



VIVER

ORGANIZADORES

Camila Lorenz,
Flávia Virginio e
Gabriel Correia Lima

**AINDA TEM
CLIMA PRA ISSO?**

Aquecimento global, seus impactos
e a revolução dos artrópodes

NO

FUTURO



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Viver no futuro : ainda tem clima para isso?
[livro eletrônico] : aquecimento global, seus
impactos e a revolução dos artrópodes /
organizadores Camila Lorenz, Flávia Virginio e
Gabriel Correia Lima. -- São Paulo : Ed. dos
Autores, 2021.

PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-00-19779-2

1. Aquecimento global 2. Artrópode 3. Artrópodes -
Doenças - Transmissão 4. Biodiversidade 5. Mudanças
climáticas I. Lorenz, Camila. II. Virginio, Flávia.
III. Lima, Gabriel Correia.

21-60567

CDD-595.2

Índices para catálogo sistemático:

1. Mudanças climáticas : Artrópodes : Ciências
biológicas 595.2

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427



VIVER

ORGANIZADORES

Camila Lorenz,
Flávia Virginio e
Gabriel Correia Lima

AINDA TEM CLIMA PRA ISSO?

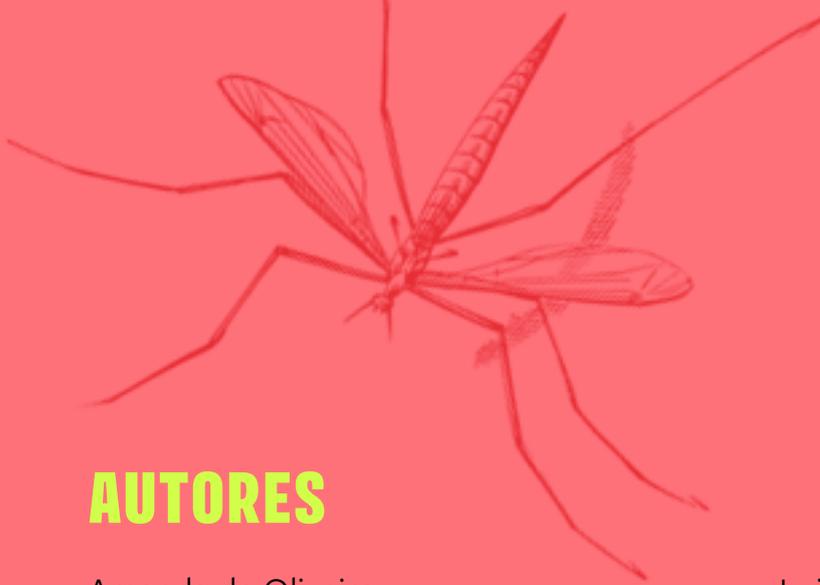
Aquecimento global, seus impactos
e a revolução dos artrópodes

NO



FUTURO





AUTORES

Amanda de Oliveira
Ana Fontenelle
André Luis Dias Arratia
Bruno Zilberman
Camila Lorenz
Carolina Almeida de Moura
Denise Maria Candido
Eliane Campos de Oliveira
Eloá Pires Barbosa
Flávia Virginio
Fredy Galvis
Gabriel Correia Lima
Gabrielle Ribeiro de Andrade
Guilherme da Silva Lopes
Heitor Fernandes Leme
Ivy Sá
Jessica Carolina Fernandes Moraes
Leonardo Yoshiaki Kamigauti

Luisa Maria Diele-Viegas
Luiz Felipe Moretti Iniesta
Marcelly Silva
Márcio Martins
Paulo André M. Goldoni
Rafael Sousa
Rodrigo Salvador Bouzan
Rubens Antônio Silva
Sandra Nagaki
Tamara Nunes de Lima-Camara
Tarcísio George
Thiago Salomão
Valeria Castilho Onofrio
Vitor Moreira Lima
Vivian Petersen





ILUSTRADORES

Anne Teixeira
Ariel Guedes Farfan
Availdo Praxedes
Bruno Begha
Carine Araújo Cavalcante
Filipe Menezes
Gabriela Luiza
Heitor Fernandes Leme
Joana Dias Ho
João Garcia
Jonas Pedroso
Júlia Parente
Kimberlly Caroline Brito da Silva
Lucas Andrade
Lucas Ferreira
Marcely Silva
Mariana Chernaki Leffer
Matheus Vaz Camargo
Paula Ambrosio
Samantha Marx de Castro
Tacylla Kaline Gomes de Oliveira
Vivian Petersen

REVISÃO ORTOGRÁFICA

Dayane Fernandes

DIAGRAMAÇÃO

Júlia Parente

CAPA

Júlia Parente



Prefácio | 8

Apresentação | 10

Agradecimentos | 12

1 Por que é importante ouvir cientistas sobre este assunto? | 13

2 Mudanças climáticas: o que são afinal? | 16

2.1 Como podemos tratar as incertezas quando o tema é o clima? | 22

2.2 Tá! Mas cadê as evidências científicas? | 25

2.3 Mudanças climáticas na era das fake news | 30

2.4 Viver no futuro: ainda tem clima pra isso? | 33

3 Impacto das mudanças climáticas nos artrópodes | 39

3.1 E quem são os artrópodes? | 42

3.2 Como a biodiversidade pode ser afetada no futuro? | 46

4 Doenças vetorizadas por artrópodes e cenários futuros | 50

4.1 Mosquitos e seu potencial para grandes epidemias | 52

4.2 Percevejos também são perigosos? | 58

4.3 Os mosquitos-palha: pequenos insetos que transmitem as leishmanioses | 64

4.4 Carrapatos: devemos nos preocupar com eles? | 68

4.5 Pulgas e piolhos: só de pensar já dá coceira! | 72

SUMÁRIO

5 Acidentes por contato e cenários futuros | 79

- 5.1** Escorpiões no bolso e no bueiro! | 81
- 5.2** Aranhas: elas podem ser nossas aliadas? | 86
- 5.3** Lagartas urticantes: o que te contam sobre elas pode ser uma mentira cabeluda | 93
- 5.4** Centopeias e piolhos-de-cobra: pernas pra que te quero! | 98
- 5.5** Abelhas: quando o néctar é bom elas voltam! | 104
- 5.6** Vespas e marimbondos: seria o fim da picada? | 113
- 5.7** Formigas: uns docinhos de insetos! | 119
- 5.8** Besouros: eita bichos durões! | 124
- 5.9** Percevejos: torce, retorce, procuro mas não vejo | 133

6 As mudanças climáticas podem interferir no desempenho da Ciência Forense? | 135

7 O que podemos fazer para construir um futuro melhor? | 141

8 Considerações finais | 146

Referências | 148

Sobre | 166

PREFÁCIO

A CIÊNCIA BUSCA, em primeiro lugar, a verdade. E faz isso por meio do método científico. Ele difere, por exemplo, do senso comum usado no nosso dia a dia. Graças à Ciência pudemos atingir o atual grau de desenvolvimento de nossa sociedade. Em todas as coisas que fazemos, por mínimas que sejam, há ligações íntimas com a Ciência. A busca da verdade é um problema para aqueles que não querem encará-la, mas, ao contrário, intencionam adaptar o mundo aos seus interesses e convicções. Reflexo disso, o negacionismo científico visa desacreditar a Ciência e prega a destruição de Universidades e Institutos de pesquisa.

A Ciência não produz verdades absolutas e imutáveis. Ela nos fornece apenas a melhor explicação possível em determinado momento histórico. Novas observações podem tanto confirmar como descartar essas verdades. Para pessoas que não são da área, as diferentes explicações para determinado fenômeno podem parecer falta de objetividade da atividade científica. Diante disso, o papel dos cientistas não termina, infelizmente ou felizmente, na produção de conhecimentos. Atualmente, também é sua tarefa realizar a divulgação científica que é traduzir o conhecimento científico para os não cientistas. Entretanto, essa não é uma missão fácil como poderia nos parecer à primeira vista.

A divulgação científica pode encontrar barreiras em assuntos que ameaçam interesses eco-

nômicos ou convicções políticas. Como parte desse quadro, o negacionismo ao aquecimento global é um dos principais desafios da Ciência e dos cientistas, se não o principal. Isso em função dos interesses econômicos dos setores produtivos envolvidos, emissores das maiores quantidades de gases de efeito estufa. Também é desafiador pelas suas consequências, possivelmente as mais nefastas para os seres humanos.

O livro “Viver no futuro: tem clima pra isso?”, organizado pelas Doutoradas Camila Lorenz, Flávia Virginio e pelo estudante de Ciências Moleculares Gabriel Correia Lima, enfrenta com sucesso esse desafio. Ao dirigirem seu livro ao público não técnico e, especialmente, para os jovens do ensino médio, seus autores e autoras vão direto ao ponto: é o mundo dos jovens que está em jogo. É o mundo deles que pode se tornar distópico ou mesmo inviável para a sobrevivência da espécie humana devido às ações que os antecederam e que ocorrem até hoje. Em meio ao público a que se dirige o livro estão os mais interessados em preservar o futuro e também os menos envolvidos em interesses econômicos contrários às políticas de mitigação do aquecimento global. Se nada mudar são os jovens que poderão sentir seus efeitos drásticos e terão que lidar diretamente com isso.

Os autores reuniram um grande time de pesquisadores e pesquisadoras reconhecidos em

suas áreas de atuação para abordar as mudanças climáticas e sua relação com os artrópodes e as doenças. Obtiveram, como resultado, um livro muito bem estruturado, profundo e rigoroso do ponto de vista científico. Também é didático e acessível aos mais diversos públicos e, em especial, aos jovens. Chama a atenção que metade do time é composto por pesquisadoras, apontando para o papel cada vez mais importante das mulheres na Ciência.

Após apresentarem questões relacionadas às mudanças climáticas, os autores e as autoras descrevem, de forma didática e utilizando conhecimentos científicos atualizados, os efeitos atuais e possíveis efeitos futuros do aquecimento global nos artrópodes. Relatam sobre aqueles insetos que já são caracterizados como importantes problemas de saúde pública e também sobre os que têm potencial para causarem prejuízos no futuro. Destacam que o aumento das temperaturas aumenta a taxa metabólica dos insetos fazendo com que seus ciclos de desenvolvimento se tornem mais curtos.

Descrevem as doenças veiculadas atualmente por esses artrópodes e que problemas futuros poderão ocorrer a partir do aumento da densidade desses insetos. Tratam dos acidentes que podem ser causados pelos artrópodes e como isso poderá se intensificar com o aumento da temperatura.

Destacam os possíveis prejuízos relacionados à extinção de espécies responsáveis por importantes serviços ecológicos, como as abelhas.

Por fim, como atores e atrizes da sociedade e como seres políticos que são, discutem o que podemos fazer para mudar/evitar a calamidade que se anuncia. Nos relembram que também fazemos parte do reino animal e que as mudanças climáticas podem ser devastadoras para nossa espécie. O livro nos deixa um importante ponto para reflexão: o sistema econômico atual, que tem bases no individualismo, na competição e na acumulação é, do ponto de vista ambiental, desastroso e precisa ser repensado.

Boa leitura!

Prof. Dr. Francisco Chiaravalloti-Neto

Pesquisador Científico da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo
Departamento de Epidemiologia

APRESENTAÇÃO

DISCUTIDA INTENSAMENTE NAS últimas décadas pela comunidade científica, a mudança do clima é ainda um dos temas globais mais carentes de informação por parte da população. Durante os anos nós cientistas temos enfrentado o desafio de divulgar essas informações e vimos neste livro a oportunidade ideal. Os textos que apresentamos nesta coletânea foram elaborados por pesquisadores das mais diversas áreas do conhecimento, tendo como fio condutor que une todos eles a busca incessante que nos move, seja como pesquisadores ou cidadãos, pela compreensão dos fenômenos relacionados às mudanças climáticas. Esperamos que a reunião dessas informações em um livro como este possa contribuir com a popularização da ciência, facilitar o acesso e instigar a construção de um pensamento crítico do leitor, especialmente para o público não técnico e alunos do ensino médio, público-alvo desta publicação.

No planeta Terra teríamos tudo para sermos autossustentáveis e mantermos um ciclo sem fim. O problema é que a conta não fecha há muito tempo: a cada hora a humanidade injeta na atmosfera milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), metano e nitrogênio e destrói áreas consideráveis de florestas tropicais. No mesmo intervalo nascem milhares de pessoas no mundo e diversas espécies da fauna e flora são extintas.

Essas ações têm interferido sobre o ambiente em um ritmo muito acelerado.

Estudos indicam, por exemplo, que enquanto a temperatura média da superfície subiu aproximadamente 5 °C em 10 mil anos, pode-se elevar os mesmos 5 °C em apenas 200 anos caso o ritmo de aquecimento global das últimas décadas seja mantido. Infelizmente, alguns limites já estão sendo atingidos. Por exemplo, a extensão do gelo flutuante no Oceano Ártico diminui a cada verão e em poucas décadas não haverá mais gelo sobre aquele oceano, alterando radicalmente a vida marinha da região.

A cada hora a humanidade injeta na atmosfera milhões de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), metano e nitrogênio e destrói áreas consideráveis de florestas tropicais.

O caminho do progresso econômico nos levou a uma crise ambiental sem precedentes, gigantesca e há claros limites da capacidade de adaptação do planeta à magnitude das mudanças ambientais previstas. A maioria dos efeitos destas mudanças pode até ser a longo prazo e alguns dos adultos de hoje talvez não se importem com um futuro no qual eles não viverão, mas os jovens já estão vivendo e ainda viverão consequências mui-

to ruins das mudanças climáticas como aumento na temperatura, incidência e intensidade de chuvas, derretimento das calotas polares, aumento do nível do mar e acidificação dos oceanos. Está em suas mãos a oportunidade de minimizar ao máximo esses efeitos, já que não é possível voltar no tempo e recomeçar do zero.

Este livro é fruto da colaboração entre mais de 30 autores pesquisadores que estudam mudanças climáticas, artrópodes ou doenças, ou todas essas coisas juntas. Além disso, ainda contamos com um time de mais de 20 ilustradores que gentilmente ajudaram a embelezar esta obra. Nós e todos aqueles que contribuíram para a confecção deste livro desejamos a você, leitor, uma instigante caminhada por um dos temas mais debatidos internacionalmente nos últimos anos. Nosso desafio é desmistificar esse assunto, disseminar informações, estimular o debate e aguçar a percepção dos futuros tomadores de decisão para buscarmos soluções para o nosso planeta.

Os Autores

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos aqueles que nos deram suporte para que este livro se materializasse, especialmente aos autores e ilustradores. Um agradecimento especial à Júlia Parente, que foi solícita em realizar também a diagramação desta obra.

1 POR QUE É IMPORTANTE OUVIR CIENTISTAS SOBRE ESTE ASSUNTO?



| Flávia Virginio - @flavia.virginio

Você já deve ter reparado que todo filme de desastre começa com um cientista sendo ignorado. O mais assustador é que isso vem acontecendo na vida real, o que é muito perigoso! E mesmo que seguidamente isso aconteça e o desastre - que poderia ser evitado, ou pelo menos ter seu efeito amenizado - ocorra, parece que a humanidade não aprende.

Mas qual é a razão disso? Como que as pessoas ainda não se deram conta? Seriam os cientistas, então, um bando de sem noção que só quer fazer alarde? Na verdade, não! Se você leu o prefácio - se não leu, volta lá no comecinho e lê, feito gentilmente pelo Prof. Dr. Francisco Chiaravalloti-Neto, vale a pena! - perceberá que os cientistas sabem o que sabem, falam o que falam, porque em sua maioria são pessoas éticas que levam o seu trabalho muito a sério. São profissionais que se baseiam em fatos e não em achismos/opinião. Trabalhamos duro para obter os resultados que dão embasamento para afirmar as coisas que afirmamos.

A questão é que durante muitos anos, antes mesmo de os cientistas serem chamados por esse nome, em uma época em que poucas pessoas ti-

nham acesso à informação e poderiam, então, obter o conhecimento, eram eles os grandes detentores do saber. Isso se perpetuou até o mundo moderno, no qual, por mais que a informação estivesse muito mais acessível - o que fazia com que mais pessoas pudessem adquirir conhecimento - o egocentrismo imperou na Academia¹, separando ainda mais os cientistas da população. Essa separação entre produção de informação e sociedade rompeu um elo de confiança que, ao longo dos anos, a depender dos interesses econômicos e políticos do país, ora ficava mais, ora menos fortalecido entre as partes. Vale ressaltar que a ciência brasileira é feita com dinheiro público e que, de forma óbvia, devemos um retorno à sociedade, ou seja, é para resolver problemas do povo que trabalhamos diariamente. Acontece que com o enfraquecimento dessa relação de confiabilidade surgiram movimentos chamados de negacionistas que têm se fortalecido nos últimos anos.

A gente sabe que pessoas mal-intencionadas

¹ Academia: Termo utilizado para se referir ao ambiente universitário, onde geralmente são desenvolvidas as atividades científicas e intelectuais.

estão por toda parte, em qualquer profissão! Na ciência não é diferente. Mas existe uma vantagem na ciência, a qual ousamos afirmar que seja exclusiva a esta profissão: a falseabilidade. Mas, espera aí! Então os cientistas além de serem alarmistas egocêntricos, ainda são falsos? Não! Continua lendo que a gente te explica tudo isso!

A falseabilidade, também conhecida como refutabilidade, é a possibilidade de uma ideia ser mostrada falsa. Este conceito genial foi proposto pelo filósofo austríaco Karl Popper, na década de 1930, justamente para evitar que alguém tivesse uma ideia generalista e aquela ideia fosse perpetuada para sempre como a “verdade absoluta”. E

Então os cientistas além de serem alarmistas egocêntricos, ainda são falsos? Não!

é em cima dessa base que a ciência é construída: um cientista (ou um grupo deles) realiza um estudo, segue certinho o método científico², divulga seus resultados para os demais colegas cientistas do mundo todo. Caso algum deles encontre um erro, ou não concorde com a metodologia usada, ou discorde dos resultados obtidos naquele estudo, ele poderá publicar um novo estudo refutando, ou seja, contrariando aquele estudo, ou ainda,

2 Método científico: Refere-se a forma como a ciência é desenvolvida. Em geral esse método consiste em observação, caracterização do problema, levantamento de dados, formulação de uma ou mais hipóteses, teste dessa (s) hipótese (s) por meio de uma ou mais metodologias, obtenção dos resultados, discussão e conclusão.

escrever uma carta muito bem embasada à revista que publicou aquele estudo, informando todas as críticas. Com isso você consegue perceber que não é “qualquer bobagem” que pode ser publicada, e caso uma ou outra passe despercebida logo logo ela será refutada, assim a ciência se torna a maior fonte de informação confiável da face da Terra. Isso não é maravilhoso?

Há quem diga que não existe “verdade absoluta” e realmente não há. Porém, alguns temas já foram muito bem estudados ao longo dos séculos pela ciência, seguindo todo o rigor científico, o que torna algumas afirmações hiper confiáveis. Estes são o que chamamos de “consenso científico”. Um desses consensos é sobre mudanças climáticas: ao analisar 12.000 trabalhos acadêmicos publicados entre 1991 e 2011 que continham as palavras “aquecimento global” ou “mudança climática global”, cientistas viram que 97% dos pesquisadores concordam que as ações antrópicas³ são responsáveis pelo crescimento exponencial do aquecimento global.

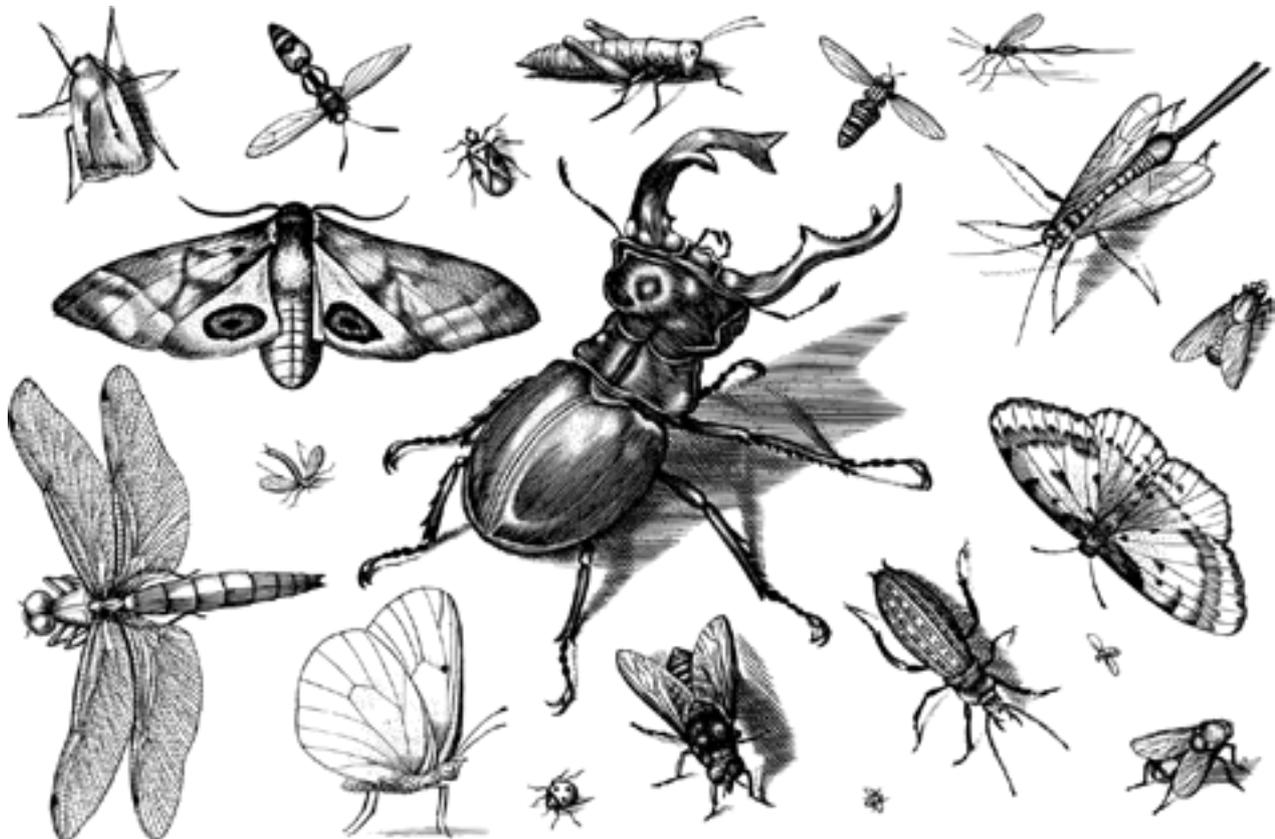
Então, esperamos que tenha ficado claro que a gente divulga os dados dos nossos estudos não porque somos alarmistas, mas sim porque é nosso dever divulgá-los para a população, sejam eles bons ou ruins, felizes ou tristes. Além disso, apesar de ainda existirem pessoas mal-intencionadas e egocêntricas no meio científico (lembre-se: como em qualquer outro lugar!), podem apostar: a maioria dos cientistas é muito legal, adora jo-

3 Ações antrópicas: Ações causadas direta ou indiretamente pelo ser humano.

gar videogame, alguns gostam de mangá, outros adoram balada, alguns tocam violão, outros amam seus familiares! Somos seres humanos como você, cheios de erros e acertos, sempre dispostos a melhorar a cada dia.

Esperamos que com este livro possamos ini-

ciar um novo caminho, de mãos dadas com a sociedade, que consigamos mostrar que podemos servir como referência para você, leitor. Nosso trabalho é tão digno e importante como qualquer outro e gostaríamos que fossemos reconhecidos como tal.



Crédito: PIXABAY

2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS: O QUE SÃO AFINAL?

| Ana Fontenelle - @anaafontenelle | Leonardo Yoshiaki Kamigauti - @scikami | Thiago Salomão - @azevedots
| Gabriel Correia - @gabriel.lima | Luisa Maria Diele-Viegas - @dieleviegaslm

O clima na Terra está sempre mudando. Numa mesma região podemos ver como as pessoas e os lugares são retratados de formas diferentes ao longo da história. Sempre existiram períodos naturalmente mais quentes e mais frios, e essa variação foi responsável por moldar as sociedades ao longo dos séculos. Por serem resultado de fenômenos incontroláveis e naturais, essas alterações climáticas levavam até centenas de milhões de anos para acontecer, facilitando a adaptação, bem lenta, de todos os seres vivos. Porém, nas últimas décadas, o clima da Terra tem mudado de forma muito rápida. Essa variação não é considerada natural, mas sim resultado da ação dos seres humanos no planeta.

Antes de conhecer quais são as ações que causam essa aceleração das mudanças do clima da Terra é necessário entender alguns conceitos. O primeiro, e que gera bastante confusão, é **a diferença entre tempo e clima**. Muitas pessoas costumam falar que o clima hoje está chuvoso ou, então, que não entendem por que dizemos que está ocorrendo um aquecimento global quando presenciarmos verões com temperaturas mais frias.

Na verdade, o que vivenciamos hoje é o **tempo**. Ele é o que está acontecendo agora: a chuva, o frio, o calor. Já o **clima** é uma média das condições do tempo em um determinado lugar, ou seja, se chove quase todo dia, e muito, em um certo



Ilustração: Jonas Alves

mês, dizemos que ele é climatologicamente chuvoso. Porém, para dizer se o clima é de um determinado jeito, precisamos observar as condições de tempo por pelo menos 30 anos.

“O clima é o que você espera, o tempo é o que você tem” - Mark Twain

Como dissemos, o clima sempre mudou de forma natural. Essa variação natural se relaciona com fenômenos astronômicos, com as mudanças da atividade solar e também com a erupção de vulcões. O Sol é a principal fonte de energia do planeta, sendo responsável pelo calor, o vento e a vida na Terra.



A quantidade de energia que ele libera é indicada pelo número de manchas solares: quanto mais manchas, mais energia. Essa energia chega na Terra, principalmente, na parte mais inclinada

para o Sol que, com o passar do ano, vai variar entre os hemisférios norte e sul. A distribuição diferenciada de energia no planeta causa hoje, por exemplo, as estações do ano, mas como a inclinação da Terra era diferente no passado (veja a Figura 1), houve períodos em que não tinha inverno nos países distribuídos ao longo da linha do Equador, bem como nos polos (Ártico e Antártico) não existia verão. Esta é uma das causas das eras do gelo (aquelas mesmo, do Sid!). E, por fim, a erupção dos vulcões libera partículas que refletem a luz solar que chega e ajudam a esfriar o planeta, mudando a atmosfera violentamente em um curto período de tempo. As variações do clima definem a diversidade e a distribuição dos seres vivos ao longo do tempo, e inclusive são uma das principais responsáveis pelas extinções em massa, como a dos dinossauros.

A energia emitida pelo Sol é transformada em calor e armazenada na atmosfera (camada de ar que envolve o planeta), como se ela fosse um grande cobertor. Isto faz com que nossas noites não façam $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$, como ocorre em Mercúrio que, apesar de ser o planeta mais próximo do Sol e ter dias muito quentes, possui noites super frias. Mercúrio, não por acaso, quase não tem atmosfera. Esse fenômeno que mantém a Terra aquecida é chamado de efeito estufa. Ele tem esse nome porque funciona de forma similar ao que acontece em uma estufa de plantas que retém o calor solar. O efeito estufa é causado pela presença de certos gases na atmosfera, chamados de gases do efeito estufa, como o vapor de água e o CO_2 (veja o box).

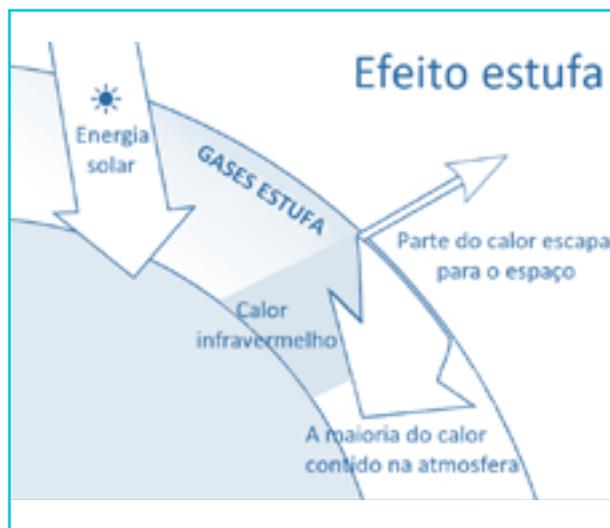
Os gases do efeito estufa, produzidos por processos naturais como a respiração, fotossíntese, processo de digestão animal e queima de materiais orgânicos, já existem há milhares de anos. Na quan-

tidade natural eles são benéficos, servem para manter a temperatura ideal do planeta, o que os tornam essenciais para vida como conhecemos hoje. Porém, desde 1850, a quantidade desses gases na



A Terra rotaciona (gira) em volta de si mesma e translada (dá voltas) em torno do Sol. Mas a rotação não acontece alinhada com a inclinação. Hoje ela está inclinada cerca de $23,5^\circ$ em relação à elipse criada pela translação (eclíptica). Mas essa inclinação muda lentamente, levando até centenas de milhares de anos, assim como o clima. Isso não é por acaso: esse movimento altera a forma que a Terra recebe energia de sua principal fonte: o Sol.

Crédito: Adaptado de Latsis Foundation (2001).



GASES DE EFEITO ESTUFA

Existem vários gases que guardam calor e causam o efeito estufa. Os principais gases são o vapor d'água, CO_2 , metano, óxido nitroso e ozônio. Eles são gerados tanto naturalmente quanto por meio de ações humanas. Eles são gerados por processos de queima de combustíveis fósseis, pecuária, queimadas, uso de clorofluorcarbonetos (CFCs) e também por fontes naturais. Eles não causam aquecimento na mesma proporção. Existem aproximadamente duzentas vezes menos metano do que dióxido de carbono na atmosfera, porém o efeito do metano no efeito estufa é só um terço menor do que do CO_2 .

Crédito: Adaptado de PIXABAY



atmosfera vem aumentando consideravelmente. Isso porque, a partir daquela época, equipamentos que consomem combustíveis fósseis passaram a ser utilizados.

Tudo começou com a máquina a vapor que, como o nome sugere, gerava energia nas fábricas por meio do vapor resultante da queima de carvão mineral. Essa tecnologia, em especial, marcou a era da Revolução Industrial a qual, juntamente com mudanças sanitárias, contribuiu para que a sociedade avançasse em termos de qualidade de vida. Como reflexo houve um grande aumento populacional que fez com que as demandas de

recursos como eletricidade, combustível para os transportes e alimentos também aumentassem.

Para garantir a eletricidade para a população, muitos países passaram a utilizar carvão mineral e, mais recentemente, gás natural. Eles são queimados e o calor gerado é transformado em energia elétrica. Já para o uso nos transportes, o petróleo e seus derivados, como a gasolina e o diesel, começaram a ser amplamente utilizados. Esses três materiais (carvão mineral, gás natural e petróleo) fazem parte do que chamamos de combustíveis fósseis. Ao serem queimados eles liberam uma grande quantidade de calor e de gases de efeito estufa.



As plantações e criações de animais aumentaram junto com o crescimento da população. Elas também geram gases de efeito estufa por dois principais motivos. O primeiro é que, antes de plantar ou criar animais, os latifundiários (grandes empresários da agricultura) queimam a mata local para abrir espaço para seu negócio. O segundo trata-se do metano liberado pelos processos digestivos de animais, principalmente do gado.

Todos esses fatores (fábricas, aumento do uso de eletricidade e transportes, plantações e

criação de animais), apesar de terem contribuído para o desenvolvimento econômico e qualidade de vida de muitas pessoas pelo mundo, causaram um rápido aumento na temperatura média no clima da Terra (veja o box). Isso caracterizou o que chamamos de aquecimento global. Esse fenômeno foi o primeiro que os cientistas identificaram. Entretanto, conforme os anos foram passando, eles foram percebendo que o aquecimento global faz parte de um fenômeno ainda mais amplo, que são as mudanças climáticas



Ilustração: Samantha Marx de Castro

Cientistas entenderam que as mudanças climáticas influenciam não só a atmosfera e o oceano, mas também os animais e a forma como a sociedade interage.

antrópicas, ou seja, causadas pelo humano. Elas englobam não só o aumento de temperatura, mas também o aumento de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas ou tempestades bastante severas. Mais recentemente, os cientistas entenderam que as mudanças climáticas influenciam não só a atmosfera e o oceano, mas também os animais e a forma como a sociedade interage. Essa compreensão faz com que as mudanças climáticas sejam parte de um outro fenômeno: as mudanças globais.

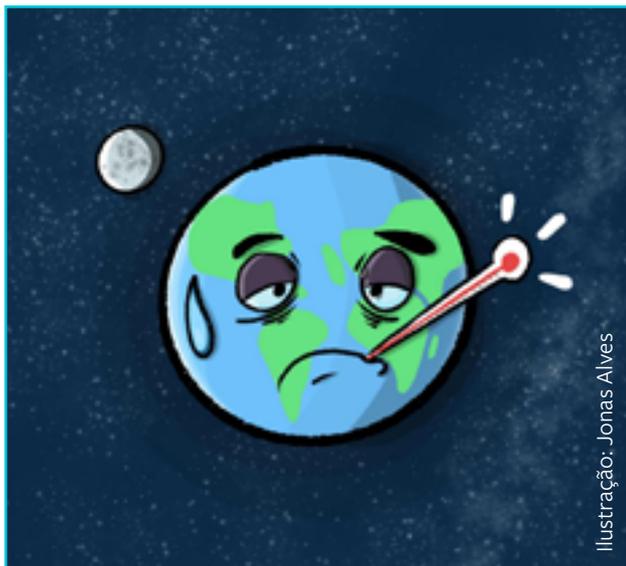
2.1 COMO PODEMOS TRATAR AS INCERTEZAS QUANDO O TEMA É O CLIMA?

| Gabriel Correia - @gabriel.lima

| Luisa Maria Diele-Viegas - @dieleviegaslm

A humanidade sempre foi capaz de criar diferentes ideias sobre como o mundo funciona utilizando sua capacidade de observação da natureza. Buscamos explicações para tudo o que nos cerca, desde o nascer e pôr do sol até a queda de uma maçã da árvore. Hoje sabemos que esses eventos têm uma causa em comum: a força da gravidade, responsável tanto pela Terra girar em torno do Sol quanto pela queda dos objetos no chão.

A partir da Teoria da Gravidade, astrônomos são capazes de prever eclipses desde o século XVII. Isso é possível pela aplicação de suas equações ma-



O QUE SIGNIFICA DIZER QUE A TEMPERATURA DA TERRA ESTÁ AUMENTANDO?

Quando falamos que a temperatura da Terra está aumentando, a impressão que passa é que todos os lugares estão mais quentes. Isso gera confusões, principalmente quando acontecem dias muito frios. Mas a verdade é que estamos tratando da temperatura média da Terra, ou seja, considerando o planeta como um objeto só. Dentro dele existem lugares que serão mais quentes e outros que serão mais frios, mas, no geral, o objeto está mais quente do que era antes.

temáticas em um mundo teórico, que chamamos de modelo, onde existe apenas a Terra, a Lua e o Sol. Ao fazer isso é ignorada a força gravitacional que os outros planetas do sistema solar exercem sobre a Terra e a Lua. Como no exemplo dos eclipses, diariamente os cientistas investem seus esforços para construir e aprimorar nosso conhecimento sobre eventos naturais do clima. Utilizando também outras leis da física, além de gravidade, são criadas explicações sobre como funcionam coisas como tempestades, nuvens e ventanias.

Quando se aplicam essas explicações ao planeta como um todo surgem os chamados Modelos de Circulação Global (veja a figura). Eles se baseiam nas equações que dizem que o ar se movimenta de lugares mais quentes para lugares mais frios, fazendo surgir ventos. Como a Terra

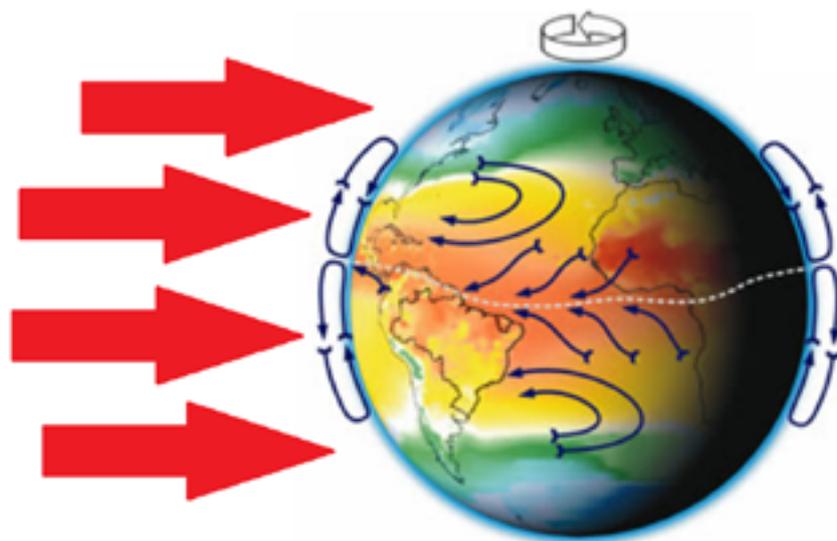
recebe mais calor na região da linha do Equador que nos polos, uma circulação de ar em escala global transporta calor entre essas regiões.

Esses modelos são capazes de explicar por que os climas de certos lugares no planeta são do jeito que são como, por exemplo, o clima úmido das florestas na linha do Equador (onde chove muito mais do que nas outras regiões) ou o clima seco dos desertos, como o do Saara. Isso ocorre porque na linha do Equador o ar aquecido é capaz de expandir e levar umidade para cima na atmosfera, permitindo a formação de grandes nuvens. Essas correntes de ar que sobem, conforme avançam em direção aos polos, acabam se tornando mais secas e frias e, quando chegam aos trópicos (o deserto do Saara fica próximo ao Trópico de Capricórnio), descem impedindo a formação de nuvens. Por ser um dos modelos que envolve poucos elementos, ele representa um padrão geral dos ventos.

Já na escala local, ou seja, na escala que nós vivemos, o vento é muito mais complexo, principalmente pela grande quantidade de obstáculos como prédios e árvores. Por isso, modelos que também funcionam em escala local têm que levar em conta esses elementos menores, se tornando mais complexos, com equações mais complicadas de se resolver. Conforme vão surgindo melhores supercomputadores, aumenta também a complexidade que os modelos podem assumir. Isso ocorre porque novos elementos são considerados, os quais abordam outros fatores além de quanta luz solar determinada superfície do planeta recebe. Imagine o quão mais complexo é calcular quanto



Ilustração: João Garcia

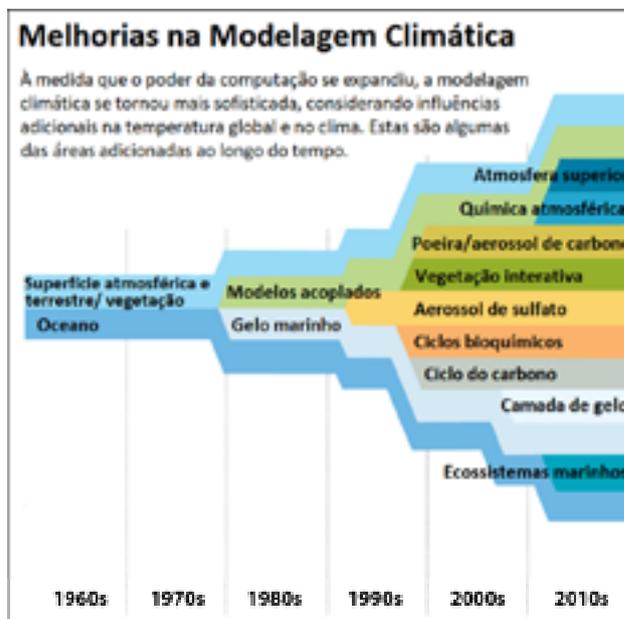


Modelo de circulação geral e a distribuição desigual de calor na superfície terrestre entre o Equador e os polos.

Crédito: Adaptado de Geo Conceição (geoconceicao.blogspot.com)

tempo se demora para chegar em certo lugar de ônibus se, ao invés de levar em consideração apenas a velocidade do ônibus, você considerar também os semáforos no caminho, engarrafamentos no trajeto e paradas para embarque e desembarque de passageiros.

Quanto mais fenômenos do clima os modelos levam em conta, melhor são suas previsões. Essa melhoria também alcança os modelos de previsão climática que, atualmente, consideram centenas de propriedades a respeito do ambiente. Diminuindo a incerteza dos modelos de circulação ano após ano, já conseguimos entender e prever eventos grandes e complexos como furacões. Porém, as ações humanas, principalmente as emissões de CO₂, são os fatores mais importantes no destino das previsões climáticas.



Crédito: Adaptado de opensky.ucar.edu



SUPERCOMPUTADORES

Alguns modelos meteorológicos envolvem fenômenos muito complexos e contam com diversas variáveis em suas equações, sendo impossível o cálculo deles de forma manual ou mesmo utilizando ferramentas cotidianas, como notebooks domésticos. Por isso, os cientistas recorrem aos chamados supercomputadores. Essas máquinas são grandes complexos computacionais que reúnem dezenas de milhares de processadores, sendo capazes de realizar tarefas que iriam exigir milhões de computadores comuns.

Crédito: INPE - Cachoeira Paulista/SP

2.2 TÁ! MAS CADÊ AS EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS?

| *Luisa Maria Diele-Viegas - @dieleviegaslm*

Desde a origem da Terra, há aproximadamente 4,6 bilhões de anos atrás, o clima do planeta já variou muito, passando por períodos extremos de frio e de calor. Isso acompanhou a variação natural de gases na atmosfera, com os períodos mais quentes sempre relacionados ao aumento na concentração dos gases e consequente efeito estufa. Mas como é possível saber isso, uma vez que o ser humano não existia nessa época?

Para reconstruir o clima do passado os cientistas utilizam algumas pistas deixadas pelos organismos e fenômenos físicos da época. Embora bastante difíceis de se encontrar, elas estão por

á gravadas em rochas ou depositadas no fundo dos oceanos. Os vestígios são, basicamente, moléculas de elementos químicos, como o carbono e o oxigênio, guardadas há milhares ou milhões de anos e que carregam consigo um pouco de informação sobre o ambiente da época. Muita coisa aconteceu na Terra desde a sua origem e, portanto, muitos desses rastros foram alterados ou perdidos, tornando a tarefa de encontrar pistas muito antigas bastante árdua. Por isso, quanto mais recente o período que se quer reconstruir, mais fácil é, pois mais sinais estão disponíveis. Por exemplo, muitas pistas foram encontradas para os últimos 800 mil anos, o que permitiu uma reconstrução precisa da quantidade de CO₂ dissolvido na atmosfera e da temperatura média

da Terra (veja a figura).

Na reconstrução é possível ver a relação entre o CO_2 e a temperatura ao longo do tempo. Também é possível verificar que, com exceção de alguns poucos picos ao longo da história, a temperatura da Terra sempre esteve abaixo da média encontrada hoje (representada pelo valor 0), chegando a extremos de $-12\text{ }^\circ\text{C}$. Toda a variação natural do clima ao longo da história foi responsável também por moldar a diversidade e a distribuição dos seres vivos que habitaram o planeta. As cinco grandes extinções em massa da Terra estavam sempre associadas a concentrações extremas de CO_2 . Essas extinções foram eventos em que boa parte das espécies viventes se extinguiram dentro de um período relativamente curto na escala de tempo.

