



Artrópodes ectoparasitas

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

1. Posição sistemática
2. Características gerais
3. Principais insetos e aracnídeos causadores de doenças
4. Artrópodes vetores de doenças: a hematofagia como ponto chave da interação com patógenos
5. Controle de insetos e carrapatos

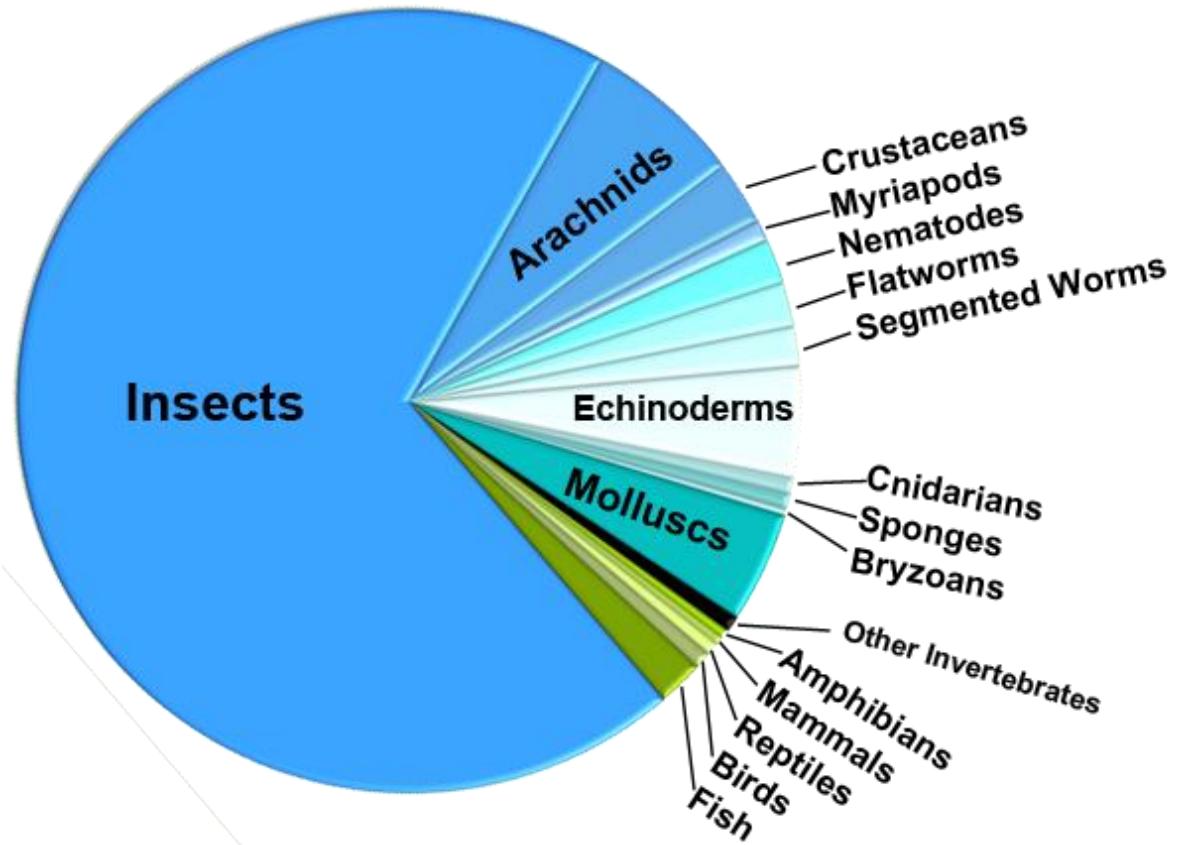
Posição sistemática

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

Subfilo Mandibulata

Classe Insecta

Ordem Hemiptera



Ordem Diptera

Ordem Anoplura



Ordem Siphonaptera



Reino Animalia

Sub-reino Metazoa

Filo Arthropoda

Subfilo Chelicerata

Classe Arachnida

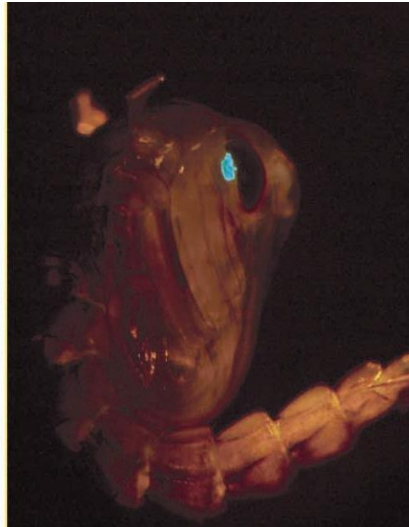
Subclasse Acarina
carrapatos, ácaros



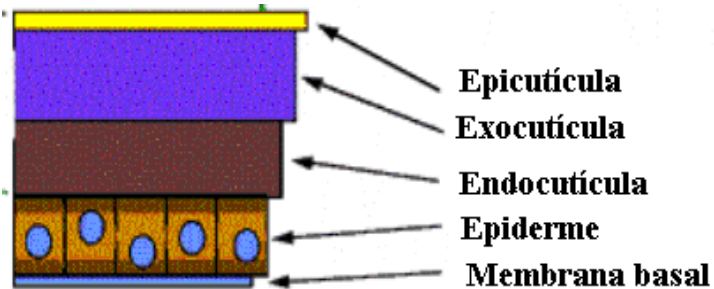
Características gerais

Características gerais dos artrópodes

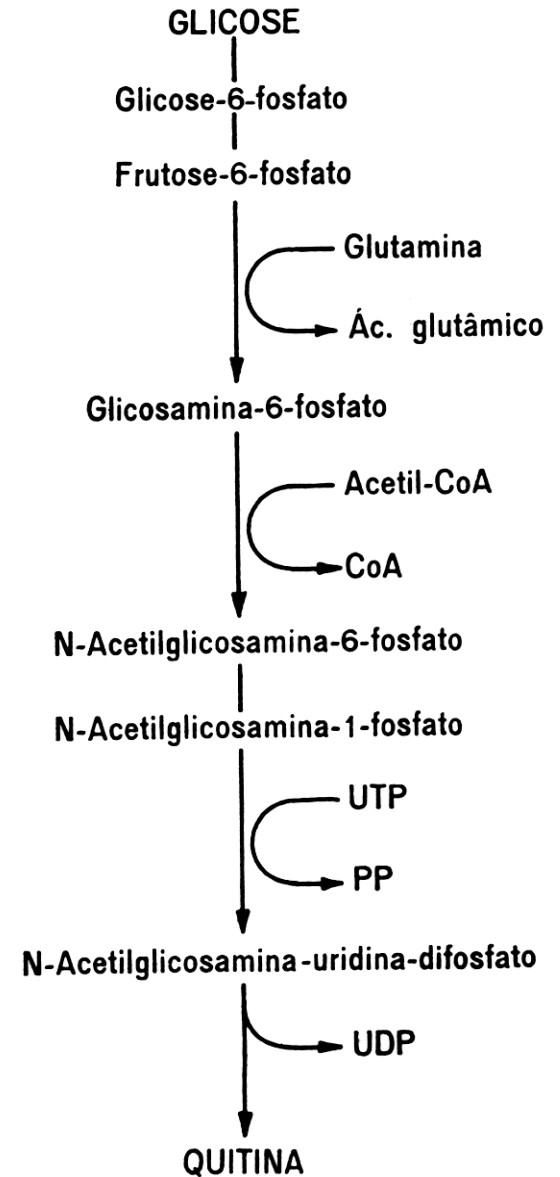
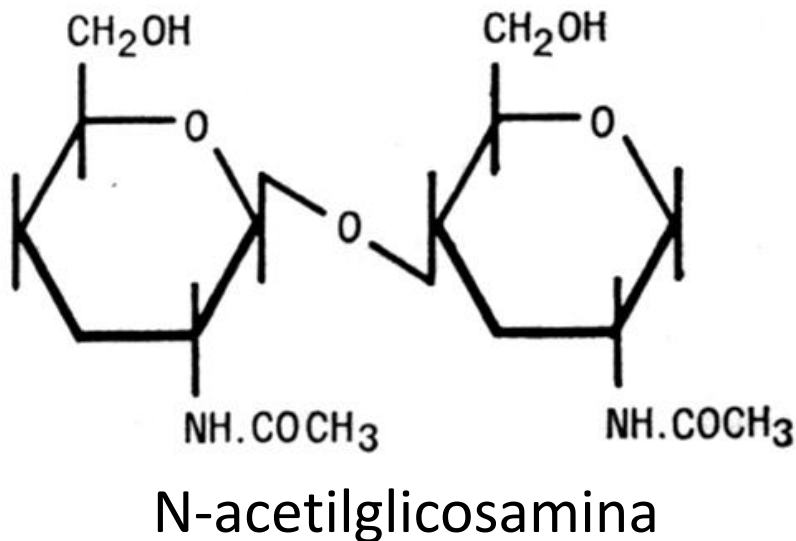
Corpo segmentado, apêndices articulados e exoesqueleto quitinoso (cutícula)



Estrutura e composição da cutícula



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



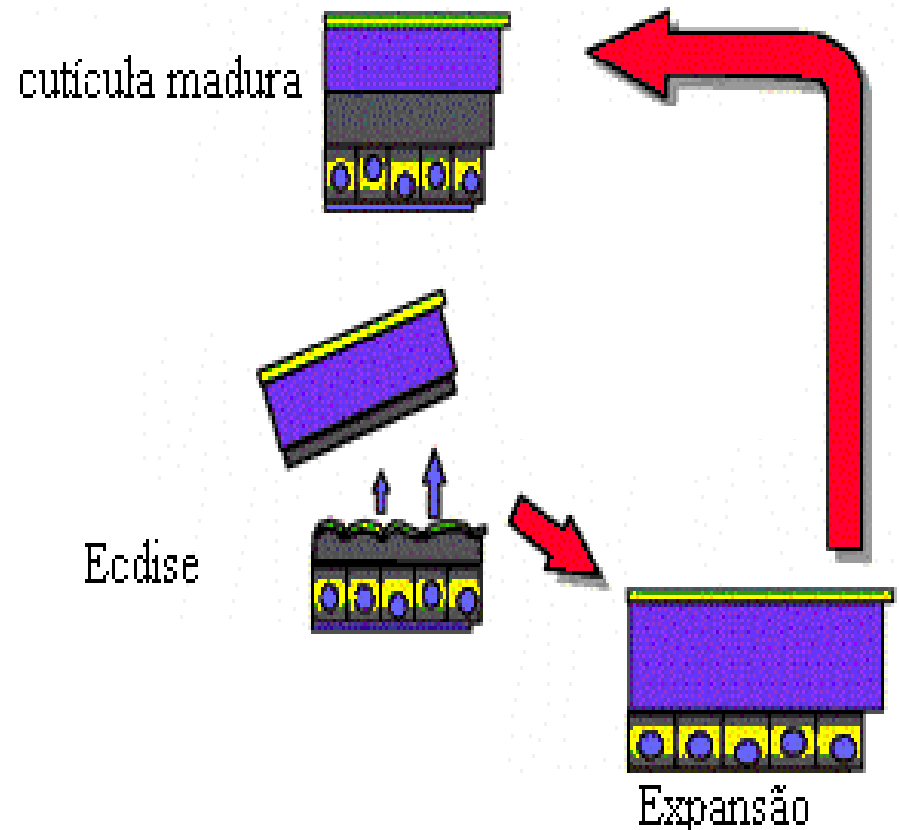
Rigidez da cutícula x Crescimento

Reduz perda de água
e dá sustentação



Rigidez

Processo de troca da
cutícula - ecdise (ou
muda)

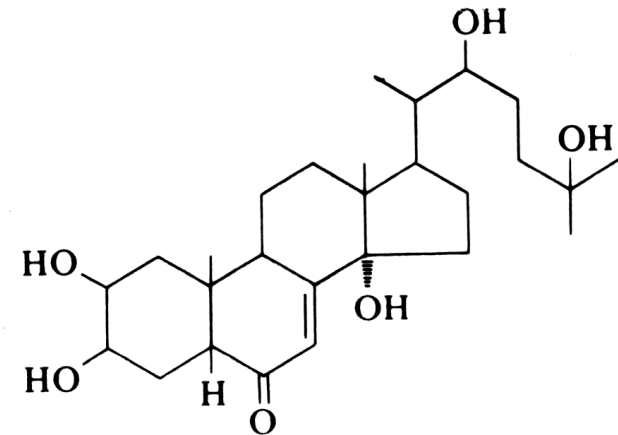


Ecdise

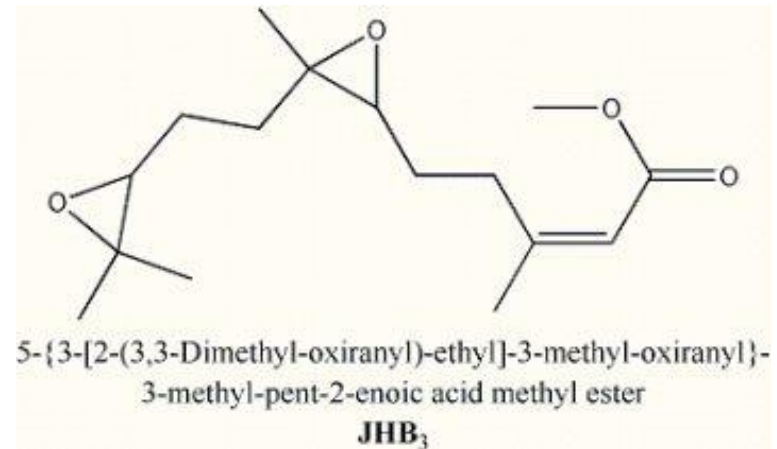
- Controle hormonal



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



Ecdisona

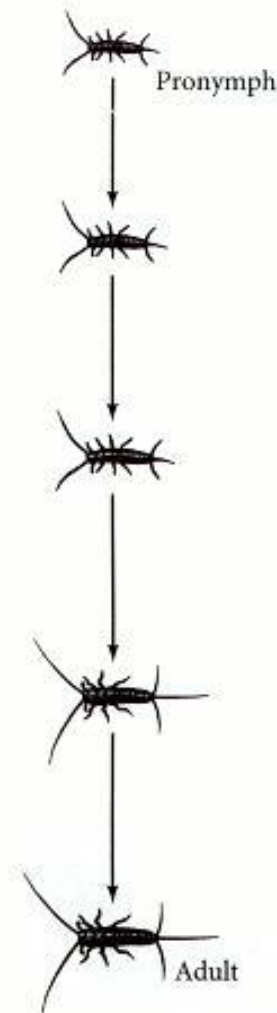


Insetos

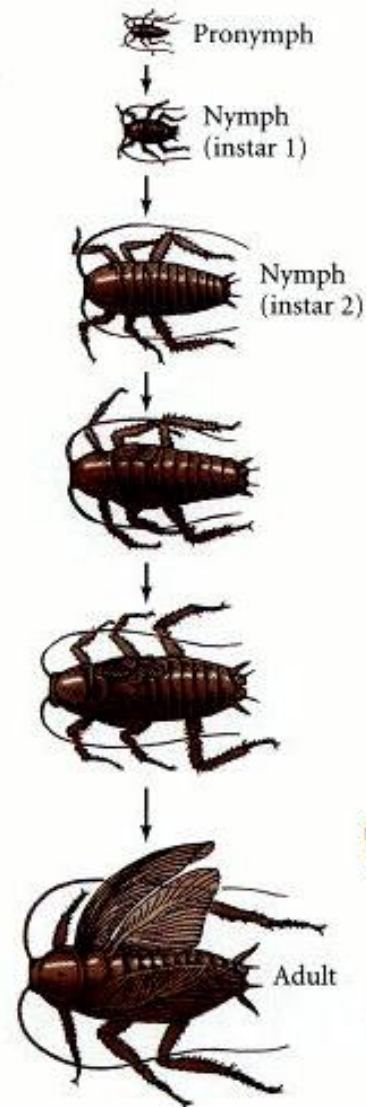
Tipos de desenvolvimento:

