

O fantástico



mundo dos

MOSQUITOS

Camila Lorenz
Flávia Virginio

Enrico Lopes Breviglieri

Editor de conteúdo: Paulo Roberto Urbinatti

Fotos: Laboratório de Biologia Celular e Laboratório Especial de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan, Flávia Virginio, Paulo Roberto Urbinatti, Max Malmann, Sandra Nagaki

Ilustrações: Vivian Petersen

APOIO: Núcleo de Difusão do Conhecimento - Instituto Butantan

Colégio Imperatriz Leopoldina



SUMÁRIO

PREFÁCIO	5
APRESENTAÇÃO	7
AGRADECIMENTOS	9
1. QUEM SÃO OS MOSQUITOS?	11
O que é classificação dos seres vivos e porque ela é importante	12
Conhecendo o corpo de um mosquito: a segmentação	18
Órgãos sensoriais	24
Audição e produção de som	25
Importância das asas	27
Visão	30
Olfato e produção de feromônios	36
Tato	38
2. CICLO DE VIDA E SAZONALIDADE	41
Ovos	42
Larva	48
Pupa	52
Adulto	56
3. DIFERENÇA ENTRE MACHO E FÊMEA	61
4. HÁBITOS	63
Uma mudança na dieta	66
Dia ou noite?	68
5. A EVOLUÇÃO DOS MOSQUITOS	73
Quem surgiu primeiro?	74
6. IMPORTÂNCIA DOS MOSQUITOS	81
Cadeia alimentar	81
Ética e desequilíbrio ambiental	83

7. EPIDEMIOLOGIA E PRINCIPAIS DOENÇAS.....	85
Zika ou Febre do Zika vírus	90
Dengue clássica	91
Febre hemorrágica da dengue.....	91
Chikungunya.....	94
Febre Amarela	94
Malária impaludismo ou febre maleita.....	95
Filariose Linfática ou elefantíase.....	98
Doença do verme do coração ou dirofilariose canina.....	99
8. CONTROLE	107
Controle das doenças	107
Prevenção da picada do mosquito	107
Tratamento dos Doentes.....	107
Imunização da População.....	108
Controle dos mosquitos	109
9. REPELÊNCIA E ATRAÇÃO.....	115
Velas ou essência a base de citronela.....	116
Repelentes Elétricos.....	117
Complexo B e Ar Condicionado.....	118
Você é atraente?.....	119
10. TÉCNICAS DE COLETA.....	121
Armadilhas para coletar ovos	121
Coleta ativa de larvas	122
Coleta de mosquitos adultos.....	124
11. ESTES INSETOS TAMBÉM SÃO MOSQUITOS?.....	127
Família <i>Simuliidae</i>	129
Família <i>Psycodidae</i>	130
Família <i>Tipulidae</i>	131
Gênero <i>Culicoides</i>	132
12. MOSQUITOS E O INSTITUTO BUTANTAN.....	133
13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137

PREFÁCIO

Sabia que este livro foi escrito por jovens cientistas? Sim, os autores são pessoas que descobrem coisas sobre os mosquitos, como eles vivem e como interferem com nossa saúde. Esses autores, preocupados com essa época de tantas doenças no Brasil (e no mundo), causadas por parasitas carregados por mosquitos, resolveram ajudar à população compartilhando o que sabem.

Nesse livro, você também descobrirá coisas: saberá porque os mosquitos são importantes, perigosos, desafiadores, fascinantes, detestados, belos, nojentos, bem-sucedidos, etc. É um livro agradável, bem-humorado, bem-ilustrado... e bem sério! Ele ensina que não podemos brincar com coisa séria, mas que podemos aprender muito falando de coisa séria, brincando.

Interessante ver como os talentosos e solidários autores, ao mesmo tempo em que alertam sobre a letalidade dos mosquitos, os rotulam como inimigos mortais. Esses autores ensinam como podemos conviver com os mosquitos, que são seres complexos que fazem parte da natureza desde antes dos seres humanos.

Entre as diversas mensagens desta obra, talvez a principal seja que a geração e a difusão do conhecimento são a melhor estratégia para enfrentarmos os desafios à saúde.

Boa leitura!

Lincoln Suesdek

Pesquisador Científico do Instituto Butantan

Departamento de Parasitologia - MosquitoLab

APRESENTAÇÃO

Este livro surgiu de um encontro entre alunos e pesquisadores do Instituto Butantan, sendo que parte dele é produto dos resultados obtidos na iniciação científica do aluno Enrico Lopes Breviglieri. A iniciativa surgiu da constatação de quão escassa é a bibliografia disponível sobre mosquitos, principalmente a direcionada para o ensino médio. Além disso, nos últimos anos, o Brasil vem enfrentando grandes epidemias de dengue, zika, chikungunya, além da constante preocupação com a malária e a recente reemergência de febre amarela silvestre. Sendo assim, também nos pareceu oportuno disponibilizar um livro deste tipo para a população leiga que tem contato direto com várias espécies de mosquitos, muitos dos quais podem trazer prejuízos à saúde.

Ficamos motivados a enfrentar o desafio de publicar este livro, na esperança de contribuir com mais um instrumento de leitura sobre esses pequenos insetos, tratando questões sobre sua anatomia, fisiologia, comportamento e principais curiosidades. Esperamos que este veículo seja utilizado não só por alunos do ensino médio, mas por todos os interessados nesses pequenos e fascinantes animais, tão únicos no universo da nossa fauna. Pensamos também que, com a leitura deste livro, poderíamos despertar os jovens para as áreas de estudo relacionadas aos mosquitos e motivá-los nos estudos destes insetos, contribuindo para a formação de uma nova geração de entusiastas na área de entomologia ou afins, as quais são de grande importância para a saúde pública.

Esperamos que este livro seja fonte de atualização e aumente o interesse de alunos, professores e do público em geral, em conhecer melhor o mundo dos mosquitos, o qual, por sinal, é o mesmo em que vivemos.

Os autores.

AGRADECIMENTOS

A publicação deste livro não seria possível sem a ajuda e o encorajamento por parte de várias pessoas. Gostaríamos de agradecer ao Dr. Lincoln Suesdek, Pesquisador Científico do Instituto Butantan, o qual cedeu seu laboratório e nos acolheu durante nossa pós-graduação (Camila e Flávia) e pré-iniciação científica (Enrico). Muito obrigada por todo apoio, sempre!

À Dra. Luciana Monaco, coordenadora do Núcleo de Difusão Científica do Instituto Butantan, pela disponibilidade e acolhimento, e por aceitar prontamente a nos apoiar na produção deste livro, feito com tanto carinho para você. E aos Drs. Rui Curi e Dimas Tadeu Covas, Diretores da Divisão Cultural e do Instituto Butantan, respectivamente, por aceitarem que a publicação fosse realizada através do Instituto Butantan, com certeza, colheremos bons frutos desse apoio.

Ao Dr. Paulo Roberto Urbinatti, funcionário da Faculdade de Saúde Pública - Universidade de São Paulo, por prontamente aceitar ser o Editor de Conteúdo deste livro e pelas fotografias.

À Vivian Petersen, pelas ilustrações fofas e didáticas. Muito obrigada por todo carinho com esta produção.

Ao Felipe Gomes, funcionário do Instituto Butantan, que nos ajudou muito nas coletas das larvas.

Ao André Marsola Giroti, Beatriz Maurício, George Poinar, Max Malmann, Paulo Urbinatti, Sandra Nagaki e demais fotógrafos pelas lindas imagens as quais embelezaram e tornaram esta publicação ainda mais lúdica.

Ao Colégio Imperatriz Leopoldina, por acreditar no potencial do nosso trabalho e pelo auxílio financeiro.

Ao Zeca Martins, pela linda edição da capa.

À Editora Livro Novo e a Ilana e Antônio pelo auxílio na editoração.

1. QUEM SÃO OS MOSQUITOS?

Os mosquitos, conhecidos também como pernilongos, muriçocas, sovelas, carapanãs, carapanã-pinimas, bicudos, etc., possuem aproximadamente 3.550 espécies no mundo todo, sendo que apenas algumas delas têm capacidade para transmitir patógenos¹. Todos eles possuem um aparelho bucal longo e único, conhecido como **probóscide**, pernas e antenas longas e segmentadas. Além disso, uma das principais características deste grupo de insetos é a **presença de um par de asas**, o que faz com que eles sejam incluídos no grupo dos dípteros, pertencente à Ordem Diptera, segundo a classificação biológica.



Créditos: Flávia Virginio

Mosquito da espécie *Aedes aegypti*.

1. Patógeno ou agente patogênico: também chamado de agente infeccioso ou agente etiológico, é um organismo capaz de produzir doenças infecciosas aos seus hospedeiros sempre que estejam em condições favoráveis. Podem ser bactérias, vírus, protozoários, fungos ou helmintos.

O que é classificação dos seres vivos e por que ela é importante

A classificação biológica ou taxonomia é um sistema que organiza os seres vivos em categorias, agrupando-os de acordo com suas características comuns, bem como por suas relações de parentesco evolutivo. A categoria básica desse sistema é a **espécie**, que se define por “seres vivos semelhantes capazes de se reproduzir naturalmente e gerar descendentes férteis²”, de acordo com o conceito biológico de espécie.

A maneira usada para definir todo ser vivo se baseia na nomenclatura científica, criada pelo naturalista sueco Carl von Linnée (1707-1778), ou simplesmente Lineu. Em 1735, ele propôs a *nomenclatura binomial*, composta por dois nomes em latim, sendo que o primeiro, escrito com letras maiúsculas, define o gênero, e o segundo, em minúsculas, a espécie.

Dessa forma, todo e qualquer ser vivo terá um nome composto por, pelo menos, duas palavras grafadas em itálico, e será assim conhecido em todo o mundo pelo mesmo nome.

A classificação biológica garante então, por exemplo, que uma espécie de mosquito normalmente conhecida por



Carl von Linnée

2. Descendentes férteis: Indivíduo com capacidade de reprodução e que pode deixar seus próprios novos descendentes.

vários nomes (vulgares, populares ou comuns), de acordo com a região onde se encontra, seja identificada por um único nome científico, permitindo dizer com certeza a espécie que o define. O nome científico do pernilongo comum é *Culex quinquefasciatus*, por exemplo. O nome *Culex* também pode ser usado sozinho quando o intuito é generalizar, indicando somente o gênero, sendo, portanto, comum aos mosquitos que tenham relação de parentesco com ele, como o *Culex pipiens*. Identificar corretamente o gênero e a espécie de um mosquito é essencial para desenvolver medidas de controle, já que cada um deles apresenta características e hábitos de vida diferentes.



Créditos: Laboratório Especial de Coleções Zoológicas do Instituto Bujarian

Mosquito do gênero *Culex*.



Creditos: Freeimages.com/Pavel Nahy

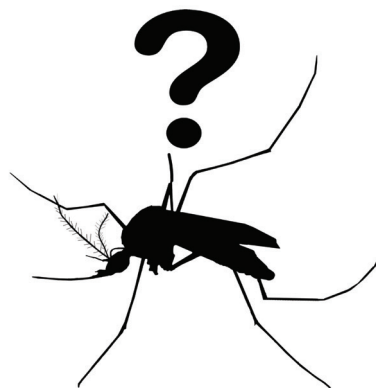
Esse inseto é um mosquito? Na verdade não. Ele pertence à família Tipulidae, e portanto não é considerado um mosquito verdadeiro (família Culicidae). Para desvendar esse mistério basta notar que ele não possui uma probóscide longa e única, característica dos Culicidae.

Além de saber qual é a espécie, quem estuda os seres vivos também precisa conhecer a qual Ordem ou Família essa espécie pertence, no caso dos mosquitos, eles fazem parte da família Culicidae, sendo classificados da seguinte forma:

- Reino Animalia
 - Filo Arthropoda
 - Classe Insecta
 - Ordem Diptera
 - Subordem Nematocera
 - Família Culicidae

VOCE SABIA?

Até hoje, foram descritas aproximadamente um milhão de espécies de insetos, mas estima-se que exista entre cinco e dez milhões. Estima-se que ainda existem muitas espécies de mosquitos desconhecidas pelos pesquisadores. É possível que a diversidade desse grupo ultrapasse as 3.550 espécies descritas até hoje.



Os mosquitos e demais seres vivos são classificados por profissionais das áreas de Taxonomia e Sistemática. Os taxonomistas, profissionais que atuam nesses campos, estudam e analisam diversas características fenotípicas³ e muitas vezes genéticas⁴ para identificar e classificar os diferentes grupos animais. Nesta profissão, você pode “batizar” uma espécie nova e fazer, inclusive, uma homenagem a alguém. É o que aconteceu com o *Anopheles cruzii* (o qual foi “batizado” em homenagem ao sanitarista Oswaldo Cruz). Infelizmente, esta é uma *profissão em extinção*, a qual é extremamente necessária para a continuação dos estudos, principalmente sobre mosquitos. Você é perfeccionista, detalhista e paciente? Quem sabe esta não pode ser a sua futura profissão? Para ser taxonomista, geralmente o profissional precisa fazer um curso de graduação em Ciências Biológicas, mas isso não é regra! O que é necessário mesmo é ter paixão pelo que faz.



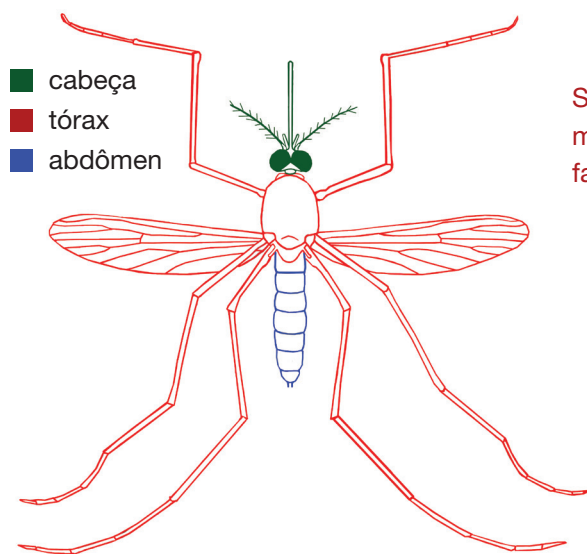
Créditos: Paulo Urbimatti

Anopheles cruzii

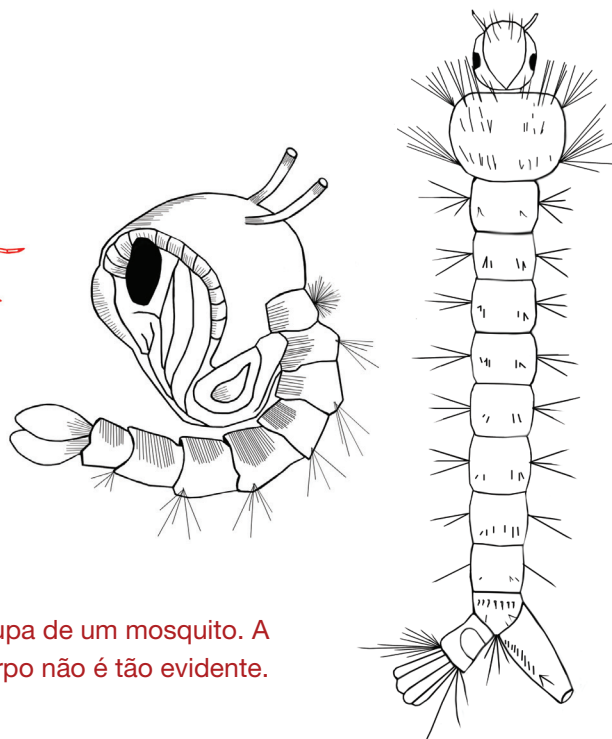
3. Características fenotípicas: são as características observáveis de um indivíduo, que resultam da interação dos fatores genéticos com os fatores ambientais não-herdáveis.
4. Características genéticas: características herdáveis, transmitidas pelos genes.

Conhecendo o corpo de um mosquito: a segmentação

Ao observar um mosquito adulto, é possível perceber em seu corpo um padrão, geralmente encontrado nos demais insetos, ou seja, está dividido em cabeça, tórax e abdômen. Já na fase de larva ou pupa, essa segmentação do corpo é difícil de ser identificada.

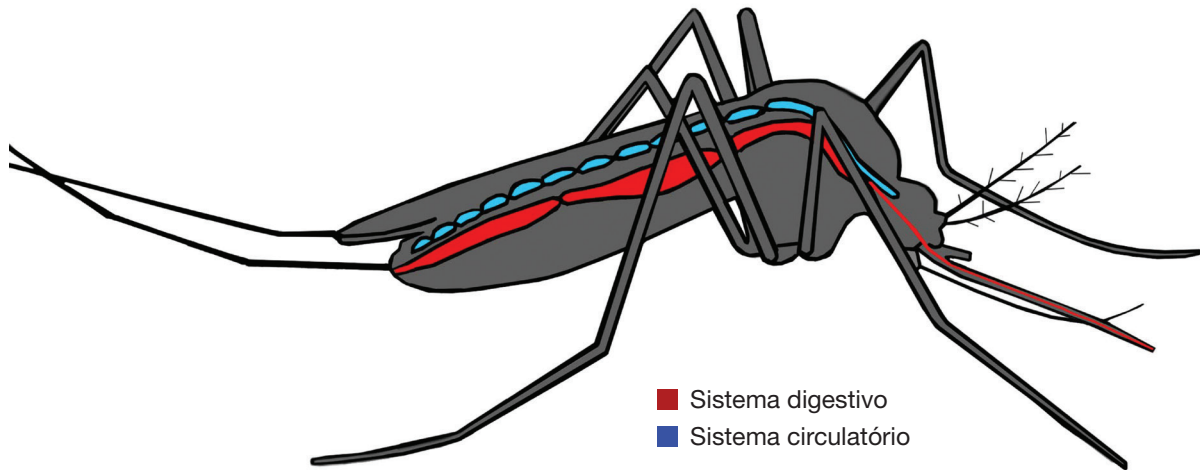


Segmentação comum a todos os mosquitos. Note que as pernas e asas fazem parte do tórax.



Larva e pupa de um mosquito. A separação do corpo não é tão evidente.

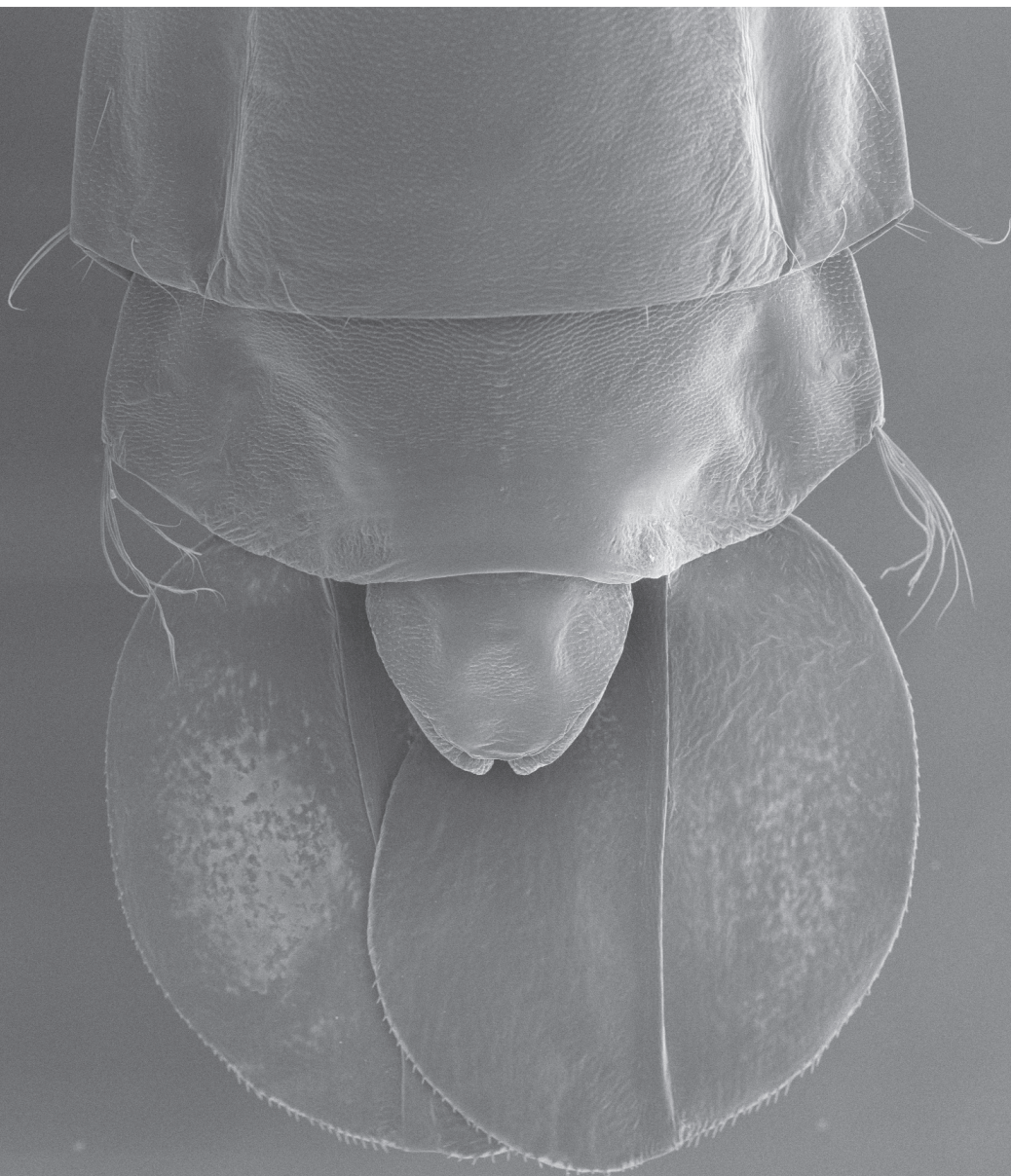
Na cabeça ficam os órgãos sensoriais, como antenas, olhos compostos, palpos maxilares e o aparelho bucal picador-sugador chamado de probóscide, como também as glândulas salivares. No tórax encontram-se as estruturas externas utilizadas para locomoção, como pernas, asas e halteres. Internamente estão alojados o coração composto, alguns gânglios⁵ de células nervosas e os traquíolos⁶. Já no abdômen está disposta a maioria dos órgãos internos, como os aparelhos digestivo, excretor e reprodutor.