As duas primeiras extinções, ocorridas entre 450 milhões e 360 milhões de anos atrás, se deram basicamente em ambiente marinho. Dentre as suas principais causas estão a diminuição do nível do mar, a variação de temperatura global e as mudanças na concentração de oxigênio dissolvido na água. Nas demais extinções, tanto as espécies terrestres quanto as marinhas foram bastante afetadas. Nessas extinções as principais causas foram o acúmulo de CO_2 na atmosfera, a variação do nível do mar, o aumento de CO_2 dissolvido nos oceanos que levou suas águas a se tornarem mais ácidas e a famosa queda de um meteoro que dizimou os dinossauros (e muitos outros organismos) há 65 milhões de anos. Porém, vale ressaltar que o impacto do meteoro, por si só, não foi a

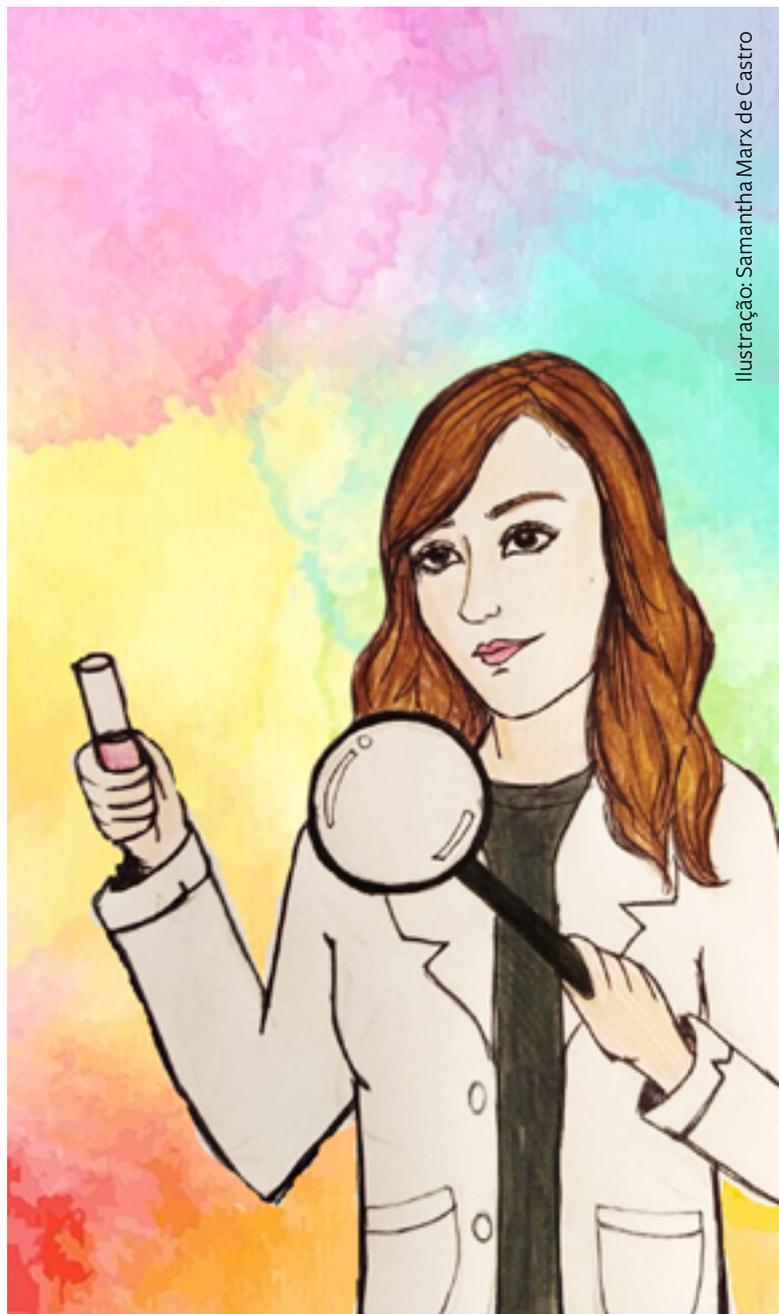
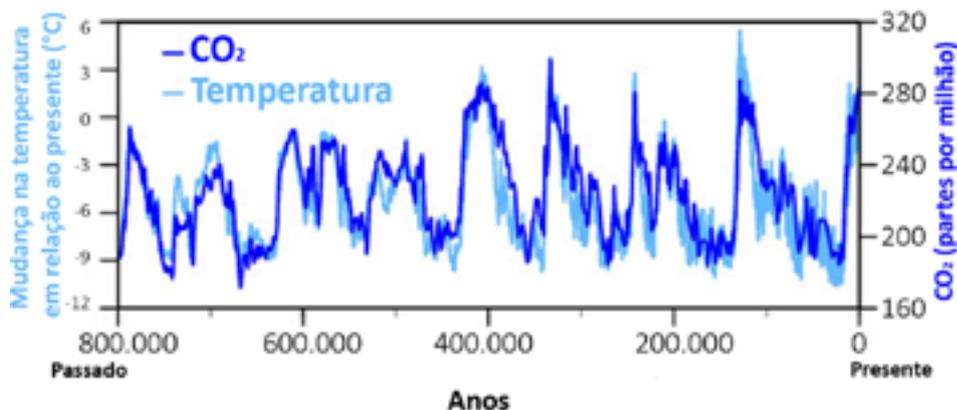
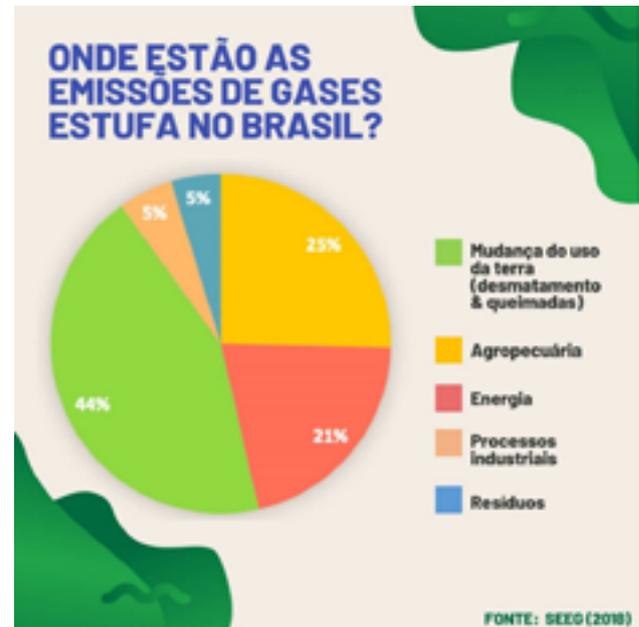


Ilustração: Samantha Marx de Castro

principal causa desse extermínio. Na verdade, o período que veio depois disso foi essencial para que esses intrigantes répteis gigantes fossem extintos. Com o impacto uma grande nuvem de poeira subiu, bloqueando a passagem dos raios solares e causando assim o chamado inverno nuclear, o qual levou a uma redução de 20 °C na temperatura da superfície e, conseqüentemente, a extinção de cerca de $\frac{3}{4}$ de todas as espécies existentes.

A Revolução Industrial do século XIX, que falamos lá no começo, foi um marco na história contemporânea, não só pelos avanços tecnológicos e científicos, mas também no que diz respeito às emissões de gases de efeito estufa pela atividade humana. Como visto anteriormente, o uso de combustíveis fósseis, associado ao aumento na demanda por agricultura e pecuária para alimentação, se tornaram as principais fontes de emissões de origem antrópica desde aquela época. Porém, conforme a sociedade foi avançando, novas tecnologias foram surgindo, assim como novas demandas energéticas e industriais. Conseqüentemente,

as emissões de gases do efeito estufa aumentaram cada vez mais e, hoje em dia, são muitos os setores da nossa sociedade responsáveis por elas, conforme podemos ver na figura abaixo.



Varição de temperatura e concentração de CO₂ ao longo dos últimos 800 mil anos. Os valores de temperatura mostram a variação entre o passado e os dias de hoje, o qual é representado pelo valor zero.

Crédito: Adaptado de Luthi et al (2008), Nature.

É DIFÍCIL
SE DESPEDI



Ilustração: Aivaldo Praxedes

Por conta de toda a demanda que nós mesmos geramos, milhões de toneladas de gases do efeito estufa foram e continuam sendo emitidas pelas atividades humanas. Cerca de 37 bilhões de toneladas são emitidas por ano, sendo 15 bilhões (ou 42% delas) apenas pela China e Estados Unidos. O Brasil é o 13º maior emissor do mundo e até 2014 era responsável por cerca de 476 milhões de toneladas emitidas anualmente, sendo aproximadamente 47,2% provenientes da geração energética, 42,9% da agropecuária, 5,6% das indústrias e 4,3% de outras fontes.

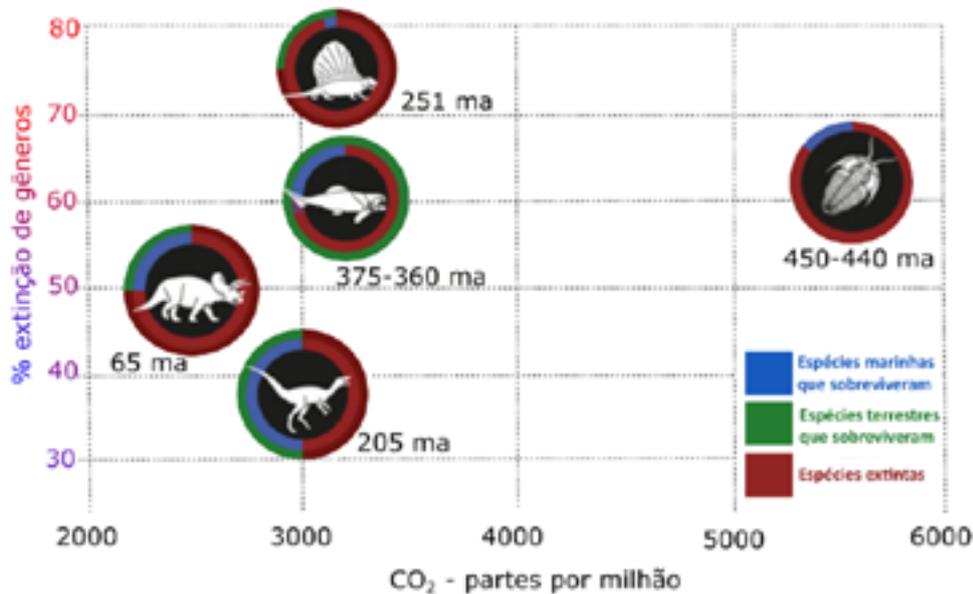
Considerando tudo que você leu até aqui, com tantos gases do efeito estufa sendo emitidos e acumulados na atmosfera, é razoável esperar que isso influencie diretamente o clima da Terra, não é mesmo? Entre 1880 e 2019, já foi registrado um aumento de cerca de 1,1 °C na temperatura média da Terra, sendo 0,5 °C somente entre 1960 e 2019 (veja na Figura 8). Um crescimento muito mais rápido do que o efeito estufa natural produziria.

Além do aumento na temperatura, outros fatores também já podem ser observados em todo o mundo, como incidência e intensidade de chuvas, derretimento das calotas polares, aumento do nível do mar e acidificação dos oceanos. Os chamados eventos climáticos extremos, aqueles que não são observados normalmente em determinado lugar ou período, também estão se tornando cada vez mais comuns. Podemos citar, por exemplo, o dia 9 de fevereiro de 2020, que ficou marcado por ser o dia mais quente da história da Antártida, ultrapassando 20 °C. A mé-

dia de temperatura neste continente varia de -30 °C a -65 °C, porém nos últimos 50 anos já foi relatado cerca de 3 °C de aumento, tornando-a uma das regiões que aquece mais rapidamente no mundo.

Todas essas alterações já apresentam efeitos na biodiversidade, seguindo o que vem acontecendo ao longo da história da Terra. Cerca de 36 espécies já foram comprovadamente extintas por conta exclusiva das mudanças climáticas antrópicas, isso sem contar aquelas que são indiretamente afetadas. Outras 2.457 espécies encontram-se ameaçadas ou criticamente ameaçadas. Além de extinções, as mudanças climáticas estão levando muitas espécies a mudarem seus hábitos, suas relações com outras espécies e, até mesmo, o local onde vivem. Algumas aves migratórias, por exemplo, estão antecipando o momento de migrar, o que normalmente ocorre na primavera, para fugir dos períodos mais quentes. Essa mudança de comportamento pode prejudicar o encontro entre grupos de aves de origens diferentes que migram para o mesmo lugar, diminuindo a possibilidade de acasalamento. Outro exemplo são as tartarugas e os jacarés que precisam escolher bem o lugar onde vão colocar seus ovos, pois o sexo dos filhotes é determinado pela temperatura do ninho. Com o aumento da temperatura observado, muitos lugares que

As mudanças climáticas vistas desde o final do século XIX são causadas (ou aceleradas) pela ação humana.



As grandes extinções em massa, considerando o percentual de extinção das espécies em relação à concentração de CO₂ na atmosfera.

Crédito: Luisa Maria Diele-Vegas

antes eram ótimos para esses animais fazerem seus ninhos, hoje são muito quentes, levando a um desequilíbrio entre a quantidade de machos e fêmeas e dificultando, assim, a formação de novos pares para o acasalamento.

Com todas as evidências, a ciência hoje chegou a um consenso: mais de 97% da comunidade científica concorda que as mudanças climáticas vistas desde o final do século XIX são causadas (ou aceleradas) pela ação humana. A preocupação agora é tentar reverter esse quadro, porém, para isso, é necessário entender quais são as consequências dessas mudanças, de maneira que as medidas tomadas sejam suficientes para evitar que o pior aconteça. Nos próximos capítulos veremos um pouco do que o futuro parece nos reservar.

2.3 MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA ERA DAS FAKE NEWS

| Ana Fontenelle - @anaafontenelle

| Leonardo Yoshiaki Kamigauti - @scikami

O termo *fake news* (em tradução livre do inglês, notícias falsas) descreve a distribuição deliberada de mentiras em diversas plataformas. Ela pode parecer uma pequena mentira, às vezes irônica e exagerada, mas ela é uma arma de manipulação social com potencial de mudar trechos da história. Um exemplo clássico é o caso do primeiro imperador romano, Otaviano Augusto. Ele foi escolhido para essa posição depois de disseminar informações falsas sobre Marco Antônio e Cleópatra, seus oponentes. A forma que usou para isso foram mensagens

curtas em moedas. Mais de dois mil anos depois, atualmente as *fake news* tornaram-se ainda mais perigosas, devido às novas formas e à velocidade com que nos comunicamos. Elas continuam como textos curtos e com linguagem acessível, mas hoje utilizam estratégias fundamentadas em teorias da psicologia, marketing e estatística.

As *fake news*, por mais inocentes que possam parecer, diminuem a confiança das pessoas na ciência e no jornalismo sério. Já está provado que o conteúdo apelativo que elas trazem faz com que sejam seis vezes mais compartilhadas do que as notícias verdadeiras. Isso ocorre, pois as pessoas têm a tendência de compartilhar *fake news* que suportem suas opiniões mesmo sabendo que são mentiras, e as que não sabem, depois de ouvir muitas pessoas falando o mesmo absurdo não o veem mais como algo tão fora da realidade assim.

Muitas vezes este tipo de *fake news* é feito por pessoas bem-intencionadas, mas não qualificadas, que acabam dando “dicas” de como solucionar algum problema que, ao contrário do intuito dessas pessoas, acaba sendo aumentado ainda mais. Por isso, defendemos a ideia de que na dúvida é melhor não compartilhar! Por exemplo, na cidade de São Paulo, no início da pandemia causada pelo novo Coronavírus, em 2020, pessoas compartilharam dietas com pH básico, afirmando que elas regulariam o pH do corpo e matariam o vírus, hipoteticamente de pH alto. Isso encorajou parte da população a não aderir à quarentena e, junto com outras *fake news*, contribuiu para o processo que tornou São Paulo o

local com mais mortes por Covid-19 no Brasil no primeiro mês de crise.



Ilustração: Mariana Chernaki Leffer

Sempre existiram inúmeras informações falsas quando falamos sobre fenômenos da natureza. Todo mundo já ouviu falar que um tornado vai atingir alguma região ou um meteoro gigantesco vai colidir com a Terra. Esse tipo de *fake news* assusta no primeiro momento, entretanto, ao não acontecer conforme fora advertido, faz com que as pessoas deixem de acreditar naquilo. Mas o problema é que a cada nova *fake news* ocorrem novos e profundos prejuízos nas atividades da defesa civil, órgão responsável por lidar com desastres naturais e garantir a segurança das pessoas.

Em relação às mudanças climáticas não é diferente. As *fake news* são formas de minimizar ou mesmo negar o fenômeno. Isso é extremamente perigoso diante da urgência que temos para evitar tragédias nos próximos anos e décadas. As *fake news* sobre mudanças climáticas costumam usar as mesmas táticas gerais empregadas em outras áreas. Uma das mais comuns é atacar pessoas que



Ilustração: Lucas Andrade

são símbolos das ações contra as mudanças climáticas. Um dos casos mais famosos, e recentes, são as campanhas contra a ativista sueca Greta Thunberg. Ela começou a militância climática ainda jovem e nunca escondeu que possui síndrome de Asperger, um grau de autismo. Todos esses fatores são usados para desvalidar suas opiniões enfáticas sobre como precisamos agir agora para preservar

as futuras gerações humanas e animais na Terra. Além disso, ela foi menosprezada e objetificada por ser mulher e jovem com a produção de imagens e objetos inapropriados baseados em sua imagem.

Se todos esses exemplos não bastassem, outra forma de disseminar desinformação é minimizar a importância da comunidade científica. Isso acontece ao se igualar cientistas sérios e embasados às

peças maliciosas com opiniões contrárias e sem embasamento real (negacionistas). Por mais que pareça uma prática que pode enriquecer o debate por estarmos ouvindo “os dois lados”, isso, na verdade, acaba supervalorizando os negacionistas. Colocar um climatologista renomado em um debate com um negacionista do clima é tão absurdo quanto colocar um astronauta que foi à Lua contra uma pessoa que não acredita na existência desta. Porém, este tipo de exposição é muito comum devido à falta de informação dos próprios jornalistas em relação ao tema, de forma que eles não têm noção do quanto o conhecimento científico sobre o tema está consolidado.

Por fim, o negacionismo explícito das mudanças climáticas é a forma mais extrema de *fake news*. Aqui, mais do que o teor e a forma com que estas são propagadas, está envolvido o interesse de quem ganha com o fato de a população não ter a percepção de que vivemos uma emergência climática. Entre os grandes interessados estão os setores produtivos que emitem as maiores quantidades de gases de efeito estufa. Grandes campanhas de desinformação foram financiadas por esses setores.

Mas então, em meio a este turbilhão de informações, como fugir das *fake news*? Para você, leitor, uma dica preciosa é: não tenha preguiça de buscar as fontes de informação. Não tem escapatória, a gente precisa se informar. E essa informação pode vir das mais diversas formas: blogs, sites, podcasts, jornais, revistas. Entretanto, o segredo está em saber selecionar qual fonte buscar. Comece pelas instituições de pesquisa e universidades. Elas geralmente são recheadas de

pesquisadores, na sua maioria, bem-intencionados e qualificados.

Para cientistas e jornalistas, o caminho é por meio da disseminação e divulgação da ciência e do jornalismo científico. Vale lembrar que os jornalistas desempenham função essencial ao aproximar esse conteúdo da população. Assim, continuamos produzindo conhecimento e tornando acessível ao público. Esse livro que você está lendo, por exemplo, é uma forma de aplicarmos isso! Por fim, mas igualmente importante, desejamos que as pessoas confiem mais na ciência. Se você concorda com isso, priorize informações de fontes confiáveis e valorize o papel da ciência.

2.4 VIVER NO FUTURO: AINDA TEM CLIMA PRA ISSO?

| Gabriel Correia - @gabriel.lima

| Luisa Maria Diele-Viegas - @dieleviegaslm

Previsões sobre o futuro do clima na Terra são criadas por diferentes equipes de cientistas espalhados pelo mundo que estudam sobre todos os aspectos com potencial de influenciar as mudanças climáticas, desde o funcionamento da atmosfera até previsões de quanto a população irá crescer. Tais equipes reúnem meteorologistas, climatologistas, oceanógrafos, além de biólogos, físicos e também economistas, sociólogos, geógrafos, dentre outros, do mundo todo. Em trabalho conjunto, elas produzem a cada cinco anos, em média, um relatório de mais de duas mil páginas sobre as mudanças climáticas,

chamado Relatório de Avaliação (RA). São mais de 800 cientistas, divididos em três grupos de trabalho diferentes, que compõem o Painel Intergovernamental em Mudanças Climáticas (IPCC, do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Changes*) organizado pela Organização das Nações Unidas (ONU).

No último Relatório completo do IPCC, publicado em 2014, cientistas definiram quatro cenários sobre como poderemos reduzir a emissão de gases do efeito estufa até 2100. Os quatro cenários são classificados como: emissão zero,

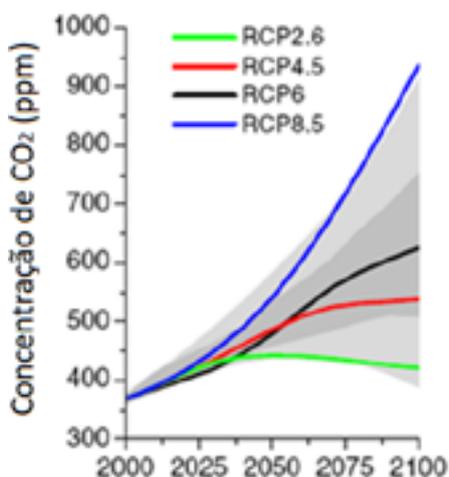
emissões baixas, emissões médias e emissões altas, cujos picos de emissões ocorreriam em 2020, 2050, 2060 e 2100 respectivamente.

Como já dito, o aumento da concentração de CO₂ e da temperatura média do planeta têm caminhado, comprovadamente, juntos. Em relação às previsões futuras, esse comportamento não é diferente, já que o aquecimento de todas as regiões do planeta é esperado mesmo nos cenários mais otimistas.





Ilustração: Samantha Marx de Castro



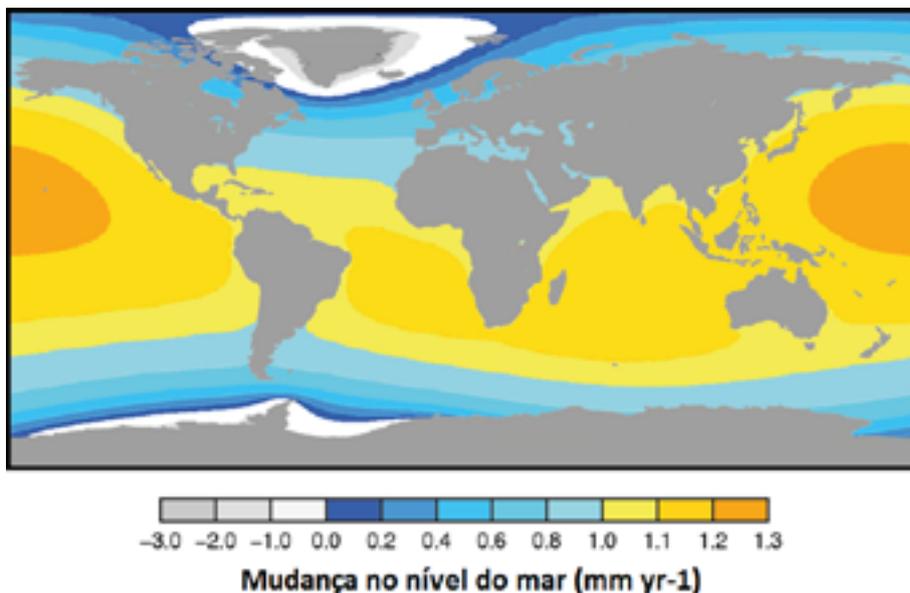
Séries temporais da média anual global da temperatura do ar e da concentração de CO₂ no ar.

Crédito: Adaptado do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

O aumento da temperatura do ar na superfície do planeta é um indicador da quantidade adicional de energia que passará a se acumular na atmosfera.

Esse excesso de energia, que é maior especialmente no polo Norte, dará cabo ao processo de derretimento das calotas polares da Groenlândia. A água potável da Groenlândia tem ido para o mar e tem sido responsável por metade do aumento do nível marítimo. Esse incremento, atualmente, sobe em um ritmo de mais de três centímetros por década. Isso pode ser considerado pouco por algumas pessoas, mas causa importante impacto em todos os locais que recebem direta ou indiretamente a água do mar, como lagoas e cidades litorâneas.

A energia acumulada na atmosfera também está alimentando fortes tempestades e ondas de calor (temperaturas muito acima do normal que persistem por vários dias/semanas) que não só ficarão mais intensas, como também mais frequentes. Percebe-se na Figura 9 como não apenas chuvas ficarão mais intensas em regiões que já possuem média alta de chuva, mas também regiões com média baixa de chuva passarão por au-



Modelo mostrando a mudança relativa do nível do mar devido ao derretimento da camada de gelo da Groenlândia e da Antártica.

Crédito: Adaptado do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)

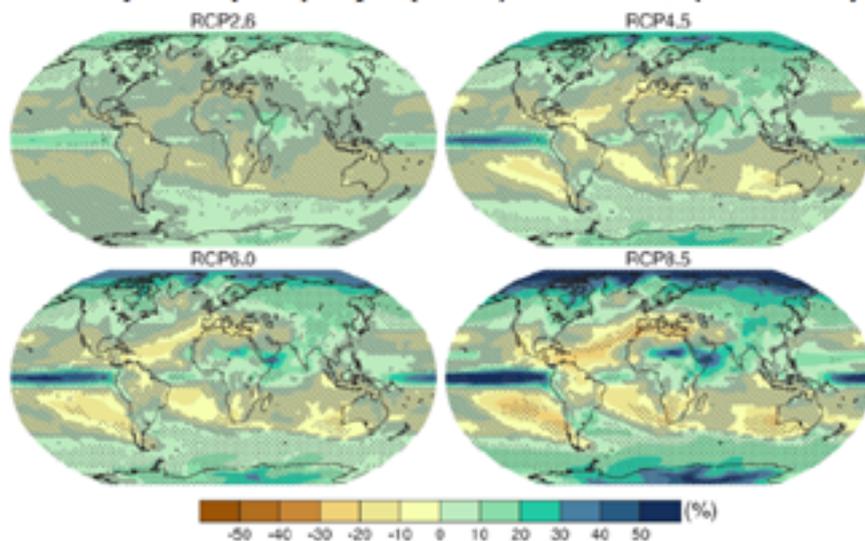
mento de períodos de seca. Basicamente o aquecimento do planeta irá intensificar os eventos de chuva/seca nas regiões em que eles já ocorrem, criando temporadas cada vez mais extremas.

Dados mais recentes apontam que o aquecimento do planeta já atingiu um aumento de mais de 1 °C em relação ao período pré-industrial, a um ritmo de 0,2 °C por década. Esta variação, que talvez pareça pequena para muita gente, já foi suficiente para extinguir algumas espécies de animais ao redor do mundo, e também para causar um aumento na ocorrência de eventos extremos como tufões, tornados, tempestades tropicais e períodos de seca. Seguindo esse ritmo, por volta de 2040, o aquecimento global deve atingir a marca de 1,5 °C. Essa marca representa um ponto de virada para o clima

da Terra, que começará a apresentar mudanças em escala global, como redução significativa de pesca e aumento da frequência de ondas de calor. Relatórios anteriores consideravam esse valor como uma meta otimista para o fim do século (imagina!), enquanto atualmente temos este cenário como possível para 2040. Sendo assim, a previsão para 2100 é de mudanças ainda mais graves para o clima.

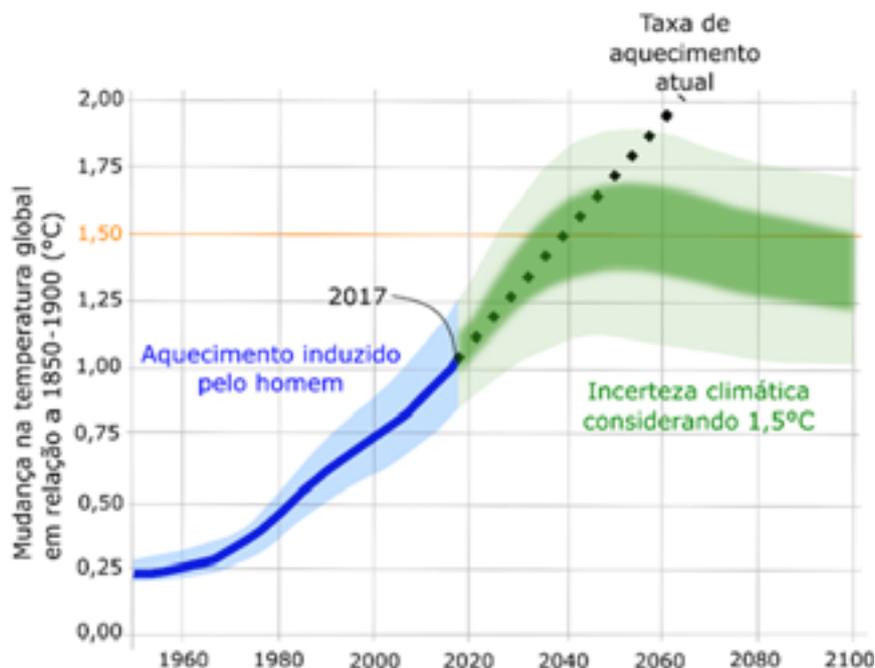
As mudanças climáticas já são consideradas pela ciência como crise climática devido à proximidade do ponto de virada de 1,5 °C. Essa crise trará uma série de impactos em diversos setores, como nos recursos hídricos, na geração e distribuição de energia, na agricultura, na ocorrência de epidemias e na perda de biodiversidade.

Alterações na precipitação (chuva) média anual (2081-2100)



Varição percentual da precipitação média. As alterações são mostradas em relação a 1986–2005. Cada RCP representa um cenário de emissão de gases do efeito estufa, sendo o RCP 2,5 o cenário mais otimista e o RCP 8,5 o cenário mais pessimista. A escala varia de uma redução de 50% na precipitação (vermelho) a um aumento de 50% na precipitação (azul).

Crédito: Adaptado do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)

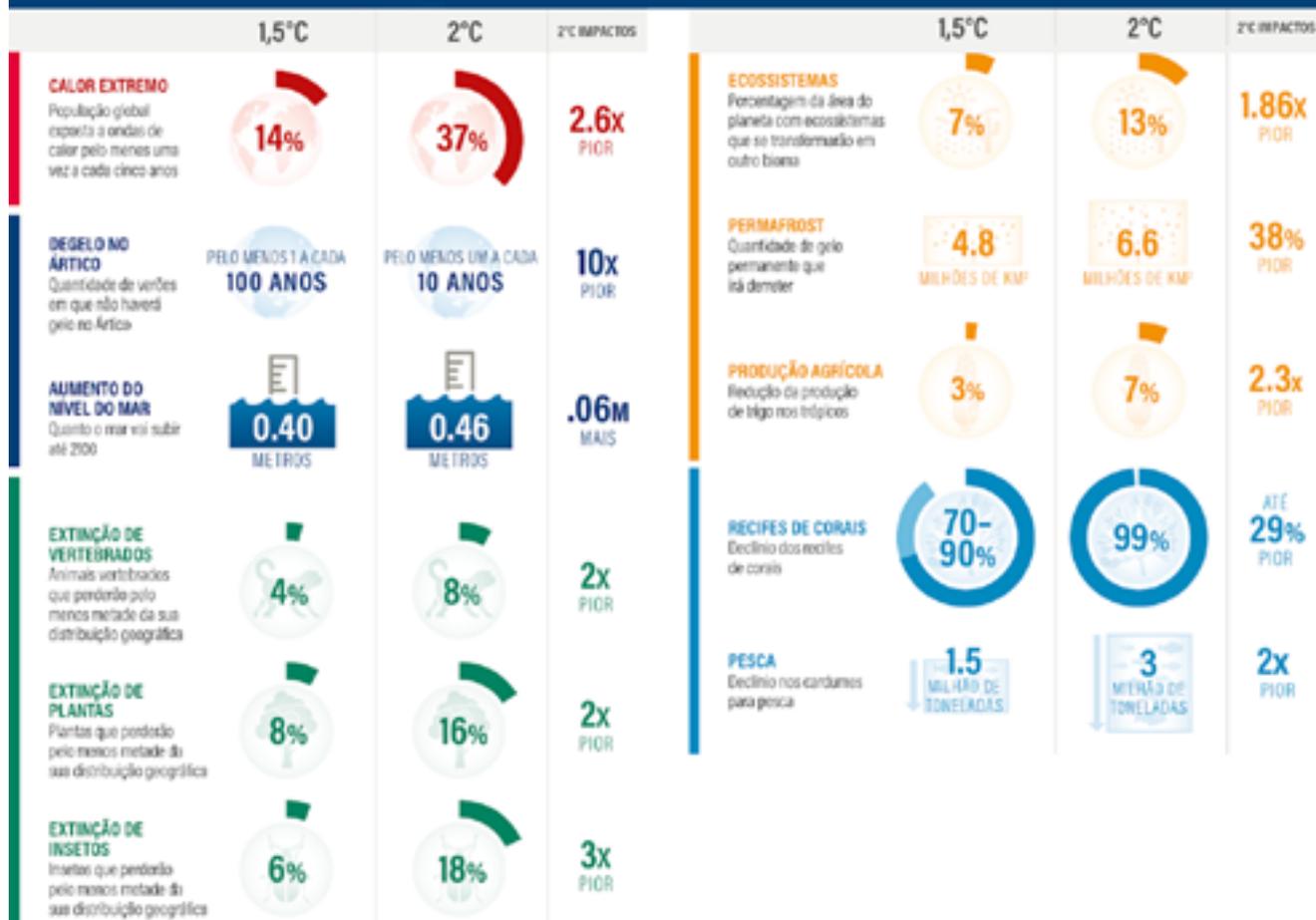


O aquecimento induzido pelo homem atingiu aproximadamente 1 °C acima dos níveis pré-industriais em 2017. O caminho estilizado de 1,5 °C mostrado aqui envolve reduções de emissão começando imediatamente e CO₂ atingindo zero até 2055.

Crédito: Adaptado do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)

MEIO GRAU DE AQUECIMENTO FAZ UMA GRANDE DIFERENÇA

Explicando o relatório de mudanças climáticas do IPCC



3 IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS ARTRÓPODES

| Camila Lorenz - @camila_lorenz

Como vimos anteriormente, os efeitos das alterações climáticas já são visíveis em diversas áreas, como na biodiversidade e na distribuição das espécies. Além de extinções, as mudanças climáticas estão levando muitas espécies a mudarem seus hábitos, suas relações com outras espécies e, até mesmo, o local onde vivem. Nos próximos capítulos vamos falar um pouco dos animais mais bem-sucedidos do planeta: os artrópodes.

Os artrópodes mais conhecidos são os insetos (formigas, besouros, borboletas etc.), mas esse grupo também é composto pelos crustáceos (caranguejos, siris, camarões etc.), aracnídeos (aranhas, escorpiões, pseudoscorpídeos), quilópodes (lacraias) e diplópodes (piolho-de-cobra). Apesar de sua distribuição ser global, ou seja, podemos encontrar artrópodes em qualquer lugar do planeta, inclusive na Antártida, e isso fortalecer a sua “fama” de grupo mais bem-sucedido do reino animal, as mudanças no clima interferem muito na sua biologia e ciclo de vida.

Por exemplo, você já reparou que existem muito mais mosquitos durante o verão? E muitos outros insetos, como besouros, formigas e maripo-

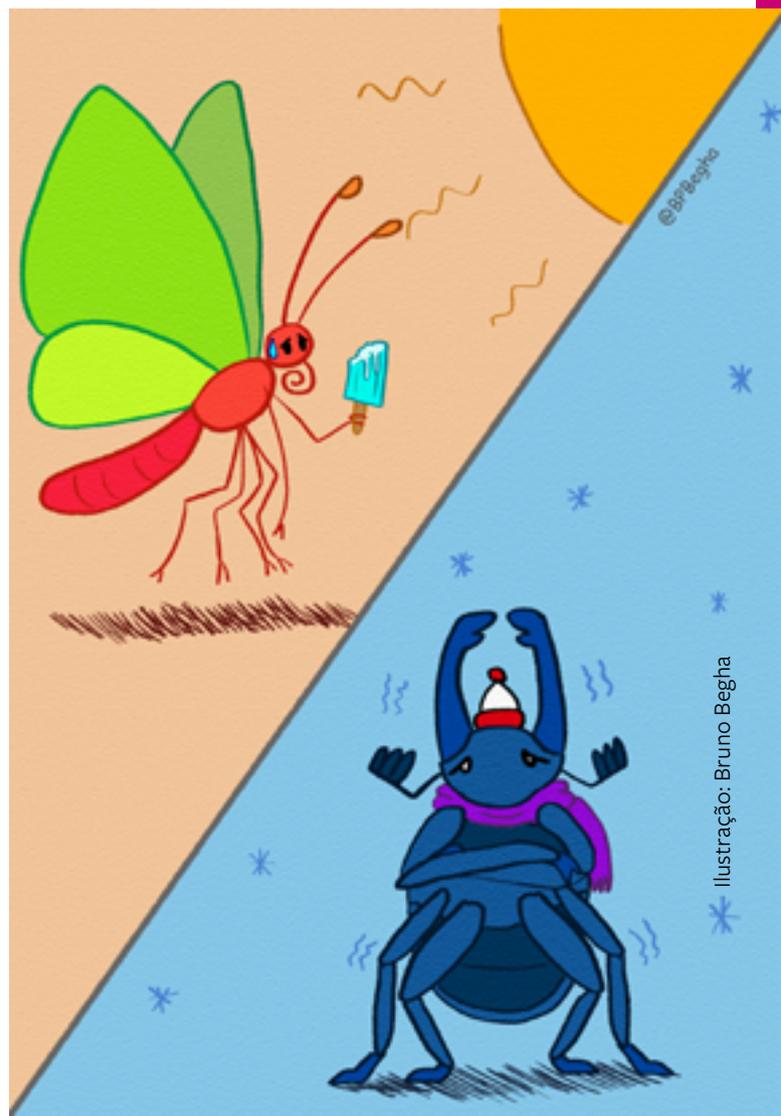




Ilustração: Filipe Menezes

sas, entram mais em nossas casas quando o clima está quente? Pois bem, isso tem tudo a ver com o metabolismo e ciclo reprodutivo desses animais. Altas temperaturas aumentam a taxa metabólica dos insetos que irão se multiplicar, bem como se alimentar mais. No caso dos mosquitos o tempo de desenvolvimento do ovo até a fase adulta também depende muito de variáveis climáticas, especialmente a temperatura: quanto mais quente, mais rápido o ciclo e maior a quantidade de mosquitos adultos. Estudos mostram que os mosquitos podem reduzir seu tempo de desenvolvimento

em até 1,5 dia quando a temperatura aumenta em 2 °C. Já a sobrevivência desse organismo é algo complexo que depende de uma série de fatores combinados, não somente a temperatura.

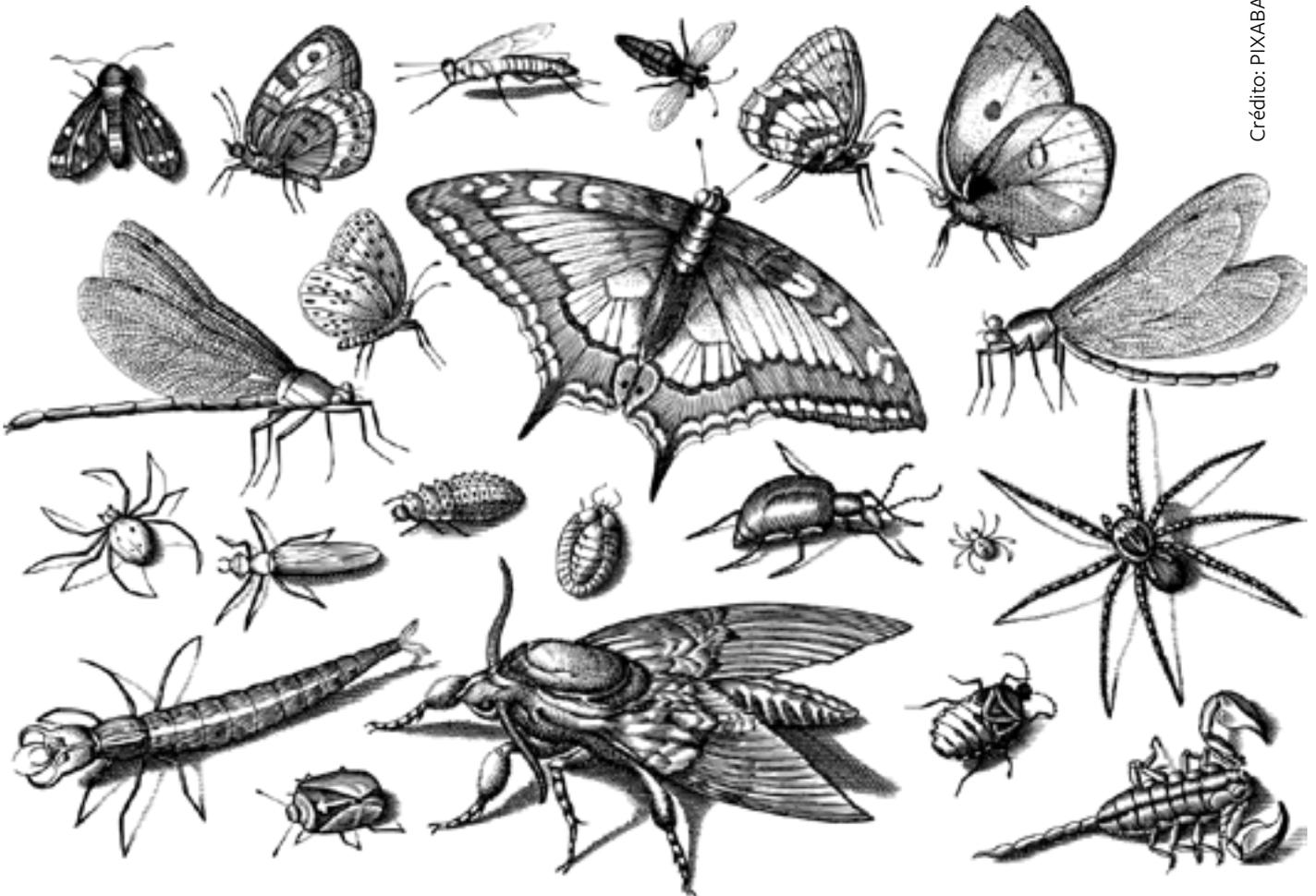
Diferentes espécies reagem de diferentes maneiras perante as mudanças no clima. Não sabemos ao certo qual será o impacto global sobre a biodiversidade, mas, sem dúvida, haverá ganhadores e perdedores. Algumas espécies, por exemplo, expandirão seu alcance geográfico. A Antártida é hoje protegida pela dureza de seu clima e por uma climatologia extrema que impede o estabelecimento de espécies não nativas. Levando em consideração as recentes altas temperaturas jamais registradas naquela região, que comentamos no capítulo “Tá! Mas cadê as evidências científicas?”, e a consequente mudança climática, será mais fácil para espécies que não habitavam aquele espaço se estabelecerem. Muitas espécies invasoras são generalistas¹ e é provável que tomem o lugar das espécies nativas no continente Antártico, bem como nos demais.