1. Ametabolia
2. Hemimetabolia
3. Holometabolia

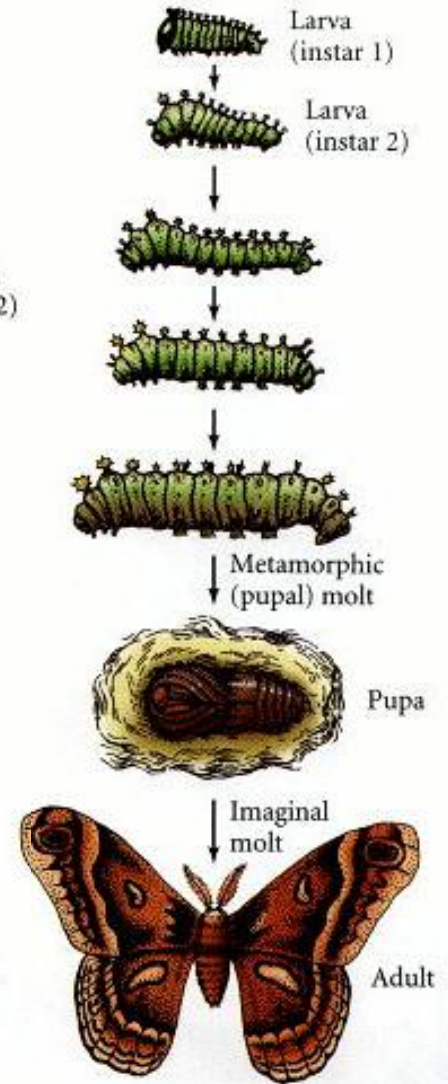
(A) AMETABOLOUS DEVELOPMENT



(B) HEMIMETABOLOUS DEVELOPMENT

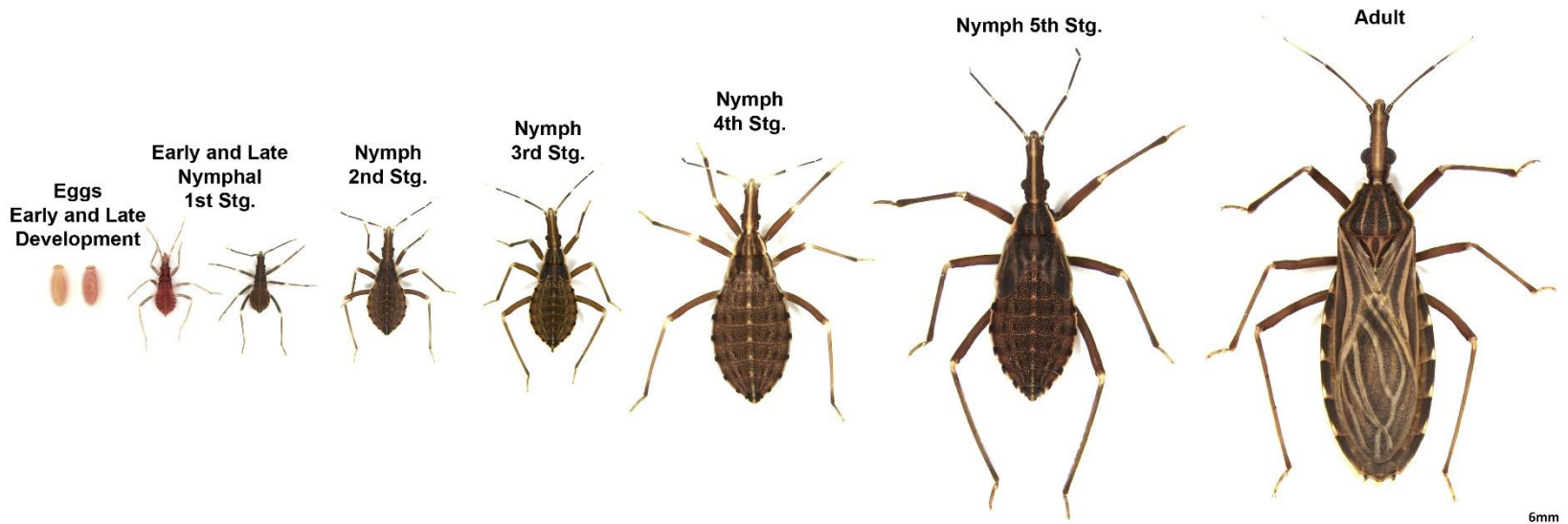


(C) HOLOMETABOLOUS DEVELOPMENT



Hemimetabolia

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



Holometabolia

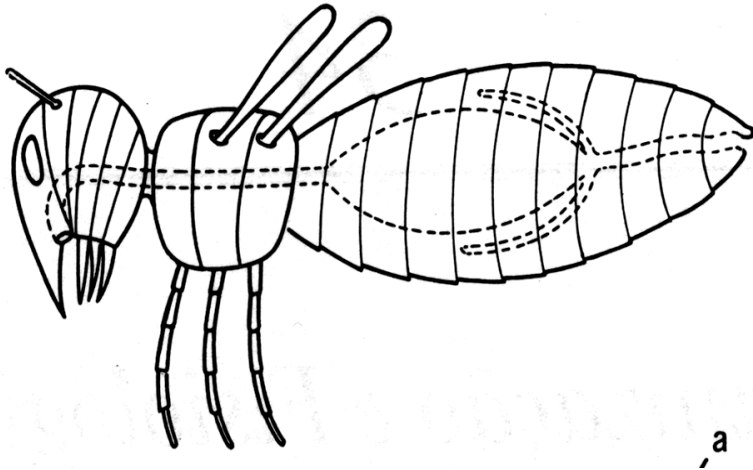
- Metamorfose completa
- Fases de ovo, de larva, de pupa e adulta
- Exemplos:

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



Insetos

- corpo subdividido em cabeça, tórax e abdome



Reino Animalia

Sub-reino Metazoa

Filo Arthropoda

Subfilo Chelicerata

Classe Arachnida

Subclasse Acarina
carrapatos, ácaros



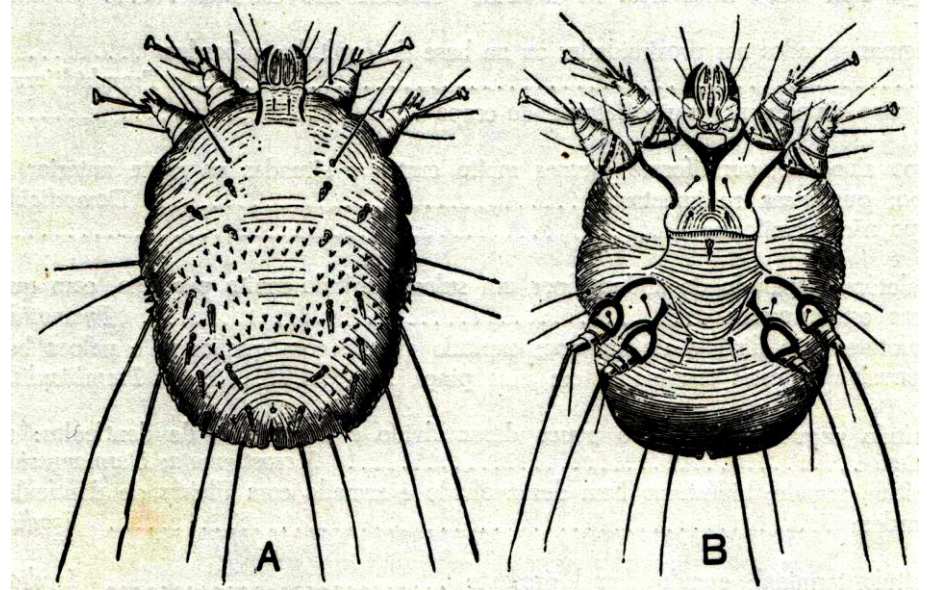
Subclasse Acarina

carrapatos



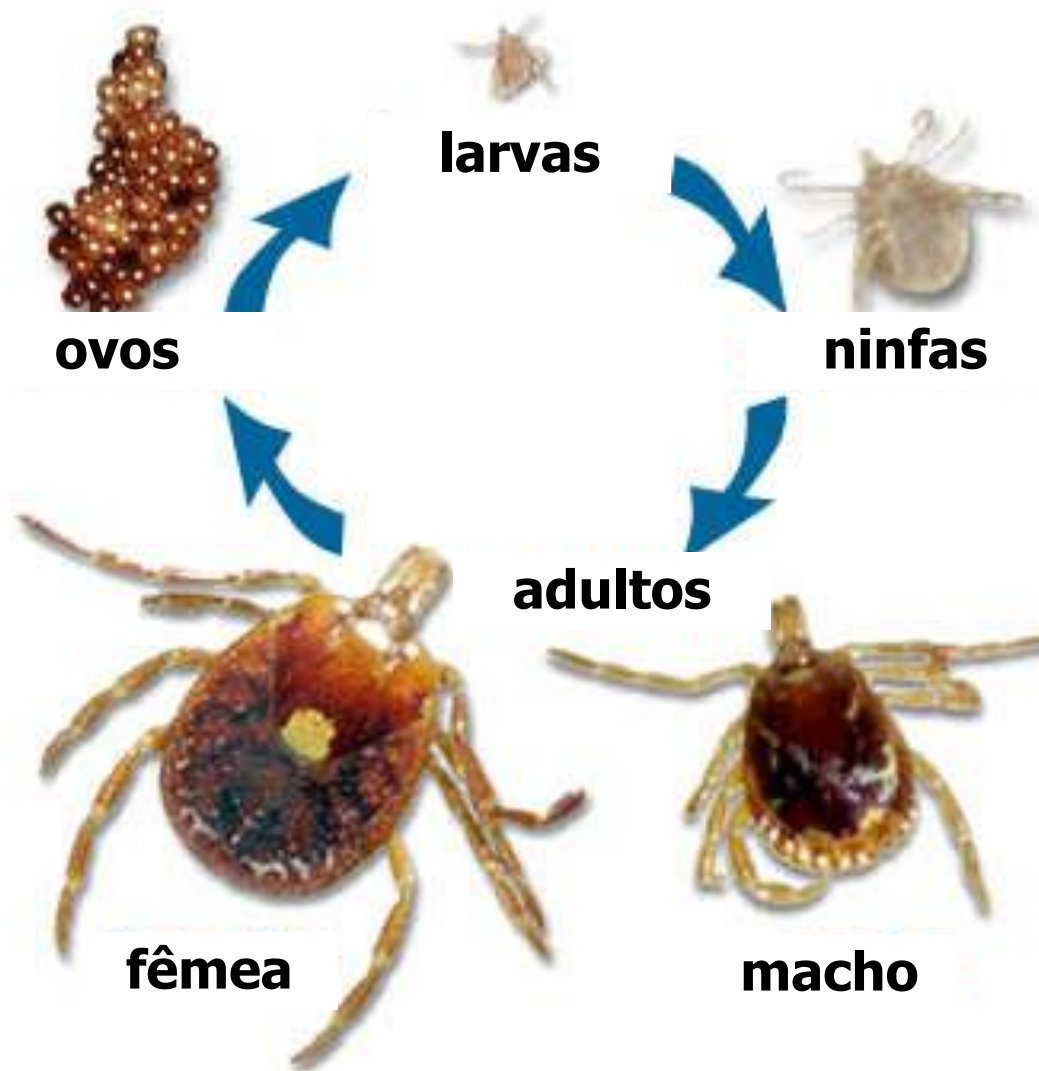
A. cajennense

ácaros



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

Ciclo de vida



Principais insetos causadores de doenças

Insetos de interesse médico-veterinário

Classe Insecta

Ordem Diptera ←

Ordem Hemiptera

Ordem Anoplura

Ordem Siphonaptera

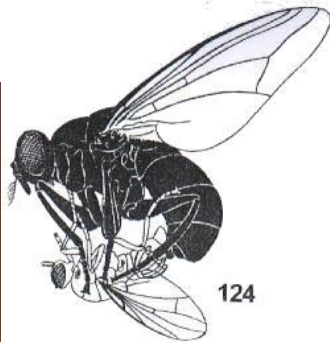
Dípteros ciclorrafos: **as moscas**

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

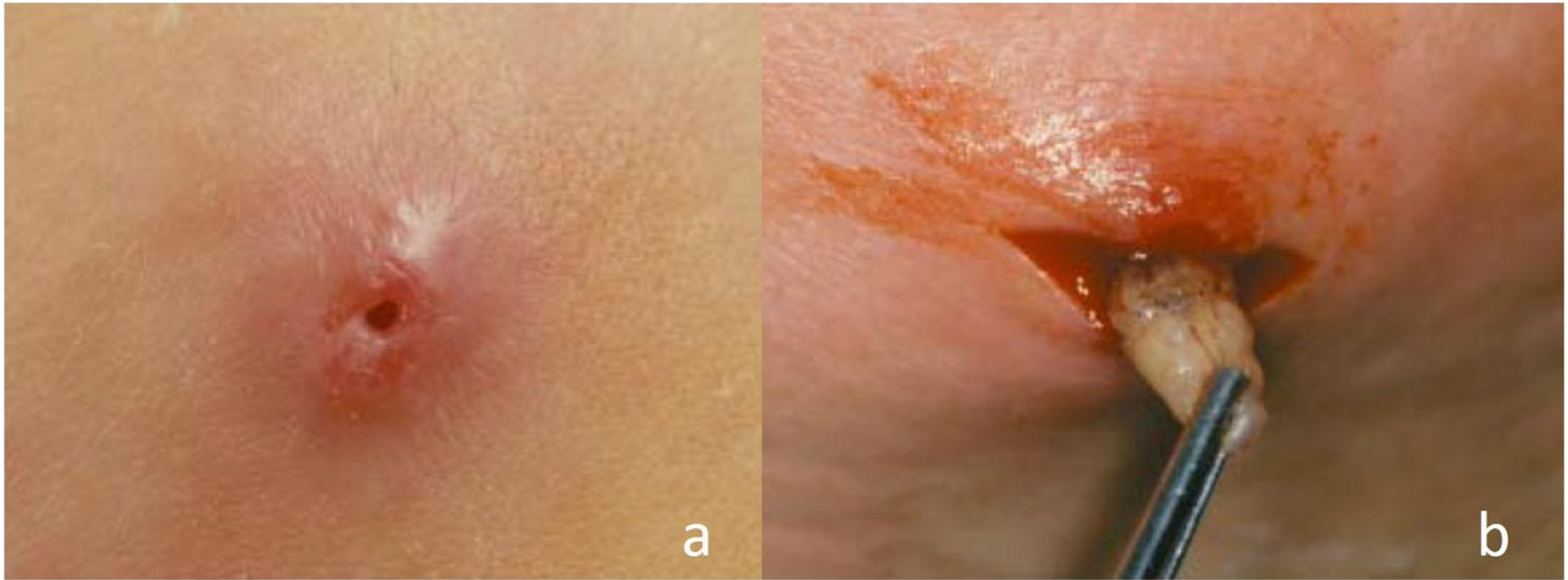


3. As larvas alimentam-se de tecidos ou líquidos corpóreos de vertebrados vivos (biontófagas)

4. O local de infecção fica suscetível a entrada de microrganismos oportunistas

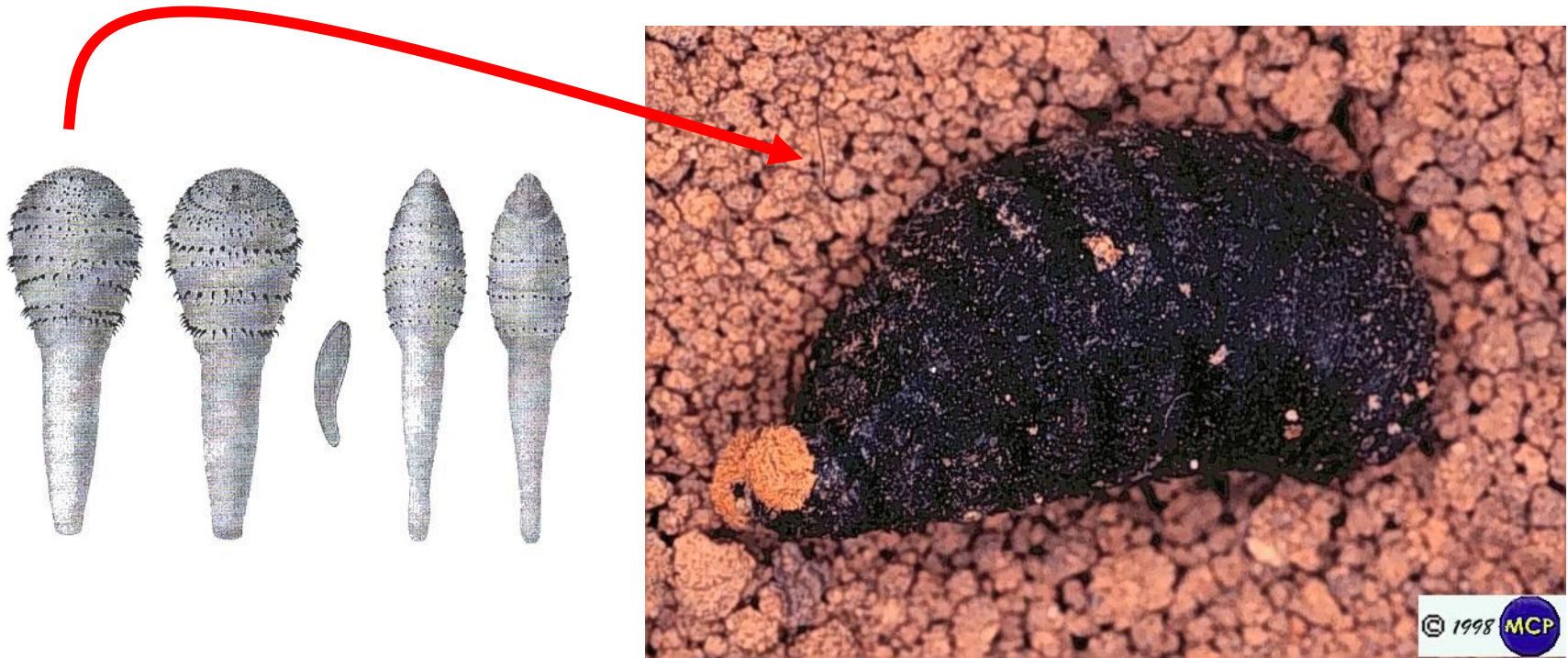
A infecção normalmente é benigna (inflamação localizada)





