

ATLAS DOS INSETOS

Fatos e dados sobre as espécies mais numerosas da Terra

2021



EXPEDIENTE

O **ATLAS DOS INSETOS** foi publicado em inglês no ano de 2020, pela sede da Fundação Heinrich Böll e Friends of the Earth – Europe. A versão brasileira inclui artigos originais e adaptados de autores brasileiros. Edição brasileira: dezembro de 2021

Diretora da Fundação Heinrich Böll no Brasil: Annette von Schönfeld
Organização da edição brasileira: Joana Simoni e Marcelo Montenegro
Adaptação e revisão dos artigos e infográficos: Conselho Editorial (veja abaixo a lista dos participantes), Joana Simoni e Marcelo Montenegro
Revisão editorial: Annette von Schönfeld, Joana Simoni, Manoela Vianna e Marcelo Montenegro
Tradução da versão em português: Thiago Novaes
Revisão e copidesque: Helena Costa
Diagramação e criação de infográficos dos artigos brasileiros: Domingos Sávio, Thiago Venturotti e Rafael Fernandes

Conselho Editorial

Carlos Eduardo Oliveira de Souza Leite, Dany Silvio Souza Leite Amaral, Madelaine Venzon, Maíra Queiroz Rezende, Michela Costa Batista, Pedro Henrique Brum Togni, Ricardo Costa Rodrigues de Camargo e Tarita Cira Deboni

Autores: Ana Carolina Gomes Lagôa, Ariel de Andrade Molina, Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior, Carlos Eduardo Oliveira de Souza Leite, Charles Martins de Oliveira, Christian Rehmer, Christine Chemnitz, Daniela Wannemacher, Dany Silvio Souza Leite Amaral, Dori Edson Nava, Eraldo Medeiros Costa Neto, Felipe de Lemos, Gabriel Bianconi Fernandes, Gabriela Inés Díez-Rodríguez, Guilherme Schnell e Schühli, Hanni Rützler, Heiko Werning, Jéssica Herzog Viana, Joana Simoni, Katrin Wenz, Kayna Agostini, Leonardo Melgarejo, Madelaine Venzon, Maíra Queiroz Rezende, Marcelo Montenegro, Marina Regina Frizzas, Marina Wolowski, Maureen Santos, Michela Costa Batista, Mute Schimpf, Pedro Henrique Brum Togni, Ricardo Costa Rodrigues de Camargo, Sílvia Bender e Tarita Cira Deboni.

Agradecemos ao Conselho editorial e João Portella Sobral pelo valioso apoio.

Imagem da capa: Collage © Ellen Stockmar baseada na foto de GordZam/istockphoto.com

As opiniões dos artigos não refletem necessariamente as da Fundação Heinrich Böll

Diretores executivos da edição original:

Christine Chemnitz, Fundação Heinrich Böll
Christian Rehmer, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland
Katrin Wenz, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland
Apoio Editorial: Mute Schimpf, Friends of the Earth Europe
Apoio: Mute Schimpf, Friends of the Earth – Europe

Editor chefe e pesquisa gráfica: Dietmar Bartz
Diretor de arte e infográficos: Ellen Stockmar
Ilustrações de insetos: Lena Ziyal (Infotext GbR)
Edição de imagem: Roland Koletzki
Editor da edição em inglês: Paul Mundy
Revisor: Maria Lanman

Atlas  Manufaktur
52° 31' N, 13° 24' O

Edição alemã

Subeditor chefe: Elisabeth Schmidt-Landenberger
Edição final: Andreas Kaizik, Sandra Thiele (Infotext GbR)
Gerente de produção: Elke Paul, Fundação Heinrich Böll
Produção: Micheline Gutman, Muriel sprl, Bruxelas, Bélgica

Este material – exceto a imagem da capa, capas de publicação e logos – é licenciado sob licença Creative Commons “Atribuição 4.0 Internacional” (CC BY 4.0). Para obter o contrato de licença, consulte <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode> e um resumo (não um substituto) em <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>.



Infográficos individuais deste atlas das páginas 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 38, 39, 40, 41, 43, 51 podem ser reproduzidos se a atribuição “Bartz / Stockmar, CC BY 4.0” for colocada ao lado do gráfico.

Para gráficos com ilustrações de insetos das páginas citadas acima, use “Bartz / Stockmar / Ziyal, CC BY 4.0”; no caso de modificação “Bartz / Stockmar (M), CC BY 4.0” ou “Bartz / Stockmar / Ziyal (M), CC BY 4.0”.

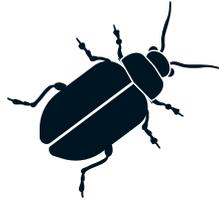
Infográficos das páginas 16 (Teewara soonorn/thenounproject.com), 53 (thenounproject.com): Domingos Sávio/CC-BY-4.0.

Infográficos das páginas 20, 22 (Yu luck, Andi/thenounproject.com; iconixar/flaticon.com), 23 (Made x Made Icons, zidney, denimao, Eucalyp, Sergey Demushkin/thenounproject.com), 27 (Rahul Anand/thenounproject.com), 35 (Vladimir Belochkin, Mimi Diep, Botho Willer/thenounproject.com; Kartiko Setiaji), 36, 37, 42 (Pariphat Sinma, Bernd Lakenbrink, Azza Rizqi/thenounproject.com), 44 (Oleksandr Panasovskiy/thenounproject.com; Neubau), 45 (Adrien Coquet, Alexander Skowalsky, Icon Fair/thenounproject.com), 52 (Bethan Mitchell/thenounproject.com): Thiago Venturotti/CC-BY-4.0.

Infográficos das páginas 26, 31, 32, 33 (pt.vecteezy.com), 34, 46, 47, 48 (ilustrações da família Apidae fornecidas pelo autor), 49, 50: Rafael Fernandes/ CC-BY-4.0.

PEDIDOS E DOWNLOADS

Fundação Heinrich Böll, Escritório Rio de Janeiro, Rua da Glória 190/701, Glória, CEP 20241 180
Rio de Janeiro, Brasil, Tel. +55 21 3221 9900, info@br.boell.org, www.br.boell.org
Visite a página especial no site da Fundação – www.br.boell.org – com mais conteúdos sobre o tema.



ATLAS DOS INSETOS

Fatos e dados sobre as espécies mais numerosas da Terra

2021

SUMÁRIO

02 EXPEDIENTE

06 INTRODUÇÃO

08 DOZE BREVES LIÇÕES SOBRE OS INSETOS, A AGRICULTURA E O MUNDO

10 IDEIAS INICIAIS SEIS PATAS NA TERRA

Eles estão na terra, na água e no ar; comem e são comidos. Eles polinizam as plantas, arejam o solo e limpam as folhas: os insetos são parte integrante dos ecossistemas.

12 HISTÓRIA DE SAGRADOS A ODIADOS, MAS SEMPRE IMPRESCINDÍVEIS

A relação entre humanos e insetos tem sido difícil há muito tempo. A história da agricultura é, em parte, a história do manejo de pragas. Só há pouco tempo passamos a apreciar o valor dos insetos.

14 DECLÍNIO DOS INSETOS UMA CRISE SEM NÚMEROS

O declínio nas populações de insetos e no número de espécies está bem documentado – embora a evidência seja irregular fora da Europa e da América do Norte. Os cientistas concordam que a agricultura tem uma influência negativa nessa situação.

16 POLÍTICA ENVENENANDO O CAMPO, A CIDADE E AS POLÍTICAS

Os formuladores de políticas públicas têm dado respostas frágeis às questões envolvendo os insetos e sua relação com a sociedade e a natureza. Eles hesitam em confrontar a indústria agrícola e as desigualdades sociais que estão por trás das epidemias.

18 ECONOMIA PROTEGER E TAXAR

O valor da natureza pode ser expresso em termos monetários? A questão está em aberto. As tentativas de fazê-lo dividem opiniões e até o momento tiveram pouco sucesso.

20 AGRICULTURA E INSETOS EQUILIBRANDO PRODUÇÃO, SUSTENTABILIDADE E BIODIVERSIDADE

Os serviços de polinização, controle biológico e manutenção da saúde do solo tornam os insetos vitais para a agricultura. Apesar disso, a atividade é hoje a principal ameaça para a biodiversidade desses animais.

22 POLINIZADORES SEM POLINIZADORES, SEM COMIDA NA MESA

A polinização é a transferência de grãos de pólen entre órgãos masculinos e femininos das flores. Desse processo resulta na produção de frutos e sementes que consumimos na nossa alimentação.

24 AGROTÓXICOS A LUTA CONTRA A VIDA: UMA GUERRA SEM SENTIDO E SEM FUTURO

Agrotóxicos são usados para controlar organismos que podem reduzir o rendimento das colheitas. Eles estão se tornando cada vez mais eficientes, e sendo cada vez mais utilizados nas lavouras.

26 AGROTÓXICOS NO BRASIL AGRONEGÓCIO E AGROTÓXICOS NO BRASIL: ENVENENANDO OS INSETOS

Os insetos povoam o planeta há cerca de 400 milhões de anos, mas o uso dos agrotóxicos vem ameaçando essa existência. No Brasil, maior consumidor desses produtos no mundo, a situação é ainda mais preocupante.

28 CARNE DA FLORESTA AO PASTO, DO PASTO AO CONFINAMENTO

A demanda mundial por carne produz uma reação em cadeia de desmatamento, monoculturas e pulverizações químicas. A natureza está sendo destruída mais rapidamente nas áreas que são especialmente ricas em insetos.

30 AGROECOLOGIA UMA AGRICULTURA AMIGA DOS INSETOS

A agricultura convencional – que faz uso de agrotóxicos e monocultivos – é uma das grandes responsáveis pelo declínio no número e na diversidade de insetos pelo mundo. No entanto, há alternativa para a convivência e a promoção dessa biodiversidade.

32 MANEJO AGROECOLÓGICO DE INSETOS ALIADOS PELA AGROBIODIVERSIDADE

O uso indiscriminado de agrotóxicos é uma das maiores ameaças à produção agrícola sustentável, uma vez que ameaçam a biodiversidade, contaminam o solo, a água e o ar, além de intoxicar as pessoas.

34 PRAGAS E INIMIGOS NATURAIS MANTENDO O EQUILÍBRIO

Para limitar os danos que os insetos causam às plantações, convocamos seus inimigos naturais, principalmente outros insetos. O controle biológico de pragas será ainda mais bem-sucedido quanto maior for a diversidade de espécies e do ambiente.

36 GAFANHOTOS NUVENS DE GAFANHOTOS NO BRASIL: UMA AMEAÇA JÁ SUPERADA?

No Brasil, ataques destes insetos vêm sendo observados desde o século XVII. Mas será que a intensificação dessa ocorrência não pode estar relacionada a processos como as mudanças climáticas ou a expansão da fronteira agrícola?

38 ENGENHARIA GENÉTICA DO LABORATÓRIO PARA O CAMPO

Os insetos estão entrando na mira da engenharia genética. Prometendo rendimentos mais elevados, as empresas anunciam reverter danos causados por superpragas que a própria engenharia genética ajudou a criar.

40 MUDANÇAS CLIMÁTICAS “A CHAPA ESTÁ ESQUENTANDO” PARA OS INSETOS

O aquecimento do planeta prejudica muitas espécies de insetos, mas torna outras mais abundantes nas áreas agrícolas. Especialistas alertam que as pragas causarão danos maiores no futuro.

42 INSETOS COMESTÍVEIS NO BRASIL INSETOS QUE ALIMENTAM

Petiscos de larvas de besouros e grilos crocantes? Adicionar insetos aos nossos menus pode ajudar a superar os problemas mundiais ligados à produção de alimentos de origem animal. Mas a sua produção em nível industrial é controversa: seria útil ou perigoso?

44 BESOUROS ROLA-BOSTAS O QUE “ROLA” NOS ECOSISTEMAS?

Em um cenário repleto de distúrbios ambientais e desmatamento de áreas nativas, a preservação das espécies de besouros rola-bostas no Brasil e no mundo torna-se urgente. Caso contrário, quem fará o trabalho de limpeza que eles desempenham?

46 APICULTURA MUITO ALÉM DO MEL

As abelhas têm valor para os seres humanos desde a antiguidade, sendo manejadas em diferentes partes do mundo e por diversas culturas.

48 ABELHAS-SEM-FERRÃO PERSPECTIVAS PARA AS MUITAS “MELIPONICULTURAS”

As abelhas-sem-ferrão (ASF) são insetos sociais que ocupam as regiões tropicais e subtropicais do Equador, sendo representantes da maior família de abelhas em número de espécies: mais de 5.880, uma das mais diversas gamas de comportamento e morfologia.

50 COMÉRCIO DE INSETOS ARTRÓPODES EM LINHA DE PRODUÇÃO

A produção de ácaros e insetos benéficos vem crescendo no mundo, contribuindo para o combate mais sustentável das pragas ou ajudando na polinização. Mas os riscos de acidentes ambientais envolvidos nesse processo exigem rígida aplicação de protocolos de biossegurança.

52 JOANINHAS MUITO ALÉM DA COR VERMELHA E DAS PINTINHAS

Além de carismáticas, as joaninhas têm um papel fundamental nas relações ecológicas, sobretudo ao realizar o controle biológico de insetos indesejáveis. A criação e liberação destes insetos pode auxiliar na construção de sistemas de alimentos sustentáveis e ajudar na educação ambiental de adultos e crianças.

54 AUTORES E FONTES

58 BIBLIOGRAFIA E INFORMAÇÕES

58 SOBRE NÓS

INTRODUÇÃO

Você já imaginou como seria um mundo sem insetos? Sem abelhas, sem besouros, sem joaninhas, sem mariposas... De todas as espécies animais no mundo, 90% são de insetos. Para muitos vistos como pestes ou pragas, os insetos são essenciais para a vida no planeta.

Você pode até pensar que esses bichos, considerados estranhos, não fariam muita falta. Mas, um mundo sem insetos, além de menos colorido, seria um mundo com menos biodiversidade e, provavelmente, menos segurança alimentar para os povos. Os insetos têm muitas funções cruciais no ecossistema: eles polinizam plantações, sendo fundamentais para a produção de alimentos, melhoram a qualidade dos solos, participam no processo de decomposição de matéria orgânica e contribuem com a diversidade genética de espécies vegetais.