Esquema representando os aparelhos digestivo e excretor de um mosquito. O sistema digestivo é um duto único, da boca ao ânus. A saliva dissolve o alimento e seus nutrientes são absorvidos na área abdominal. O sistema circulatório também é um único canal que atravessa o corpo do mosquito. Na parte traseira esse canal se divide em câmaras que se contraem para bombear a hemolinfa.

5. Gânglios: dilatação arredondada ou fusiforme.

6. Traquíolos: pequenos tubos ramificados nas extremidades, os quais levam diretamente o ar a todas as células do corpo.



Detalhe de uma pupa evidenciando suas paletas traseiras.
Elas são responsáveis pela locomoção dentro da água.

COMO O MOSQUITO SUGA O SANGUE?

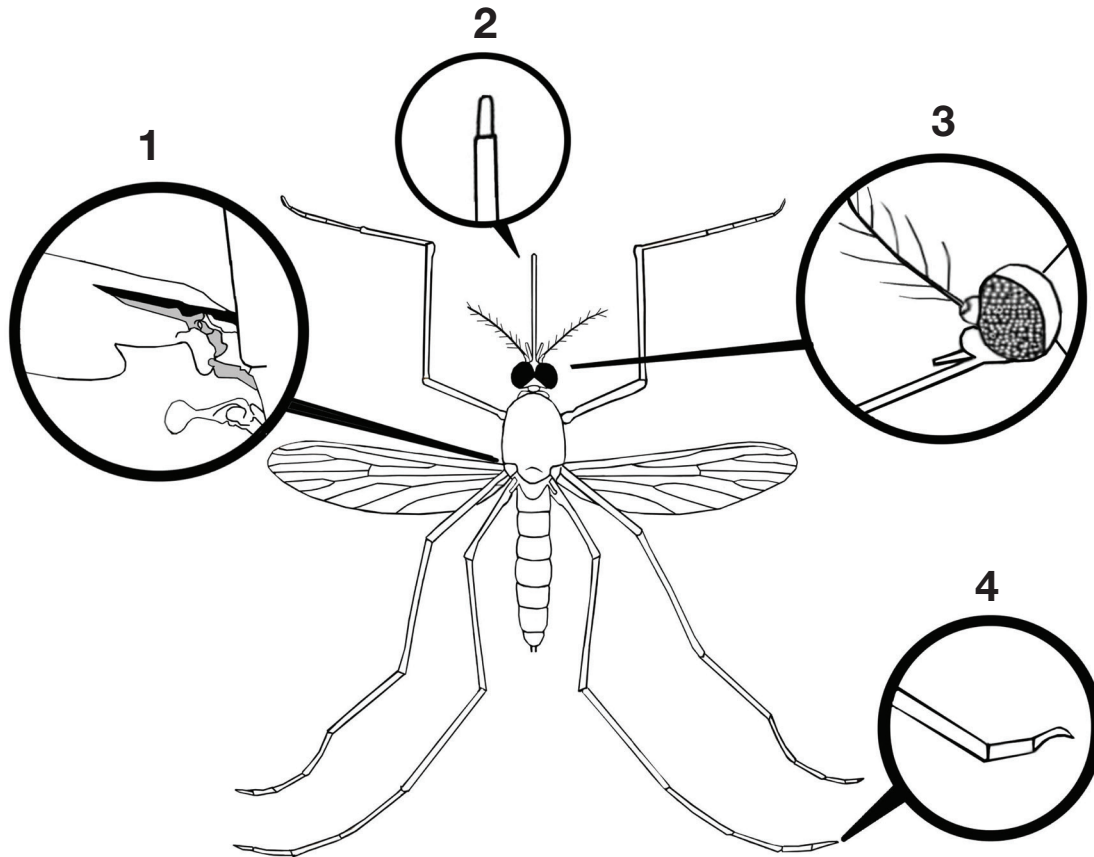
Somente a fêmea se alimenta de sangue, pois precisa de nutrientes para produzir seus ovos. Logo ao nascer, a fêmea pode voar centenas de metros em busca de alimento. Ao longo do processo evolutivo, esses insetos desenvolveram estratégias que auxiliam na busca de alimento. Algumas espécies se alimentam prioritariamente de sangue humano, outras de sangue animal e existem aquelas que são generalistas, se alimentando de qualquer tipo de sangue! Para se alimentar, a fêmea perfura a pele de sua vítima algumas vezes até encontrar o vaso sanguíneo. Em sua saliva existem determinados componentes como anestésico e anticoagulante que são injetados na pele, ao mesmo tempo em que picam. O anestésico faz com que a vítima não sinta sua picada e o anticoagulante serve para que o sangue flua suavemente pelo seu aparelho bucal sem coagular, ou seja, sem formar placas que possam “entupir” seu aparelho bucal, impedindo que se alimente.

POR QUE A PICADA DO MOSQUITO COÇA?

Alguns componentes presentes na saliva dos mosquitos podem causar alergias, isso dependerá do sistema imunológico⁷ do animal ou da pessoa que foi picada. O nosso sistema imunológico é muito eficiente, e quando percebe as substâncias estranhas que foram injetadas em nossa pele, os mastócitos⁸, células que atuam como sentinelas defendendo nosso sistema, liberam histamina⁹ e outros componentes para combater a invasão. Um dos efeitos da histamina é o aumento do fluxo sanguíneo em razão do maior número de células protetoras que chegam ao local da picada, causando a vermelhidão e o inchaço. Outro efeito da histamina é a coceira, por isso, quando a reação alérgica é muito intensa, o uso de anti-histamínico é prescrito pelos médicos para interromper a produção de histamina. Importante: Qualquer tratamento para os sintomas associados a picadas de insetos deve ser indicado pelos profissionais de saúde.

-
7. Sistema imunológico: essa barreira muito complexa é composta por milhões de células de diferentes tipos e com diferentes funções, responsáveis por garantir a defesa do organismo e por manter o corpo funcionando livre de doenças.
 8. Mastócitos: são células que participam da reação inflamatória. Sua principal função é armazenar potentes mediadores químicos da inflamação, como a histamina.
 9. Histamina: é um neurotransmissor do cérebro que atua para regular nossa capacidade imunológica. É a substância responsável pelos sintomas de inchaço e irritação presentes em alergias.

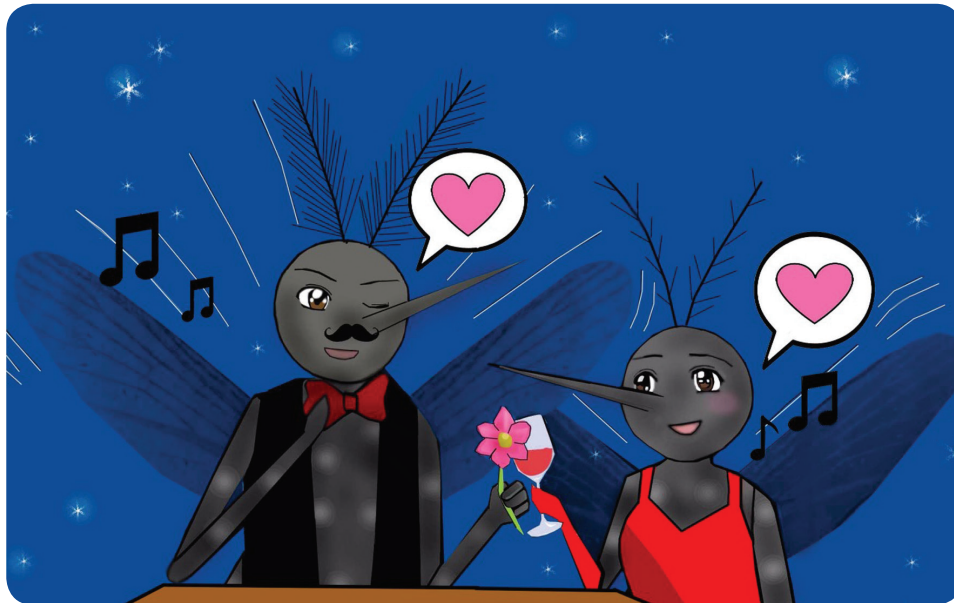
Órgãos sensoriais



Principais órgãos sensoriais e de produção de sons dos mosquitos. (1) Músculos presentes na base das asas para promover o batimento e produção de som. (2) Palpos maxilares e labiais com quimiorreceptores. (3) Antenas para percepção. Note o órgão de Johnston na base da antena. Olhos compostos por vários omatídeos. (4) O tato é feito pelos sensores dos tarsos.

Audição e produção de som

Os mosquitos não possuem órgãos responsáveis pela audição como nossos ouvidos, mas possuem um par de antenas em cuja base localiza-se o órgão de Johnston, descoberto há 160 anos por Christopher Johnston. Esse órgão é capaz de reconhecer a vibração sonora. Nas antenas desses insetos há um tipo de *pluma* cuja função é criar uma superfície ideal para a captação do som produzido pelo batimento das asas dos demais mosquitos, o qual será percebido pelo órgão de Johnston. No caso dos machos, as antenas são mais plumosas para perceberem os batimentos das asas das fêmeas, já que elas possuem asas maiores e batem mais devagar. Quanto maior o indivíduo, menor sua frequência de batimento alar.





Créditos: Flávia Virginio

Diferença entre antenas de machos e fêmeas. Note que a do macho (direita) é bem mais plumosa que a da fêmea (esquerda).

SERÁ QUE OS MOSQUITOS OUVEM, VEEM E SENTEM CHEIRO?

Apesar de os sentidos dos mosquitos serem parecidos com os nossos, os órgãos envolvidos são bem diferentes. Ainda existe muito mistério a ser desvendado sobre os sentidos dos mosquitos e, para isso, centenas de cientistas estudam diariamente os órgãos de diferentes espécies destes insetos.

Sabe aquele barulho irritante do mosquito que faz com que você saia correndo, se debatendo em busca de um inseticida ou uma raquete elétrica? Esse som é produzido pelo batimento das asas de fêmeas e machos adultos e serve como atrativo sexual. Eles conseguem identificar o sexo por meio do batimento das asas. Por exemplo, se forem duas fêmeas, elas podem até tentar, mas não conseguirão sincronizar as frequências do batimento das asas e, portanto, perceberão que não são parceiros sexuais. Já se forem de sexo oposto, irão alterar seus batimentos até que consigam sincronizar as frequências e começam um dueto. Estudos sugerem que a frequência do batimento das asas dos mosquitos está sob pressão de seleção sexual¹⁰, ou seja, o batimento da asa do mosquito macho pode ser um sinal da qualidade de sua aptidão reprodutiva¹¹.

Importância das asas

As asas são estruturas muito importantes para a sobrevivência dos mosquitos, já que são essenciais para a sua locomoção em busca de alimentos. A forma das asas é muito específica de cada espécie ou de cada sexo, ou seja, cada grupo tem um padrão distinto no formato alar.

Bem próximo às asas, estão localizados os halteres. Os cientistas ainda não sabem completamente as funções destas estruturas, sabe-se que uma delas é auxiliar do equilíbrio, mas ele pode ter também alguma relação com a produção do som. Em moscas comuns, um grupo bem próximo aos mosquitos, a remoção desses halteres faz com que o zumbido diminua. Também foi notado que os mosquitos continuam fazendo som mesmo com as asas em repouso, o que pode indicar que o som pode ter relação com outras estruturas além das asas.

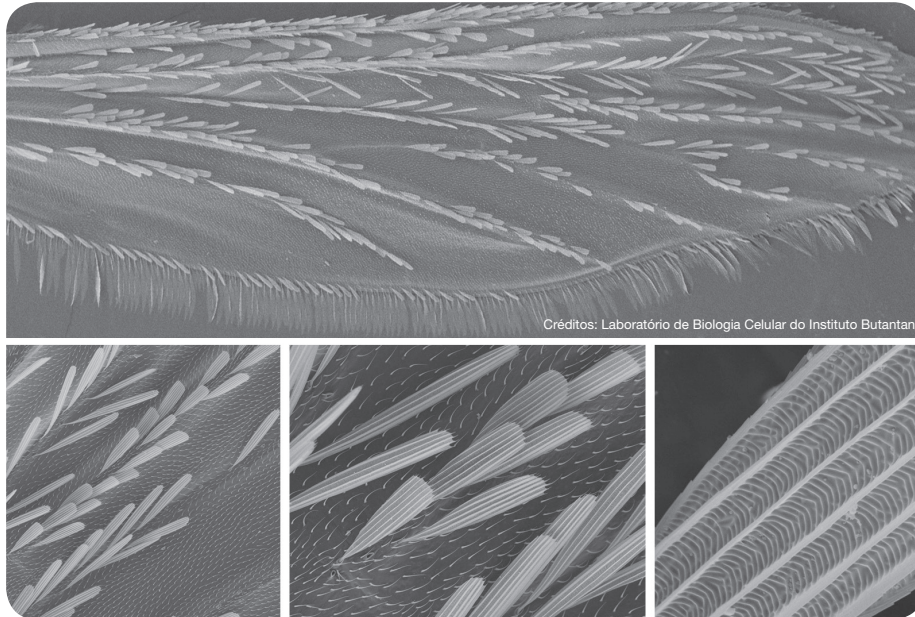
10. Seleção sexual: é um caso especial de seleção natural. Seleção sexual age na habilidade de um organismo de obter ou copular com um parceiro.

11. Aptidão reprodutiva: também chamado de fitness, é um conceito central na teoria da evolução. Trata-se de uma medida simples de sucesso reprodutivo, onde aqueles que sobrevivem e produzem maior número de prole capaz de se reproduzir, garantem a manutenção dos seus genes no ambiente.



Créditos: Camilla Lorenz

Asa de um mosquito *Anopheles* corada com fucsina. Note as nervuras e as escamas presentes em toda sua extensão.



Créditos: Laboratório de Biologia Celular do Instituto Butantan

Detalhes das escamas presentes nas asas de um mosquito.

Todas estas informações podem parecer que servem apenas para matar a nossa curiosidade, mas, na verdade, isso tem uma importância muito maior. Muitas destas informações podem ser importantes no combate à proliferação dos mosquitos que participam da transmissão de doenças importantes como a dengue, zika, chikungunya, febre amarela, filaríose linfática e malária. Hoje em dia existem, inclusive, armadilhas para mosquitos que são capazes de identificar as espécies com base na frequência do batimento de suas asas. Alguns cientistas mostraram que os mosquitos respondem a sons de até 2.000 Hz – humanos são capazes de ouvir sons com frequência entre 20 e 20.000 Hz.

REPELENTE ULTRASSÔNICO CONTRA MOSQUITOS

Já existem alguns produtos que estão circulando no mercado com a promessa de repelir mosquitos, dentre eles, aplicativos de celular. A grande promessa é que a emissão de sons ultrassônicos, “imitando” o batimento de asas de libélulas e de mosquitos machos, afastem as fêmeas. Inclusive, algumas estações de rádio já tentaram emitir estes sons para ajudar a repelir os mosquitos que estão perto de seus ouvintes. Porém, até o momento não se tem evidência de que isso realmente seja efetivo, aliás, existe inclusive um estudo científico que mostra a não eficiência deste tipo de repelente. O que realmente importa é que ainda não há evidências científicas sobre a eficiência destes produtos, se um dia houver, seremos os primeiros a comprar!



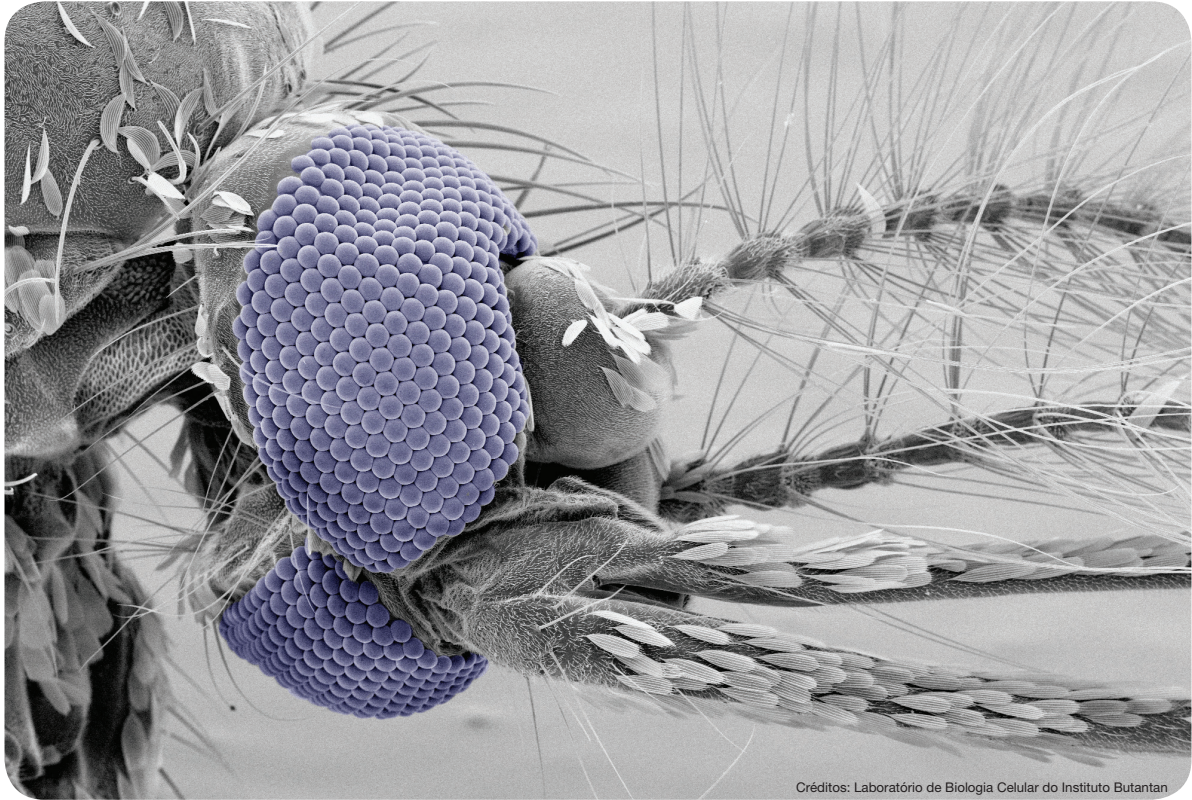
Visão

Há algumas semelhanças na anatomia dos olhos entre os diferentes grupos de insetos, e alguns até enxergam cores, mas de um jeito bem diferente dos vertebrados. Mas os mosquitos, especificamente, enxergam apenas luzes, em diferentes comprimentos de ondas, como o verde, o amarelo e o ultravioleta. Este último, emitido pelo sol, auxilia na orientação dos mosquitos por meio do fotoperíodo¹². A percepção visual dos mosquitos é possível graças à anatomia de seus olhos compostos, a qual facilita o acasalamento, a procura do hospedeiro, o repouso e a oviposição.

O desenvolvimento dos olhos nesses insetos se dá ao longo do seu processo de amadurecimento, enquanto são larvas, seus olhos são formados apenas por alguns ocelos em cada lado da cabeça, chamados de estemata. Tais olhos os acompanharão até a fase de pupa, quando então sofrerão algumas modificações até se transformarem em olhos compostos na fase adulta. Estes olhos serão formados por centenas de omatídeos, os quais se parecem a uma faceta, quando observados externamente.

A quantidade de omatídeos em cada par de olhos compostos varia de grupo para grupo, e inclusive de espécie para espécie. As formigas, por exemplo, possuem 9 omatídeos em cada olho composto, as moscas têm 400 e as libélulas 28.000. Cientistas observaram que nas espécies de mosquitos *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus* e *Aedes aegypti*, a quantidade de omatídeos varia de 610 a 900. A anatomia também difere entre espécies: o gênero *Anopheles* tem olhos separados, enquanto que em *Culex* e *Aedes* seus olhos são juntos.

12. Fotoperíodo: é a duração do dia em relação à noite em um tempo de 24 horas. Variam durante as estações do ano e entre as regiões do planeta. Por exemplo, no verão brasileiro, os dias são mais longos que as noites.



Créditos: Laboratório de Biologia Celular do Instituto Butantan

Olhos de *Aedes aegypti* com vários omatídeos.

A forma das facetas é diferente entre os insetos, nos mosquitos são hexagonais, ou seja, possuem seis lados. Se compararmos ao nosso olho, seria como se tivéssemos uma única faceta circular em cada olho. Mas então, por que os insetos não possuem uma visão tão boa quanto a dos humanos? Mesmo que tenhamos o equivalente a uma faceta circular em cada olho, ela é muito desenvolvida e temos um cérebro bastante complexo, capaz de interpretar tudo o que ela capta. Se os mosquitos tivessem olhos como os nossos, provavelmente eles precisariam de um cérebro muito grande para poder processar as imagens com tantos detalhes. E isso não condiz com a complexidade evolutiva dos insetos, quando comparamos à complexidade evolutiva dos humanos.

COMO SERIA SE NOSSOS OLHOS FOSSEM PROPORCIONAIS AOS DOS INSETOS?



Meus olhos são quase do meu tamanho!

Seria necessário que nós tivéssemos olhos com no mínimo um metro de diâmetro.

The illustration shows a cartoon girl with a pink shirt and blue skirt standing next to two large, green, circular eyes that are nearly as tall as she is. A speech bubble from the girl says, 'Meus olhos são quase do meu tamanho!' (My eyes are almost my size!). The text to the right asks, 'COMO SERIA SE NOSSOS OLHOS FOSSEM PROPORCIONAIS AOS DOS INSETOS?' (How would it be if our eyes were proportional to those of insects?) and answers, 'Seria necessário que nós tivéssemos olhos com no mínimo um metro de diâmetro.' (It would be necessary for us to have eyes with at least one meter in diameter.)

Os olhos dos insetos estão muito bem adaptados ao seu modo de vida. Eles têm a capacidade de detectar o calor à curta distância e, portanto, encontrar facilmente animais dos quais poderão se nutrir de seu sangue. Quando o calor é produzido, ondas de luz são também emitidas, e estas ondas são observadas pelos mosquitos. Dessa forma, a visão é indispensável na busca por comida ou por locais de deposição de seus ovos.