Esse é o grande problema: a perda da biodiversidade global dos artrópodes e a extinção das espécies nativas. Vários estudos recentes têm mostrado que está ocorrendo diminuição na quantidade de indivíduos, de espécies e também no peso dos insetos capturados em armadilhas,

¹ Espécies generalistas: Espécies que não costumam fazer distinção de hábitat e/ou alimentação. Os animais generalistas são pouco específicos, apresentando os mais variados hábitos alimentares e habitat. Normalmente esses organismos apresentam uma grande taxa de crescimento e capacidade de dispersão.

se comparados há 30 anos atrás. Por exemplo, antigamente quando viajávamos de carro o número de insetos que colidiam com o para-brisas era muito maior do que hoje! Isso reflete bem a diminuição de diversidade que estamos vivendo. Uma das razões dessa extinção de determinados grupos de insetos é a perda de habitat, porque estamos transformando florestas e pradarias em campos de cultivo, rodovias e assentamentos urbanos.

Os artrópodes formam parte da maioria das cadeias alimentares dos seres vivos. Comem e são comidos por outros animais, consomem plantas, decompõem restos vegetais e animais, ajudam na dispersão de pólen e sementes, entre outros benefícios. Desse modo, entre os muitos problemas causados pelas mudanças no clima destaca-se esse, que é alarmante, pois sem os insetos teríamos poucas possibilidades de existência.



Crédito: PIXABAY

3.1 E QUEM SÃO OS ARTRÓPODES?

| Sandra Nagaki - @ssnagaki

| Ivy Sá - @ivylsa

Como já vimos no capítulo anterior, os artrópodes podem ser encontrados em diversos lugares e habitats do planeta, em ambientes aquáticos ou terrestres, em altas e baixas temperaturas, em cavernas escuras e em florestas de diversas partes do globo. Mas, quem são esses artrópodes de que tanto falamos? O nome artrópode é derivado



Ilustração: Samantha Marx de Castro

de Arthropoda (com origem no grego *arthros* = articulação, *podos* = pés), um filo usado para agrupar um grande número de organismos com certas características em comum como, por exemplo, o corpo segmentado, órgãos sensoriais e sistema nervoso desenvolvidos e, talvez a principal delas, a presença de exoesqueleto quitinoso² que lhes envolve o corpo.

Estamos falando de aranhas, carrapatos, escorpiões e ácaros (aracnídeos), mosquitos, abelhas, besouros e cupins (insetos), caranguejos, siris, tatuzinhos de jardim - sim, é verdade! -, lagostas e camarões (crustáceos), centopeias (quilópodes), piolhos-de-cobra (diplópodes), animais dos mais variados tamanhos e colorações. Os artrópodes são o maior grupo de animais conhecidos e um dos mais interessantes para os seres humanos das mais variadas maneiras, como diremos a seguir.

Considerando essa grande diversidade, o alto número de indivíduos e a adaptabilidade dos artrópodes aos mais diferentes ambientes, pode-se supor que parte desse sucesso está relacionado tanto às estratégias reprodutivas quanto às estratégias de desenvolvimento, bem como à presença de exoesqueleto quitinoso.

Com relação à reprodução, de modo geral, os artrópodes são dioicos, o que significa que existem indivíduos do sexo masculino e indivíduos do sexo feminino, separadamente. Poucos casos são

² Exoesqueleto quitinoso: estrutura mais rígida que reveste o corpo dos artrópodes.

VOCÊ SABIA?



Qual é o maior e o menor inseto que existem?

O título de maior inseto do mundo ficou para o bicho-pau chinês, da espécie *Phryganistria chinensis*. Esse “gigante” tem cerca de 62 cm! Por outro lado o menor inseto do mundo é um diminuto besouro da espécie *Scydosella musawasensis*, com apenas 0,325 mm.

Crédito: Blog Curto e Curioso (www.curtoecurioso.com)

partenogênicos, que é um tipo de reprodução assexuada em que ocorre o desenvolvimento sem a fertilização, ou seja, as fêmeas procriam sem a necessidade da fecundação por um macho. Um exemplo comum são as abelhas fêmeas que podem ou não ser fecundadas por machos. Quando ocorre a fecundação, são originadas fêmeas operárias ou rainhas (dependendo do tipo de alimentação) e quando não ocorre a fecundação, são originados os zangões. Outro exemplo de artrópode que realiza a reprodução por partenogênese é o escorpião amarelo *Tityus serrulatus*. Há ainda algumas espécies de pequenos artrópodes que pa-

rasitam³ ovos de outros artrópodes e podem se reproduzir por partenogênese, produzindo tanto machos sem a fecundação (como acontece com os zangões) como apenas fêmeas (como acontece com os escorpiões). Esses insetos são as micro vespas *Trichogramma pretiosum*.



Crédito: PIXABAY



Escorpião *Tityus stigmurus* e seus filhotes no dorso

Crédito: Isabelle Santos - FLICKR

³ Parasitar: nutrir-se à custa de outro organismo (animal ou vegetal). Parasitas ou parasitos são organismos que vivem em associação com outros dos quais retiram os meios para a sua sobrevivência, normalmente prejudicando o organismo hospedeiro, um processo conhecido por parasitismo.



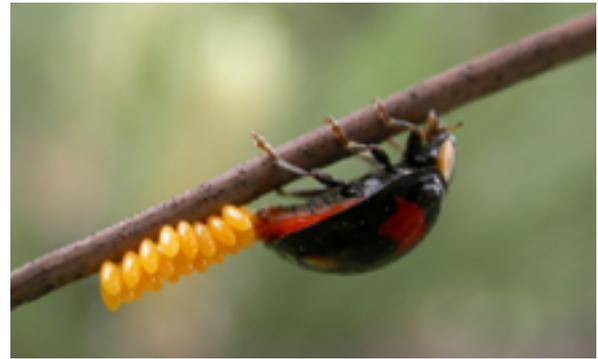
Microvespa *Trichogramma pretiosum*

Crédito: FLICKR

Agora, no que diz respeito à reprodução sexuada dos artrópodes - com realização de fertilização, que envolve a transferência de gametas entre indivíduos - existem dois tipos: a) para a maioria dos organismos terrestres a fertilização é interna, ou seja, os gametas do macho são inseridos dentro do corpo da fêmea; b) enquanto que na maioria dos organismos aquáticos a fertilização é externa, ou seja, ambos os sexos liberam seus gametas e a fecundação ocorre no ambiente. Com exceção, por exemplo, de crustáceos, em que a fêmea entra em contato com os gametas que o macho deposita no ambiente e a fertilização ocorre no interior de seu organismo.

Os artrópodes podem ser ovíparos (após a fertilização as fêmeas liberam ovos no ambiente) ou ovovivíparos (após a fertilização as fêmeas produzem ovos que ficam dentro de seu corpo). Os organismos podem apresentar desenvolvimento direto (ametábolos), no qual os filhotes já nascem semelhantes aos pais sem que ocorram meta-

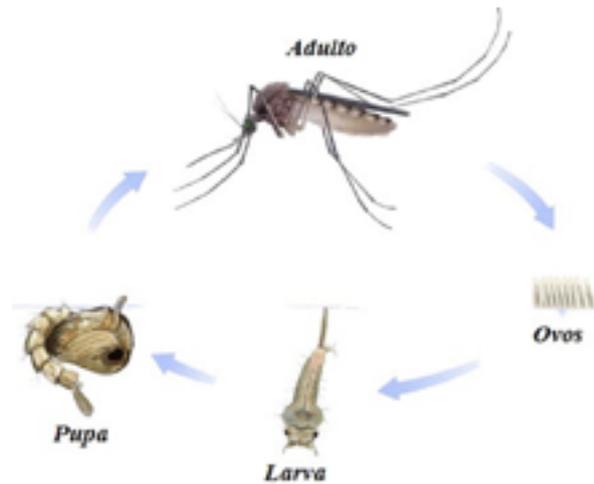
morfoses (troca de uma fase do desenvolvimento para a outra seguinte no ciclo de vida), como no caso dos aracnídeos. Ou, como é mais frequente, apresentar desenvolvimento com metamorfoses (metábolos) em que ocorrem sucessivas ecdises/mudas (fenômenos nos quais há formação de um novo tegumento - o exoesqueleto, e o antigo - que passa a se chamar exúvia, é descartado) até que atinja a fase adulta.



Crédito: FLICKR

Entre os que são metábolos podemos, ainda, encontrar aqueles com metamorfose completa (holometábolos) ou incompleta (hemimetábolos). Nos holometábolos os jovens (chamados de imaturos) se alimentam e, muitas vezes, vivem de forma totalmente diferente dos adultos. Como, por exemplo, no caso dos mosquitos: as larvas se desenvolvem na água enquanto os adultos são terrestres. Já nos hemimetábolos os imaturos, em geral, são muito parecidos com os adultos e majoritariamente o que os diferencia de uma fase para a outra é o tamanho, a ausência de asas enquanto jovem e a co-

loração. Além disso, nesse tipo de desenvolvimento as fases imaturas possuem alimentação semelhante aos adultos, assim como o habitat em que vivem.



Exemplo de um ciclo de desenvolvimento holometábolo: o mosquito e todas as suas fases.
Crédito: 4.bp.blogspot.com

Como já foi dito, a grande diversidade adaptativa dos artrópodes lhes permitiu serem encontrados em quase todos os tipos de habitats, aquáticos ou terrestres. Eles são de imensa importância para a dinâmica da ecologia em todos os ambientes. Os artrópodes participam da cadeia alimentar de inúmeros animais. Também atuam como polinizadores, sendo de suma importância para a diversidade de plantas. Além disso, apresentam importância econômica nas mais diversas áreas, pois servem, direta ou indiretamente, para o consumo humano. Exemplo dessa utilização na área alimentícia são os crus-

táceos (caranguejos, siris, camarões, lagostas) e produtos derivados e/ou produzidos por alguns insetos como o mel e própolis das abelhas. A seda do bicho-da-seda, o corante extraído de cochonilhas e a goma-laca, resina secretada pelo *Kerria lacca*. Os insetos também podem ser úteis para nós através da entomologia forense. Nessa ciência eles auxiliam nas investigações criminais, dentre outras formas, ao estimar o tempo em que o incidente ocorreu de acordo com a espécie encontrado no cadáver.



Crédito: Juan Ramón Martos - FLICKR



Bicho-da-seda

Crédito: PIXABAY

VOCÊ SABIA?



Qual é o inseto mais perigoso do mundo?

Os animais mais perigosos do mundo não são os mais venenosos, como muitos de vocês podem pensar, pois acreditem, os seres mais mortais são os mosquitos. Os mosquitos causam quase um milhão de mortes por ano no mundo todo, ficando à frente de outros animais popularmente conhecidos por serem perigosos como cobras, crocodilos e hipopótamos.

Os mosquitos são responsáveis pela transmissão de patógenos que causam a Malária, Dengue, Zika, Chikungunya e outras doenças perigosas.

Crédito: PIXABAY

No entanto, algumas espécies podem causar prejuízos, como no caso de pragas em plantações de diversos tipos de culturas, ou ainda pragas urbanas. Os artrópodes também podem causar agravos à saúde humana com as picadas de espécies peçonhentas como escorpiões e aranhas ou, ainda, com a transmissão de agentes etiológicos⁴ por espécies

⁴ Agente etiológico: é o agente causador de uma doença. Normalmente no caso de doenças associadas à artrópodes, este causador precisa de um vetor para proliferar a doença (ou seja, completar seu ciclo).

de artrópodes que podem atuar como vetores mecânicos ou biológicos, como mosquitos, barbeiros, pulgas, carrapatos, entre outros.

Conforme visto neste capítulo, os artrópodes apresentam diversas formas de desenvolvimento e reprodução, são capazes de habitar diferentes ambientes e com ciclos de vida variados. Eles possuem também íntima relação com os humanos, podendo ser benéfica ou causar prejuízos à saúde humana e de outros animais. Essa vasta adaptabilidade do grupo garante seu êxito no planeta, colocando-os como o grupo mais numeroso entre todos os animais existentes. Estima-se que cerca de 80% dos organismos animais conhecidos sejam artrópodes (cerca de 1 milhão de espécies!), sem esquecer que há um número considerável de espécies que ainda são desconhecidas.

3.2 COMO A BIODIVERSIDADE PODE SER AFETADA NO FUTURO?

| *Luisa Maria Diele-Viegas - @dieleviegaslm*

As previsões para o futuro da biodiversidade são bastante alarmantes, uma vez que a tendência é a situação piorar em relação aquilo que já é observado hoje. Os cientistas estão chamando o fenômeno de sexta extinção em massa, considerando a quantidade enorme de espécies que podem vir a ser extinguidas por conta das mudanças climáticas. Só que tem um porém: enquanto as outras extinções ocorreram naturalmente e ao longo de milhares/milhões de anos, a sexta está sendo

causada pelo ser humano e ocorrendo num intervalo muito menor de tempo, aproximadamente 200 anos.

VOCÊ SABIA?



Vocês já ouviram falar sobre entomofagia?

Essa estranha palavra significa o ato de se alimentar de insetos! Isso pode parecer estranho à primeira vista mas muitos pesquisadores acreditam que essa será a solução para suprir as necessidades humanas frente à maior demanda de produção de comida, pelo crescente aumento populacional. Além disso, a produção de carne e a agricultura são muito custosas e causam muitos impactos ao meio ambiente. E aí, você teria coragem de provar?

Crédito: PIXABAY

A extinção é o efeito mais extremo das mudanças climáticas nos seres vivos. Porém, as espécies podem apresentar várias outras respostas, dependendo do quanto elas são sensíveis às mudanças no ambiente em que vivem e como elas lidam com essas mudanças.

Muitas espécies conseguem se adequar à variação de temperatura através da mudança de

hábitos, estratégia conhecida como “plasticidade fenotípica”. Essas respostas são mais imediatas e, normalmente, o organismo pode voltar à sua condição anterior depois que o período estressante passou. A segunda forma de lidar é através da dispersão. Neste caso, os organismos saem em busca de um novo ambiente que possua as características climáticas adequadas para a sua sobrevivência. O problema é que nem todas as espécies conseguem se dispersar. Muitas vezes existem barreiras que as impedem de fazer isso, sejam elas naturais (como rios, mares e montanhas) ou antrópicas (como ambientes urbanos, cheios de prédios que interrompam uma linha contínua de mata, por exemplo). Além disso, essa dispersão pode favorecer espécies exóticas e prejudicar as espécies nativas, o que também é um problema! Uma outra resposta é a adaptação genética na qual as espécies desenvolvem características que as tornam mais resistentes às mudanças climáticas. Porém, esse processo de adaptação só ocorre ao longo de gerações, o que, dependendo do tempo de vida dos indivíduos de cada espécie, pode ser bastante demorado.

Alguns organismos apresentam características próprias que os fazem ser mais sensíveis às mudanças climáticas. Nós, humanos, assim como os outros mamíferos e as aves, somos animais endotérmicos, o que significa que regulamos a nossa temperatura internamente, por isso conseguimos manter uma temperatura corpórea ideal independente da temperatura externa. Entretanto, existem animais que não conseguem fa-



QUE SAUDADE!!

Estudos demonstraram que quanto maior a temperatura, mais rápida é a replicação de alguns micro-organismos dentro de certos vetores

zer isso e dependem da temperatura do ambiente para regular a temperatura do corpo: esses são os chamados animais ectotérmicos, como os artrópodes. Esses animais normalmente apresentam faixas de temperatura ideais para manterem as suas atividades e alcançam essas faixas através da termorregulação, ou capacidade de regular a temperatura interna, com base na temperatura do ambiente.

O aumento da temperatura também pode interferir na vida das plantas hospedeiras de artrópodes especialistas⁵, que são exigentes e se alimentam apenas de um tipo de planta, o que pode causar sua própria morte. O aumento da temperatura também pode trazer péssimas consequências na relação entre os patógenos (vírus, bactérias etc.) e os hospedeiros (artrópodes vetores): estudos demonstraram que quanto maior a temperatura, mais rápida é a replicação de alguns micro-organismos dentro de certos vetores.

Como pudemos ver, as alterações climáticas podem ter consequências gravíssimas para os ar-

⁵ Espécies especialistas: diferentemente das espécies generalistas, as especialistas são aquelas especializadas no aproveitamento de um recurso determinado; por isso, são vulneráveis a qualquer alteração que ocorra em relação a esse recurso. As espécies especialistas estão diminuindo, pois não conseguem se adaptar às mudanças introduzidas pelo ser humano no ambiente.

trópodes, mesmo que muitos deles se adaptem com facilidade às mudanças bruscas. A depender, qualquer variação na temperatura do ambiente pode levá-los a ultrapassar as faixas de temperatura que lhes seriam ideais, prejudicando o bom funcionamento do seu corpo.



4 DOENÇAS VETORIZADAS POR ARTRÓPODES E CENÁRIOS FUTUROS

| Camila Lorenz - @camila_lorenz

Bom, agora que vocês já conhecem quem são os artrópodes, vamos falar um pouco sobre as doenças vetORIZADAS por esses animais e como elas serão afetadas pelas mudanças no clima. Só pra deixar bem claro: nem todos os artrópodes são “vilões” transmissores de doenças, ok? Muito pelo contrário! A grande maioria das espécies é benéfica para os seres humanos e para o meio ambiente, já que polinizam as flores e servem de alimento a inúmeras espécies de pássaros e mamíferos. Os artrópodes são fundamentais para o equilíbrio dos diversos ecossistemas terrestres e se desaparecem a vida tal qual a conhecemos poderá também deixar de existir.

Mas, voltando ao assunto “vilões”, existe um grupo de espécies que podem transmitir patógenos responsáveis pelas doenças. Algumas delas são bem graves e atingem milhões de pessoas pelo planeta, como é o caso da malária e da dengue. As mudanças climáticas podem afetar diretamente a dinâmica dessas doenças justamente devido à alteração no ciclo de vida e distribuição dos artrópodes vetores, bem como ao desenvolvimento do patógeno dentro do hospedeiro. A di-



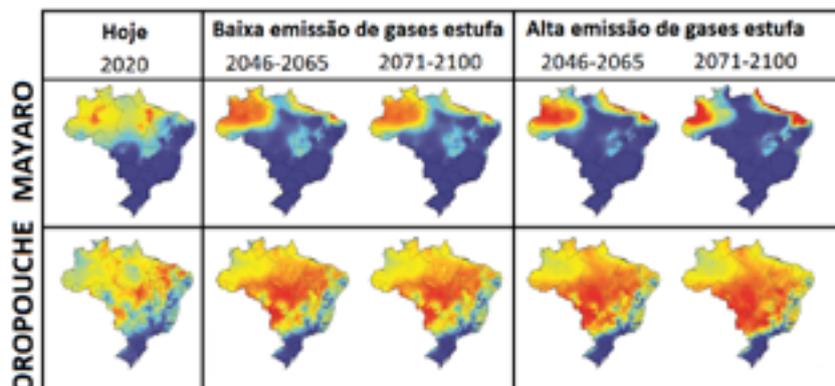
Ilustração: Anne Teixeira

nâmica de doenças que envolvem um hospedeiro vertebrado, um vírus e um mosquito vetor, particularmente chamadas de arboviroses, é complexa e dependente de diversos fatores que influenciam sua transmissão.

No caso da febre amarela, por exemplo, aspectos relacionados ao clima, como a chuva e a temperatura, têm grande influência na dinâmica de transmissão: a primeira por promover a oferta de criadouros naturais para mosquitos silvestres; e a segunda por assegurar a redução do período de incubação desse vírus dentro do corpo dos mosquitos, promovendo, de forma mais rápida, fêmeas capazes de transmitir o vírus causador dessa arbovirose. Estudos realizados em laboratório mostram, por exemplo, que o aumento da temperatura reduz também o tempo de incubação do vírus Dengue nos mosquitos *Aedes aegypti*, ou seja, o vírus fica “pronto para ser transmitido” muito mais rápido nos períodos mais quentes do que nos frios. Levando em consideração que o *Ae. aegypti* também é o principal

vetor dos vírus da Zika, chikungunya e da febre amarela urbana, o aumento da temperatura global poderá então aumentar a transmissão desses patógenos por esse mosquito.

Outras doenças desconhecidas também podem começar a aparecer mais nos próximos anos devido às mudanças no clima. Por exemplo, pesquisadores estudaram quatro arboviroses que ocorrem no Brasil: Mayaro, Rocio, Oropouche e Saint Louis. Todas são transmitidas por mosquitos e têm sintomas semelhantes: febre, dor de cabeça e dor no corpo. Hoje essas doenças já ocorrem em algumas regiões do país, mas com pouquíssimos casos. O problema é que, com as alterações no clima, a distribuição dos casos pode aumentar e muito! (veja na Figura) De acordo com os pesquisadores, quanto maior for a emissão de gases estufa, pior será o cenário futuro da distribuição desses vírus. A seguir vamos conhecer alguns artrópodes que atuam como vetores de patógenos para o homem e podem sofrer influência das mudanças no clima.



Expansão prevista das doenças Oropouche e Mayaro no Brasil de acordo com o nível das emissões de gases estufa.

Crédito: Adaptado de Lorenz et al (2017), em Plos Neglected Tropical Diseases.

4.1 MOSQUITOS E SEU POTENCIAL PARA GRANDES EPIDEMIAS

| Tamara Nunes de Lima-Camara - @tamaraejujuba

Os mosquitos são insetos com desenvolvimento holometabólico, sendo aquáticas as fases imaturas de ovo, larva e pupa, e terrestre a fase adul-



Ilustração: Gabriela Luiza

ta. Além dos ambientes que ocupam, a forma de alimentação também é diferente para as larvas e adultos de mosquitos: enquanto as primeiras mastigam o alimento, fêmeas e machos adultos apresentam um aparelho bucal especializado em picar e sugar. Entretanto, enquanto o aparelho bucal dos machos é desenvolvido para sugar seivas vegetais, o das fêmeas é adaptado para sugar o sangue de hospedeiros vertebrados, inclusive dos humanos. É através dessa alimentação sanguínea que fêmeas de mosquitos conseguem transmitir aos seres humanos os agentes etiológicos, ou seja, os pequenos organismos, como vírus, bactérias e protozoários, que podem estar carregando.



Aedes albopictus sugando sangue.

Crédito: CDC Global.

Dessa forma, muitos mosquitos podem atuar como insetos vetores e transmitir ao homem patógenos causadores de doenças como a dengue, chikungunya, Zika, malária, dentre outras. No mundo, enquanto as espécies *Aedes aegypti* e *Ae-*



Crédito: PIXABAY

pelo planeta. Para *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, por exemplo, já foi demonstrado em condições de laboratório que o aumento da temperatura reduz o tempo entre as fases de ovo e adulto. Ou seja, quanto mais quente, mais rápido temos mosquitos, o que explica o aumento de casos de dengue, chikungunya e Zika nos meses de verão. Além disso, em temperaturas mais elevadas o tempo necessário para uma fêmea de mosquito estar apta a transmitir o patógeno que carrega também é acelerado, o que faz com que aumen-

te o número de mosquitos infectados e, consequentemente, o número de casos das doenças nos períodos mais quentes do ano.

Com a realidade evidente do aquecimento global, muitos trabalhos vêm mostrando os possíveis cenários de expansão das principais espécies de mosquitos vetores e das doenças relacionadas a eles no mundo. Levando em consideração que a distribuição geográfica dos mosquitos está fortemente atrelada aos fatores climáticos e que, para a manutenção de cada espécie, é preciso que a

área de abrangência tenha uma variação adequada de temperatura, bem como uma pluviosidade (chuva) e umidade relativa favoráveis, quando o sistema entra em desequilíbrio, certas espécies (principalmente as exóticas que possuem maior facilidade de se adaptar e competir com as nativas) podem começar a colonizar áreas que antes eram por elas pouco ou nada ocupadas.

Em geral, essas previsões são demonstradas através de modelos específicos que consideram

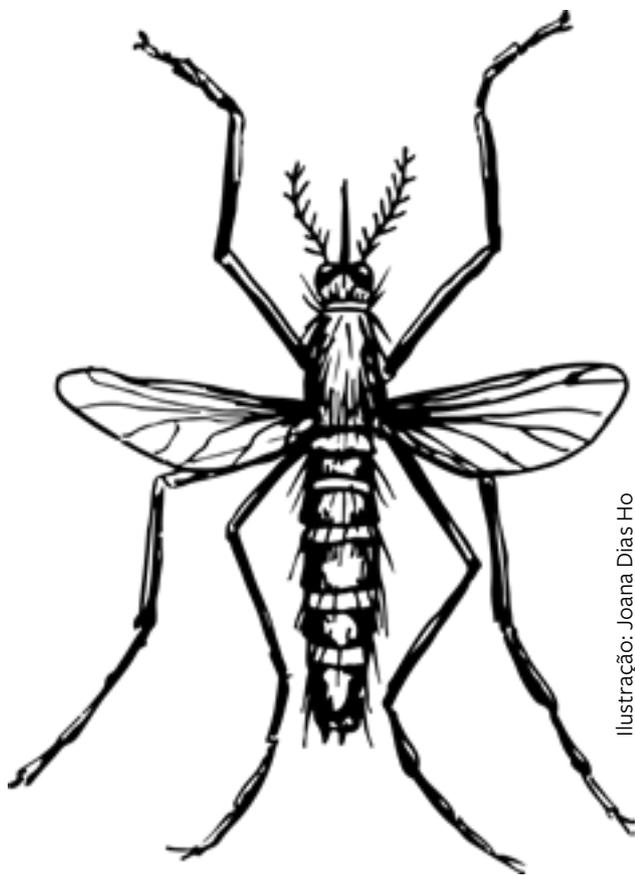


Ilustração: Joana Dias Ho

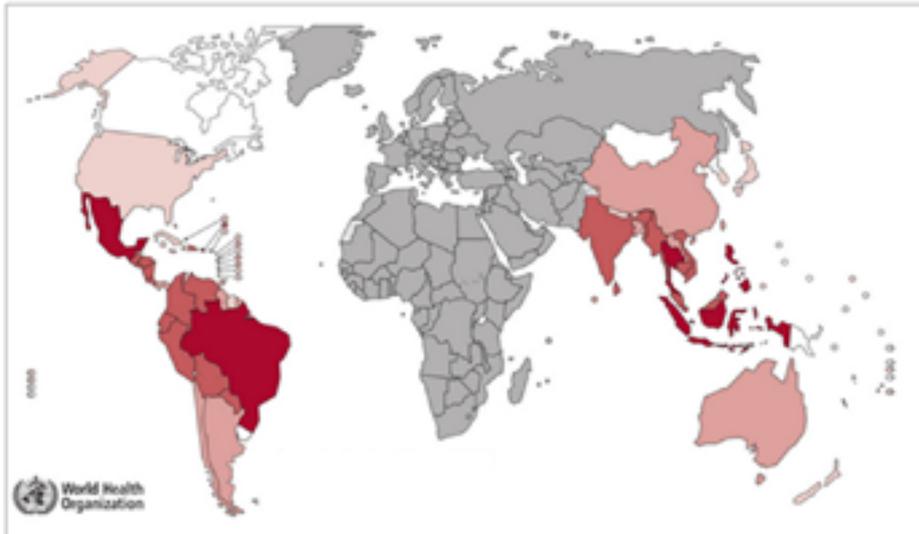
Em 2080, o *Ae. aegypti* estará presente em cerca de 159 países, sendo reportado pela primeira vez em pelo menos três deles

as características ecológicas e biológicas das espécies de mosquitos. Segundo dados de 1990, quase 30% da população mundial vivia em áreas de risco de transmissão de Dengue, por exemplo. Um estudo apontou que a previsão para 2085 é que essa proporção aumente, ficando entre 50% e 60%. Com essa potencial expansão dos mosquitos vetores dos vírus dengue, Zika e chikungunya é bastante possível que haja, concomitantemente, uma expansão das suas respectivas arboviroses.

Outro estudo estimou a distribuição de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* para 2080, mostrando que as mudanças climáticas poderão fazer com que essas espécies sejam encontradas em locais onde hoje não existem. A gente sabe que parece muito distante, mas imagine que você, com 15 anos, esteja lendo esse livro em 2021: considerando que a expectativa média de vida do brasileiro é de, aproximadamente, 76 anos, você poderá sofrer com esse impacto, percebe?

Para *Ae. aegypti* é estimada não apenas uma expansão dentro da sua atual área de distribuição, nas regiões de climas tropical e subtropical, mas também para áreas temperadas nos Estados Unidos e na China, podendo chegar até mais ao norte destes locais, como em Chicago e Xangai, respectivamente. Segundo essa previsão, em 2080, o *Ae.*

Distribuição da dengue no mundo (2016)



Mapa-mundi mostrando as áreas de distribuição da dengue.

Crédito: Adaptado de World Health Organization (WHO).

aegypti estará presente em cerca de 159 países, sendo reportado pela primeira vez em pelo menos três deles. Para *Ae. albopictus* é estimada ampla expansão pela Europa, atingindo alguns países como França e Alemanha. Também é previsto que seja registrada nos próximos anos a presença dessa espécie nas áreas ao norte dos Estados Unidos, bem como em regiões montanhosas da América do Sul e África Oriental. Assim, ainda segundo o referido estudo, até 2080 cerca de 197 países podem registrar a presença de *Ae. albopictus* sendo que, destes, aproximadamente 20 relatarão sua presença pela primeira vez.

Modelos relacionados à malária indicam para os próximos anos um aumento na transmissão dessa doença em áreas como África Oriental, América Central e sul do Brasil. As mudanças cli-

máticas poderão afetar a transmissão da malária, tanto por influenciarem um aumento ou redução dos meses favoráveis para o ciclo da doença em países endêmicos, quanto por fazer a distribuição de ocorrência desta doença aumentar em alguns locais ou diminuir em outros por todo o mundo. Adicionalmente, as mudanças climáticas também poderão favorecer um aumento do risco de surtos em áreas onde a malária já foi erradicada, mas que ainda contam com a presença de vetores competentes, como ocorre na Europa e nos Estados Unidos.

Os estudos mais recentes, como mostrado, apontam para um consenso de que as mudanças climáticas estão aumentando os riscos de infecção nas populações que habitam áreas favoráveis para a transmissão desses patógenos. Além

As mudanças climáticas também podem possibilitar o surgimento de mais áreas favoráveis para a transmissão de diferentes agentes etiológicos

disso, as mudanças climáticas também podem possibilitar o surgimento de mais áreas favoráveis para a transmissão de diferentes agentes etiológicos. Por outro lado, é previsto também que algumas áreas se tornem menos adequadas para as espécies de mosquitos, em virtude do aumento excessivo da aridez e da temperatura, e de redução da umidade relativa. É importante ressaltar que fatores sociais, políticos e econômicos, tais como migração humana, desflorestamento e pobreza, são vulnerabilidades que podem intensificar o ciclo de transmissão da dengue e de outras doenças no mundo. Estes fatores são igualmente cruciais para determinar se as mudanças climáticas terão um impacto mais forte ou mais fraco numa área específica.

É necessário empenho para restringirmos os fatores que favorecem a expansão das diversas espécies de mosquitos vetores. Políticas públicas e medidas eficazes são essenciais para reduzir e gerenciar os possíveis impactos que as mudanças climáticas poderão causar, tanto no alcance geográfico quanto na incidência de doenças associadas aos mosquitos. Isso inclui, dentre várias ações: desenvolver sistemas de vigilância eficientes; manter um controle vetorial adequado e continuado; implementar, no caso de algumas

doenças, campanhas de vacinação em áreas-alvo; conscientizar a população sobre essas enfermidades e seus impactos; além de investir e apoiar a pesquisa para entender melhor as distribuições atuais e futuras de mosquitos vetores. Para que essas ações sejam qualitativamente efetivadas é importante que haja interação entre profissionais que pesquisam insetos vetores, climatologistas e epidemiologistas. A ideia é que consigamos minimizar os impactos das mudanças climáticas no cenário de transmissão dessas doenças mundialmente tão importantes.



Criadouro residencial cheio de larvas de mosquitos.

Crédito: Carron Brown - FLICKR.

4.2 PERCEVEJOS TAMBÉM SÃO PERIGOSOS?

| Rubens Antonio Silva - rubensantoniosilva@gmail.com

Os percevejos pertencem à classe dos insetos. Alguns deles se alimentam de plantas, mas outros destacam-se com importância médica pelo fato de poderem se alimentar de sangue humano para seu desenvolvimento, como no caso da ordem Hemiptera (do grego *hemi* = metade; *pteron* = asa). Nessa ordem estão os triatomíneos, vulgarmente conhecidos como barbeiros, chupão, chupança, procootó, finção, e os percevejos de cama, com maior importância a espécie *Cimex lectularius*.



Ilustração: Gabriela Luiza



Percevejo de cama da espécie *Cimex lectularius*.

Crédito: Rubens Antonio Silva

Alguns percevejos integrantes da ordem Hemiptera são considerados “pragas” de plantas cultivadas, pois podem causar danos ao sugarem sua seiva. Outros possuem importância ecológica e garantem o equilíbrio ambiental, porque predam insetos nocivos às plantas. E também existem os que possuem importância médica e veterinária, como os representantes da subfamília Triatominae à qual pertencem os barbeiros, transmissores do parasita causador da doença de Chagas; e da família Cimicidae à qual pertencem os percevejos de cama *Cimex lectularius* e outros percevejos que se alimentam do sangue de aves e mamíferos.

Os barbeiros, como dito anteriormente, são os transmissores da doença de Chagas e que, até alguns anos atrás, estavam restritos à zona rural, especialmente em áreas vulneráveis e com construções domiciliares precárias. Mas esse cenário

tem se modificado e é cada vez mais frequente a presença desses vetores em áreas urbanas, sendo capazes, inclusive, de constituir colônias e transmitir a doença de Chagas à população humana que ali vive. Esses percevejos medem, em geral, entre 2,0 cm e 3,0 cm, mas podem variar de 0,5 cm a 4,5 cm. Sua cabeça é longa, os olhos salientes e as antenas inseridas nas laterais da cabeça.



Panstrongylus megistus adulto

Crédito: Rubens Antonio Silva

A doença de Chagas é uma infecção causada pelo parasita tripanossoma que circula no sangue e ataca o coração, bem como órgãos do aparelho digestivo (esôfago e intestino). Originalmente observada nas matas entre os animais silvestres, a

doença chegou ao homem e aos animais domésticos em decorrência das mudanças que promovemos no processo de colonização e continuamos a viabilizar por meio da derrubada das matas e ocupação desordenada do solo.

VOCÊ SABIA?

Você sabia que a doença de Chagas recebeu essa denominação em homenagem ao médico brasileiro Carlos Justiniano Ribeiro Chagas?

Pois foi ele quem descobriu todo o desenvolvimento da doença. Essa descoberta se deu quando o médico realizava uma campanha contra malária que atingia operários que trabalhavam na construção de um trecho da estrada de ferro Central do Brasil ao norte de Minas Gerais. Ao examinar uma menina doente, chamada Berenice, encontrou o parasita em seu sangue. Ao examinar posteriormente as fezes do barbeiro e o sangue de mamíferos, constatou também a presença dos parasitas.

Dessa forma, Carlos Chagas descreveu o agente causador, o transmissor e o modo de transmissão da doença, como também comprovou a existência de animais vertebrados que são reservatórios silvestres e domésticos do parasita, esclarecendo assim, aspectos básicos da epidemiologia da doença.

Fala pra gente: se você adora a natureza deve achar muito legal poder morar no meio do mato, ou então fazer uma atividade de ecoturismo, ou ainda acampar no meio da mata, não é? A gente

também acha muito gostoso estar em meio à natureza, mas isso pode trazer muitos problemas se não for feito de forma consciente. O desmatamento e o uso indevido do solo têm forçado os barbeiros a abandonarem seus ambientes naturais. Por conta disso, esses insetos passaram a invadir as casas dos humanos que oferecem condições ideais para uma nova morada. Com o passar do tempo eles se adaptaram às mudanças e começaram a se alimentar de sangue humano e de animais domésticos.

A presença desses vetores no ambiente domiciliar depende de vários fatores, principalmente os cli-

máticos como temperatura e umidade do ar. Além disso, os deslocamentos humanos para outros países têm permitido a circulação da doença em novos espaços onde ela não existia antes. Apesar de os barbeiros serem insetos lentos, pouco agressivos e de pequena mobilidade, eles podem ser transferidos de um local para outro de forma passiva, através das aves em suas penas, por exemplo. Apresentam em seu desenvolvimento as fases de ovo, ninfa (com cinco estádios) e adultos (macho e fêmea).

Há várias espécies de barbeiros. Na ordem Hemiptera são encontradas diferentes famílias cujas





Crédito: PIXABAY

espécies não têm importância médico-veterinária. Como exemplo podemos citar os insetos conhecidos como percevejos de cheiro, percevejos de mata, fede-fede ou “maria fedida”. Esses insetos possuem glândulas responsáveis por uma secreção de odor bastante forte e estão relacionadas com os mecanismos de defesa frente aos inimigos naturais. Podem causar, raramente, queimaduras leves pelo fato dessa substância ser bastante ácida, mas em geral eles nos trazem muito mais benefícios do que malefícios.

VOCÊ SABIA?

Você sabia que as ninfas não possuem asas?

Somente os adultos têm asas e voam. Inclusive esse fato serve como sinalizador para dizer se uma espécie nasceu naquele ambiente ou apenas invadiu uma casa. Seu voo é curto e é comum serem transportados passivamente nas penas das aves ou pelos animais em cujo ninho habitam, ou mesmo nas mudanças com os objetos carregados pelo próprio homem.

PARA VOCÊ CONHECER



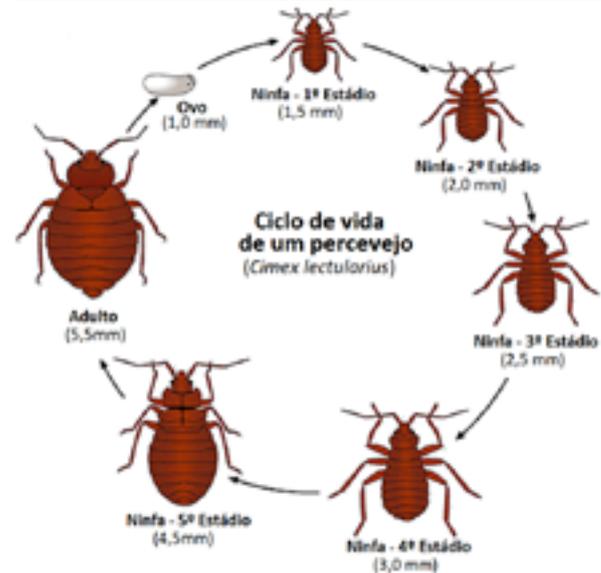
A maneira como se dispõe o aparelho bucal no inseto e também no hábito alimentar é possível agrupar os exemplares da ordem Hemiptera em três grupos distintos:

- **Fitófagos:** alimentam-se da seiva retirada do caule de pequenas plantas. O rostro (aparelho sugador) é reto e longo (composto de 4 segmentos), ultrapassando o primeiro par de pernas do inseto quando retrovertido.

- **Entomófagos:** (predadores) alimentam-se de outros insetos que são seguros pelas pernas anteriores e imobilizados pela saliva paralisante. O rostro quase sempre recurvado em forma de gancho apresenta 3 segmentos. A sua extremidade livre não ultrapassa o primeiro par de pernas quando retrovertido.

- **Hematófagos:** representados pelos triatomíneos que se alimentam de sangue dos mamíferos e aves. Apresentam o rostro também com 3 segmentos, porém este é reto e não ultrapassa o primeiro par de pernas quando retrovertido.

hábito, associam-se a vertebrados representados por morcegos, aves e o homem. Apresentam hábito noturno, o que faz com que durante o dia se escondam em fendas e frestas (às vezes do colchão, por isso o nome “percevejo de cama”), saindo para se alimentar durante a noite. Existem aproximadamente 91 espécies de *Cimicidae*. Assim como os barbeiros, os percevejos de cama são hemípteros que despertam interesse em saúde pública devido a duas importantes adaptações evolutivas: a hematofagia, hábito de sugar sangue, e a antropofilia, “preferência” pelos seres humanos.



Crédito: Adaptado de FLICKR

Os *Cimicidae*, grupo no qual se insere o percevejo de cama, sugam sangue e, devido a esse

Cimex lectularius é uma espécie de percevejo de cama conhecida por viver em residências hu-

manas. O nome do gênero *Cimex* deriva da designação romana para inseto ou percevejo, e o da espécie *lectularius*, vem do latim, correspondendo a leito ou cama. São animais de pequeno porte, variando de 4,0 mm a 6,5 mm de comprimento quando adultos. Possuem o corpo oval e achatado em sentido dorsoventral e não voam. Geralmente são encontrados em armações de camas, colchões, rodapés de carpetes e frestas em pisos e paredes próximas à sua fonte de alimentação. São insetos resistentes ao jejum, mas não há consenso na literatura quanto ao tempo suportado por eles sem alimento. Você sabia que, em laboratório, adultos de percevejos de cama suportaram até 106 dias sem realizar repasto sanguíneo?!

O ciclo de vida desses insetos passa pelos estágios de ovo, ninfas e adultos e se desenvolvem mais rapidamente dependendo da temperatura, sendo que a 23 °C uma ninfa que nasce de um ovo chega à fase adulta em cerca de 90 dias, mas em temperaturas mais elevadas (~ 28 °C) esse período diminui para 34 dias. Em condições favoráveis a reprodução ocorre durante todo o ano. As fêmeas podem colocar de um a quatro ovos por dia, chegando a 500 ovos ao longo da vida toda. Dos ovos nascem as ninfas, que se desenvolvem em cinco estádios¹ ninfais até alcançarem a fase adulta. Como os demais

¹ Estádios: Também chamados de “ínstares”, são as fases de desenvolvimento dentro dos estágios de vida dos artrópodes. Por exemplo, as fases de desenvolvimento podem ser: ovo, larva, pupa e adulto, mas durante a fase de larva os indivíduos passam por diferentes “ínstares” ou “estádios” larvais, onde vão crescendo em tamanho e as vezes mudando sua coloração.

insetos que já mencionamos aqui, quanto maior for a temperatura, mais rápido e em maior quantidade teremos essas pragas perigosas à nossa saúde.

Os percevejos de cama se dispersam quando são transportados acidentalmente através de móveis, bagagens e outros objetos. O aumento do turismo e o grande fluxo de viagens internacionais facilitam a propagação de pragas como essa ao redor do mundo. Além disso, e de forma bastante preocupante, há estudos que demonstram a capacidade desse vetor ser propagador da doença de Chagas carregando o parasita *Trypanosoma cruzii*.

O meio ambiente foi alterado de forma radical pela fundação das cidades. Segundo especialistas, populações silvestres de aves, mamíferos e répteis vêm crescendo nas cidades durante os últimos anos. Essa “migração” é explicada por fatores como: abundância de alimento, fruto dos desperdícios orgânicos dos seres humanos; ausência quase total de predadores; abundância de abrigos e nichos ecológicos; desmatamento dos habitats naturais desses animais; condições climáticas mais acolhedoras, sobretudo em relação ao aumento da temperatura ambiente criando “ilhas de calor” com temperaturas médias de 1,5 °C acima dos valores verificados fora do espaço urbano. Esses fatores têm permitido que, juntamente com essas espécies de animais, insetos antes silvestres passem a ter moradias nestas áreas, amplificando o risco de doenças para o homem. A destruição, ou mesmo a transformação, dos ambientes naturais podem causar a diminuição ou o desaparecimento das fontes alimentares tradicionais dos insetos,

resultando na invasão dos domicílios urbanos, não somente na busca de alimento com sangue humano ou de animais domésticos, mas também na busca por novos abrigos, como já vem acontecendo atualmente.