Infelizmente, muitas espécies de insetos estão ameaçadas. Estudos apontam que haverá uma acentuada taxa de declínio em 40% das espécies de insetos nas próximas décadas. O modelo convencional de agricultura está fortemente relacionado a esse processo: esses animais vêm perdendo seus habitats devido ao desmatamento, às crescentes monoculturas e ao uso excessivo de agrotóxicos. Além disso, o desequilíbrio ambiental e as mudanças climáticas acentuam a presença de patógenos e espécies invasoras, que levam à morte de muitas espécies. Para resguardar os insetos, os sistemas de agricultura têm que apostar na (bio)diversidade de novo.

” Um mundo sem insetos, além de menos colorido, seria um mundo com menos biodiversidade e, provavelmente, menos segurança alimentar

A falta de informação e conhecimento sobre os benefícios e a importância dos insetos deixa parte da população indiferente ao que ocorre com eles. Para muitos, a justificativa do uso de agrotóxicos em plantações se deve à necessidade de combater as chamadas pragas, ignorando alternativas mais sustentáveis, como o controle biológico. Os agrotóxicos, além de exterminarem diversas espécies de insetos, também contaminam a água, os alimentos e a nossa terra.

Indiretamente, consumimos veneno sob o argumento de que eles ajudarão a manter o alimento longe desses animais. Porém, há insetos que são responsáveis por grande parte da polinização e acabam, da mesma forma, sendo contaminados. Sem insetos não há comida na mesa!

Assim, com o intuito de estimular o debate sobre esses animais de seis patas, ampliando o conhecimento sobre a sua importância nas relações ecossistêmicas e na nossa vida, a Fundação Heinrich Böll lança a edição brasileira do Atlas dos Insetos. O Atlas apresenta dados e fatos sobre os insetos no contexto brasileiro e mundial, destacando os efeitos-cascata do declínio desses animais em nosso planeta. A Fundação Heinrich Böll também quer dar destaque à necessidade urgente de promoção de políticas públicas ambientais, agrárias e agrícolas, em

âmbito nacional e internacional, dado a enorme importância desses animais e o momento de grave perigo que vivem. Essas políticas teriam que garantir a sua sobrevivência, em toda sua diversidade.

” Para resguardar os insetos, os sistemas de agricultura têm que apostar na (bio)diversidade de novo

Para tanto, e buscando construir um material a partir de um conhecimento produzido em universidades e centros de pesquisa no país, convidamos uma equipe composta de especialistas e de representantes do campo da agroecologia para indicar e apresentar um conteúdo de qualidade e com informações precisas.

Agradecemos imensamente a Carlos Eduardo Oliveira de Souza Leite, Dany Silvio Souza Leite Amaral, Madelaine Venzon, Máira Queiroz Rezende, Michela Costa Batista, Pedro Henrique Brum Togni, Ricardo Costa Rodrigues de Camargo e Tarita Cira Deboni por participarem deste conselho editorial e contribuírem para dar vida a este Atlas, assim como aos demais autores que adaptaram e/ou produziram os artigos que o compõem.

Acreditamos que o Atlas seja um alerta para a necessidade de se implementar políticas públicas que garantam a proteção dos insetos, enfrentando a mortandade crescente desses animais e um modelo de agricultura que prioriza as monoculturas e o uso excessivo de agrotóxicos. Com isso, pretendemos colaborar com a proliferação de ideias e alternativas mais sustentáveis e agroecológicas. Desejamos que desfrutem a leitura e que esse material sirva, também, como uma porta de entrada para o curioso mundo dos insetos. Sem insetos, não há vida!

Annette von Schönfeld
Joana Simoni
Marcelo Montenegro
Manoela Vianna
Fundação Heinrich Böll

12 BREVES LIÇÕES

SOBRE OS INSETOS, A AGRICULTURA E O MUNDO

- 1** Cerca de 90% de todas as espécies animais do mundo são insetos. Eles são o **GRUPO MAIS NUMEROSO** de todos os seres vivos e se sentem em casa em todos os ecossistemas do planeta.



- 2** A agricultura intensiva, as **MONOCULTURAS** e os **AGROTÓXICOS** ameaçam os insetos: tanto sua diversidade quanto seus números absolutos estão diminuindo, especialmente nas áreas agrícolas.



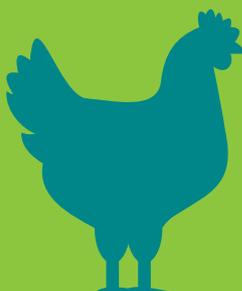
- 3** A agricultura e a produção de alimentos estão intimamente ligados à presença de insetos. Eles melhoram a **QUALIDADE DOS SOLOS**, ajudam a decompor a matéria orgânica de plantas e animais, **POLINIZAM** plantações em todo o mundo e fazem o **CONTROLE BIOLÓGICO** de pragas.

- 4** Os insetos polinizam três quartos dos plantios mais importantes e **IMPULSIONAM** sua produtividade. Há algumas espécies que também podem **AMEAÇAR** as colheitas e os alimentos armazenados. Porém, a quantidade de insetos **BENÉFICOS** são muito mais numerosos e diversos.

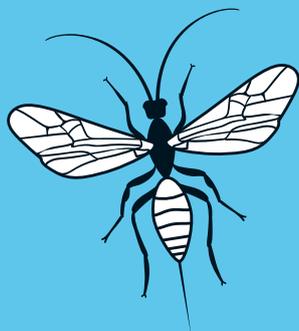
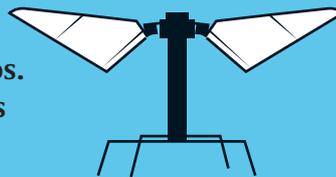


- 5** Muitas espécies estão ameaçadas de **EXTINÇÃO** sem nem mesmo terem sido **NOMEADAS**.

- 6** A **AGROECOLOGIA** não utiliza agrotóxicos ou fertilizantes artificiais. Ela faz uso de princípios e práticas ecológicas nas culturas para controlar o número de insetos. Ao mesmo tempo fornece uma variedade de habitats adequados para insetos benéficos.



- 7 Em mais de 130 países os humanos comem insetos. Eles contêm **MUITOS NUTRIENTES** que são eficazes contra a desnutrição.



- 8 **AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS** prejudicam os habitats dos insetos, especialmente nas regiões quentes. Em áreas temperadas, o equilíbrio entre os insetos benéficos e prejudiciais se transforma com as mudanças climáticas, ameaçando as colheitas.



- 9 **COMER MENOS CARNE** protege os insetos. Grande parte da soja usada para alimentar o gado de criação intensiva vem da América do Sul, onde paisagens ricas em espécies estão sendo transformadas em monoculturas



- 10 Os insetos podem ser usados como ração para animais, mas isso ainda não é comum. Alimentar **GALINHAS** e **PORCOS** com insetos dependerá de isso ser considerado ecologicamente sustentável.



- 11 Os insetos são parte importante do dia a dia e da **CULTURA** das populações humanas.



- 12 A comunidade internacional, décadas atrás, se comprometeu a proteger os insetos. Mas pouco foi feito e nenhuma das **METAS INTERNACIONAIS** definidas até agora foi alcançada.



SEIS PATAS NA TERRA

Eles estão na terra, na água e no ar; eles comem e são comidos; eles polinizam as plantas, arejam o solo e limpam as folhas: os insetos são parte integrante dos ecossistemas.

O mundo dos insetos é incrível e diversificado. Nenhum outro grupo de animais desenvolveu uma gama tão grande de espécies. Nós os encontramos nas mais variadas formas e tamanhos, e eles brilham em um arco-íris de tons. Eles podem ser tão grandes quanto sua mão ou microscopicamente pequenos. Todos eles têm três pares de pernas: daí o nome científico “Hexapoda”, ou “seis pés”, a categoria zoológica que classifica os insetos junto com algumas outras criaturas menos comuns.

Os insetos são frequentemente confundidos com outros estranhos rastejadores, como ácaros, carrapatos e tatu-zinhos-de-jardim. O mesmo vale para centopeias e milípedes, embora seus nomes (“cem” ou “mil pés”) indiquem que não podem ser insetos. Caranguejos também não são hexápodes pois têm dez patas (incluindo um par de pinças). Às vezes, as aranhas também são chamadas de insetos, embora tenham oito patas.

Além de todos terem seis patas, os insetos têm várias outras características em comum. Seus corpos consistem em três segmentos: a cabeça com as partes da boca e olhos compostos, formados por milhares de lentes individuais; o tórax que tem três pares de pernas e, nos insetos voadores, as asas; e o abdômen, que abriga os órgãos digestivos e reprodutivos. Os insetos não têm esqueleto interno. Seus corpos são envolvidos por um esqueleto externo, formado por

uma fina camada de quitina que protege o animal da água e dá estabilidade e flexibilidade ao corpo. Os insetos não têm pulmões; eles respiram por meio de um sistema de tubos e bolsas formando traqueias, que percorrem todo o corpo.

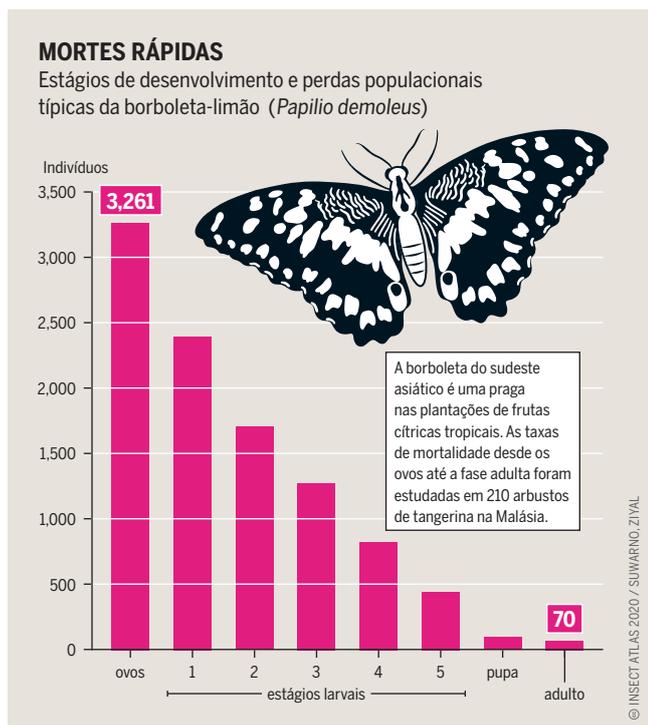
Seus órgãos sensoriais, semelhantes a pequenos pelos, são distribuídos pelo corpo, que permitem aos insetos que detectem odores, vibrações, temperatura e umidade. Eles cheiram, provam e sentem com suas antenas. Eles têm um sistema nervoso simples e seus órgãos internos são banhados em hemolinfa. O aparelho bucal é muito variado, dependendo da espécie e dos tipos de alimentos que ingere. Os hemípteros, que agrupam os percevejos, pulgões, cigarrinhas e moscas-brancas têm um aparato bucal afiado, semelhante a uma agulha, que usam para perfurar outros animais ou furar a epiderme das plantas para sugar a seiva. As borboletas, por outro lado, têm um apêndice ligado à cabeça longa e enrolada que usam para sorver alimentos líquidos de frutas, néctar ou água.

A ciência até agora descreveu cerca de 1,8 milhão de espécies de animais, plantas e fungos. Os insetos representam cerca de 70% das espécies animais do mundo e, como tal, compreendem o maior grupo de todos os seres vivos. A maioria das espécies de insetos ainda não foi descoberta. Além dos milhões já catalogados, estima-se que entre 3 e 5 milhões ainda aguardam descoberta, incluindo 1,5 milhão apenas de besouros. O Brasil abriga a maior diversidade de insetos do planeta, contanto com aproximadamente 90 mil espécies, o que corresponde a 9% de todas as espécies conhecidas de insetos. Estimativas de um número real de insetos indicam que a fauna brasileira pode conter algo entre 500 mil e um milhão de espécies de insetos.

Os estilos de vida e as necessidades de cada espécie variam amplamente em termos de habitats, clima e alimentos. Existem os ditos generalistas, que são flexíveis em sua dieta, ao lado de especialistas muito mais seletivos: eles dependem de um tipo particular de planta, animal ou habitat. Um exemplo intrigante é o das figueiras (*Ficus spp.*, *Moraceae*), que são polinizadas exclusivamente pelas vespas-da-figueira (*Agaonidae*, *Chalcidoidea*), que por sua vez dependem dessa planta para seu desenvolvimento. Os insetos podem ser encontrados desde o litoral até as altas montanhas. Eles estão ausentes apenas em mar aberto.

Os insetos passam por vários estágios de desenvolvimento, sendo que a mesma espécie pode ter demandas completamente diferentes dependendo do estágio em que se encontra (larval ou adulto, por exemplo). Eles variam com relação ao habitat que ocupam, as interações ecológicas que estabelecem e até suas fontes de alimento.