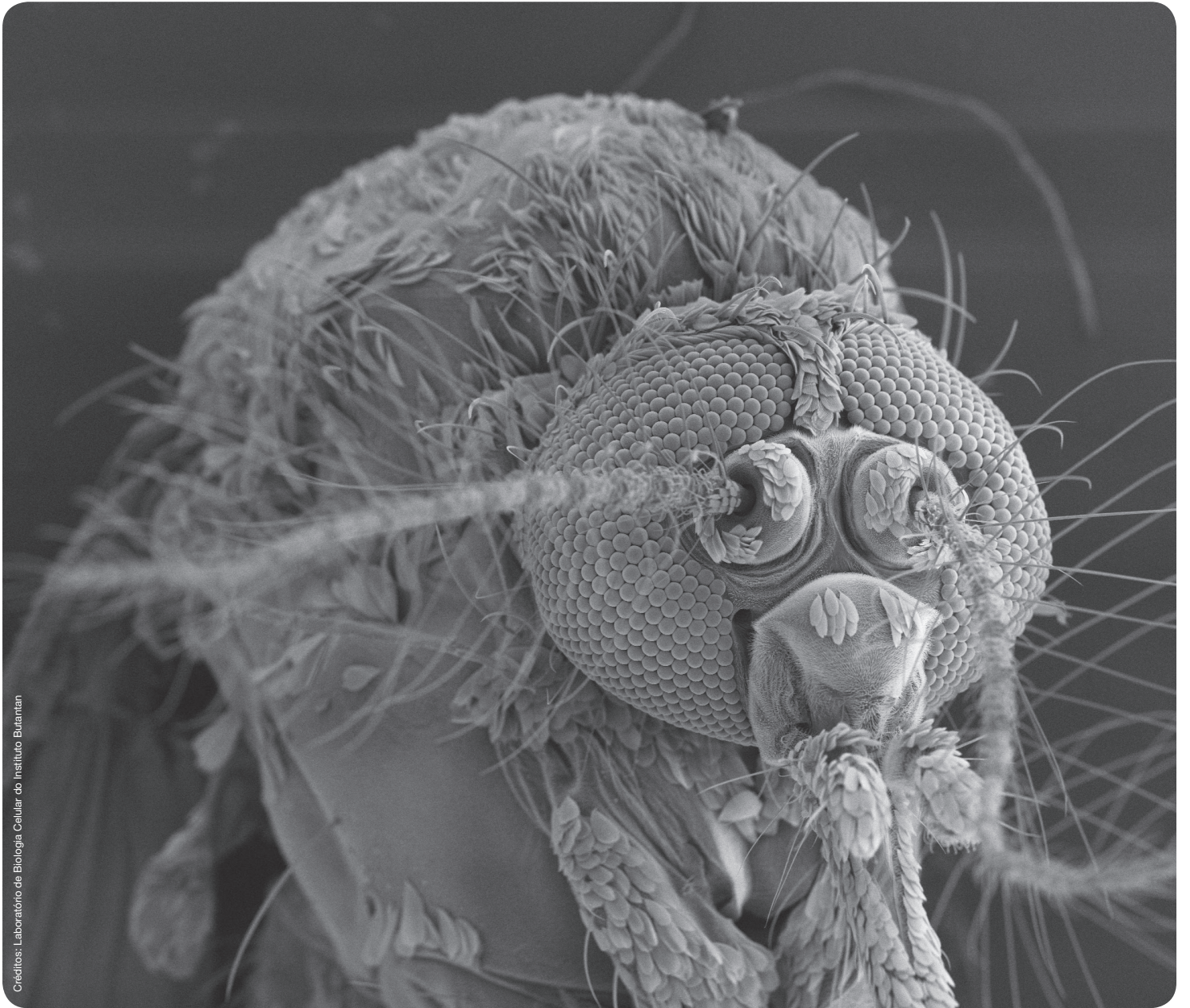
Além da visão, existem outros fatores relacionados à percepção de sinais térmicos e olfativos, os quais, combinados, podem ajudar os mosquitos a nos encontrar, são eles: a emissão de dióxido de carbono (CO_2) através de nossa respiração, o calor e o odor emitidos pelo nosso corpo.

VOCÊ SABIA QUE AS LARVAS DOS MOSQUITOS CONSEGUEM DISTINGUIR ENTRE CLARIDADE E ESCURIDÃO?

Existem espécies de mosquitos que são umbrófilas, ou seja, que preferem criadouros sombreados (ex.: *Anopheles oswaldoi*). Já as heliófilas são aquelas que preferem os locais ensolarados (ex.: *Aedes fluviatilis*). Em espécies umbrófilas, as larvas procuram espontaneamente as áreas mais sombreadas dos criadouros (fototeletaxia) para se abrigar. Quando preferem a luz, suas larvas apresentam maior atividade nos locais iluminados, tal comportamento é chamado de otocinese. Os cientistas têm estudado os fotorreceptores¹³ dos olhos dos mosquitos, e algumas estruturas se comportam de forma diferente quando expostas à luz ou à claridade.



13. Fotorreceptores: célula ou grupo de células especializadas que contêm pigmentos assimiladores e são, portanto, sensíveis à luz.



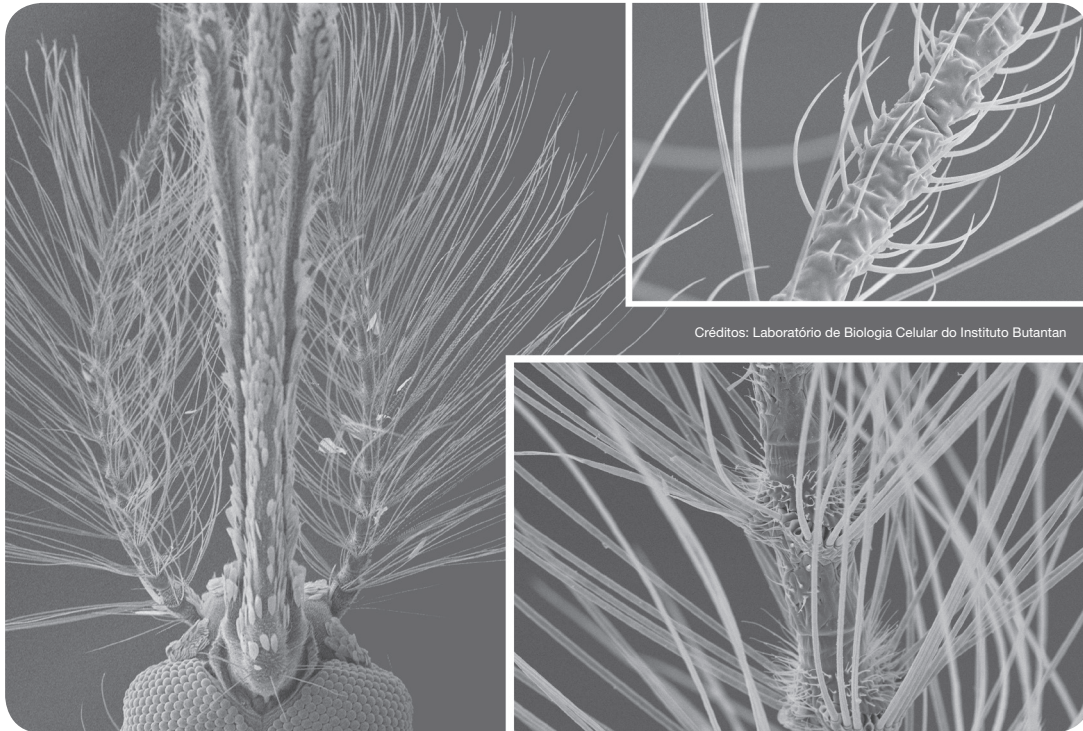
Creditos: Laboratorio de Biologia Celular do Instituto Butantan

Detalhe de uma fêmea de *Aedes aegypti*. Assim como ocorre em outros insetos, os olhos compostos dos mosquitos são formados por milhares de lentes minúsculas (omatódeos) e são extremamente sensíveis à luz, possibilitando vôos no escuro.

Olfato e produção de feromônios

Muitos animais produzem componentes químicos que são percebidos pelos mosquitos, como o CO_2 e o ácido lático. Um estudo recente foi publicado relatando a atração dos mosquitos pelo tipo sanguíneo, mas esta relação ainda está sendo discutida.

Mas como os mosquitos percebem estes componentes? Bom, em suas antenas existem algumas estruturas muito pequenas que são chamadas de quimiorreceptores¹⁴ e sensores olfatórios¹⁵. Outras estruturas que também possuem sensores de odor são os palpos maxilares ou labiais.

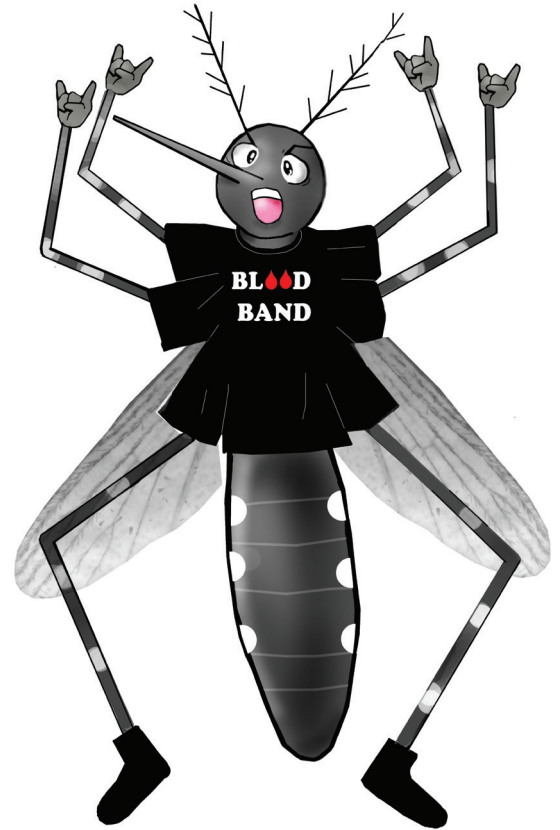


Detalhes das antenas de um mosquito.

14. Quimiorreceptores: receptor sensorial sensível à presença ou concentração de determinadas substâncias químicas.
15. Sensores olfatórios: pequenos dispositivos capazes de detectar estímulos olfatórios; eles captam as moléculas responsáveis pelo cheiro.

ATRAÇÃO DOS MOSQUITOS ÀS CORES ESCURAS

Os cientistas já sabem há algumas décadas que os mosquitos do gênero *Aedes* são mais atraídos pelas cores escuras do que pelas claras. Isso ocorre provavelmente pelo baixo fator de reflexão deste tipo de cor. As cores escuras também servem como proteção, camuflagem, inclusive para as fêmeas se alimentarem de sangue dos seus hospedeiros ou repousarem após a alimentação. Em contrapartida, as luzes claras também têm sua importância na atração dos mosquitos, inclusive são utilizadas em armadilhas luminosas para capturar mosquitos. Nestas armadilhas, apenas fêmeas são atraídas. Isso acontece provavelmente porque elas percebem de alguma forma que onde existe luz, há alimento sanguíneo. Outro fator que está relacionado à iluminação (ou à falta dela) é a percepção pela fêmea dos criadouros propícios para a oviposição. Diferentes fatores influenciam nas características das cores refletidas pelos criadouros, os quais combinados com outros fatores indicam à fêmea qual a melhor opção para depositar seus ovos. Quanto ao desenvolvimento dos mosquitos, alguns não alcançam a maturidade se não estiverem expostos à luz, porém, a maioria das espécies estudadas se desenvolve na escuridão.



10-50m: o mosquito detecta o CO₂ liberado pela nossa respiração.

5-10m: o mosquito vê o humano.



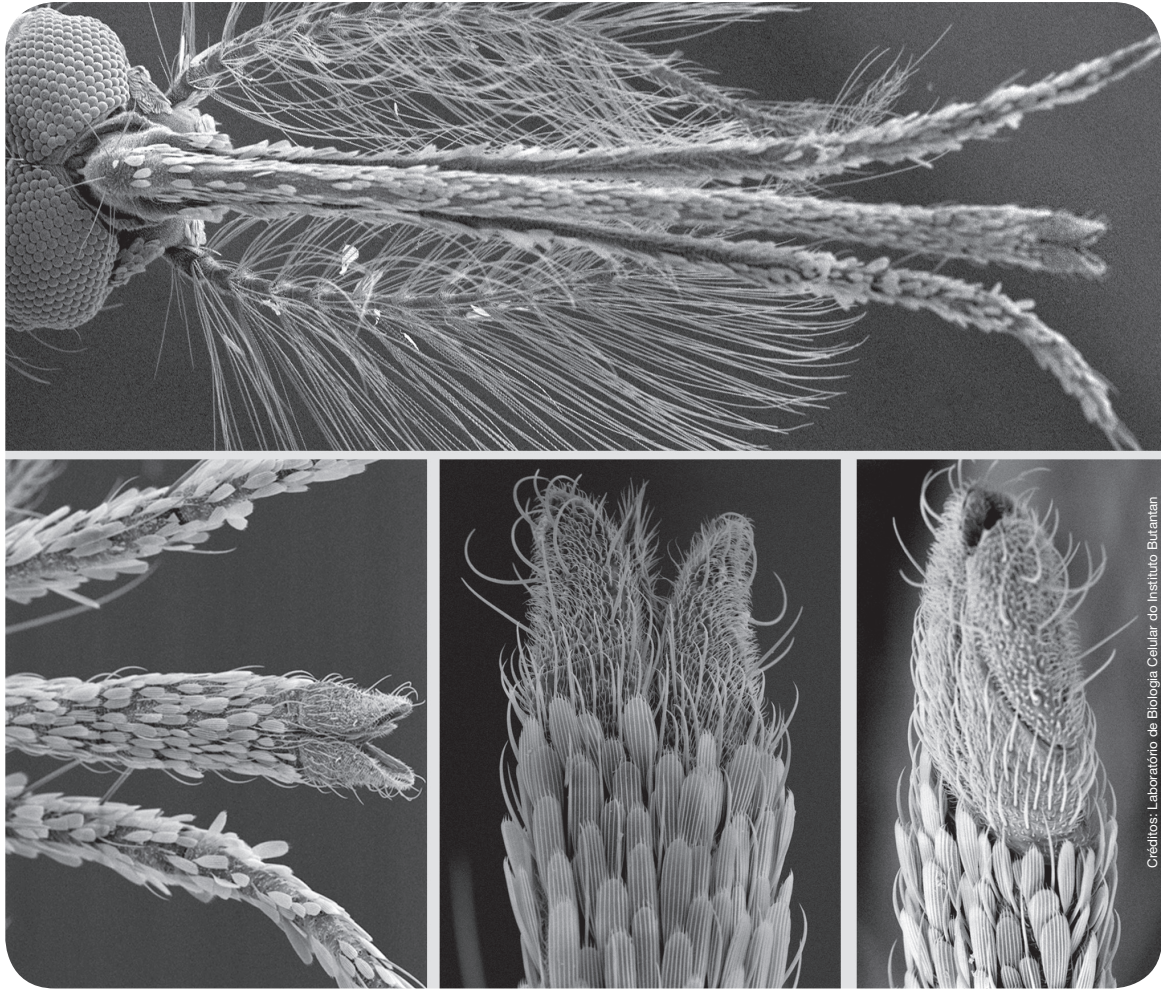
↳ ~20cm: o mosquito detecta a umidade e as ondas térmicas liberadas pelo nosso corpo.

A atração do mosquito por seu hospedeiro pode variar conforme o seu “tipo”, ou seja, o mosquito pode ser mais atraído por um humano, ou por uma ave, ou por um macaco, etc... Substâncias contidas em nosso suor e outras secreções da pele podem nos tornar mais ou menos atrativos para o mosquito. Geralmente mulheres grávidas, adultos e pessoas acima do peso são mais atrativos. Mas isso não é uma grande novidade. Faz muito sentido se pensarmos que essas pessoas produzem mais CO₂ e possuem maior área disponível para a picada.

Zonas de percepção de CO₂. Quanto mais próximo da pessoa, maior é a emissão desse gás detectado pelo mosquito.

Tato

Os quimiorreceptores de contato presentes nos mosquitos, principalmente nas labelas da probóscide, ou ainda nos tarsos, são responsáveis por distinguir soluções salgadas de açucaradas. Além disso, até onde se sabe, as fêmeas conseguem avaliar a qualidade dos criadouros onde pretendem colocar seus ovos, com base nos quimiorreceptores presentes nos tarsos.



Detalhes da probóscide de um mosquito. Ela funciona como uma agulha retrátil que a fêmea usa para perfurar a pele e sugar o sangue. A irritação e a coceira na pele não são causadas pela picada em si, mas sim pelas substâncias anestésicas e anticoagulantes presentes na saliva do mosquito.

Quando a fêmea tenta se alimentar de sangue, elas perfuram a pele do hospedeiro mais de uma vez. Elas fazem isso até encontrar o vaso sanguíneo! E nós não sentimos nada porque em sua saliva existem substâncias anestésicas.



Créditos: Laboratório Especial de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan

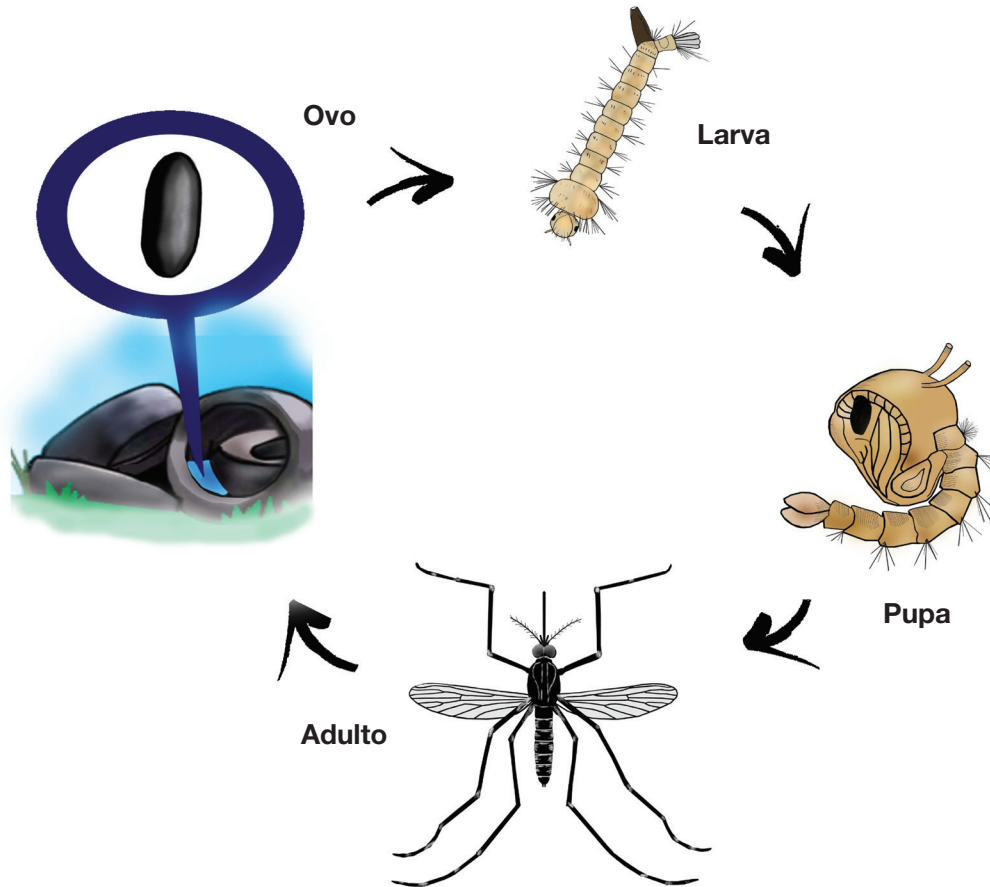
Probóscide de um Aedes aegypti.

Mas uma estrutura tão fina não quebra? Esta estrutura, chamada de probóscide, apesar de parecer frágil, é altamente flexível e ágil. Ela possui várias estruturas, dentre elas existe uma que suga o sangue e outra que libera a saliva, contendo substâncias anticoagulantes e anestésicas.

2. CICLO DE VIDA E SAZONALIDADE

Como todos os insetos, os mosquitos se desenvolvem dentro de ovos e passam por diversos estágios antes de atingirem a vida adulta. As fêmeas depositam seus ovos na água, e os estágios de larva e pupa são inteiramente aquáticos. A pupa, quando alcança o desenvolvimento completo, deixa a água e transforma-se em um inseto adulto voador e terrestre. O ciclo de vida de um mosquito pode variar desde uma até várias semanas, dependendo das condições climáticas e da espécie. Para o *Aedes aegypti*, por exemplo, é em média 40 dias: 10 dias para o ovo se transformar em adulto e 30 dias até o adulto morrer. Esse ciclo de vida pode ser acelerado pelo aumento da temperatura, por isso mais ovos eclodem no verão e com isso temos um número maior de mosquitos.

Não existe uma estimativa precisa de quantos mosquitos existem hoje em uma cidade grande como São Paulo, por exemplo, até porque ela varia conforme a estação do ano e a região. O que se sabe é que o *Aedes aegypti* e o *Culex quinquefasciatus*, popularmente conhecidos como mosquito da dengue e pernilongo comum, respectivamente, são os mosquitos em maior número em ambiente urbano. Segundo pesquisas entomológicas realizadas em parques de São Paulo, estima-se que existam mais de 80 espécies de mosquitos na cidade. Somente no Instituto Butantan foram encontradas 12 espécies diferentes.



Ciclo de vida comum a todos os mosquitos.

O criadouro onde o mosquito vai depositar seus ovos varia conforme a espécie.