Parasitol Res (2019) 118:389–397

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*)

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

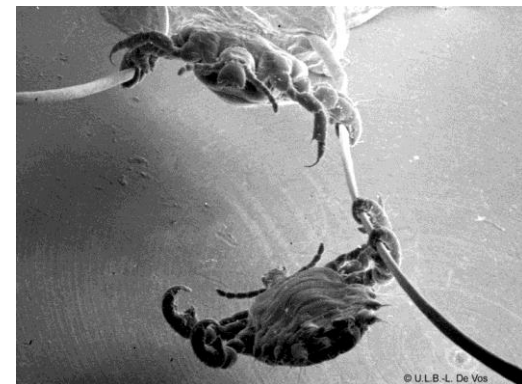
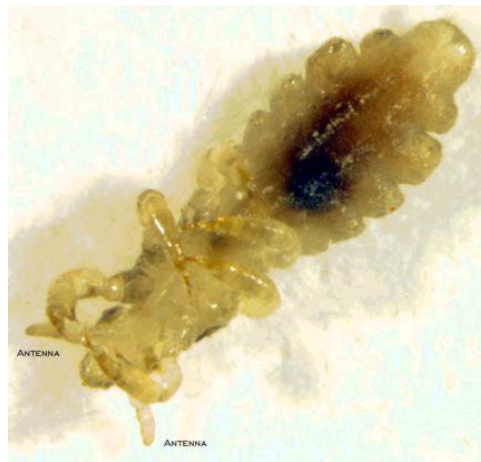
Ordem Anoplura ←

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
- 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

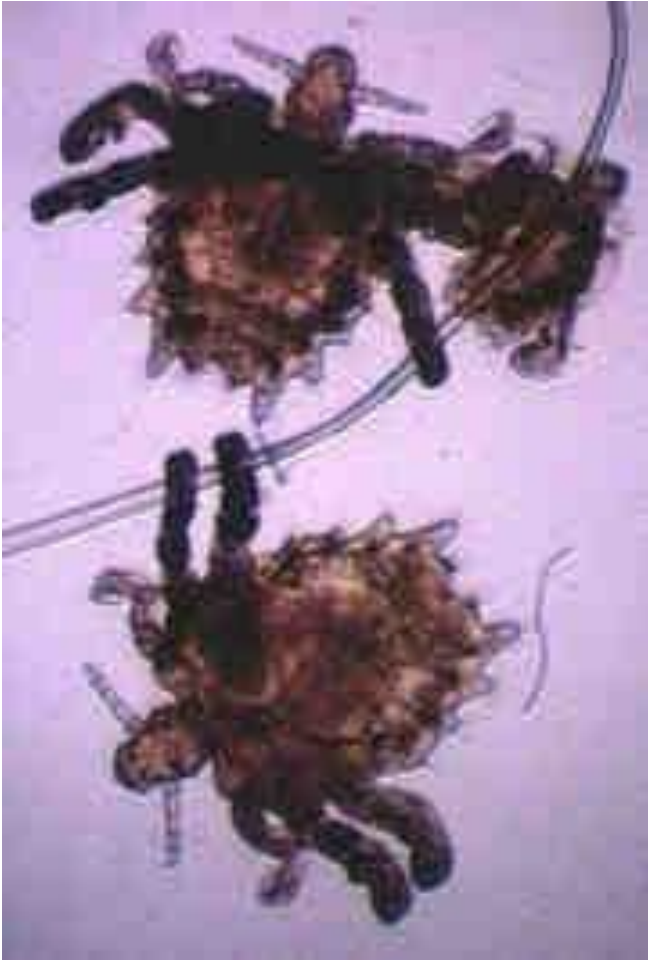


Pediculose: corpo



- *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

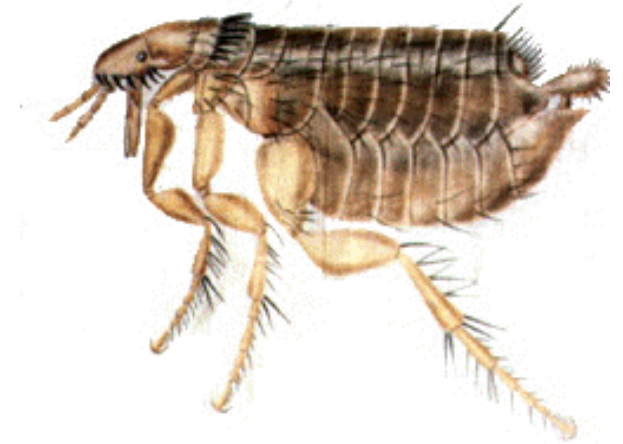
Ordem Hemiptera

Ordem Anoplura

Ordem Siphonaptera ←

Ordem Siphonaptera

- *Pulex irritans*
- insetos holometábolos
- hematófagos na fase adulta
- vetores de:
 - **peste bubônica** (causada por *Yersinia pestis* e transmitida por *Xenopsylla cheopis*)
 - **tifo murino** (causada por *Rickettsia typhi* e transmitida por *Xenopsylla cheopis*)
- hospedeiros intermediários dos cestoides *Dypilidium caninum* e de *Hymenolepis diminuta*
- reações alérgicas, urticária



Peste bubônica

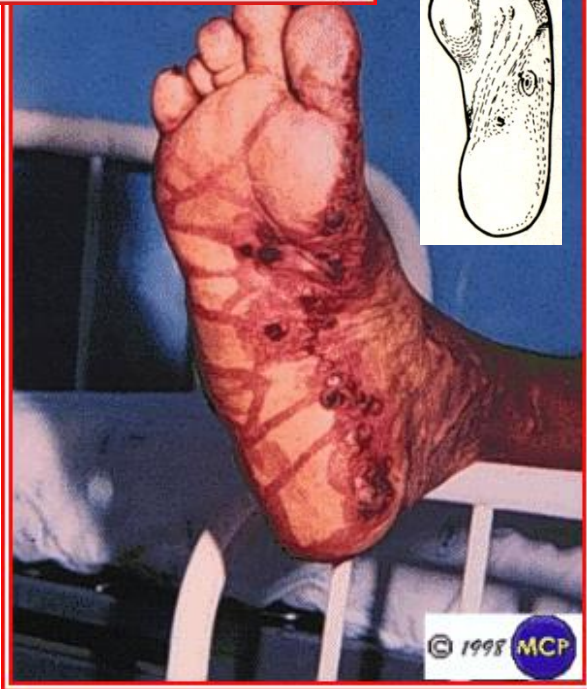


Hospital para pessoas com pestes (séc. XVIII)

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



Tunga penetrans



– pulga da areia: a fêmea fecundada penetra na pele e começa a sugar sangue

– “Bicho-do-pé” ou “pulga-do-porco”: hospedeiro é o porco (também ataca gatos, cachorros e seres humanos)

– Lesões: porta de entrada de oportunistas

Terapia: Remoção do parasita

Prevenção: Aplicação de inseticidas no ambiente

Principais aracnídeos causadores de doenças

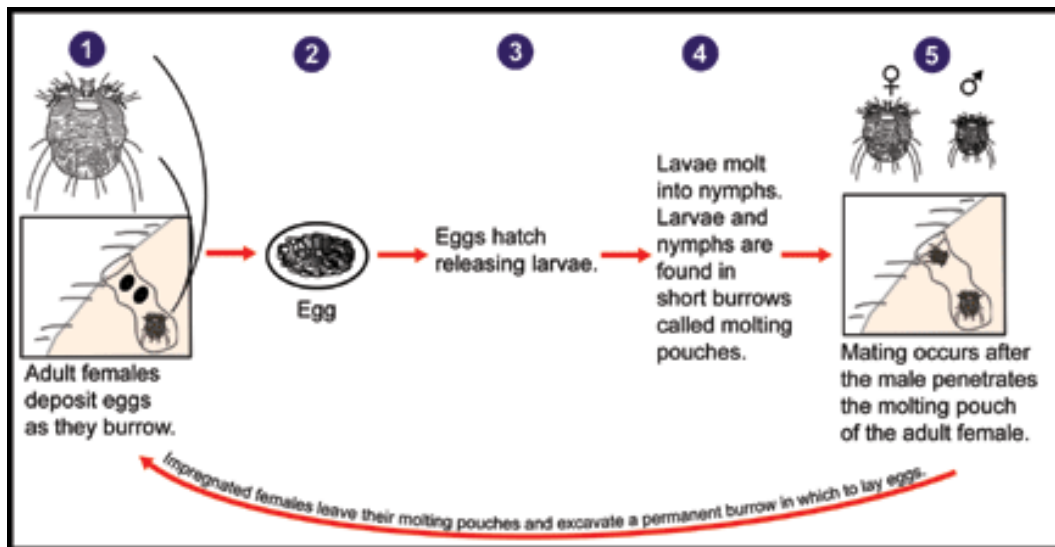
Ácaros

Família Sarcoptidae: escabiose ou sarna

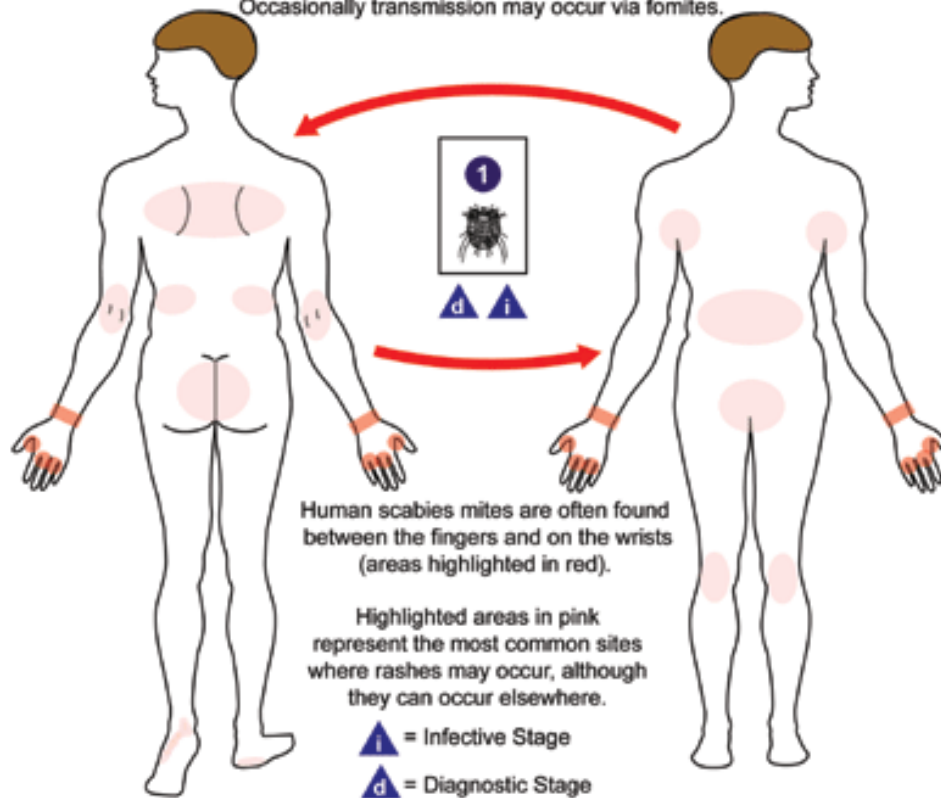
Sarcoptes scabiei var. hominis



- cosmopolita, 300 milhões de casos
- parasita de seres humanos e outros mamíferos
- infecção ocorre por contato pessoa-pessoa ou objetos contaminados (roupa, pentes etc.)

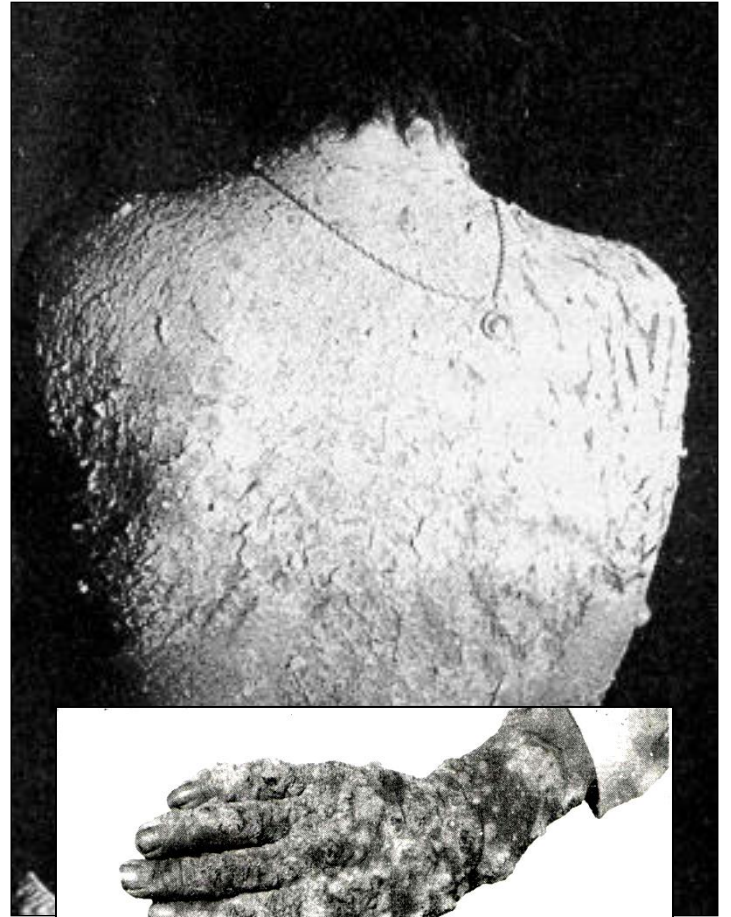
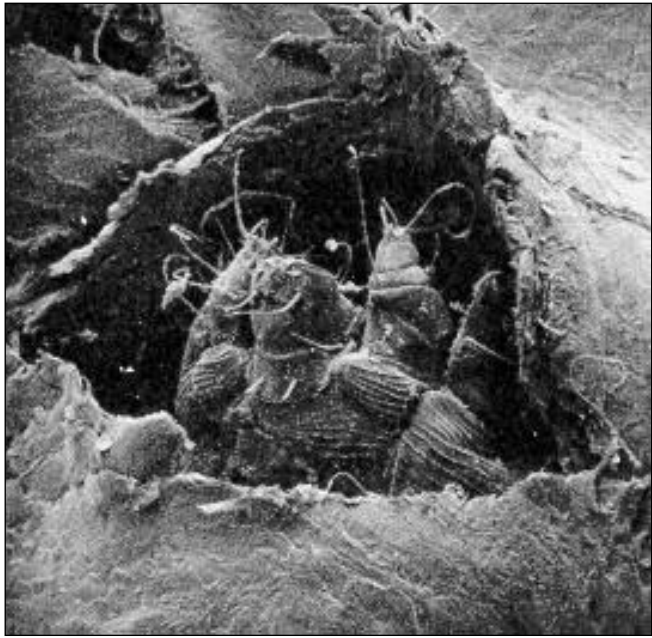


Transmission occurs primarily during person-to-person, skin-to-skin contact. Occasionally transmission may occur via fomites.