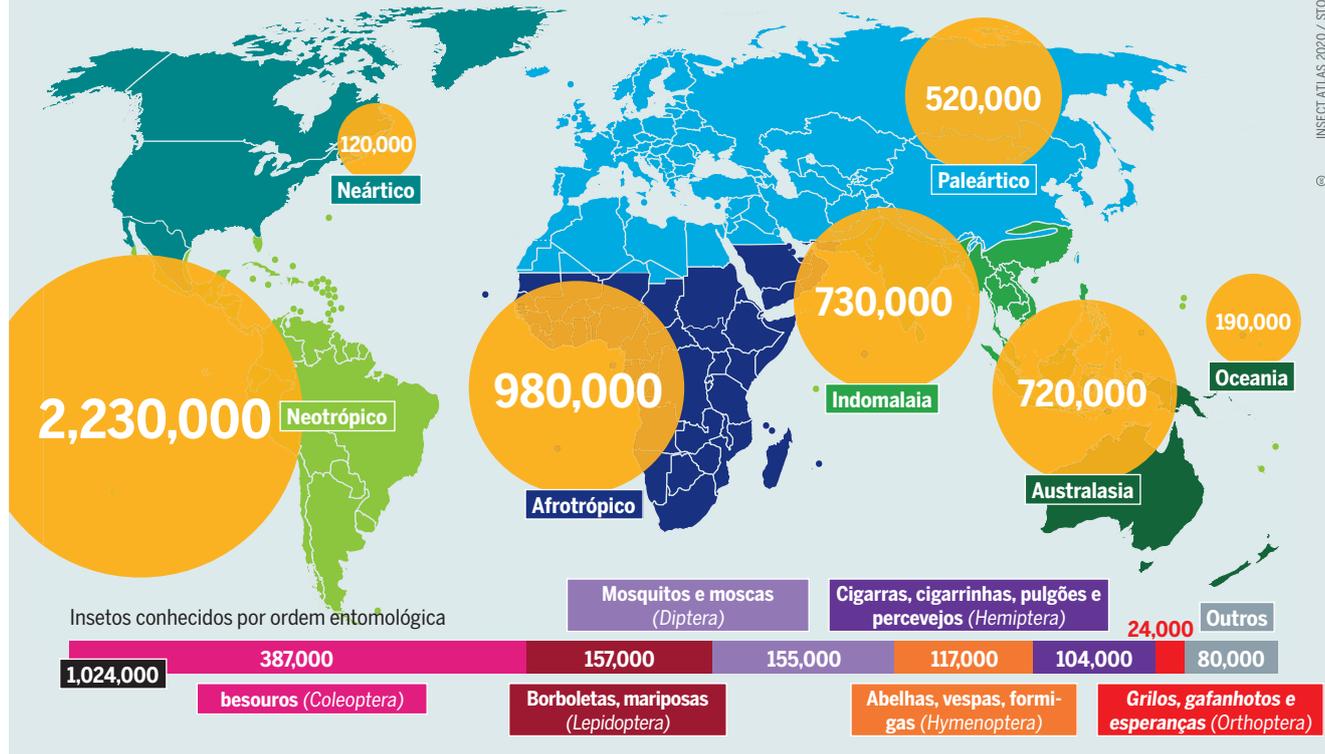
A maioria dos insetos põe ovos que eclodem e passam por vários estágios larvais, alguns também com o estágio de



Apenas entre um e quatro por cento chegam à idade adulta. Chuva, aranhas, louva-a-deus e pássaros dizimam os ovos, larvas e pupas da borboleta-limão

UM MUNDO CHEIO DE INSETOS

Números estimados de espécies por regiões geográficas e por classificação considerando as principais ordens



pupa. Alguns tipos, incluindo libélulas, grilos e traças, não passam pelo estágio de pupa; outros, como abelhas, borboletas e besouros, precisam empupar para produzir um adulto.

Os insetos desempenham vários papéis no ecossistema. Isso vale também para paisagens antropizadas, aquelas que foram criadas ou adaptadas por humanos, já que muitas espécies realizam serviços importantes na agricultura.

Uma abelha, por exemplo, pode polinizar até 3.800 flores em um único dia. Os insetos combatem as pragas: quase 90 espécies são utilizadas na proteção biológica dos plantios. Os insetos também constituem a fonte de alimento de outros animais, decompõem a matéria orgânica, limpam os suprimentos de água e mantêm a fertilidade do solo.

Os insetos se alimentam de alimentos de origem animal e vegetal. Quase todas as lagartas das borboletas comem plantas e, portanto, algumas espécies que comem plantas

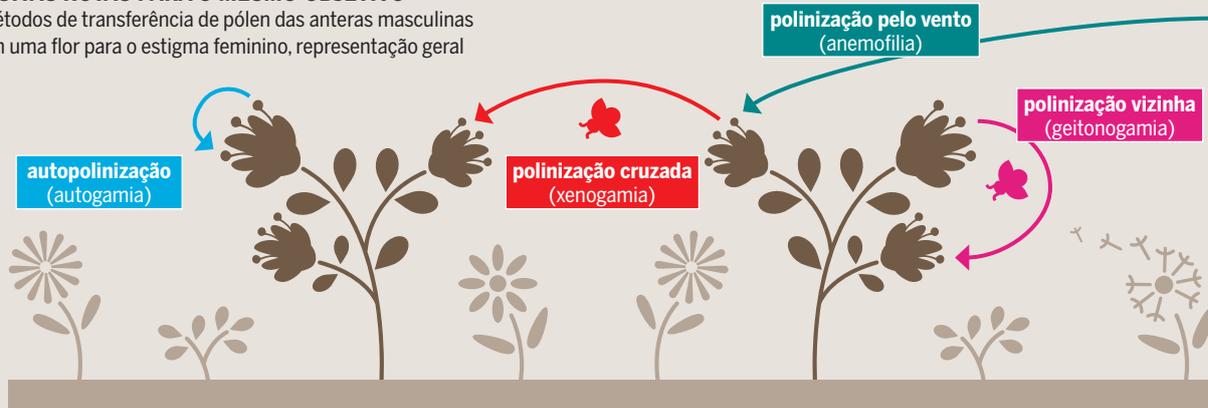
Os polinizadores também incluem morcegos, pássaros e répteis – mas de todos os animais que ajudam a fertilizar as plantas, os insetos são de longe os mais importantes.

cultivadas não são bem-vindas na agricultura, onde são consideradas pragas. Predadores como joaninhas e crisopídeos que comem outros insetos podem ser úteis como insetos benéficos em campos agrícolas.

Alguns grupos de insetos, incluindo formigas, cupins e gafanhotos, formam comunidades enormes. Um ninho de formigas na Jamaica pode conter até 630.000 indivíduos animais. Mais de 3 milhões de indivíduos foram encontrados em um ninho de cupins da América do Sul, e enxames de gafanhotos podem consistir em mais de um bilhão de insetos. ●

MUITAS ROTAS PARA O MESMO OBJETIVO

Métodos de transferência de pólen das anteras masculinas em uma flor para o estigma feminino, representação geral



HISTÓRIA

DE SAGRADOS A ODIADOS, MAS SEMPRE IMPRESCINDÍVEIS

A relação entre humanos e insetos tem sido difícil há muito tempo. A história da agricultura é em parte a história do manejo de pragas. Só há relativamente pouco tempo passamos a apreciar o valor dos insetos como polinizadores.

Subestimados. Isso descreve as atitudes dos humanos em relação aos insetos. Nós subestimamos o número de indivíduos e deixamos de apreciar sua diversidade de tipos, estilos de vida e habitats. Subestimamos sua importância para a economia e a medicina. Quando Gregor Samsa, o protagonista da novela de Franz Kafka, desperta após um sonho inquieto metamorfoseado em uma barata, ele não considera a transformação como uma melhoria.

Os primeiros humanos consideravam os insetos uma fonte de alimento entre muitas. Para caçadores e coletores, eles eram uma importante fonte de proteína. Os aborígenes da Austrália ainda reverenciam as cigarras, as formigas-de-mel e as larvas pequeninas como animais totêmicos. Em muitas partes do mundo, a enorme capacidade reprodutiva dos insetos deixou vestígios nos mitos de criação nos quais eles desempenham um papel central. As formidáveis habilidades de construção e as sociedades bem organizadas de muitas espécies certamente contribuíram para isso.

As abelhas sempre tiveram um papel especial para a humanidade. Nas culturas primitivas da Índia e da África, tribos diziam ter a habilidade de lidar bem com insetos com ferrão – então, as abelhas serviam como totens tribais. Pinturas rupestres que datam de 8.000 anos retratam como as pessoas coletavam mel das abelhas. Muito antes da descoberta da beterraba, da cana-de-açúcar ou da sacarina, o mel era a única fonte importante de doçura. Como o mel silvestre é difícil de obter, os humanos provavelmente começaram a criar abelhas em algum momento entre 5.000 e 7.000 anos atrás. Essa relação íntima se reflete nos hieróglifos egípcios, nas colmeias estilizadas, na heráldica medieval e nos desenhos animados.

A reverência dos antigos egípcios pelo escaravelho sagrado é inicialmente um pouco mais difícil de entender. O escaravelho é uma espécie de besouro que vive do esterco de animais maiores, também conhecido como rola-bostas. Apesar dessa predileção nada apetitosa, o escaravelho era embalsamado com a maior reverência. Sua imagem artística decorava os túmulos dos faraós. De fato, o grande número de espécies de rola-bostas é parte essencial do ecossistema. Sem eles, o solo seria enterrado sob uma camada profunda de esterco não decomposto, especialmente depois que os humanos começaram a criar gado em grande número.

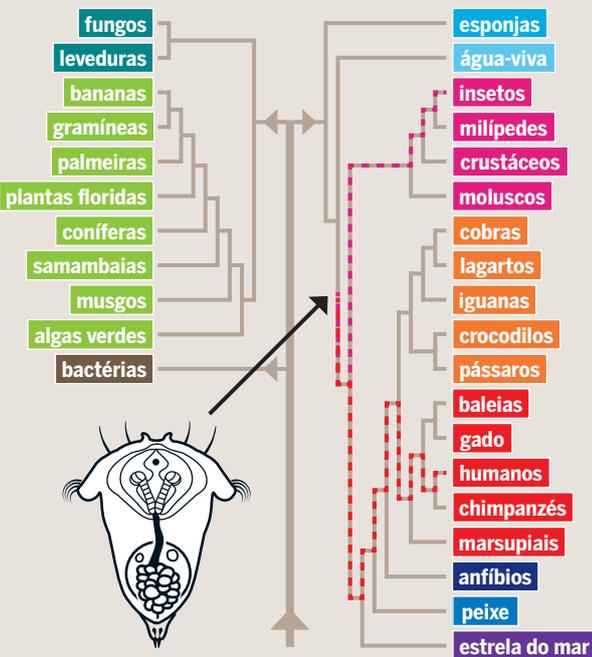
Conforme os humanos deram seu grande salto cultural da vida nômade para a vida sedentária, eles o fizeram de mãos dadas com insetos; ou melhor, de mãos no tarso – o último segmento da perna de um artrópode. Foram os serviços de polinização prestados por dezenas de espécies de insetos que possibilitaram a prática da agricultura.

É por isso que a história da agricultura é também a história do manejo de pragas. Os enxames de gafanhotos eram uma catástrofe tão natural que eram vistos como um castigo dos deuses. No século XX, surtos de besouros da batata foram retratados na propaganda como armas biológicas desenvolvidas pelo inimigo.

Como eram os primeiros animais com simetria bilateral? Podemos apenas supor olhando para espécies muito mais recentes. As reconstruções mudam com quase todas as novas descobertas.

ANCESTRAIS COMUNS

Representação esquemática da evolução, ramos selecionados com nomes comuns e *Bilateria* como o elo mais recente entre os insetos e os humanos



A maior semelhança entre humanos e insetos: ambos são bilateralmente simétricos ao longo do comprimento de seus corpos. Eles têm os lados esquerdo e direito que são imagens espelhadas um do outro, e as extremidades anterior e posterior. Há cerca de 800 milhões de anos, esses Bilateria se separaram de outros animais. Cerca de 680 milhões de anos atrás, desenvolveram-se os Protostomia, os predecessores dos insetos, junto com os Deuterostômios, dos quais os vertebrados e, eventualmente, os humanos surgiram. Cerca de 370 milhões de anos atrás, os insetos foram as primeiras criaturas que podiam voar. Três a quatro milhões de anos atrás, os humanos chegaram com sua própria forma inovadora de locomoção: eles podiam andar sobre duas pernas.

© INSECT ATLAS 2020 / WIKIPÉDIA, ZIVAL

DEZ PRAGAS BÍBLICAS – PRINCIPALMENTE O TRABALHO DE INSETOS

Teorias científicas sobre um relatório antigo

Êxodo, o segundo livro do Antigo Testamento, descreve como o Deus de Israel puniu o faraó porque ele não permitiu que os israelitas se afastassem da escravidão. Depois de dez pragas, o faraó cedeu. Os eventos podem ser baseados em uma erupção vulcânica no segundo milênio a.C. A pesquisa histórica sobre o Êxodo é um campo científico por si só.

A água se transforma em sangue: bactérias tóxicas colore a água de vermelho, ou poeira de pedra-pomes, depois que uma erupção se instala na água ou vem como sedimento pelo Nilo até o Baixo Egito.

Os sapos se unem à terra: os anfíbios fogem da água tóxica do Nilo e morrem..

Os mosquitos infestam humanos e animais: como os anfíbios morreram, os mosquitos têm poucos inimigos naturais. Sua população explode.

Moscas picadoras enchem as casas: as moscas põem ovos nas rãs mortas e se multiplicam.

A peste mata todos os cavalos, camelos, gado e ovelhas: o grande número de insetos pica animais, causando feridas, infecções e mortes.

Ferve em pessoas e animais: Os humanos também morrem de úlceras causadas por picadas de insetos.

O granizo mata humanos e animais: erupções vulcânicas, mas também são possíveis tempestades violentas com granizo.

Gafanhotos cobrem a terra: as pragas podem acontecer a qualquer momento. A migração de gafanhotos pode ter sido desencadeada por cinzas vulcânicas

A escuridão durou três dias: talvez causada por cinzas vulcânicas ou um enorme enxame de gafanhotos escurecendo os céus.

Morte de todos os primeiros filhos de humanos e animais: os primeiros filhos e animais recebem as primeiras e maiores refeições. Por causa da escassez de alimentos, eles comem mais dos cereais usuais, mas estes estão contaminados com ergot, um fungo tóxico que se prolifera em grãos que não são adequadamente secos ao sol.

- causado diretamente por insetos
- indiretamente / possivelmente causado por insetos
- causas vulcânicas, anfíbias, fúngicas

© INSECT ATLAS 2020 / WIKIPEDIA

Além de comer as lavouras e os depósitos de grãos, os insetos também podem causar danos pela transmissão de doenças de plantas. Cigarrinhas e pulgões que sugam a seiva das plantas são responsáveis pela transmissão de 90% dos vírus que causam doenças nos vegetais. A filoxera, um inseto minúsculo com apenas um milímetro e meio de comprimento, chegou da América do Norte no século XIX e rapidamente devastou um terço das regiões vinícolas da França. Foi controlado apenas quando os porta-enxertos resistentes da América do Norte também foram introduzidos.

No século XX, produtos químicos como o DDT tiveram um sucesso retumbante, mas não sem prejudicar outros animais, como pássaros e mamíferos, e danificar biótopos inteiros. Rachel Carson descreveu essas correlações em seu livro “Primavera silenciosa”, publicado em 1962, que é considerado o nascimento do movimento ambientalista moderno. A agroindústria gastou grandes somas para enfrentar as descobertas científicas contidas neste livro – um paralelo interessante com o atual debate sobre as mudanças climáticas.