Ovos

Os mosquitos depositam seus ovos na água parada ou com pouco movimento, seja nos grandes corpos d'água ou em áreas menores de acumulação onde a água acabará armazenada. A escolha pelo criadouro varia conforme a espécie, sendo que a fêmea pode

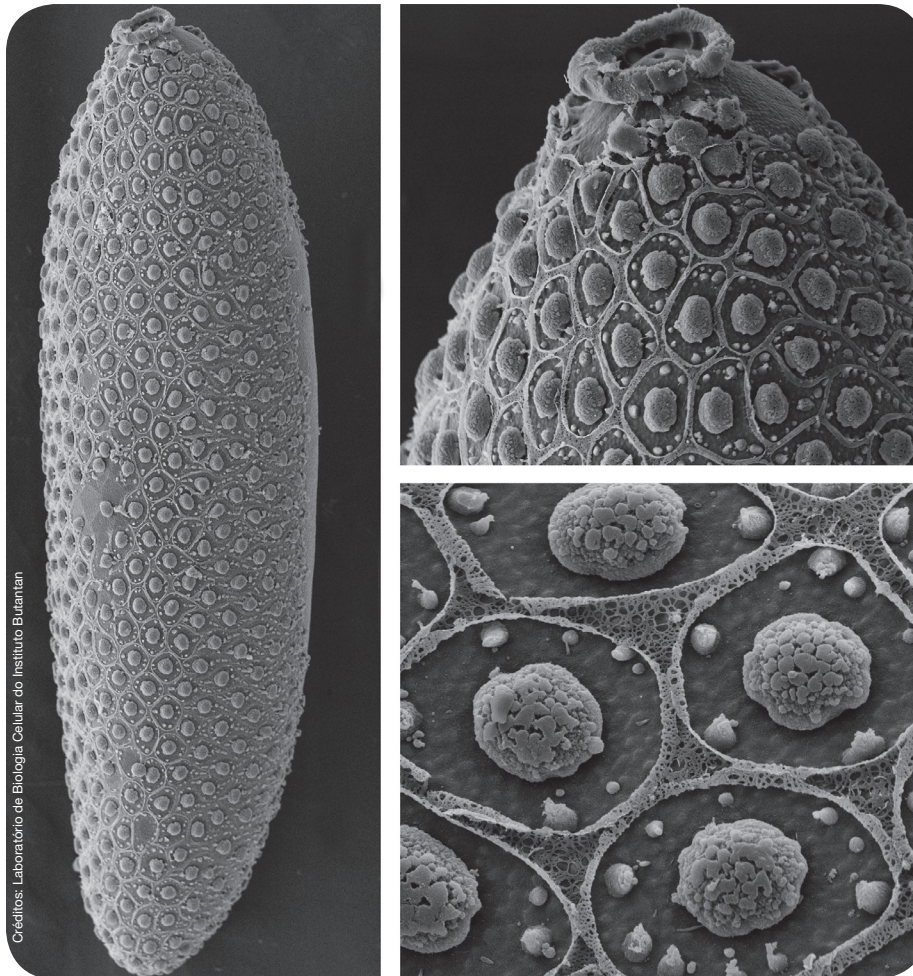
depositar seus ovos em criadouros naturais, como buracos de árvores, bromélias, bambus cortados, poças de água em geral e etc; ou artificiais, como potes plásticos, pneus, lixo e etc. Alguns mosquitos, como os *Aedes* e *Anopheles*, preferem liberar seus ovos em corpos de água mais limpos. Já o *Culex quinquefasciatus* gosta da água suja e com muita matéria orgânica para depositar os ovos.

As fêmeas geralmente põem ovos na superfície da água, exceto os mosquitos *Aedes*, que botam seus ovos na parede do recipiente, acima do nível da água e em áreas protegidas - que acabam sendo inundadas, proporcionando a eclosão dos mesmos. Dependendo da espécie, os ovos podem ser postos de forma unitária ou vários de cada vez, formando uma balsa ou jangada flutuante.



Créditos: Paulo Urbhatti

Jangada de ovos de *Culex quinquefasciatus*.



Detalhes de um ovo de mosquito. Note a abertura na extremidade chamada micrópila, pelo qual o espermatozóide penetra para fecundar o óvulo. No caso do *Aedes aegypti* esses ovos podem permanecer sem eclodir por um grande período de tempo, aguardando até o próximo período chuvoso. Alguns estudos sugerem que os ovos possam resistir por até 450 dias, uma vez que são extremamente resistentes ao ressecamento. O processo de eclosão do ovo ocorre quando a água entra em contato com ele.

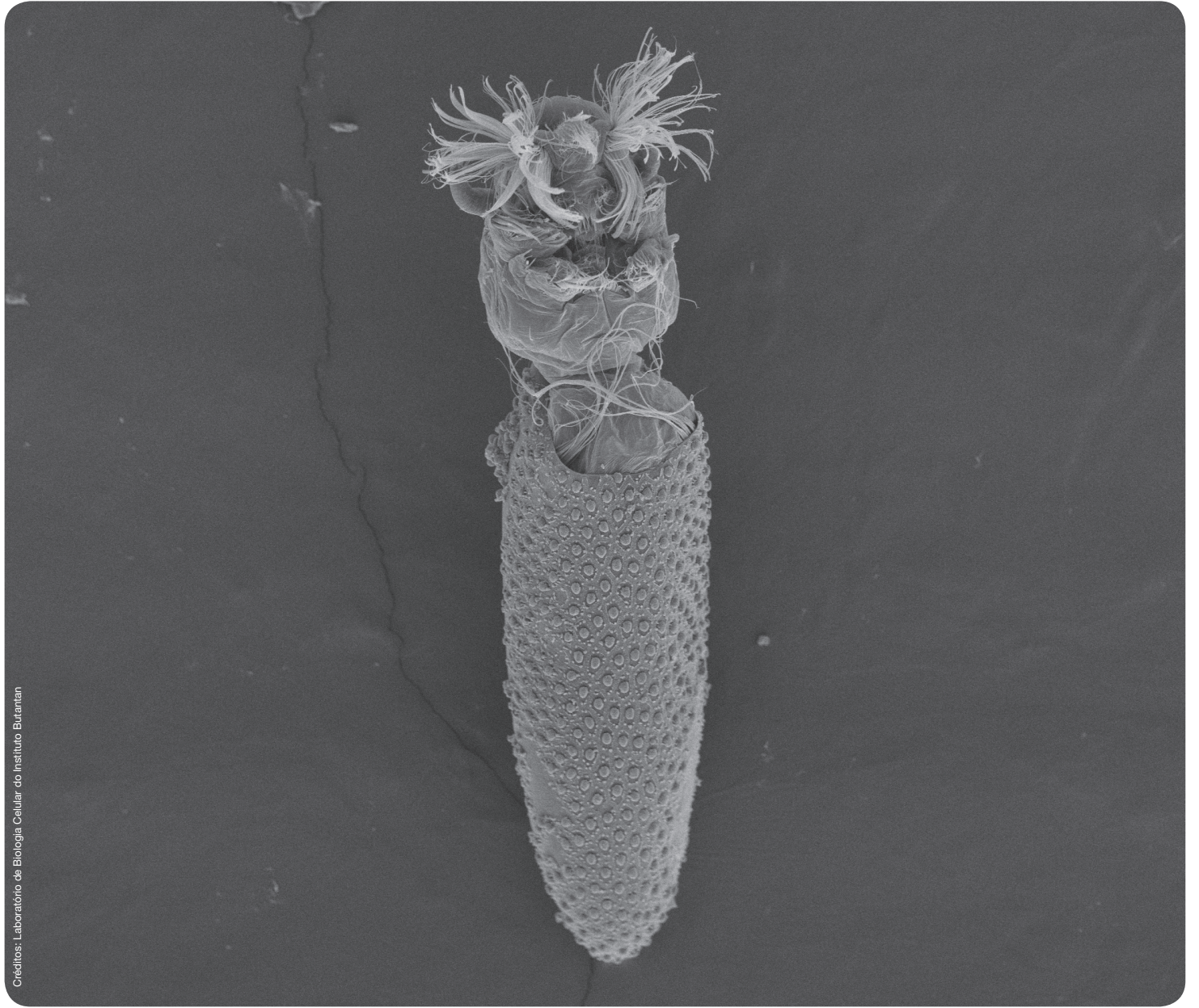
QUANTOS OVOS UMA FÊMEA PODE COLOCAR DURANTE SUA VIDA?

Isso varia conforme a espécie. Uma única fêmea de *Aedes aegypti*, por exemplo, pode dar origem a mil ovos durante a vida e distribuí-los por diversos criadouros – estratégia fundamental para garantir a dispersão dos ovos e consequentemente, a preservação da espécie. Em cada postura, ela pode botar em torno de cem ovos. E, ao contrário de que muitas pessoas pensam, a fêmea não morre logo após botar os ovos. Após 3 ou 4 dias ela está apta a botar mais ovos novamente.



POR QUANTO TEMPO UM OVO PODE RESISTIR EM AMBIENTE SECO?

Os ovos de *Aedes aegypti*, por exemplo, conseguem resistir até 450 dias. Essa resistência é uma vantagem para o mosquito, pois permite que os ovos sobrevivam por muitos meses em ambientes secos, até o próximo período chuvoso. Por isso é importante, ao descartar água, também escovar as paredes dos recipientes. Já outros grupos de mosquitos, como *Culex* e *Anopheles*, são altamente dependentes do meio aquático e, dessa forma, não resistem a ambientes secos.



Momento exato em que a larva rompe o ovo e começa sua eclosão. Os ovos de mosquitos têm cor pálida no momento da oviposição, tornando-se escuros após alguns minutos em contato com o oxigênio. A “casca” desses ovos é impermeável, sendo que sua parte externa geralmente apresenta ornamentações que auxiliam na identificação da espécie.

Larva

Nesta etapa, a larva se alimenta de substâncias orgânicas e microrganismos presentes na água e no interior do criadouro. Existem quatro diferentes fases de desenvolvimento das larvas, e vários pesquisadores utilizam características desses estágios para identificar a espécie do mosquito. Por exemplo, a posição da larva do gênero *Anopheles* fica paralela à superfície da água, enquanto que as larvas de *Aedes* e *Culex* se posicionam de forma perpendicular. O comprimento do sifão respiratório e outras partes do corpo das larvas também são utilizados para identificar a espécie.



Larvas de *Anopheles cruzii* (esquerda) e *Anopheles homunculus* (direita).



Larvas de mosquitos mostrando sua diversidade. Seu corpo geralmente é revestido por vários pares de cerdas, que têm função sensorial e auxiliam na flutuação. Ao contrário dos adultos que possuem aparelho bucal adaptado à punção, as larvas dos mosquitos têm aparelho bucal do tipo mastigador-raspador. As mandíbulas e maxilas são placas robustas, dotadas de dentes e cerdas fortes, úteis à trituração dos alimentos.



Créditos: Max Malmann

Larva de *Aedes aegypti* com fungos. Muitas vezes os entomologistas - pesquisadores que estudam os insetos - necessitam cultivar as larvas dos mosquitos até atingirem o estágio adulto, para identificação correta da espécie. Ou simplesmente cultivam essas larvas em algum insetário para pesquisas com esses bichos. Entretanto, o maior vilão das larvas num insetário são os fungos. Devido a alta umidade e temperatura, esses microorganismos se proliferam muito rápido, inclusive nas larvas.

A maioria das larvas filtra o material orgânico presente na água por meio de estruturas presentes em sua boca. Entretanto, existem algumas espécies que são predadoras de outras larvas, como é o caso do gênero *Toxorhynchites*, que pode ser utilizado no controle das larvas como de *Aedes aegypti*.

As larvas vivem vários dias ou até semanas, dependendo da temperatura da água e das espécies de mosquito. Elas crescem até cerca de 1 ou 2 centímetros e trocam de “pele” várias vezes para poder se desenvolver e atingir o estágio de pupa.



Pupa

Depois da quarta troca de “pele”, as larvas se transformam em pupas, que vivem na água durante um a quatro dias, dependendo da temperatura da água e da espécie do mosquito. A pupa flutua na superfície e respira por dois tubos pequenos. Apesar de não comerem, as pupas são bastante ativas e se movimentam bastante no corpo d’água.



Créditos: Paulo Urbinatti

Pupa de um *Anopheles*.



Créditos: Flávia Virginio

Diferença entre a pupa de um macho (esquerda) e de uma fêmea (direita) de *Aedes aegypti*.



Créditos: Max Malmann

Pupas de *Aedes aegypti*. As pupas têm aspecto de vírgula e são bastante móveis quando perturbadas, mas estão quase sempre paradas em contato com a superfície da água. Diferentemente do adulto, seu corpo é dividido em cefalotórax e abdômen, sendo que no cefalotórax estão presentes duas estruturas tubulares chamadas trombetas ou trompas respiratórias.

Adulto

Dentro do casulo pupal¹⁶, a pupa se transforma em um mosquito adulto. Entre outras coisas, ele usa a pressão do ar para romper o casulo pupal e fica repousando enquanto seu esqueleto se solidifica, estendendo as asas para que fiquem endurecidas. Uma vez terminada esta fase, o mosquito pode voar e viver fora da água. Uma das primeiras atividades que os mosquitos adultos fazem é procurar companhia, acasalarem e se alimentarem. Somente as fêmeas se alimentam de sangue, pois ele é necessário para a maturação dos ovos.

Depois de alimentadas, as fêmeas procuram um criadouro para botarem seus ovos. Cada desova exige uma nova refeição sanguínea, assim, as fêmeas continuam o ciclo e vivem muitos dias ou até semanas (tempo maior no inverno), sendo que os machos vivem apenas poucos dias depois de acasalarem. O ciclo de vida dos mosquitos varia de acordo com a espécie e às condições ambientais.

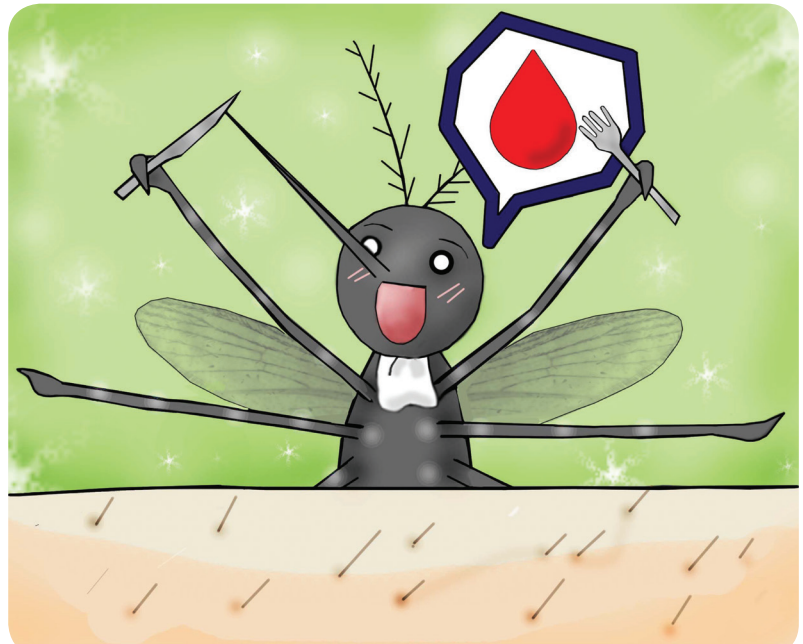


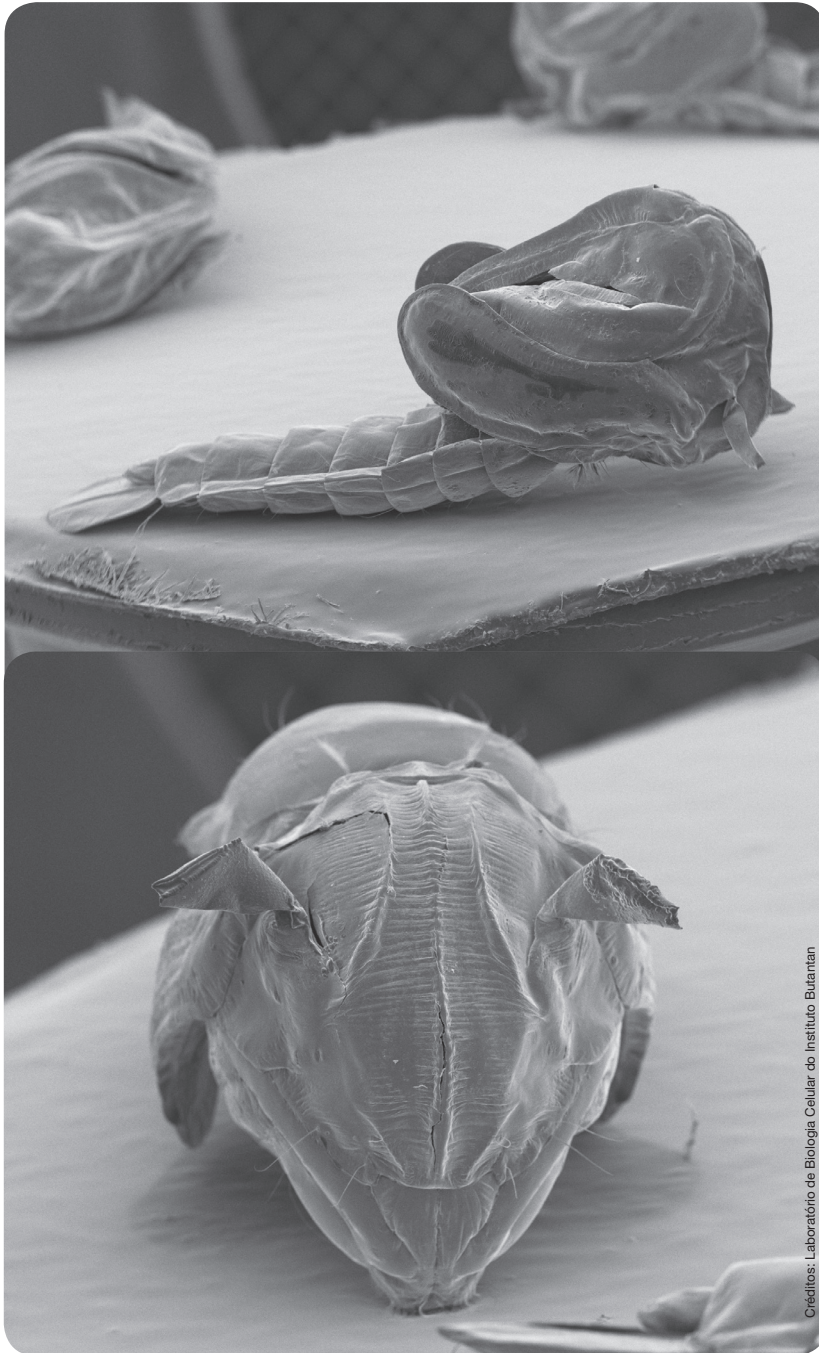
Fêmea de *Culex quinquefasciatus* carregando vários ovos.

16. Casulo pupal: estrutura externa esclerotizada que envolve a pupa.

QUANTAS PESSOAS UMA FÊMEA DE *Aedes Aegypti* PODE PICAR DURANTE SUA VIDA?

Uma fêmea de *Aedes* pode picar até três pessoas no mesmo repasto (refeição) e até 400 em toda a sua vida. Ele consegue ingerir até duas vezes o próprio peso em sangue: se a fêmea começa a picar uma pessoa e é interrompida, provavelmente vai procurar realizar uma nova picada nesta mesma pessoa ou em outra, até estar repleta de sangue.





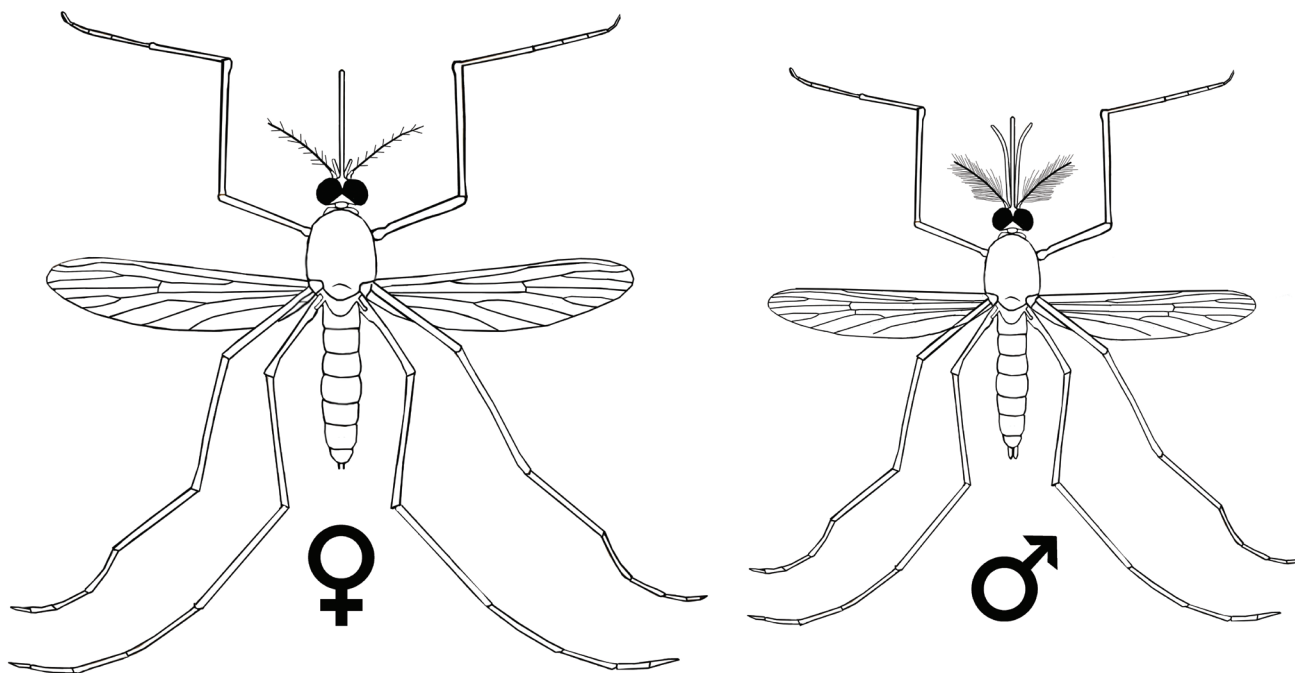
Créditos: Laboratório de Biologia Celular do Instituto Butantan

Detalhe de uma pupa vista no microscópio eletrônico de varredura. O estágio de pupa num mosquito é o mais efêmero e só dura alguns dias. Nessa fase da vida ele não se alimenta, e várias transformações importantes acontecem em seu corpo até que o adulto “fique pronto”.

3. DIFERENÇAS ENTRE MACHO E FÊMEA

As diferenças entre os sexos em mosquitos variam conforme as espécies, mas, em geral, as antenas e as genitálias são bastante características de cada sexo. Outras estruturas também podem ajudar a diferenciar o sexo dos mosquitos, como os palpos labiais e as asas. Como regra, os machos apresentam a genitália composta por um par de ganchos e outras estruturas específicas; suas antenas são mais plumosas; geralmente os palpos são mais longos; e as suas asas são mais compridas e finas do que as fêmeas.

A fêmea do mosquito definitivamente não é o sexo frágil. É ela quem se alimenta de sangue para nutrir seus ovos, carrega centenas de ovos e voa longas distâncias para buscar alimento e local propício para a oviposição. Como se alimenta de sangue, é ela também que transmite os patógenos causadores de diversas doenças. Já o macho, se alimenta de soluções açucaradas como néctar e seiva de planta, é o primeiro a nascer e fica à espera das fêmeas para realizar seu cortejo nupcial.