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:

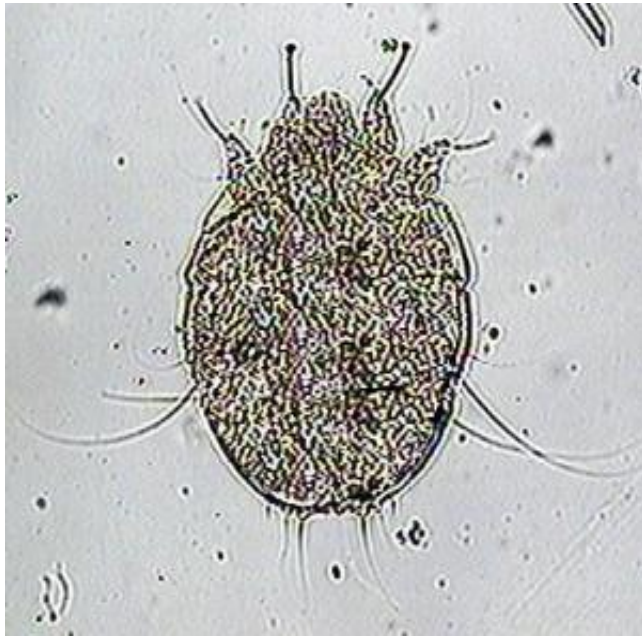
- Clínico: pruridos noturnos, aspecto das crostas
- Parasitológico: Fita gomada sobre crostas ou raspado profundo → microscopia

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)

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

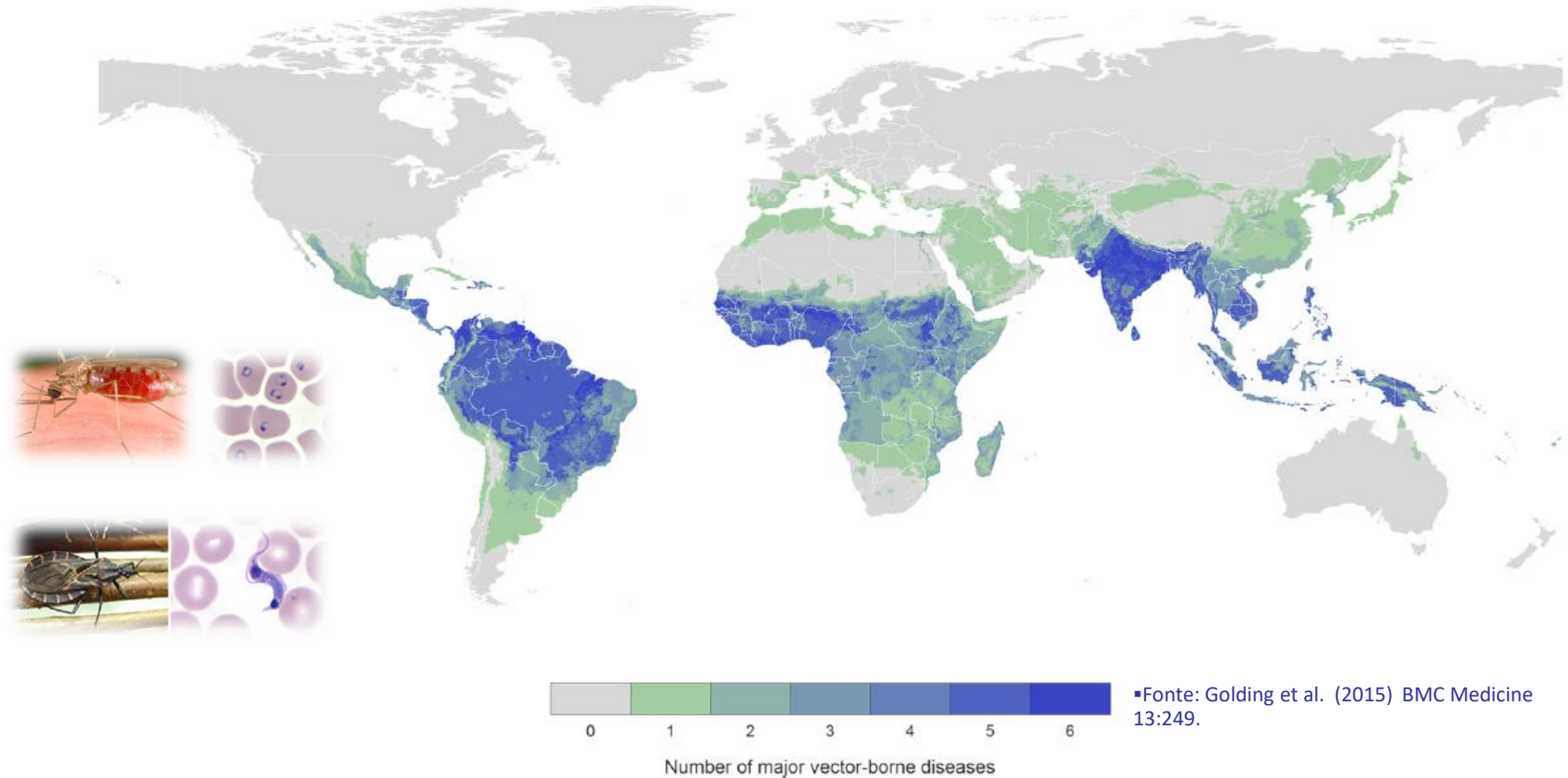
▪ <https://www.sciencephoto.com/>



▪ Fonte: Agência FAPESP

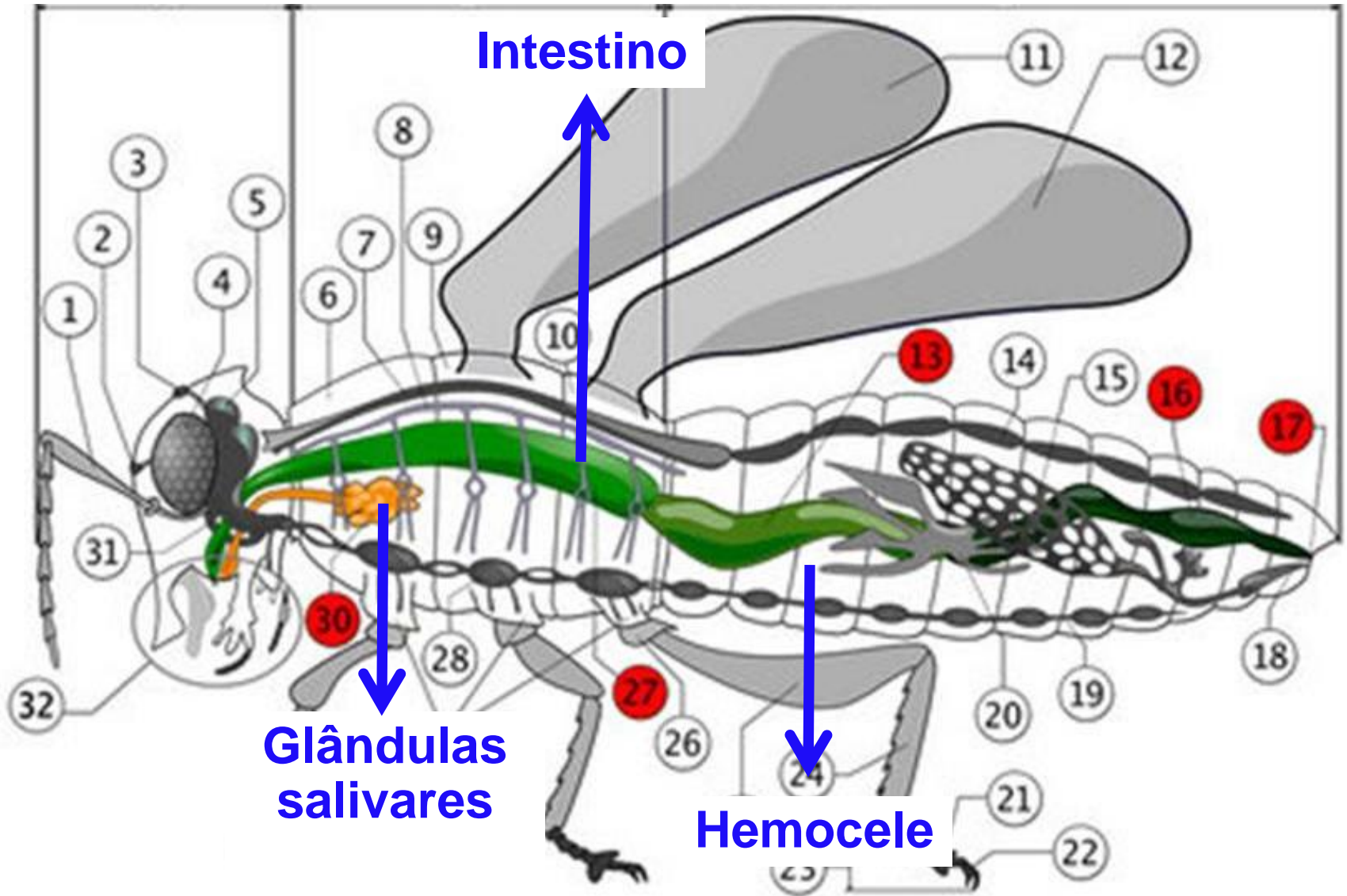


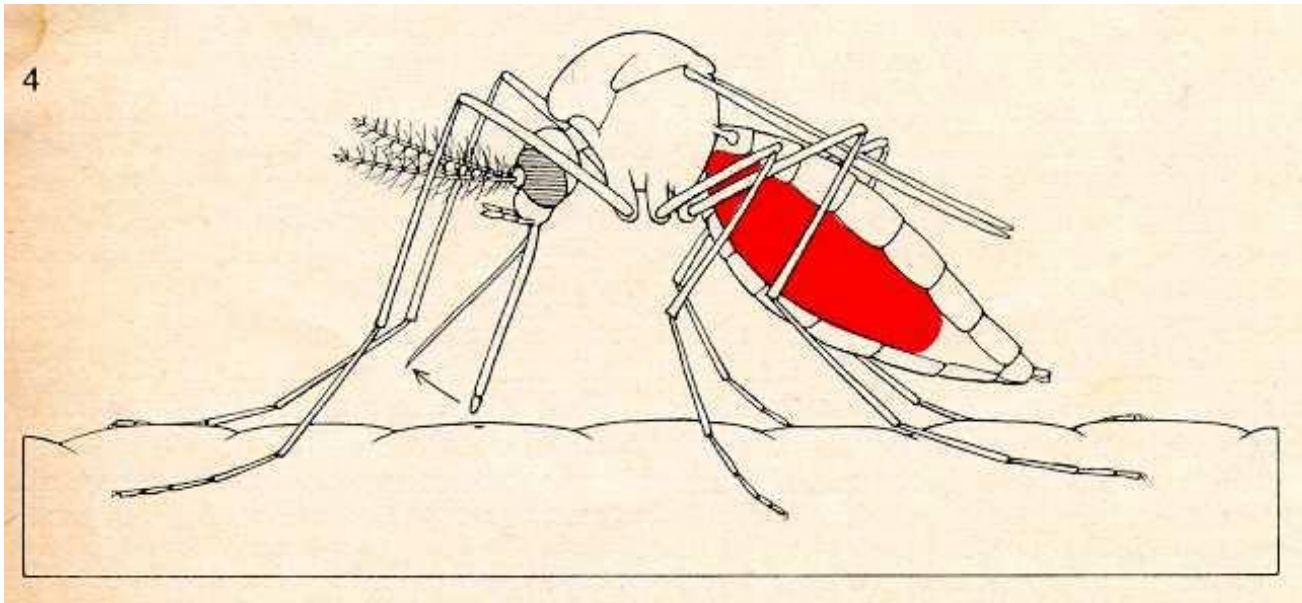
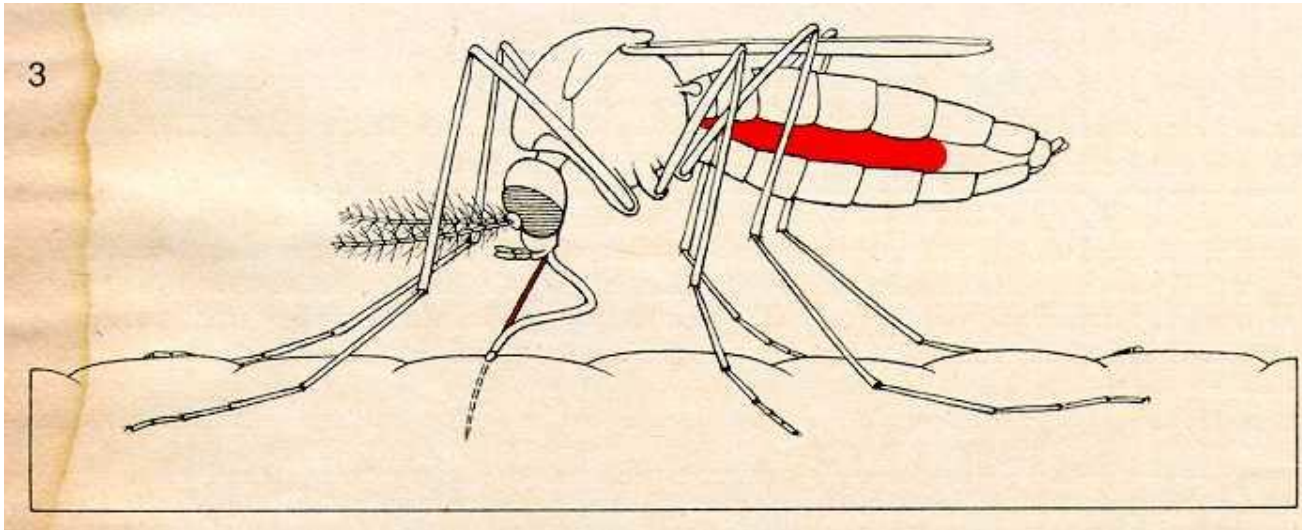
Artrópodes transmitem patógenos que colocam a população humana em risco



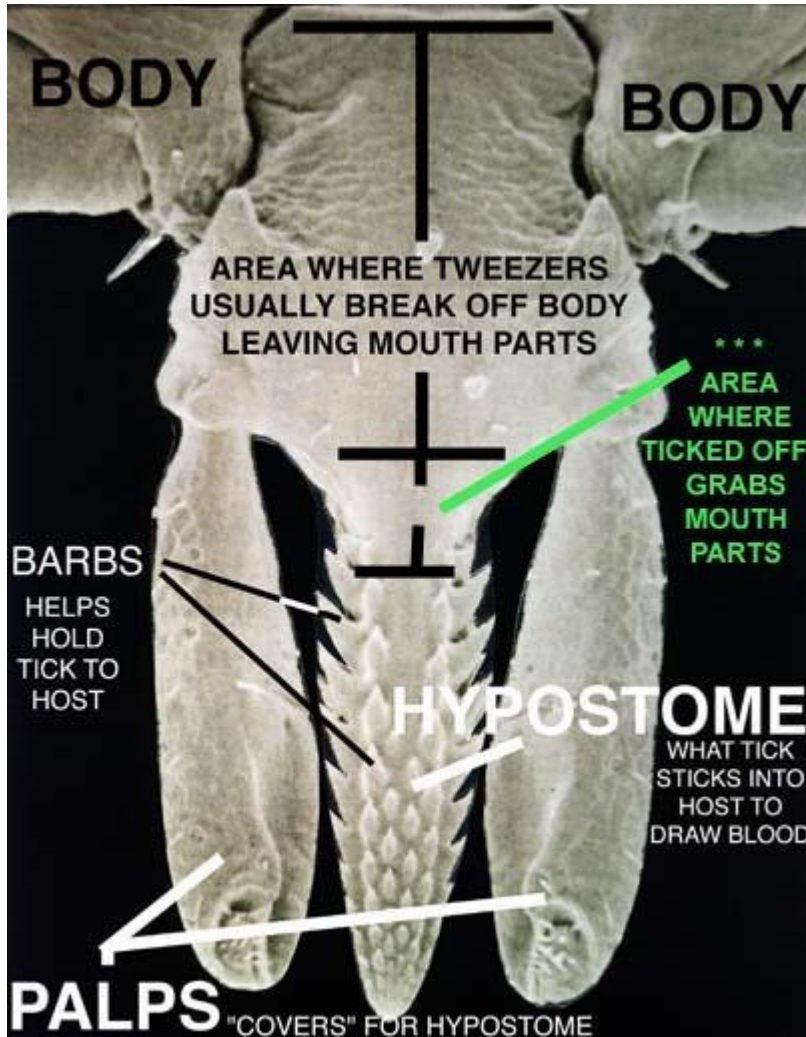
Distribuição combinada da malária, filariose linfática, dengue, encefalite japonesa, febre amarela e doença de Chagas.