Os insetos afetaram e afetam profundamente a humanidade e vice-versa. Ao destruir habitats e por meio da mudança climática, nós, humanos, podemos levar muitas espécies de insetos à extinção. As consequências para a humanidade são graves, tanto pelos desequilíbrios ecológicos que isso causaria, quanto pela perda de substâncias biológicas ainda desconhecidas e características dos insetos que as gerações futuras poderiam ser capazes de usar. Mas a adaptabilidade e resiliência de muitos insetos são enor-

O besouro da batata do Colorado foi a ameaça mais significativa ao abastecimento alimentar da Europa no século XX. Desde então, atingiu Kamchatka, no Extremo Oriente russo.

As pragas bíblicas são hoje frequentemente explicadas como sendo o resultado de condições ecológicas instáveis. Com seus ciclos de vida curtos e rápida sobreposição de gerações, os insetos podem se adaptar rapidamente.

mes: eles podem suportar altas doses de radiação e desenvolver tolerância a quase todo tipo de veneno. É provável que, quando nossa longa história de sucesso compartilhar o atingir seu capítulo final, sejam os insetos que evoluam no futuro – não nós. ●

CHEGADA INDESEJADA

Propagação do besouro da batata do Colorado do porto de Bordeaux

- 1926
- 1931
- 1936
- 1941
- 1946
- 1951
- 1956
- 1960
- 1964

Bordeaux

● avistamentos individuais (selecionados, 1877–1917)

© INSECT ATLAS 2020 / SPEKTRUM.DE, WIKIPEDIA

DECLÍNIO DOS INSETOS

UMA CRISE SEM NÚMEROS

O declínio nas populações de insetos e no número de espécies está bem documentado, embora a evidência seja irregular fora da Europa e da América do Norte. Os cientistas concordam que tanto a expansão quanto a intensificação da agricultura parecem ser as principais culpadas.

Comparados a plantas, mamíferos, pássaros e peixes, os insetos são pouco pesquisados e apenas uma pequena fração foi classificada. Os cientistas concordam que várias espécies bem estudadas, como alguns grupos de mariposas e de borboletas (como as borboletas monarca), e algumas espécies de abelhas e besouros estão em declínio – especialmente na Europa Ocidental e na América do Norte. Também há consenso de que a biodiversidade de insetos está diminuindo em muitas partes do mundo, enquanto o número e a biomassa dos animais variam muito dependendo da região, das mudanças climáticas e do uso do solo, bem como da adaptabilidade de cada espécie.

Não há um número confirmado cientificamente para o declínio global de insetos. Uma primeira revisão da University of Sydney, em 2018, compilou informações de estudos de pesquisa em várias regiões, majoritariamente no Hemisfério Norte, tendo em vista a escassez de estudos a longo prazo nas regiões tropicais. Neste estudo, descobriu-se que

as populações de 41% das espécies estão em declínio e um terço de todas as espécies de insetos estão ameaçadas de extinção, embora estes resultados não possam ser completamente extrapolados para os trópicos.

Apesar de alertarem que as evidências disponíveis são relativamente escassas, os pesquisadores estimaram que a biomassa total dos insetos está diminuindo 2,5% ao ano. A maioria das pesquisas incluídas na revisão veio da Europa, algumas da América do Norte e poucas da Ásia, África ou América Latina. A existência dessas lacunas foi mal recebida. Alguns críticos apontaram que os pesquisadores deram muito pouca atenção aos estudos que mostraram mudanças positivas no número de insetos. A Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços de Ecossistemas (IPBES) afirma que a proporção de espécies de insetos ameaçadas de extinção em todo o mundo é desconhecida. Mas, com base nos dados disponíveis, esta organização internacional estima cautelosamente que 10% das espécies estão ameaçadas de extinção.

Na Europa e na América do Norte, pesquisas mostram que o número e a diversidade de mariposas, borboletas, besouros, abelhas selvagens e outros insetos estão claramente diminuindo, embora com taxas diferentes em cada região. Ao mesmo tempo, pesquisas em regiões mais frias descobriram que o número de insetos está aumentando. Pesquisas na Rússia revelaram que a população de colêmbolos na tundra aumentou com a elevação da temperatura.

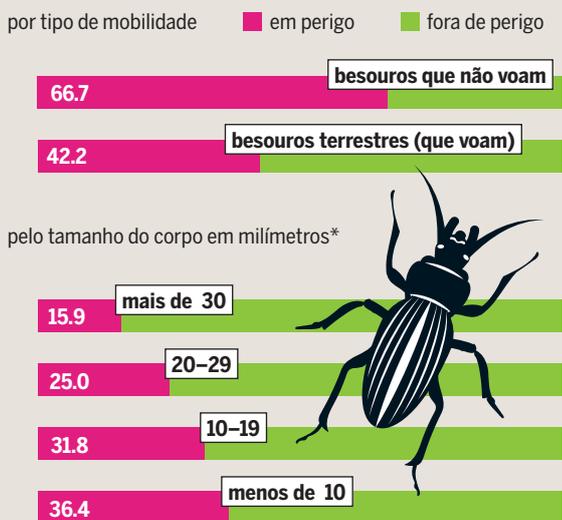
Os insetos estão desaparecendo principalmente de terras cultivadas e pastagens intensamente usadas. Desde o início dos anos de 1960, na Nova Zelândia, a população de mariposas nas pastagens caiu 60% e nas áreas de uso intensivo com alta densidade de gado em até 90%. A Academia de Ciências Leopoldina afirma que a frequência das espécies nas paisagens agrícolas da Alemanha caiu cerca de 30%. Em contraste, nas florestas, pântanos e assentamentos, os números permaneceram estáveis ou até aumentaram.

O consenso científico é que a agricultura tem uma influência negativa sobre os insetos. Terras agrícolas em todo o mundo estão sendo usadas cada vez mais intensamente. As aplicações de fertilizantes e pesticidas aumentaram significativamente na tentativa de obter rendimentos mais elevados por hectare. Acima de tudo, porém, o tipo de uso do solo vem mudando. Em apenas 300 anos, entre cerca de 1700 e 2007, as áreas de terras aráveis e pastagens aumentaram cinco vezes, com grandes expansões especialmente no século XIX e início do século XX. Os humanos limpavam florestas, drenavam pântanos e converteram estepes e savanas em campos e pastagens. Animais selvagens e espécies de plantas que requerem habitats não perturbados diminuíram ou desapareceram.

Besouros terrestres na Nova Zelândia são ameaçados principalmente pela expansão de pastagens para gado leiteiro

QUANTO MENOR, MAIS VULNERÁVEL

Comparação entre espécies de besouros terrestres (*Carabidae*) e outros besouros na Nova Zelândia, em porcentagem por características



* parcela de besouros terrestres de todos os tipos de besouros estudados: 40,9 por cento

© INSECT ATLAS 2020 / LESCHEN ET AL., ZIVAL

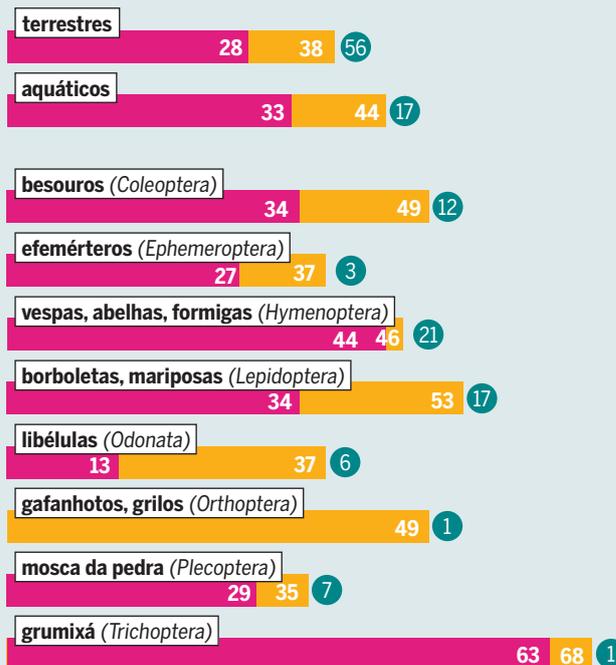
EVIDÊNCIAS CIRCUNSTANCIAIS, MAS SUBSTANCIAIS

Declarações sobre o declínio de insetos em 73 estudos (2019)

■ ameaçados ■ em declínio ● número de estudos



distribuição geográfica dos estudos



© INSECTSATLAS 2020 / SÁNCHEZ-BAYO/WYCKHUIS

Entre 1980 e 2000, mais da metade das novas terras agrícolas nos trópicos foi criada com o desmatamento de florestas. Entre 2000 e 2010, o número era de 80%. Dois países, Indonésia e Brasil, foram responsáveis por mais da metade dessa perda de floresta tropical. Mas é precisamente nos países tropicais da América Latina e da Ásia que o número e a diversidade de insetos são especialmente altos.

A demanda por produtos agrícolas está aumentando em todo o mundo: a Organização para Alimentos e Agricultura das Nações Unidas prevê um aumento de 60% até 2050. Isso acontecerá de mãos dadas com uma expansão de terras agrícolas – dependendo do aumento da produção por

Uma grande quantidade de pesquisas sobre insetos enfoca espécies, grupos e áreas geográficas particulares. Ainda assim, é possível ver algumas tendências globais.

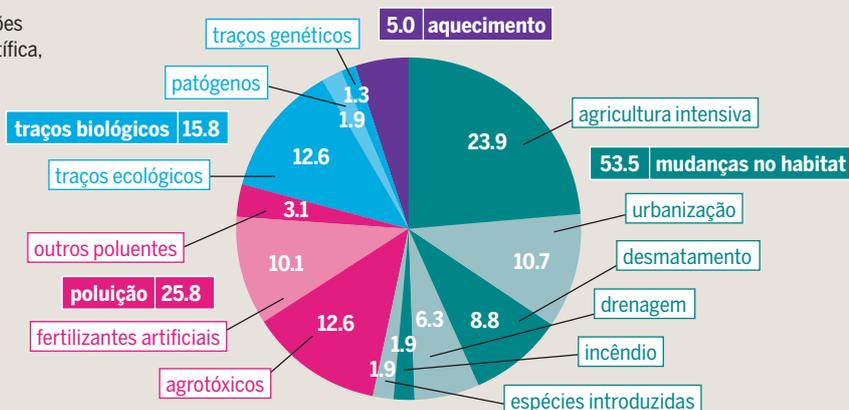
unidade de área – de até 100 milhões de hectares. Mas isso poderia ser evitado. Se o mundo desenvolvido consumisse menos carne e se os produtos agrícolas não fossem mais usados como combustível, a pressão sobre as áreas de terra poderia ser reduzida consideravelmente. Além disso, a diminuição na perda (fase de pós-colheita e pré-consumo) e desperdício (fase de pós-consumo) de alimentos, também pode contribuir para alterar esse cenário, tendo em vista que 1/3 dos alimentos produzidos globalmente é perdido ou desperdiçado, o que aumenta não só a demanda por alimento, como também os impactos ambientais relacionados com a produção. ●

Mais da metade de todas as publicações especializadas apontam as mudanças no habitat como o fator mais importante no declínio das populações de insetos.

HABITAT NECESSÁRIO

Principais causas do declínio nas populações de insetos de acordo com a literatura científica, distribuição em porcentagem

As estratégias para combater as principais causas do declínio dos insetos devem ser combinadas. Segundo os autores de um meta estudo, a forma mais eficaz de reverter o declínio dos insetos é a recriação de seus habitats, a redução drástica do uso de agrotóxicos e a transição para métodos de cultivo menos intensivos.



ENVENENANDO O CAMPO, A CIDADE E AS POLÍTICAS

Os formuladores de políticas públicas têm dado respostas frágeis às questões envolvendo os insetos e sua relação com a sociedade e a natureza. Eles hesitam em confrontar a indústria agrícola e as desigualdades sociais que estão por trás das epidemias

A agenda da Eco-92 tratou não apenas da proteção do clima, mas também da biodiversidade. A Convenção sobre Diversidade Biológica foi criada para conservar a multiplicidade de espécies ao redor do mundo. Assinada por mais de 160 países, é o mais abrangente acordo internacional de proteção da natureza e dos recursos naturais. Mas, apesar de alguns avanços, a meta de conter a perda de diversidade biológica até 2010 não foi alcançada, e a prorrogação do prazo até 2020 também falhou.

O Conselho Mundial de Biodiversidade (IPBES) foi fundado em 2012 para fornecer aconselhamento científico aos

formuladores de políticas no campo da diversidade biológica e serviços do ecossistema. Seu primeiro relatório, em 2016, analisou a situação dos polinizadores e da produção de alimentos. O documento apresentou um declínio dramático no número de polinizadores tanto em termos de diversidade quanto em quantidade de espécies individuais. O IPBES apontou a agricultura intensiva e o uso associado de agrotóxicos como ameaças aos insetos e fez um apelo por uma transformação em toda a sociedade para deter a perda de biodiversidade.