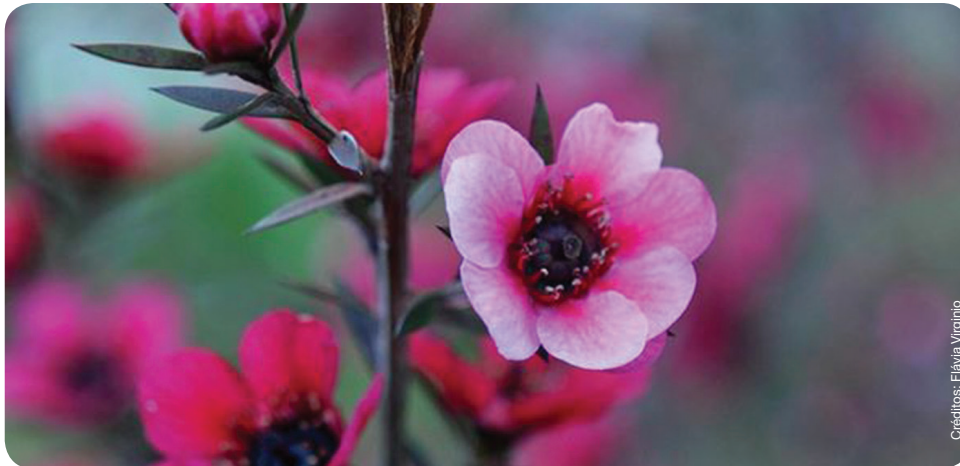


Principais diferenças entre machos e fêmeas. Note que a fêmea é maior e possui palpos maxilares menores que o macho. Ela também apresenta o aparelho ovipositor no final do último segmento abdominal. O macho por sua vez geralmente é menor em tamanho e possui antenas mais plumosas.

4. HÁBITOS

Todos os mosquitos adultos se alimentam do néctar das plantas ou seiva para obter açúcar, o que fornece energia suficiente para machos e fêmeas sobreviverem. Entretanto, as fêmeas também precisam produzir ovos, para isso elas necessitam de proteínas as quais são obtidas a partir do sangue. Esse sangue pode ser proveniente de humanos ou outros animais, embora cada espécie particular possa ter afinidade por fontes alimentares específicas, ou generalistas.

Quando os mosquitos não estão procurando por sangue, fêmeas e machos se alimentam de açúcares presentes nas plantas. Na primavera, mosquitos *Aedes* já foram registrados se alimentando de ameixa e cereja, por exemplo. Até mesmo no Ártico, os mosquitos foram observados se alimentando do néctar de flores. Além da energia obtida dos açúcares, os mosquitos também necessitam de água para a hidratação.



Créditos: Flávia Virgínia



Creditos: Centers for Disease Control and Prevention; James Gathany

Aedes aegypti realizando repasto sanguíneo. As fêmeas de *Ae. aegypti* geralmente sugam o sangue em horários diurnos. Seus picos de maior atividade são ao amanhecer e pouco antes do crepúsculo vespertino, mas ataca o homem, e por vezes animais domésticos, a qualquer hora do dia. O homem é atacado principalmente nos pés e na parte inferior das pernas.

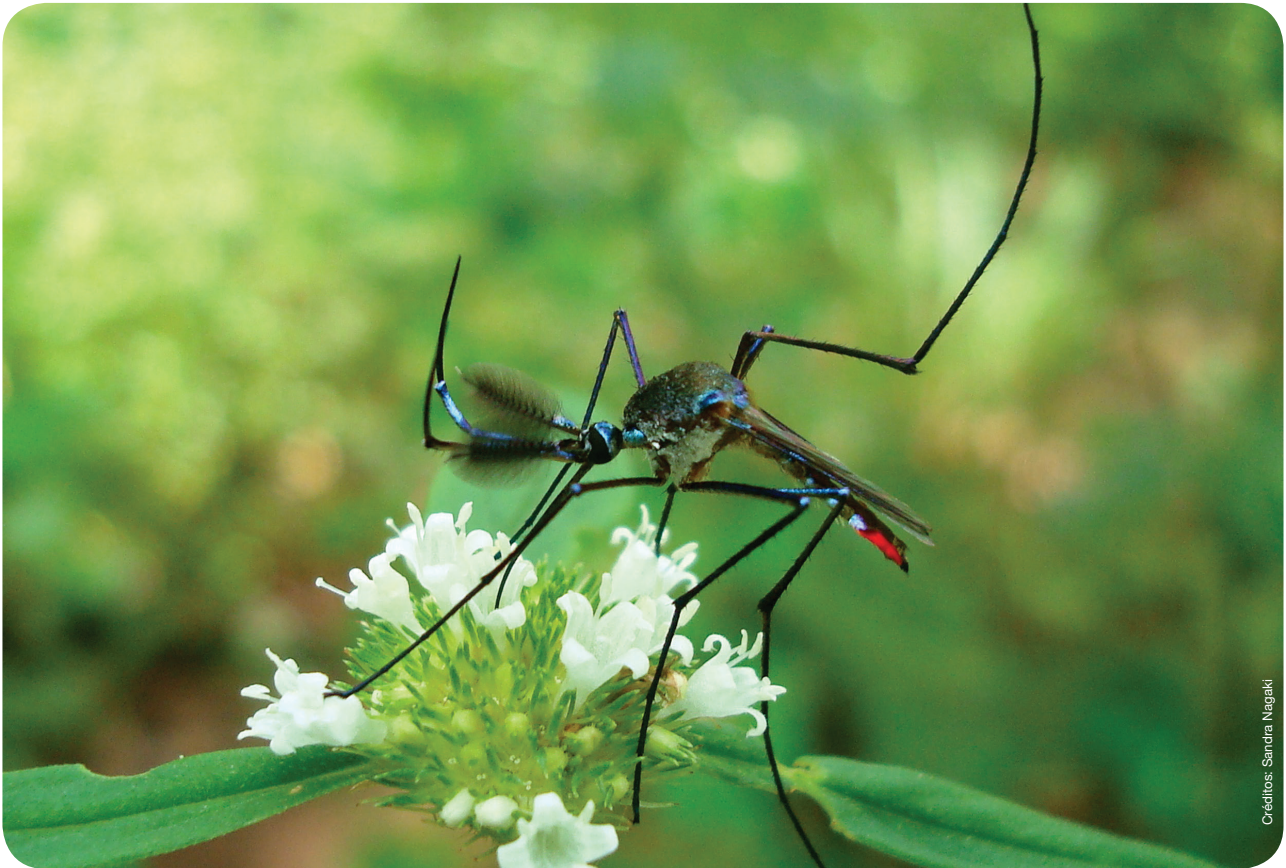
Uma mudança na dieta

Em algumas espécies de mosquitos, a fêmea fertilizada “hiberna” durante o inverno, enquanto os machos morrem em temperaturas frias. Para sobreviver sem alimento durante a hibernação, as fêmeas precisam comer uma dose extra de açúcar, dobrando seu peso no outono para resistirem ao inverno, e só se alimentarem novamente na primavera. Desse modo, quando o outono está acabando, elas param de procurar por animais para picar e, em vez disso, procuram frutas e néctar para obtenção de açúcar.

Os entomólogos recentemente descobriram o que faz esses mosquitos mudarem sua dieta no final do outono. Tudo depende do comprimento do dia, ou o que chamamos de fotoperíodo. Com a chegada do inverno e das baixas temperaturas, os dias ficam mais curtos; isso “desliga” dois genes que codificam enzimas digestoras de sangue e “liga” outros genes relacionados à digestão de açúcares e retenção de gorduras.

VOCÊ SABIA?

Nem todos os mosquitos picam e sugam sangue. Além do hábito hematófago, existem algumas espécies que são fitófagas, ou seja, se alimentam exclusivamente da seiva de plantas. É o caso do mosquito *Toxorhynchites*.

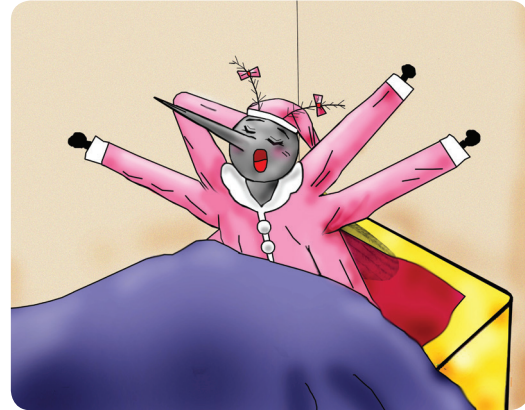


Créditos: Sandra Nagaki

O *Toxorhynchites* é também chamado de “mosquito elefante” porque é um dos maiores mosquitos existentes e por sua probóscide ser grande. É um gênero do qual as larvas são predadoras, ou seja, comem larvas de outras espécies, inclusive de *Aedes aegypti*. Quando adultos, as fêmeas desse mosquito não necessitam de sangue para irrigar seus ovários, e se alimentam normalmente de néctar; sendo assim, não são vetores de nenhum agente patogênico e não apresentam risco ao ser humano. O *Toxorhynchites* é um gênero cosmopolita, encontrado principalmente em áreas de florestas, e sua atividade é pequena em ambientes urbanos.

Dia ou noite?

Além de possuírem uma “preferência” alimentar, os mosquitos também “escolhem” determinados períodos do dia para se alimentar de sangue. Por exemplo, o pernilongo comum, *Culex quinquefasciatus*, costuma se alimentar do sangue das pessoas à noite, enquanto elas estão descansando ou dormindo. Já o *Aedes aegypti* prefere picar durante o dia, em especial no início da manhã e no fim da tarde. Isso não significa que ele não pique à noite, mas, em geral, é isso que acontece: o *Aedes* é um mosquito oportunista, ou seja, se a pessoa deixar uma perna exposta, provavelmente será picada mesmo à noite.



Tanto a “preferência¹⁷” alimentar quanto a de picar em períodos específicos do dia, estão relacionadas à evolução dos mosquitos ao longo dos anos. Cada espécie possui um ritmo circadiano¹⁸ que envolve genes específicos para modular/regular seu comportamento. Muitos desses genes são estudados para desenvolver técnicas de controle mais eficientes, que tenham relação com o “estilo de vida” do mosquito.

17. Preferência: a palavra “preferência”, no caso dos mosquitos, deve ser usada com cautela. Ela foi emprestada para designar que o mosquito tem estímulos químicos que o atraem para determinada situação. Por exemplo, quando dizemos “o mosquito prefere tecidos escuros” significa que ele é mais atrativo aos sensores do mosquito.

18. Ritmo circadiano: também conhecido como ciclo circadiano, o ritmo circadiano representa o período de um dia (24 horas) no qual se completam as atividades do ciclo biológico dos seres vivos. Uma das funções deste sistema é o ajuste do relógio biológico, controlando o sono e o apetite.

O MOSQUITO *Aedes aegypti* TEM “PREFERÊNCIA” POR PICAR ALGUMA PARTE DO CORPO?

Por voar baixo, ele costuma picar nos pés e nas pernas das pessoas.

QUAL É A ALTURA MÁXIMA QUE UM MOSQUITO CONSEGUE VOAR?

O *Aedes aegypti*, por exemplo, costuma ter um voo baixo que chega, mais ou menos, a 1 metro ou 1,5 metro de altura.

OS MOSQUITOS PICAM ANIMAIS DOMÉSTICOS?

Sim, mas, geralmente, os mosquitos mais urbanizados, como o *Aedes aegypti* e o *Culex quinquefasciatus* (pernilongo comum), têm “preferência” pelo sangue humano.

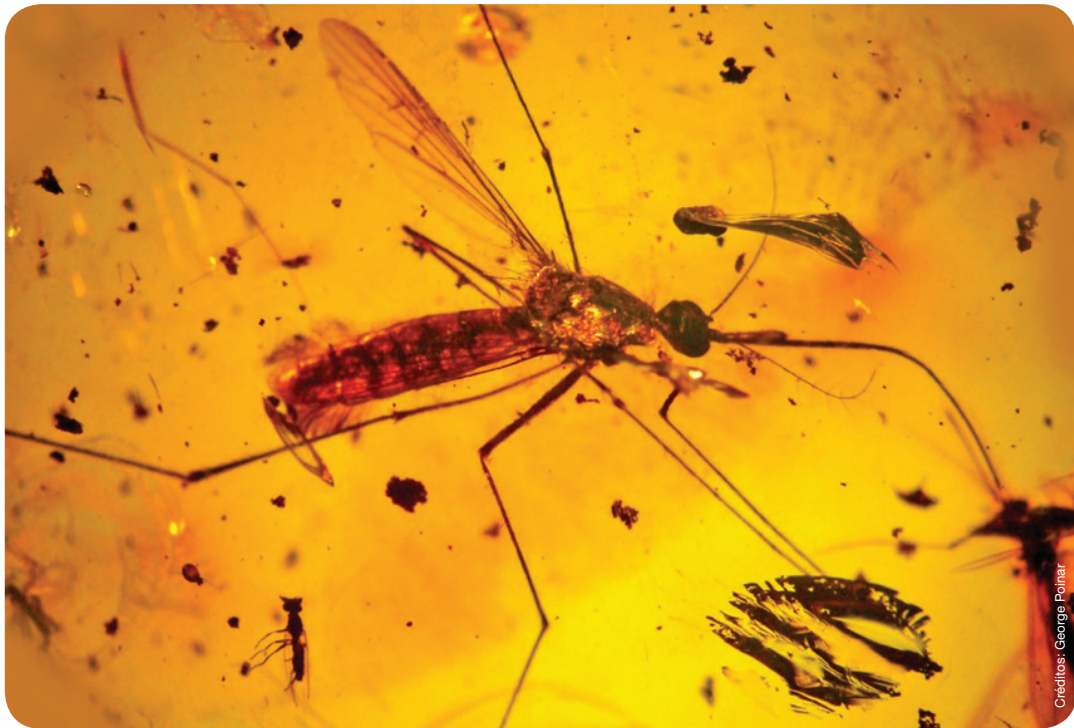


Créditos: Laboratório Especial de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan

Larva de *Culex* sp. Note o sifão respiratório comprido no final do abdômen. Embora aquáticas, as larvas de mosquitos respiram sempre o oxigênio do ar, necessitando para isso chegar à superfície da água. Todas as larvas de mosquitos passam por 4 estágios evolutivos, sendo o último destes o mais longo. Os machos têm, em média, um desenvolvimento larvário mais rápido do que as fêmeas.

5. A EVOLUÇÃO DOS MOSQUITOS

Os mosquitos surgiram provavelmente no Jurássico, período em que os dinossauros dominavam a Terra e as florestas tropicais eram mais quentes. O primeiro fóssil conhecido de mosquito data do período Cretáceo, cuja idade estimada é de 90 a 100 milhões de anos. Ele pertencia à espécie *Burmaculex antiquus*, era uma fêmea e foi descoberto em Myanmar (antiga Birmânia) em 1999, dentro de um âmbar fossilizado.



Mosquito fossilizado no âmbar.

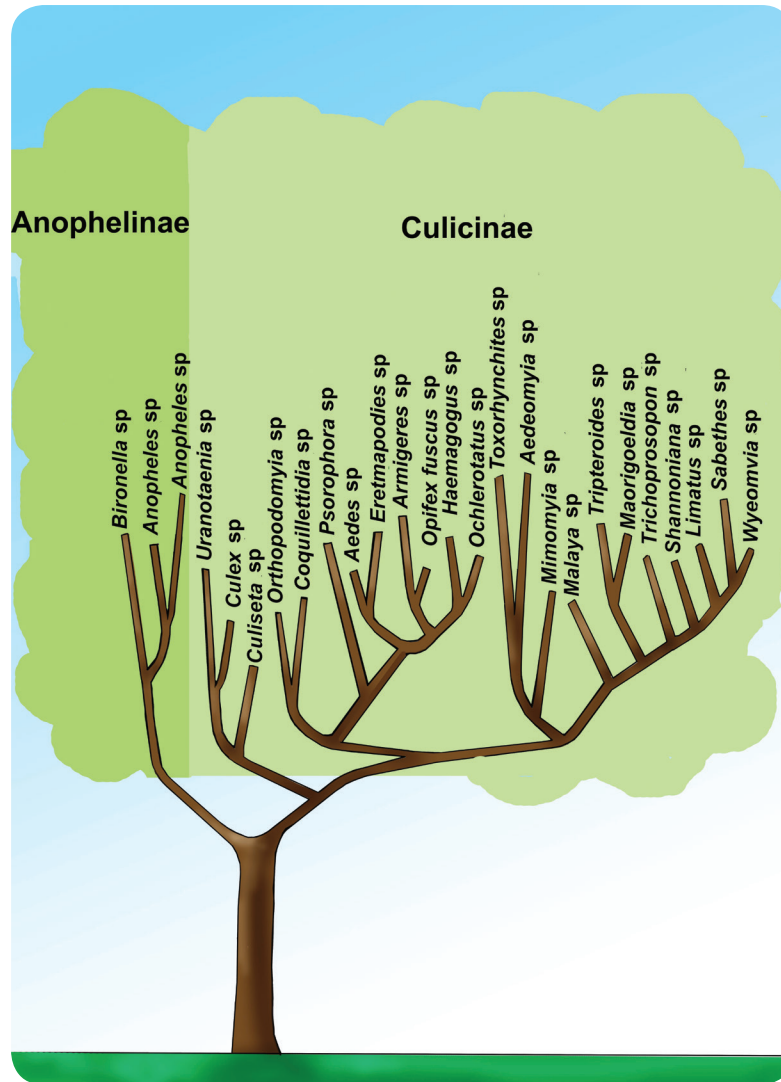
De acordo com estudos recentes sobre evolução, o *Aedes aegypti* teria surgido na África e de lá se espalhado por todo o globo. Isso nos mostra que o *Aedes* é um mosquito exótico, ou seja, ele não é originário daqui e chegou ao Brasil junto com o tráfico de escravos no século XVI, que trazia pessoas do Benin, da Costa do Marfim, de Angola, entre outros países daquele continente.

Os mosquitos têm sido um problema para a humanidade desde o seu surgimento. As mais de 3.550 espécies conhecidas encontraram lugares para habitar e papéis ecológicos para preencher em quase todos os climas e ecossistemas disponíveis no planeta. Tudo indica que ao longo desses anos, os mosquitos se dedicaram a aperfeiçoar suas habilidades ao ponto de se tornarem especialistas em encontrar animais ou humanos para picar, desenvolvendo truques como partes bucais especializadas para alimentação sanguínea, percepção sensorial sofisticada e presença de um estágio larval de vida aquática.

Quem surgiu primeiro?

Os mosquitos, que pertencem à família Culicidae, são também divididos em duas subfamílias: Anophelinae e Culicinae. Eles estão representados na árvore filogenética¹⁹ a seguir.



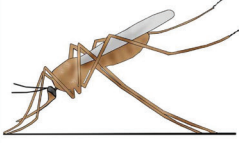

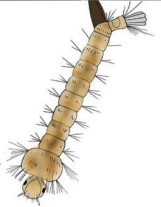

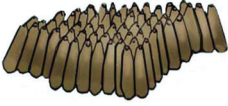
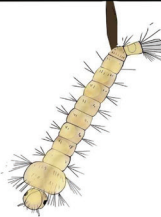

19. Árvore Filogenética: são diagramas que representam as relações de ancestralidade e descendências entre as espécies, consistindo em linhas que se bifurcam de acordo com a existência no passado de um evento que transformou uma espécie em duas novas espécies.



Árvore filogenética representando os principais gêneros pertencentes as duas subfamílias dentro de *Culicidae*: *Anophelinae* e *Culicinae*.

Antes de tudo é preciso entender o que é uma árvore filogenética. Também apelidada de árvore evolutiva ou, ainda, árvore da vida, uma árvore filogenética demonstra as relações de parentesco entre grupos de organismos que habitam o planeta Terra. Para melhor explicar esta relação evolutiva é construído um diagrama, em forma de árvore, onde os troncos representam os ancestrais comuns dos quais derivaram os diferentes grupos de seres vivos representados nos ramos. Para a construção de uma árvore filogenética, é necessário estudar várias características dos organismos que pretendemos representar, de modo que suas afinidades e diferenças sejam consideradas. As características estudadas variam muito e vão desde a morfologia e desenvolvimento embrionário até as sequências de seu DNA. Apesar do grande avanço introduzido pelas técnicas de sequenciamento genético, existem grupos cujas posições na árvore da vida ainda se mantêm alvo de controvérsia.

As duas subfamílias de mosquitos, Anophelinae (onde encontram-se os mosquitos do gênero *Anopheles*) e Culicinae (onde encontram-se os mosquitos dos gêneros *Aedes* e *Culex*), apresentam várias diferenças entre si, e as principais delas podem ser visualizadas na tabela a seguir:

	Ovos	Larvas	Adultos
<i>Anopheles</i>			
<i>Aedes</i>			
<i>Culex</i>			

Principais diferenças entre os três principais gêneros de importância médica em *Culicidae*: *Anopheles* (subfamília *Anophelinae*), *Aedes* e *Culex* (Subfamília *Culicinae*). Os ovos dos mosquitos *Anopheles* possuem flutuadores laterais que permitem sua mobilidade na lâmina d'água. Já os *Aedes* botam os ovos separadamente e eles são mais resistentes à dissecação. Os *Culex* põem os ovos em jangadas, onde todos ficam unidos. As larvas dos *Anopheles* não possuem sifão respiratório e ficam paralelas à lâmina d'água. As larvas de *Aedes* e *Culex* possuem sifão respiratório, sendo que em *Culex* essa estrutura é maior do que em *Aedes*. Os adultos de *Anopheles* pousam de forma quase perpendicular ao plano, por isso o nome popular "mosquito-prego". Ao pousar, os adultos de *Aedes* mantêm o último par de pernas dobradas para trás. Já os mosquitos *Culex* pousam com todas as pernas encostando na superfície.



2 mm

Larva de *Toxorhynchites*. A maioria das larvas de mosquitos alimenta-se indistintamente do microplâncton presente em seus habitats, constituído de algas, rotíferos, bactérias, esporos de fungos, ou quaisquer partículas de matéria orgânica. Entretanto, a larva de *Toxorhynchites* é considerada uma larva predadora, pois ataca ativamente outros organismos vivos incluindo larvas de outras espécies.