4.3 OS MOSQUITOS-PALHA: PEQUENOS INSETOS QUE TRANSMITEM AS LEISHMANIOSES

| Fredy Galvis Ovallos - fgalvis@usp.br



Os flebotomíneos são insetos hematófagos², conhecidos popularmente por diferentes nomes como mosquito-palha, birigui, tatuquira, caravela,

² Hematófago: que se alimenta de sangue.

entre outros. Esses nomes populares fazem referência às características do corpo deles ou ao seu comportamento. Por exemplo, o nome caravela faz referência à posição das asas do inseto em relação ao corpo quando ele está parado, parecendo uma caravela, enquanto que o nome mosquito-palha faz referência à cor do inseto: suas asas são bem claras, semelhante à cor da palha.



Phlebotomus pappatasi evidenciando sua “cor de palha”

Crédito: James Gathany - CDC Global

De forma geral os flebotomíneos são muito pequenos, mesmo quando adultos, medindo entre 2,0 mm e 5,0 mm, isso é bem menor que um grão de feijão. Além disso, eles têm uma forma diferenciada entre machos e fêmeas, sendo que os machos apresentam estruturas em forma de gancho no fim do abdômen, diferença essa difí-

cil de ser observada quando olhamos sem lupa ou microscópio. Esses insetos podem ser encontrados em vários ambientes, incluindo florestas, cavernas, fragmentos de mata, em fazendas e inclusive algumas espécies em áreas urbanas. Os mosquitos-palha se desenvolvem, ou seja, passam pela fase jovem/imatura, em ambiente terrestre protegidos da luz solar direta, pois são muito sensíveis às mudanças de umidade e temperatura, diferente dos culicídeos (o pernilongo, por exemplo) cujo desenvolvimento da fase imatura ocorre em ambiente aquático. Os ovos dos flebotomíneos são depositados na matéria orgânica onde se desenvolvem as larvas. Para um mosquito-palha se transformar desde a fase de ovo até um adulto são necessários entre 30 e 45 dias, já na fase adulta estes insetos podem viver aproximadamente 30 dias.



Macho e fêmea de flebotomíneo
Crédito: Fredy Galvis



Larva de IV estadio de um flebotomíneo. Aumento 400x.
Crédito: Fredy Galvis



Fêmea de flebotomíneo realizando hematofagia
Crédito: Fredy Galvis

Quando encontram um lugar propício eles completam o ciclo de vida: as fêmeas se alimentando de sangue de animais silvestres, além de seiva das plantas, e os machos que não são hematófagos naturalmente se reproduzem sem afetar os seres humanos.

Entretanto, ao interferir no ambiente natural dos flebotomíneos, o ser humano pode acidentalmente servir como fonte de alimento, por meio de seu sangue e, inclusive, ser infectado com parasitas que causam doenças como, por exemplo, as leishmanioses. Essas doenças são conhecidas popularmente como úlcera de Bauru (leishmaniose tegumentar) e barriga d'água ou calazar (leishmaniose visceral) causadas por parasitas protozoários do gênero *Leishmania*. As leishmanioses têm cada vez mais se destacado entre as doenças de importância médico-veterinária, pois podem causar lesões na pele dos animais e seres humanos em formas conhecidas como leishmaniose tegumentar, assim como também têm potencial de causar infecções em órgãos como baço e fígado em cães e gatos que, devido à essa condição, podem ser eutanasiados³, ao passo que em seres humanos podem causar a morte quando não tratadas.



Úlcera de Bauru

Crédito: Ministério da Saúde do Brasil

3 Eutanasiado: aquele que sofre eutanásia. É a prática de causar a morte de um animal de maneira controlada e assistida nos termos éticos, sem dor e com mínimo desconforto, para alívio da dor e/ou do sofrimento.

No Brasil há aproximadamente 265 espécies de flebotomíneos, distribuídas em todas as regiões do país. Nas últimas décadas uma espécie em especial tem causado preocupação, pois se adaptou aos ambientes urbanos: *Lutzomyia longipalpis*, ela transmite o parasita responsável pela leishmaniose visceral. A adaptação dessa espécie às áreas urbanas está relacionada, principalmente, ao crescimento desorganizado das cidades e à migração de pessoas. Por exemplo, no movimento de êxodo rural⁴, ou seja, quando populações de áreas rurais se deslocam para centros urbanos, alguns costumes podem ser mantidos, como a criação de animais domésticos (galinhas, porcos, entre outros). Os abrigos destes, como currais e galinheiros, são propícios para o desenvolvimento das formas imaturas da espécie *Lutzomyia longipalpis* que, por sua vez, pode também se alimentar do sangue destes mesmos animais.

O desmatamento e as mudanças no clima têm igualmente contribuído para que estes flebotomíneos encontrem condições necessárias para se desenvolver com ainda mais sucesso, favorecendo os processos de adaptação e expansão geográfica dessa espécie. Por exemplo, o aumento da temperatura tem ajudado a dispersão de indivíduos, principalmente, pela região sul do Brasil e em outros países como Argentina, Uruguai e Paraguai. Mais preocupante ainda é o fato de que nas próximas décadas podem aumentar as áreas onde se verifica a presença dessa espécie, causando muitos problemas aos seres humanos.

4 Êxodo rural: é o deslocamento ou migração de trabalhadores rurais que vão em direção aos centros urbanos.

Ilustração: Vivian Petersen



Isso pode ser explicado pelo fato de que a temperatura afeta todo o processo de ocorrência das leishmanioses. Primeiro, o aumento da temperatura global faz com que os flebotomíneos consigam colonizar novas áreas, pois temperaturas muito frias (menor que 15 °C) não favorecem sua ocorrência. Segundo, o aumento da temperatura faz com o que o ciclo de desenvolvimento das formas imaturas fique mais curto, aumentando de modo cada vez mais rápido o tamanho da população e, conseqüentemente, o risco de os seres humanos serem picados. Finalmente, com a alta temperatura a digestão do sangue que as fêmeas ingerem fica mais rápida, assim como o desenvolvimento dos parasitas que causam as leishmanioses, o que pode intensificar a transmissão dessas doenças.

4.4 CARRAPATOS: DEVEMOS NOS PREOCUPAR COM ELES?

| Valeria Castilho Onofrio - @vali_castilho

Os carrapatos são artrópodes ectoparasitas, ou seja, dependem de um hospedeiro vertebrado para concluir seu ciclo de vida, mas ao contrário dos endoparasitas que se desenvolvem no interior do corpo, eles vivem na superfície externa do hospedeiro se alimentando de seu sangue. São transmissores de relevantes agentes patogênicos que podem causar doenças em animais e no ser humano, sendo considerado o grupo mais importante dentre os vetores de patógenos para animais e o segundo maior transmissor para o homem, per-



Ilustração: Anne Teixeira

do apenas para os mosquitos. Devido aos seus hábitos alimentares, os carrapatos podem causar irritação, alergia, paralisia e outras condições tóxicas graves nos seus hospedeiros.

Estima-se que os carrapatos surgiram há milhões de anos atrás, durante a era Paleozóica, como parasitas dos animais ancestrais dos vertebrados que conhecemos hoje. Podem ser encontrados em praticamente todo o mundo, provavelmente devido à migração de seus hospedeiros entre os diferentes continentes.

Atualmente existem mais de 950 espécies de carrapatos descritas no mundo, incluindo oito fósseis, que estão distribuídas em quatro famílias: Deinocrotonidae (fóssil), Nuttalliellidae, Argasidae e Ixodidae, sendo que as duas primeiras possuem somente uma espécie cada. No Brasil, até o momento, temos o registro de aproximadamente 80 espécies, mas a tendência é que estes números continuem aumentando, visto que estudos relacionados à fauna brasileira de carrapatos têm sido realizados constantemente no país.

A família Argasidae é composta pelos gêneros *Antricola*, *Argas*, *Nothoaspis*, *Ornithodoros* e *Otobius*, contando com aproximadamente 220 espécies. Os carrapatos pertencentes a esta família são popularmente conhecidos como carrapatos moles por não possuírem um escudo dorsal endurecido em nenhum dos seus estágios de desenvolvimento. Já os representantes da família Ixodidae, conhecidos como carrapatos duros, possuem escudo dorsal em todos os estágios. Com aproximadamente 730 espécies, esta família se encontra dividida em 14 gêneros: *Amblyomma*, *Anomalohimalaya*, *Archaeocroton*, *Bothriocroton*, *Cosmiomma*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma*, *Ixodes*, *Margaropus*, *Nosomma*, *Rhipicephalus* e *Robertsicus*.

Os carrapatos são parasitas obrigatórios⁵ em um ou mais estágios de desenvolvimento, podendo parasitar diferentes grupos de animais como mamíferos, aves, répteis e anfíbios.

⁵ Parasita obrigatório: é um organismo parasita que não consegue viver independentemente do seu hospedeiro.

Possuem quatro estágios em seu ciclo de vida, o ovo embrionado e três estágios ativos: larva, ninfa (um ou mais ínstares) e adultos (macho e fêmea), sendo que este ciclo pode variar dependendo da família ou espécie a qual pertencem, ou ainda do número de animais dos quais se alimentam até atingir o estágio adulto. Podem permanecer presos à pele do hospedeiro por horas ou até dias se alimentando, ao mesmo tempo em que liberam sua saliva com substâncias que impedem a coagulação do sangue e as reações de defesa do organismo do hospedeiro no local de fixação. Podem resistir a longos períodos no ambiente sem se alimentar durante suas fases de desenvolvimento fora do hospedeiro.



Carrapato-estrela

Créditos: PIXABAY

Em geral, nas espécies de carrapatos duros que possuem ciclo em dois ou mais hospedeiros, os estágios imaturos se alimentam em pequenos animais, enquanto que os adultos “preferem” os de médio e grande porte. Os estágios imaturos,

como ocorre em muitas das espécies do gênero *Amblyomma*, são mais generalistas que os adultos, podendo parasitar uma diversidade maior de hospedeiros. Essa “preferência” por determinados grupos de animais pode ser influenciada por diferentes fatores, um dos principais é o mecanismo de defesa do hospedeiro contra os carrapatos como, por exemplo, comportamento de autolimpeza, barreiras físicas no corpo e resposta imunológica.

Animais domésticos e silvestres, assim como os seres humanos, estão frequentemente expostos a uma ou mais espécies de carrapatos. Nos últimos anos houve um aumento no interesse pelos grupos que parasitam animais domésticos devido à sua importância na transmissão dos agentes causadores de doenças, principalmente daquelas consideradas como zoonoses⁶: riquetsioses, borrelioses, erliquioses e babesioses. Estas e outras doenças, como as de origem viral caracterizadas por encefalite e febre hemorrágica, são as principais causas de adoecimento e mortalidade entre animais e humanos parasitados por carrapatos infectados com estes agentes.

Os patógenos ingeridos por uma única larva podem ser transmitidos aos próximos estágios de desenvolvimento (ninfas e adultos) e, se uma fêmea estiver infectada, pode eventualmente transmitir à próxima geração de larvas, ou seja, para seus filhos. A interação entre carrapato e hospedeiro, através da permanência do primeiro nos animais durante a alimentação, é extraordinariamente favorável à transmissão de micro-organismos, além de possibilitar a disseminação destes agentes junto com os carrapatos para diferentes regiões geográficas.

riamente favorável à transmissão de micro-organismos, além de possibilitar a disseminação destes agentes junto com os carrapatos para diferentes regiões geográficas.

Com o aumento da mobilidade do homem e dos animais domésticos houve uma rápida ampliação das áreas de ocorrência de muitas espécies de carrapatos e, por conseguinte, dos patógenos por eles transmitidos

Muitos dos artrópodes que se alimentam de sangue, como os carrapatos, passam a maior parte do seu ciclo de vida no ambiente e seu desenvolvimento, sobrevivência e dinâmica populacional dependem de muitos fatores, incluindo disponibilidade do hospedeiro, cobertura vegetal e clima. As mudanças climáticas podem influenciar na distribuição e densidade populacional dos carrapatos, bem como na dinâmica na transmissão de patógenos para o homem e outros animais. Atualmente já existem evidências convincentes indicando os efeitos diretos e indiretos das mudanças globais nas doenças, inclusive nas que têm os carrapatos como vetores. É importante ressaltar a influência dos fatores relacionados a essas mudanças na dinâmica de transmissão dos agentes patogênicos, uma vez que vários deles podem atuar simultaneamente nos hospedeiros, nos vetores, nos patógenos e no próprio homem.

Os carrapatos e as doenças por eles transmi-

⁶ Zoonoses: são doenças infecciosas capazes de ser naturalmente transmitidas entre outros animais e seres humanos.

tidas têm um alcance geográfico delimitado tanto por fatores climáticos quanto pelo movimento dos hospedeiros. Com o aumento da mobilidade do homem e dos animais domésticos houve uma rápida ampliação das áreas de ocorrência de muitas espécies de carrapatos e, por conseguinte, dos patógenos por eles transmitidos, o que tem possibilitado o surgimento e/ou a reemergência das doenças a eles associadas. Em relação a essa expansão podemos citar, ainda, outros fatores considerados como principais responsáveis: mudanças climáticas, aumento das atividades ao ar

livre, viagens globais, urbanização, invasão do ambiente natural, desmatamento, fragmentação de habitats. Estes fatores juntos viabilizam um maior contato entre carrapatos, animais silvestres, seres humanos e animais domésticos.

O comportamento humano é um forte determinante da saúde ambiental, animal e humana. Com relação às doenças transmitidas por carrapatos, uma simples mudança de conduta pode influenciar diretamente no aumento ou diminuição dos riscos de contato com os agentes patogênicos e seus transmissores. Do ponto de vista de



proteção coletiva, estratégias para reduzir populações de carrapatos somente por meio de aplicação de produtos químicos ou de seu controle no ambiente têm se mostrado eficazes apenas quando utilizadas em pequena escala. A utilização de diferentes estratégias de prevenção e controle de maneira integrada tem se mostrado mais eficaz na redução da incidência das doenças transmitidas por estes vetores. No entanto, quando falamos de proteção individual, limitar a exposição dos animais e do homem aos carrapatos, ainda é o método mais eficiente de prevenção.

4.5 PULGAS E PIOLHOS: SÓ DE PENSAR JÁ DÁ COCEIRA!

| Eliane Campos de Oliveira - @el1_oliveira

| Gabrielle Ribeiro de Andrade - @gabi_rib_andrade

| André Luis Dias Arratia - @andre.arratia

Phthiraptera e Siphonaptera, popularmente conhecidos, respectivamente, como piolhos e pulgas, são insetos ectoparasitas de aves e mamíferos, vivem geralmente na parte externa do corpo de seus hospedeiros e dependem deles para a conclusão de seu ciclo de vida ou parte dele.

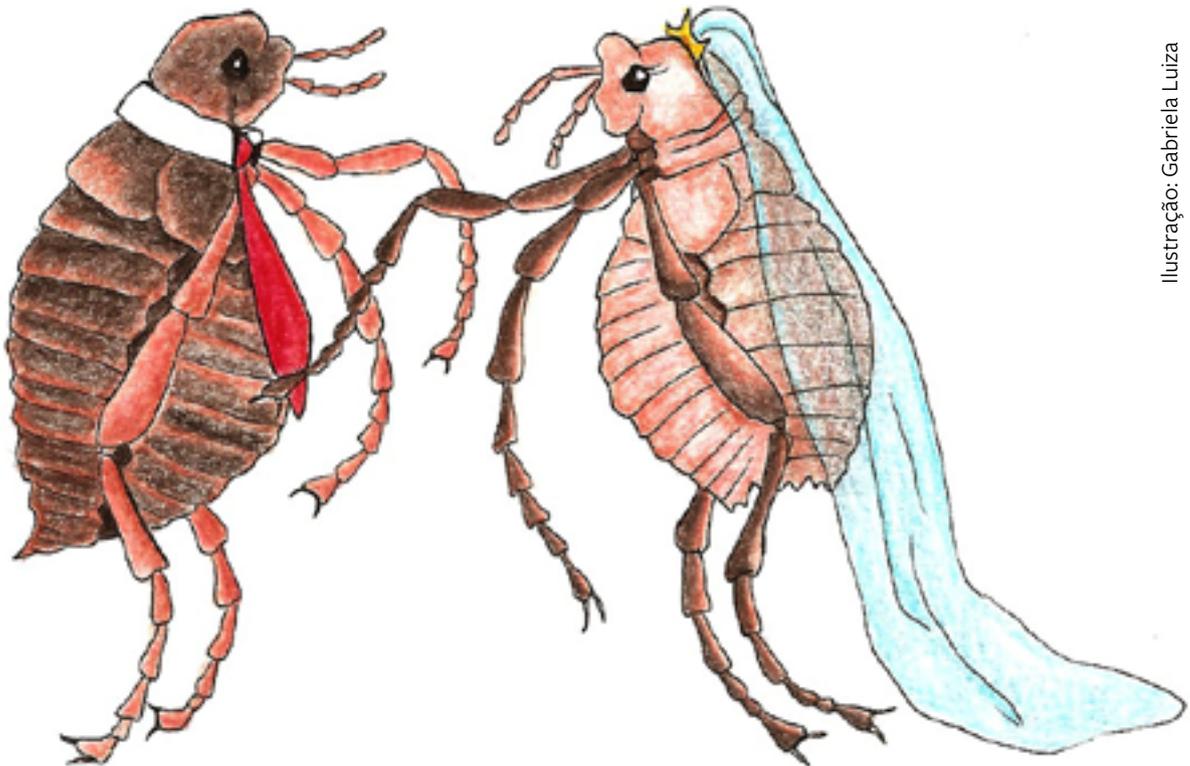


Ilustração: Gabriela Luiza

Ambos se alimentam de sangue e, por esta razão, são vetores de doenças importantes como febre das trincheiras e febre recorrente (transmitidos por piolhos), bem como peste bubônica (transmitidos por pulgas).

VOCÊ SABIA?

A peste negra, ou também chamada de peste bubônica, é uma doença infecciosa causada pela bactéria *Yersinia pestis* que vivem em pulgas que parasitam roedores. Esta doença foi responsável pela morte de um quarto da população europeia no século XIV. Seu nome “peste bubônica” é dado devido a um de seus sintomas, os inchaços nos linfonodos, crescendo grandes bolhas nas axilas e virilhas. E historicamente “peste negra” se associa ao sintoma de necrose gangrenosa que ocorre principalmente nas mãos e pés causando seu enegrecimento. Outros sintomas são febre alta, calafrios, dor de cabeça e no corpo, podendo agravar e afetar os pulmões e corrente sanguínea causando infecção generalizada.

Os Phthiraptera são representados por quase 5.000 espécies em todo o mundo. Eles têm hospedeiros altamente específicos e são ectoparasitos obrigatórios de aves (cerca de 4.000 espécies de piolhos) e mamíferos (cerca de 800 espécies de piolhos), inclusive marinhos. Esses insetos são organizados em dois grupos: os piolhos mastigadores, anteriormente denominados Mallophaga, incluindo as subordens Amblycera, Rhyncophthirina

e Ischnocera e os piolhos sugadores, com a única ordem Anoplura. Os piolhos são hematófagos e adquirem coloração mais escura após alimentação.

VOCÊ SABIA?

Em 1899 um mal mortal não identificado se espalhava pelo Porto de Santos/SP. O Dr. Vital Brazil e, na época seu assistente Dr. Adolpho Lutz, foram designados para investigar a origem deste mal. Na entrega de seu relatório, no final de 1899, eles caracterizaram o mal como peste bubônica. Entretanto, apesar de já existir um tratamento eficaz na Europa, não havia quantidade suficiente para trazer ao Brasil, e o número de vítimas da peste por aqui, só aumentava. Com o objetivo de diminuir essa velocidade de contaminados, foi proposto pelo diretor de serviço sanitário da época, a criação de um Instituto de Soroterápico em São Paulo para a produção do soro antipestoso. Para tanto, a localização escolhida foi a Fazenda Butantan. Em 1925 a instituição foi oficializada como Instituto Butantan, e hoje é mundialmente conhecida.

Em relação ao ciclo de vida, piolhos são insetos hemimetábolos: após o ovo (chamados de lêndeas) possuem três fases de ninfa e em seguida o estágio adulto. Mesmo existindo variação entre as espécies, o estágio do ovo, em geral, dura de quatro a 15 dias, cada ínstar ninfal dura entre três e oito dias, e a fase adulta dura em torno de 35 dias. Medem entre 0,5 mm e 8,0 mm de comprimento, a depender do estágio em que se encontram. A

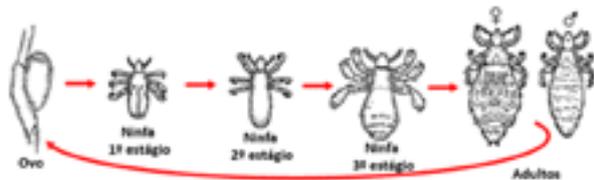
morfologia desses pequenos insetos geralmente é composta por corpo achatado dorsoventralmente e pernas robustas com garras que lhes permitem fixar firmemente em fios e pelos.

VOCÊ SABIA?

No período de 2010 a 2015, foram registrados 3.248 casos de peste bubônica no mundo,

sendo que 584 pessoas chegaram ao óbito.

A transmissão pode ocorrer pela picada da pulga, ao tocar o roedor contaminado ou pela saliva de pessoas contaminadas. A doença ainda não foi erradicada em muitas partes do mundo, e já ocorreram surtos em países como República Democrática do Congo e Madagascar. Recentemente, em 06/07/2020, foi relatado um caso de peste bubônica na cidade de Bayannur, na China, e o isolamento do vilarejo foi realizado depois da confirmação de duas mortes pela peste.

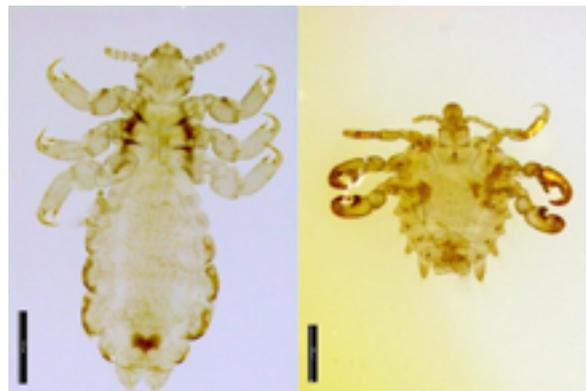


Ciclo de vida de um piolho (Phthiraptera)

Crédito: CDC Global

Existem três espécies de piolhos sugadores que parasitam os seres humanos: *Pediculus humanus capitis* (o piolho da cabeça), o *Pediculus humanus corporis* (o piolho do corpo) e o *Phthirus pubis* (piolho da região pubiana). Dentre eles, apenas o

piolho do corpo é vetor de doenças ao humano. Uma vez que esses insetos não possuem asas, sua propagação ocorre através do contato físico e uso comum de objetos pessoais como pentes e roupas.



Pediculus humanus e *Phthirus pubis*

Crédito: Eliane Campos de Oliveira

Principais doenças transmitidas pela espécie *Pediculus humanus corporis*

Após realizar a absorção/ingestão dos micro-organismos responsáveis pelas doenças descritas a seguir, o inseto os expele através das fezes, momento no qual ocorre a transmissão das respectivas enfermidades ao hospedeiro vertebrado. Os patógenos podem sobreviver aproximadamente dois meses em fezes secas, as quais se espalham em forma de pó entre as pequenas feridas ou mucosa (nariz e boca).

Febre tifo – Doença aguda e altamente infecciosa causada pelo micro-organismo *Rickettsia prowazekii*. Os sintomas são dores de cabeça, calafrios, dores no corpo e febre, em casos não tra-

No Brasil, temos o registro de menos de 60 espécies de *Siphonaptera* e as mais comuns são encontradas nos animais domésticos

tados pode ser fatal. O tratamento é realizado com medicamentos e nos surtos epidêmicos é realizada aplicação de inseticida residual nas áreas atingidas.

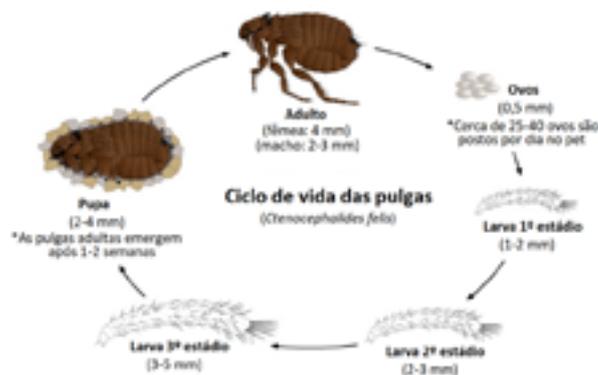
Febre recorrente – Causada pelo micro-organismo *Borrelia recurrentis*, o principal sintoma, como o nome da doença indica, é febre recorrente, sendo presentes episódios febris com duração entre dois e nove dias, alternados com períodos de recuperação aparente de dois a quatro dias. A taxa de mortalidade pode chegar a 50% em caso de epidemias e não tratamento.

Febre das trincheiras – Causada pelo micro-organismo *Rochalimaea quintana*, os sintomas são dores intensas pelo corpo e febre intermitente, raramente resultante em morte.

Os Siphonaptera, por sua vez, popularmente conhecidos como pulga da areia, bicho-de-pé, bicho do porco, contam com mais de 3.000 espécies já descritas pelo mundo, sendo que no Brasil temos o registro de menos de 60 espécies. As mais comuns são encontradas nos animais domésticos. São insetos pequenos, de coloração castanha ou marrom avermelhada, de 0,2 mm a 0,3 mm de tamanho médio e não possuem asas. Na fase adulta se alimentam principalmente de sangue de mamíferos e algumas aves. Como os

pioelhos, possuem interação específica, o que significa que determinada espécie de pulga parasita determinado grupo de animal.

O seu formato também achatado como o dos pioelhos (só que nesse caso é lateralmente), facilita sua locomoção e fixação no hospedeiro. Seu corpo possui cerdas viradas para trás e suas pernas traseiras são longas e adaptadas para saltar até 20 cm verticalmente e 40 cm horizontalmente. O seu ciclo biológico (Figura 34), conhecido por ser holometábolo, é composto por quatro estágios de desenvolvimento: ovo, larva, pupa e adulto. Cada estágio demora de três a quatro semanas para se desenvolver de acordo com as condições de temperatura, umidade e alimentação.



Crédito: Adaptado de Scott Charlesworth (1991) em *Immature Insects*

O aparelho bucal das pulgas é do tipo sugador-pungitivo que corta a pele e suga o sangue do hospedeiro. Sendo assim, são considerados insetos de importância médica na transmissão de doenças.

Principais espécies de pulgas vetores aos seres humanos

Pulex irritans – Conhecida como pulga humana, também afeta as aves e tem o potencial de transmitir a bactéria causadora da peste bubônica, *Yersinia pestis*. Sua picada causa coceira, irritação e dor. Alguns casos podem se agravar com sangramento e dermatite alérgica.

Xenopsylla cheopis – Responsável pela pandemia da peste bubônica no século XIV, tem como hospedeiro ratos domésticos que, convivendo no mesmo ambiente em contato com os humanos, possibilitam a disseminação da bactéria *Yersinia pestis*. A mesma bactéria pode causar outros tipos de patologias também por intermédio da pulga, como a peste pulmonar, peste septicêmica e tifo.



Pulex irritans e *Xenopsylla cheopis*

Crédito: Adaptado de Wikipedia

Tunga penetrans – Conhecido como bicho-de-pé é a menor das pulgas, com 0,1 mm de comprimento. Ocorre em solos arenosos, tendo como hospedeiros o porco, o cão, o gato e o homem. Costuma penetrar na sola plantar, calcanhar e can-

to dos dedos dos pés e mãos, causando a tungíase, enfermidade que começa com coceira local, podendo levar à inflamação e inchaço. Em casos mais graves, pode ocorrer úlceras dolorosas e ainda infecções secundárias por fungos e bactérias. Como tratamento deve-se remover o inseto adulto e/ou os ovos do local infeccionado e fazer curativo com antissépticos e bactericidas.



O bicho de pé *Tunga penetrans* e tungíase no dedo do pé
Crédito: Adaptado de Silva (2011) e FLICKR

A proximidade na diversidade de hospedeiros sinantrópicos⁷, silvestres, domésticos e o ser humano, estreita o fluxo de patógenos entre os vetores no ponto de vista parasitológico e/ou epidemiológico.

A concentração elevada de CO₂, metano, ozônio e até o vapor de água são responsáveis pelo aquecimento global e a aceleração das mudanças climáticas dele decorrentes. Fatores abi-

⁷ Sinantrópicos: Diferente dos animais domésticos, que o ser humano teve a intenção de criar com a finalidade de usá-los para transporte, alimentação ou companhia, os animais sinantrópicos são aqueles que se adaptaram a viver junto a nós, mesmo sem termos essa intenção.

A “faixa ótima” de temperatura para a maioria dos insetos é entre 15 °C e 38 °C e a faixa favorável de umidade entre 40% e 80%

óticos⁸ como estes têm efeitos diretos no ciclo de vida e dinâmica populacional dos insetos que possuem natureza pecilotérmica⁹, sendo muito propensos a responderem rapidamente a elevação de temperaturas, o que afeta os parâmetros de seu ciclo de vida, alterando suas funções ecológicas, interações intra e interespecíficas¹⁰, velocidade de desenvolvimento e fertilidade. Uma fêmea de piolho, por exemplo, pode produzir de 150 a 300 ovos ao longo de sua vida. Considerando que a temperatura é um fator fundamental para proliferação, quanto maior ela for, mais acelerado será o desenvolvimento dentro do ovo e, conseqüentemente, a fêmea poderá aumentar seu potencial reprodutivo.

É importante manter a higiene dos animais domésticos e seus locais de descanso como camas e casinhas; nas áreas internas das residências não

deixar acumular poeira, principalmente se o piso for de taco ou tábua, em frestas, rodapés, tapetes e carpetes; nas áreas externas a limpeza e organização dos quintais e jardins para impedir que fiquem úmidos, sendo recomendado apenas a utilização de inseticidas se houver infestação em uma ou ambas as áreas. Vale também manter sempre em dia o controle dos roedores.

VOCÊ CONHECE AS MEDIDAS PREVENTIVAS CONTRA AS PULGAS?

É importante manter a higiene dos animais domésticos e seus locais de descanso como camas e casinhas; nas áreas internas das residências não deixar acumular poeira, principalmente se o piso for de taco ou tábua, em frestas, rodapés, tapetes e carpetes; nas áreas externas a limpeza e organização dos quintais e jardins para impedir que fiquem úmidos, sendo recomendado apenas a utilização de inseticidas se houver infestação em uma ou ambas as áreas. Vale também manter sempre em dia o controle dos roedores.

8 Fatores abióticos: todas as influências que os seres vivos possuem receber em um ecossistema, derivadas de aspectos físicos, químicos ou físico-químicos do meio ambiente, tais como a luz e a radiação solar, a temperatura, o vento, a água, a composição do solo, a pressão e outros.

9 Pecilotérmico: animal cuja temperatura varia de acordo com a do meio ambiente.

10 Interações intra e interespecíficas: relações tanto entre os indivíduos da mesma espécie (intraespecífica) como entre indivíduos de espécies diferentes (interespecíficas).

Pelo fato de cada espécie ter sua faixa “favorita” de fatores abióticos, ou seja, “preferências” por temperatura, umidade, fotoperíodo ideais para sua sobrevivência, alterações na temperatura e na quantidade de CO₂, por exemplo, influenciam diretamente na sua existência, podendo causar até mesmo extinções. Estudos indicam que a “faixa ótima” de temperatura para a maioria dos

insetos é entre 15 °C e 38 °C e a faixa favorável de umidade entre 40% e 80%, características que estão diretamente relacionadas a maior velocidade no desenvolvimento em cada estágio, maior longevidade e maior fecundidade.

Sabemos que é necessário que o meio esteja em equilíbrio para que seja possível evitar a extinção de algumas espécies e a invasão de outras, com as pulgas e piolhos não é diferente. Porém, estamos tratando de insetos vetores de doenças, algumas até pandêmicas, responsáveis por inúmeras mortes. O aumento populacional destes insetos pode contribuir para o surgimento ou o retorno de pandemias, colocando em risco a vida dos seres humanos.

5 ACIDENTES POR CONTATO E CENÁRIOS FUTUROS

| Camila Lorenz - @camila_lorenz

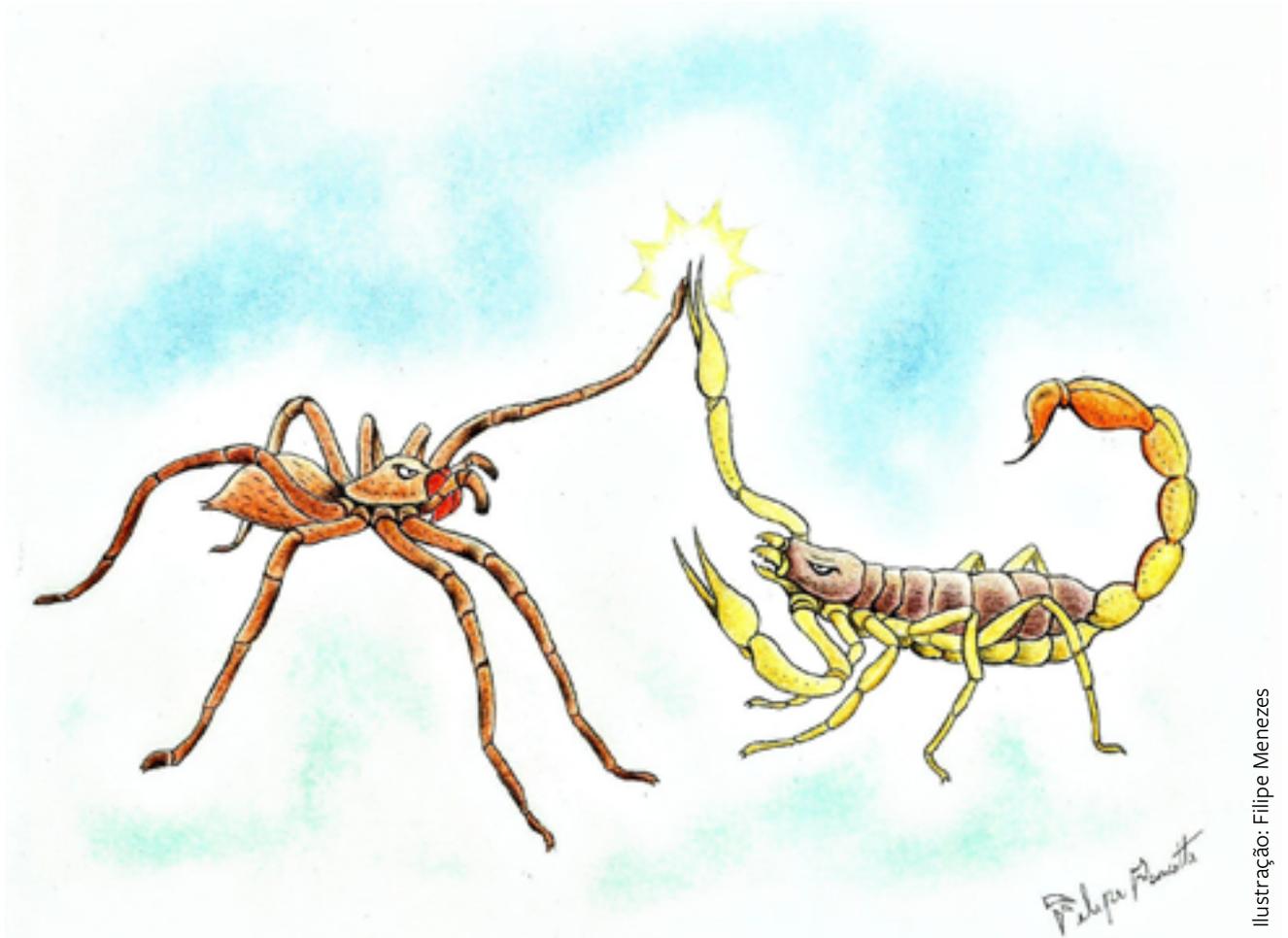


Ilustração: Filipe Menezes

Nos próximos capítulos vamos conhecer um pouco sobre os artrópodes que podem causar algum tipo de acidente e por isso devemos ter cuidado. Eles são importantes não por transmitirem algo para nós, mas, sim, por causarem envenenamento, queimaduras, necrose, entre outras injúrias. Os mais comuns, considerados como problemas de saúde pública no Brasil, são as abelhas, marimbondos e vespas, aranhas, escorpiões e algumas espécies de lagartas.

E agora você deve estar se perguntando: mas então todos os artrópodes colocam minha vida em risco? Não!

Mas antes precisamos explicar rapidinho algumas terminologias para que não dê um nó na sua cabeça! Primeiro, consideramos importante deixar claro que todo animal peçonhento é venenoso, porém nem todo animal venenoso é peçonhento. Mas como assim? Bom, a gente chama de peçonha um conjunto de estruturas que envolve basicamente músculos, órgãos de armazenamento de toxinas e, principalmente, um órgão inoculador dessa toxina, como o ferrão das abelhas. Mas nem todos os insetos que possuem alguma toxina em seu corpo possuem essa “peçonha”.

Como outros animais, todos os artrópodes precisam se defender de seus predadores e também precisam se alimentar, certo? Os animais que são grandes acabam afugentando seus ini-

migos fazendo uma cara feia, mas os artrópodes... Coitados! Geralmente são tão pequenos que mesmo que fizessem cara feia, os predadores nem veriam! Portanto, aproveitam algumas substâncias que possuem no corpo soltando-as no ar, como quem sinalizasse “Olha, se eu fosse você, não me comia, não! Meu gosto não é muito bom, sabe?”. Além disso, em relação à alimentação, alguns artrópodes são predadores enquanto outros são herbívoros, frugívoros, onívoros. Os que são predadores se alimentam de outros seres vivos que, assim como eles, se movimentam, então esses artrópodes precisam de alguma estratégia para paralisar suas presas e, para isso, podem utilizar toxinas. Outros, ao se alimentarem, capturam algumas substâncias que se modificam em seus organismos e os tornam “venenosos”, por exemplo, ao comer uma planta venenosa ou que possua alguma substância que possa ser “convertida” em veneno, o inseto se torna venenoso também.

E agora você deve estar se perguntando: mas então todos os artrópodes colocam minha vida em risco? Não! Na maioria das vezes, a toxina presente no corpo dos insetos é tão pouca que não causa nada. Mas é muito importante que você tenha atenção, pois as reações alérgicas e de envenenamento que podem colocar sua vida em risco dependem de vários fatores como o seu sistema imune, seu metabolismo, o tipo de artrópode, a quantidade de toxina à qual você é exposto etc. Então leia com atenção os próximos capítulos que explicaremos com mais detalhes.

5.1 ESCORPIÕES NO BOLSO E NO BUEIRO!

| Denise Maria Candido - denise.candido@butantan.gov.br



Assim como os animais transmissores de patógenos que vimos anteriormente, os artrópodes causadores de acidentes também poderão ter sua distribuição e ciclo de vida modificados devido às alterações no clima. Os acidentes geralmente são mais frequentes entre os meses de outubro e abril, quando ocorre aumento da temperatura e atividade humana no campo, além de ser o período no qual esses animais estão mais ativos buscando alimento e parceiros para reprodução. Agora imagine se a temperatura ficar alta durante mais meses no ano? Exatamente! Esses animais

ficarão ativos durante mais tempo, com potencial para aumentar o número de acidentes.



Tityus stigmurus

Crédito: Cláudio Maranhão - FLICKR

Um exemplo prático é o escorpionismo¹ no estado de São Paulo (SP). Há alguns anos atrás os acidentes com escorpiões estavam restritos somente à região noroeste do estado. Mas recentemente existe um grande número de acidentes registrados em todo o território paulista! Inclusive em áreas que nunca tinham sido notificados antes. Essas alterações na distribuição das espécies de escorpiões podem levar a uma amplificação das áreas de risco de acidentes. Com as mudanças climáticas espera-se que as zonas de co-ocorrência entre seres humanos e espécies venenosas mudem no espaço e no tempo. Os futuros cenários climáticos também afetarão a atividade humana e o deslocamento da

¹ Escorpionismo: Envenenamento causado por picada de escorpião ou quadro clínico resultante do acidente escorpionico.

população, assim como a redistribuição das espécies de escorpiões. Esses fatos irão proporcionar uma maior interação entre homem e artrópodes, o que irá amplificar a ocorrência dos acidentes. Essa projeção poderá se efetivar, uma vez que as áreas dos surtos de acidentes escorpiônicos estão migrando para regiões com maior densidade populacional de São Paulo.

VOCÊ SABIA?

Os escorpiões brilham quando são expostos à luz ultravioleta (UV).

Eles absorvem a luz UV e a refletem em forma de fluorescência. De acordo com estudos realizados, os escorpiões percebem a luz ultravioleta emitida pela lua, por exemplo, e com isso conseguem encontrar um esconderijo (local sem a tal luz), mesmo enxergando mal. E ao que tudo indica essa percepção se dá por meio do seu exoesqueleto, e não por meio da visão.



Paruroctonus utahensis brilhando no escuro

Assim como em outros locais do mundo, os acidentes por escorpiões no Brasil são considerados de grande importância médica. Eles estão distribuídos por todas as regiões do país e são registrados com grande frequência. Com o desmatamento e invasão pelo homem das áreas onde os escorpiões vivem, pode-se observar ano após ano o aparecimento destes artrópodes cada vez mais próximos das cidades e convivendo com seres humanos.

Segundo dados do Ministério da Saúde, a sazonalidade (efeito das estações do ano) tem mostrado que há aumento significativo do escorpionismo nos períodos mais quentes e úmidos do ano. Em cativeiro, por exemplo, era possível observar até recentemente que o nascimento de filhotes acompanhava essa sazonalidade. Porém, atualmente pode-se observar o nascimento dos filhotes praticamente durante o ano todo, tanto em cativeiro quanto na natureza e, conseqüentemente, o número de acidentes tem acompanhado essa mudança. Além disso, são animais que “preferem” locais de altas temperaturas, mas atualmente é comprovada a resistência deles em uma variação de temperatura que vai de 14 °C a 38 °C podendo, em casos extremos, sobreviver a temperaturas abaixo de 8 °C.

Não podemos falar como o aquecimento global afeta esses seres vivos sem mencionar sua história natural, bem como algumas características morfológicas e biológicas desses animais. Os escorpiões são animais muito antigos. Estão na face da Terra há mais de 450 milhões de anos, com registros fósseis que datam do período Siluriano. No Brasil, por exemplo, a presença de

escorpiões perigosos foi registrada já na época colonial pelo Padre José de Anchieta em carta escrita aos seus superiores, por volta de 1560, quando descreve “não matam, mas incomodam extraordinariamente, de modo que a dor produzida não passa antes das 24 horas”. Desde o surgimento desses artrópodes muitas coisas já aconteceram no planeta, inclusive o aparecimento e a extinção dos dinossauros e a emergência dos seres humanos. Registros fósseis, tanto em rochas como em âmbar, mostram a grande semelhança entre os exemplares daquela época e os atuais, mostrando assim o grande sucesso de sua evolução. O que mudou de lá pra cá foi praticamente apenas o tamanho, pois no início podiam chegar a quase um metro e meio, e atualmente não ultrapassam 20 cm ou 23 cm.