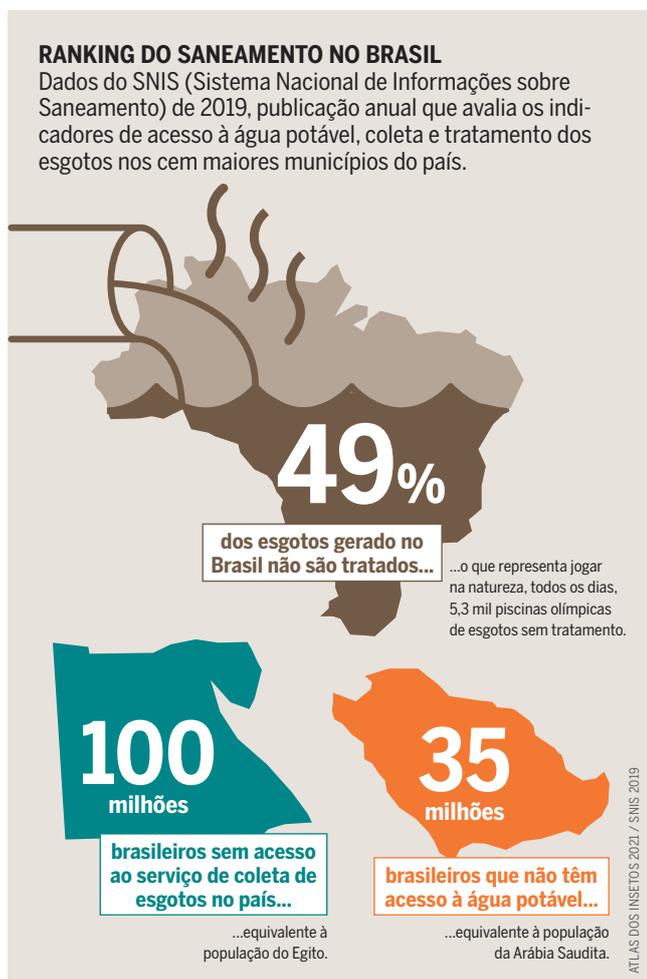
É bem ilustrativo o caso do Brasil, em que há o aumento exponencial de registros de agrotóxicos no país, principalmente a partir de 2016. Só em 2019, o governo federal liberou 503 novos agrotóxicos, sendo 41% altamente ou extremamente tóxicos. Como resultado, no país e no mundo, diversas iniciativas têm sido propostas por organizações e grupos para colocar a proteção dos polinizadores na agenda política. Um grupo de países lançou a iniciativa conhecida como “Promova Polinizadores, a Coalizão dos “Dispostos a Polinização”, com o objetivo de estabelecer um sistema de monitoramento e desenvolvimento de pesquisas, campanhas de informação e medidas de proteção para insetos e seus habitats. Embora esse não seja um conjunto desafiador de requisitos, menos de 30 membros se inscreveram na coalizão.

No Brasil, com o apoio de quase um milhão e oitocentas mil pessoas, a campanha #chegadeagrototoxicos, promovida pela Campanha Contra os Agrotóxicos e Pela Vida, mobiliza uma série de organizações da sociedade civil que buscam o fim do uso dessas substâncias. Dentro das inúmeras iniciativas, destaca-se a “Salve as abelhas”, organizada pelo Greenpeace, que promove o debate sobre o combate aos agrotóxicos a partir do enfoque sobre os impactos na vida das abelhas. Entre dezembro de 2018 e março de 2019, mais de meio bilhão de abelhas foram encontradas mortas em diversas partes do país, que é um dos líderes na utilização de agrotóxicos no mundo.

As diferentes organizações da sociedade civil que compõem a Campanha Contra os Agrotóxicos vêm defendendo a aprovação de uma política nacional de redução de agrotóxicos (PNARA), que está em discussão no parlamento. Esse conjunto de leis e iniciativas serviria de bússola para o governo fazer uma transição do modelo agrícola atual para um que garanta uma alimentação saudável a todos, com proteção da biodiversidade e dos polinizadores.

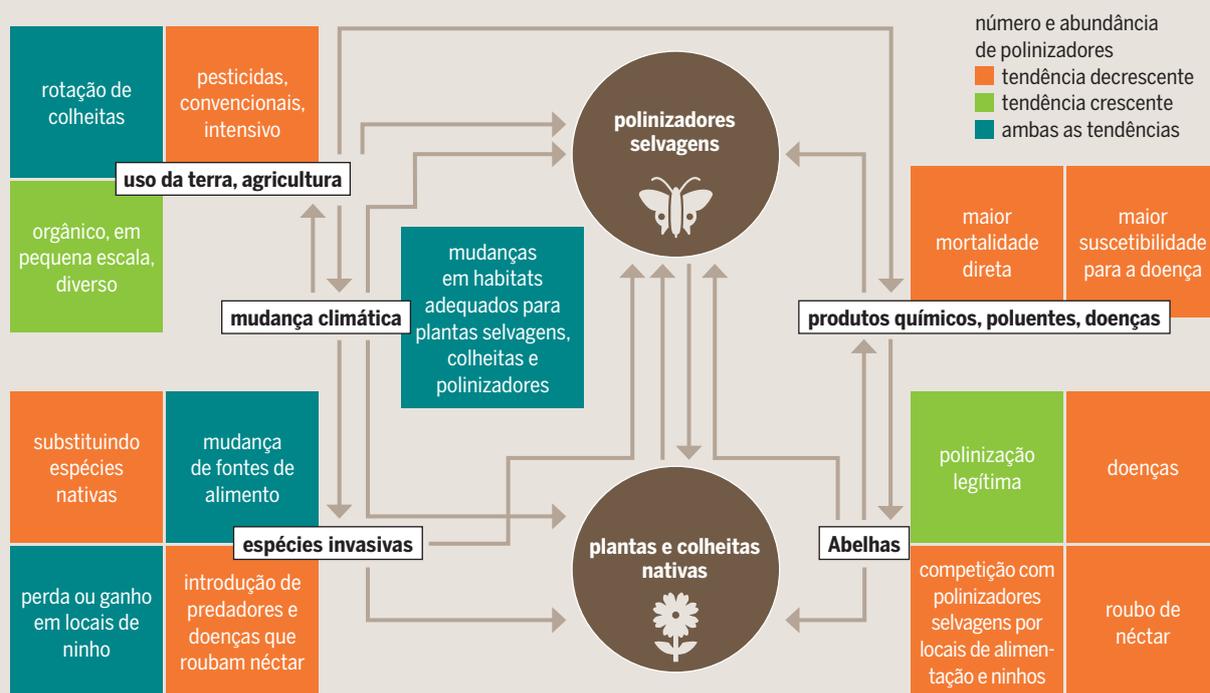
Há, entretanto, uma movimentação de grupos que demandam uma ampliação ainda maior no uso dos agrotó-

Para lidar com o crescimento de doenças cujos vetores são insetos, é preciso enfrentar a preocupante questão do saneamento básico no Brasil.



CONSELHOS SOBRE POLÍTICAS DE POLINIZAÇÃO

Influências individuais e combinadas sobre polinizadores e polinização, visão geral simplificada da Plataforma de Política Científica Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), 2017.



© INSECT ATLAS 2020 / IPBES, SETTELE

xicos, a partir do desmonte de políticas regulatórias e de proteção socioambiental. Tal conjunto de medidas e projetos de lei ficou conhecido como “Pacote do Veneno”. A repercussão dos potenciais impactos deste pacote alcançou a esfera das Nações Unidas, que emitiu uma nota alertando para os perigos da proposta.

O conflito entre a necessidade de proteger os insetos e os interesses da indústria agrícola é evidente. O Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil, produzido pela Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (PBBES) em 2019, apontou a necessidade de uma política nacional de polinizadores de forma ampliada, ancorada na conservação da biodiversidade, e conectada a diferentes regulamentos e políticas, como o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO) e a Comissão Nacional de Biossegurança, possibilitando uma integração de agendas e ações transversais de diversas áreas, como meio ambiente, agricultura e ciência.

Falar da interlocução entre políticas públicas e insetos no Brasil também traz à tona um outro tema de extrema importância. Trata-se das muitas doenças cujos vetores são insetos e que ainda apresentam níveis alarmantes no país, como a Dengue, a Zika e a Chikungunya. Entretanto, culpar apenas o mosquito, como o *Aedes aegypti*, por exemplo, é uma análise simplista, para não dizer equivocada.

Estudos apontam que a proliferação de alguns mosquitos está relacionada com as mudanças climáticas e, nos trópicos, o aquecimento torna o ambiente mais propício para a propagação desses vetores. Do mesmo modo, os desmatamentos (que também vêm atingindo níveis exorbitantes no país) contribuem para um desequilíbrio ambiental, ao

As tendências positivas ou negativas (de acordo com o entendimento atual) mostram as consequências das políticas agrícolas, ambientais e climáticas para a biodiversidade.

reduzir ou fragmentar habitats desses insetos. Há evidências que apontam uma relação entre aumento das temperaturas e dos desmatamentos e a elevação na transmissão de doenças cujos principais vetores são mosquitos, como a Malária, a Febre Amarela e a Leishmaniose. A redução das áreas de floresta e a urbanização desordenada (características comuns a muitos países da América Latina) desequilibram e expandem a distribuição geográfica desses insetos, que, assim, tornam-se inimigos.

Mas seriam os inseticidas os melhores meios para lidar com essa questão de saúde pública? Na verdade, não. Além dos fatores relacionados à degradação ambiental, a ocorrência dessas doenças zoonóticas também está intimamente ligada a fatores sociais. Onde e como vivem as populações mais vulneráveis a essas enfermidades? Em geral, nos lugares onde menos chegam as políticas públicas de saneamento básico, coleta de lixo, infraestrutura urbana.

Assim, com a urgência cada vez maior de se debater e propor soluções que coloquem o país e o mundo no rumo correto da defesa da biodiversidade e da justiça social, fica a questão: estamos passando da hora de aliar ciência e política pela proteção ambiental e pela redução das desigualdades sociais. Seja no contexto da agricultura, seja nas políticas pela promoção da saúde pública, o que devemos combater são as injustiças socioambientais, não os insetos. ●

PROTEGER E TAXAR

O valor da natureza pode ser expresso em termos monetários? A questão está em aberto. As tentativas de fazê-lo dividem opiniões e até o momento tiveram pouco sucesso.

Você já se perguntou qual o valor dos insetos? Para que serve um cupim na natureza? Ou a formiga-tecelã? E qual papel das joaninhas ou das abelhas? Todos os insetos possuem funções específicas que são essenciais para a sustentabilidade dos ambientes naturais. Dentre os insetos, a abelha, *Apis mellifera*, destaca-se pela polinização, essencial na frutificação das plantas e da variabilidade genética.

Segundo Albert Einstein, caso ocorresse a extinção das abelhas, a humanidade só existiria por mais quatro anos no planeta, denotando claramente a importância delas na produção de alimentos e na manutenção da vida. Diante da grande diversidade de plantas existentes, a maioria depende diretamente da polinização. Na região dos trópicos, cerca de 94% das plantas são polinizadas por algum tipo de inseto.

As abelhas possuem grande importância para a agricultura, visitando mais de 90% dos cultivos agrícolas, contribuindo com vários benefícios advindos dos polinizadores,

como o aumento na produtividade e diversas melhorias na qualidade dos frutos (tamanho, sabor mais acentuado, mais quantidade de sementes, por exemplo).

A maioria dos estudos sobre o valor econômico dos insetos trata apenas do trabalho de polinização que eles fazem. O motivo é simples: se os insetos não fizessem esse trabalho, não teríamos produtos de cultivos agrícolas. Olhar para os preços e volumes desses produtos é a maneira mais fácil de calcular uma perda potencial. Porém, outras atividades, como a decomposição do esterco feita pelos escaravelhos (besouros rola-bosta) e a proteção dos cultivos pelas joaninhas também contribuem para a economia. A OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) também aponta para a questão da proteção da biodiversidade – e dos insetos inclusos nessa biodiversidade. No período entre 1997 e 2011, a organização calcula que o prejuízo causado pelo fracasso de seus membros na atuação em relação a essa questão tenha sido de 4 a 20 milhões de dólares. Globalmente, o valor econômico da polinização por insetos é estimado entre 235 e 577 bilhões de dólares americanos por ano. Na União Europeia, cerca de 12% dos lucros do setor agrícola dependem disso.

No Brasil, calcula-se que a polinização relacionada à economia agrícola apresenta um valor anual aproximadamente de US\$ 12 bilhões. Deste montante, a polinização contribui com cerca de 30% do valor total da produção referente ao grupo das culturas que são dependentes dos polinizadores, e com 13% do valor total da produção agrícola brasileira. Nos pomares de citricultura, as abelhas são responsáveis por 66% da polinização das laranjeiras, e há o aumento da produção de laranjas em 35,3% devido à polinização realizada por esses insetos.

Essa aritmética econômica sobre o valor dos serviços de insetos visa facilitar decisões políticas racionais, baseando-se no pressuposto de que maiores perdas econômicas podem ser evitadas por meio de políticas sensatas. A sociedade civil muitas vezes critica o uso de tais cálculos para os chamados “serviços ambientais”, argumentando que eles promovem soluções baseadas no mercado, como o comércio de certificados e pagamentos de indenização por problemas ecológicos.

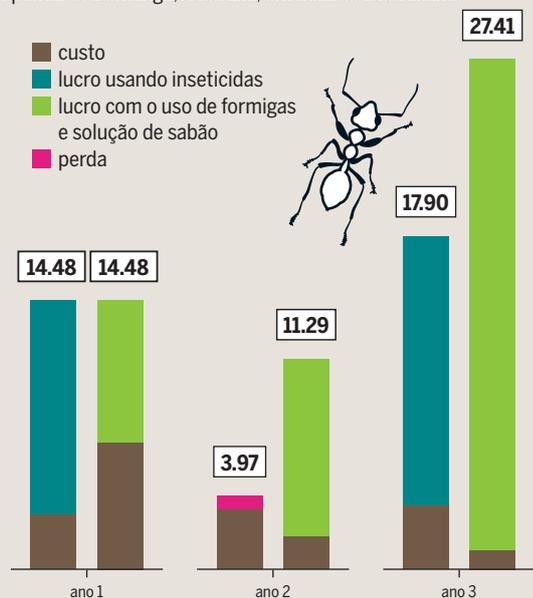
Alguns propõem incluir a natureza no mercado porque atribuir-lhe uma etiqueta de preço significa que não pode ser explorada ou destruída livremente. Outros criticam exatamente essa ideia e exigem que a natureza seja protegida por si mesma, advogando contra o uso de critérios econômicos e a favor do uso de medidas puramente regulatórias.

Cerca de 80 países do mundo contam com instrumentos econômicos para proteger a biodiversidade, em geral,

Para lidar com ataques de pragas, os agricultores têm uma escolha: eles podem aplicar agrotóxicos e, assim, incorrer em mais custos, ou podem introduzir formigas-tecelãs para um econômico controle biológico.