6. IMPORTÂNCIA DOS MOSQUITOS

Você deve estar se perguntando: mas será que os mosquitos têm algum lado bom? Será que eles têm alguma utilidade para o ser humano? A resposta não é tão simples e vem dividindo opiniões entre os cientistas. Os mosquitos podem causar grandes problemas para a espécie humana devido à transmissão de vários agentes de doenças, como a filariose, malária, dengue, zika, chikungunya e febre amarela. Alguns cientistas, por exemplo, afirmam que o planeta sem esses insetos seria mais seguro para nós. O entomologista Joe Conlon, da Associação Americana de Controle de Mosquitos na Flórida, diz que os mosquitos não ocupam um nicho²⁰ insubstituível no ambiente: “Se eles fossem extintos amanhã, os ecossistemas onde eles estão ativos sofreriam um contratempo e depois continuariam a vida; algo melhor ou pior assumiria”. Principalmente nas cidades, onde os mosquitos não são tão importantes na cadeia alimentar de outros animais, sua extinção provavelmente não traria maiores consequências.

Então, por que não exterminamos os mosquitos de uma vez por todas? Porque existem situações em que eles são muito úteis, como veremos a seguir.

Cadeia Alimentar

O estágio aquático dos mosquitos, suas larvas e pupas, desempenham um importante papel no ambiente. Vários organismos aquáticos, dentre eles os peixes, como guarus, carás e

20. Nicho: em ecologia, é o conjunto de atividades que uma determinada espécie desempenha, como suas refeições, como ela obtém abrigo, se reproduz, etc; é o papel ecológico de um ser vivo na comunidade que ele vive.

tetras, se alimentam dessas larvas. Ou seja, sem os mosquitos poderia haver menos peixes de água doce para nos alimentarmos, ou ainda, para servirem de alimentos para outros animais, como botos, lontras, jacarés, etc. Além disso, as larvas se alimentam de partículas orgânicas que ficam suspensas nas águas dos rios e lagos, atuando como filtradoras. Na ausência delas, a água poderia ficar mais suja rapidamente, impactando na vida de outras espécies aquáticas.



Poecilia reticulata, conhecido popularmente como lebiste, é um exemplo de peixe predador de larvas de mosquitos.

Outro exemplo que contaria pontos positivos para os pobres mosquitos foi uma situação descrita como “excepcionalmente rara”, pelo entomólogo americano Daniel Strickman. De acordo com o cientista, no bioma mais frio do mundo, chamado de tundra e localizado no ártico, em determinada época do ano a população de mosquitos pode ser um importante alimento para as várias espécies de animais que ali habitam. Ambas as situações nos mostram que esses animais desempenham uma função relevante na cadeia alimentar do planeta.

Ética e Desequilíbrio ambiental

O fato é que ainda não existem estudos conclusivos sobre o papel real dos mosquitos em seus ecossistemas. Não sabemos se a sua extinção traria alguma consequência grave e irreversível para o planeta. Mas, mesmo se esses estudos existissem e mostrassem que a eliminação dos mosquitos não causaria nenhum efeito no ambiente, eles não são as únicas criaturas que trazem malefícios ao ser humano. Vamos então eliminar todos os animais peçonhentos? Todos os repugnantes também? Até que ponto seria ético extinguir uma espécie e reduzir a biodiversidade da Terra só porque não gostamos dela, ou porque elas podem nos fazer algum mal? Vale lembrar que o verdadeiro causador destas doenças que viemos apresentando neste livro, são os parasitas carregados pelos mosquitos, ou seja, os mosquitos apenas atuam como vetores destes microrganismos. O fato é que não somos os únicos habitantes do planeta; todas as espécies que existem aqui estão lutando pela sua sobrevivência e também compartilham esse ambiente conosco. Cada espécie não precisa “servir” ao ser humano; elas apenas existem e estão fazendo sua própria história, com ou sem nossa interferência.

VOCE SABIA?



Créditos: Sandra Nagaki

Os mosquitos também podem desempenhar o papel de polinizadores. Como eles se alimentam do néctar das flores, muitas vezes acabam carregando o pólen com seu corpo, fazendo a polinização de algumas espécies de plantas.

7. EPIDEMIOLOGIA E PRINCIPAIS DOENÇAS

SERIA O MOSQUITO O VERDADEIRO VILÃO?

É importante que você saiba que o mosquito é uma das peças do quebra-cabeças chamado “transmissão de doenças”. Os indivíduos que causam o mal-estar e especificamente a doença são os patógenos, como os vírus, protozoários e bactérias.

OS MOSQUITOS PODEM TRANSMITIR HIV SE PICAREM UMA PESSOA INFECTADA?

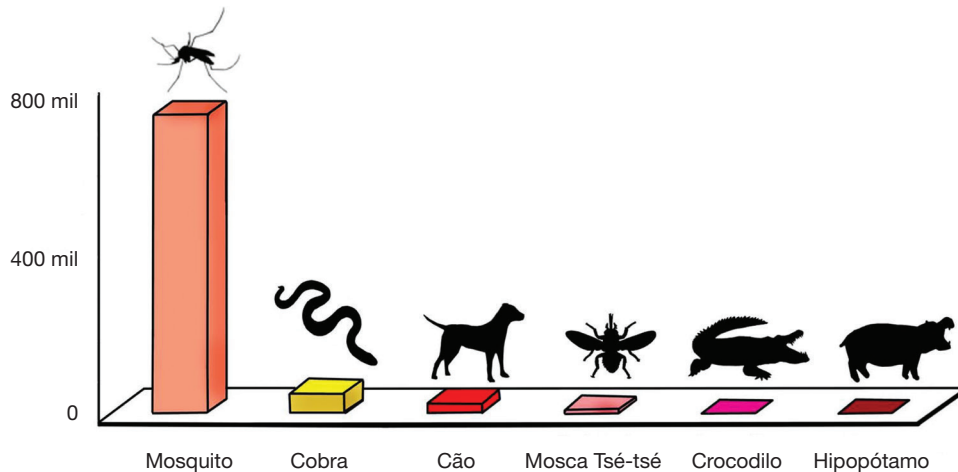
Geralmente, o vírus HIV se mantém no sangue em uma concentração bastante baixa – ao contrário de doenças como a dengue, que apresentam a chamada fase virêmica (quadro clínico com alta concentração de vírus no

sangue). Por isso, a quantidade de sangue que o mosquito suga de uma pessoa, seria pequena demais para contaminar outra. Além disso, ao picarem, os insetos sugam o sangue para si e não o contrário. Assim, nunca injetam numa nova vítima o sangue de alguém picado anteriormente, e então ao sugarem o sangue de uma pessoa infectada pelo HIV, este vírus será digerido pelo mosquito. Outro fator importante é que até o momento nunca foi observado que o vírus HIV consiga se desenvolver e se multiplicar dentro dos insetos, como fazem outros microrganismos.

Cada patógeno, seja ele um **vírus** como o Zika, Dengue, Chikungunya e Febre Amarela, causadores de doenças com os mesmos nomes; um **protozoário** - *Plasmodium spp.*, causador da malária; ou um **verme** - *Wuchereria bancrofti*, causador da filariose linfática ou elefantíase ou *Dirofilaria immitis*, causador da doença do verme do coração nos cães; tem certa atração ou maior facilidade de se reproduzir e se adaptar dentro de um determinado mosquito. Há, por outro lado, patógenos que não sobrevivem dentro de mosquitos, como é o caso do HIV. Sendo assim, nem todo mosquito participa da transmissão de doenças; alguns deles apenas causam alergias.

VOCE SABIA?

Os mosquitos são os animais que mais matam pessoas no mundo. Devido à sua capacidade de transmitir vários tipos de agentes patogênicos, causadores de doenças como malária, dengue, febre amarela, chikungunya e zika. Estima-se que cerca de 730 mil pessoas morrem todos os anos devido a esses pequenos insetos, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS). O grande número de mosquitos e sua alta distribuição pelo mundo potencializa o risco causado a seres humanos. Diferentemente de muitas outras criaturas perigosas, eles podem ser encontrados em quase todas as partes do mundo em diferentes épocas do ano. É importante ressaltar que das mais de 3.550 espécies de mosquitos conhecidas, apenas cerca de 200 são capazes de transmitir algum patógeno ao homem.



Número de mortes por ano no mundo. Note que o mosquito mata quase 800 mil pessoas todos os anos. É importante ressaltar que o vilão real é o patógeno que o mosquito carrega, e não ele em si.



Larvas de *Aedes aegypti*. O mosquito *Aedes aegypti* encontrou no mundo moderno condições muito favoráveis para uma rápida expansão, seja pela urbanização acelerada que criou cidades com deficiências de abastecimento de água e de limpeza urbana; pela intensa utilização de materiais não-biodegradáveis, como recipientes descartáveis de plástico e vidro; ou pelas mudanças climáticas. Com essas condições, espalhou-se por uma área onde hoje vivem cerca de 3,5 bilhões de pessoas em todo o mundo.

Dengue, zika e chikungunya são doenças virais caracterizadas como zoonoses que apresentam sintomas similares, e que, portanto, podem ser confundidas. Por isso é muito importante prestar atenção em todos os detalhes, para ajudar os médicos a fazer o diagnóstico clínico de forma mais precisa. Uma abordagem que auxilia na identificação correta da doença é a utilização de testes laboratoriais, mas ainda poucas delas podem ser identificadas com precisão por meio destes testes. Além disso, existe outro complicador: uma porcentagem dos pacientes pode simplesmente não apresentar sintomas.

Tais zoonoses geralmente se mantêm em um ciclo silvestre, onde o hospedeiro primário é um animal que vive em áreas de mata ou floresta, por isso são conhecidas por este nome: de origem grega, “zoo” significa “animal” e “noso” significa “doença”. A urbanização e a expansão das cidades em direção a essas áreas, promoveu o contato humano com outros hospedeiros, vetores e patógenos. Isso somado à adaptação dos patógenos e vetores a esses ambientes alterados, bem como a atuação do homem como hospedeiro acidental ou secundário nesse ciclo, fez com que as doenças passassem a ser um problema de saúde pública.

Zika ou Febre do Zika vírus

É uma doença viral aguda, caracterizada por “exantema maculopapular pruriginoso”. Mas, o que é isso? São manchas vermelhas elevadas que aparecem em uma região específica do corpo ou nele todo, parecido com “catapora” e que causam muita coceira. Outros sintomas associados são: febre que vai e volta, olhos avermelhados sem pus e sem coceira, dor nos músculos e/ou na cabeça. Na maioria das vezes, a evolução da doença é benigna, no entanto, observa-se óbitos devido ao agravamento dos sintomas. Doenças secundárias como microcefalia, síndrome de Guillain-Barré e outras manifestações neurológicas podem estar associadas ao vírus Zika. Este vírus foi isolado pela primeira vez em 1947, de amostras de sangue de macacos *Rhesus* (*Macaca mulata*, na floresta de Zika, em Uganda,

durante uma vigilância sobre febre amarela. Sua transmissão se dá principalmente pelo mosquito *Aedes aegypti*, mas também já foi comprovado que pode ocorrer também por via sexual, sanguínea e por transplante de órgãos.

Dengue clássica

É uma doença viral aguda cujos principais sintomas são: febre alta, forte dor de cabeça, dor atrás dos olhos que piora com o movimento, perda de paladar e apetite, manchas e erupções na pele similares ao sarampo, náuseas e vômitos, tontura, extremo cansaço, moleza e dor no corpo, além de muita dor nos ossos. A maioria dos pacientes se recupera após evolução clínica leve. Esta doença é causada por um dos quatro sorotipos do vírus (DEN1, DEN2, DEN3 ou DEN4), o qual é transmitido ao humano pela picada da fêmea do *Aedes aegypti*. Atualmente, todos os quatro sorotipos do vírus circulam no Brasil. Até o momento, a vacina contra a dengue está em fase final de testes no Instituto Butantan.

Febre hemorrágica da dengue

Derivada da dengue clássica, esta é a forma mais grave da doença. Uma pequena parte dos pacientes progride para este quadro. Os sintomas são geralmente os mesmos da dengue comum, se diferenciando após o término da fase febril, quando começam a surgir sintomas que servem de alerta, como dores abdominais fortes e contínuas, vômitos persistentes, pele pálida, fria e úmida, sangramento pelo nariz, boca e gengivas, manchas vermelhas na pele, sonolência, agitação e confusão mental, sede excessiva e boca seca, pulso rápido e fraco, dificuldade respiratória e perda de consciência. Em alguns casos, o paciente pode não apresentar sintomas de alerta, evoluindo rapidamente para o aparecimento de manchas vermelhas pelo corpo e sangramento de gengiva e nariz. Esse tipo de dengue pode levar a pessoa à morte em até 24h.



Credit: Centers for Disease Control and Prevention; James Gathray

Fêmea de *Aedes aegypti* após refeição sanguínea. Ela precisa absorver em média duas a três vezes do próprio peso em sangue para estar satisfeita. Isso geralmente leva uns 90 segundos de “trabalho” sugando o seu sangue. Ele será necessário para irrigar os ovários e nutrir os ovos.

Chikungunya

Como as demais doenças citadas até agora, Chikungunya também é uma arbovirose, ou seja, o vírus é transmitido por um mosquito. Cerca de 30% dos pacientes não apresentam sintomas, os demais podem apresentar febre acima de 39 graus, dores intensas nas articulações dos pés e mãos – dedos, tornozelos e pulsos. Pode ocorrer, também, dor de cabeça, dores nos músculos e manchas vermelhas na pele. Este vírus também é transmitido no Brasil, principalmente pelo mosquito *Aedes aegypti*.

Esta doença ainda é considerada nova, ou seja, ainda necessita de mais estudos para compreendê-la suficientemente, porém, já existem algumas informações interessantes, como, por exemplo, que a doença pode evoluir em três fases: aguda, subaguda e crônica. A fase subaguda pode durar até três meses, depois disso atinge a fase crônica. Alguns sintomas podem variar conforme o sexo e a idade do paciente, as manchas vermelhas na pele, vômitos, sangramento e úlceras orais, aparentemente, estão associados ao sexo feminino, já a dor articular, edema (acúmulo de líquido nos tecidos) e maior duração da febre é mais recorrente em pacientes com idade superior a 45 anos. Dentre as doenças crônicas relacionadas à chikungunya, podemos citar a artrite.

Febre Amarela

Com dois diferentes ciclos, silvestre e urbano, esta doença pode ser causada igualmente por mosquitos que vivem na mata ou em áreas rurais, pertencentes aos gêneros *Haemagogus* e *Sabethes*; ou pelo *Aedes aegypti* que vive em áreas urbanas. Desde 1942 não há registros de febre amarela urbana no Brasil. Porém, atualmente (2017) estamos enfrentando mais uma epidemia de febre amarela silvestre no país, e apesar de as autoridades considerarem um fato raro, o ressurgimento da febre amarela urbana pode acontecer, desde

que haja um número suficiente de pessoas infectadas em áreas urbanas, as quais sejam picadas por mosquitos *Aedes aegypti* e estes sejam capazes de infectar novas pessoas nas cidades. Já existe uma vacina contra este vírus, que é utilizada há muitos anos no Brasil, porém, sua aplicação em massa não é recomendada. Dessa forma, é importante notar que, caso você more em uma região afetada ou pretende viajar para algum local considerado “de risco” para a transmissão do vírus amarelo, você deverá se vacinar com, pelo menos, 10 dias de antecedência. Para maiores informações sobre quem pode/deve se vacinar, consulte o site do Ministério da Saúde ou vá a um posto de saúde para se informar melhor. Caso você faça parte do grupo de risco e não puder se vacinar, converse com seu médico. Vale ressaltar que estão sendo estudados outros tipos de vacinas que poderão ser usadas nas pessoas pertencentes aos grupos de risco.

Malária, impaludismo ou febre maleita

A partir daqui começamos a falar de doenças causadas por protozoários transmitidos por mosquitos e não mais arboviroses. No Brasil, são três os principais protozoários causadores desta doença: *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum* e *Plasmodium malariae*. A malária amazônica, como o nome já diz, ocorre na região de mesmo nome e tem como principal vetor o mosquito *Anopheles darlingi*, responsável por dispersar principalmente o parasita *Plasmodium vivax*, causador do maior número de casos de malária no país.

Na região extra-amazônica, a malária é também conhecida como “bromélia-malária”, justamente por ter como principal vetor o mosquito *Anopheles cruzii*, que em sua fase larval vive em bromélias. Um estudo recente mostrou que na região sul do Brasil concentram-se, em maior número, os registros da doença causada por *P. vivax*; na região sudeste e nordeste, a malária é causada principalmente por *P. falciparum* e na região centro-oeste, justa-



Anopheles stephensis. Uma fêmea pode sugar o sangue por mais de 10 minutos sem parar. Esse mosquito é considerado um dos principais vetores de malária na África. Aqui no Brasil temos o *Anopheles darlingi* que está ligado à transmissão de malária na região amazônica. É o anofelino que mais se beneficia das alterações que o homem produz no meio silvestre. Ele utiliza as grandes coleções líquidas para o desenvolvimento de suas formas imaturas como lagoas, açudes, represas e bolsões formados nas curvas dos rios onde há pouca correnteza.

Costuma picar o homem dentro das casas,
nas horas mais altas da noite.

mente a que faz fronteira com a região amazônica, há casos de dupla infecção por *P. vivax* e *P. falciparum*. A malária silvestre, conhecida também por malária simiana, pode ocorrer tanto na região amazônica quanto na não-amazônica. Essa malária tem como hospedeiro primário macacos de diferentes espécies, e os parasitas envolvidos geralmente são o *Plasmodium brasilianum* e o *Plasmodium simium*.

Filariose linfática ou elefantíase

Esta é uma doença causada por um verme chamado *Wuchereria bancrofti* que, no Brasil, é transmitido ao humano através da picada de mosquitos fêmeas de *Culex quinquefasciatus*. Quando o mosquito infectado pica o humano, os vermes saem do mosquito e penetram na pele e logo migram para a região dos linfonodos (por isso o nome, filariose linfática). Lá as larvas se desenvolvem até a fase adulta, e, se houver o desenvolvimento de parasitas fêmeas e machos, haverá a reprodução dos mesmos e a consequente proliferação de vermes para a corrente sanguínea, proporcionando a infecção de novos mosquitos por meio da picada, iniciando, assim, um novo ciclo de transmissão. Os principais sintomas são o inchaço de membros, seios e saco escrotal.

Uma boa notícia é que, de acordo com as autoridades, esta doença está restrita ao estado de Pernambuco e tem grande potencial para ser eliminada. Um fator que contribui para a restrição da sua transmissão é a necessidade de um conjunto de fatores que propiciem a infecção, incluindo a presença do mosquito transmissor infectado com larvas no estágio infectante, o que não é nada trivial de acontecer, e a permanência do ser humano por um longo período em áreas endêmicas para que ocorra sua infecção. Sendo assim, durante a 5ª Assembleia ocorrida em 1997, a Organização Mundial da Saúde (OMS) conclamou a adoção do Plano Global de Eliminação da Filariose Linfática (PGEFL), e a proposta é que até o ano de 2020 esta doença seja eliminada no mundo todo.



Homem com filariose linfática nos membros inferiores.

Doença do verme do coração ou dirofilariose canina

Doença que em geral acomete animais, principalmente cães domésticos e silvestres, causando problemas cardiopulmonares. No entanto, esta doença é considerada uma zoonose com possibilidade de transmissão animal-homem. O parasita *Dirofilaria immitis* é encontrado no mundo todo, porém, nas cidades litorâneas de clima quente são encontrados com maior frequência. Mais de 70 espécies de mosquitos são acusadas de serem os hospedeiros intermediários deste parasita, e o cão é considerado o hospedeiro definitivo (ou-

tros mamíferos, como o homem, também podem participar da transmissão). No Brasil, em média, a prevalência desta doença chega a ser cerca de 10%, sendo que em estados como Rio de Janeiro, Alagoas, Paraíba e Santa Catarina, a prevalência varia entre 12 e 21%. Em humanos, o ciclo deste parasita não se completa como nos cães, porém, podem desenvolver uma doença benigna e autolimitante. Outro grave problema que essa infecção pode causar em humanos resulta do fato de que, por não sermos o hospedeiro habitual destes parasitas, ao morrerem, eles são conduzidos ao tecido pulmonar, podendo causar embolia e levar a um infarto pulmonar. A transmissão da doença ao humano acontece quando o mosquito se alimenta do sangue de um animal infectado, se infecta e ao picar o ser humano transmite as filárias por meio da picada. No entanto, a dinâmica das transmissões é um pouco mais complexa. Os patógenos, depois de ingeridos pelo mosquito, chegam ao seu intestino, desenvolvem-se no interior dele, passam por barreiras como a parede intestinal, e voltam para a glândula salivar, e só então estão prontos para infectar novos hospedeiros, como o cachorro ou o homem.

Deve-se considerar também que os ciclos dessas doenças têm um período de incubação²¹, que há um tempo necessário para que os patógenos circulem pelo corpo do mosquito, humano ou outro animal e tornem-se infectantes, prontinhos para deixar o indivíduo doente ou, ainda, infectarem outros mosquitos. Como vimos em todo o livro, o sistema biológico tem muitas coisas fora da regra, e, neste caso, se as pessoas que se infectam não ficam doentes, são pacientes assintomáticos. Outra coisa importante é que nem sempre o mosquito infectado passa a doença adiante, existe o que chamamos de baixa parasitemia²², que é quando o mosquito não tem uma quantidade suficiente de parasitas para caracterizar uma transmissão, ou infectar o hospedeiro.

21. Período de incubação: é o período decorrente entre a penetração do agente etiológico e o aparecimento dos primeiros sintomas clínicos.