São animais que se adaptaram ao meio terrestre graças à proteção oferecida por sua carapaça

quitinosa que os ajudou na transição do ambiente aquático. Essa carapaça oferece proteção ao animal e, por ser rígida, é trocada periodicamente até o indivíduo ficar adulto. Ela é composta de várias camadas com origem e funções diferentes tais como: sustentação do corpo, proteção contra substâncias nocivas, luz e calor, retenção de água e resistência à falta dela etc.



Escorpião Androctonus evidenciando sua carapaça rígida.

Créditos: Adam Henning - FLICKR

Apesar de possuírem muitos olhos, os escorpiões não têm uma visão boa e enxergam muito mal. Para superar esta falha eles possuem vários órgãos sensoriais distribuídos por seu corpo. Esses órgãos podem ser mecanorreceptores (detectam movimento) e/ou quimiorreceptores (detectam substâncias presentes no ambiente). Os receptores podem ser fendas, pelos, cerdas e espinhos, tudo externamente quitinizado e ligado ao seu sistema nervoso. Também possuem os

pentes², localizados na parte ventral do corpo e fundamentais para o seu sistema sensorial.



Ilustração: Gabriela Luiza

Atualmente os escorpiões podem ser encontrados nos mais variados ambientes e em situações muito adversas, vivendo em quase todos os ecossistemas terrestres como desertos, savanas, cerrados, florestas temperadas e tropicais. Encontram-se sob pedras, madeiras, troncos podres, alguns se enterram no solo úmido das matas, outros na areia dos desertos, podem até ser encontrados nas partes mais altas das árvores. Já foram encontrados desde o nível do mar até mais de 4 mil metros de altitude, ainda assim, “preferindo” as regiões tropicais e subtropicais

2 Pentes: estrutura corporal localizada na posição ventral (como se fosse a barriga) do escorpião, com a qual ele consegue sentir as alterações do meio ambiente.

do planeta. Várias espécies são habitantes de cavernas, outras vivem ao longo das praias e na zona entre marés.

O hábito noturno é registrado para a maioria das espécies, enquanto que o diurno tem sido observado em algumas espécies que vivem em grutas, florestas tropicais e zonas litorâneas. Os escorpiões são carnívoros alimentando-se, principalmente, de insetos e aranhas. O canibalismo pode ocorrer em consequência da competição pelo espaço. Estudos mostram que os escorpiões apresentam grande resistência a longos períodos sem água e alimento conseguindo, em alguns casos, se reproduzir mesmo depois de 400 dias sem alimentação. Essas adaptações podem, inclusive, ter contribuído para o sucesso evolutivo do grupo. Quanto aos seus predadores, pode-se citar os camundongos, quatis, macacos, sapos, lagartos, corujas, seriemas, galinhas, algumas aranhas e formigas.



Mesobuthus martensii se alimentando.

Créditos: FLICKR

VOCÊ SABIA?

Pseudoescorpião

Os pseudoescorpiões são conhecidos como “falsos escorpiões”, pois se assemelham muito com os escorpiões. Mas como diferenciar um pseudoescorpião de um escorpião se eles são tão parecidos?! Os escorpiões possuem uma estrutura chamada de metassoma, que é nada mais do que aquela famosa cauda que possui o “ferrão”, já os pseudoescorpiões não possuem essa estrutura. Desta forma fica bem mais fácil diferenciá-los. Apesar do seu pequeno tamanho essas criaturinhas são grandes predadores podendo, algumas espécies, atacar presas 60 vezes mais pesado do que um único indivíduo. Além disso, os pseudoescorpiões mais antigos datam de cerca de 380 milhões de anos atrás, época do período Devoniano. Estes seres são, praticamente, pequenos “dinossauros”.



Crédito: Cristina Menta (Wikipedia)

O aumento da distribuição de algumas espécies perigosas para o homem como *Tityus serrulatus* e *Tityus stigmurus*, as principais causadoras de acidentes e óbitos no Brasil, representa uma preocupação muito grande principalmente porque elas podem se reproduzir por partenogênese. Nesse tipo de reprodução o indivíduo, quando se torna adulto, pode produzir novos filhotes sem a necessidade de acasalamento, o que facilita sua proliferação. E como são animais de fácil adaptação a qualquer ambiente, uma vez transportados de uma localidade a outra, se instalam e se proliferam com muita rapidez.



Tityus serrulatus tendo filhotes.

Créditos: José Roberto Peruca - FLICKR

A interferência do homem tem sido fundamental para o sucesso dos escorpiões nas áreas urbanas. O crescimento urbano desordenado, com deficiência em estruturas sanitárias, de saúde e habitação, por exemplo, faz com que esses animais encontrem cada vez mais condições propícias para sua sobrevivência. Apesar de serem poucas as

espécies no Brasil e no mundo consideradas perigosas para os humanos, deve ser levada em consideração a grande capacidade desses animais de se adaptarem e se proliferarem no meio urbano.

Assim, levando em consideração todas as características e adaptações apresentadas, podemos dizer que os escorpiões são grandes privilegiados em relação aos efeitos do aquecimento global. Seja em altas ou baixas temperaturas, chuva ou seca e demais transformações climáticas, os escorpiões mostram a cada dia o quanto são bem adaptáveis, o que para nós humanos é preocupante!

5.2 ARANHAS: ELAS PODEM SER NOSSAS ALIADAS?

| Paulo André M. Goldoni - @goldonipaulo

Agora vamos falar sobre aquele bicho horrível, com oito “patas”³, todo peludo e que solta teias! Aí a gente já imagina a cara de nojo de quem começou a ler este texto. Dá até pra ouvir a palavra: credo! Mas vamos organizar nossas informações e, quem sabe, possamos até lidar com possíveis medos em relação às aranhas. Afinal, a grande maioria tem horror destes invertebrados que são tão peculiares quanto um inseto “fofinho” como, por exemplo, as joaninhas e as borboletas. Algumas das ideias propostas neste capítulo é que possamos entender o papel das aranhas no meio em que coabitamos, sua importância ecológica, farmacológica e, princi-

3 “Patatas”: para os artrópodes podemos designar como patas ou pernas, os dois termos estão corretos!

palmente, desmistificar o medo traumático que a maioria das pessoas possuem.

Fica inviável falarmos qualquer coisa sobre aranhas se não pensarmos em classificá-las e quantificá-las. Seria o primeiro ponto abordado em relação a como poderíamos conhecê-las! Aranhas são animais invertebrados que habitam os mais diversos locais do nosso cotidiano, desde o sótão da nossa garagem, passando pelas imensas árvores da Mata Atlântica ou dos ambientes mais remotos e quentes



Ilustração: Kimberly Brito

da nossa Caatinga. Se formos quantificá-las podemos estimar que, segundo estudos de catalogação e identificação, em torno de 10% das 48.422 espécies conhecidas no mundo estejam no Brasil. Estes números são possíveis graças ao esforço de um dos maiores aracnólogos do nosso tempo: Dr. Norman I. Platnick (1951-2020), responsável pela criação de um catálogo no qual contém todas as informações necessárias para a identificação e quantificação das espécies de aranhas do mundo.



Vitalius paranaensis, conhecida como caranguejeira.
Crédito: Alexandre V. Ribeiro



Cheiracanthium inclusum (esquerda) e *Prorachias* sp. (direita).
Crédito: Rafael P. Indicatti.

Elas podem ser divididas em dois grupos: “aranhas verdadeiras” e “aranhas caranguejeiras”. Esses termos – verdadeiras e caranguejeiras – criaram uma enorme confusão. Existem aranhas “falsianas”? Tem aranha que vive no mangue, como os caranguejos? Afinal, caranguejeiras lembram um caranguejo, certo?! Não! As aranhas receberam essa classificação devido à posição dos seus ferrões inoculadores⁴ de veneno (toxinas).

Quando esses ferrões são paralelos ao eixo do corpo da aranha são conhecidas popularmente como aranhas caranguejeiras. Agora, quando esses ferrões estão em “posição que lembram um pêndulo” são as chamadas aranhas verdadeiras. As toxinas têm como principal função a imobilização de suas presas para que a aranha possa se alimentar, servem também para se defender de predadores.



Quelíceras de Araneomorphae (esquerda) e Mygalomorphae (direita).

Crédito: Alexandre V. Ribeiro.

⁴ Ferrões inoculadores: nas aranhas também são conhecidos como quelíceras. São estruturas afiadas que servem para injetar veneno na presa e capturar alimentos.

As aranhas são excelentes escaladoras! Graças aos seus pelos (invisíveis a olho nu) escalam qualquer tipo de superfície. Agora você consegue entender como elas podem estar no box do seu banheiro ou na sala de algum arranha-céu. Apesar desse potencial de mobilidade, não podemos esquecer que a ação humana é fundamental para que elas se espalhem. Afinal é muito comum que exemplares de aranhas sejam carregadas em caixas de frutas ou vasos de plantas, por exemplo.



Outra capacidade das aranhas é a de tecer teias. Não é exclusividade destes invertebrados, sabemos. Você já deve ter ouvido falar sobre o bicho da seda, certo? É verdade que teia e seda são diferentes, mas tanto as aranhas quanto essas larvas de mariposa possuem glândulas que secre-

tam uma substância líquida (proteínas) que, ao entrar em contato com o oxigênio, endurece. As aranhas, no entanto, possuem estruturas específicas – as fiandeiras – que as possibilitam elaborar teias tão diferentes (grandes, pequenas, regulares, irregulares, em lençol etc.).

As aranhas têm como função principal realizar o controle biológico no meio em que habitam, independentemente de sua classificação. Esse meio pode ser também o mesmo que habitamos. Isso significa que aranhas e seres humanos podem ser coabitantes de um mesmo ambiente. Sendo assim, você não precisa se sentir um azarado ou sortudo por encontrar uma aranha na sua sala, quarto, cozinha. Infelizmente, esse encontro tem se tornado cada vez mais comum devido às modificações físicas do ambiente natural onde elas habitavam.



Trichonephila clavipes conhecida como "aranha do fio de ouro".

Crédito: Carla M. Viegas



Essas modificações que o ambiente vem sofrendo não são benéficas nem para os seres humanos nem para as aranhas. Entretanto, em uma situação que haja aumento de temperatura ou mesmo piora na qualidade do ar, esses aracnídeos teriam melhor adaptação por conta da sua biologia que é muito mais favorável a mudanças do que a dos humanos. Isso pode causar um aumento do número de aranhas que possuem veneno perigoso aos humanos e animais domésticos, mesmo que sejam poucas as espécies capazes de causar acidentes. É importante lembrar que essas aranhas só causarão algum tipo de acidente caso sintam-se ameaçadas e que, na maior parte das vezes, somos nós humanos que estamos invadindo o habitat delas, e não o contrário. Por outro lado, a grande maioria das aranhas são

benéficas, uma vez que muitas delas se alimentam de algum inseto que pode ser vetor de doenças.



Latrodectus geometricus, conhecida como viúva amarela ou viúva marrom.

Crédito: Alexandre V. Ribeiro

É muito comum ouvir relatos de como seria possível exterminar todas as aranhas. Os motivos? Os mais diversos possíveis “Não quero que entrem na minha casa!”, “Aranhas vão matar meus cachorros!”, “Aranhas vão ‘comer’ meu bebê!”, “Aranhas são feias, não merecem viver!”. Essas afirmações são ditas pelas mais variadas pessoas, com diferentes formações técnicas (alfabetizados, graduados, pós-graduados), exemplificando apenas que há falta de informação básica para todo mundo, dificultando para qualquer um o entendimento de que esses animais não são vilões malignos.

Como visto, aranhas não são, necessariamente, malélicas. E como é possível afirmar isso?



Simples! As aranhas causam acidentes em seres humanos. Notaram o substantivo “acidente”? Isso mesmo! Um acidente. Aranhas quando picam os seres humanos estão apenas se defendendo! Mas esse ato de defender não é racional. Algumas aranhas apenas picam quando comprimidas contra o nosso corpo. Algumas passam em nosso corpo ou caem em nossas cabeças (sim, eu sei que veio aquela cena de filme de terror na sua mente) e nada acontece (com exceção do susto). Pensemos: por que a gente acha triste ou revoltante matar um leão, um golfinho, um elefante? O que te gera revolta? E se aplicar a uma aranha? Se bus-

carmos justificativas simplistas poderíamos pensar “Ah, a aranha vai me picar e eu vou morrer!”. Tá, e o leão? Vai fazer o quê? Lamber?

Mas também não podemos esquecer de dizer sobre seu “veneno” (toxina). Temos exemplares que possuem esse “veneno” ativo em seres humanos. Esses tipos podem ser classificados como de interesse em saúde ou de interesse médico. Podemos agrupar suas representantes da seguinte maneira: aranha armadeira (gênero *Phoneutria* spp.), aranha marrom (gênero *Loxosceles* spp.) e aranha viúva-negra (gênero *Latrodectus* spp.). Veja a figura.



Phoneutria nigriventer conhecida como "aranha armadeira".
Crédito: Rafael P. Indicatti.



Loxosceles amazonica conhecida como aranha marrom.
Crédito: Rafael P. Indicatti.



Nephilingis cruentata
conhecida
como aranha
de telhado ou
Maria Bola.
Crédito: Paulo
A. M. Goldoni.



Crédito: PIXABAY



Latrodectus gr.curacaviensis conhecida como Flamenguinha.

Crédito: Flávio U. Yamamoto.

Há dificuldades quanto à identificação desse grupo de aranhas no ato do acidente, o que confirma a necessidade de nos informarmos e sabermos cada vez mais sobre esses artrópodes. Por exemplo, as espécies do gênero *Latrodectus* spp. (“viúva-negra”) necessitam de estudos taxonômicos⁵ para que possamos realmente confirmar sua distribuição, possibilitando um empenho junto aos órgãos de Saúde Pública na elaboração de anti-veneno (soro) a ser usado em caso de acidentes. Além disso, é urgente a necessidade de mais atenção, bem como recursos técnicos e monetários para a ciência. Essa é única maneira para que possamos explorar inúmeros benefícios para a sociedade: conservação ambiental, desenvolvimento na farmacologia (medicamentos), entre outras coisas.

5 Estudos taxonômicos: estudos que têm alguma relação com a nomeação, identificação e classificação dos seres vivos em questão.

5.3 LAGARTAS URTICANTES: O QUE TE CONTAM SOBRE ELAS PODE SER UMA MENTIRA CABELUDA

| Heitor Fernandes Leme - @ilustr.heitor

| Eloá Pires Barbosa - @eloapb

| Flávia Virginio - @flavia.virginio



O aumento da ocorrência das lagartas em áreas urbanas é uma realidade e as principais causas são fatores que incluem alterações climáticas, redução de inimigos naturais e desmatamento. A crescente urbanização e a grande capacidade adaptativa dessas espécies contribuem consideravelmente para sua expansão territorial. O hábito polífago (comem de tudo) dos seus imaturos é outro fator favorecedor de sua disseminação, já que sua dieta se adapta tanto a várias plantas na-

tivas quanto às exóticas, incluindo cedro, ipê, urtiga, figueira, figueira do mato, cafeeiro, caqui, pessegueiro, abacateiro, seringueira, pereira, aroeira, ameixeira, araticum e plátano.



Crédito: PIXABAY

Todas as lagartas, tanto de borboletas quanto de mariposas, possuem sua importância ecológica e são benéficas para o meio ambiente. Entretanto, tudo que existe em desequilíbrio não é bom, certo? Além disso, algumas lagartas de mariposas recebem uma atenção maior quando falamos de acidentes e, conseqüentemente, de importância médico-veterinária. Em algumas espécies de mariposas as fases imaturas (lagartas ou taturanas) podem causar acidentes, pois possuem estruturas em forma de espinhos que, ao entrarem em contato com a pele humana ou de algum outro animal, se quebram e liberam uma toxina que pode causar desde alergia, irritabilidade, dor e queimação até quadros hemorrágicos e insuficiência re-

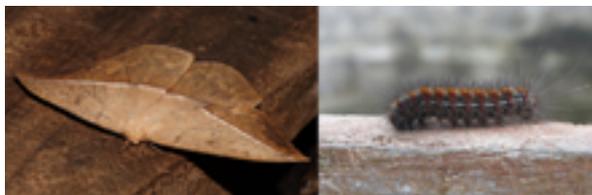
nal em casos graves. Além disso, acidentes com a fase adulta das mariposas, mesmo que mais raros, também podem acontecer.



Borboleta e mariposa

Crédito: Peter Miller e Daniel Spiess - FLICKR

Os acidentes costumam ser associados principalmente a três famílias de mariposas: Megalopygidae, Saturniidae e Erebiidae (antiga Arctiidae). Os gêneros mais importantes da família Megalopygidae são *Podalia* e *Megalopyge*, enquanto que na família Saturniidae destacam-se as lagartas dos gêneros *Automeris*, *Dirphia* e *Lonomia*, e os adultos do gênero *Hylesia*, e em Erebiidae as lagartas mais importantes são do gênero *Premolis*. Os imaturos (jovens) das espécies *Lonomia achelous* e a *Lonomia obliqua* são as principais responsáveis por acidentes graves com humanos no Brasil e, por isso, daremos um foco maior a elas neste capítulo.



Lonomia achelous e a *Lonomia obliqua*

Crédito: Adaptado de PIXABAY



Ilustração: Anne Teixeira

Da mesma forma que todos os outros insetos, as lagartas apresentam sistema digestório completo, sistema nervoso, sistema circulatório e a respiração é realizada por meio de aberturas laterais, chamadas de espiráculos. Como as demais lagartas de borboletas e mariposas, seu corpo é vermiforme⁶ e segmentado, semelhante ao de uma minhoca, porém dividido em cabeça, tórax

6 Vermiforme (corpo vermiforme): formato cilíndrico, que lembra um verme.

contendo três pares de pernas verdadeiras e abdômen com quatro pares de falsas pernas, dotadas de ganchos para fixação e locomoção.

A distribuição geográfica de *Lonomia* abrange as Américas Central e do Sul. No Brasil, são encontradas desde o Rio Grande do Sul até o Amapá. Vivem naturalmente em regiões de florestas, mas já foram encontradas em árvores frutíferas cultivadas isoladamente ou próximo a residências no meio rural, bem como próximo de manchas de vegetação presentes em áreas urbanas. Na fase imatura apresentam comportamento gregário, formando grandes agrupamentos nos troncos de árvores hospedeiras, sendo as principais: abacateiro, ameixeira, araticum, cedro, figueira-do-mato, goiabeira, ipê, pereira, pessegueiro, plátano e seringueira.



Crédito: Wikipedia

São animais de ciclo de vida holometábolo, isto é, que compreende quatro fases: ovo, larva, pupa e adulto. Com base em *Lonomia obliqua*, a espécie mais estudada do gênero, o ciclo com-

O aquecimento global também implicará no maior desenvolvimento desses lepidópteros, o que possivelmente acarretará aumento populacional deste grupo

pleto dura cerca de seis meses. Os ovos são colocados agrupados ou isolados e ficam presos às folhas e tronco da planta hospedeira por meio de substância adesiva. Sua coloração inicialmente é verde-clara e ganha aspecto transparente quando férteis, ou amarelado quando estéreis.

Após o período de incubação do ovo (cerca de 17 dias) eclodem as lagartas, cujo tamanho varia de 6,0 cm a 7,0 cm e a coloração varia entre verde, castanho-claro ou escura e marrom, com três listras longitudinais escuras no dorso. Além disso, há uma pequena mancha branca de contorno irregular no dorso do terceiro segmento torácico. As lagartas possuem o corpo revestido por espinhos ramificados (semelhantes a pinheiros) verde-claros, ou marrons com extremidades escuras. Elas se camuflam muito bem nos troncos das árvores durante o dia e alimentam-se das folhas durante a noite. Contando com seis instares (subfases), a fase de lagarta dura cerca de 90 dias. No final do último instar larval as lagartas se dirigem ao solo, onde cada uma formará seu casulo, tornando-se pupas de cor castanho-avermelhada, sob restos vegetais. A duração desta fase varia de 30 a 100 dias de acordo com as condições ambientais, sendo uma média de 70 dias.

A partir das pupas emergem os adultos, os quais apresentam peças bucais atrofiadas, ou seja, sem a presença de probóscide⁷ (aparelho sugador). Por conta disso, nesta fase não se alimentam, apenas consomem as reservas obtidas nas fases anteriores, ou seja, ficam apenas “queimando as gordurinhas” acumuladas durante a fase larval. Essa última fase é de curta duração (em média seis dias).



Lagarta camuflada em uma árvore

Crédito: Kateelkshetra - Wikipedia

Os acidentes, em geral, acontecem quando a pessoa se apoia em troncos ocupados com colônia de lagartas. Lembra que elas ficam todas agrupadas? Assim, as regiões mais atingidas são as mãos e braço/antebraço. Além da manifestação de sintomas inespecíficos como dores de cabeça e náuseas, após o contato, a pessoa sente dor e

⁷ Probóscide: também conhecida como “probóscida”, é um apêndice alongado que se localiza na cabeça de algumas de algumas espécies de animais, no caso dos artrópodes é o aparelho bucal longo.

queimação no local, seguidas por desconforto e dor generalizada pelo corpo. Quadros hemorrágicos podem ocorrer entre duas horas e 72 horas após o contato, aparecendo manchas escuras no local; em geral incluem hemorragia gengival, uterina, sangue presente na urina e sangramentos em feridas recentemente cicatrizadas. Em casos graves, os sintomas evoluem para insuficiência renal aguda e síndrome hemorrágica, com sangramentos maciços que exigem reposição de concentração de hemácias e podem levar a óbito.

VOCÊ SABIA?

Colocar a mão nos seus olhos após tocar em uma borboleta não cega!

Quantas vezes você já foi alertado ou já soube de alguma história relacionada a colocar a mão na asa de uma borboleta ou mariposa e ficar cego? Deixa a gente te contar uma coisa, isso é MITO!

Entretanto, é claro que alguma irritabilidade pode ocorrer, porque se você encostar em alguma estrutura do corpo deste indivíduo e ela se soltar, será um “corpo estranho” entrando no seu olho e isso pode machucá-lo. Caso você não lave, pode infeccionar e causar um problema mais sério. Mas isso não significa que a estrutura do corpo da borboleta ou da mariposa vai te cegar, mas sim a falta de cuidado que você teve.

Então, caso isso aconteça, lave os olhos com bastante água. E vem cá, o melhor mesmo é nem encostar na borboleta ou na mariposa, né? Pra quê você vai colocar a mão na asa da coitada?

Posso saber?

O gênero *Lonomia* ganhou importância no final da década de 1980, com os primeiros registros de acidentes fatais. Os estados da região sul ainda apresentam as maiores proporções de casos, seguidos de São Paulo e Minas Gerais. Pouco ainda se sabe sobre a biologia dessas mariposas, entretanto, como qualquer outro artrópode que mencionamos neste livro, devido às ações antrópicas elas também estão sendo pressionadas a ocupar a área urbana e isso implica diretamente no aumento de acidentes. Além disso, o aquecimento global também implicará no maior desenvolvimento desses lepidópteros, o que possivelmente acarretará aumento populacional deste grupo.

COMO EVITAR ACIDENTES?

- Observar os troncos das árvores antes de apoiar-se, verificando a presença de lagartas;
- Verificar se as folhas das plantas foram consumidas por insetos;
- Ter cuidado ao pisar ou sentar embaixo de árvores, pois as lagartas podem estar agrupadas no solo, sob restos vegetais, pouco antes de empupar;
- Observar a presença das mariposas (adultos) próximo às fontes de iluminação de residências rurais, pois as mariposas são atraídas pela luz.

QUAIS SÃO OS PRIMEIROS SOCORROS NO CASO DE ENVENENAMENTO POR *LONOMIA*?

- Lavar bem o local com água corrente;
- Procurar atendimento no posto de saúde ou hospital mais próximo e solicitar um teste de coagulação do sangue imediatamente.

- Coletar as lagartas cuidadosamente com luva de borracha de cano longo e pinça, colocá-las em um recipiente bem vedado com tampa perfurada e algumas folhas da planta hospedeira, encaminhando-as imediatamente para uma instituição capaz de realizar a identificação.
- Não se deve queimar as lagartas nem eliminar a planta hospedeira.

ONDE OBTER INFORMAÇÕES SEGURAS E/ OU ENTREGAR ESSES INSETOS

Um destino indicado é o Instituto Butantan, o qual possui interesse em receber animais venenosos e peçonhentos, inclusive *Lonomia* e outras lagartas, que são as únicas fontes de produção de soro antinômicos. Outros lugares para obter informações: Sociedade Brasileira de Toxicologia, Associação Brasileira de Centros de Informação e Assistência Toxicológica, Agência Nacional Vigilância em Saúde (ANVISA).

AVISTOU LAGARTAS E ESTÁ EM DÚVIDA SOBRE A IDENTIFICAÇÃO TAXONÔMICA?

Entre em contato com o SAC do Instituto Butantan: sac@butantan.gov.br

5.4 CENTOPEIAS E PIOLHOS-DE-COBRA: PERNAS PRA QUE TE QUERO!

| Luiz Felipe Moretti Iniesta - @luizfelipeiniesta

| Rodrigo Salvador Bouzan - @rodrigobouzan



Ilustração: Gabriela Luiza

Os miriápodes (= Myriapoda) têm seu nome derivado da junção das palavras em latim myriad (miríade, dez mil) e podus (pés), remetendo à grande quantidade de pernas que seus indivíduos possuem. Os miriápodes, assim como os crustáceos, quelicerados⁸ (aranhas e escorpiões) e os hexápodes⁹ (insetos e aparentados), compõem os grupos vivos dos artrópodes. Diferentemente dos demais, os miriápodes tem como principal, po-

8 Quelicerados: que possuem estrutura corporal chamada quelícera, as quais são estruturas afiadas que podem servir para injetar veneno na presa e capturar alimentos (escorpiões e aranhas)

9 Hexápodes: seres vivos que possuem seis pernas (ou patas).

rém não exclusiva, característica o corpo dividido em cabeça e tronco alongado. Quatro classes compõem o grupo dos miriápodes (veja o box).

DIPLOPODA

A exemplo da etimologia do subfiló, o nome dessa classe também é intuitivo: presença de dois pares de pernas por segmento corpóreo (= anel).

Os nomes empregados para esses animais são millipedes ou milpiés (mil pernas, em ambos os casos). A espécie com o maior número de pernas é de fato um Diplopoda, mas com “apenas” 750 pernas. No Brasil, estes animais recebem diferentes nomes de acordo com a região onde são encontrados, como piolho-de-cobra, gongolos, gongo, embuás e centopeias-telhadinho. Os millipedes estão entre os primeiros animais que colonizaram a Terra durante o período Siluriano (410-440 milhões de anos atrás). É o grupo de maior riqueza entre os miriápodes, com cerca de 12.000 espécies descritas.



Crédito: Steve Fernie - FLICKR

CHILOPODA

Se os milípedes são referenciados como possuindo mil pernas, os centípedes (centopeias, lacraias e quilópodes) são os representantes de cem pernas. De fato, suas espécies apresentam variação entre 15 a 191 pares de pernas. São animais tipicamente predadores, possuindo como característica o primeiro par de pernas modificado em forcípulas, estrutura semelhante a uma garra, com associação de glândulas de veneno. Desta forma, todos os quilópodes são considerados animais peçonhentos.

O último par de pernas destes animais é usualmente estendido para trás e não utilizado para a locomoção. Aproximadamente 3.000 espécies compõem o grupo.



Crédito: Budak - FLICKR

SYMPHYLA E PAUROPODA

Ambas as classes formam o grupo popularmente conhecido como os micro-miriápodes, isto devido não apenas ao pequeno tamanho corpóreo, mas também pela diversidade bem menor em relação aos milípedes e as centopeias. Os sínfilos apresentam 160 espécies descritas. Os paurópodes, por sua vez, possuem cerca de 500 espécies. Ambos os grupos habitam majoritariamente solos úmidos e folhiços.



Crédito: Andy Murray - FLICKR

Os quilópodes, popularmente conhecidos como centopeias, são importantes no controle biológico devido ao seu hábito predador. Podem se alimentar de baratas, besouros, aranhas e até mesmo de ratos, morcegos e pequenas serpentes. Enquanto que os milípedes, sínfilos e paurópodes são importantes para a decomposição da matéria orgânica (como folhas e folhiços) e aeração do solo. Muitos estudos têm destacado a importância da gongo-compostagem, um adubo orgânico natural originado das fezes dos milípedes com auxílio de micro-organismos de solo. Diversos estudos, principalmente na Europa e América do Norte, têm destacado que a presença

de milípedes em um ambiente controlado pode influenciar positivamente na produtividade primária¹⁰. No Brasil, muitas empresas têm voltado suas atenções nesses animais, associando-os ao controle biológico, adubação natural e agricultura. No entanto, é importante destacar que muitas espécies, especialmente as introduzidas do Sudeste Asiático, também podem ser consideradas pragas agrícolas, alimentando-se principalmente de radículas de diversas plantas, frutas (tomate e maçã) e tubérculos (batata, mandiocinha e beterraba).



Crédito: PIXABAY

Os milípedes são conhecidos por secretarem substâncias ao longo de seu corpo. Algumas dessas, formadas por inúmeros compostos químicos, têm propriedades antifúngicas e até repelentes contra muriçoca, mosquitos e pernilongos. Pesquisas têm sido feitas pensando no uso dessas subs-

¹⁰ Produtividade primária: Em ecologia, chama-se produtividade de uma espécie, população ou ecossistema, a quantidade de matéria orgânica produzida por essa entidade num determinado período.

tâncias para repelir insetos transmissores de doenças, como a malária, já outras têm focado no efeito dessas substâncias como potencial alucinógeno.

VOCÊ SABIA?

Milípedes podem produzir cianeto

Diversas espécies da ordem de milípedes, chamadas *Polydesmida*, são capazes de produzir cianeto de hidrogênio (HCN). A exemplo disso, a espécie *Odontopeltis aleijadinho*, endêmica do sudeste do Brasil, é capaz de produzir esse composto como uma forma de proteção contra predadores. É importante destacar que a quantidade de cianeto produzido é insuficiente para matar humanos. Espécies que apresentam este tipo de proteção, geralmente, possuem manchas amarelas ao longo do corpo como se fossem um “aviso” aos seus predadores de “não mexa comigo”.



Fêmea de *Odontopeltis aleijadinho*

Crédito: Pedro H. Martins - FLICKR



As centopeias podem causar acidentes em humanos quando atacam com suas forcípulas¹¹, mas em geral o veneno delas é pouco tóxico aos humanos. No Brasil, segundo o Ministério da Saúde, embora sejam comuns relatos de acidentes, não há casos comprovados de morte humana relacionada às centopeias. Mas atenção: óbitos têm sido relatados em diversos outros países. Espécies de milípedes

¹¹ Forcípula: Estrutura conectada por um ducto com glândulas de venenos nos quilópodes.

e de centopeias relacionadas aos acidentes com humanos são em sua maioria sinantrópicas, isto é, ocorrem com frequência em espaços urbanos como jardins e casas. Para qualquer acidente que aconteça com ambos os grupos, torna-se imprescindível o conhecimento de qual é a espécie causadora. Portanto, é importante que, sempre que possível, o espécime seja levado junto ao acidentado até um posto de saúde, onde um profissional capacitado fará a identificação correta.



Crédito: PIXABAY



Crédito: Michele Nobrega - FLICKR

O fato de as mudanças climáticas estarem acontecendo em velocidade acima do normal causa muita preocupação em relação a todos os grupos de animais. Mas, e para os miriápodes? Bem, não se sabe ao certo quais seriam os efeitos da mudança climática. No entanto, dois cenários são possíveis de serem cogitados: 1) algumas espécies podem sofrer com as mudanças climáticas e até serem extintas; 2) outras espécies podem ser beneficiadas pelas mudanças e expandir sua distribuição atual. Miriápodes apresentam espécies restritas a pequenas áreas, além de sofrerem estresse hídrico muito forte (perda de água). Mudanças

climáticas que influenciam regime de chuvas, cursos de rios e manchas de vegetação podem ocasionar extinção de espécies em um curto período de tempo. Algumas espécies podem apresentar modificações fisiológicas para facilitar a respiração, contrabalanceando com a perda de água. No entanto, caso aumente a temperatura (1,0 °C ou 2,0 °C, por exemplo), suas populações podem ser reduzidas a níveis críticos pelo estresse hídrico.

Sínfilos e paurópodes apresentam hábito restritivo, de forma que qualquer variação mínima das condições climáticas, como a umidade relativa do ar, pode ser muito prejudicial. Infelizmente, já é estimado que, além das prováveis alterações climáticas (média de temperatura anual e precipitação), também haverá um aumento na frequência e na intensidade de eventos extremos (como chuvas torrenciais). O que será um cenário catastrófico para espécies que dependem das condições particulares de cada ambiente.

Em contrapartida, as espécies que são comumente relatadas em acidentes com humanos costumam apresentar uma característica chamada plasticidade biológica. Elas entram naquele segundo grupo, o dos que podem se beneficiar, em partes, das mudanças climáticas. Essas espécies podem adaptar sua fisiologia ou hábito dependendo das condições ambientais. Em ambientes competitivos com espécies endêmicas, isto é, naturais do ambiente, variações mais acentuadas das condições climáticas podem fazer com que as invasoras aumentem sua abundância e, por consequência, aquelas nativas sejam extintas.

Atenção novamente! Um maior cuidado deve ser tomado com possíveis acidentes com humanos. Estudos têm relatado que variações nas condições ambientes podem levar a mudanças na composição das substâncias secretadas por espécies de milípedes, ou mesmo aumentar o contato de centopeias com pessoas, inclusive crianças e idosos. Levando em consideração a imprevisibilidade das mudanças climáticas, uma atenção redobrada deve ser dada a essas espécies.

Enfim, a discussão levantada sobre os acidentes com humanos e mudanças climáticas é muito importante no contexto brasileiro. O principal motivo é que muito pouco se sabe ainda sobre miriápodes no país. Embora eles apresentem importância na agricultura e medicina, poucas pesquisas são feitas sobre esse grupo no Brasil.



Ilustração: Ariel Guedes Farfan (L-AIC)

5.5 ABELHAS: QUANDO O NÉCTAR É BOM ELAS VOLTAM!

| Carolina Almeida de Moura - @itscarolalmeida

| Jessica Carolina Fernandes Moraes - @jehfernandes

| Guilherme da Silva Lopes - @gui_biogo

| Vitor Moreira Lima - @vbaruk

| Tarcisio George - @tarcisiogeorge

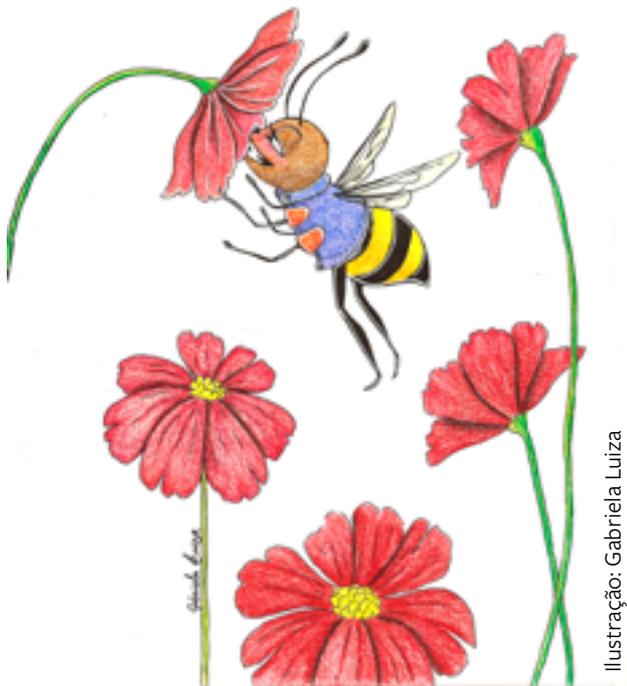


Ilustração: Gabriela Luiza

Vamos começar a falar desses fascinantes amigos do planeta e do meio ambiente: as abelhas. Mas espera! Elas não são aqueles insetos que possuem um ferrão que pode nos machucar e

que, quando isso acontece, dói, incha e pode até levar à morte? Muito bom esse questionamento, realmente pode acontecer isso sim. Abelhas podem ferroadar, mas essa estratégia é usada por elas como último recurso de defesa da colônia. E como temos mencionado ao longo de todo o livro, os acidentes acontecem por descuido nosso, e por que a gente, humano, tem invadido cada vez mais as áreas que são deles, os artrópodes.



Ilustração: Heitor Fernandes Leme

As abelhas, se pensarmos bem, são muito mais benéficas do que malélicas. E mais do que isso: as abelhas nativas do Brasil (as abelhas sem ferrão) só nos fazem bem! Em geral, as abelhas são incríveis catalisadores da polinização e da formação de novas sementes e frutos, contribuindo para a manutenção da biodiversidade. Além disso, elas nos fornecem gratuitamente o mel, própolis, geleia real e pólen.

Pelo ponto de vista ambiental, as ações humanas no planeta Terra não têm sido nada adequadas: uso abusivo de produtos químicos na agricultura que matam não só as pragas, mas toda a fauna pre-

sente contribuindo para o desequilíbrio ecológico, contaminação do solo e da água, além do desmatamento que cresce a cada mês para o plantio de monocultura e pecuária. Essas pressões, além das demais que já repetimos várias vezes por aqui, fazem as poucas abelhas que sobrevivem serem forçadas a migrarem e construírem seus ninhos na cidade o que, por sua vez, faz com que haja um aumento expressivo no número de registros de acidentes.



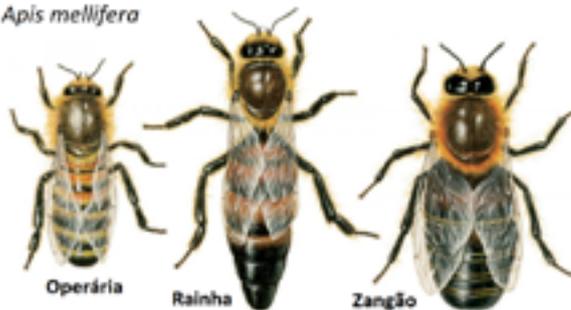
Crédito: PIXABAY

Estudos têm mostrado que as abelhas e vespas estão povoando as cidades por falta de opção, pois seu habitat natural tem sido modificado, tornando-se inviável para elas. As abelhas africanizadas da espécie *Apis mellifera* vivem em colônias de aproximadamente 50 mil a 80 mil indivíduos organizados e divididos em três castas, de acordo com a função: rainha, operárias e zangões. Cada casta possui a sua morfologia, fisiologia e comportamento diferenciado, a fim de manter a sobrevivência e manutenção da colônia.



Ilustração: Samantha Marx de Castro

Apis mellifera



Linhas das abelhas: rainha, operária e zangão

Crédito: Adaptado de Enciclopédia Britânica (2006)

As abelhas possuem desenvolvimento completo, também chamado de holometábolo, e como as vespas e as formigas também são insetos sociais. Mas afinal, o que é um inseto social? Se você pensou em uma vida em sociedade, acertou! Esses insetos vivem em uma sociedade muito organizada, onde há divisão de tarefas, cuidados uns com os outros e com as gerações mais novas, a prole. Nessa sociedade vivem indivíduos em diferentes fases de vida: ovos, larvas, indivíduos jovens e adultos. Há também um grupo responsável pela reprodução da colônia, chamada casta reprodutora e representada pela “rainha”.



Ilustração: Samantha Marx de Castro

VOCÊ SABIA?

Como funciona a sociedade das abelhas?

As abelhas sociais são extremamente organizadas, formada por uma única rainha, com no máximo 400 zangões e em média 80 mil operárias. A principal função da rainha é depositar ovos, podendo chegar a 3 mil por dia. Os zangões copulam com uma nova princesa, a qual se tornará uma nova rainha e as operárias, assim que nascem, limpam os alvéolos de cera para que a rainha possa depositar seus novos ovos nas células de cria. Depois passam a construir estruturas do ninho e começam a preparar o alimento larval das novas crias. Em seguida, tornam-se guardas, cuidando e defendendo a colônia de inimigos. Por último, passam a ser campeiras que voam em busca de resinas, água, pólen e néctar. A comunicação das abelhas é realizada a partir de feromônios, tato e movimentos para indicar fontes de alimento, clima, perigo e diversos outros fatores.



Crédito: PIXABAY

Nas abelhas, cada colônia possui apenas uma rainha, esta pode permanecer ativa por até quatro anos e colocar aproximadamente 3.000 ovos por dia. As operárias são todas fêmeas e nascem de ovos fecundados, seu ciclo de desenvolvimento é de 21 dias e a expectativa de vida dentro da colônia está entre 40 dias e 50 dias. As operárias executam todos os trabalhos dentro da colônia: incubação e limpeza entre o primeiro e o terceiro dia de vida, nutrição das larvas entre o quarto e o 12º dia, produção de cera e voos de reconhecimento entre o sexto e o 12º dia, e atividades como campeira a partir do 13º dia. Além disso, realizam a higiene, ventilação, construção, guarda e coleta, agindo também como batedoras, receptoras e desidratadoras de mel.



Discos de cria de *Melipona quadrifasciata anthidioides* (abelha Mandaçaia)

Crédito: Guilherme Da Silva Lopes

Os zangões nascem de ovos não fecundados e podem ser originados de operárias quando a rainha está fraca. Não possuem ferrão, sendo a reprodução sua única função na colônia. Adquirem maturidade sexual aos oito dias de vida, seu

olfato é bem apurado, conseguindo localizar uma rainha a uma distância de dez quilômetros. Em decorrência do acasalamento eles morrem. O aparelho reprodutor do zangão fica preso ao corpo da rainha resultando em sua morte. Seu período de vida está entre 30 e 80 dias. Sua permanência na colônia só é aceita quando há bastante oferta de alimento, caso contrário, as operárias o expulsam. Quando isso ocorre ele fica à espera de uma nova rainha com quem possa acasalar nas proximidades das colônias.

Os locais de construção de ninhos no ambiente urbano são muito diversificados, geralmente em locais fechados e protegidos da chuva como ocos de árvore, forros, debaixo de piso de madeira, mas há casos em que se encontram em locais abertos, como frestas de muros, exaustores industriais, caixas de medidor de luz e água, móveis abandonados, entre outros.



Abelha Jataí (*Tetragonisca angustula*)

Crédito: Guilherme Da Silva Lopes

Em todo o mundo existem mais de 20.000 espécies de abelhas, com as mais variadas formas, cores, funções e tamanhos: desde a pequenina Jataí até a robusta Mamangava. No Brasil existem mais de 3.000 abelhas catalogadas, dentre elas as abelhas sem ferrão, também conhecidas como indígenas, pois eram e ainda são muito bem utilizadas pelos indígenas. Além deles, muitas populações sertanejas também cultivam abelhas de uma forma sustentável.