Morfologia Interna

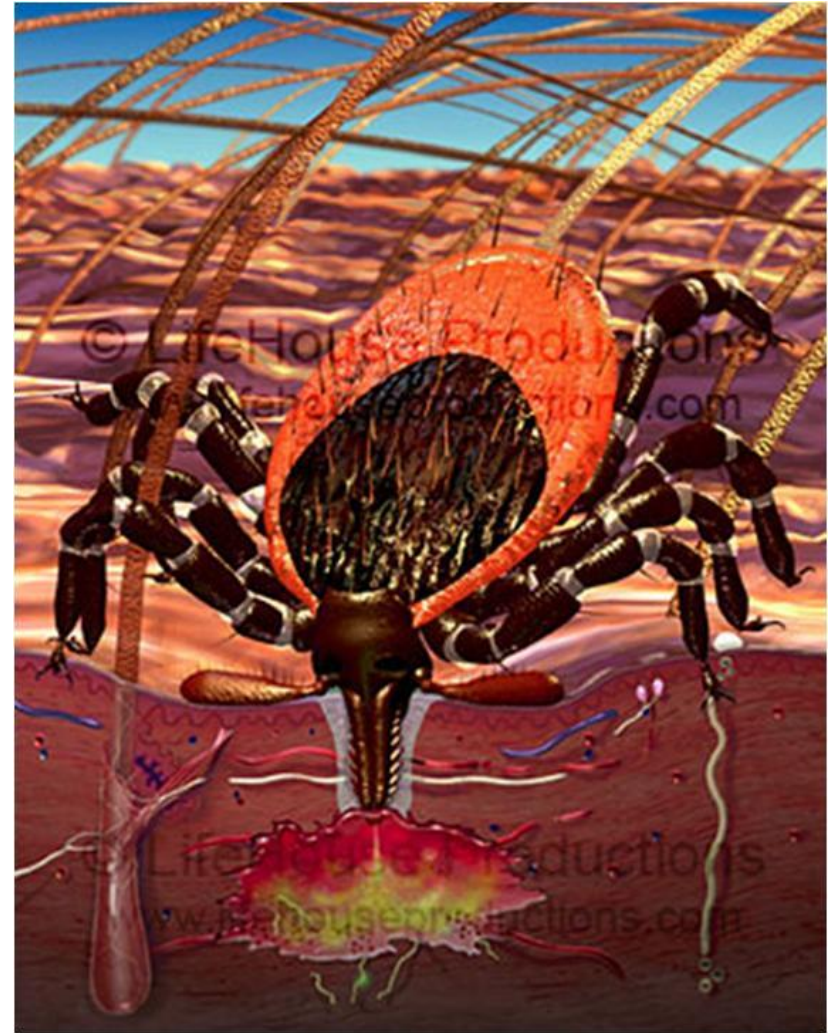




Aparelho bucal de carrapatos

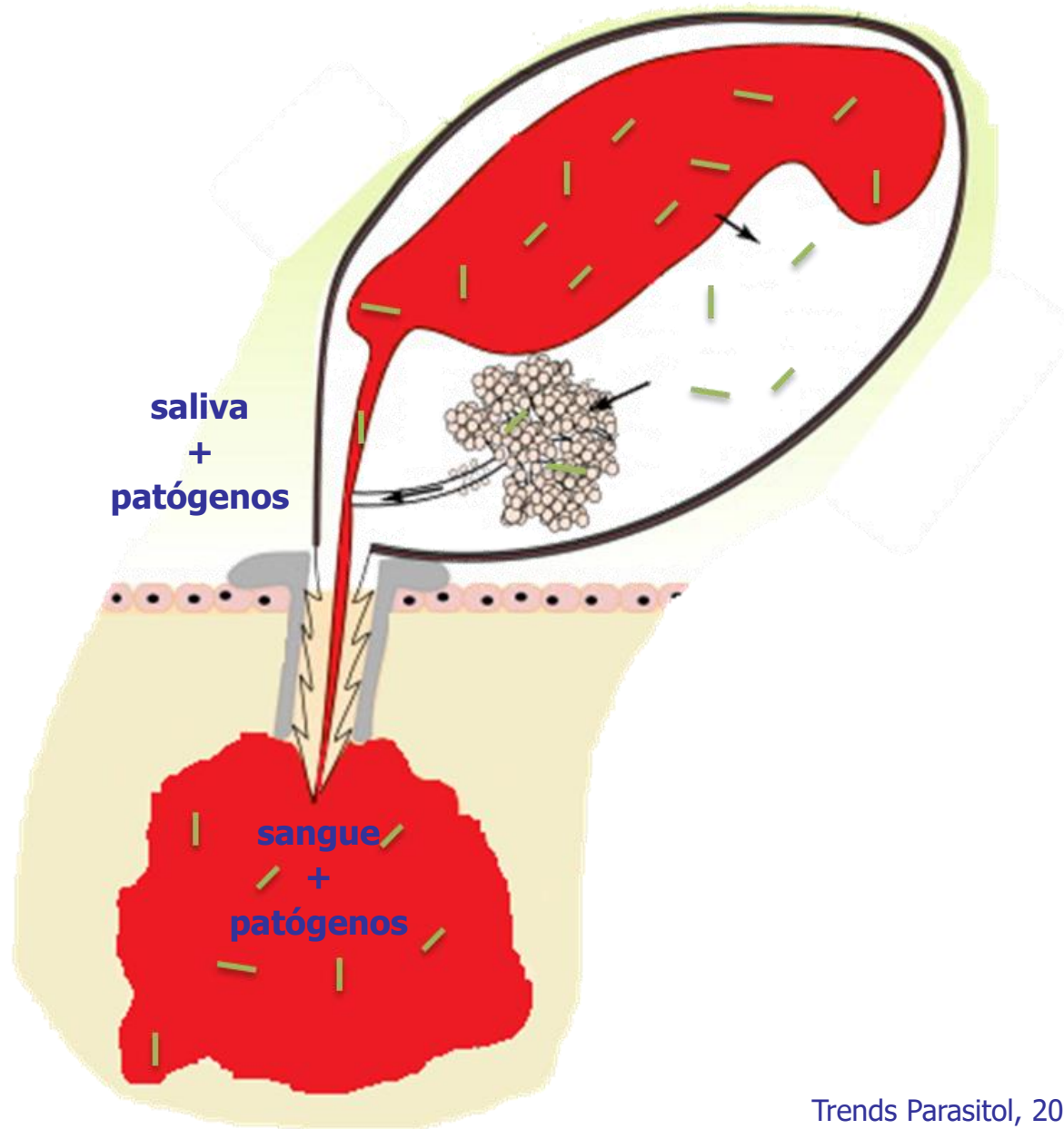


www.tickedoff.com/ticks.html

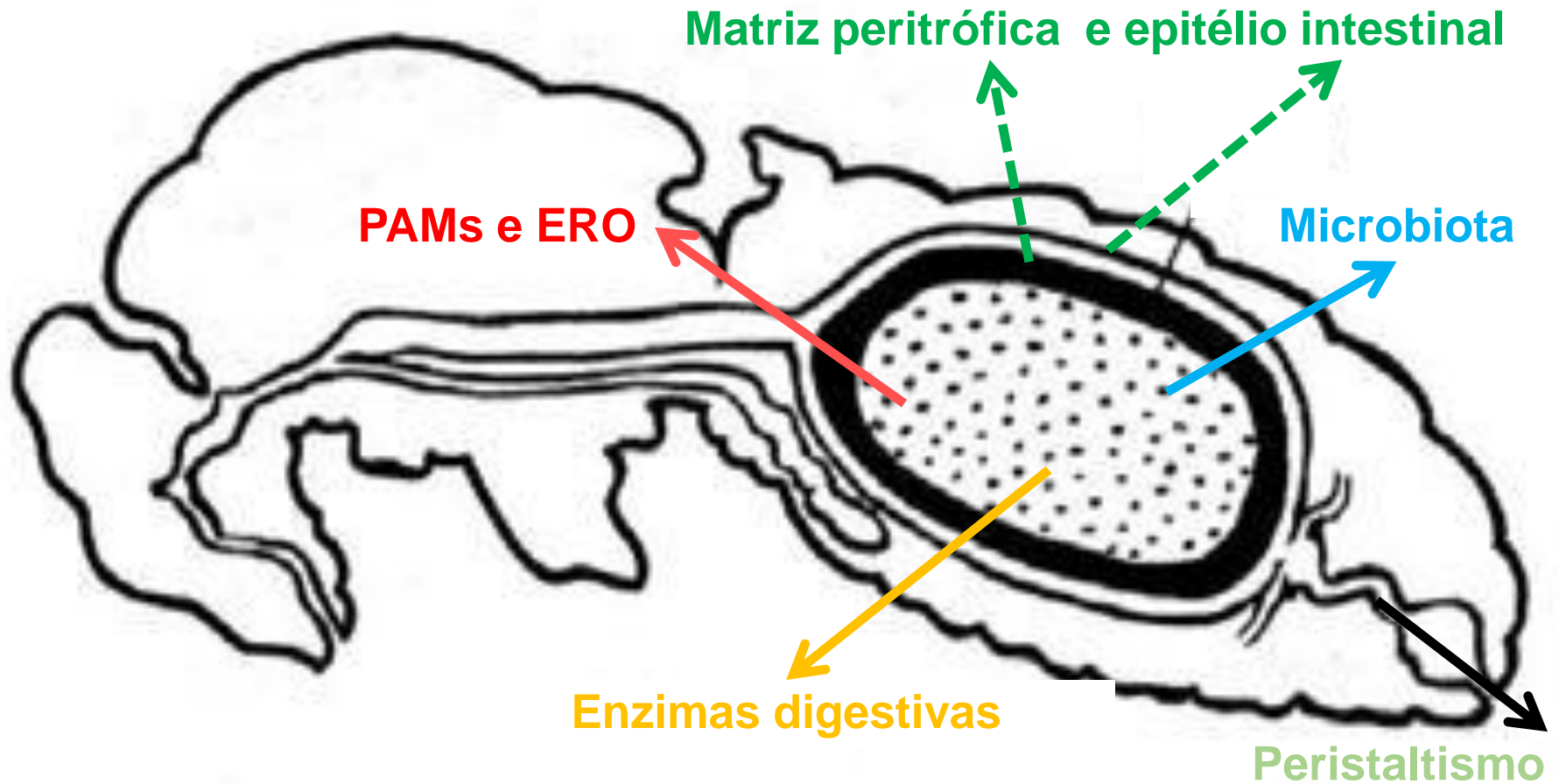


www.lifehouseproductions.com/tick.html

Aquisição e transmissão de patógenos

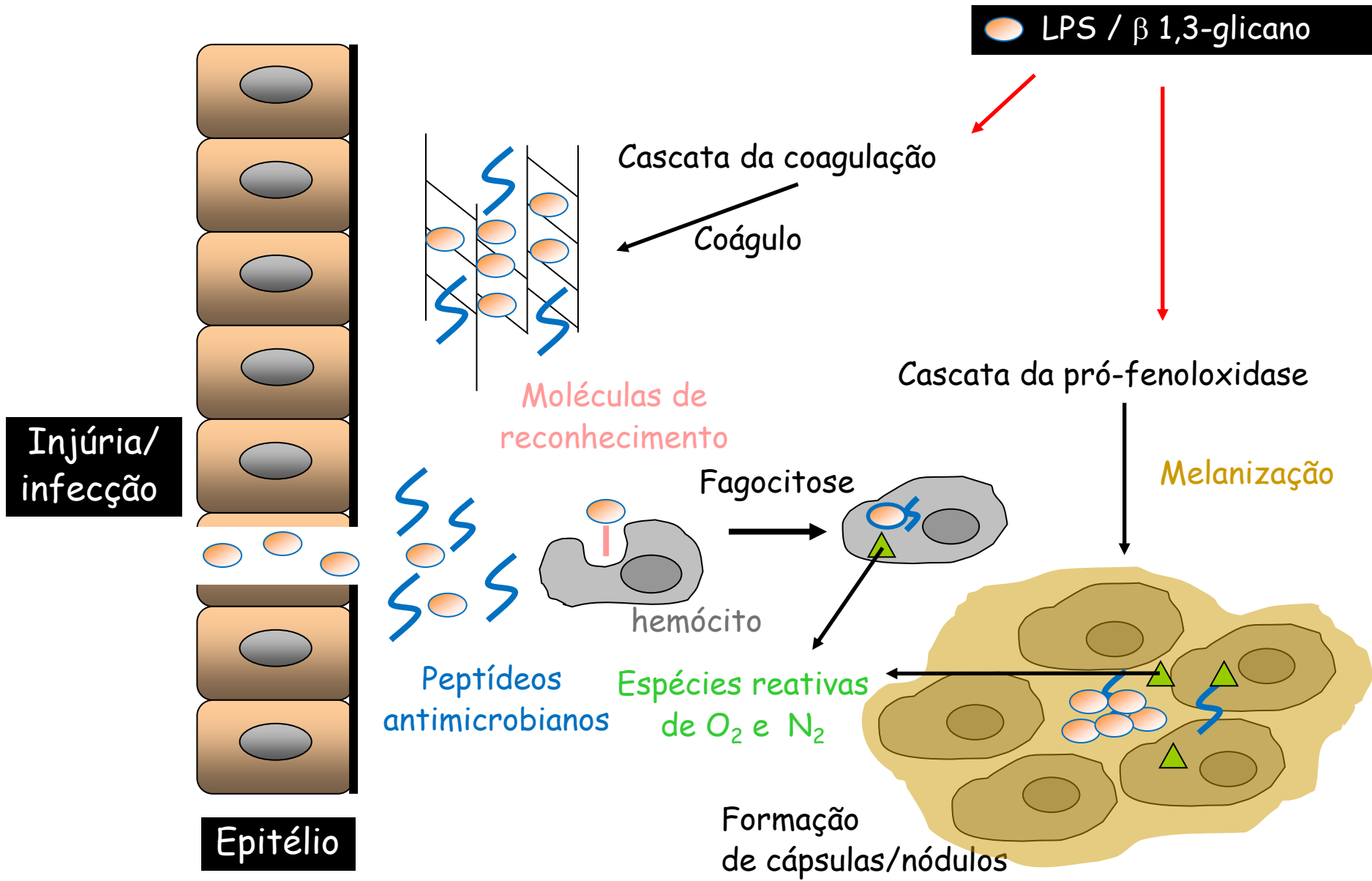


Intestino de insetos



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



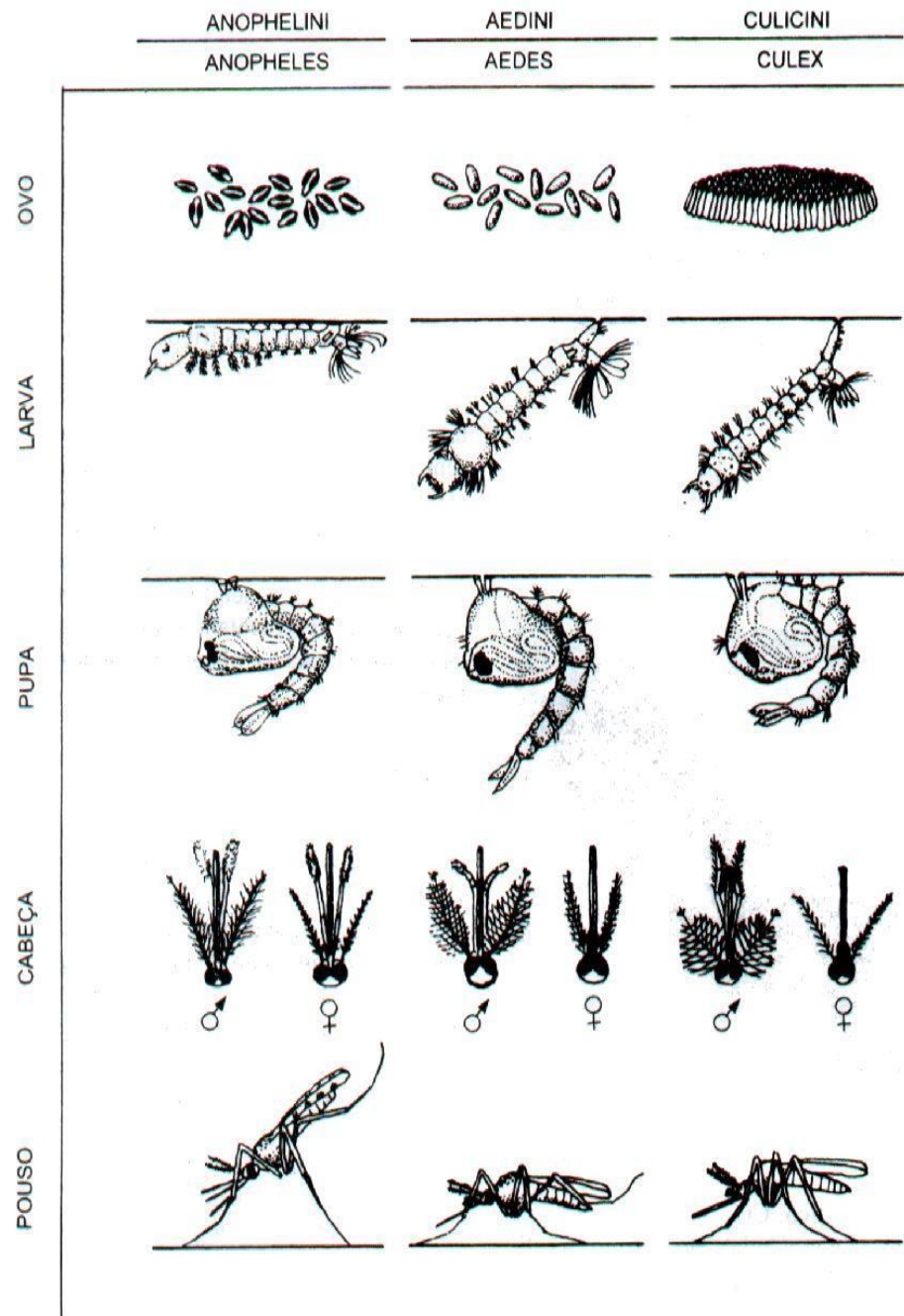
Culex quinquefasciatus



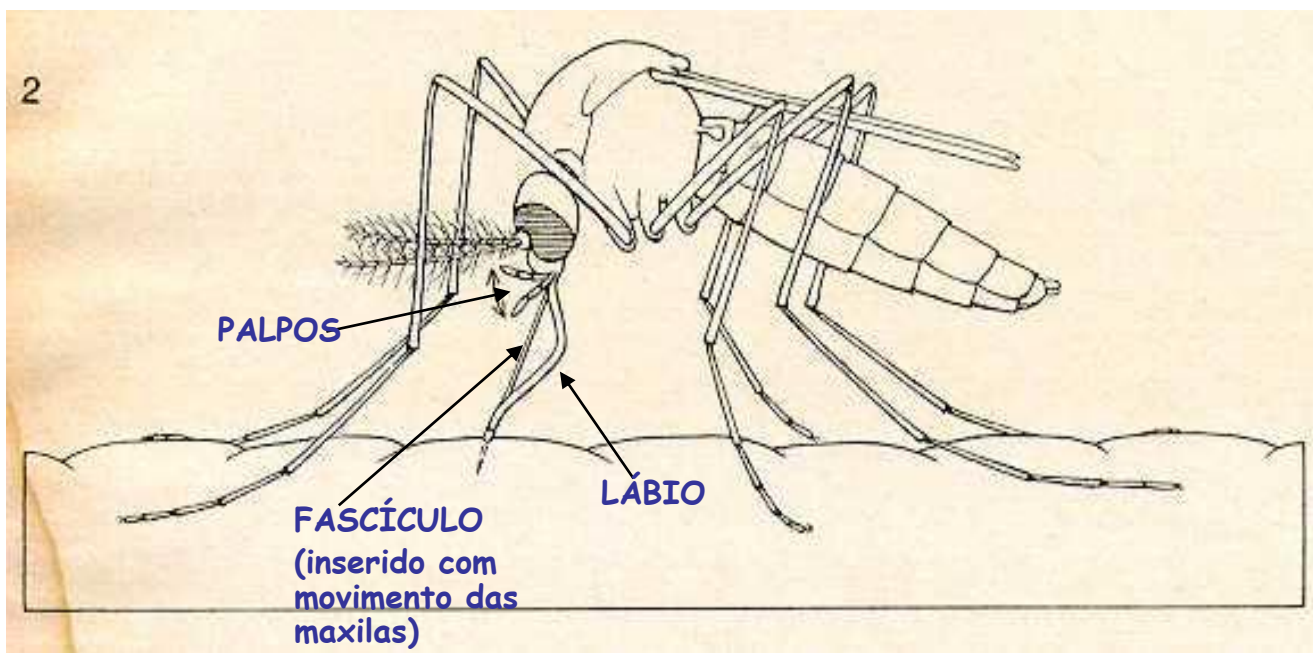
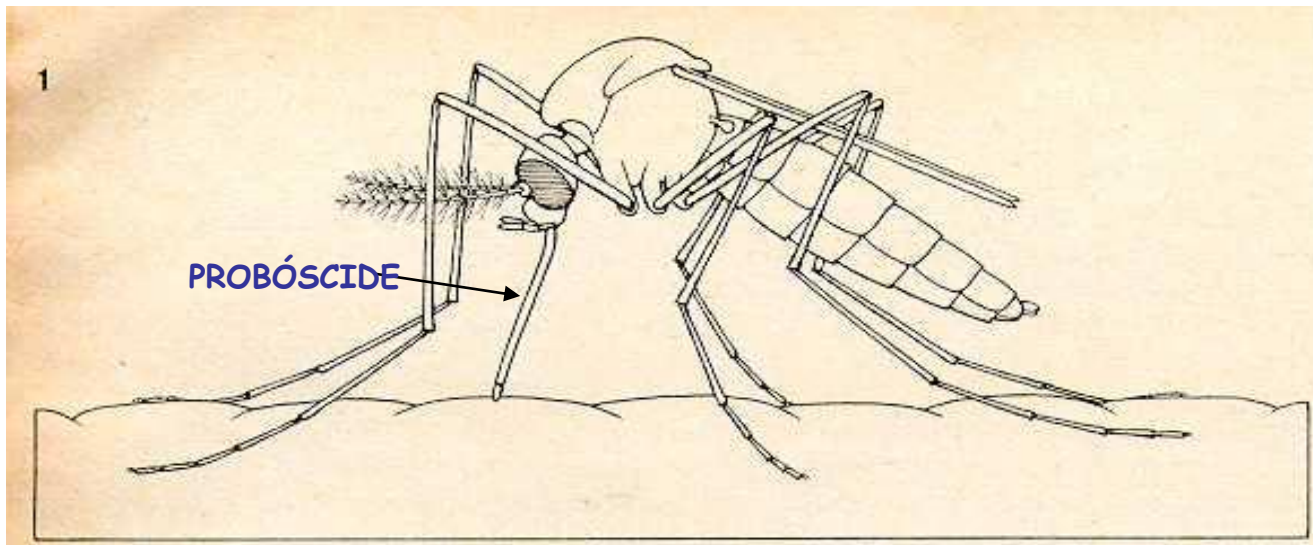
Aedes aegypti e *Aedes albopictus*