22. Parasitemia: representa o número de parasitos que estão presentes na corrente sanguínea de um paciente.

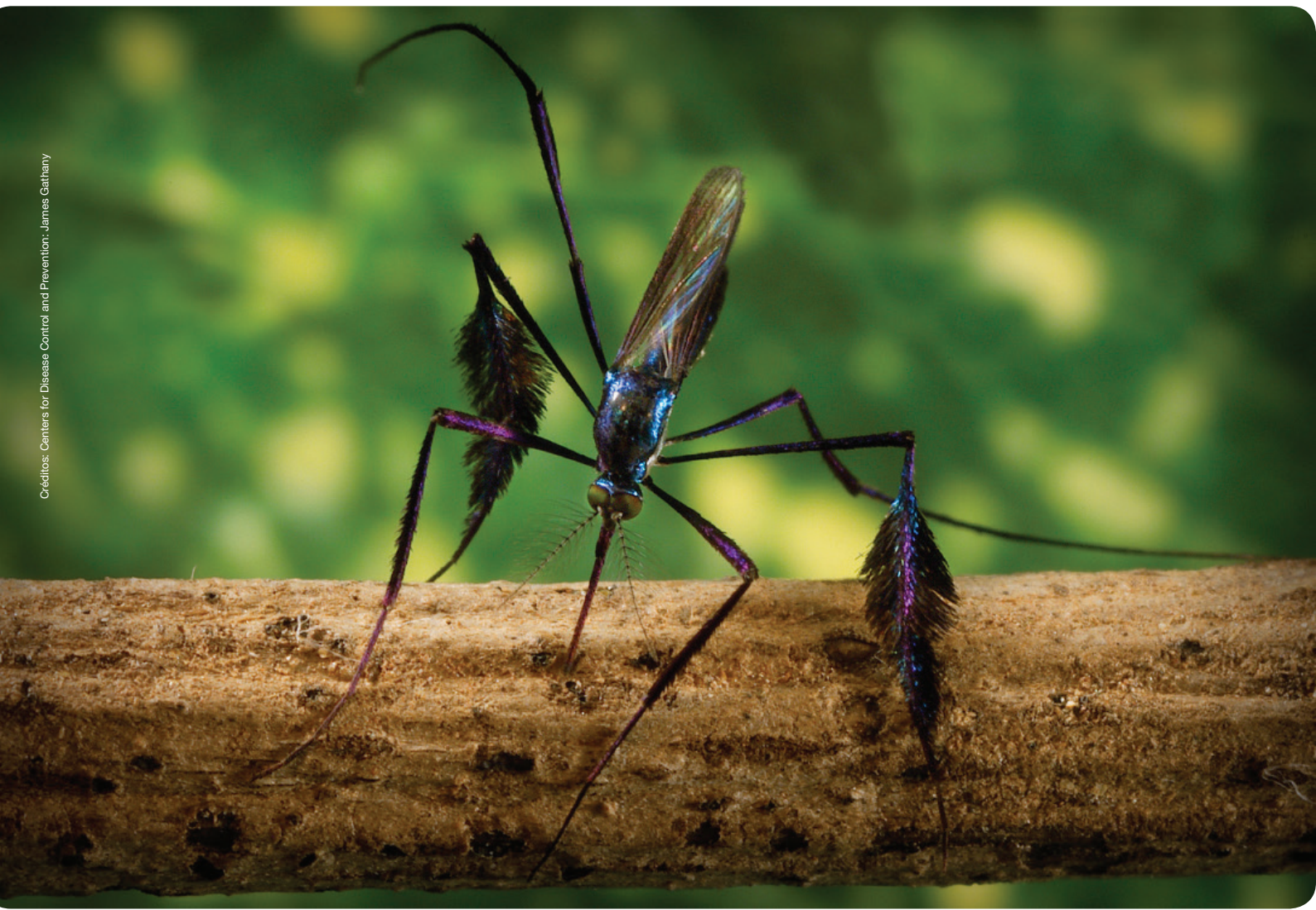
Já existem alguns estudos que demonstram a diminuição da parasitemia da zika ou dengue, quando há nos mosquitos a co-infecção da bactéria *Wolbachia* mais os vírus Zika ou Dengue. Esta bactéria é “do bem”, inclusive, algumas espécies de mosquitos já são infectadas por ela naturalmente desde seu nascimento. Dessa forma, quando presente nos mosquitos, a *Wolbachia* pode ser uma estratégia interessante para controle de população desses insetos. Outra ideia em estudo é desenvolver vacinas para os mosquitos. Os cientistas buscam uma maneira de infectar o mosquito com algum produto que os façam não transmitir a doença.

Os gêneros de maior importância médica-veterinária no Brasil são: *Aedes*, *Culex*, *Ochlerotatus*, *Anopheles*, *Psorophora*, *Sabethes*, *Haemagogus* e *Limatus*, sendo que os dois primeiros são os melhores adaptados à urbanização. Vale lembrar que os mosquitos do gênero *Toxorhynchites* não transmitem doença alguma aos humanos ou a outros animais, pois as fêmeas desse gênero não se alimentam de sangue. Eles possuem importância médica-veterinária porque servem como controle biológico, pois, quando estão em fase larval, se alimentam das larvas de outros mosquitos.

Como as doenças transmitidas por mosquitos são infecciosas e os patógenos associados a elas ficam circulando no sangue durante um período, a transmissão pode se dar também por meio do contato com sangue e fluidos corporais sem a presença do mosquito. Portanto, a transfusão sanguínea pode ser um risco a saúde, caso o sangue esteja contaminado por qualquer desses patógenos. Dessa forma, é importante que sejam feitos os exames parasitológicos em todos os bancos de sangue e órgãos nacionais e internacionais. Além disso, sabe-se que o vírus Zika pode ser transmitido para outra pessoa pela relação sexual e o vírus Dengue pode também ser transmitido de mãe para filho pela transmissão placentária. Dessa forma, cuidados extras devem ser tomados.



Mosquito *Anopheles* emergindo. Esse mosquito está prestes a começar sua vida adulta. Geralmente os mosquitos machos nascem primeiro e ficam ao redor do criadouro esperando a fêmea nascer para realizar a cópula. Depois disso as fêmeas precisam se alimentar de sangue, necessário para a maturação de seus ovos.



Mosquito do gênero *Sabethes*. Também conhecidos como “mosquito-borboleta” os *Sabethes* são, sem dúvida, os mais belos mosquitos. São dotados de colorido variado e de reflexos cintilantes. Seu tórax e abdômen são intensamente recobertos por escamas que dão ao mosquito um aspecto metálico. São encontrados principalmente em regiões de mata silvestre. São mosquitos muito “tímidos”, que sobrevoam muitas vezes a vítima antes de pousar, o que frequentemente fazem sobre o rosto, particularmente no nariz.

8. CONTROLE

Para controlar as doenças transmitidas pelos mosquitos, além de combater o próprio mosquito, outras três medidas podem ser tomadas de maneira conjunta: prevenção da picada dos insetos, tratamento dos doentes e imunização da população.

Controle das doenças

Prevenção da picada do mosquito

Além da aplicação de repelentes, usar roupas que protejam pernas e braços ajuda a evitar as picadas dos mosquitos. Isso é difícil num país quente como o nosso, mas é uma dica valiosa quando nos deslocamos para áreas endêmicas, como em florestas que abrigam o *Anopheles*, o mosquito da malária.

O *Aedes aegypti*, por voar baixo, geralmente pica as pessoas nos pés e pernas. Para evitar sua picada, calças compridas são uma boa escolha. Mas como ele tem rejeição à claridade e atração pelo calor, as roupas de tecido escuro atraem ainda mais este mosquito. Então procure sempre utilizar roupas claras. Outra medida eficaz é a instalação de telas em portas e janelas, pois, dessa forma, os mosquitos não conseguem entrar nas casas, evitando assim as picadas.

Tratamento dos Doentes

O tratamento correto da doença não só auxilia na prevenção de novos casos como também é determinante para melhorar a qualidade de vida das pessoas infectadas. Se o

mosquito picar alguém infectado com dengue, ele irá transmitir o vírus a outras pessoas daquela população. Portanto, quanto menor for o número de pessoas carregando o vírus no sangue, menor será a chance de o mosquito transmitir a doença naquela região.

Imunização da População



É um dos processos mais eficiente em diminuir ou até mesmo eliminar a incidência de doenças na população. A forma mais comum de imunização é a vacinação, onde substâncias ou microrganismos são introduzidos no corpo da pessoa para estimular a reação do sistema imune.

Uma vacina é produzida a partir de substâncias infectantes (proteínas, toxinas), partes de vírus e bactérias, ou, ainda, de bactérias ou vírus completos atenuados ou mortos. Tais partículas não são capazes de desenvolver a doença no organismo, uma vez que são enfraquecidas, no entanto, induzem o sistema imune a produzir anticorpos, que são moléculas específicas de defesa, cuja função é proteger contra doenças.

O problema é que a maioria das doenças transmitidas por mosquitos ainda não têm vacinas. O Instituto Butantan está testando uma vacina para a dengue, contra os quatro sorotipos. Ela está na última fase de testes e será extremamente importante no controle da epidemia que o Brasil tem enfrentado nos últimos anos.

VOCÊ SABIA?

O uso das vacinas, além de prevenir, pode erradicar doenças, como ocorreu com a varíola. No entanto, as constantes mutações pelas quais passam esses microrganismos (com destaque para os vírus) dificultam a erradicação das doenças causadas por eles. Por isso, novas versões da vacina contra um mesmo agente são frequentemente desenvolvidas, como é o caso da gripe.

Controle dos mosquitos

Existem diversas maneiras de controlar os mosquitos, porém, também são diversas as dificuldades de colocá-las em prática e de uma forma realmente efetiva. O ideal é que exista um controle integrado, que inclua diferentes métodos aplicados ao mesmo tempo.



Créditos: Centers for Disease Control and Prevention: James Gathary

O *Aedes aegypti* é um mosquito bem famoso, pois ele vem transmitindo os vírus da Dengue, Zika e Chikungunya em larga escala no Brasil ultimamente. Ele também é responsável pela transmissão do vírus da Febre Amarela Urbana no país. Esse mosquito foi observado pela primeira vez no Brasil no final do século 19 e no início do século 20. Foi erradicado do Brasil em 1955, mas voltou em 1968. Ele tem origem egípcia, no entanto, sua dispersão pelo mundo ocorreu a partir da África, provavelmente com o tráfico de escravos. A infestação é sempre mais intensa no verão, em função da elevação da temperatura e da intensificação de chuvas – fatores que propiciam a reprodução do mosquito.

Tipo de controle	
Mecânico	Controle manual com a vistoria semanal dos possíveis criadouros. Geralmente este controle é realizado pela equipe da vigilância sanitária, mas também deve ser feito pelos próprios moradores.
Químico	Aplicação de inseticidas químicos como, por exemplo, o “fumacê”, realizado pela equipe da vigilância sanitária.
Biológico	Controle realizado geralmente em época de epidemia, através da aplicação de indivíduos de outra espécie animal que possuem o hábito de se alimentarem de larvas de mosquitos ou causam alguma intoxicação. Como exemplo, temos os indivíduos do gênero <i>Toxorhynchites</i> (em sua fase larval), peixes do gênero <i>Poecilia</i> , bactérias <i>Bacillus thuringiensis israelensis</i> .
Coleta massiva	Controle geralmente realizado em época de epidemia, onde os funcionários da vigilância sanitária distribuem armadilhas (geralmente para a fase imatura - ovo, larva e pupa).
Supressão populacional	Utilização de técnicas, como engenharia genética, com o objetivo de diminuir a população dos mosquitos, matando a prole ou deixando alguns indivíduos estéreis.
Envolvimento da comunidade	Atividades de educação ambiental e difusão científica, com o objetivo de informar e esclarecer dúvidas da população e envolver a comunidade no controle destes insetos.

Novos testes e técnicas de controle vetorial estão sendo pesquisados e lançados diariamente, como:

- Modificação de um pedaço do material genético dos mosquitos, com o objetivo de matar os seus descendentes;
- Inserção de bactérias no organismo para interferir na transmissão de algum patógeno ou na produção de descendentes;

- Modificação de algum microrganismo e a inserção deste mesmo indivíduo dentro dos mosquitos para também influenciar na dinâmica da transmissão das doenças;
- Esterilização dos mosquitos machos, fazendo com que não gerem mais descendentes.



Nós, como cidadãos, devemos contribuir com o controle dos mosquitos, desempenhando ações como limpar o quintal, não jogar lixo na rua, e conversar com os vizinhos, amigos e familiares para que façam a mesma coisa.

Para se protegerem, algumas pessoas utilizam receitas caseiras de repelente e inseticida, porém, como cientistas, acreditamos apenas no que já foi comprovado cientificamente. Isso não significa que as receitas caseiras são uma mentira, mas sim que quando fazemos

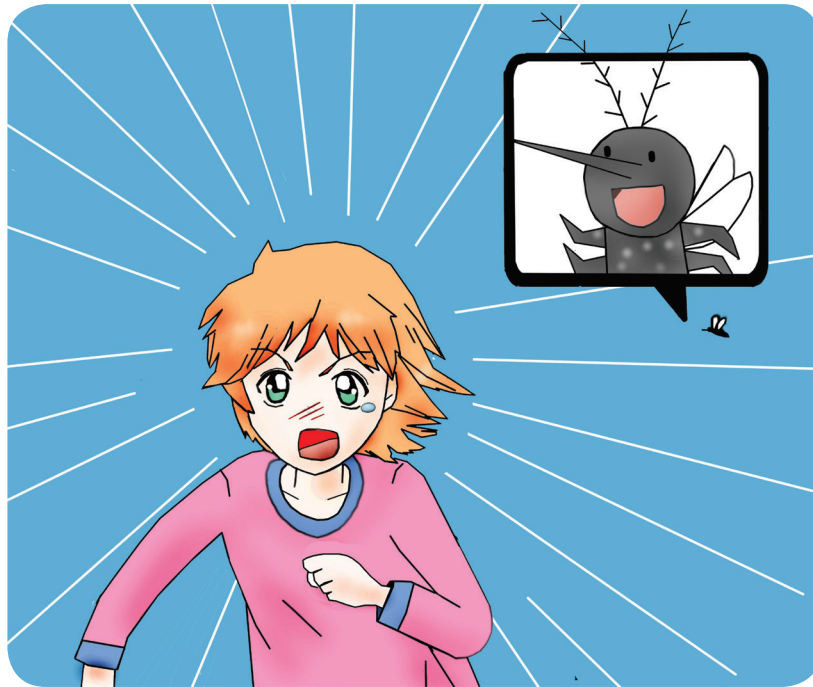
uma receita desse tipo, não sabemos qual o efeito causado pela quantidade de produto que foi colocado, qual a toxicidade causada por este produto, etc. Por isso, sempre aconselhamos que haja muita cautela no uso destas práticas.

O *Aedes aegypti*, uma espécie exótica, ou seja, que não é brasileira, já foi erradicado há tempos, e, dessa forma, se a eliminarmos novamente é provável que não haverá problema algum ao ecossistema do país. Outras medidas de erradicação de mosquitos já foram tomadas no Brasil e no mundo, na década de 40, aplicando-se o inseticida conhecido como “Verde de Paris”, para eliminar um dos transmissores da malária *Anopheles gambiae* do território nacional, e em 1949 foi utilizado DDT nos Estados Unidos para acabar com a transmissão de malária.

No entanto, estudos demonstraram que não adianta o esforço para eliminar uma única espécie de mosquito, já que o seu nicho logo será ocupado por uma nova espécie. Os mosquitos e os patógenos são muito adaptáveis e flexíveis, dessa forma, outras espécies de mosquitos estarão participando da transmissão das doenças. Os resultados das aplicações dos inseticidas também causaram problemas no meio ambiente, afetando a saúde humana e dos animais devido aos danos causados pelo uso desses componentes. Dessa forma, devemos manter os métodos de controle e criar novos, trabalhando sempre de forma integrada. Assim poderemos manter as populações de mosquitos em uma densidade baixa, a qual impossibilite o surgimento de novas epidemias. Desse jeito poderemos viver em “harmonia” com eles.

9. REPELÊNCIA E ATRAÇÃO

O grande truque para nos disfarçarmos dos mosquitos é confundir seus receptores químicos, impedindo assim que eles nos encontrem. Mas essa não é uma tarefa tão simples. Confira abaixo alguns métodos utilizados para repelir os mosquitos, lembrando sempre que nenhum deles é 100% eficaz. O ideal é combinar algumas dessas soluções com o combate efetivo do vetor, como já falamos anteriormente.



Velas ou essência a base de citronela

É comum associarmos a citronela como repelente natural de mosquitos. Mas, para alguns pesquisadores, essa medida tem eficiência limitada. Mesmo os repelentes tópicos, recomendados pelo Ministério da Saúde, reduzem, mas não eliminam o risco de picadas. Os repelentes naturais, como a citronela, têm ação por um tempo curto; agem por cerca de 20 minutos e depois evaporam. Especialmente as velas de citronela, em ambientes fechados, possuem uma eficiência melhor, mas, em ambientes abertos, a essência é levada para longe com a brisa.



Créditos: Fátima Virgílio

Repelentes Elétricos

Da mesma forma que a citronela, os repelentes de tomada (líquidos ou sólidos) podem ajudar momentaneamente a afastar os mosquitos. Geralmente sua ação dura de 10 a 12 horas.



Créditos: Flávia Virgínia

Complexo B e Ar Condicionado

Ingerir vitamina B12 ou Complexo B não afasta o mosquito, trata-se de um mito que surgiu e foi sendo propagado. O que a pessoa pode fazer para reduzir o risco de ser picado, caso não tenha repelente, é ligar o ar condicionado a 16°C ou 18°C, porque as temperaturas baixas diminuem o batimento das asas dos mosquitos, e, conseqüentemente, sua atividade.

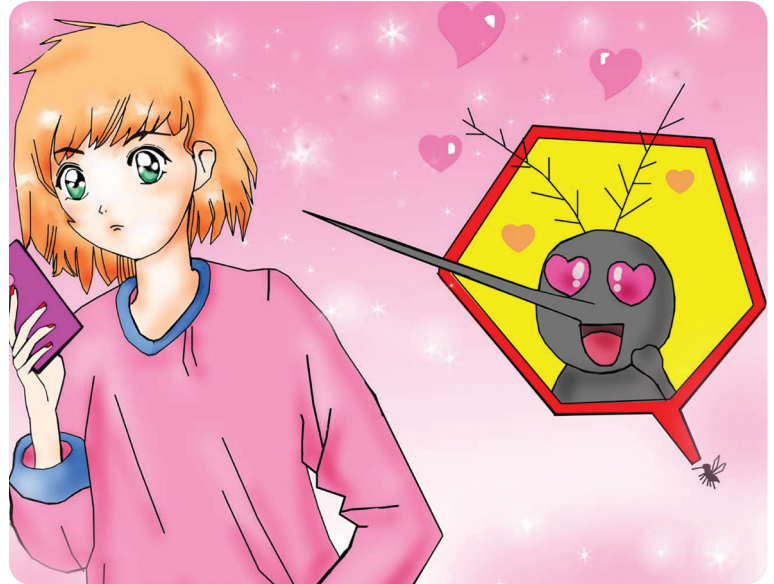


VOCÊ SABIA?

Além da citronela, outras plantas podem atuar como repelentes naturais contra os mosquitos, ainda que sua ação seja por tempo limitado. São elas: lavanda, hortelã, manjeriço, crisântemo, andiroba e neem.

Você é atraente?

Os mosquitos utilizam métodos complexos para a detecção da sua vítima, e diferentes espécies de mosquitos reagem a estímulos diversos. A maioria dos mosquitos é ativa no começo do dia e no começo da noite, mas também existem aqueles que procuram seus anfitriões durante o dia, como é o caso do *Aedes aegypti*. Você, sem saber, pode estar atraindo esses mosquitos para perto de você. Confira abaixo alguns atrativos que eles adoram:



- Uso de roupas escuras: muitas espécies de mosquitos usam a visão para localizar suas vítimas. Roupas escuras e folhagens são atrativos iniciais. Como já falamos anteriormente, algumas espécies de mosquitos fogem da luz e procuram locais mais escuros para se abrigar, além de serem atraídos por calor (e as roupas escuras retêm mais calor), dessa forma, isso se torna um bom atrativo para os mosquitos;
- Dióxido de Carbono (CO_2): você emite CO_2 naturalmente quando respira e, quando se exercita, produz ainda mais. Além disso, uma vela acesa também pode atuar como atrativo para mosquitos, já que ela também emite CO_2 .
- Ácido Lático: este ácido é emitido em nosso suor. Você libera mais ácido lático quando faz exercícios ou depois de comer certos alimentos, como, por exemplo, comidas salgadas ou com alto teor de potássio.

- Fragrâncias florais ou frutadas: além de perfumes, produtos para cabelo, protetores solares e até mesmo o amaciante de roupas podem te deixar mais atraente para os mosquitos.
- Temperatura da pele: cada espécie tem uma atração específica por certas temperaturas. Muitos mosquitos são atraídos pelas regiões do corpo que liberam calor, como os ouvidos.
- Umidade: os mosquitos são atraídos pela transpiração por causa dos produtos químicos exalados nesse processo, e também porque aumenta a umidade em torno do seu corpo. Pequenas quantidades de água, como, por exemplo, as plantas úmidas ou poças de lama, também podem atrair esses insetos.

10. TÉCNICAS DE COLETA

Você já parou para pensar como os cientistas conseguem capturar os mosquitos para estudá-los? Existem vários métodos, seja para coletar ovos, larvas, pupas ou adultos. A seguir, vamos mostrar como funcionam alguns deles.

Armadilhas para coletar ovos

Dependendo da espécie, é possível espalhar recipientes com água para atrair as fêmeas. Desse modo, passados alguns dias, é possível coletar os ovos depositados por elas. Para o *Aedes aegypti*, por exemplo, uma técnica eficiente para coleta de ovos é a ovitrampa. O processo consiste na instalação de vasos plásticos de cor preta fosca contendo uma mistura de água e um pouco de matéria orgânica. Dentro de cada vaso plástico é colocada uma palheta de madeira mergulhada até a metade da solução. Essa palheta servirá como local de depósito dos ovos, e fica em exposição em cada ovitrampa geralmente por um período de 3 a 5 dias. Passado esse tempo, o composto químico é trocado e a palheta é levada para análise em laboratório.



Ovitampa.

Coleta ativa de larvas

Uma das formas mais eficientes de encontrar larvas é procurando ativamente os criadouros. Eles podem estar escondidos em buracos de árvores, troncos, bromélias e pequenas poças que acumulam água da chuva. No ambiente urbano podem ser vasos de plantas, pneus ou qualquer recipiente que possa acumular água. É preciso ficar atento e entender que cada espécie de mosquito é atraída por um tipo específico de criadouro.



Coleta ativa de larvas utilizando pipeta e concha.

Coleta de mosquitos adultos

Os mosquitos adultos geralmente são capturados com aspiradores elétricos movidos a bateria de 12 volts. Os pesquisadores procuram um local favorável à sua reprodução ou um criadouro de larvas, e percorrem aquele microambiente com o aspirador para coletar os mosquitos que estiverem voando. Existem outras técnicas para atrair o adulto, como a armadilha Shannon e a armadilha CDC luminosa.



Aspiração de mosquitos adultos.

A armadilha Shannon foi descrita por Shannon, em 1939, para captura de insetos hematófagos. Trata-se de uma tenda retangular ou quadrada, fechada em todos os lados, exceto o inferior. Deve ser montada levemente suspensa ao solo, 10 a 30 cm, para permitir a entrada dos insetos. Destina-se a coletar insetos voadores atraídos pela luz e com tendência a subir quando se encontram enclausurados.



Armadilha de Shannon.