Mamangava (*Bombus terrestris*)

Crédito: Jürgen Mangelsdorf - FLICKR



Crédito: PXHERE

A maioria das abelhas é solitária, ou seja, não vive em sociedade ou em colônias com rainha e operárias. Neste caso, cada fêmea individualmente constrói e cuida do seu próprio ninho e morre antes mesmo de sua cria nascer. Elas constroem seus ninhos em orifícios de madeira em decomposição ou na terra. A outra parcela, a das abelhas sociais, vivem em grandes colônias (colmeias) de indivíduos formando ninhos. A alimentação de ambos os tipos, solitárias e sociais, consiste em pólen e néctar coletados diretamente das flores. O néctar é extremamente importante para as abelhas, pois fornece praticamente todos os carboidratos (açúcares) responsáveis pela fonte energética da dieta e a produção de mel. Além disso, como os outros seres vivos, as abelhas necessitam de água para viver, principalmente para o controle da umidade e temperatura da colônia. Em suas vesículas melíferas (papos de mel), elas transportam a água e o néctar coletados. As campeiras coletam o pólen com o auxílio dos pelos espalhados pelo corpo e armazenam o material em uma estrutura situada nas tíbias das pernas traseiras, denominada corbícula.

As abelhas possuem glândula de veneno e ferrão como meio de defesa. Sua ferroada causa dor, alergia e danos às vítimas. Para causar a morte de um ser humano saudável de 70 kg que não é alérgico seriam necessárias cerca de 1.500 ferroadas. Já para indivíduos alérgicos, se não tratados a tempo, uma única ferroada pode ser fatal, sendo que pessoas idosas e crianças representam os grupos de risco.



Crédito: PIXABAY

VOCÊ SABIA?

Qual a importância dos insetos polinizadores?

Se os insetos polinizadores sumissem da face da Terra, pelas mudanças climáticas por exemplo, isso afetaria muito a produção agrícola, comprometendo a geração de alimentos. Os insetos polinizadores contribuem para a produção de 75% das principais culturas alimentares do mundo. Então, caso eles desapareçam, teremos um problema muito sério.

Para evitar os acidentes, além de preservarmos o meio ambiente, consumirmos menos produtos com agrotóxico e desmatarmos menos as florestas, podemos optar pela remoção das colônias situadas em locais públicos ou domiciliares. Mas apenas profissionais devidamente treinados e equipados devem realizar essa atividade, pois as

chances de ocorrerem acidentes graves com pessoas despreparadas é muito grande. Esta remoção deve ser realizada preferencialmente em dias de céu limpo, evitando tempo nublado e chuvoso que as tornam mais agressivas.

É importante evitar a aproximação de ninhos de abelhas africanizadas *Apis mellifera* (as abelhas mais conhecidas por nós, brasileiros) sem estar com vestuário e equipamento adequados (máscara, macacão, botas, luvas etc.). Evite caminhar e correr na rota de voo percorrida pelas abelhas. Barulhos, vibrações, incidência direta de CO₂ (respiração), perfumes fortes, desodorantes, o próprio suor do corpo e cores escuras (principalmente preta e azul-marinho) desencadeiam o comportamento agressivo e, conseqüentemente, o ataque de abelhas. Sons de motores de aparelhos de jardinagem, por exemplo, exercem extre-

ma irritação nelas. No campo, o trabalhador deve ficar atento para a presença de abelhas, principalmente no momento de arar a terra com tratores.



Rainha de *Tetragonisca angustula* (abelha Jataí)

Crédito: Guilherme Da Silva Lopes

Ao se deparar com um enxame deve-se manter a calma e afastar-se lentamente, sem movimentos bruscos. As *Apis mellifera* possuem hábito de enxameamento, ou seja, periodicamente muitas abelhas (podendo chegar a 20 mil indivíduos) saem de suas colônias (colmeias) em busca de um novo lar. Isso pode acontecer por diversos motivos, tais como: ataque de outros animais como formigas, mudança brusca de temperatura, falta de espaço, envelhecimento da colônia, oferta abundante de alimento disponível etc. Durante o enxameamento várias castas saem da colônia, inclusive a rainha, o que intensifica a agressividade das demais castas que devem proteger sua rainha.

Quando ocorrer algum acidente com abelhas, primeiramente remova o ferrão com a ajuda de uma pinça ou agulha, mas faça isso sem pressioná-lo, assim você evitará que mais veneno seja injetado na pele; lave a região afetada com água fria e sabão; passe um antisséptico na pele; aplique uma pedra de gelo enrolada em papel toalha para reduzir o inchaço e aliviar a dor; passe uma pomada para picada de inseto na região afetada e deixe secar sem cobrir a pele. Em caso de acidente provocado por múltiplas picadas de abelhas leve o acidentado rapidamente ao hospital, se possível junto com alguns dos insetos que provocaram o acidente.

VOCÊ SABIA?

Abelhas africanizadas correspondem a mais de 90% do apiário brasileiro.

Resultado do cruzamento entre *Apis mellifera mellifera*, *Apis mellifera linguistica*, *Apis mellifera caucasica* e *Apis mellifera carnica* (europeias) e *Apis mellifera adansonii* (africana). As abelhas europeias foram trazidas a diversas regiões do Brasil com diferentes motivos e em variados períodos. As abelhas africanas são mais agressivas, porém apresentam maior resistência e produtividade. Elas foram trazidas para melhorar a produção de mel, cera e própolis no Brasil. No entanto, o cruzamento acidental deu origem à abelha híbrida africanizada, altamente produtiva e equivalentemente agressiva, a qual se espalhou rapidamente por todo território sul-americano e tem caminhado ao centro-norte da América.



Ilustração: Paula Ambrosio

O serviço ecossistêmico realizado pelas abelhas é fundamental para preservação e equilíbrio do ambiente, além de fazer parte da base da cadeia alimentar de outros animais. O seu papel ecológico é fundamental na manutenção e reprodução da grande maioria das espécies vegetais. Durante suas visitas às flores, as abelhas transferem o pólen de uma flor para outra, promovendo o que é chamado de polinização cruzada, ou seja, neste momento ocorre a troca de gametas entre as plantas. Uma boa polini-

zação garante a variabilidade genética dos vegetais e a formação de bons frutos com melhor sabor, maior peso e maior quantidade de sementes. Além disso, algumas espécies de abelhas também são capazes de dispersar sementes (melitocoria) sendo fundamental para a germinação de alguns vegetais.

Sem a colaboração das abelhas, muitas plantas deixariam de produzir frutos e sementes, podendo chegar à extinção

A ABELHA MORRE LOGO DEPOIS DE PICAR O HOMEM?

Isso ocorre com as abelhas que possuem ferrão na parte final de seu abdômen. Ele é uma espécie de pinça com três pontas, que ajudam a introdução do estilete o qual se prende na pele e com o auxílio de estruturas musculares, injeta o veneno. Após injetar o veneno, a abelha se esforça para voar tentando se desprender da vítima, porém o seu ferrão que é todo serrilhado, fica preso causando o rompimento do abdômen, e por isso, após alguns minutos, ela morre.

EXISTEM ABELHAS SEM FERRÃO?

O Brasil conta com cerca de 300 espécies de abelhas pertencentes à tribo Meliponini, sendo popularmente conhecidas como abelhas sem ferrão. Algumas dessas espécies são criadas para a produção de mel, que tem sido cada vez mais valorizado para fins gastronômicos. Ademais, cumprem um papel muito importante na polinização de plantas, permitindo a produção de sementes de várias espécies, muitas as quais são fundamentais para a alimentação humana. Sem a colaboração dessas abelhas muitas plantas deixariam de produzir frutos e sementes, podendo inclusive chegar à extinção das espécies.

COMO ELAS PRODUZEM O MEL?

A produção de mel ocorre essencialmente na cabeça da abelha, onde há glândulas que secretam duas enzimas: glicose oxidase e invertase. O mel é formado pela reação dessas substâncias com o néctar coletado das flores. A invertase converte a sacarose (tipo de açúcar contido no néctar) em dois outros açúcares: frutose e glicose. A glicose oxidase, por sua vez, transforma uma pequena quantidade de glicose em ácido glicônico, que torna o mel ácido, protegendo-o de bactérias que o fariam fermentar. As abelhas retiram a umidade do néctar fazendo a ventilação com as asas, conforme ocorre a desidratação o néctar fica mais denso e o açúcar fica mais concentrado se tornando mel. A falta de água e a concentração de açúcar faz com que microrganismos não se proliferem.



Crédito: PIXABAY

5.6 VESPAS E MARIMBONDOS: SERIA O FIM DA PICADA?

| Tarcisio George - @tarcisiogeorge



Vespas e marimbondos, assim como as abelhas, pertencem ao grupo dos himenópteros: insetos que apresentam asas membranosas. Essa denominação deriva do grego, no qual *hymen* significa membrana e *ptera* significa asa. Dentre eles há a família *Vespidae* que corresponde às vespas e marimbondos, com um total de 5.000 espécies no mundo. No Brasil, até o presente momento foram catalogadas 1.664 espécies. A projeção é que existam muito mais espécies, mas fatores como o desmatamento acelerado e uso abusivo de pesticidas em áreas próximas à mata nativa contribuem para que elas não sejam encontradas, além de fazerem com que o número de indivíduos das espécies que já são conhecidas diminua a cada dia. A velocidade da destruição e modificação do ambiente infelizmente é maior do que o da pesquisa científica.



Vespa do gênero *Polistes* sp.

Crédito: Matthew Fells - FLICKR

Dentre essa enorme variedade de vespas e marimbondos, mais de 90% são solitárias. A grande maioria atua como parasitoides, principalmente de lagartas, e são muito úteis nas lavouras por realizarem o controle biológico de pragas agrícolas. Menos de 10% são chamadas de vespas sociais, com diferentes níveis de eussocialidade¹²: quanto mais eussocial, mais desenvolvido será seu comportamento, tornando a colônia mais forte frente aos ataques de outras espécies e de predadores.

O ciclo de desenvolvimento das vespas e marimbondos é classificado como completo ou holometábolo. Após a cópula o desenvolvimento total

¹² Eussocialidade: é o mais alto grau de organização social dos animais presente nas sociedades mais complexas. Como exemplo podem ser citados as formigas, abelhas, vespas e cupins.

tem a duração máxima entre quatro e cinco semanas. A dieta das vespas sociais é composta de néctar, água, suco de frutas, proteínas e carboidratos obtidos através do consumo de outros insetos e até de animais em decomposição.

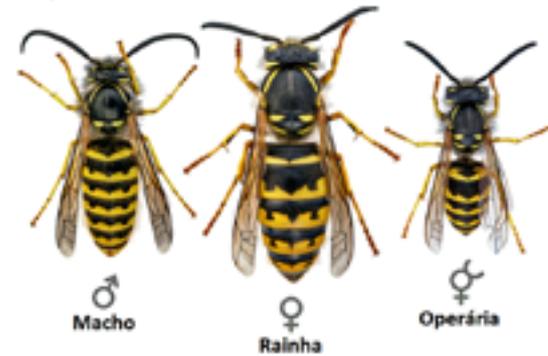


Vespa parasitando uma lagarta

Crédito: Ingeborg van Leeuwen - FLICKR

As funções são bem estabelecidas entre as castas: operárias, rainha e o macho o qual, diferente do que ocorre entre as abelhas, não é chamado de zangão. A função da rainha é de dar os comandos para as operárias, reproduzir e fundar um novo vespeiro. As operárias coletam resina para formação, estruturação e crescimento da colônia, cuidam e alimentam as larvas, além de defenderem a colônia. O macho fica responsável pela reprodução.

Vespula alascensis



Linhagens de vespas: rainha, operária e macho

Crédito: Adaptado de Oregon State University

Já nas vespas solitárias não existem castas e, nesse caso, cada indivíduo faz a captura dos recursos necessários disponíveis para a construção do abrigo. Há espécies em que as vespas cavam pequenos orifícios na terra, em outras elas inserem seus ovos dentro de indivíduos vivos onde as larvas se desenvolvem e se abrigam temporariamente. Em outras espécies as vespas depositam os ovos em estruturas de barro que podem ser como canudos ou arredondadas, logo em seguida saem à caça de pequenos artrópodes (principalmente aranhas), os anestesia com uma ferroada e os oferecem como alimento para as larvas que estarão na estrutura de barro, famintas. Após esse processo a vespa vai embora, não havendo cuidado prolongado com a prole; isso ocorre em 90% das espécies de vespa.

No grupo das vespas existem dois tipos de ninhos: aberto e fechado (veja as figuras). Muito diversos, eles podem variar em tamanho, estrutura, formato e quantidade de camadas de células

de crias. Pode haver desde um único favo descoberto e pequeno com 5,0 cm pendurado por um pedicelo (um tipo de coluna de sustentação), até ninhos mais complexos com mais de 60,0 cm contendo uma capa protetora chamada de invólucro, bem fixados em paredes ou teto.



Ninhos de vespa Tatu (*Synoecca cyanea*)

Crédito: Tarcisio George



Ninho cartonado aberto de marimbondo (*Polistes* sp.)

Crédito: Tarcisio George



Ninho cartonado fechado de *Polybia* sp.

Crédito: Tarcisio George



Vespas do gênero *Polybia* sp. nidificando na parede de uma residência.

Crédito: Tarcisio George



Ninho cartonado fechado de *Polybia paulista*
Crédito: Tarcisio George



O incrível encontro entre ninhos de *Polybia* sp. e *Polistes* sp.
Crédito: Tarcisio George



Ninho da vespa *Apoica pallens*.
Crédito: Tarcisio George

As vespas do gênero *Polistes*, também conhecidas como marimbondos devido ao seu tamanho robusto, são cosmopolitas, ou seja, podem estar presentes em qualquer local e formam suas colônias com poucos indivíduos. Seus ninhos são cartonados, assemelhando-se ao papelão, são fabricados com fibras obtidas de madeira decomposta, sendo essas fibras intensamente mastigadas e misturadas com saliva. Há também os ninhos feitos com barro e secreções salivares, iniciados por uma única fêmea ou por um grupo delas, as quais apresentam subordinação a uma rainha determinada por meio de disputa física entre as concorrentes.



Crédito: PIXABAY

Os vespídeos do gênero *Polybia* possuem ninho cartonado fechado, com múltiplas rainhas e muitos indivíduos - de 1.000 a 5.000 - e são amplamente distribuídos no meio urbano e rural, aproveitando a estrutura das casas e árvores para nidificarem.

Por possuir ferrão inoculador de veneno, a ferroadada de uma vespa pode causar reações alérgicas locais e sistêmicas que são muito graves. Vale lembrar que, como as abelhas, as vespas ferroam como resposta a alguma ameaça, seja um tapa em uma operária ou um movimento brusco, toque ou até mesmo um sopro no vespeiro. Os ataques geralmente são em grupos de pequenas operárias, e a dor e a gravidade podem variar de acordo com a sensibilidade da vítima, a espécie das vespas e a quantidade de ferroadas. Diferente das abelhas, o ferrão das vespas não é serrilhado, dessa forma, ao ferroar, elas não soltam o ferrão, podendo realizar

mais de um ataque seguido. Os grupos de risco em geral são idosos e crianças, além das pessoas alérgicas. Mas, como geralmente não sabemos se nós ou nossos pets são alérgicos, o importante é não mexer com as vespas. Devemos saber conviver com as espécies e de maneira nenhuma cutucar, jogar pedra ou atear fogo nos ninhos, as consequências podem ser muito perigosas e tristes.

As mudanças climáticas estão afetando muito o modo de vida das vespas, que são extremamente dependentes das plantas. Ultimamente o desmatamento vem destruindo os habitats naturais dessas espécies nas florestas nativas, no lugar de árvores há a monocultura, que é o plantio de apenas um tipo de planta, a exemplo da cana de açúcar ou da soja. Florestas inteiras têm sido devastadas para dar lugar a pastos utilizados na pecuária. A utilização descontrolada de defensivos agrícolas com moléculas agressivas a todos os animais, ao meio ambiente, ao solo e as águas, não mata somente as pragas, mas toda uma fauna que já sofre com o desequilíbrio, acentuando mais ainda a gravidade. Infelizmente nosso país tem ido na contramão dos demais quando o assunto é preservação e utilização de alguns compostos químicos. E o que acontece com as vespas e tantos outros animais? Eles se deslocam afugentados para o meio urbano e se instalam nas cidades.

Precisamos entender que o problema está sempre relacionado ao nosso modo de nos relacionarmos com o meio ambiente: seja fazendo com que elas saiam dos seus habitats naturais, seja querendo exterminá-las nas áreas urbanas.



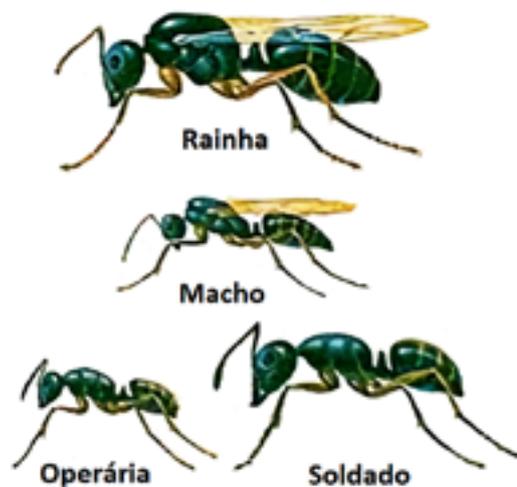
5.7 FORMIGAS: UNS DOCINHOS DE INSETOS!

| Amanda de Oliveira - @_amandah7



Quem nunca se deparou com uma formiga ao menos uma vez na vida? Elas são comuns em quase todos os ambientes. Atualmente existem 16.328 espécies de formigas em todo mundo, somente no Brasil cerca de 1.550 espécies e, dessas, entre 20 e 30 espécies são consideradas pragas urbanas. São assim chamadas porque colonizam ambientes ocupados pelo ser humano e, muitas

vezes, podem prejudicar as atividades desenvolvidas por ele. Mas elas não podem ser vistas como praga, somente. Esses insetos desempenham importantes funções no ecossistema. Você já se perguntou para que servem as formigas? Qual a função delas no planeta? As formigas são responsáveis por controlar a fauna de outros animais, aerar o solo, dispersar sementes, polinizar, reciclar matéria orgânica no solo, entre outros benefícios.



Formiga operária, soldado e rainha

Crédito: 1.bp.blogspot.com

Por se tratar de um grupo de artrópodes tão diverso e importante para o ecossistema, inúmeros estudos vêm sendo realizados sobre as formigas. Desde aqueles que investigam sua biologia e modo de vida, outros que buscam o controle de algumas espécies, até alguns que relacionam atividades antrópicas com a ocorrência de formigas

urbanas e os danos causados por elas. O desequilíbrio de sua densidade populacional, além de afetar o ecossistema, em alguns casos, pode levar ao aparecimento de problemas na saúde pública.

VOCÊ SABIA?

As formigas e os pulgões

As formigas vivem em mutualismo com pequenos insetos chamados de pulgões. Mutualismo é uma relação benéfica entre duas espécies de seres vivos, lembram da aula de biologia? Os pulgões produzem alimento para as formigas (*honeydew*) e em contrapartida as formigas os protegem de predadores como as joaninhas.



Crédito: PIXABAY

As formigas ganham destaque quando se refere aos grupos invasores, com mais de 100 espé-

cies que estão fora de sua faixa regional nativa e 19 sendo listadas como altamente problemáticas. Esse grupo de invertebrados, quando em quantidade desequilibrada, pode causar o declínio local e a extinção de uma variedade de plantas e até mamíferos. Esses insetos, quando encarados sob essa perspectiva, perturbam os processos do ecossistema, diminuem a produção agrícola, danificam a infraestrutura e podem ser um risco à saúde dos seres humanos. No geral, se abordarmos os danos econômicos causados pelas formigas invasoras, anualmente eles somam vários bilhões de dólares.



Crédito: Alexandre - PIXABAY

Discute-se que as espécies invasoras, por serem amplamente distribuídas e bem adaptadas, provavelmente sofrerão expansão com as mudanças climáticas. Algumas espécies de formigas são favorecidas pelas mudanças no clima por apresentarem características que as tornam altamente competitivas com outras espécies nativas como, por exemplo, a presença de mais de uma

rainha, ninhos pouco estruturados e baixa agressividade entre ninhos vizinhos da mesma espécie. Essas “habilidades” adquiridas ao longo do tempo lhes permitem invadir ambientes e influenciar negativamente a fauna local de invertebrados.



Ilustração: Carine Araújo Cavalcante (L-AIC)

Ao pesquisar sobre formigas invasoras na literatura mundial, os resultados mostram uma maior concentração de estudos sobre duas espécies: *Linepithema humile* e *S. invicta*. Entretanto, as espécies de formigas urbanas predominantes no Brasil são outras: *Tapinoma melanocephalum* e *Paratrechina longicornis*. Ademais, as formigas podem se deslocar em habitats perturbados e podem ser introduzidas de forma intencional ou não. Por exemplo, no início do século XX, a formiga lava-pé (*Solenopsis invicta*) foi introduzida de forma não intencional no Sul dos Estados Unidos por meio do transporte marítimo.

As formigas ganham destaque quando se trata

de saúde pública, principalmente, pelos acidentes com ferroadas. Muitos acidentes envolvendo formigas ocorrem no cotidiano popular, porém geralmente não é dada a devida relevância, o que faz com que os casos de gravidade sejam direcionados ao atendimento tardiamente e em fases mais avançadas de ação do veneno, dificultando a efetividade do tratamento. Esses insetos são potencialmente perigosos, podendo causar acidentes graves e morte, tanto por reação anafilática decorrente de uma única ferroadada, a exemplo do que acontece com a formiga-tocandira (*Paraponera clavata*), ou mesmo por envenenamento maciço decorrente de múltiplas ferroadas. No ano de 2018 nos EUA, onde a espécie *S. invicta* é considerada invasora, estimou-se cerca de cinco bilhões de dólares em gastos com danos causados por esta formiga: ferroadas, destruição de propriedades e custo cobrado pela prestação de serviço para o controle. Lá, o número de acidentes por ferroadada de formigas lava-pés (*S. invicta*) em humanos atinge mais de 200.000 casos que precisam de tratamento médico por ano.



Formigas *Tapinoma melanocephalum* e *Paratrechina longicornis*

Crédito: Ajay Narendra - Wikipedia



Crédito: PIXABAY



Formiga lava-pés (*Solenopsis invicta*)

Crédito: Judy Gallagher - FLICKR

Embora as notificações envolvendo abelhas e vespas no Brasil tenham sido incluídas em um campo específico na ficha de notificação de acidentes por animais peçonhentos, do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), os acidentes por formigas continuam sendo registrados no campo “outros tipos de animais”, o que justifica o baixo número de casos notificados no país. Um levantamento sobre acidentes causados por formigas e vespas destacou que esses são massivamente

subnotificados no país e que os acidentes com abelhas geralmente apresentam maior gravidade.



Ilustração: Heitor Fernandes

Algumas espécies que são frequentemente encontradas em ambientes urbanos e podem ocasionar acidentes pela ferroada são do grupo das Poneromorfas, dos gêneros *Pachycondyla*, *Odontomachus*, *Ectatomma* e a espécie *Paranoponera clavata*; *Solenopsis* e *Wasmannia* (Myrmicinae); e Formigas-de-correição, pertencentes à subfamília Dorylinae, representadas pelos gêneros *Eciton*, *Labidus* e *Neivamyrmex*. Outros acidentes que podem ocorrer são os causados pelo uso de suas mandíbulas (“mordidas”), os quais podem ser provocados pelas saúvas e algumas espécies de *Camponotus* spp. conhecidas como formigas-carpinteiras. Estas são as únicas informações que temos, pois ainda existem poucos dados confiáveis

relativos às estatísticas de acidentes com ferroadas/mordidas de formigas no Brasil, algo que precisa ser melhor estudado.



Principais formigas de importância médica: gêneros *Pachycondyla*, *Odontomachus*, *Ectatomma*, *Solenopsis*, *Wasmannia* (Myrmicinae) e Formiga-de-correição (*Dorylus* sp.)

Crédito: FLICKR e Wikipedia

Devido ao seu tamanho diminuto, poucos consideram que as formigas podem transportar diferentes micro-organismos em suas pernas ou provocar problemas em ambiente hospitalar e na indústria alimentícia, mas isso é muito mais comum do que as pessoas podem imaginar. Na Inglaterra, na década de 1970, foram realizados os primeiros estudos para verificar se as formigas agiam como vetores mecânicos de bactérias em

ambiente hospitalar. Esse interesse foi devido ao aumento das taxas de morbimortalidade de pacientes hospitalizados e a presença de formigas que, após esta pesquisa, foram consideradas vetores mecânicos de micro-organismos patogênicos. Ademais, estudos de levantamento da fauna de formigas em hospitais do Brasil demonstraram que esses insetos realmente transportam micro-organismos patogênicos, alguns deles resistentes a antibióticos, representando risco potencial de infecção hospitalar devido à sua grande mobilidade no interior destes ambientes.



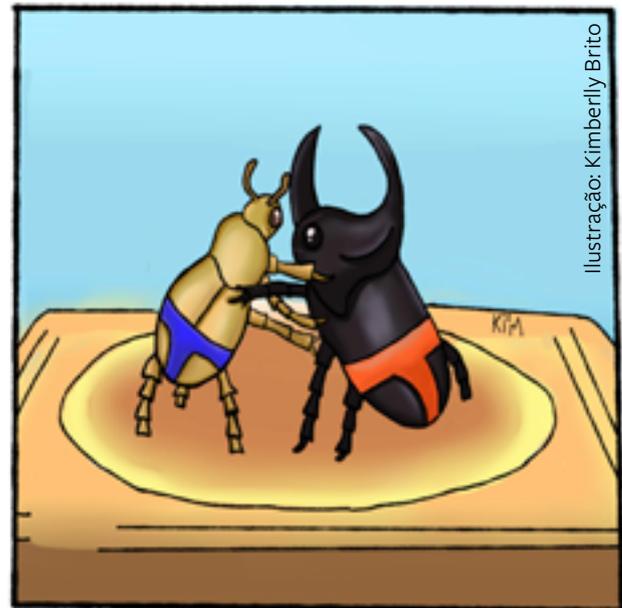
Desse modo, assim como outros animais, as formigas também são afetadas por alterações de fatores abióticos, como o clima. Podemos considerar que as mudanças climáticas possivelmente afetarão toda a diversidade do planeta, até mesmo as formigas. Tais mudanças podem favorecer a adaptação de algumas espécies e extinção de outras. Tendo em vista que as formigas ha-

bitam diversos ambientes com ação e presença humana, mudanças na ocorrência de espécies de formigas invasoras, que são responsáveis por danos econômicos e de saúde pública, é um assunto potencial a ser discutido. Estudos voltados à investigação do comportamento, ciclo de vida e atuação das formigas urbanas como vetor de patógenos tornam-se altamente relevantes e viabilizam estratégias de prevenção de invasões e de danos à saúde pública.

5.8 BESOUROS: EITA BICHOS DURÕES!

| Bruno Zilberman

| Rafael Clayton de Jesus e Sousa



A ordem dos besouros (Coleoptera) compre-

ende o maior grupo de animais do planeta, com cerca de 400 mil espécies distribuídas em 166 famílias, representando cerca de 40% de todos os insetos conhecidos. São cosmopolitas e ocupam habitats terrestres, marinhos ou de água doce. A alimentação é diversificada, desde fungos, matéria de origem animal até vegetais.

Mas porque eles são tão bem-sucedidos? Um dos fatores que levou ao sucesso dos besouros foi a transformação das asas anteriores em estruturas

rígidas chamadas de élitros que guardam as asas posteriores, as quais são membranosas. Esse fato somado à forte esclerotização¹³ de todas as partes expostas do corpo promove uma firme proteção mecânica, além de ser uma solução elegante contra a perda de água: um problema comum que insetos e animais geralmente têm de lidar.

¹³ Esclerotização: Processo de endurecimento de algumas camadas que compõe o corpo de todos os artrópodes.





Crédito: Alex Wild - Assorted Coleoptera in the University of Texas Insect Collection

Apesar da vasta diversidade, apenas um número pequeno de espécies possui alguma importância médica, e registros na literatura de casos fatais para pessoas são raros e antigos. As espécies com maior impacto à saúde humana são representantes das seguintes famílias: Staphylinidae (potós), Meloidae (arrebenta-bois, besouro da bolha, burrinho), Oedemeridae, Tenebrionidae, Dermestidae (besouro de carpete, besouro do couro) e Scarabaeidae (escaravelho, rola-bosta).



Escaravelho rola-bosta *Onthophagus sp.*

Crédito: Rafael Sousa

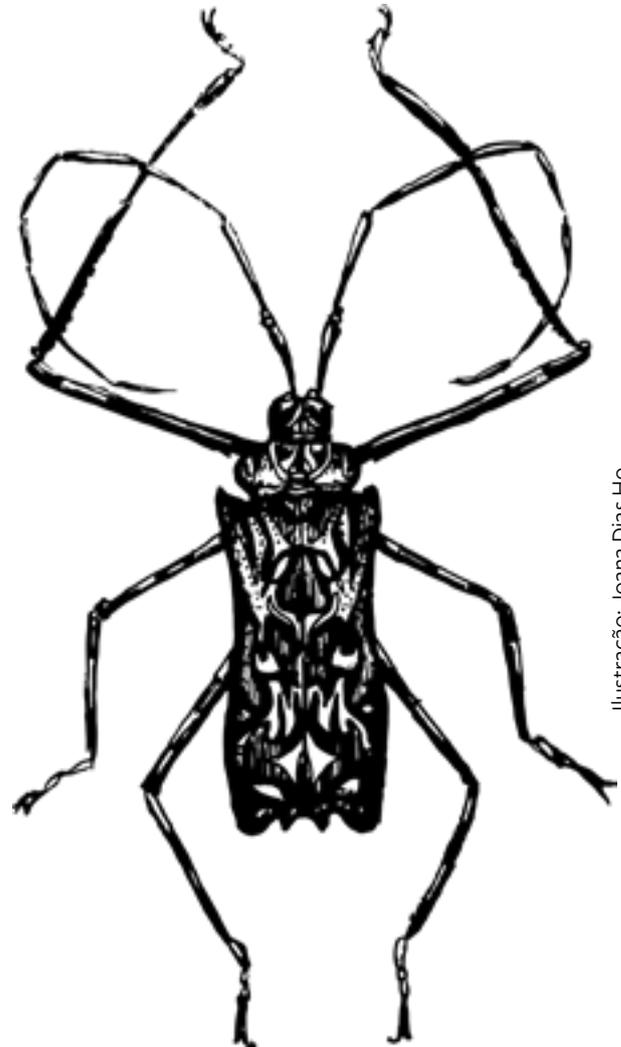


Ilustração: Joana Dias Ho

Os danos causados à saúde humana são de natureza mecânica ou química. O dano mecânico, em geral, provém de mordidas de besouros que possuem mandíbulas avantajadas, espinhos ou mesmo projeções que possam gerar descon-

forto quando em contato, enquanto os danos químicos incluem irritações na pele, olhos, ouvidos e nariz, alergias respiratórias, e desconforto gastrointestinal.

Os acidentes de maior importância são de natureza química, ocorrendo quando substâncias vesicantes¹⁴ entram em contato com a pele ou órgãos do sentido, por meio do manuseio ou contato acidental com o besouro. Besouros das famílias Meloidae, Oedemeridae, alguns Staphylinidae e alguns Tenebrionidae carregam ou produzem esses tipos de substâncias em sua hemolinfa¹⁵, ou partes do corpo. Dos casos mais comuns, as lesões cometidas pelas toxinas produzidas por Oedemeridae e Meloidae são diferentes daquelas que são encontradas em Staphylinidae, muito embora sejam frequentemente confundidas na literatura e meios de divulgação científica.

Os besouros das famílias Meloidae e Oedemeridae são os únicos com a capacidade de produzir uma substância tóxica chamada de cantaridina. A concentração da cantaridina é muito variável por espécie e também difere entre machos e fêmeas. Os Meloidae possuem ampla distribuição mundial com cerca de 7.500 espécies descritas sendo que cerca de 150 são registradas para o Brasil. Os

¹⁴ Substâncias vesicantes: também conhecidas como agentes vesicantes, são substâncias químicas que em contato com a pele ou mucosas de outros animais produzem irritação e bolhas cutâneas.

¹⁵ Hemolinfa: Fluido corporal que circula no corpo dos animais invertebrados. Similar ao “sangue humano”, mas apesar dessa analogia, pode não desempenhar as mesmas funções, principalmente por ter uma composição química e celular muito diferente.

adultos variam de tamanho de 5,0 mm a 35,0 mm, possuem corpo alongado, relativamente mole e pernas longas, de coloração variando de opaca a metálica ou colorida, de vermelho a amarelo e preto. Além disso, seus pronotos¹⁶ são, geralmente, mais curtos que suas cabeças e possuem um “pescoço” pronunciado dividindo as duas regiões.



Besouros das famílias Meloidae (*Cissites maculata*) e Oedemeridae (*Diplectrus* sp.).

Crédito: Rafael Sousa.

Os adultos se alimentam de flores e folhas, usualmente encontradas nos campos, e aproveitam para ficar por ali, nas mesmas plantas que servem de alimentos para gafanhotos, já que as suas larvas se alimentam dos ovos desses insetos. São atraídos por luz fluorescente e frequentemente entram pelas janelas de casa. Os machos conseguem produzir a cantaridina e a carregam em maior concentração; as fêmeas, que recebem esta substância tóxica dos machos através da cópula, geralmente possuem uma concentração menor e a transferem para os ovos, como uma forma de proteção contra predadores.

¹⁶ Pronoto: Estrutura esclerotizada (dura, rígida), formada por quitina localizada na posição dorsal (como se fosse nas costas do inseto) e inserida no primeiro segmento do tórax.



Diferentemente do pensamento popular, os danos causados por estes besouros a humanos não ocorrem através de mordidas, já que suas mandíbulas não são fortes o suficiente para romper a pele humana; e nem por picada, já que besouros não têm ferrão. Nestes casos, a cantaridina é expelida do corpo do inseto através de articulações nas pernas. Essa substância tem possivelmente função defensiva e é muito tóxica para os predadores do besouro, provocando danos aos humanos e demais animais apenas de forma acidental.

Os Oedemeridae são um grupo menor de besouros e possuem 70 espécies registradas para o Brasil. Produzem cantaridina, tal como os meloídeos, e causam acidentes similares também a estes,

mas diferem pelo “pescoço” não tão pronunciado e pronoto sendo, em geral, da mesma largura ou mais largo que a cabeça. A coloração varia de pálida a castanho-escuro, às vezes metálica, frequentemente com manchas amarelas. Por serem menores que os meloídeos, variando de 5,0 mm a 20,0 mm, a concentração da toxina também é menor e, por consequência, as lesões são menos intensas.

VOCÊ SABIA?

Antigamente esses besouros eram utilizados para a produção de fármacos com fins de estimulante sexual, ainda que quando ingeridos pudessem causar danos renais, no sistema urogenital e até morte. Quando em contato com a pele, que é a ocorrência mais comum, a cantaridina causa lesões em forma de inchaços e bolhas cutâneas, mas que não apresentam nenhum risco de vida. O contato com a pele geralmente parte do manuseio do besouro, seja em contato com a substância diretamente expelida, ou quando esses insetos são acidentalmente esmagados, liberando a toxina presente na hemolinfa. As lesões aparecem dentro de algumas horas a um dia e curam sozinhas em cerca de 10 dias sem deixar sequelas.

Enquanto a família Staphylinidae, uma das maiores (com mais de 60 mil espécies descritas), possui em sua maioria predadores, de corpo alongado, de 1,0 mm até 35,0 mm, com élitros curtos, não cobrindo o restante do abdômen flexível. Apesar da imensa diversidade, apenas alguns representantes do gênero *Paederus*, os potós, têm

importância médica. Este gênero conta com mais de 600 espécies descritas para as regiões temperadas e tropicais, sendo 29 registradas para o Brasil, e apenas algumas são reconhecidas como causadoras de danos aos humanos.

O tamanho dos potós é usualmente de 7,0 mm a 10,0 mm, podendo chegar até 25,0 mm. Diferentemente da maioria dos Staphylinidae, são ativos sob a luz do dia, muito embora voos sejam majoritariamente restritos para noites de altas temperaturas.



Potós (Staphylinidae, Paederinae, *Paederus*) de importância médica no Brasil

Crédito: Vieira et al., 2014, Revista Brasileira de Entomologia

Apesar da importância benéfica de controle de pragas por parte de espécies de *Paederus* que são predadoras, o dano desses besouros à saúde humana confere aos potós o estatuto de praga urbana. Alguns casos de dermatite epidêmica por *Paederus* de fato ocorrem a trabalhadores durante o cultivo agrícola. A maioria dos casos, no entanto, ocorre no período da noite, com a atração dos potós por luzes artificiais, dentro e fora de residências.

A toxina encontrada nos potós de importância médica é chamada de pederina e é produzida por uma bactéria do gênero *Pseudomonas* quando associadas aos besouros fêmeas, que geralmente possuem maior concentração da substância. Diferentemente dos Meloidae, a toxina não é expelida por qualquer cavidade do corpo e só é liberada no momento em que o besouro é esmagado sobre a pele. A dermatite pode ocorrer em qualquer parte do corpo, mesmo que áreas expostas como cabeça, braços e pernas sejam as regiões mais afetadas. A reação de coceira e queimadura ocorre de um dia a três dias após o contato da pele com a pederina - em contraste com o contato com cantaridina, no caso de Meloidae e Oedemeridae, em que os sintomas aparecem em um dia. Após a sensação de coceira e queimadura, a superfície da região afetada começa a ficar avermelhada e se formam as bolhas, com reações frequentemente mais graves do que observada após a exposição aos meloídeos. Tendo em vista que os sintomas não ocorrem de imediato, é comum espalhar a substância acidentalmente pelo corpo antes do aparecimento das lesões, agravando o problema quando elas começarem a se manifestar. O tratamento geralmente ocorre com o uso de cremes, loções ou pomadas contendo corticoide e antibióticos de uso tópico.

SINTOMAS DOS ACIDENTES RELACIONADOS A TOXINA PEDERINA

- Inchaço e sensação de queimação na área em contato com a pederina.

- Presença de lesões avermelhadas e lineares que dão aparência de borrrões.
- Lesões em forma de espelho entre regiões adjacentes com pelo menos uma delas contendo pederina na superfície.
- Alergias respiratórias, nos olhos e pele podem ocorrer.
- Pederina nas mãos, roupas e lençóis podem ser transferida e causar lesões em outras áreas, como regiões genitais e olhos.
- Depois de um a dois dias, as lesões podem ficar pretas e infeccionar.

CUIDADOS

- Aprender a reconhecer e evitar contato com *Paederus*.
- Evitar esmagar esses besouros sobre a pele.
- Se o besouro estiver sobre regiões do corpo, tente soprá-lo ou coloque um pedaço de papel sobre o qual o besouro caminhará, e então remova-o com segurança.
- Se você esmagar o besouro sobre a pele, ou mesmo suspeitar de tê-lo feito, tome um banho e lave as roupas pessoais e de cama para evitar o contato com a toxina.



- Como os potós são atraídos pela luz, desligue as luzes fluorescentes ou amarre uma rede de suporte embaixo da luz, para que os insetos não caiam na cama.

Outros tipos de acidentes podem ser registrados por conta das larvas de Dermestidae, as quais possuem cerdas em forma de lanças destacáveis que causam alergias respiratórias ao serem inaladas, dermatites severas ao serem expostas à pele e inflamação do sistema digestivo ao serem ingeridas, ocasionando náusea, febre, diarreia, proctite e coceira perianal. Ademais, a exposição e inalação frequente dessas cerdas, mesmo na forma de poeira, podem ocasionar rinoconjuntivite e asma.



Larvas de Dermestidae

Crédito: Josh More - FLICKR

Além disso, em países em desenvolvimento, locais com rede de esgoto inexistente, saneamento básico precário, acesso escasso à água potável e condições de higiene inadequadas, casos como “escarabíase” ou cantaríase podem ocorrer. Essa condição pode acontecer quando

escaravelhos adultos (besouros da família Scarabaeidae) de algumas espécies infestam temporariamente o trato gastrointestinal e urinário dos seres humanos, e em casos mais severos, o nariz e os olhos, causando irritação severa, perda de apetite, vômito, diarreia, câimbras no abdômen e febre contínua.

Outro fato importante mencionar é sobre os besouros rola-bostas que são coprófagos¹⁷ e possuem um olfato extraordinário, sendo capazes de detectar odores de excrementos a grandes distâncias, podendo, ocasionalmente, adentrar pelo ânus e invadir o intestino de pessoas e de outros animais. Isso chama a atenção para a importância de desenvolvimento de políticas públicas de saneamento básico nesses países em desenvolvimento, visando, além de outros objetivos, o imprescindível controle e prevenção de doenças desse tipo.

Fatores climáticos, há bastante tempo, são considerados importantes para a dispersão de insetos. Em zonas temperadas como o Brasil, meses de clima quente desencadeiam atividades fisiológicas em insetos e, em condições favoráveis de disponibilidade de alimento, aceleram a taxa de reprodução aumentando o número populacional. Portanto, há verdade na afirmação “o inverno é o melhor inseticida”.

Entretanto, por mais que certas condições climáticas favoreçam o crescimento populacional dos potós e de outros besouros que podem

17 Coprófagos: Animais que se alimentam de fezes.

trazer algum malefício para os seres humanos, este não é o único fator que explica infestações residenciais por esses insetos. O ambiente residencial não é ideal para sua sobrevivência e reprodução, e quando eles começam a aparecer em grandes quantidades dentro de residências pode ser um indicativo que seu hábitat natural esteja sendo destruído.

Nesse caso, devemos lembrar que precisamos lutar contra a degradação ambiental e cobrar para que as práticas de manejo em áreas agrícolas ocorram de forma moderada e sustentável, com cultivos colhidos em parcelas para que os besouros possam migrar para áreas de cultivo adjacen-

tes menos perturbadas, por exemplo. Ao colher tudo ao mesmo tempo, aumentam-se as chances desses besouros se dispersarem para áreas de residência humana. Outra medida é colocar no campo armadilhas luminosas para atrair os insetos, evitando que sejam conduzidos pelas luzes residenciais mais distantes.

O ambiente residencial não é ideal para sua sobrevivência e reprodução, e quando eles começam a aparecer em grandes quantidades, pode ser um indicativo que seu hábitat natural esteja sendo destruído



5.9 PERCEVEJOS: TORCE, RETORCE, PROCURO MAS NÃO VEJO

| Flávia Virginio - @flavia.virginio

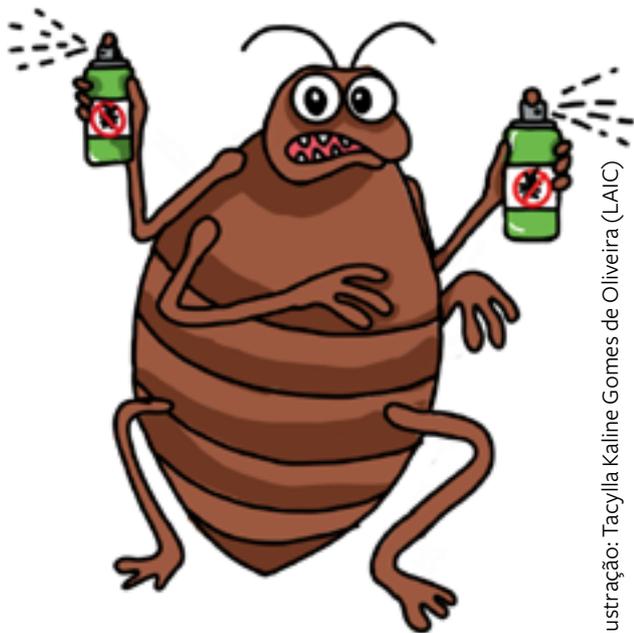


Ilustração: Tacylla Kaline Gomes de Oliveira (LAIC)

Como já vimos anteriormente, alguns percevejos são vetores biológicos de patógenos como aqueles que causam a doença de Chagas. Mas você sabia que eles também podem causar acidentes envolvendo suas toxinas? E que as mudanças climáticas também podem influenciar em seu ciclo de vida?

