetos
- Tratamento de animais de estimação com anti-pulgas e anti-carrapatos



- Roupas: evitar exposição da pele ao artrópode
- Repelentes



# Controle de artrópodes

Inseticidas e carrapaticidas nos seguintes grupos:

**Organoclorados:** DDT, o hexaclorociclohexano (HCH ou BHC), o dieldrin. Alvo: receptor de GABA

**Organofosforados:** malation, fenitrothion, diclorvos e outros. Alvo: AChE

**Carbamatos:** carbaril, propoxur. Alvo: AChE

**Piretróides:** deltametrina, permetrina, cipermetrina, ciflutrina e lambdacialotrina. Alvo: canais de sódio voltagem-dependentes

# Uso racional de inseticidas/carrapaticidas para evitar a resistência

- ❖ **Utilização rotativa:** manutenção do *pool* genético
- ❖ Áreas vizinhas tratadas com inseticidas diferentes

- ❖ **Moléculas que interferem com o desenvolvimento:** miméticos do hormônio juvenil (methoprene) e inibidores da síntese de quitina (TH.6040);
- ❖ **Armadilhas:** feromônios são usados como isca para atrair os machos para as armadilhas ou para perturbar a reprodução (produtos vegetais com vários tipos de ação);

## ❖ Controle biológico:

Bactérias como *Bacillus thuringiensis* e *B. sphaericus* - endotoxina protéica que destrói o epitélio digestivo e mata as larvas que os ingerirem



Êxito para o controle das larvas dos simulídeos transmissores da oncocercíase, larvas de *Aedes*, de *Anopheles* e de *Culex*.

Fungos entomopatogênicos: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium* spp.



# Predadores

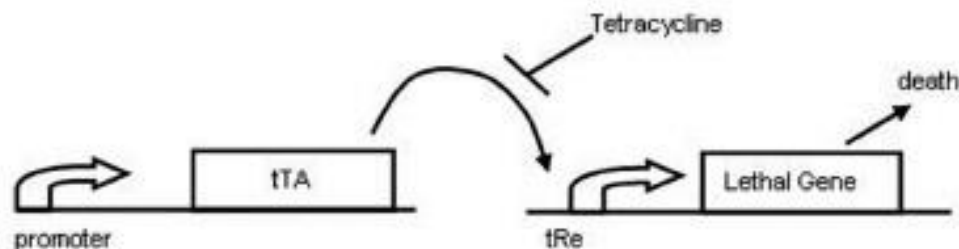
**Table 1.** Predators of mosquito larvae as tools for biological control of mosquitoes.

Organisms	Species	Targeting Species	Limitations
Fish	Mainly <i>Gambusia affinis</i>	Nonspecific due to diet and predatory behaviors	Other off-target arthropod species in the same water body can be affected. Potential damage to the ecological system can occur.
Larvae of <i>Toxorhynchites</i> species mosquitoes	<i>Tx. splendens</i> , <i>Tx. brevipalpis</i> , <i>Tx. moctezuma</i> , <i>Tx. Amboinensis</i> , and <i>Tx. rutilus</i>	Mainly <i>Ae. aegypti</i>	Sylvatic species cannot be readily adapted to human environment.
Copepods	Mainly <i>Mesocyclops</i> and <i>Macrocyclops</i> species	Mainly <i>Ae. aegypti</i>	Most effective against first instar larvae.

Fonte: Insects, 2017 8 (21)