AS EFICIENTES FORMIGAS-TECELÃS

Valor agregado por árvore com o uso de inseticidas ou formigas-tecelãs (*Oecophylla smaragdina*) para controlar pragas em pomares de manga, Austrália, em dólares australianos



As formigas-tecelãs vivem em árvores frutíferas e manguezeais. Elas defendem seu habitat contra pragas de plantas por meio de picadas e secretando ácido. Elas se alimentam de insetos e cochinilhas para o melado que produzem. Onde estão presentes, crescem mais mangas grandes de alta qualidade, porque as formigas mantêm os outros insetos afastados. Um estudo de campo de 3 anos em mangueiras na Austrália descobriu que, apesar do custo de estabelecê-las nas árvores, depois de um ano, as formigas-tecelãs já eram mais eficazes do que o uso de inseticida. Ocasionalmente (duas vezes por ano) era necessário usar uma solução fraca com sabão para controlar cochinilhas.

A FAVOR E CONTRA A NATUREZA

Dez “grandes” programas de apoio à biodiversidade, compilados pelo grupo de países desenvolvidos da OCDE, e fluxos financeiros anuais estimados de medidas de política que ameaçam ou promovem a biodiversidade, em comparação em dólares americanos (2012 a 2018)



ou os insetos, em particular. Um exemplo proeminente e bem-sucedido é o imposto sobre agrotóxicos da Dinamarca, que levou à redução pela metade do uso de agrotóxicos entre 2013 e 2015, e rendeu 70 milhões de euros, que foram usados para compensar os agricultores dinamarqueses por perdas na produção.

O Brasil caminha na direção oposta, aplicando isenções de tributos ou redução de imposto para os agrotóxicos, por ainda considerá-los “produtos essenciais”. A sociedade civil tem questionado essa isenção e buscado debater a necessidade de taxá-los como forma de desencorajar seu uso (como é feito com o álcool e o tabaco). Incentivar alternativas ao agrotóxico, como o uso de “inimigos naturais” (como insetos, ácaros, fungos, bactérias, etc.) que se alimentam do organismo praga pode ser outra solução que valoriza o papel dos insetos e os protege.

Embora o número e a área de reservas ecológicas estejam crescendo no mundo todo, as populações de insetos estão diminuindo. Isso mostra que, devido a sua extensão, as áreas agrícolas devem ser mantidas como habitats de insetos. As áreas protegidas agora cobrem 20 milhões de quilômetros quadrados, ou 15% da superfície terrestre do mundo. No entanto, elas ainda não conseguem compensar os efeitos negativos da agricultura em grande escala. E a agricultura intensiva também é permitida em muitas áreas supostamente protegidas. Conclusão: uma combinação de

A esperada introdução de um imposto sobre agrotóxicos, em 2014, na Dinamarca, levou à sua estocagem em 2012. Desde 2014, a carga tóxica anual de agrotóxicos caiu em um terço.

É difícil calcular quanto dinheiro é usado para a proteção da biodiversidade. Mas é claro que muito mais recursos de impostos vão para o apoio de medidas que a ameaçam.

ambos – incentivos com subsídios por um lado (como a criação de políticas de proteção à diversidade de insetos polinizadores) e um conjunto de regras com proibições e obrigações por outro (com regras mais rígidas que combatam o uso excessivo de agrotóxicos) – é necessária para proteger os insetos nas terras agrícolas. ●

MEIA VOLTA

A “carga tóxica” de pesticidas vendidos na Dinamarca antes e depois da introdução de um imposto sobre agrotóxicos em 2014, em 10.000 pontos*



*ingredientes ativos de pesticidas em toneladas, multiplicados por um valor numérico medindo 15 parâmetros que refletem a toxicidade de cada substância

EQUILIBRANDO PRODUÇÃO, SUSTENTABILIDADE E BIODIVERSIDADE

Os serviços de polinização, controle biológico e manutenção da saúde do solo tornam os insetos vitais para a agricultura. Apesar disso, a atividade é hoje a principal ameaça para a biodiversidade desses animais.

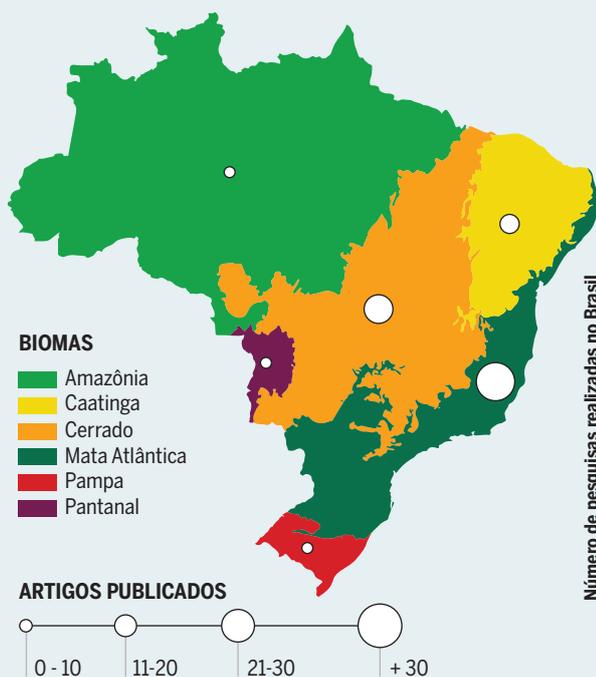
Os insetos são os organismos mais diversos e abundantes do mundo. Até o momento, os cientistas já descreveram aproximadamente 1 milhão de espécies e ainda há pelo menos mais 5 milhões a serem descritas. É possível afirmar que todos os ecossistemas do mundo dependem dos insetos para funcionar corretamente, pois a diversidade de insetos no planeta é responsável pelo provimento de uma ampla gama de serviços diretamente relacionados ao bem-estar humano. Os insetos polinizadores são os principais responsáveis pela manutenção das áreas naturais e de grande parte das culturas agrícolas do mundo e, portanto, da comida que chega à nossa mesa. Os insetos herbívoros servem de alimento para seus predadores, vertebrados e invertebrados, e regulam a diversidade e produção primária das plantas em áreas naturais. Os predadores e parasitoides (minúsculos insetos que botam seus ovos geralmente dentro de outros insetos) regulam as populações de suas presas e hospedeiros, incluindo pragas agrícolas. Já os insetos decompositores quebram a matéria orgânica,

facilitando o trabalho dos microrganismos em disponibilizarem nutrientes no solo.

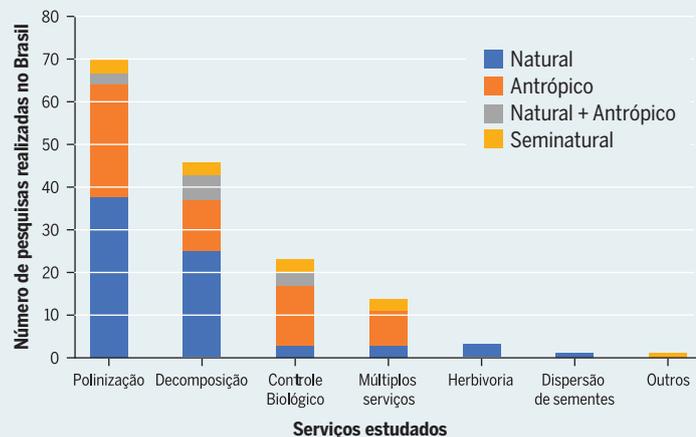
Apesar da importância desses animais e seus serviços ecossistêmicos, estima-se que cerca de 40% de todos os insetos serão extintos em algumas poucas décadas. Consequentemente, seus serviços serão perdidos na medida em que as espécies desapareçam. Essa constatação pode ser especialmente preocupante em ambientes tropicais, como o Brasil, onde a maior parte da biodiversidade global de insetos está concentrada. Já é consenso entre os cientistas que a principal causa de perda de biodiversidade de todas as espécies no mundo, incluindo os insetos, é o avanço da fronteira agrícola. Isso porque áreas anteriormente diversas são substituídas por plantios em monocultura em áreas extensas na paisagem.

A simplificação das paisagens para o uso agrícola faz com que interações importantes entre as espécies sejam perdidas, o que aumenta significativamente a necessidade de intervenção humana. Com a falta de polinizadores, é necessário realizar a polinização de forma não natural. Esse é o caso do maracujá que, na falta de abelhas, deve ser polinizado manualmente, flor por flor, por um produtor. Imagine o trabalho! Em outras culturas dependentes da polinização em que isso não é possível, pode nem haver a produção. O plantio em monocultura oferece um grande banquete aos insetos herbívoros que podem reproduzir-se

INSETOS E SEUS SERVIÇOS NO BRASIL



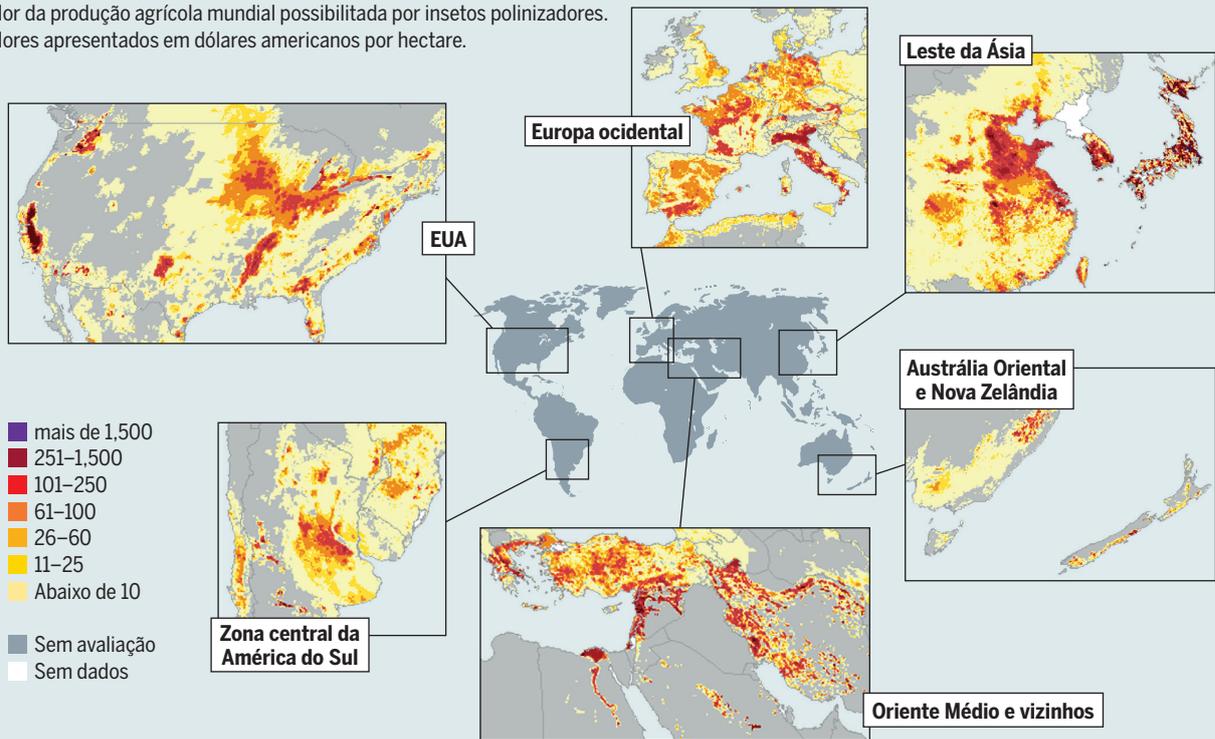
O Brasil possui uma grande diversidade de biomas. Cada um desses biomas possui muitas espécies de insetos que prestam serviços ecossistêmicos para os seres humanos. Cientistas têm estudado como a biodiversidade de insetos está relacionada a manutenção desses serviços prestados por diferentes espécies. É notável que os principais serviços estudados estão diretamente relacionados a agricultura, principalmente devido a sua importância econômica para o país.



ATLAS DOS INSETOS 2021 / RAMOS ET AL. 2020

PROVEDORES GLOBAIS DE SERVIÇOS PARA A HUMANIDADE

Valor da produção agrícola mundial possibilitada por insetos polinizadores. Valores apresentados em dólares americanos por hectare.



* corrigido pela inflação e poder de compra, padronizado para o ano 2000

© INSECT ATLAS 2020 / LAUTENBACH ET AL.

rapidamente e tornarem-se pragas. Isso faz com que o agricultor tenha que usar agrotóxicos para fazer o papel que os predadores e parasitoides desempenhariam natural e gratuitamente. O uso dos inseticidas, além de gerar resistência nas pragas, pode matar ou afetar o desempenho dos predadores e parasitoides, insetos polinizadores, decompositores e ao mesmo tempo contaminar os alimentos que consumimos e poluir o ambiente. A compactação do solo pelo maquinário agrícola e ausência de insetos decompositores e microrganismos que fazem a ciclagem da matéria orgânica faz com que seja necessário o uso de fertilizantes que também poluem o meio ambiente e aumentam o custo da produção.

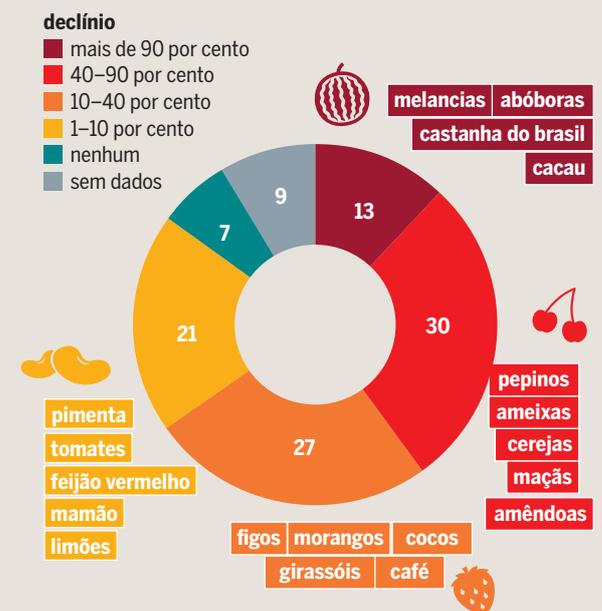
É evidente que quanto menos insetos e biodiversidade há nos sistemas agrícolas, mais o sistema se torna artificial e dependente da intervenção humana. Nesse ponto, chegamos a uma dualidade. Os insetos desempenham serviços ecossistêmicos essenciais para a agricultura, mas ela é a principal causa de perda de sua biodiversidade. Ao mesmo tempo, as sociedades humanas continuam a crescer e demandar mais alimentos. Para amenizar esse problema, podemos utilizar a própria natureza como modelo para desenvolver sistemas agrícolas mais sustentáveis.