O fato de alguns percevejos serem venenosos, como tantos outros insetos, é relativamente comum e muito conhecido já que, como falamos no começo dessa seção de capítulos, eles

podem sequestrar algumas substâncias dos seus próprios alimentos e também precisam se defender contra seus predadores. Apesar disso, estes insetos foram, em geral, relacionados a algum acidente por envenenamento e/ou reações alérgicas apenas em casos raros. Decidimos mencioná-los aqui porque consideramos que essa raridade nas notificações e/ou registros dos casos possa se dar pelo desconhecimento das pessoas em relação à capacidade desses insetos de causarem os referidos acidentes. Pode ser que, da mesma forma que ocorre com alguns besouros, as reações alérgicas sejam tardias, levando o acidentado a não lembrar onde ou o que possa ter causado aqueles ferimentos.



Fede-fede (*Nezara viridula*)

Crédito: Ricardo Andrade - FLICKR

Até o momento já foram estudados indivíduos das famílias Reduviidae, Pentatomidae e Belostomatidae. Em geral, o que se sabe é que alguns apresentam toxinas em suas glândulas salivares e outros apresentam glândulas de odor que liberam uma substância que pode causar acidentes em humanos. Similar ao que acontece nos acidentes causados por *Paederus* (aquele besouro, o potó), ao esmagar os percevejos da família Pentatomidae (popularmente conhecidos como fede-fede, maria-fedida) contra a pele, geralmente de forma acidental, surgem vesículas junto com uma sensação de queimação e coceira.



Barata d'água (*Belostomatidae*)

Crédito: Fernando Dagosta - FLICKR

As baratas-d'água ou arauembóias, pertencentes à família Belostomatidae, podem causar acidentes dolorosos em humanos. Esses grandes insetos são encontrados em habitats de água doce e são predadores vorazes, capazes de caçar girinos e peixes. Podendo atingir 10,0 cm de tamanho, possuem

uma estrutura pontiaguda, a qual é usada para perfurar suas presas, além disso, em sua saliva contém substâncias que causam paralisia e deixam líquido o tecido de suas presas, como alguns peixes. Entretanto, até o momento o que se sabe é que quando em contato com a pele humana, apesar de causar dor, não causam complicações.

Como temos tratado ao longo do livro, as mudanças climáticas podem interferir em toda a dinâmica populacional desses animais e se considerarmos que com o aumento do número dos indivíduos pode ocorrer também o aumento dos acidentes, devemos nos preocupar e fazer o que podemos para evitar que estas mudanças aconteçam.

6 AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS PODEM INTERFERIR NO DESEMPENHO DA CIÊNCIA FORENSE?

| *Marcelly Silva - @eseagentefalassesobreinsetos*



Quando o assunto são os insetos, as pessoas (pelo menos boa parte delas) demonstram aversão e acreditam que, além de “criaturinhas nojentas”, eles não desempenham nenhum papel importante na natureza. Imagine, então, se elas soubessem que além dos insetos serem importantes componentes da cadeia ecológica, atuarem como polinizadores e decompositores de matéria orgânica, como já vimos até agora, eles também pudessem dar pistas para a resolução de situações importantes... e até de crimes? Sim! Apresentamos a vocês a Entomologia Forense.

Quando lemos “forense” logo pensamos em investigação criminal, né? Mas a entomologia forense é muito mais. É uma ciência multidisciplinar, de cunho investigativo, que tem como principal elemento analítico os insetos e os indícios deixados por eles. Através da análise desses elementos é possível responder a questionamentos levantados sobre muito mais do que crimes de assassinato! Com ela é possível investigar a origem da contaminação de alimentos (entomologia forense de produtos estocados); sobre a presença de insetos adaptados ao meio urbano, que podem causar desde incômodo pela sua presença, transmissão de doenças, até danos estruturais em construções civis, móveis, acervos bibliográficos e mesmo plantas ornamentais (entomologia forense urbana); insetos causadores de incômodo ou doenças em animais (entomologia forense médico-veterinária); ou até mesmo insetos presentes em humanos vítimas de maus-tratos ou encontrados em cadáveres humanos, auxiliando na resolução de casos criminais (entomologia forense médico-legal).

Ficou curioso? Então vamos falar um pouco mais sobre cada uma dessas ciências e suas relações com as mudanças ambientais!

Entomologia forense de produtos estocados



Exemplo de pragas em grãos armazenados: A. Adulto de Lepidóptero (traça de alimentos). B e C. Adultos de Coleópteros (carunchos de grãos)

Crédito: Marcelly Silva

É a área da entomologia que estuda os insetos considerados pragas por causarem prejuízos econômicos, seja ao contaminarem (apenas com sua presença) grãos armazenados, como arroz, feijão, soja, café, milho, que servirão de matéria-prima

na produção de outros produtos, ou também na contaminação de produtos estocados, como farináceos em geral e produtos como macarrão, biscoitos, chocolates e até mesmo produtos voltados para o consumo animal, como ração e petiscos para pets, podendo concluir o seu ciclo de desenvolvimento no interior do produto. É importante lembrar que esses insetos não são vetores de doenças, eles são considerados pragas apenas por quebrarem as regras de higiene exigida pelos órgãos de vigilância, bem como causar prejuízos ao consumirem tais produtos.

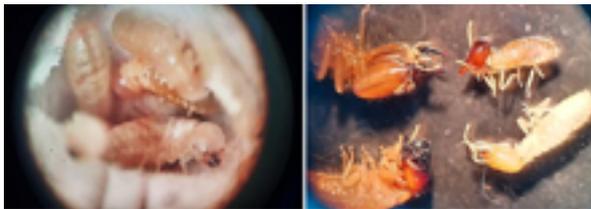
No caso dos grãos, a contaminação pode acontecer ainda na lavoura, durante os processos de armazenagem nos silos graneleiros, ou também durante ou após a manipulação fabril. Já os produtos



com estas matérias-primas podem sofrer a contaminação durante os processos de fabricação e envase do produto, durante o armazenamento nos centros de distribuição como hipermercados, vendas e mercearias, e também no consumidor final, como restaurantes, bares e mesmo nas residências.

Dentre as pragas que infestam os produtos estocados e grãos, podemos destacar as ordens Coleoptera (besouros popularmente conhecidos como gorgulhos e carunchos dos gêneros *Tribolium*, *Sitophilus*, *Lasioderma*, *Rhizopertha* e *Acanthoscelides*) e Lepidoptera (borboletas e mariposas popularmente conhecidas como traça de alimentos). Vale ressaltar que geralmente nos alimentos, sobretudo nos farináceos infestados, é possível observar a presença de fios que se assemelham a “teias de aranha” e que na verdade são fios de seda produzidos, principalmente, pela presença de larvas de lepidópteros dos gêneros *Ephestia*, *Plodia* e *Corcyra*.

Entomologia forense urbana



Diferentes espécies de cupins (Blattodea)

Crédito: Marcelly Silva

É a área da entomologia responsável pelo estudo dos insetos sinantrópicos (espécies que se adap-

taram ao convívio próximo ao humano, capazes de concluir seu ciclo de vida em ambiente urbano). Estes insetos se encontram em ambiente urbano graças ao impacto ambiental gerado através da degradação de seus ambientes naturais e urbanização de áreas pelos humanos ao longo das décadas, e o seu estudo desperta interesse para a saúde pública.

Aí você pode estar se perguntando: mas qual o problema de algumas espécies de insetos estarem adaptadas ao convívio humano? Bom, com a presença destas espécies compartilhando o espaço urbano, aumentam-se as chances destes insetos transmitirem direta ou indiretamente micro-organismos patogênicos aos humanos e aos animais domésticos. Os insetos que transmitem patógenos de forma indireta são chamados de vetores mecânicos, potencialmente podem carregar os agentes causadores de doenças em áreas de contato do seu corpo com superfícies contaminadas (como acontece com baratas, moscas e formigas). Já os insetos de transmissão direta são chamados de vetores biológicos, sendo adaptados a hospedar e transmitir micro-organismos patogênicos (como acontecem com algumas espécies de mosquitos capazes de transmitir doenças causadas por vírus, bactérias e parasitas).

Há também insetos que podem não causar danos à saúde humana, mas causam danos em bens materiais, como em construções civis, acervos bibliográficos e paisagísticos... Mas como assim? Insetos derrubando casas, acabando com bibliotecas e destruindo paisagens? Calma lá! Quando falamos de danos nas construções civis, podemos

citar os insetos xilófagos¹, como os cupins e brocas de madeira, que podem infestar móveis e estruturas de madeiramento não tratado, causando danos estruturais nas peças afetadas. Nos acervos bibliográficos, podemos citar os insetos bibliófagos², como traças de livros, besouros e cupins. Agora quando falamos de paisagens, existem algumas espécies de insetos que causam danos em plantas utilizadas para o paisagismo, sendo estas as pragas de plantas ornamentais.



A relação entre insetos e o meio urbano é quase sempre desequilibrada, causando incômodo aos humanos que, na tentativa de reduzir os problemas, contratam os serviços de empresas especializadas no controle de pragas urbanas. Porém, essas ações não isentam a responsabilidade humana quanto à urbanização desordenada, falta de melhorias nos itens essenciais como saneamento básico, destina-

1 Insetos xilófagos: aqueles que se alimentam de madeira.

2 Insetos bibliófagos: aqueles que roem ou se alimentam de papel, documentos, encadernação de livros etc.

ção correta de resíduos e planejamento estrutural de empreendimentos na construção civil.



Exemplos de pragas urbanas. A. Formigas docesiras. B. Mosca doméstica. C. Taturana

Crédito: Marceley Silva

Entomologia forense médico-veterinária

É a área da entomologia que estuda as espécies de insetos que causam incômodos ou doenças aos animais. Mas como isso é possível? Quem nunca teve um gatinho ou cachorro infestado de pulgas? Pois bem, as pulgas são insetos que se alimentam de sangue, causando o incômodo da coceira no animal e, dependendo do índice de infestação, podem levar a um quadro de anemia. Podemos citar também os animais de pasto, como cavalos, vacas e ovelhas, sendo parasitados por larvas e adultos de moscas (mosca-dos-chifres e mosca-de-estábulo), ou até mesmo pássaros sendo infestados por piolhos de aves (da ordem Phthiraptera). Ao médico-veterinário é importante a correta identificação do inseto e o conhecimento sobre seu ciclo de vida para que possa administrar a tratativa adequada do animal e do ambiente, a fim de obter melhores resultados.



Pulga canina (Siphonaptera)

Crédito: Marcelly Silva

Também é possível a observação de míases, conhecidas como bicheiras, nas quais moscas do gênero *Cochliomyia* e *Lucilia* são atraídas pelo odor liberado pelas fezes, urina ou por tecidos lesionados e necrosados, onde depositam seus ovos e larvas que consomem os tecidos, aumentando a lesão e proporcionando uma infecção secundária por outros agentes infecciosos.

Entomologia forense médico-legal

É a área da entomologia que estuda as diferentes espécies de insetos associados aos cadáveres ou a indivíduos vivos, em situação de negligência, maus-tratos e vulnerabilidade. Através da análise, coleta e identificação dos espécimes é possível estimar o tempo aproximado da infestação no indivíduo sem condições apropriadas de cuidados e

higiene (situação comum entre a população infantil, idosa e deficiente em situação de maus-tratos, descrevendo o crime de abandono de incapaz). Através da coleta e identificação dos exemplares de insetos necrófagos³ presentes em cadáveres é possível obter informações importantes como: estimativa do intervalo de morte (através do conhecimento obtido a partir do ciclo de vida do inseto); se o cadáver foi transportado do local onde ocorreu o crime para o local de desova (através do conhecimento das espécies de insetos que habitam determinada região); ou ainda, junto com as informações sobre os fenômenos cadavéricos, a observação da sucessão entomológica (presença de diferentes ordens, gêneros e espécies de insetos habitando o mesmo cadáver, em diferentes fases da morte).



Míase no cão

Crédito: Munoz et al (2019) em *Veterinary Parasitology* - Elsevier

³ Insetos Necrófagos: aqueles que se alimentam de carne de animal morto.



Moscas metálicas necrófagas em carcaça putrefata de ave
Crédito: Marcelly Silva

Dentre as diferentes espécies de insetos que podem habitar um cadáver, destacamos as duas principais ordens e algumas famílias de maior ocorrência no Brasil: Diptera, com as moscas das famílias Caliphoridae (moscas metálicas), Muscidae, Sarcophagidae e Stratiomyidae, e Coleop-

tera, com os besouros das famílias Dermestidae, Scarabaeidae, Silphidae, Histeridae e Cleridae. E, eventualmente, algumas espécies da ordem Hymenoptera (abelhas, formigas e vespas), Lepidoptera (mariposas e borboletas), Dermaptera (tesourinhas), térmitas (cupins) e baratas.

Para chegar à luz das questões levantadas, todo entomologista forense deve: ter conhecimento das espécies de trabalho e sua classificação taxonômica; conhecer a biologia do desenvolvimento, comportamento e fisiologia; e conhecer a ecologia da espécie. Em todas as vertentes da entomologia apresentadas aqui, deve-se levar em consideração que cada espécie tem seus próprios índices ideais de temperatura, umidade, luminosidade, disposição alimentar, entre muitos outros fatores que são essenciais e que podem influenciar direta ou indiretamente no sucesso ecológico da espécie (aumento da população), no declínio da espécie (perda da biodiversidade) ou até mesmo a sua extinção. Por este motivo é que as mudanças climáticas interferem diretamente no desenvolvimento, reprodução e sobrevivência das espécies de insetos e das diversas circunstâncias as quais a atuação deles é impactante.

7 O QUE PODEMOS FAZER PARA CONSTRUIR UM FUTURO MELHOR?

| Márcio Martins - @marcio.martins.75685

| Camila Lorenz - @camila_lorenz



Ilustração: Mariana Chermaki Leffer

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o aquecimento global será a causa de 250 mil mortes adicionais por ano até 2030. Ondas de calor mais intensas e incêndios, aumento da prevalência de doenças causadas por alimentos e água contaminados, bem como de doenças transmitidas por vetores, aumento da probabilidade

de de desnutrição resultante da redução da produção de alimentos em regiões pobres e perda da capacidade de trabalho em populações vulneráveis são os principais riscos à saúde.

Contudo, um relatório especial publicado pela IPCC em 2018 informa que tais mudanças climáticas podem ser evitadas ao limitar o aquecimento global a 1,5 °C em comparação a estimativa anterior. Isso faria com que, em 2100, a elevação global do nível do mar estivesse 10,0 cm mais baixa e os recifes de corais, por mais que sofram declínio (de 70% a 90%), não sejam perdidos. Nessa projeção, as emissões globais líquidas de CO₂ causadas pelo ser humano cairiam, até 2030, cerca de 45% em relação aos níveis de 2010.

Mas, para que possamos limitar o aquecimento global em 1,5 °C, o uso de combustíveis fósseis, responsáveis por 35% das emissões globais de gases, deve diminuir. Assim, a utilização de fontes de energia limpa como, por exemplo, a solar, eólica (dos ventos), biomassa, nuclear, hidro e geotérmica, vem ganhando espaço. Em 2016, cerca de 24% da eletricidade global foi oriunda de fontes

renováveis, fazendo do conjunto destas a segunda maior fonte de eletricidade depois do carvão.



Painéis de energia solar e usina eólica

Crédito: Ed Suominen - FLICKR

Entre outros fatores que igualmente merecem atenção especial estão: a recorrente diminuição das áreas florestais; a necessidade de espaço para a agricultura e a pecuária; a introdução de espécies invasoras; o mau uso do solo que provoca erosão, salinização e desertificação; a poluição dos rios que diminui a disponibilidade de água doce e provoca a mortandade de peixes, assim como a escassez de lagos utilizados na irrigação; a elevação da degradação dos ecossistemas e consequente extinção da vida selvagem; e o aumento no número de aterros para recepção do excedente de lixo e resíduos sólidos devido à falta de postos de reciclagem. É importante também apontar os aspectos sociais, políticos e econômicos, como as migrações humanas, a globalização dos transpor-

tes, o desmatamento e a pobreza nas áreas urbanas, que podem intensificar os impactos causados pelas mudanças climáticas, facilitando o aumento e a expansão da população de vetores.



Desmatamento ilegal na Amazônia

Crédito: Felipe Werneck - FLICKR

Como já vimos nos capítulos anteriores, o tempo de desenvolvimento dos artrópodes depende das variáveis climáticas, especialmente a temperatura: quanto mais quente, mais rápido é o ciclo e, consequentemente, maior pode ser a densidade da população de adultos. Além disso, com o aumento da temperatura e das ações antrópicas desordenadas, aumenta-se também a disponibilidade de criadouros que facilitam a aproximação dos artrópodes com os humanos. Pesquisas em laboratório mostram, por exemplo, que mosquitos podem reduzir em até um dia e meio o seu tempo de desenvolvimento quando a temperatura aumenta em 2 °C. Portanto, o aquecimento global poderia aumentar a densidade da população de adultos desses inse-

tos, proporcionando contato mais frequente entre vetores e hospedeiros (humanos ou animais) e, como efeito, acelerar a disseminação das doenças que mais matam seres humanos no mundo.

A partir das décadas de 1960 e 1970, devido às restrições legais e toxicológicas e à resistência aos praguicidas, foi proposto e desenvolvido o conceito de Manejo Integrado de Pragas, que consiste no conjunto de ações voltadas não só para a praga a ser combatida, mas também para o ambiente onde ela reside. Podemos classificar esse método de combate principalmente em três categorias: controle químico, biológico ou mecânico. Veja maiores detalhes no Box.

- Controle químico: método mais usado que consiste no uso racional e seguro dos inseticidas e raticidas. Consideraremos aqui também o uso de repelentes tópicos, plantas e essências como a citronela;

- Controle biológico: método que utiliza organismos vivos, ou seus produtos, para fins de controle tais como predadores inimigos naturais (ex. peixes para mosquitos) ou bioinseticidas à base de microrganismos entomopatogênicos (ex. *Bacillus thuringiensis* – espécie de fungo);

- Controle mecânico: consiste na redução populacional através da retirada mecânica dos indivíduos seja pela simples catação (ex. *Achatina fulica* – espécie de caramujo), uso de aspiradores ou armadilhas (ex. armadilhas adesivas, de eletrocussão ou de oviposição para *Aedes aegypti*);

- Mudança de hábitos: consiste na implementação de hábitos que não favoreçam a proliferação da praga. É um método indispensável e fundamental para o sucesso de praticamente todos os programas de controle. Exemplo: não deixar o lixo exposto ao ataque de pragas, não deixar restos de comida sobre o fogão ou na pia durante a noite para o ataque de formiga e baratas, etc.;

- Manejo ambiental: é um método que visa alterar ou manter o ambiente com objetivo de dificultar o acesso e a proliferação de pragas. Exemplos: o uso de drenos, aterro, telas e mosquiteiros (também vistos como método de proteção pessoal); o uso de embalagens resistentes na proteção dos alimentos, eliminar entulhos, etc.;

- Controle comportamental: método que usa sinais químicos semelhantes aos liberados pelos insetos para fins de controle como, por exemplo, o uso de armadilhas impregnadas com feromônios;

- Manipulação genética ou Técnica do inseto estéril: consiste na liberação de indivíduos esterilizados submetidos à radiação ionizante, por exemplo, a liberação de machos estéreis de *Cochliomyia hominivorax* (Calliphoridae) na Flórida – Estados Unidos.

Com as informações apresentadas podemos dizer que, para a manutenção de vida no planeta e para que haja um futuro com condições para o bem-estar da humanidade, é essencial considerar a qualidade e quantidade de ações locais que visem o impacto, bem como soluções globais.



Crédito: PIXABAY

Nesse sentido, quanto menor for o impacto das atividades antrópicas, melhor será para o meio ambiente e conseqüentemente maior será sua capacidade de resiliência às mudanças que acompanham as pragas e os patógenos.

Devemos pensar de forma integrada. É importante agirmos para que haja redução dos gases de efeito estufa na atmosfera, mas também precisamos nos comprometer com a redução dos desmatamentos, das queimadas, do consumo de energia, para que as práticas agrícolas contribuam para a conservação do meio ambiente, que o

lixo seja tratado corretamente, que sejam utilizadas formas alternativas de energia etc.

Devemos conservar o meio ambiente e a diversidade do planeta Terra, respeitar e cuidar da comunidade dos seres vivos, minimizar o esgotamento de recursos não renováveis, e tudo isso também tem que passar pela mudança de atitudes e práticas pessoais. Ações coletivas, envolvendo governos e sociedade, irão, assim, contribuir para que haja uma redução do aquecimento global. Por isso, devemos pensar e agir além das mudanças climáticas.

O QUE EU POSSO FAZER NO DIA A DIA?

Menos CO₂:

- mais bicicleta
- mais transporte solidário
- mais transporte público
- mais combustível alternativo: álcool, biodiesel e GNV
- mais consumo sustentável e consciente (por exemplo: substitua a escova de dente plástica pela de bambu, os utensílios descartáveis pelos reutilizáveis, o shampoo líquido embalado em plástico pelo shampoo sólido, utilize sacolas retornáveis, siga redes sociais ecológicas e em prol da sustentabilidade, separe o lixo orgânico do reciclável)

O QUE EU POSSO FAZER NO DIA A DIA?

Menos árvores cortadas:

- mais papel reciclado
- mais folhas reaproveitadas
- mais impressões frente e verso
- mais árvores plantadas

Menos gasto de água:

- mais rios valorizados
- mais torneiras desligadas
- mais banhos curtos e eficientes
- mais vassouras nas calçadas

Menos gasto de energia:

- mais luzes apagadas
- mais aparelhos eficientes
- mais consumo consciente



8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

| Flávia Virginio - @flavia.virginio

| Camila Lorenz - @camila_lorenz



Esperamos que você tenha conhecido um pouco mais sobre as questões climáticas e fique preparado para o que vem pela frente. É um desafio

para todos nós. Pelo menos agora você já sabe que a distribuição das espécies e doenças poderá ser muito alterada nos próximos anos. Doenças que já existem podem ser potencializadas como grandes epidemias e aquelas que ainda não são conhecidas podem aparecer. Espécies generalistas e oportunistas como o mosquito *Aedes aegypti* podem aumentar muito seu número no meio urbano e, com isso, aumentar os casos das doenças. Outras espécies nativas, a exemplo das abelhas, podem ser extintas e com elas todo o ciclo de polinização. Nunca é demais lembrar que também somos uma espécie animal, resultado do processo biológico que surgiu e se desenvolveu neste planeta. Assim como viemos, um dia passaremos. E as mudanças no clima poderão ter um efeito devastador sobre a nossa espécie também. Faz-se necessário exercermos nossa cidadania no sentido amplo. O planeta é nossa casa, dos nossos filhos e netos e, certamente, todos queremos que fique para as próximas gerações. O esforço internacional para mudar esse panorama climático precisa crescer e se transformar em algo realmente prioritário.

Não há por que acreditar que o modelo político capitalista atual – baseado no individualismo, na competição e na acumulação de bens – vá permanecer inalterado por muito tempo. Afinal, nosso modo de viver, pensar, produzir e reproduzir bens consolidou-se há poucos séculos e já enfrenta uma crise intrínseca: é desastroso do ponto de vista ambiental! Certamente, todos os países terão que repensar seu modo de produção e consumo, desenvolvendo cadeias produtivas menos intensivas em recursos naturais.

O progresso é importante, claro! Mas de nada adiantará tê-lo sem condições ambientais para vivermos. Para que servirá o progresso se não pudermos usufruí-lo? Um novo padrão de consumo exige mudança de mentalidade. É preciso pensar e implementar mecanismos de produção que desperdiçam menos energia e sejam mais eficientes, com investimento em tecnologias menos poluentes e que reduzam emissões. É necessário rever a leitura do conceito de crescimento econômico, principalmente o crescimento realizado a qualquer custo e preço, um modelo que obriga os países a produzirem sempre mais, intensificando a ação sobre os recursos ambientais.

Agora que sabemos que a coisa é séria mesmo, quem sabe consigamos usar menos o transporte individual e adotar, cada vez mais, a modalidade do transporte coletivo ou meios de transporte limpo, como a bicicleta, que possamos ajudar na conservação do meio ambiente, não desperdiçar, consumir de maneira consciente e cobrar dos governantes que priorizem ações de preservação e

uso racional dos recursos naturais. A função da ciência não é provar a inexistência de algo, mas, sim, o contrário. E sobre as mudanças climáticas, já existem evidências e consenso suficiente para motivar a mudança! Já se foi o tempo em que adiar a adoção de medidas preventivas era uma opção. Atualmente precisamos agir, com o objetivo de evitar ou minimizar as causas da mudança do clima e mitigar seus efeitos negativos. Vimos neste livro que os impactos serão grandes, principalmente em relação às doenças transmitidas por artrópodes. Então mãos à obra! Vamos fazer nossa parte por meio de pequenas ações diárias para então, (re)construirmos um mundo melhor e mais sustentável para todos.



Ilustração: Tacylla Kaline Gomes de Oliveira (L.AIC)

REFERÊNCIAS

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Cavalcanti (2016) Iracema F. A. Cavalcanti. *Tempo e clima no Brasil*. Oficina de Textos. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://play.google.com/store/books/details?id=6sYjDAAAQBAJ>.

Ruddiman (2008) William F. Ruddiman. *Earth's Climate: Past and Future*. W. H. Freeman. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://play.google.com/store/books/details?id=n-Fv4vYIQcIC>.

Stephens et al. (2012) Graeme L. Stephens et al. An update on Earth's energy balance in light of the latest global observations. *Nature geoscience*. 5, 10 (2012), 691–696. doi: 10.1038/ngeo1580.

FAKE NEWS

Ireton e Posetti (2018) Cherilyn Ireton e Julie Posetti. Fake News' and Disinformation: A Handbook for Journalism Education and Training. UNESCO.

Ball (2018) Philip Ball. "News" spreads faster and more widely when it's false. *Nature*. doi: 10.1038/d41586-018-02934-x.

IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS ARTRÓPODES

ComCiência (2020). MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ARBOVIROSES. Disponível em: <https://www.comciencia.br/febre-amarela-e-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 16 nov. 2020.

Pensamento Verde (2020). O impacto do aquecimento global na extinção dos insetos. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/animais-em-extincao/o-impacto-do-aquecimento-global-na-extincao-dos-insetos>. Acesso em: 16 nov. 2020.

El País (2020) Mudança climática provocará uma explosão de vida na Antártida. Disponível em: brasil.elpais.com/brasil/2017/06/28/ciencia/1498635829_266916.html. Acesso em: 16 nov. 2020.

Silverwood-Cope et al. (2011) K. D. O. Silverwood-Cope et al. *Mudanças Climáticas*. 1. ed. Brasília: MMA.

Oliveira et al. (2009) G. S. D. Oliveira, N. F. D. Silva e Rachel Henriques. *Mudanças Climáticas: ensino fundamental e médio*. 1. ed. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB.

Galati et al (2015) E. A. B. Galati et al. Dossiê

“Saúde Urbana”: Mudanças climáticas e saúde urbana. *Revista USP*. 107, 79-90.

ARTRÓPODES EM GERAL

Beserra et al. (2003) Eduardo B. Beserra et al. Ocorrência de ginandromorfismo em *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Neotropical Entomology*. doi: 10.1590/s1519-566x2003000300021.

Wilson et al. (1993) Herbert Wilson et al. Invertebrates. *Maine Naturalist*. doi: 10.2307/3858242.

Hickman et al. (2001) Cleveland P. Hickman et al. *Integrated Principles of Zoology*. McGraw-Hill. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://play.google.com/store/books/details?id=1JQKQwAACAAJ>.

Moore (2006) Janet Moore. *An Introduction to the Invertebrates*. Cambridge University Press. doi: 10.1017/cbo9780511754760.

Ruppert and Barnes (1996) Edward E. Ruppert and Robert D. Barnes. *Zoologia dos invertebrados*. Roca. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://play.google.com/store/books/details?id=RIDMnAEACAAJ>.

MOSQUITOS

Campbell et al. (2015) Lindsay P. Campbell et al. Climate change influences on global distributions of dengue and chikungunya virus vectors.

Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences. 370, 1665 (Apr.-2015). doi: 10.1098/rstb.2014.0135.

Consoli and Oliveira (1994) Rotraut Agb Consoli and Ricardo Lourenço de Oliveira. *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. Editora Fiocruz. Acessado em 17/11/2020 no endereço <http://books.scielo.org/id/th>.

Ebi and Nealon (2016) Kristie L. Ebi and Joshua Nealon. Dengue in a changing climate. *Environmental research*. 151, (Nov.-2016), 115–123. doi: 10.1016/j.envres.2016.07.026.

Kamal et al. (2018) Mahmoud Kamal et al. Mapping the global potential distributions of two arboviral vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* under changing climate. *PloS one*. 13, 12 (Dec.-2018), e0210122. doi: 10.1371/journal.pone.0210122.

Kraemer et al. (2019) Moritz U. G. Kraemer et al. Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Nature microbiology*. 4, 5 (May.-2019), 854–863. doi: 10.1038/s41564-019-0376-y.

Lima-Camara (2016) Tamara Nunes Lima-Camara. Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil. *Revista de saúde pública*. 50, (Jun.-2016). doi: 10.1590/S1518-8787.2016050006791.

Lima-Camara et al. (n.d.) T. N. de Lima-Camara et al. Climate change and its effect on urban mosquitoes in South America. *Climate change impacts on urban pests*. doi: 10.1079/9781780645377.0127.

Martens et al. (1995) W. J. Martens et al. Potential impact of global climate change on malaria risk. *Environmental health perspectives*. 103, 5 (May.-1995), 458–464. doi: 10.1289/ehp.95103458.

Messina et al. (2019) Jane P. Messina et al. The current and future global distribution and population at risk of dengue. *Nature microbiology*. 4, 9 (Sep.-2019), 1508–1515. doi: 10.1038/s41564-019-0476-8.

PERCEVEJOS

Dias-Lima and Sherlock (2000) A. G. Dias-Lima and I. A. Sherlock. Sylvatic vectors invading houses and the risk of emergence of cases of Chagas disease in Salvador, State of Bahia, Northeast Brazil. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*. 95, 5 (Sep.-2000), 611–613. doi: 10.1590/s0074-02762000000500004.

Cooper et al. (2015) Richard Cooper et al. Mark-Release-Recapture Reveals Extensive Movement of Bed Bugs (*Cimex lectularius* L.) within and between Apartments. *PloS one*. 10, 9 (Sep.-2015), e0136462. doi: 10.1371/journal.pone.0136462.

Forattini (1990) Oswaldo Paulo Forattini. Os Cimidéios e sua importância em Saúde Pública (Hemiptera-Heteroptera; Cimicidae). *Revista de Saúde Pública*. doi: 10.1590/s0034-89101990000700001.

Moraes et al. (2008) Ruy Gomes de Moraes I.

Costa Leite e Enio G Goulart. *Parasitologia e Micologia humana* 5ed.Guanabara Koogan.

Pacheco and Helene (1990) Maria Raquel Pereira dos Santos Pacheco and Maria Elisa Marcondes Helene. Atmosfera, fluxos de carbono e fertilização por CO₂. *Estudos Avançados*. 4, 9 (1990), 204–220. doi: 10.1590/S0103-40141990000200010.

Polanco et al. (2011) Andrea M. Polanco et al. Survivorship During Starvation for *Cimex lectularius* L. *Insects*. 2, 2 (May.-2011), 232–242. doi: 10.3390/insects2020232.

da Silva (2019) Rubens Antonio da Silva. Estado atual da vigilância entomológica da doença de Chagas no estado de São Paulo / Current state of the entomological surveillance of Chagas' disease in the state of São Paulo. *Brazilian Journal of Health Review*. 2, 2 (Jan.-2019), 742–755. Acessado em 17-Nov.-2020, de <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/1210/0>.

Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group 1, Science et al. (2007) Intergovernmental Panel on Climate Change. Working Group 1, Science et al. *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge University Press. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://play.google.com/store/books/details?id=8-m8nXB8GB4C>.

Usinger and Others (1966) Robert Leslie Usinger and Others. *Monograph of Cimicidae* (He-

miptera, Heteroptera). (1966). Acessado em 17/11/2020 no endereço <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300317446>.

FLEBOTOMÍNEOS

Brandão Filho (2004) Sinval Pinto Brandão Filho. Flebotomíneos do Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*. 20, 5 (2004), 1436–1437. doi: 10.1590/S0102-311X2004000500043.

Galati, E.A.B (2019) Morfologia e terminologia de Phlebotominae (Diptera: Psychodidae). Classificação e identificação de táxons das Américas. Disciplina da Pós-Graduação em Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Acessado em 17/11/2020 no endereço http://www.fsp.usp.br/egalati/wp-content/uploads/2018/07/Nova-Apostila-Vol-I_2018.pdf

Salomón et al. (2015) Oscar Daniel Salomón et al. *Lutzomyia longipalpis* urbanisation and control. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*. 110, 7 (Nov.-2015), 831–846. doi: 10.1590/0074-02760150207.

Peterson et al. (2017) A. Townsend Peterson et al. Influences of climate change on the potential distribution of *Lutzomyia longipalpis* sensu lato (Psychodidae: Phlebotominae). *International journal for parasitology*. 47, 10-11 (Sep.-2017), 667–674. doi: 10.1016/j.ijpara.2017.04.007.

Forattini OP (1973) Entomologia médica. Psychodidae. Phlebotominae. Leishmaniose. Bartonelose. Editora Edgard Blücher Ltda.

CARRAPATOS

Beugnet and Chalvet-Monfray (2013) F. Beugnet and K. Chalvet-Monfray. Impact of climate change in the epidemiology of vector-borne diseases in domestic carnivores. *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*. 36, 6 (Dec.-2013), 559–566. doi: 10.1016/j.cimid.2013.07.003.

Biggs et al. (2016) Holly M. Biggs et al. Diagnosis and Management of Tickborne Rickettsial Diseases: Rocky Mountain Spotted Fever and Other Spotted Fever Group Rickettsioses, Ehrlichioses, and Anaplasmosis — United States. *MMWR. Recommendations and Reports*. doi: 10.15585/mmwr.rr6502a1.

Department of Health and Human Services (n.d.) U. S. Department of Health and Human Services. Centres for Disease Control and Prevention Tickborne diseases of the United States: A reference manual for health care providers (2013).

Estrada-Peña et al. (2013) Agustín Estrada-Peña et al. Research on the ecology of ticks and tick-borne pathogens—methodological principles and caveats. *Frontiers in cellular and infection microbiology*. 3, (2013), 29. doi: 10.3389/fcimb.2013.00029.

Dantas-Torres (2015) Filipe Dantas-Torres. Climate change, biodiversity, ticks and tick-borne diseases: The butterfly effect. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*. doi: 10.1016/j.ijppaw.2015.07.001.

- Dantas-Torres (2018)** Filipe Dantas-Torres. Species Concepts: What about Ticks? *Trends in parasitology*. 34, 12 (Dec.-2018), 1017–1026. doi: 10.1016/j.pt.2018.09.009.
- Dantas-Torres et al. (2012)** Filipe Dantas-Torres et al. Ticks and tick-borne diseases: a One Health perspective. *Trends in parasitology*. 28, 10 (Oct.-2012), 437–446. doi: 10.1016/j.pt.2012.07.003.
- Dantas-Torres et al. (2019)** Filipe Dantas-Torres et al. Ticks (Ixodida: Argasidae, Ixodidae) of Brazil: Updated species checklist and taxonomic keys. *Ticks and tick-borne diseases*. 10, 6 (Oct.-2019), 101252. doi: 10.1016/j.ttbdis.2019.06.012.
- Jongejan and Uilenberg (2004)** F. Jongejan and G. Uilenberg. The global importance of ticks. *Parasitology*. 129 Suppl, (2004), S3–14. doi: 10.1017/s0031182004005967.
- Lane et al. (2004)** Robert S. Lane et al. Human behaviors elevating exposure to *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae) nymphs and their associated bacterial zoonotic agents in a hardwood forest. *Journal of medical entomology*. 41, 2 (Mar.-2004), 239–248. doi: 10.1603/0022-2585-41.2.239.
- Onofrio et al. (2020)** Valeria C. Onofrio et al. Description of a new species of *Ixodes* (Acari: Ixodidae) and first report of *Ixodes lasallei* and *Ixodes bocatorensis* in Brazil. *Ticks and tick-borne diseases*. 11, 4 (Jul.-2020), 101423. doi: 10.1016/j.ttbdis.2020.101423.
- Piesman and Eisen (2008)** Joseph Piesman and Lars Eisen. Prevention of tick-borne diseases. *Annual review of entomology*. 53, (2008), 323–343. doi: 10.1146/annurev.ento.53.103106.093429.
- Pinter et al. (2011)** Adriano Pinter et al. Febre Maculosa Brasileira. *Bepa-Boletim Epidemiológico Paulista*. (2011), 1–32. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://pesquisa.bvsa-lud.org/portal/resource/pt/ses-36270>.
- Randolph (2010)** Sarah E. Randolph. To what extent has climate change contributed to the recent epidemiology of tick-borne diseases? *Veterinary parasitology*. 167, 2-4 (Feb.-2010), 92–94. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.09.011.
- Randolph (2009)** Sarah E. Randolph. Epidemiological Consequences of the Ecological Physiology of Ticks. *Advances in Insect Physiology*. Academic Press. 297–339. doi: 10.1016/S0065-2806(09)37006-X.
- Sonenshine and Roe (1991)** D. E. Sonenshine and R. M. Roe. Biology of ticks, vol 1 Oxford University Press. New york, USA. (1991).
- Sonenshine and Roe (1991)** D. E. Sonenshine and R. M. Roe. Biology of ticks, vol 2 Oxford University Press. New york, USA. (1991).

PULGAS E PIOLHOS

- CCZ - Centro de Controle de Zoonoses (2003)** Manual do Educador - Animais Sinantrópicos: Como prevenir. Secretaria Municipal de Saúde.
- Hopla et al. (1994)** C. E. Hopla et al. Ectoparasites and classification. *Revue scientifique et*

technique . 13, 4 (Dec.-1994), 985–1017. doi: 10.20506/rst.13.4.815.

Linardi (2011) Pedro Marcos Linardi. Checklist de Siphonaptera (Insecta) do Estado de São Paulo. *Biota Neotropica*. 11, (2011), 607–617. doi: 10.1590/S1676-06032011000500027.

Linardi (2017) Pedro Marcos Linardi. Checklist dos Siphonaptera do Estado do Mato Grosso do Sul. *Iheringia. Série Zoologia*. 107, (2017). doi: 10.1590/1678-4766e2017148.

Rodrigues (2004) William Costa Rodrigues. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. *Info Insetos*. 1, 4 (2004), 1–4. Acessado em 17/11/2020 no endereço http://www.academia.edu/download/43858617/Fatores_que_Influenciam_no_Desenvolvimento_20160318-32648-2u60gx.pdf.

Silva (2011) Wilson da Silva. Ectoparasitas e Animais Peçonhentos. Escola Técnica Aberta do Brasil.

ESCORPIÕES

de Anchieta (2000) São José de Anchieta. *Carta de São Vicente, 1560*. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://play.google.com/store/books/details?id=VzMsAAAAYAAJ>.

Candido (1999) D. M. Candido. Escorpiões. *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo*, São Paulo. (1999), 25–34.

Candido and Lucas (2004) D. M. Candido and S. Lucas. Maintenance of scorpions of the genus *Tityus* Koch (Scorpiones, Buthidae) for venom obtention at Instituto Butantan, São Paulo, Brazil. *The journal of venomous animals and toxins including tropical diseases*. 10, 1 (2004), 86–97. doi: 10.1590/S1678-91992004000100007.

Stockmann et al. (2010) Roland Stockmann et al. *Scorpions of the World*. Acessado em 17/11/2020 no endereço <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=sibe01.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expression=mfn=034882>.

Hoshino et al. (2006) K. Hoshino et al. Selection of environmental temperature by the yellow scorpion *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 (Scorpiones, Buthidae). *The journal of venomous animals and toxins including tropical diseases*. 12, 1 (2006), 59–66. doi: 10.1590/S1678-91992006000100005.

Ministério da Saúde (2009). Manual de controle e manejo de escorpiões.

SINAN (2018) Ministério da Saúde (ms) Secretaria de Vigilância em Saúde (svs) Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Saúde de A a Z. Acidentes por animais peçonhentos. MS Brasília.

Torrez et al. (2019) Pasesa Pascuala Quispe Torrez et al. Scorpionism in Brazil: exponential growth of accidents and deaths from scorpion stings. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 52, (May.-2019), e20180350. doi: 10.1590/0037-8682-0350-2018.

Pimenta et al. (2019) Ricardo José Gonzaga Pimenta et al. Selected to survive and kill: *Tityus serrulatus*, the Brazilian yellow scorpion. *PLoS one*. 14, 4 (Apr.-2019), e0214075. doi: 10.1371/journal.pone.0214075.

Polis (1990) Gary A. Polis. *The biology of scorpions*. Acessado em 17/11/2020 no endereço <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=sibe01.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=007794>.

ARANHAS

World Spider Catalog (2020). World Spider Catalog. Version 21.5. Natural History Museum Bern, Acessado em 17/11/2020 no endereço <http://wsc.nmbe.ch>. doi: 10.24436/2.

Barbaro et al. (2005) Katia Cristina Barbaro et al. Enzymatic characterization, antigenic cross-reactivity and neutralization of dermonecrotic activity of five *Loxosceles* spider venoms of medical importance in the Americas. *Toxicon*. doi: 10.1016/j.toxicon.2004.12.009.

de Saúde (Brazil) et al. (1998) Fundação Nacional de Saúde (Brazil) et al. *Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos*. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde.

Brescovit et al. (2011) Antonio Domingos Brescovit et al. Aranhas (Araneae, Arachnida) do Estado de São Paulo, Brasil: diversidade, esforço amostral e estado do conhecimento. *Biota Neotropi-*

ca. doi: 10.1590/s1676-06032011000500035.

Candiani et al. (2005) David F. Candiani et al. Composição e diversidade da araneofauna (Araneae) de serapilheira em três florestas urbanas na cidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*. 5, 1A (2005), 111–123. doi: 10.1590/S1676-06032005000200010.

Cardoso et al. (2003) João Luiz Costa Cardoso et al. Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*. 45, 6 (2003), 338–338. Retrieved from <https://www.revistas.usp.br/rimtsp/article/download/30767/32651>.

von Eickstedt (1981) V. R. D. von Eickstedt. Estudo sistemático de *Phoneutria nigriventer* (Keyserling, 1891) e *Phoneutria keyserlingi* (Pickard-Cambridge, 1897) (Araneae; Labidognatha; Ctenidae). *Memórias do Instituto Butantan (São Paulo)*. 1978-1979. 4243, (1981), 95–126. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://www.qw.vietsciences.org/research/020/988/020988899.php>.

Fischer and Vasconcellos-Neto (2005) Marta Luciane Fischer and João Vasconcellos-Neto. Microhabitats occupied by *Loxosceles intermedia* and *Loxosceles laeta* (Araneae: Sicariidae) in Curitiba, Paraná, Brazil. *Journal of medical entomology*. 42, 5 (Sep.-2005), 756–765. doi: 10.1603/0022-2585(2005)042 [0756:MOBLIA] 2.0.CO;2.