**Table 2.** Comparison of sterile insect technique (SIT) and release of insects with dominant lethality (RIDL).

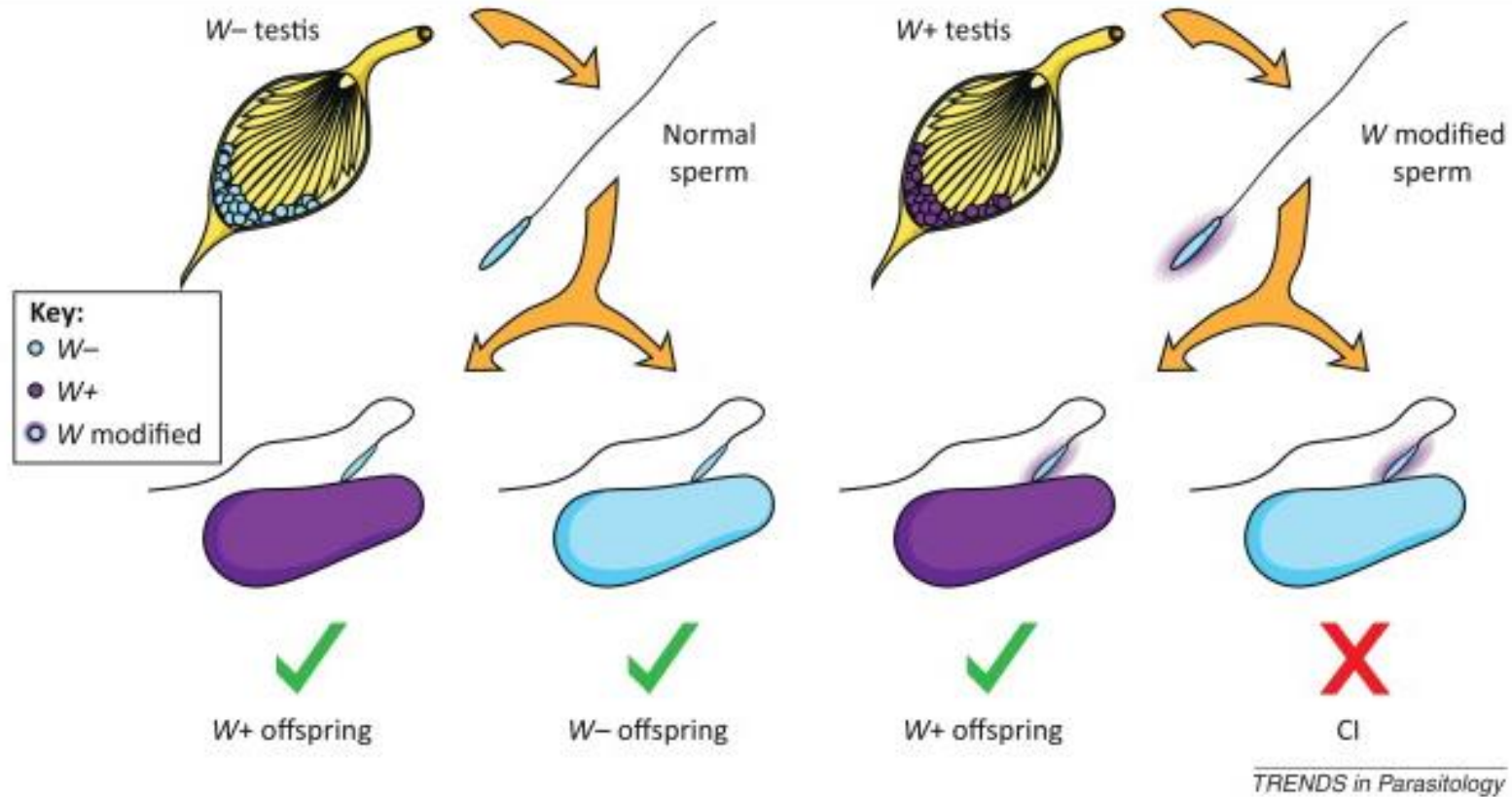
Technique	Mechanism of Population Suppression	Introduction of Lethality by Genetically Modified Arthropods	Requirement of Sex Separation
SIT	Suppression of population by lethality at embryo stage	Sterilization of males at pupae stage prevents the successful insemination in female adults after mating	Yes, manual separation of males and females is required
RIDL	Suppression of population by lethality at larval stage in the absence of selectable antibiotics	Introduction of dominant lethal genes is achieved by releasing transgenic males	No, sex-specific promoters can allow the separation of males and females



**Fig. 2** - tTA and the tetracycline-repressible expression system. The tetracycline-repressible transcriptional activator (tTA) protein is placed under a promoter control. When expressed, the tTA protein binds to a specific DNA sequence, tetO, driving expression from an adjacent minimal promoter which leads to expression of any sequence (the effector gene) placed under the control of this minimal promoter. The combined effect is that the effector gene is expressed in essentially the pattern of the promoter driving tTA. However, in the presence of low concentrations of tetracycline, the tTA protein does not bind DNA and so expression of the effector gene is prevented. (Modified from ALPHEY 2002)<sup>5</sup>.

Fontes: Insects, 2017 8 (21), Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo vol.54 no.5 São Paulo Sept./Oct. 2012

# *Wolbachia*: responsável por incompatibilidade citoplasmática - induz esterilidade



Inibe infecção do mosquito por patógenos