Em um país essencialmente agrícola como o Brasil, as medidas para tornar as paisagens mais sustentáveis para os insetos são urgentes e necessárias. É evidente que existem muitas opções disponíveis para isso – o uso de sistemas agroflorestais, a intercalação de áreas agrícolas com áreas

naturais íntegras, por exemplo – e que a quantidade e diversidade de insetos benéficos supera em muito o número de espécies não benéficas, como as pragas. Apenas considerando a biodiversidade como aliada da agricultura será possível compatibilizar a necessidade de conservar os insetos e seus serviços com a demanda por alimentos. ●

SEM CHOCOLATE

Declínio na produção de 107 alimentos vegetais na ausência de polinização por animais



* usado para consumo humano e comercializado no mercado mundial

© INSECT ATLAS 2020 / IPBES

Grande parte das principais espécies utilizadas na alimentação humana dependem em algum grau de polinizadores.

POLINIZADORES

SEM POLINIZADORES, SEM COMIDA NA MESA

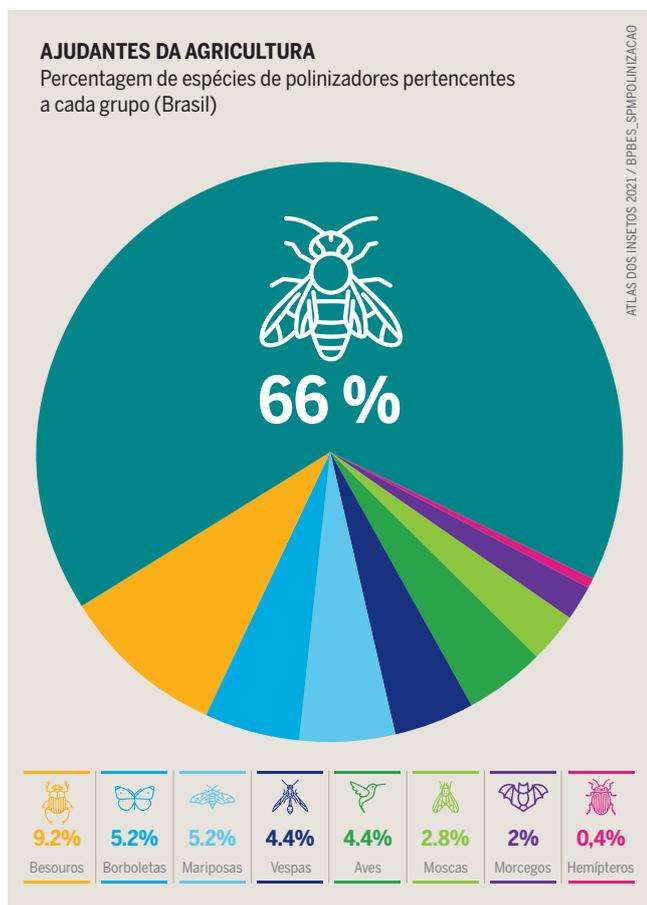
A polinização é a transferência de grãos de pólen entre órgãos masculinos e femininos das flores. Esse processo é importante para a reprodução das plantas e resulta na produção de frutos e sementes que consumimos na nossa alimentação.

A polinização pode ser realizada tanto por animais como por vento ou água. A maioria (76%) das plantas utilizadas para produção de alimentos no Brasil depende da polinização realizada por animais. Além de aumentar a produtividade dos cultivos, a polinização por animais provê frutos e sementes de melhor aparência e qualidade, agregando valor de mercado a estes produtos quando comparados àqueles que podem ser formados na ausência de polinizadores. O valor estimado da polinização para a produção de alimentos no país foi de R\$ 43 bilhões em 2018, considerando o valor da produção e o incremento de produtividade associado aos polinizadores. Desta forma, inúmeros cultivos de frutos e sementes consumidos pela população brasileira e exportados são dependentes de

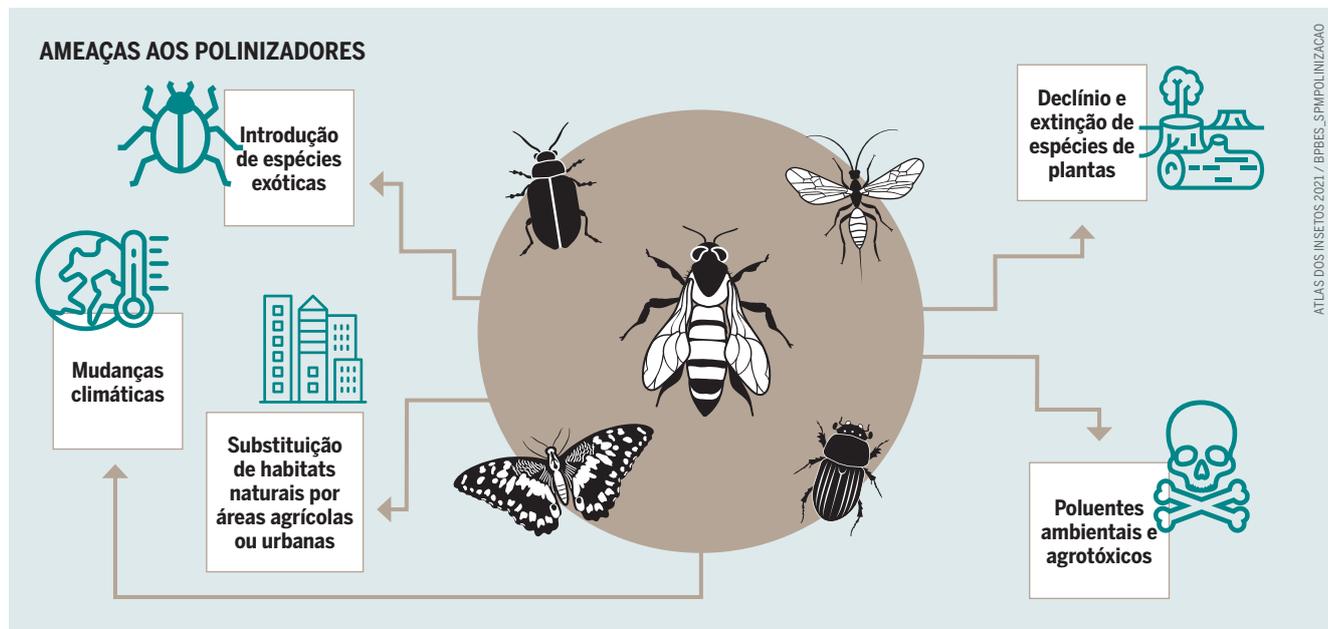
polinizadores, como é o caso de soja, café, laranja, maçã, melancia, maracujá, tangerina, melão e castanha-do-brasil. Portanto, os polinizadores geram ganhos em quantidade e qualidade à produção agrícola no Brasil, o que faz com que a conservação dos polinizadores seja um fator central para garantir a segurança alimentar e a renda dos produtores agrícolas, contribuindo para uma vida saudável e para a promoção do bem-estar humano.

Dentre os insetos polinizadores, as abelhas são os principais (71%), mas devemos destacar também besouros, borboletas, mariposas, vespas e moscas. A diversidade da fauna brasileira de insetos associada à polinização de 114 plantas cultivadas ou silvestres, utilizadas direta ou indiretamente na produção de alimentos, soma 233 espécies de insetos distribuídos nos seguintes grupos: abelhas (70,8%, 165 espécies), besouros (9,9%, 23 espécies), borboletas (5,6%, 13 espécies), mariposas (5,6%, 13 espécies), vespas (4,7%, 11 espécies), moscas (3%, 7 espécies) e hemípteros (grupo que inclui percevejos, cigarras e cigarrinhas) (0,4%, 1 espécie). As abelhas participam da polinização de 80% destas 114 plantas cultivadas ou silvestres para as quais existem dados disponíveis sobre a polinização e são polinizadores exclusivos de 65% (74) destas. Contudo, certas plantas cultivadas ou silvestres dependem exclusivamente ou primordialmente de outros insetos para a polinização, como é o caso da polinização por besouros em flores de pinha e araticum, de mariposas em flores de mangaba e de moscas em flores de cacau.

Apesar da importância biológica, social e econômica, os polinizadores estão ameaçados por diversos fatores, tais como perda de habitat, poluição ambiental, agrotóxicos, mudanças climáticas, espécies invasoras, doenças e patógenos. Dentre as ameaças, podemos destacar as mudanças no uso da terra, que levam à perda e à substituição de habitats naturais por áreas agrícolas ou urbanas e, consequentemente, a diminuição de locais para construção de ninhos e recursos alimentares utilizados pelos polinizadores. E ainda, os poluentes ambientais, incluindo os agrotóxicos, podem levar à morte (efeitos letais) ou atuar como repelentes dos polinizadores. Os agrotóxicos também podem causar efeitos tóxicos subletais, como desorientação do voo, perda da habilidade dos polinizadores para encontrar recursos florais, redução da prole, entre outros. Além destas, as mudanças climáticas podem modificar o padrão de distribuição das espécies, a época de floração e o comportamento dos polinizadores. A estas ameaças ambientais, adiciona-se ainda ameaças biológicas que incluem espécies exóticas, invasões biológicas, declínio e extinção de espécies de plantas das quais os polinizadores dependem,



São necessárias políticas efetivas de proteção à diversidade de insetos polinizadores no Brasil.



doenças e patógenos. Esses múltiplos fatores não ocorrem de maneira isolada entre si e, em conjunto, representam ameaças aos polinizadores e, conseqüentemente, à produção de alimentos e à conservação da biodiversidade como um todo no país.

Para diminuir estas ameaças aos polinizadores, promover melhorias para a polinização e aumentar o valor agregado dos produtos agrícolas associados, diversas ações e estratégias podem ser desenvolvidas como promoção de agricultura sustentável, intensificação ecológica da paisagem agrícola, formas alternativas de controle e manejo integrado de pragas e doenças, redução do uso de agrotóxicos, produção orgânica e certificação ambiental. Além disso, a manutenção e restauração de habitats naturais tende a aumentar a diversidade de polinizadores nativos e a polinização realizada por eles. Os habitats naturais podem ser mantidos e restaurados por meio da conservação de áreas naturais já existentes como reservas legais e áreas

São múltiplos os fatores que ameaçam os insetos polinizadores, o que coloca a produção de alimentos em alerta.

de preservação permanente, plantio de cercas vivas próximas às áreas de cultivo, implementação de corredores ecológicos e recuperação de áreas degradadas com espécies de plantas nativas usadas pelos polinizadores. Estas ações contribuem para garantir recursos alimentares (pólen e néctar) e não alimentares (locais para abrigo e construção de ninhos, resinas e fragrâncias florais) aos polinizadores tanto nos cultivos que eles visitam, como na paisagem do entorno, de forma complementar entre as áreas. Desta forma, podemos identificar diversas oportunidades que podem contribuir para a conservação dos polinizadores e, ao mesmo tempo, gerar ganho em produtividade e maior sustentabilidade na agricultura. ●



AGROTÓXICOS

A LUTA CONTRA A VIDA: UMA GUERRA SEM SENTIDO E SEM FUTURO

Os agrotóxicos são usados para controlar muitos organismos que podem reduzir o rendimento das colheitas. Eles estão se tornando cada vez mais precisos em seus trabalhos. E estão sendo cada vez mais aplicados nas lavouras.

A quantidade de agrotóxicos aplicados nos plantios aumentou cinco vezes desde 1950. Embora as fazendas orgânicas e agroecológicas sobrevivam sem, as fazendas convencionais aplicam mais de 4 milhões de toneladas de agrotóxicos por ano em todo o mundo. O faturamento global em 2018 com esses materiais totalizou 56,5 bilhões de euros. Em 2023, de acordo com estimativas, pode chegar a 82 bilhões de euros.

Quatro gigantes da química compartilham dois terços do mercado global: BASF e Bayer na Alemanha, Syngenta

na Suíça (mas de propriedade chinesa) e Corteva, uma recém-chegada formada por divisões de agroquímicos da DowDuPont. A OCDE diz que em 2017 apenas as vendas de agrotóxicos da Bayer somaram 11,2 bilhões de dólares, seguidas pela Syngenta, com 9,4 bilhões, e BASF e DowDuPont, entre 7 e 8 bilhões de dólares cada.

Os agrotóxicos são uma das principais causas da mortalidade dos insetos, pois afetam todo o ecossistema. Dependendo de seus organismos-alvo, eles podem ser classificados como inseticidas, herbicidas, fungicidas e outros. Os inseticidas eliminam as pragas nas lavouras, mas outras plantas são inevitavelmente afetadas. Os neonicotinóides, por exemplo, atualmente um dos tipos de agrotóxico mais usado no mundo, danificam o sistema nervoso dos insetos, fazendo com que as abelhas percam o sentido de navegação e as mamangavas percam o olfato, por exemplo.

Os herbicidas são usados no controle de plantas espontâneas (as chamadas ervas daninhas). Os herbicidas seletivos são eficazes contra tipos específicos de plantas, enquanto os herbicidas não seletivos, ou “herbicidas totais”, matam quase todas as plantas. O herbicida não-seletivo mais amplamente usado em todo o mundo é o glifosato. Suas vendas aumentaram fortemente porque é usado em combinação com culturas geneticamente modificadas, especialmente a soja. Essas plantas são projetadas para resistir ao herbicida, que mata todas as outras plantas próximas. Como resultado, os insetos encontram menos flores e perdem sua fonte de alimento. Os herbicidas também podem prejudicar os insetos diretamente. Experimentos da Universidade de La Plata, na Argentina, mostraram que o glifosato pode matar crisopídeos, insetos benéficos que atacam pulgões.

As maiores aplicações de pesticidas estão na Ásia, especialmente na China, Índia e Japão. América do Norte, Brasil e Argentina consomem as maiores quantidades de agrotóxicos em valores absolutos. A África consome apenas cerca de 2% do total global.