Foelix (2011) Rainer Foelix. *Biology of Spiders*. Oxford University Press, USA. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://play.google.com/>

store/books/details?id=eOUVDAAAQBAJ.

Gertsch (1967) Willis John Gertsch. The spider genus *Loxosceles* in South America (Araneae, Scytodidae). *Bulletin of the AMNH*; v. 136, article 3. (1967). Acessado em 17/11/2020 no endereço <http://digitallibrary.amnh.org/handle/2246/1989>.

Levi (1959) Herbert W. Levi. The Spider Genus *Lactrodectus* (Araneae, Theridiidae). *Transactions of the American Microscopical Society*. 78, 1 (1959), 7–43. doi: 10.2307/3223799.

Lira-da-Silva et al. (1995) Rejâne Maria Lira-da-Silva et al. Estudo retrospectivo de latrodectismo na Bahia, Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 28, 3 (1995), 205–210. doi: 10.1590/S0037-86821995000300007.

Lucas et al. (1994) Sylvia M. Lucas et al. Mygalomorph spider bites: a report on 91 cases in the state of Sao Paulo, Brazil. *Toxicon: official journal of the International Society on Toxinology*. 32, 10 (1994), 1211–1215. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0041010194903506>.

Martins et al. (2002) Rosana Martins et al. A new species of *Loxosceles* of the *laeta* group from Brazil (Araneae: Sicariidae). *Zootaxa*. 94, 1 (2002), 1–6.

Martins and Bertani (2007) Rosana Martins and Rogerio Bertani. The non-Amazonian species of the Brazilian wandering spiders of the genus *Phoneutria* Perty, 1833 (Araneae: Ctenidae), with the description of a new species. *Zootaxa*. 1526, 1 (2007), 1–36.

Ott et al. (2014) R. Ott et al. First record of *Lactrodectus mirabilis* (Araneae: Theridiidae) from southern Brazil and data on natural history of the species. *Revista Colombiana de Entomologia*. (2014).

Simó and Brescovit (2001) Miguel Simó and Antonio D. Brescovit. Revision and cladistic analysis of the Neotropical spider genus *Phoneutria* Perty, 1833 (Araneae, Ctenidae), with notes on related Cteninae. *BULLETIN-BRITISH ARACHNOLOGICAL SOCIETY*. 12, 2 (2001), 67–82.

LAGARTAS

Brechlin e Meister (2011) R. Brechlin e F. Meister. Two new taxa of the genus *Lonomia* Walker, 1855 (Lepidoptera: Saturniidae). *Entomology-Satsphingia*. 4, 5, 104-108.

Brechlin e Meister (2013) R. Brechlin e F. Meister. Sixteen new taxa of the genus *Lonomia* Walker, 1855 (Lepidoptera: Saturniidae). *Entomology-Satsphingia*. 6, 1, 23-42.

Brechlin et al (2011) R. Brechlin, F. Meister. C. G. M. Mielke e E. Van Schayck. Fifteen new taxa of the genus *Lonomia* Walker, 1855 (Lepidoptera: Saturniidae). *Entomology-Satsphingia*. 4, 2, 61-77.

Brechlin et al (2017) R. Brechlin, F. Meister. C. G. M. Mielke e E. Van Schayck. Two new taxa of the genus *Lonomia* Walker, 1855 (Lepidoptera: Saturniidae). *Entomology-Satsphingia*. 8, 3, 12-15.

Brechlin (2017) R. Brechlin. Six new species in the genus *Lonomia* Walker, 1855 (Lepidoptera: Sa-

turniidae). Entomo-Satsphingia. 10, 1, 22-31.

Caovilla (2003) Jairo José Caovilla. Avaliação da eficácia do soro antilonômico na reversão da síndrome hemorrágica causada por contato com lagartas da *Lonomia obliqua* (Lepidoptera, Saturniidae). (2003). Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/10080>.

Cardoso et al. (2003) João Luiz Costa Cardoso et al. Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*. 45, 6 (2003), 338–338. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://www.revistas.usp.br/rimtsp/article/download/30767/32651>.

Carrijo-Carvalho and Chudzinski-Tavassi (2007) Linda Christian Carrijo-Carvalho and Ana Marisa Chudzinski-Tavassi. The venom of the *Lonomia* caterpillar: an overview. *Toxicon: official journal of the International Society on Toxinology*. 49, 6 (May.-2007), 741–757. doi: 10.1016/j.toxicon.2006.11.033.

Cerbino et al (2004) V. D. A Cerbino, F. L. Lemos, R. Duarte, R. Marques, H. H. Silotto, M. L. Nascimento-Lima e F. Campos. Ocorrência de acidentes por *Lonomia obliqua* em Minas Gerais. XX Congresso Brasileiro de entomologia.

Chudzinski-Tavassi and Alvarez-Flores (2013) Ana Marisa Chudzinski-Tavassi and Miryam Paola Alvarez-Flores. South American *Lonomia Obliqua* caterpillars: morphological aspects and venom biochemistry. *Lepidoptera*. New York: Nova Science Publishers. (2013).

Duarte (1990) A. C. Duarte. 1, Lorini D, Mantovani G, Sumida J et al. Insuficiência renal aguda por acidentes com lagartas. *Jornal brasileiro de nefrologia: órgão oficial de Sociedades Brasileira e Latino-Americana de Nefrologia*. (1990), 12184–12187.

Favalesso and Others (2018) Marília Melo Favalesso and Others. Condições ecológicas e predição de áreas adequáveis para ocorrência de *Lonomia obliqua* Walker 1855 no Brasil. (2018). Acessado em 17/11/2020 no endereço <http://131.255.84.103/handle/tede/3961>.

Garcia and Danni-Oliveira (2007) Claudia Moreira Garcia and Inês Moresco Danni-Oliveira. Ocorrência de acidentes provocados por *Lonomia obliqua* Walker, no Estado do Paraná, no período de 1989 a 2001. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 40, 2 (2007), 242–246. Acessado em 17/11/2020 no endereço https://www.academia.edu/download/44734101/Occurrence_of_accidents_caused_by_Lonomi20160414-18966-31o9xc.pdf.

Jader (2007) Ramon Jader. Saúde Estadual alerta para risco de acidentes com lagartas. Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://www.saude.mg.gov.br/component/gmg/story/188-saude-estadual-alerta-para-risco-de-acidentes-com-lagartas-sesmg>

Lorini (1993) I. Lorini. Taturana: a lagarta que mata. Embrapa *Trigo-Fôlder/Folheto Cartilha (INFOTECA-E)*. (1993). Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://www.in->

foteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/842736.

M. and Corseuil (2001) Lorini Lisete M. and Élio Corseuil. Aspectos Morfológicos de *Lonomia obliqua* Walker (Lepidoptera: Saturniidae). *Neotropical Entomology*. doi: 10.1590/s1519-566x2001000300006.

Lorini (1999) Lisete M. Lorini. *A taturana: aspectos biológicos e morfológicos da Lonomia obliqua*. Universidade de Passo Fundo.

Lorini (1998) L. M. Lorini. *A vida da taturana Lonomia obliqua*. UFP. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://play.google.com/store/books/details?id=dGdKyGAACAAJ>.

Lorini (2005) L. M. Lorini. Criação, comportamento sexual e inimigos naturais de *Lonomia obliqua* Walker, 1855 (Lepidoptera: Saturniidae). (2005). Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/38113>.

Lorini (2008) L. M. Lorini. Saturniidae Hemileucinae *Lonomia obliqua* Walker, 1855. *Specht, A; Corseuil, E.* (2008), 165–185.

Moraes (n.d.) Roberto Henrique Pinto Moraes. Identificação dos inimigos naturais de *Lonomia obliqua* Walker, 1855 (Lepidoptera, Saturniidae) e possíveis fatores determinantes do aumento da sua população. doi: 10.11606/d.11.2002.tde-30122002-090738.

Rubio (2001) Gisélia Burigo Guimarães Rubio. Vigilância epidemiológica da distribuição da lagarta *Lonomia obliqua* Walker, 1855, no Estado do Paraná, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*.

doi: 10.1590/s0102-311x2001000400039.

Veiga (2005) Ana Beatriz Gorini da Veiga. Caracterização molecular dos componentes do veneno de *Lonomia obliqua*: genes expressos e princípios ativos envolvidos nos distúrbios da coagulação e da fibrinólise. Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular (PPGBCM), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Villas-Boas et al. (2018) Isadora Maria Villas-Boas et al. Venomous caterpillars: From inoculation apparatus to venom composition and envenomation. *Toxicon*. doi: 10.1016/j.toxicon.2018.08.007.

Zannin et al. (2003) Marlene Zannin et al. Blood coagulation and fibrinolytic factors in 105 patients with hemorrhagic syndrome caused by accidental contact with *Lonomia obliqua* caterpillar in Santa Catarina, Southern Brazil. *Thrombosis and Haemostasis*. doi: 10.1055/s-0037-1613453.

Maristela et al. (2018) Deni Lineu Schwartz Filho, Maristela Zamoner, Solange Regina Malkowski. Monitoramento de mariposas dos gêneros *Lonomia* e *Periga*. Comfauna.

CENTOPEIAS E PIOLHOS-DE-COBRA

David and Handa (2010) Jean-François David and Ira Tanya Handa. The ecology of saprophagous macroarthropods (millipedes, woodlice) in the context of global change. *Biological Reviews*. doi: 10.1111/j.1469-185x.2010.00138.x.

Kania and Kłapeć (2012) Grzegorz Kania and Teresa Kłapeć. Seasonal activity of millipedes (Diplopoda)--their economic and medical significance. *Annals of agricultural and environmental medicine: AAEM*. 19, 4 (2012), 646–650. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23311782>.

Shear (2015) William A. Shear. The chemical defenses of millipedes (diplopoda): Biochemistry, physiology and ecology. *Biochemical Systematics and Ecology*. doi: 10.1016/j.bse.2015.04.033.

Marx et al. (2012) Michael Thomas Marx et al. Adaptations and Predispositions of Different Middle European Arthropod Taxa (Collembola, Araneae, Chilopoda, Diplopoda) to Flooding and Drought Conditions. *Animals*. doi: 10.3390/ani2040564.

VESPAS E MARIMBONDOS

Coelho et al. (2008) Márcia Sousa Coelho et al. ALIMENTOS CONVENCIONAIS E ALTERNATIVOS PARA ABELHAS. *Revista Caatinga*. 21, 1 (Feb.-2008). Acessado em 17-Nov.-2020, de periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/500.

Ramos e Carvalho (2007) Juliana Mistrioni Ramos e Naiara Cristina de Carvalho. ESTUDO MORFOLÓGICO E BIOLÓGICO DAS FASES DE DESENVOLVIMENTO DE *Apis mellifera*. *Revista científica eletrônica de engenharia florestal. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal*

de Garça. 6 10. Acessado em 17/11/2020 no endereço https://www.ffclrp.usp.br/imagens_defesas/02_05_2013__16_15

Alves et al. (2017) Fernanda Alves et al. Formigas e vespas como problema de saúde pública / Ants and wasps as a public health problem / Las hormigas y avispa como un problema de salud pública. *JOURNAL HEALTH NPEPS*. 2, 1 (Mar.-2017), 122–129. Acessado 17-Nov.-2020, de periodicos.unemat.br/index.php/jhnpeps/article/view/1793.

Biagiotto and Shima (2017) Renan Hohendorff Biagiotto and Sulene Noriko Shima. Comparative Study of the Development of *Mischocyttarus cassununga* Von Ihering and *Mischocyttarus cerberus styx* Richards Colonies (Hymenoptera, Vespidae, Mischocyttarini). *EntomoBrasilis*. doi: 10.12741/ebrasilis.v10i3.710.

Carpenter e Marques (2001) J.M. Carpenter e O.M. Marques. Contribuição ao Estudo dos vespídeos do Brasil. Universidade Federal da Bahia.

Castro e Palma (2009) F. F. M. Castro e M. S. Palma. Alergia a venenos de insetos. Editora. Manole.

Catae (2013) A. F. Catae. Análise Histoquímica Comparativa das Glândulas de Veneno de Abelhas *Apis mellifera* Africanizadas e das Vespas *Polistes versicolor*, *Agelaiia palipes palipes* e *Polybia paulista*.

Gomes et al. (2016) Bruno Gomes et al. Survey and New Distributional Records of Nocturnal Social Wasps *Apoica* (Hymenoptera, Vespidae, Epiponini) Along Madeira River, Rondônia, Brazil.

EntomoBrasilis. doi: 10.12741/ebrasilis.v9i1.544.

Meschial et al (2013) WC Meschial, BF Martins, LM Reis, TSL Ballani, CL Barboza, MLF Oliveira. Internações hospitalares de vítimas de acidentes por animais peçonhentos. *Revista Rene*. 14, 311-319. Acessado em 17/04/2020 em <http://periodicos.ufc.br/rene/article/view/3381>

Ruppert et al. (2005) Edward E. Ruppert et al. *Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva*. ROCA. Acessado em 17/11/2020 no endereço https://play.google.com/store/books/details?id=3Q_lwAEACAAJ.

Resh e Cardé (2003) VH Resh e RT Cardé. Enciclopédia dos insetos. Imprensa Acadêmica. 2003. 1179-1183.

Silva (2018) Tarcísio George de Oliveira Silva. Ocorrências notificadas de abelhas e vespas (Hymenoptera) no distrito do Jaçanã/Tremembé, São Paulo, SP.

Somavilla et al. (2014) Alexandre Somavilla et al. Vespas Sociais (Vespidae: Polistinae) em uma Área de Floresta Ombrófila Densa Amazônica no Estado do Maranhão, Brasil. *EntomoBrasilis*. doi: 10.12741/ebrasilis.v7i3.404.

Somavilha (2012) Alexandre Somavilha. Aspectos gerais da fauna de vespas (Hymenoptera: Vespidae) da Amazônia central, com ênfase na reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. Manaus. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Acesso em 16/04/2020 em <https://bdtd.inpa.gov.br/handle/tede/2069>

Somavilha et al (2012). Alexandre Somavilla, Marcio Luiz de Oliveira e Orlando Tobias Sil-

veira. Guia de identificação dos ninhos de vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) na Reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* 56, 4. Acessado em 17/04/2020 em <https://doi.org/10.1590/S0085-56262012000400003>

Somavilla and Köhler (2012) Alexandre Somavilla and Andreas Köhler. Preferência Floral de Vespas (Hymenoptera, Vespidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *EntomoBrasilis*. doi: 10.12741/ebrasilis.v5i1.152.

Storer (1971) Tracy Irwin Storer. *Zoologia Geral*. Nacional. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://play.google.com/store/books/details?id=LcbbPQAACAAJ>.

FORMIGAS

Alves et al. (2017) Fernanda Alves et al. Formigas e vespas como problema de saúde pública / Ants and wasps as a public health problem / Las hormigas y avispa como un problema de salud pública. *JOURNAL HEALTH NPEPS*. 2, 1 (Mar.-2017), 122-129. Acessado 17-Nov.-2020, de periodicos.unemat.br/index.php/jhnpeps/article/view/1793.

Weigang and Qi (2008) Li Weigang and Wu Man Qi. AntWeb—Web Search Based on Ant Behavior. *Emerging Technologies of Text Mining*. doi: 10.4018/978-1-59904-373-9.ch010.

Bertelsmeier et al. (2015) Cleo Bertelsmeier et al. Worldwide ant invasions under climate

change. *Biodiversity and Conservation*. doi: 10.1007/s10531-014-0794-3.

Brasil (2017). Acidentes por animais peçonhentos. Notificações registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN-NET.

Westview (1994) “Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species” *Choice Reviews Online*. 32, 02 (Oct.-1994), 32-0923-32-0923. doi: 10.5860/CHOICE.32-0923.

Bueno et al. (2017) Odair Correa Bueno, Ana Eugênia de Carvalho Campos e Maria Santina de Castro Morini. Formigas em ambientes urbanos no Brasil. Editora Canal 6.

Bueno e Campos-Farinha (1999) Odair Correa Bueno e A. E. C. Campos-Farinha. As formigas domésticas. 135-180. Em: *Insetos e outros invasores de residências* (1999) FEALQ. Acessado em 17/11/2020 no endereço play.google.com/store/books/details?id=krcaHAAACAAJ.

Bueno e Campos-Farinha (1999) Odair Correa Bueno e A. E. C. Campos-Farinha. Formigas que vivem no ambiente urbano. Em: *Formigas em ambientes urbanos no Brasil*. Editora Canal 6 editora.

Campos et al. (2017) Ana Eugênia de Carvalho Campos, Francisco José Zorzenon e J.J. Junior. Formigas Urbanas. Instituto Biológico.

Campos-Farinha e Bueno (2004) Ana Eugênia de Carvalho Campos-Farinha e Odair Correa Bueno. Formigas urbanas: comportamento e controle. *Biológico*. 66, 1/2, 47-48.

Cardoso et al (2017) P. B. Cardoso, E. S. Calixto, H. M. Torezan-Silingardi e K. Del-Claro. A

ação das formigas visitantes de nectários extraflorais sobre a polinização e a produção de frutos em *Palicourea rigida* (Rubiaceae). Ficha Catalográfica.

Cintra-Socolowski (2007) P. Cintra-Socolowski. Histórico sobre as pesquisas com formigas em ambientes hospitalares no Brasil. *Instituto Biológico*. 69, Supl. 2, 35-38.

Creighton (1930) William S. Creighton. The New World Species of the Genus *Solenopsis* (Hymenop. Formicidae). *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*. doi: 10.2307/20026320.

Costa et al. (2006) Sílvia Baldan da Costa et al. Formigas como vetores mecânicos de microorganismos no Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. doi: 10.1590/s0037-868220060006000003.

Castro et al. (2015) Mariana Monteiro de Castro et al. The ant fauna of hospitals: advancements in public health and research priorities in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*. doi: 10.1016/j.rbe.2015.02.011.

Delabie et al. (2015) Jacques H. C. Delabie et al. As formigas poneromorfas do Brasil. doi: 10.7476/9788574554419.

Fowler et al. (1993) Harold G. Fowler et al. Ants as potential vectors of pathogens in hospitals in the state of sao paulo, brazil. *International Journal of Tropical Insect Science*. doi: 10.1017/s1742758400014879.

Garcia et al. (2011) Flávio Roberto Mello Garcia

- et al. Ants (Hymenoptera: Formicidae) in five hospitals of Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Acta Scientiarum. Health Science*. doi: 10.4025/actascihealthsci.v33i2.10999.
- Holway et al. (2002)** David A. Holway et al. The Causes and Consequences of Ant Invasions. *Annual Review of Ecology and Systematics*. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150444.
- Hulme (2020)** Roland Hulme. Fire Ants Cost US \$5 Billion a year. 2018. Acessado em 17/11/2020 no endereço: <https://www.usbugsquad.com/pest-control-news/fire-ants-cost-us-5-billion-a-year>.
- Koneman et al. (2001)** E. W. Koneman; S. D. Allen, W. M. Janda, P. C. Schereckenberger; W. C. Winn Junior. Diagnóstico microbiológico. Texto e Atlas Colorido. 5 ed. MEDSI
- Leal (2003)** Inara R. Leal. Dispersão de sementes por formigas na caatinga. *Ecologia e conservação da caatinga*. 593-624.
- Malaspina et al. (2009)** O. Malaspina, O. C. Bueno, A. V. L. Augusto, M. S. Palma. Biologia dos himenópteros sociais. In: CASTRO F. F. M.; PALMA, M. S. (Eds.). *Alergia a venenos de insetos*. Barueri: Manole, 2009. 5-36.
- Moreira et al. (2005)** Denise D. O. Moreira et al. Ants as carriers of antibiotic-resistant bacteria in hospitals. *Neotropical Entomology*. doi: 10.1590/s1519-566x2005000600017.
- Oliveira e Campos-Farinha (2005)** M. F. Oliveira e A. E. C. Campos Farinha. Formigas urbanas do município de Maringá, PR, e suas implicações. *Arquivo Instituto Biológico*. 72, 1, 33-39.
- Pesquero et al. (2008)** Marcos A. Pesquero et al. Formigas em ambiente hospitalar e seu potencial como transmissoras de bactérias. *Neotropical Entomology*. doi: 10.1590/s1519-566x2008000400017.
- Quirino (1997)** N. E. P. S. Quirino. Controle da água e vetores. Em: Couto et. al (1997) R. C. Couto, T. M. G. Pedrosa, J. M. Nogueira. *Infeção hospitalar: Epidemiologia e controle*. MED-SI. 219-22.
- Santos (2016)** M. N. Santos. Research on urban ants: approaches and gaps. *Insectes Sociaux*. doi: 10.1007/s00040-016-0483-1.
- Suarez et al. (2009)** Andrew V. Suarez et al. Biogeographic and Taxonomic Patterns of Introduced Ants. *Ant Ecology*. doi: 10.1093/acprof:oso/9780199544639.003.0013.
- Tanaka et al. (2007)** Ioshie Ibara Tanaka, Ana Maria Ferreira Sornas Viggiani e Osmar Clayton Person. Bactérias veiculadas por formigas em ambiente hospitalar. *Arquivos Médicos do ABC*. 32, 2.
- Wetterer (2012)** J. K. Wetterer. Worldwide spread of the African big-headed ant *Pheidole megacephala* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*. 17, 51-62.
- Zarzuela et al. (2002)** M. F. M. Zarzuela, M. C. C. Ribeiro e Ana Eugênia De Carvalho Campos. Distribuição de formigas urbanas em um hospital da região sudeste do Brasil. *Arquivo Instituto Biológico*. 69, 1, 85-87.

BESOUROS

- Bong et al. (2015)** Lee-Jin Bong et al. Paederus Outbreaks in Human Settings: A Review of Current Knowledge. *Journal of Medical Entomology*. doi: 10.1093/jme/tjv041.
- Bravo et al. (2017)** Carolina Bravo et al. Cantharidin is conserved across phylogeographic lineages and present in both morphs of Iberian Berberomeloe blister beetles (Coleoptera, Meloidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*. doi: 10.1093/zoolinnean/zlw016.
- Costa et al. (1988)** Cleide Costa et al. Larvas de Coleoptera do Brasil. doi: 10.5962/bhl.title.100233.
- Gisoni et al. (2019)** Silvia Gisoni et al. Cantharidin content in two Mediterranean species of blister beetles, *Lydus trimaculatus* and *Mylabris variabilis* (Coleoptera: Meloidae). *Entomological Science*. doi: 10.1111/ens.12364.
- Kellner (2002)** Rupert L. L. Kellner. Molecular identification of an endosymbiotic bacterium associated with pederin biosynthesis in *Paederus sabaeus* (Coleoptera: Staphylinidae). *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. doi: 10.1016/s0965-1748(01)00115-1.
- Kellner and Dettner (1995)** Rupert L. L. Kellner and Konrad Dettner. Allocation of pederin during lifetime of *Paederus* rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae): Evidence for polymorphism of hemolymph toxin. *Journal of Chemical Ecology*. doi: 10.1007/bf02033672.
- Majumder and Datta (2012)** Nilratan Majumder and Shib Sekhar Datta. Scarabiasis in children: study from rural north-east India. *Indian Journal of Medical Specialities*. doi: 10.7713/ijms.2012.0016.
- Moed et al. (2001)** Lisa Moed et al. Cantharidin Revisited. *Archives of Dermatology*. doi: 10.1001/archderm.137.10.1357.
- P et al. (2016)** Mohammed M. T. P et al. Scarabiasis in Children: A Prospective Study of 6 cases. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*. doi: 10.14260/jemds/2016/525.
- Monné e Costa (2020)** M.L. Monné e C. Costa. Coleoptera in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. Acessado em 17/11/2020 no endereço <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/fauna-dobrasil/223>.
- Nasir et al. (2015)** Shabab Nasir et al. *Paederus* beetles: the agent of human dermatitis. *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases*. doi: 10.1186/s40409-015-0004-0.
- Polettini et al. (1992)** A. Polettini et al. A fatal case of poisoning with cantharidin. *Forensic Science International*. doi: 10.1016/0379-0738(92)90144-I.
- Quintino e Monné (2009)** H.Y.S. Quintino e M. Monné. Espécies de Meloidae (Coleoptera) ocorrentes no estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*. 67, 3-4, 253-258.
- Rafael et al. (2012)** J.A. Rafael, G.A.R. Melo, C. J.B. de Carvalho, S.A. Casari e R. Constantino. *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Holos Editora.
- Ratcliffe et al (2002)** B.C. Ratcliffe, M.L. Jame-

son e A.B.T. Smith. Scarabaeidae Latreille 1802, 39–81 Em: Ratcliffe B.C. Ratcliffe, M.L. Jameson. Em: Series Scarabaeiformia Crowson 1960 (=Lamellicornia), Superfamily Scarabaeoidea Latreille 1802: Introduction, chap. 22, 1–5 p. Em: R. H. Arnett Jr., M. C. Thomas, P. E. Skelley e J. H. Frank. American Beetles. Volume 2. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea. Boca Raton, CRC Press LLC, xiv.

Rosa et al. (2020) Simone Policena Rosa et al. Hidden diversity in the Brazilian Atlantic rainforest: the discovery of Jurasaidae, a new beetle family (Coleoptera, Elateroidea) with neotenic females. *Scientific Reports*. doi: 10.1038/s41598-020-58416-6.

Ruzzier et al. (2020) Enrico Ruzzier et al. Occurrence, ecological function and medical importance of dermestid beetle *hastisetæ*. *PeerJ*. doi: 10.7717/peerj.8340.

Sandroni (2001) Paola Sandroni. Aphrodisiacs past and present: A historical review. *Clinical Autonomic Research*. doi: 10.1007/bf02332975.

Vieira et al. (2014) Juliana S. Vieira et al. Rove beetles of medical importance in Brazil (Coleoptera, Staphylinidae, Paederinae). *Revista Brasileira de Entomologia*. doi: 10.1590/s0085-56262014000300005.

CIÊNCIA FORENSE

Beuter et al. (2008) Lucas Beuter, Paula Arruda Fernandes, Priscila Borges Barros, Caroline

Rodrigues de Souza, Larissa Barbosa Jacomini e Júlio Mendes. Diversidade e sazonalidade de califorídeos de potencial importância forense na área urbana de Uberlândia. Anais do XII Seminário de Iniciação Científica da Universidade Federal de Uberlândia.

Carvalho et al. (2000) L. M. L. Carvalho et al. A checklist of arthropods associated with pig carrion and human corpses in Southeastern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. doi: 10.1590/s0074-02762000000100023.

Castro et al. (2006) Marcelo Cutrim Moreira de Castro et al. Ectoparasitos de cães e gatos da cidade de Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. doi: 10.1590/s0044-59672006000400015.

Dos Santos e Chavaglia (2017) W.D. Dos Santos e R.F. Chavaglia. “A importância do controle de armazenagem para a conservação e comercialização de grãos”. *Revista científica do centro de ensino superior*, 5, 5, 155-156.

Lima-Camara et al. (2016) Tamara Nunes Lima-Camara et al. Finding *Aedes aegypti* in a natural breeding site in an urban zone, Sao Paulo, Southeastern Brazil. *Revista de Saúde Pública*. doi: 10.1590/s1518-8787.2016050006245.

Machado et al. (2008) Eduardo H. L. Machado et al. Ocorrência de coleópteros em alimentos industrializados para cães, comercializados na região metropolitana de Recife, PE. *Neotropical Entomology*. doi: 10.1590/s1519-566x2008000500017.

Marquez et al. (2007) Aline Teixeira Marquez

et al. Míases associadas com alguns fatores sócio-econômicos em cinco áreas urbanas do Estado do Rio de Janeiro. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. doi: 10.1590/s0037-86822007000200006.

Santos and Dos Santos (2019) Anderson Eduardo Dos Santos and Anderson Eduardo Dos Santos. Entomologia Forense: quando os insetos são vestígios. *Revista Brasileira de Criminológica*. doi: 10.15260/rbc.v8i1.351.

Pereira et al. (2001) Paulo Roberto Valle da Silva Pereira et al. Chaves para a identificação dos principais Coleoptera (Insecta) associados com produtos armazenados. *Revista Brasileira de Zoologia*. doi: 10.1590/s0101-81752001000100031.

Rodrigues (2019) F. D. C. Rodrigues. O efeito de uma interface de paisagem florestal-urbana sobre a distribuição de mosquitos vetores de arbovírus e vigilância entomológica no município de Barra Mansa, estado do Rio de Janeiro. Fundação Oswaldo Cruz.

O QUE PODEMOS FAZER PARA MUDAR ISSO

Alves (2014) José Eustáquio Diniz Alves. Sustentabilidade, Aquecimento Global e o Decrescimento Demo-econômico. *Revista Espinhaço | UFVJM*. (Jun.-2014), 4–16. doi: 10.5281/zenodo.3966040.

Assad (2016) Leonor Assad. Relações perigosas: aumento de temperatura e doenças negligenciadas. *Ciência e Cultura*. doi: 10.21800/2317-

66602016000100007.

Barcellos et al. (2009) Christovam Barcellos et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. doi: 10.5123/s1679-49742009000300011.

Carmo (2011) D. M. G. Carmo. Manual de Orientação para contratação de empresas de controle de vetores e pragas sinantrópicas. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Galati et al. (2015) Eunice A. B. Galati et al. Mudanças climáticas e saúde urbana. *Revista USP*. doi: 10.11606/issn.2316-9036.v0i107p79-90.

Harrigan et al. (2014) Ryan J. Harrigan et al. A continental risk assessment of West Nile virus under climate change. *Global Change Biology*. doi: 10.1111/gcb.12534.

International Energy Agency (2018) International Energy Agency. *Renewables 2017: Analysis and Forecasts To 2023*. OECD. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://play.google.com/store/books/details?id=tJ6rvgEACAAJ>.

Hulme (2020) Mike Hulme. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *International Encyclopedia of Geography*. doi: 10.1002/9781118786352.wbieg0254.pub2.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014) Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Acessado em 17/11/2020 no

endereço <https://play.google.com/store/books/details?id=o4gaBQAAQBAJ>.

Rossati et al. (2014) Antonella Rossati et al. [Vector transmitted diseases and climate changes in Europe]. *Le infezioni in medicina: rivista periodica di eziologia, epidemiologia, diagnostica, clinica e terapia delle patologie infettive*. 22, 3 (Sep.-2014), 179–192. Acessado em 17/11/2020 no endereço <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25269959>.

Rueda et al. (1990) L. M. Rueda et al. Temperature-Dependent Development and Survival Rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*. doi: 10.1093/jmedent/27.5.892.

Wermelinger (2009) E. D. Wermelinger. A relação entre vetores e pragas urbanas e habitação saudável. *Vetores & Pragas*. 12, 2–7.

Oliveira et al. (2009) G. S. D. Oliveira, N. F. D. Silva e Rachel Henriques. *Mudanças Climáticas: ensino fundamental e médio*. 1. ed. Brasília: MEC, SEB;MCT;AEB.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Silverwood-Cope et al. (2011) K. D. O. Silverwood-Cope et al. *Mudanças Climáticas*. 1. ed. Brasília: MMA.

Oliveira et al. (2009) G. S. D. Oliveira, N. F. D. Silva e Rachel Henriques. *Mudanças Climáticas: ensino fundamental e médio*. 1. ed. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB.

SOBRE

ORGANIZADORES E AUTORES

Camila Lorenz

Bióloga, Mestre e Doutora em Ciências, atualmente é Pesquisadora do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo e faz pós-doutorado em Epidemiologia na Faculdade de Saúde Pública da USP.

✉ cammillalorenz@gmail.com

📘 @camila.lorenz88

📷 @camila_lorenz



Flávia Virginio

Bióloga e Doutora em Ciências, atualmente é Pesquisadora e Curadora da Coleção Entomológica, Laboratório de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan. Fundadora dos perfis de divulgação científica @entomologia e @conhecendosomosquitos.

✉ flavia.virginio@butantan.gov.br

📷 @entomologia

📷 @conhecendosomosquitos



Gabriel Correia Lima

Atualmente é Graduando do curso de Ciências Moleculares da Universidade de São Paulo (USP), e aluno de Iniciação Científica pelo Laboratório Nacional de Biociências (CNPEM).

📷 @gabriel.lima



AUTORES CONVIDADOS

Amanda Oliveira

Bióloga e mirmecóloga, atualmente é Doutoranda na Universidade do Estado de São Paulo (UNESP), Campus Rio Claro e também é vinculada ao Instituto Biológico de São Paulo.

📷 @amandah7





Ana Fontenelle

Meteorologista, mestra e doutoranda em Planejamento de Sistemas Energéticos na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e Embaixadora de Saúde Planetária (IEA-USP).

 @anaafontenelle

 @AnaFontenelle8

André Luis Dias Arratia

Biólogo e Especialista em Engenharia Ambiental, atualmente é Agente de Endemias na Vigilância Ambiental, UVIS-Centro/CRS-C/SMS/PMSP e voluntário no Laboratório de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan.

 arratia.aa@gmail.com

 @andre.arratia

 @andre.luisdiasarratia



Bruno Zilberman

Biólogo, atualmente é Doutorando no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).

 brunozilberman@usp.br



Carolina Almeida de Moura

Bióloga, atualmente é Técnica de Produção da Vacina Influenza no Instituto Butantan.

 carolina.moura@butantan.gov.br

 @itscarolalmeida



Denise Maria Candido

Bióloga, atualmente trabalha no Laboratório de Artrópodes do Instituto Butantan.

 denise.candido@butantan.gov.br

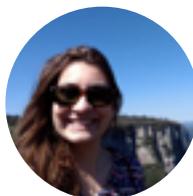


Eliane Campos de Oliveira

Bióloga, atualmente é Tecnologista Jr. no Laboratório de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan na área de Entomologia.

 eliane.oliveira@butantan.gov.br

 elh_oliveira



Eloá Pires Barbosa

Bióloga, atualmente é aluna de Especialização em animais de interesse médico (Biologia Animal) pelo Instituto Butantan.

 eloapiresbarbosa@gmail.com

 eloapb

 Eloá Pires Barbosa



Fredy Galvis

Biólogo, Mestre e Doutor em Ciências, atualmente é Pesquisador (pós-doutorado) na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP).

✉ fgalvis@usp.br



Ivy Sá

Bióloga, Mestre e Doutora em Ciências, atualmente é Pesquisadora (pós-doutorado) na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP).

✉ ivyluizisa@gmail.com



Gabrielle Ribeiro de Andrade

Bióloga, atualmente é Tecnologista Jr. no Laboratório de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan nas áreas de Entomologia e Acarologia.

✉ andradegabrielle10@gmail.com



Jessica Carolina Fernandes Moraes

Bióloga.

✉ jessicacarolina72@gmail.com

📷 @jehfernandes



Guilherme da Silva Lopes

Biólogo, atualmente é Conselheiro do Parque Carmo - Olavo Egydio Setúbal, onde realiza monitoramento de abelhas nativas.

📷 @gui_biogo

📷 @abelhabrasileira



Leonardo Yoshiaki Kamigauti

Geofísico, atualmente é Doutorando em Meteorologia na Universidade de São Paulo (USP) e especialista em poluição atmosférica.

📷 @scikami

🐦 @sci_kami



Heitor Fernandes Leme

Ilustrador científico, atualmente é Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo (USP) e aluno de Iniciação Científica no Laboratório de Coleções Zoológicas, Instituto Butantan.

✉ heitorh229@gmail.com

📷 @ilustr.heitor

📘 heitor.fernandesleme



Luisa Maria Diele-Viegas

Bióloga, Mestre e Doutora em Ecologia e Evolução, atualmente é Pesquisadora (pós-doc) na Universidade de Maryland, Estados Unidos.

✉ luisa.mviegas@gmail.com

📷 @minhaamigacientista

🐦 @luisaviegas

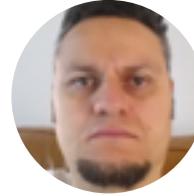


Luiz Felipe Moretti Iniesta

Biólogo, doutor em Zoologia pela Universidade de São Paulo e vinculado ao Laboratório de Coleções Zoológicas (LECZ) do Instituto Butantan.

✉ luiz-moretti@hotmail.com

📷 luiziniesta



Paulo André M. Goldoni

Biólogo e Especialista em Controle Biológico e Saúde Pública, atualmente é Tecnologista Jr. no Laboratório de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan.

🌐 br.linkedin.com/in/pgoldoni

📷 @goldonipaulo



Marceley Silva

Bióloga, Divulgadora científica, professora e consultora técnica para empresas de controle de pragas urbanas.

✉ biologamarceley@gmail.com

📘 @marceley.silva.18

📷 @biologamarceley

📷 @eseagentefalassesobreinsetos



Rafael Sousa

Biólogo e Mestre, atualmente é Doutorando em Sistemática, Taxonomia Animal e Biodiversidade no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).

✉ rafael.souza1988@gmail.com



Márcio Martins

Biólogo, Especialista em Entomologia Urbana, Mestre em Ciências, atualmente é Doutorando em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP).

✉ marcio_araujo@usp.br

✉ marcio.mda@hotmail.com

📘 marcio.martins.75685



Rodrigo Salvador Bouzan

Biólogo e Mestre, atualmente é doutorando em Zoologia na Universidade de São Paulo (USP).

✉ rodrigobouzan@outlook.com

📷 @rodrigobouzan



Rubens Antônio Silva

Biólogo, Pesquisador Científico e Coordenador Técnico do Programa de Controle da Doença de Chagas no estado de São Paulo.

✉ rubensantoniosilva@gmail.com

**Sandra Nagaki**

Bióloga, Mestre e Doutora em Ciências.

✉ sandranagaki@gmail.com

**Tamara Nunes de Lima-Camara**

Bióloga, Mestre e Doutora em Ciências, atualmente é pesquisadora na Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP).

✉ limacamara@usp.br

**Tarcísio George**

Biólogo Entomologista, palestrante e professor, atualmente é Agente de Endemias na Prefeitura de São Paulo.

✉ tarcisiogeorge@gmail.com

📷 @tarcisiogeorge

📘 @tarcisio.george

**Thiago Salomão**

Geógrafo, Ecólogo, Mestre e Doutor, atualmente é servidor da Secretaria de Saúde da Prefeitura de Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo.

✉ azevedots@gmail.com

**Valéria Onofrio**

Bióloga, Mestre e Doutora, atualmente é Pesquisadora e Curadora da Coleção Acarológica no Laboratório de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan.

✉ valcastilho@gmail.com

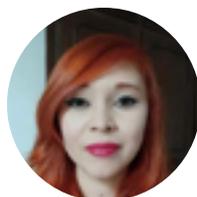
**Vitor Moreira Lima**

Biólogo e Especialista em Animais de Interesse em Saúde: Biologia Animal, atualmente é Técnico em Treinamento III (FAPESP) no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP).

✉ vitor.moreira-lima@usp.br

📷 @VBaruk

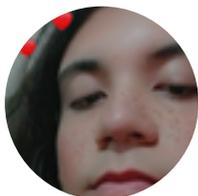
🐦 @VBaruk

**Vivian Petersen**

Bióloga, Mestre e Doutora em Ciências, atualmente é Pesquisadora (pós-doutorado) no Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (USP).

✉ shonenfire@gmail.com

ILUSTRADORES



Anne Teixeira

Estudante, atualmente terminando o Ensino Médio no Colégio Jeanette de Souza Coelho Mannarino.

@higavoch

@higavoch

higavoch@gmail.com

@higavoch



Ariel Guedes Farfan

Membro da Liga Acadêmica de Ilustração Científica da Universidade Federal do Vale do São Francisco (LAIC - Univasf).

@parasitologiaunivasf



Availdo Praxedes

@availdo.art

availdo.art@gmail.com



Bruno Begha

Biólogo e Ilustrador, atualmente é mestrando em Biologia Evolutiva na Universidade Estadual de Ponta Grossa.

bpbegha@gmail.com

bpbegha



Carine Araújo Cavalcante

Membro da Liga Acadêmica de Ilustração Científica da Universidade Federal do Vale do São Francisco (LAIC - Univasf).

@parasitologiaunivasf



Filipe Menezes

Biólogo e Mestre em Ciências.

filgmp@gmail.com

@fil.menezes



Gabriela Luiza

Bióloga e Ilustradora, atualmente é mestranda na Universidade Federal de Ouro Preto.

gabiluzadeus@gmail.com

@gabsluh



Joana Dias Ho

Bióloga, atualmente é mestranda na Universidade de São Paulo (USP) e vinculada ao Instituto Butantan.

joanadiasho@gmail.com

@desen.ho_jdh



João Garcia (Jão)

Jornalista e cartunista com foco em ciência e tecnologia.

✉ jaogarcia@uol.com.br



Jonas Pedroso

Engenheiro eletricista e Ilustrador, atualmente trabalha em Angola. Suas artes e músicas podem ser acompanhadas em suas redes sociais.

🌐 projetopedroso.myportfolio.com

📷 [jonas_pedroso_oficial](https://www.instagram.com/jonas_pedroso_oficial)

🐦 [JOAANSrock](https://twitter.com/JOAANSrock)



Júlia Parente

Designer e ilustradora, atualmente trabalha no WMP Brasil/Fiocruz.

✉ juliaparente.26@gmail.com

📷 [parenteillustra](https://www.instagram.com/parenteillustra)

🌐 [behance.net/juliaparente](https://www.behance.net/juliaparente)



Kimberlly Caroline Brito da Silva

Bióloga e ilustradora iniciante, compõe atualmente o quadro de funcionários do Setor Educativo do Museu de Microbiologia - Instituto Butantan.

✉ kimberlly.cb@hotmail.com

📷 [@desenhios](https://www.instagram.com/@desenhios)

📘 [@saturnidae](https://www.facebook.com/@saturnidae)



Lucas Andrade

Biólogo, ilustrador e podcaster do "Alô, Ciência?", atualmente é aluno de Especialização em Comunicação Pública da Ciência (UFMG).

✉ ucas.andrade.bio@gmail.com

📷 [@LukeraAndrade](https://www.instagram.com/@LukeraAndrade)



Lucas Ferreira

Artista visual.

✉ lucasfrtreze@gmail.com

📷 [@lucasfr_13](https://www.instagram.com/@lucasfr_13)



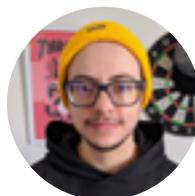
Mariana Chernaki Leffer

Designer.

✉ contatock.leffer@gmail.com

📷 [@ck.leffer](https://www.instagram.com/@ck.leffer)

🌐 [behance.net/marianaleffer](https://www.behance.net/marianaleffer)



Matheus Vaz Camargo

Designer.

📷 [@omatheus____](https://www.instagram.com/@omatheus____)



Paula Ambrosio

Designer e ilustradora.

Site: paulambrosio.com

📷 [_paulambrosio/](https://www.instagram.com/_paulambrosio/)

**Samantha Marx de Castro**

Bióloga e Ilustradora, atualmente é mestranda em Biotecnologia (UMC) e vinculada ao Laboratório de Mirmecologia do Alto Tietê (LAMAT).

✉ samanthacastro2011@gmail.com

📷 [@marxsassa](https://www.instagram.com/marxsassa)

**Tacylla Kaline Gomes de Oliveira**

Membro da Liga Acadêmica de Ilustração Científica da Universidade Federal do Vale do São Francisco (LAIC - Univasf).

📷 [@parasitologiaunivasf](https://www.instagram.com/parasitologiaunivasf)



APOIO



BioRevita