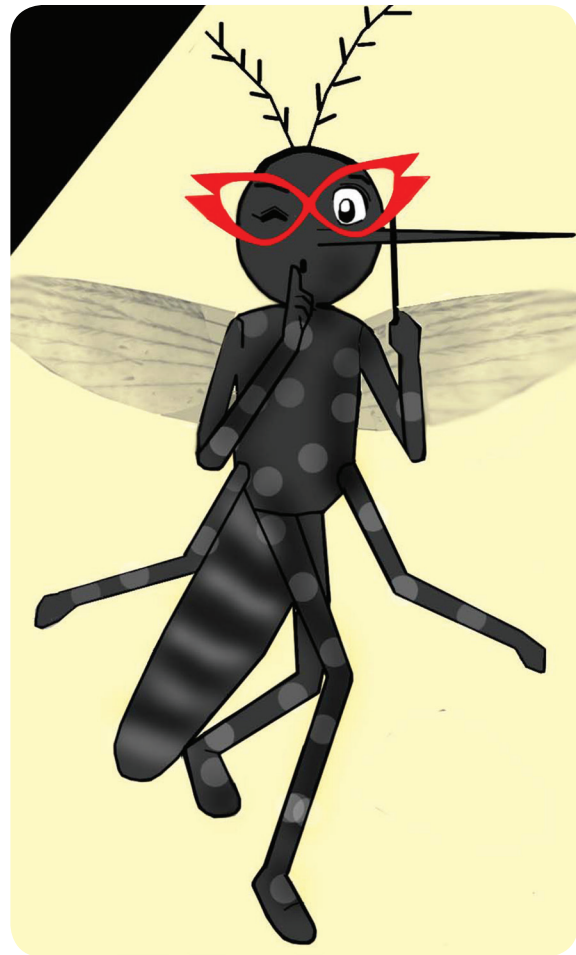
Outro tipo de armadilha é a CDC luminosa, amplamente utilizada por pesquisadores para capturar não só mosquitos, como também mariposas, besouros e outros insetos atraídos pela luz. O inseto é capturado ao ser sugado por um pequeno ventilador e preso dentro

de uma rede. Seu tamanho pode variar, e podem ser acoplados outros atrativos a ela, como gelo seco ou uma bomba de dióxido de carbono, ou ainda, ácido láctico sintético, aumentando o fator de atração dos mosquitos adultos.

11. ESTES INSETOS TAMBÉM SÃO MOSQUITOS?

Já sabemos que diferentes nomes podem ser dados aos mosquitos, dependendo da região do Brasil ou da cultura local. Outra característica regional é nomear como mosquitos outros grupos de dípteros (insetos que possuem duas asas), os quais não são exatamente mosquitos.

Alguns especialistas costumam defender a ideia de que mosquitos verdadeiros são somente os da família Culicidae, os quais possuem um par de asas, antenas segmentadas e probóscide. Os demais insetos que são considerados “mosquitos”, na grande maioria possuem um aparelho bucal diferente, em vez de ser no estilo de uma “agulha”, ele possui algumas estruturas que “mastigam” a nossa pele para depois se alimentarem do nosso sangue.



O mais importante a saber é que:

- Existem diferentes grupos de “mosquitos”;
- Os culicídeos possuem aparelho bucal similar a uma agulha, diferente dos demais;
- Os que se alimentam de sangue têm uma maior chance de nos transmitir doenças;
- Diferentes grupos podem transmitir a mesma doença;
- Diferentes doenças podem ser transmitidas pelo mesmo grupo;
- Grande parte dos mosquitos não transmite nenhuma doença;
- Existe um grupo de “mosquitos verdadeiros” da família Culicidae que possui o aparelho bucal muito parecido com a probóscide (fininha como uma agulha), mas não se alimentam de sangue. Esses realmente não vão transmitir nenhuma doença para os humanos e animais, como já falamos aqui, são os mosquitos do gênero *Toxorhynchites*.

A seguir você verá alguns grupos que são confundidos com os mosquitos “verdadeiros”.

Família Simuliidae

Cientificamente conhecidos como simulídeos, da família Simuliidae, popularmente são conhecidos como puím (região norte) ou borrachudo (demais regiões). Estes insetos se desenvolvem em concentrações de água com grande movimento, como cachoeiras. *Simulium* spp. É o transmissor do patógeno *Onchocerca volvulus* causador da Oncocercose, também conhecida como cegueira dos rios ou Mal do garimpeiro, que atinge, em sua maioria, a África.



Créditos: Morgan Jackson

Simulium bicoloratum

Família Psychodidae

Cientificamente conhecidos como flebotomídeos, da família Psychodidae, popularmente são chamados de mosquito palha ou birigui. Estes insetos são “parentes” daquele inseto que visita nossos banheiros. Estes insetos se desenvolvem em áreas de lamaçais. *Lutzomyia* spp. são transmissores dos patógenos responsáveis pela leishmaniose visceral, tegumentar e cutânea, e podem atacar pelo menos homem e cão. Essa doença também é conhecida como calazar ou úlcera de Bauru.



Créditos: Centers for Disease Control and Prevention; James Gathany

Phlebotomus papatasi

Família Tipulidae

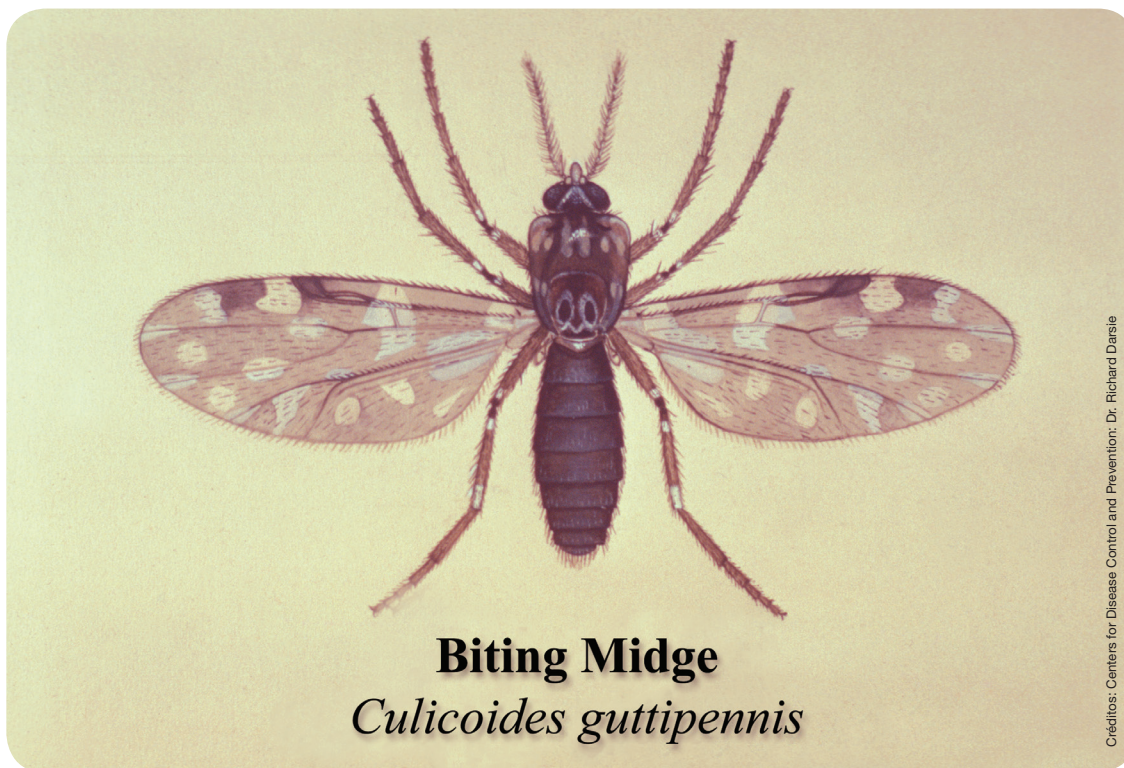
Os membros da família Tipulidae podem facilmente ser confundidos com “mosquitos gigantes”. Os adultos têm 60 mm de comprimento (75 mm de envergadura de asas) e as pernas são muito estreitas e longas. Entretanto, eles não têm probóscide, então não picam.



Inseto da família *Tipulidae*.

Gênero *Culicoides*

Os mosquitos-pólvora, “pórvinha”, maruim ou mosquitinho-do-mangue, são da família Ceratopogonidae. São várias espécies envolvidas na transmissão de inúmeras doenças. Existem as doenças veterinárias, como: doença da língua azul, encefalite e oncocercose equina. Ou ainda, as doenças humanas, como a mansonelose (causada pelo verme *Mansonella ozzardi*) e a febre de Oropouche, transmitida para humanos por *Culicoides paraensis* (Goeldi) em áreas urbanas da Amazônia brasileira.



Biting Midge
Culicoides guttipennis

Gênero *Culicoides*.

Créditos: Centers for Disease Control and Prevention; Dr. Richard Darsie

12. MOSQUITOS E O INSTITUTO BUTANTAN



Instituto Butantan.

O Instituto Butantan está localizado em um parque com aproximadamente 80 hectares, ou seja, aproximadamente 112 campos de futebol e mais de 62% em área verde, incluindo o Horto Oswaldo Cruz (HOC), que teve o nome em homenagem ao médico sanitariano. Esta área foi criada em 1916 por Arthur Neiva, diretor do Serviço Sanitário do Estado de São Paulo, com o objetivo de cultivar plantas medicinais de usos popular e indígena, além de promover e divulgar estudos científicos.

Entre as muitas espécies de plantas medicinais cultivadas, o *Chenopodium* sp, também conhecida como Erva-de-Santa-Maria, foi a de maior importância. Dessa planta extraía-se um óleo essencial para combater vermes intestinais. Outra planta cultivada no Horto foi a *Cinchona officinalis*, a qual tem uma grande concentração de quinino, um composto importante para o tratamento da malária.

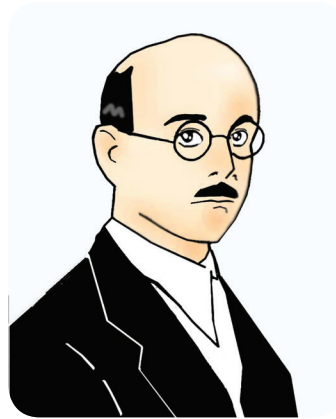


Horto Oswaldo Cruz do Instituto Butantan.

Outro grande nome para o Instituto Butantan, o qual não poderia deixar de falar, é Vital Brazil, considerado um dos grandes nomes da História da Ciência. Ele era médico e sanitário, pesquisador de toxinologia de medicina experimental. Ele fundou e dirigiu o Instituto Butantan por aproximadamente 24 anos.



Oswaldo Cruz



Arthur Neiva



Vital Brazil

Passados 100 anos e após várias mudanças estruturais, o HOC e as demais áreas verdes do parque abrigam hoje uma diversidade incrível de fauna e flora que desperta o interesse de pesquisadores e visitantes. Além disso, os mosquitos que habitam a área do Instituto Butantan são especialmente importantes pela proximidade e interação com o homem, já que algumas espécies são potencialmente vetoras de patógenos. Existem pelo menos 12 diferentes espécies de mosquitos no Butantan: *Culex dolosus*, *Aedes albopictus*, *Culex coronator*, *Limatus durhami*, *Psorophora ferox*, *Ochlerotatus scapularis*, *Aedes aegypti*, *Aedes serratus*, *Aedes crinifer*, *Culex pleuristriatus*, *Wyeomyia theobaldi* e *Toxorhynchites sp.*

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRETT, G.A. 1938. **On the relative attractiveness to *Aedes aegypti* of certain coloured cloths.** Transactions Of The Royal Society Of Tropical Medicine And Hygiene. Vol. 32. No. 1. June.
- CATOR, L.J.; Arthur, B.J.; Harrington, L.C.; Hoy, R.R. 2009. **Harmonic Convergence In The Love Songs Of The Dengue Vector Mosquito** www.sciencemag.org. Science Vol 323 20 February.
- CICARINO, C. 2009. **Dirofilariose Canina. Trabalho De Conclusão De Curso, Medicina Veterinária** - Centro Universitário Das Faculdades Metropolitanas Unidas. São Paulo.
- CHRISTOPHERS, S.R. 1960. ***Aedes aegypti* (L.). The Yellow Fever Mosquito - Its Life History, Bionomics And Structure.** Cambridge University Press, London, 739 Pp.
- CONSOLI, R.A.G.B.; CASTRO, M.M.T.; SILVEIRA, J.N. & Santos, B.S. 1988. **Influência Da Coloração Do Substrato No Comportamento De Oviposição De *Aedes fluviatilis* (Lutz) (Diptera: Culicidae).** Rev. Bras. Entomol., 32:375-38
- ENAYATI, A.; Hemingway, J., Garner, P. 2007. **Electronic Mosquito Repellents For Preventing Mosquito Bites And Malaria Infection.** Cochrane Database Of Systematic Reviews, Issue 2. Art. No.: Cd005434. DOI: 10.1002/14651858.Cd005434.Pub2.
- EVANS, D.R.; Mellon, De F. (1962). **Electro Physiological Studies Of A Water Receptor Associated With The Taste Sensilla Of The Blowfly.** J. Gen. Physiol, 45:487-500.
- FERREIRA, A. B. H. **Novo Dicionário Da Língua Portuguesa.** Segunda Edição. Rio De Janeiro: Nova Fronteira, 1986.
- FIOCRUZ. **Olimpiada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente** - Minúscula ameaça. Disponível em: <<http://www.olimpiada.fiocruz.br/minuscula-ameaca>>. Acessado em: 07 de dezembro de 2017.

- FORATTINI, Forattini OP. **Culicidologia médica: identificação, biologia, epidemiologia.** São Paulo: EDUSP; 2002. v.2.
- FROST, F.M.; HERMS, W.B.; HOSKIN, W.M. 1936. **The Nutritional Requirements Of The Larvae Of The Mosquito *Theobaldia incidens*** (Thom.). J. Exp. Zool., 73: 461-479.
- GJULLIN, C.M. 1947. **Effect Of Clothing Color On The Rate Of Attack Of Aedes Mosquitoes.** J Econ Entomol. Jun;40(3):326.
- GÖPFERT M.C., BRIEGEL H., Robert D. 1999. **Mosquito Hearing: Sound-Induced Antennal Vibrations In Male And Female *Aedes aegypti*.** The Journal Of Experimental Biology. 202, 2727–2738.
- GUEDES, M.P. 2012. **Culicidae (Diptera) no Brasil: Relações Entre Diversidade, Distribuição E Enfermidades.** Oecologia Australis 16(2): 283-296, Junho. DOI: <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1602.07>
- HEUBACK, E. **Are You a Mosquito Magnet?** Sem data. Disponível em: <<http://www.webmd.com/allergies/features/are-you-mosquito-magnet?page=2>>. Acessado em: 07 de dezembro de 2017.
- HILBURN, L.R.; WILIS, N.L.; SEAWRIGHT, J.A. 1983. **An Analisis Of Preference In The Color Of Oviposition Sites Exhibited By Female Toxorhynchites *R. rutilus* In The Laboratory.** Mosquito News, 43: 302-306.
- JOBLING, B. 1935. **The Effect Of Light And Darkness On Oviposition In Mosquitoes.** Trans. Roy. Soe. Trop. Med. Hyg., 29:157-166.
- LORENZO, M.G.; MELO, A.C.M. 2012. **Tópicos Avançados Em Entomologia Molecular.** Instituto Nacional De Ciência E Tecnologia Em Entomologia Molecular. Capítulo 9. Olfacção E Comportamento.
- MIURA, T.; TAKAHASHI, R.M. 1973. **Laboratory And Field Observations On Oviposition Preferences Of *Aedes Migromaculis* (Diptera: Culicidae).** Ann. Entomol Soe. Am., 66: 244-251.

- MILLER, E. 2012. **How to get rid of mosquitos.** What Mosquitoes Eat, Besides People. Disponível em: <<http://www.mosquitoreviews.com/mosquitoes-eat.html>>. Acessado em: 07 de dezembro de 2017.
- MIURA, T.; TAKAHASHI, R.M. 1973. **Laboratory And Field Observations On Oviposition Preferences Of Aedes Migromaculis (Diptera: Culicidae).** Ann. Entomol Soe. Am., 66: 244-251.
- MILLER, E. 2012. **How to get rid of mosquitos.** What Mosquitoes Eat, Besides People. Disponível em: <<http://www.mosquitoreviews.com/mosquitoes-eat.html>>. Acessado em: 07 de dezembro de 2017.
- Mosquito world. 2017. Mosquito Feeding Habits. Disponível em: <<http://www.mosquitoworld.net/when-mosquitoes-bite/feeding-habits/>>. Acessado em: 07 de dezembro de 2017.
- PENNETIER, C.; WARREN, B.; DABIRE', R.; RUSSEL, I.J.; GIBSON, G. 2009. **“Singing On The Wing” As A Mechanism For Species Recognition In The Malarial Mosquito Anopheles gambiae.** Current Biology 20, 131–136, January 26. DOI: 10.1016/J.Cub.2009.11.040
- PESSOA, G.M.L. 2012. **Culicidae (Diptera) no Brasil:** Relações Entre Diversidade, Distribuição E Enfermidades. Oecologia Australis. 16(2): 283-296, Junho. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1602.07>
- SHIPLEY, A.E.; WILSON, E. 1905. **XVIII.—On a Possible Stridulating Organ in the Mosquito.** (*Anopheles maculipennis*, Meig.). Transactions of The Royal Society of Edinburgh. Volume 40, Issue 2 , pp. 367-372
- SNOW, W.F. 1971. **The Spectral Sensitivity Of Aedes Aegypti (L.) At Oviposition.** Bull. Ent. Res., 60: 683-696.
- TRENZ, F. 1934. **De L'influence Des Rayons Solaires Sur Le Cycle Évolutif De Aedes mariae.** C. R. Soe. Biol., Paris, 115:1108-1110.
- VIGODER, F.M.; RITCHIE, M.G.; GIBSON, G.; PEIXOTO, A.A. 2013. **Acoustic Communication In Insect Disease Vectors.** Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio De Janeiro, Vol. 108 (Suppl. I): 26-33.

Sobre:

Camila Lorenz (autora)

Mestre e doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo, onde desenvolveu sua pesquisa com mosquitos Neotropicais e *Anopheles* da Mata Atlântica. Atualmente desenvolve seu pós-doutorado na Faculdade de Saúde Pública da USP e estuda modelagens para prever o índice de infestação de *Aedes aegypti* em áreas urbanas. E-mail: cammillalorenz@gmail.com

Flávia Virginio (autora)

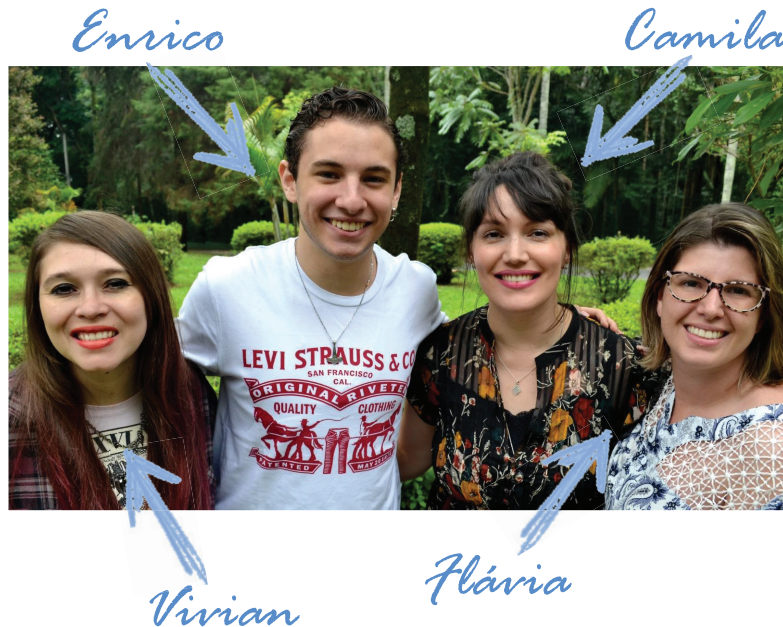
Com experiência há mais de 10 anos em estudos sobre mosquitos, tem doutorado em Ciências pela Universidade de São Paulo. Desenvolve sua pesquisa com mosquitos Neotropicais e criação de um banco de dados de imagens de asas de mosquitos, que pode ajudar na identificação das espécies. E-mail: flavia.virginio@butantan.gov.br

Enrico Breviglieri (autor)

Ex-aluno do Colégio Imperatriz Leopoldina. Fez seu estágio de iniciação científica no Instituto Butantan sob a supervisão de Camila Lorenz. Tem experiência com coletas de mosquitos adultos e imaturos. Ganhou o prêmio Cientista Aprendiz 2017 com o trabalho “Fauna de Culicidae do Instituto Butantan”. E-mail: en_glieree@hotmail.com

Vivian Petersen (ilustradora)

Possui mestrado e doutorado em Ciências, onde se dedicou ao estudo do mosquito *Aedes*. Atualmente trabalha com a epidemiologia da Febre Amarela no estado de São Paulo. Também apresenta curso de artes plásticas. E-mail: var_petersen@hotmail.com



Editor responsável

Zeca Martins

Projeto gráfico e diagramação

Lilian Nocete Mescia

Capa

Zeca Martins

Revisão

Equipe Editora Livronovo

Esta obra é uma publicação da

Editora Livronovo Ltda.

CNPJ 10.519.6466.0001-33

www.editoralivronovo.com.br

@ 2018, São Paulo, SP

Impresso no Brasil. *Printed in Brazil*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

L869f

Lorenz, Camila.

O fantástico mundo dos mosquitos / Camila Lorenz, Enrico Lopes Breviglieri, Flávia Virgínio. – Águas de São Pedro: Livronovo, 2018.

141 p.; 21 cm

ISBN 978-85-8068-290-2

1ª edição

1. Biologia. 2. Entomologia. 3. Natureza – meio ambiente. I. Lorenz, Camila.
II. Virgínio, Flávia. III. Breviglieri, Enrico Lopes. IV. Título.

CDD – 595.7.

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte deste livro poderá ser copiada ou reproduzida por qualquer meio impresso, eletrônico ou que venha a ser criado, sem o prévio e expresso consentimento dos editores.

Ao adquirir um livro você está remunerando o trabalho de escritores, diagramadores, ilustradores, revisores, livreiros e mais uma série de profissionais responsáveis por transformar boas ideias em realidade e trazê-las até você.