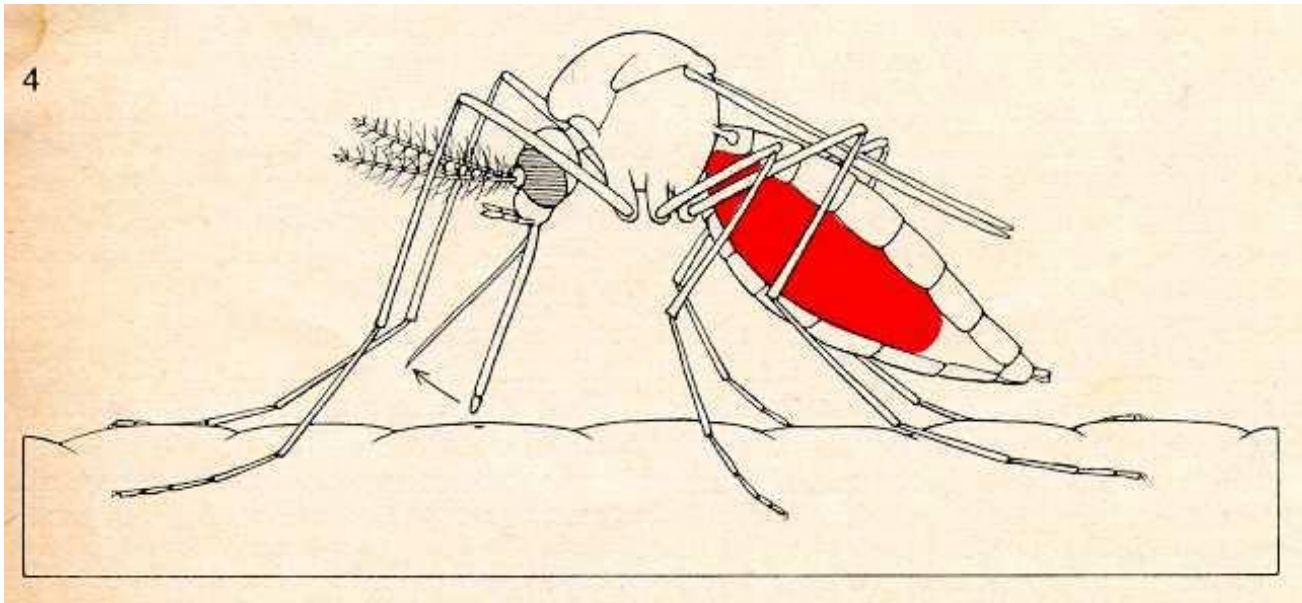
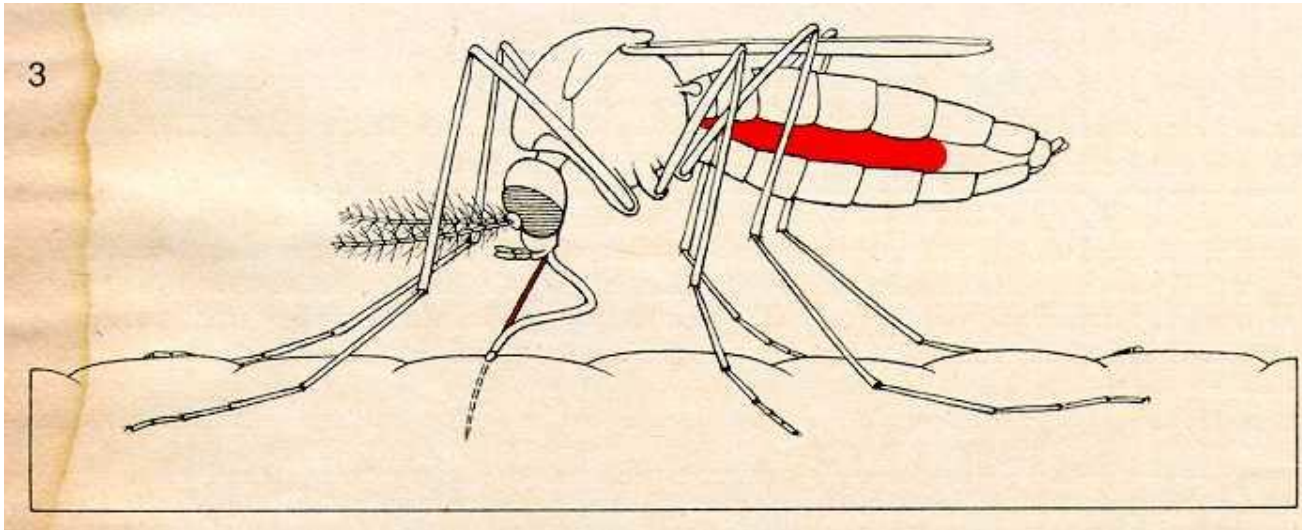
Florida Medical Entomology Laboratory
©1999 UNIVERSITY OF FLORIDA

Comparação dos principais gêneros da Família Culicidae



Alimentação da fêmea



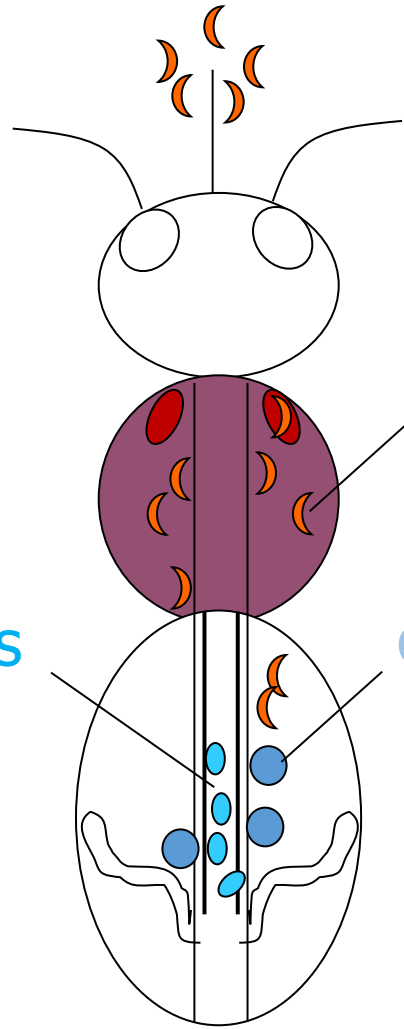


Anofelinos (Subfamília Anophelinae)

- 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



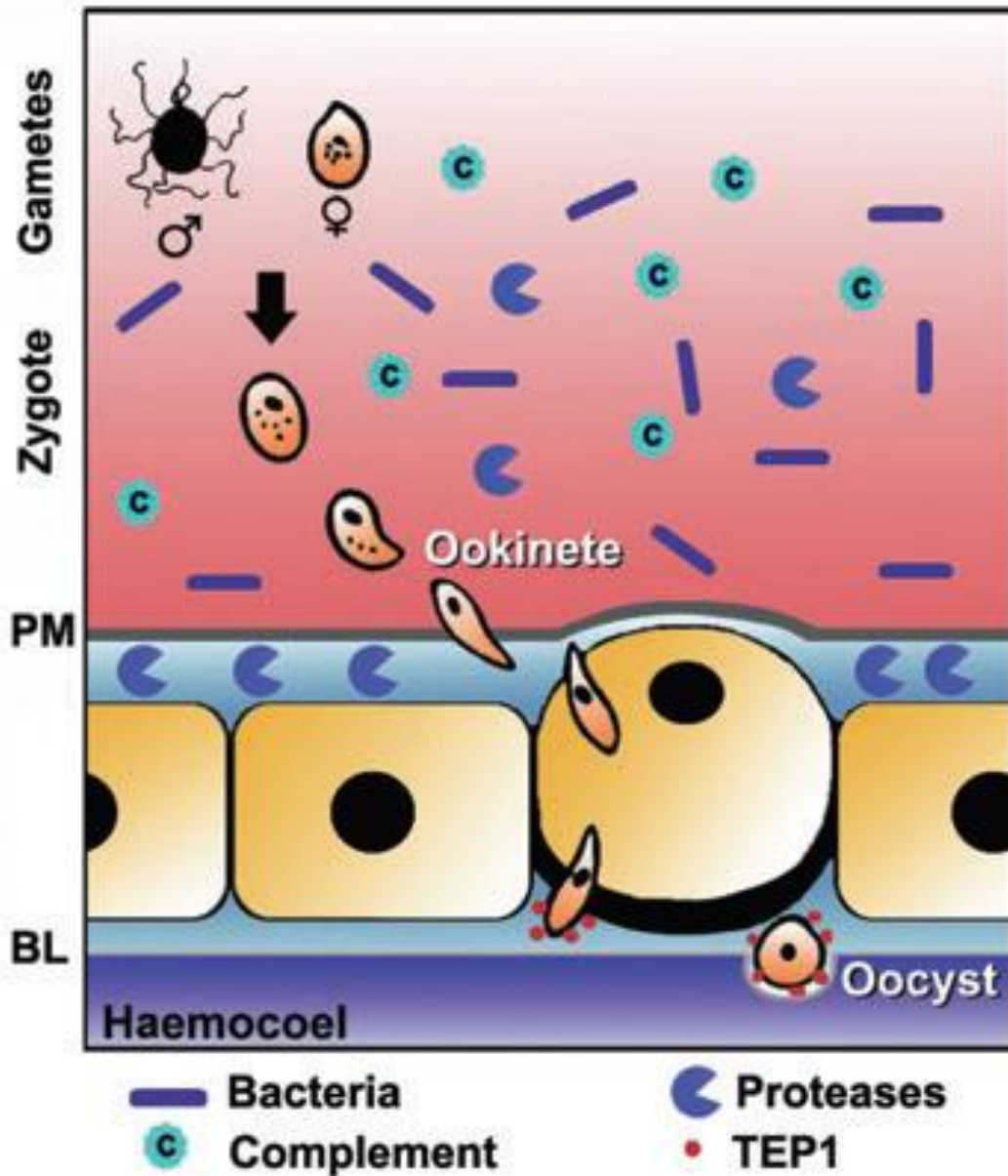
esporozoítas

esporozoítas

gametócitos
oocineto

oocistos

***Plasmodium* spp. (Malária)**

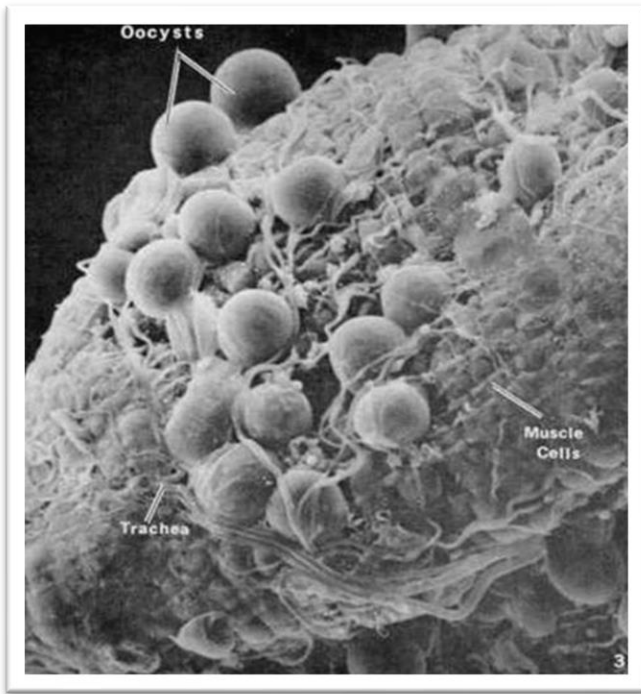


respostas das células epiteliais do intestino:

- 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

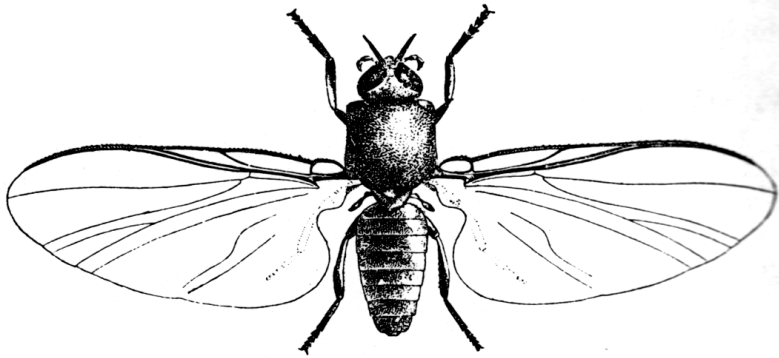
Ordem Diptera ←

Ordem Hemiptera

Ordem Anoplura

Ordem Siphonaptera

Família Simuliidae

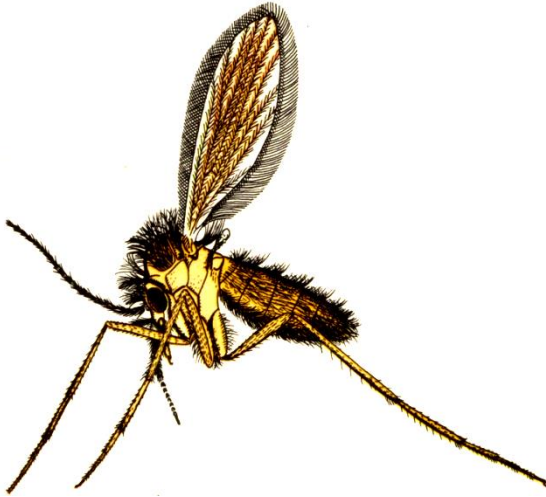


- Simulídeos (borrachudos): transmitem a **oncocercíase**

- Gênero importante:
Simulium



Família Psychodidae

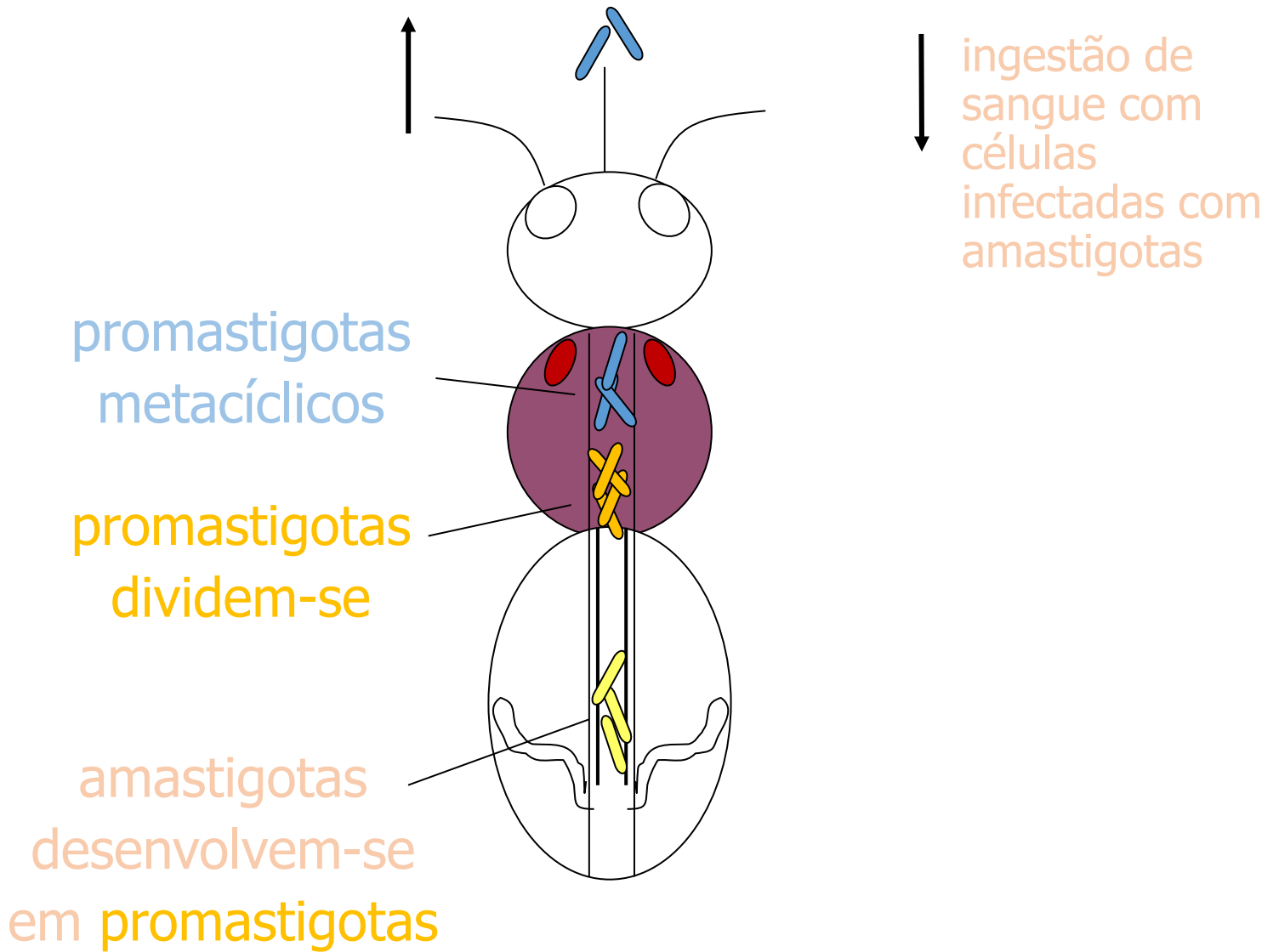


- Flebotomíneos: transmitem as **leishmanioses**

- Gêneros importantes:
Lutzomyia – Américas

Phlebotomus – Europa, Ásia e África





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

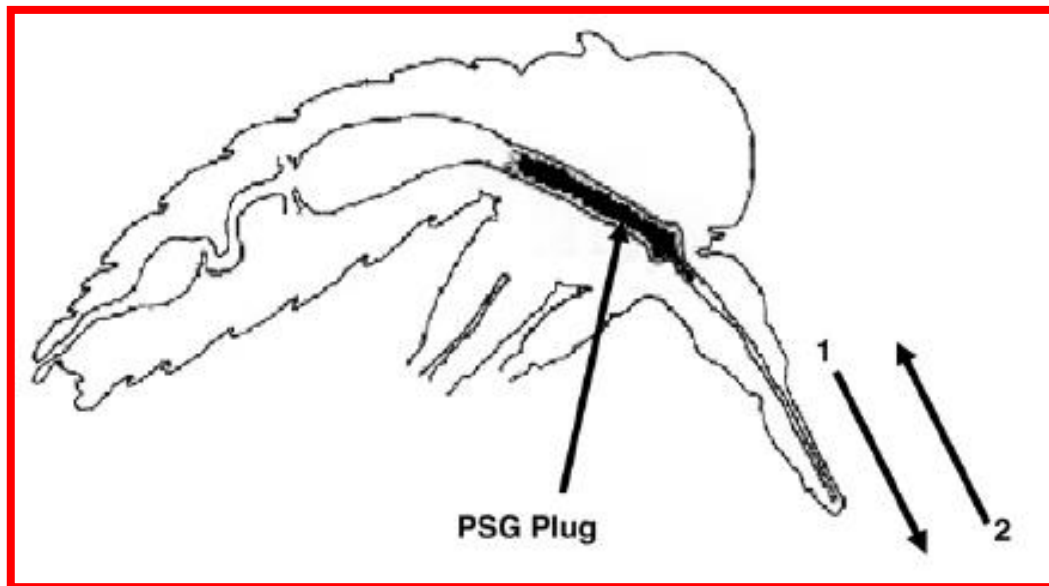
Interação vetor-parasita: Leishmanioses

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



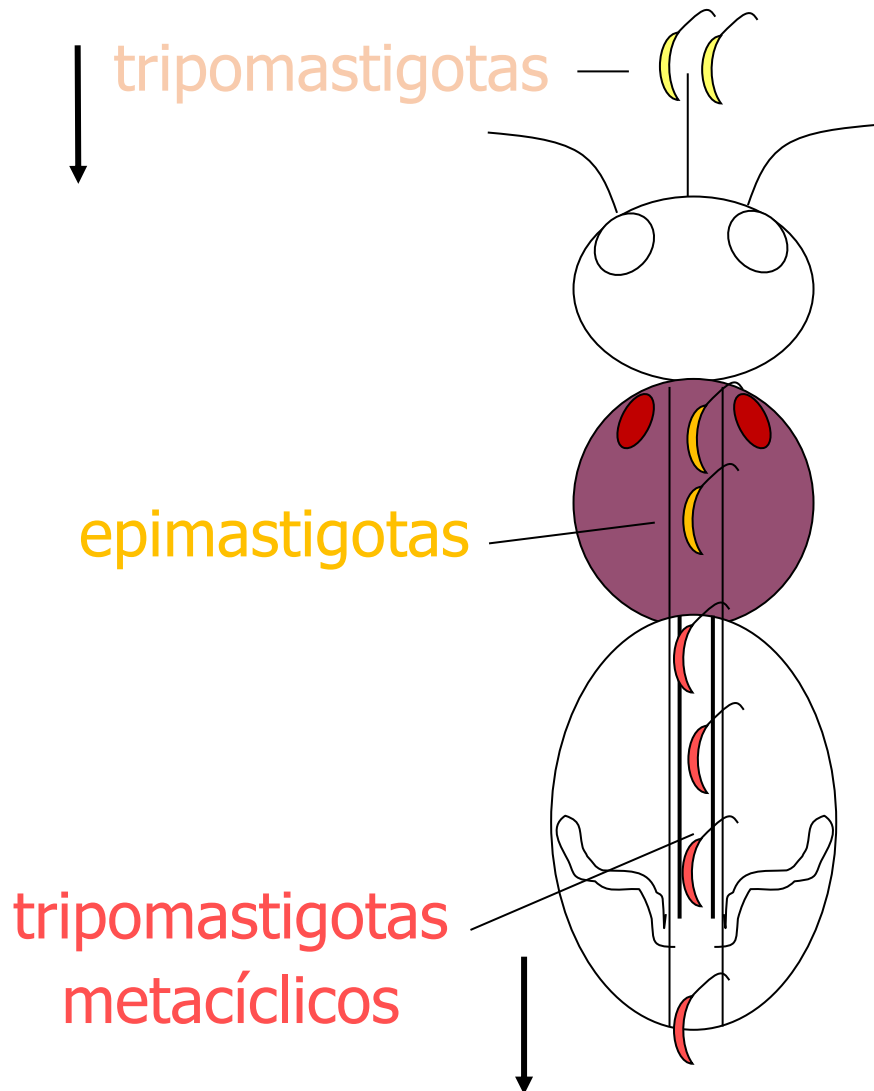
Triatoma infestans



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*

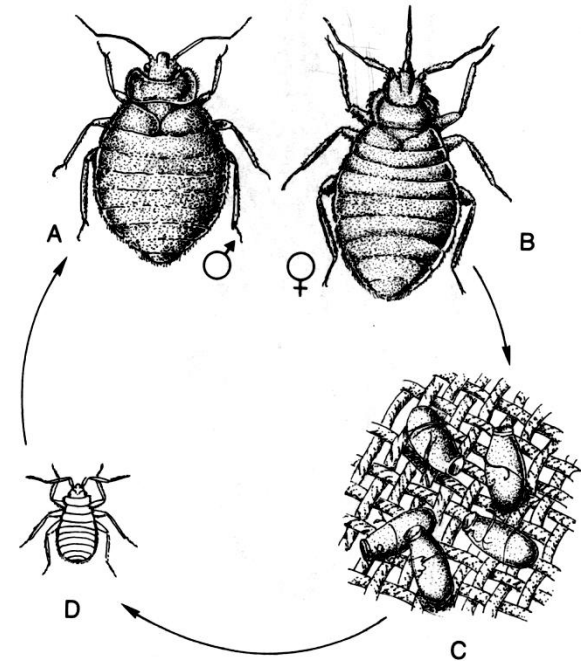
simbionte necessário
para o desenvolvimento
do inseto

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



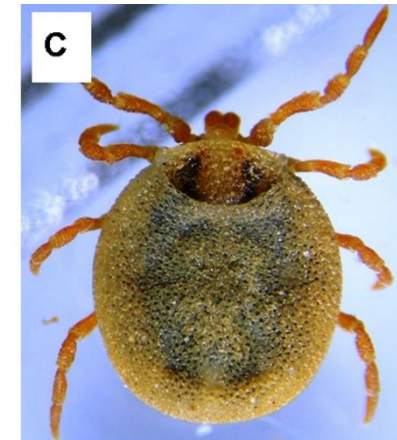
Famílias de carrapatos

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

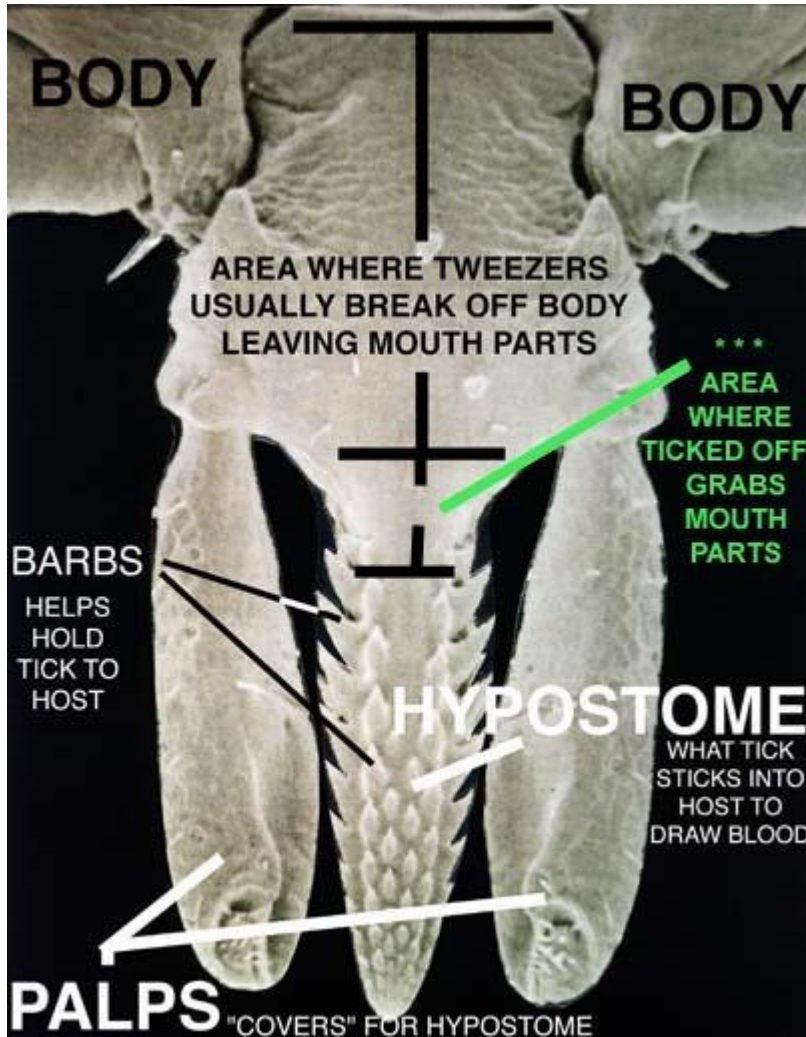


Ixodidae: carrapatos de corpo duro
("hard ticks")

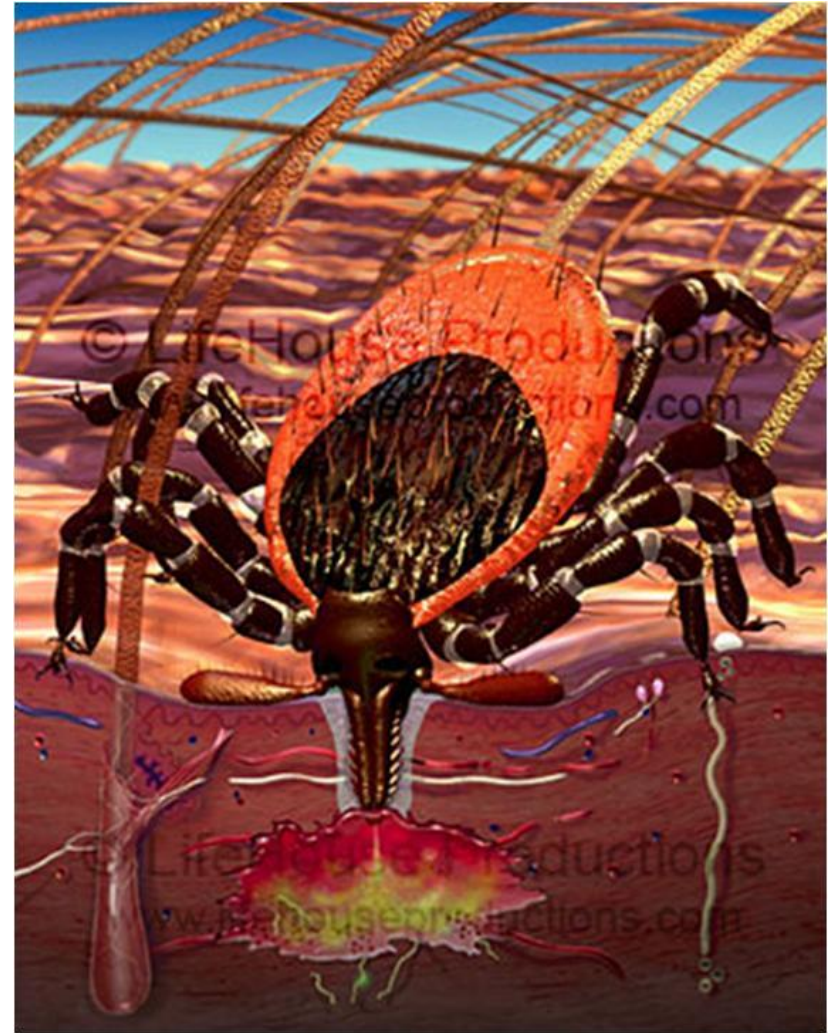
Nuttalliellidae: *Nuttalliella namaqua*



Aparelho bucal de carrapatos

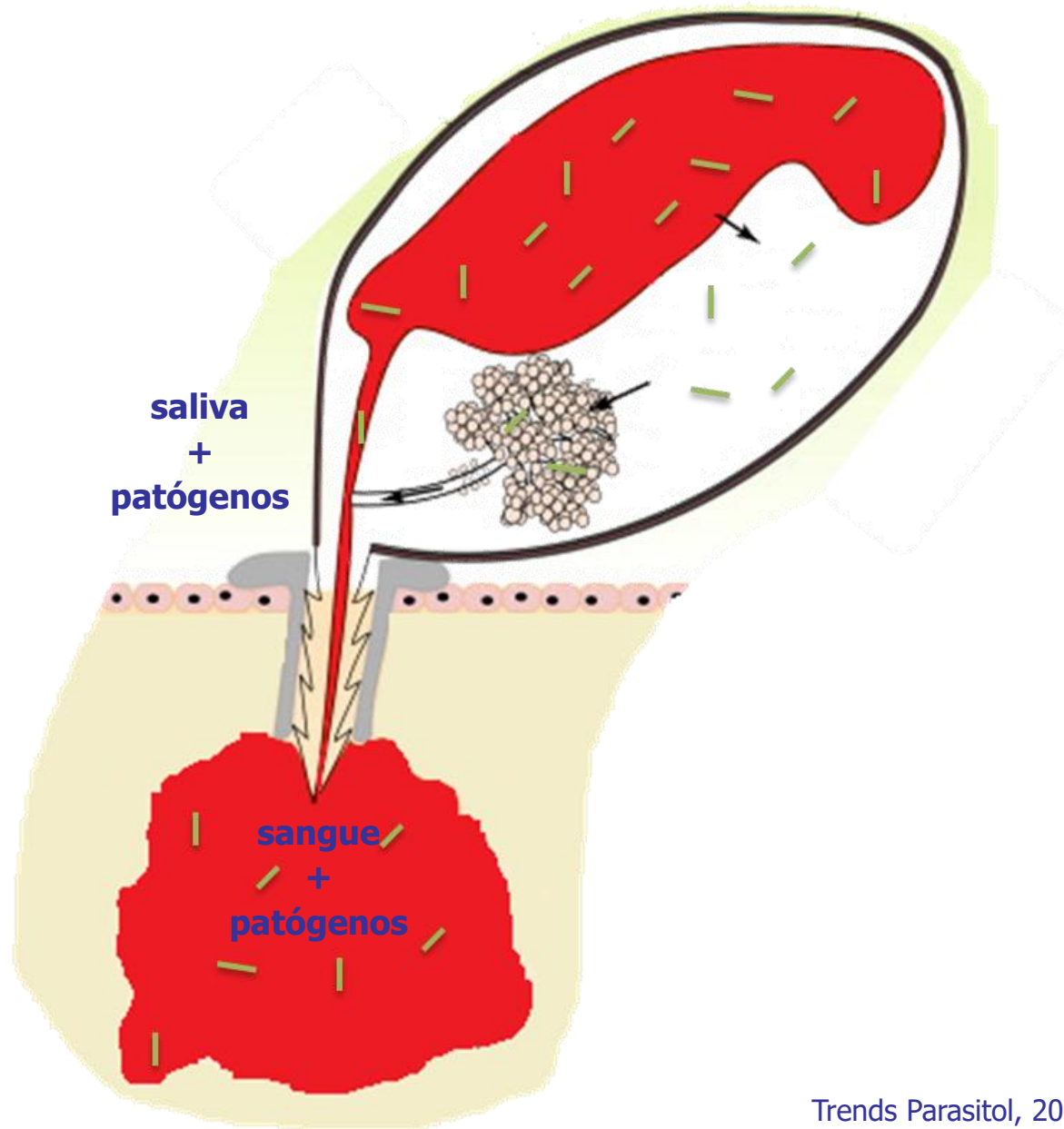


www.tickedoff.com/ticks.html

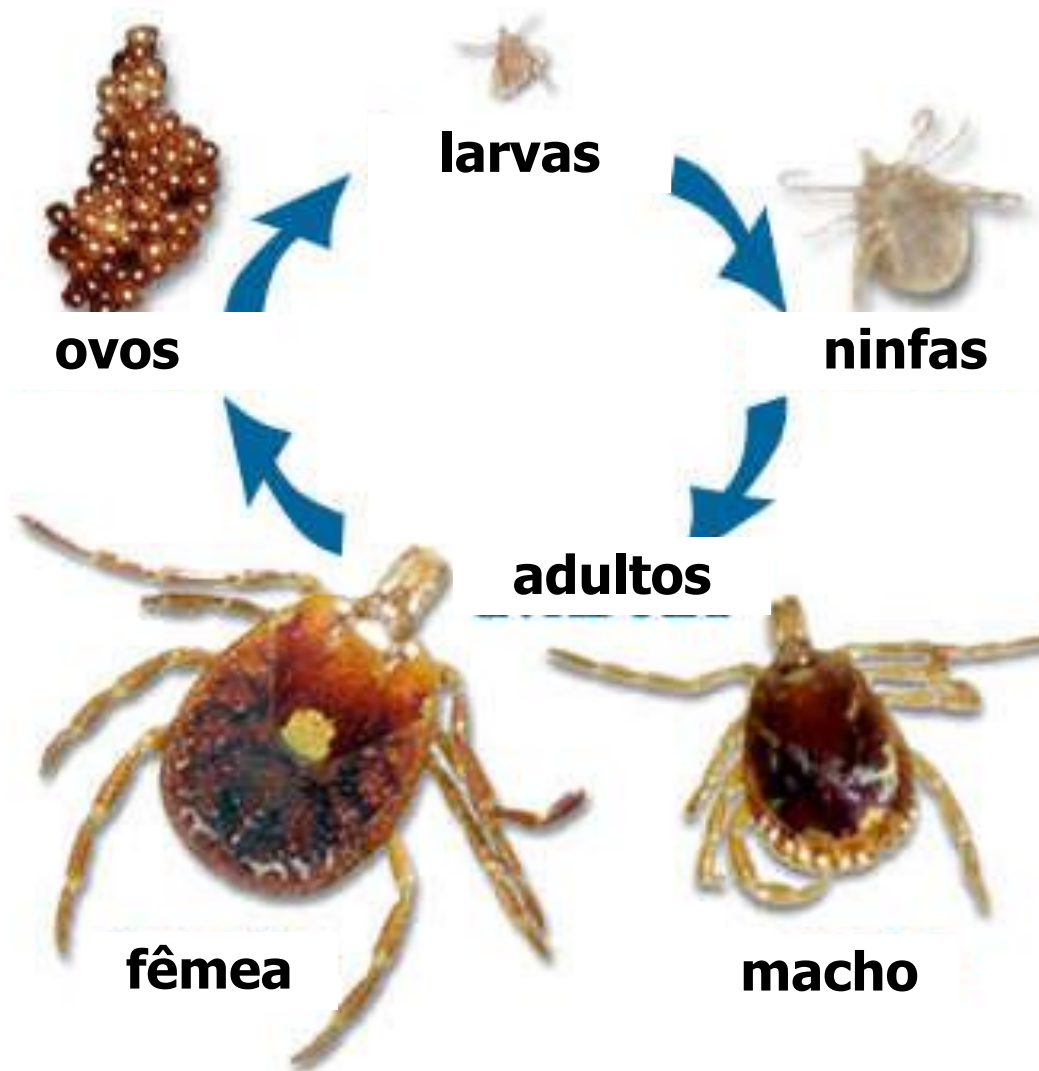


www.lifehouseproductions.com/tick.html

Aquisição e transmissão de patógenos

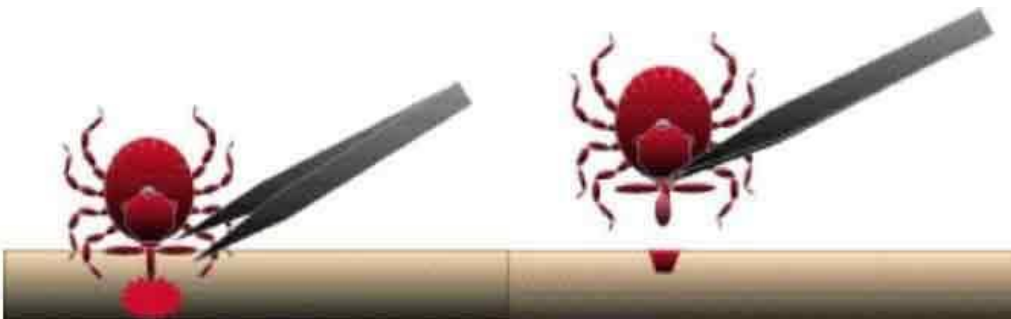
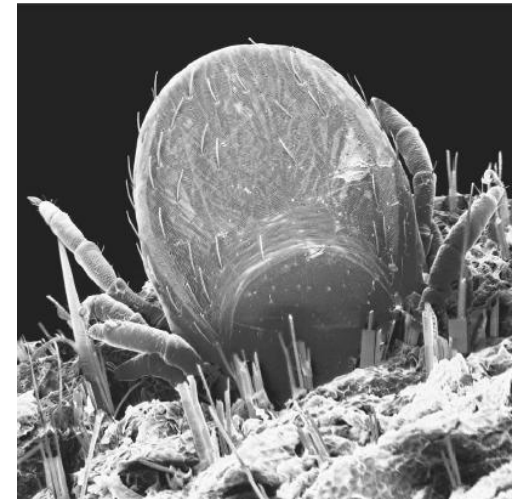
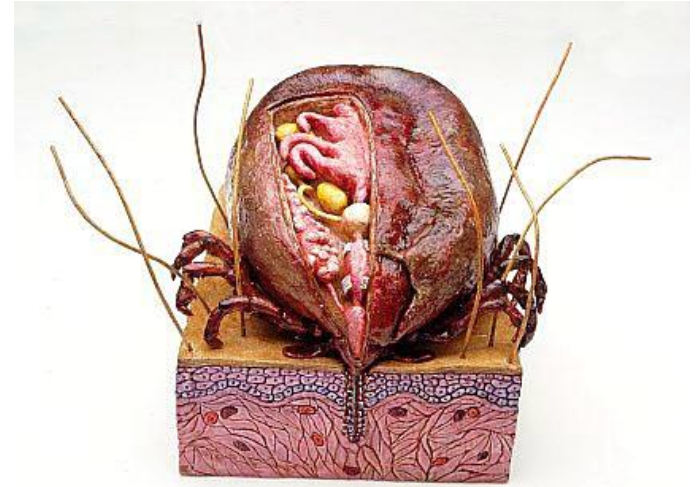


Ciclo de vida



Picadas de carrapatos:

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



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

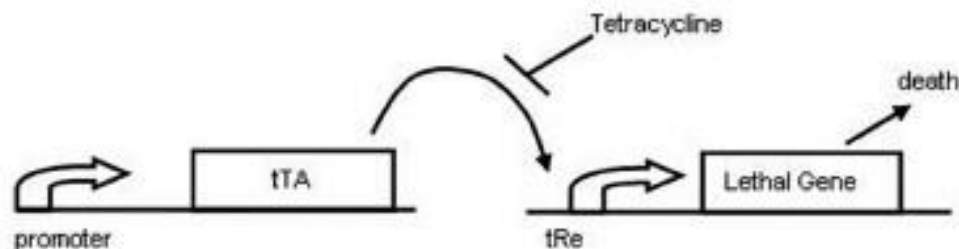
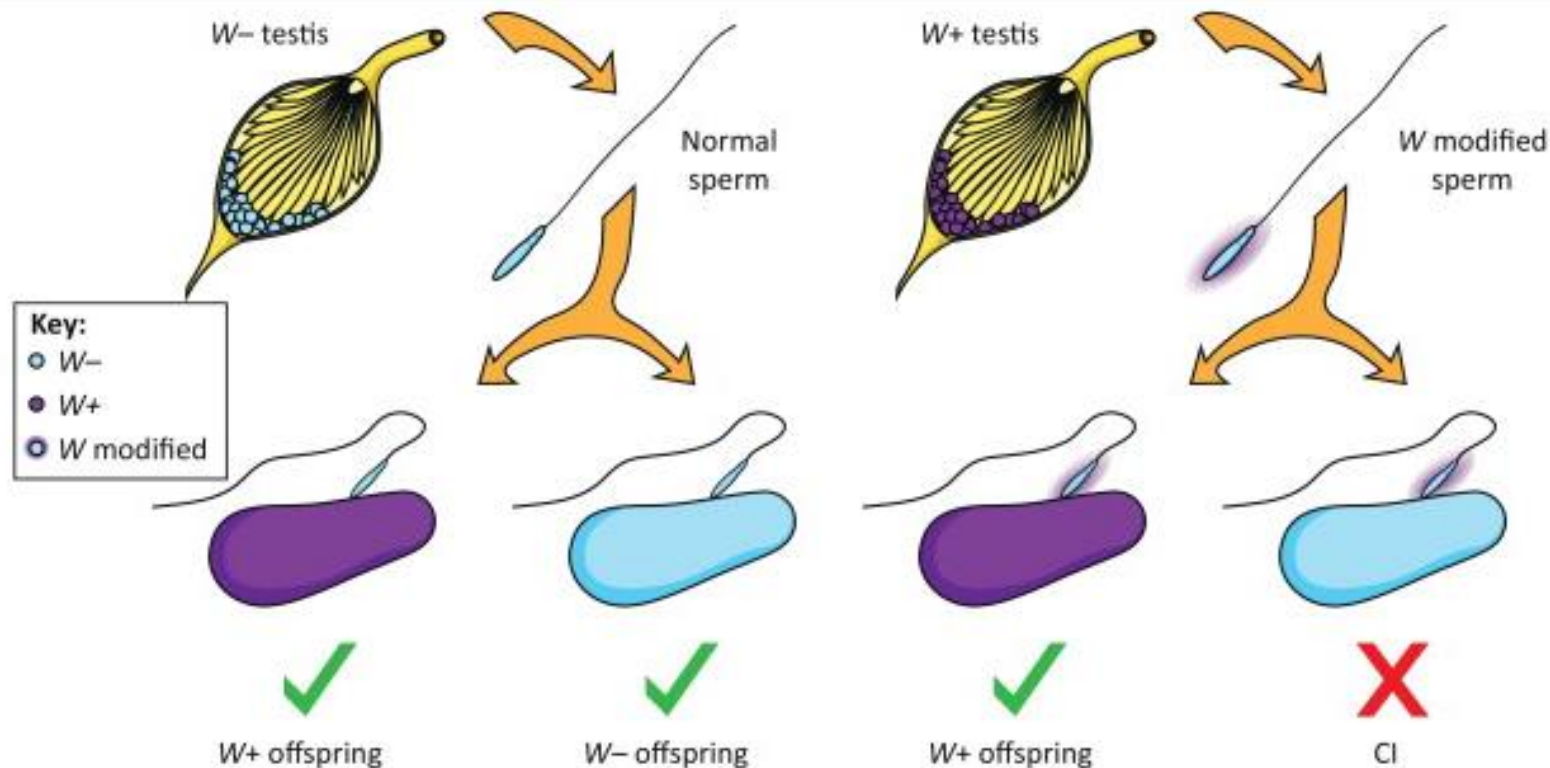


Fig. 2 - tTA and the tetracycline-repressible expression system. The tetracycline-repressible transcriptional activator (tTA) protein is placed under a promoter control. When expressed, the tTA protein binds to a specific DNA sequence, tetO, driving expression from an adjacent minimal promoter which 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)⁵.

Wolbachia: responsável por incompatibilidade citoplasmática - induz esterilidade



TRENDS in Parasitology

Inibe infecção do mosquito por patógenos

EMBO Rep. 2011 Jun;12(6):508-18. doi: 10.1038/embor.2011.84. Epub 2011 May 6.

Trends Parasitol. 2013 Aug;29(8):385-93. doi: 10.1016/j.pt.2013.06.003. Epub 2013 Jul 8