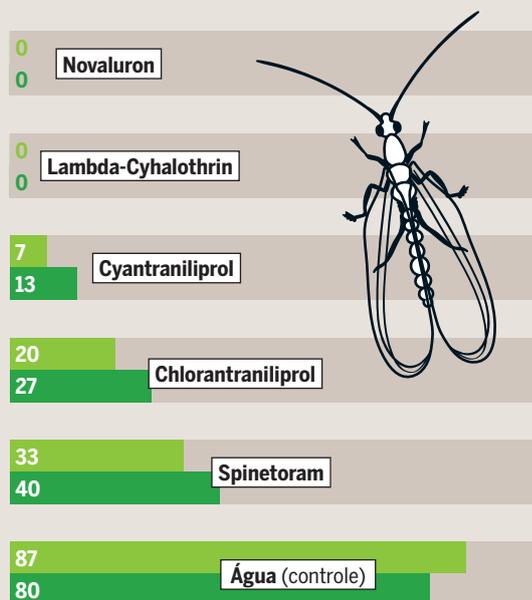
Os agrotóxicos podem ter um grande impacto na mortalidade de insetos em áreas onde as aplicações são altas e o registro é mal regulado. Agrotóxicos proibidos há décadas na União Europeia ainda são usados em vinhas sul-africanas e na produção de vegetais no Quênia. A Bayer vende doze ingredientes ativos no Brasil que não são mais permitidos na UE.

Organizações não governamentais reivindicam que os pesticidas sintéticos, proibidos na União Europeia por seus

BONS CARAS PEGOS NO FOGO CRUZADO

Taxas de sobrevivência de duas espécies de crisopídeos do gênero *Chrysoperla* com aplicações de vários agrotóxicos, de larva a adulto, em percentagem

■ *Chrysoperla carnea* ■ *Chrysoperla johnsoni*



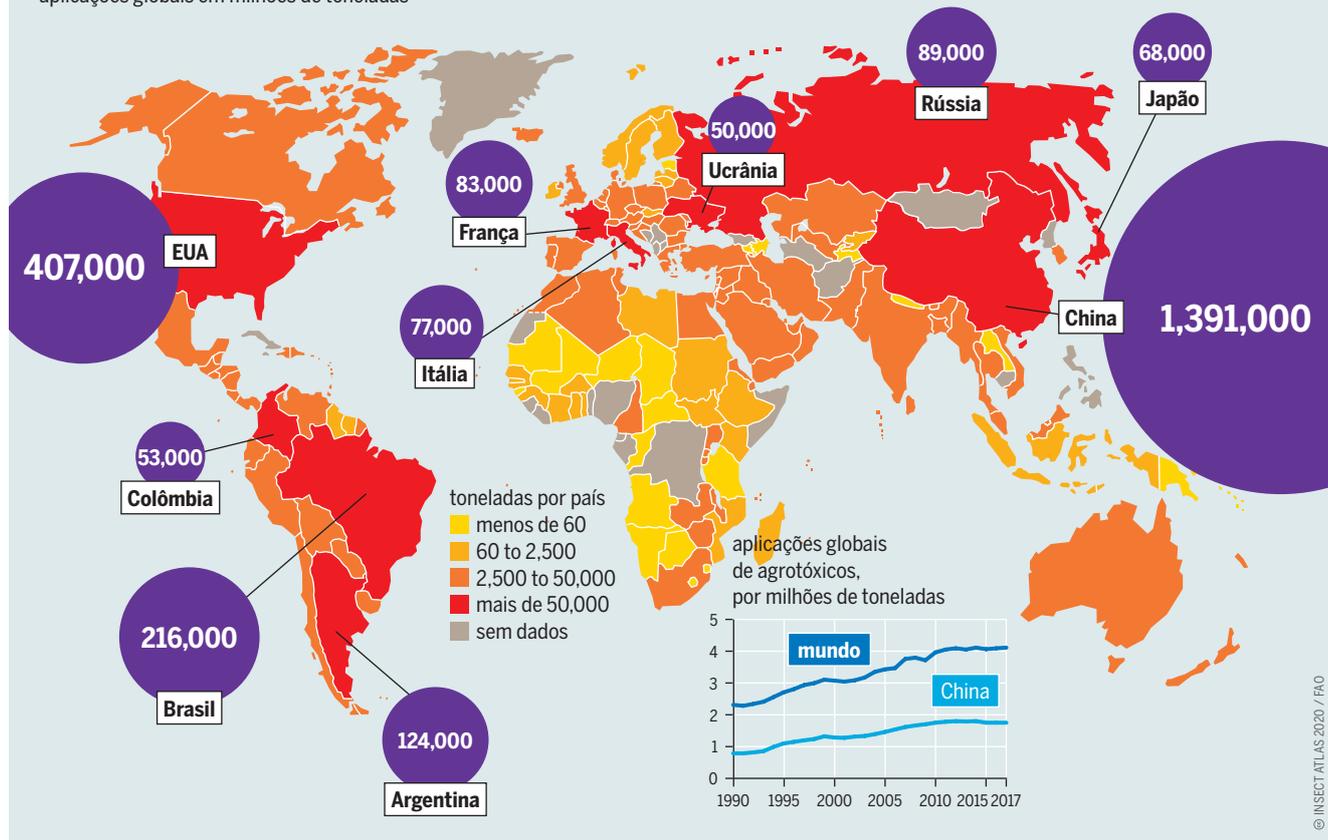
As larvas das crisopídeos são às vezes chamadas de “bicho-lixeiro” porque consomem grande número de pragas. Nos EUA, duas das espécies normalmente encontradas em pomares de frutas e nozes foram expostas a cinco ingredientes ativos comuns de agrotóxicos. As substâncias promoveram consequências graves no desenvolvimento dos crisopídeos, ocasionando surtos de pragas secundárias porque havia muito poucos insetos benéficos para atacar as pragas. Como resultado, os agricultores precisam aplicar ainda mais agrotóxicos, que matam ainda mais os organismos benéficos.

© INSECT ATLAS 2020 / AMARASEKARE, SHEARER, ZIVAL

Agrotóxicos que matam organismos benéficos junto com as pragas, muitas vezes pioram o problema. A solução é o manejo integrado das pragas, que usa o menor número de agroquímicos quanto possível.

PULVERIZE, BEBÊ, PULVERIZE

Aplicações mundiais de ingredientes ativos de agrotóxicos por país, média anual de 1990-2017 em toneladas, aplicações globais em milhões de toneladas



efeitos negativos no meio ambiente, não sejam exportados para o mundo em desenvolvimento. A Convenção de Rotterdam é um tratado internacional que rege a importação e exportação de produtos químicos perigosos, incluindo agrotóxicos. A convenção foi ratificada por 160 países e lista um total de 36 pesticidas, mas nem todas as partes signatárias proibiram a importação das substâncias listadas. A China, por exemplo, não banuiu o DDT.

Os debates sobre a mortalidade de insetos e a perda de biodiversidade estão aumentando e colocando os fabricantes sob pressão. As interações entre agrotóxicos e insetos foram ignoradas por muito tempo. Não havia informações suficientes sobre os impactos de longo prazo dos agrotóxicos ou os efeitos das combinações de pesticidas. No passado, os fabricantes frequentemente encomendavam as avaliações eles próprios, enquanto as investigações científicas independentes não precisavam ser levadas em consideração para os procedimentos de aprovação.

Em 2019, uma mudança na legislação da União Europeia tornou obrigatório o registro de todos os resultados de pesquisas – incluindo aqueles que revelassem problemas. Isso significa que esses resultados não podem mais ser retidos, mas devem ser considerados no processo de aprovação. Os riscos apresentados pelos agrotóxicos podem agora

Em países mais pobres, como Quênia e Brasil, os tipos de agrotóxicos usados são mais tóxicos para as abelhas do que na rica Holanda.

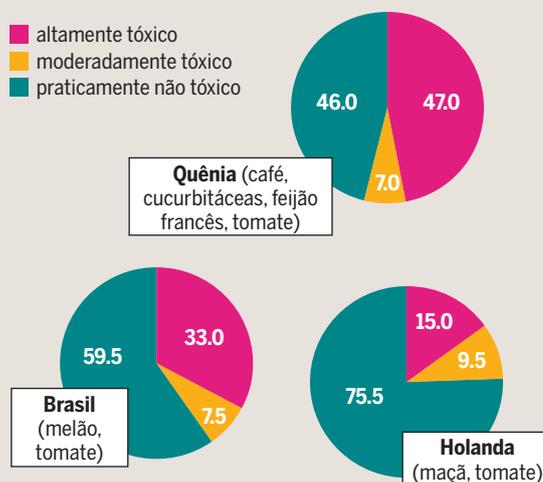
A China aplica cerca de um terço dos agrotóxicos do planeta. Syngenta, uma empresa com sede na Suíça que é uma das três maiores empresas agroquímicas do mundo, está nas mãos de chineses.

ser mais bem avaliados, e a proteção dos seres humanos e do meio ambiente está sendo priorizada. ●

ASSASSINO INVISÍVEL

Toxicidade de agrotóxicos para as abelhas por país e cultivos, em percentagem do número de agrotóxicos registrados ou usados

■ altamente tóxico
■ moderadamente tóxico
■ praticamente não tóxico



AGRONEGÓCIO E AGROTÓXICOS NO BRASIL: ENVENENANDO OS INSETOS

Os insetos povoam o planeta há cerca de 400 milhões de anos. No entanto, o uso dos agrotóxicos vem ameaçando essa existência. No Brasil, maior consumidor desses produtos no mundo, a situação é ainda mais preocupante.

Os insetos desenvolveram, ao longo do tempo, mecanismos de adaptação a todo tipo de situações adversas. Estes mecanismos, que incluem desde alterações de hábitos até mutações genéticas, estão sendo utilizados para enfrentar o uso excessivo de agrotóxicos, e podem trazer consequências indesejáveis para os cultivos agrícolas. Por exemplo, alguns estudos apontam que predadores generalistas, altamente eficientes no controle de lagartas (como o *Doru luteipes*), passam a se alimentar de larvas de Joanelas (como a *Cycloneda sanguinea*), inseto útil no controle de pulgões.

No Brasil, os inseticidas propriamente ditos correspondem a cerca de 25% das despesas com agrotóxicos, mas isso não significa que o impacto sobre os insetos se restrinja a esses produtos. Os herbicidas, produtos de uso mais amplo, afetam direta e indiretamente as populações de insetos, através de sua participação na homogeneização de paisagens e na contaminação dos solos e águas. Muitos estudos relacionam o Glifosato, o 2,4D e o Paraquat, mesmo que em doses subletais, ao desaparecimento de colmeias.

Mais grave é o fato de que adaptações e mutações genéticas estão levando à emergência de insetos mais resistentes, de mais difícil controle, imunes aos agrotóxicos de uso mais frequente. Entre os casos típicos, temos as lagartas do milho e da soja, o bicudo-do-algodoeiro e tantos outros. Este processo, aliado à dificuldade (e ao custo) para obtenção de novas moléculas, menos perigosas, vem ampliando o uso de agrotóxicos antigos, perigosos, como indica o fato de serem proibidos, há décadas, na União Europeia. Com isso, acelera-se o comprometimento da fertilidade do solo, da qualidade da água, e do fornecimento de serviços ecossistêmicos essenciais para a saúde humana e animal.

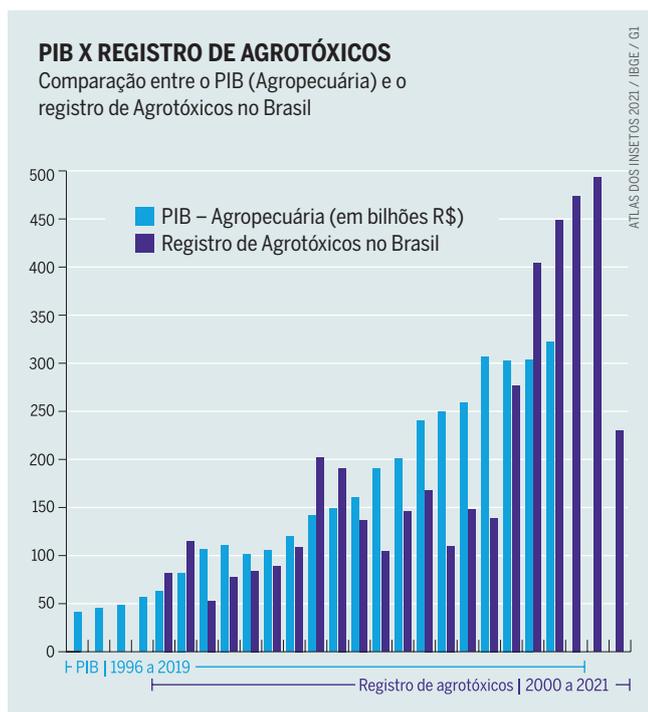
O *Homo sapiens*, que surgiu no planeta há uns 350 mil anos, é o principal responsável e tende a ser mais afetado. Nosso antecessor mais antigo, o *Homo erectus* (o primeiro de nós a caminhar em pé), surgiu há tão somente uns 2 milhões de anos e se mostrou pouco adaptável às mudanças ambientais bruscas.

Tal fato deveria ser suficiente para sugerir que o uso de agrotóxicos levará antes à extinção dos humanos que ao extermínio dos insetos. Basta refletir sobre a ineficácia com que há cem anos a humanidade tenta eliminar os mosquitos. Ou constatar a associação direta entre o uso de agrotóxicos e o surgimento de problemas para a saúde humana, tão frequente hoje quanto raros há cinquenta anos, como nos casos de oncologia infantil.

O uso de agrotóxicos na América Latina está, entre outros fatores, relacionado ao seu papel na geopolítica internacional. Exportador de matérias-primas de baixo valor agregado, contando com abundância de água e terras férteis, o Brasil se tornou um dos principais destinos de pesticidas de uso proibido em outras regiões do planeta. Essas circunstâncias explicam o fato de que aqui se utilize, extraoficialmente, cerca de 1 bilhão de litros de agrotóxicos/ano. Como ilustração, considere-se que entre os anos de 2019 e 2021 durante o governo de Jair Bolsonaro houve o registro de 1.300 agrotóxicos “novos” adicionados ao portfólio pré-existente utilizado no país.

Os danos ambientais se agravaram em função de articulação entre restrições do mercado internacional que levam à queda nos preços de alguns agrotóxicos, que então são deslocados para uso no Brasil. Assim, a ruptura de ciclos biológicos, que elimina serviços ecossistêmicos realizados pelos insetos, pode se explicar em função de interesses de curtíssimo prazo, impulsionados pela participação do agronegócio no Produto Interno Bruto Nacional.

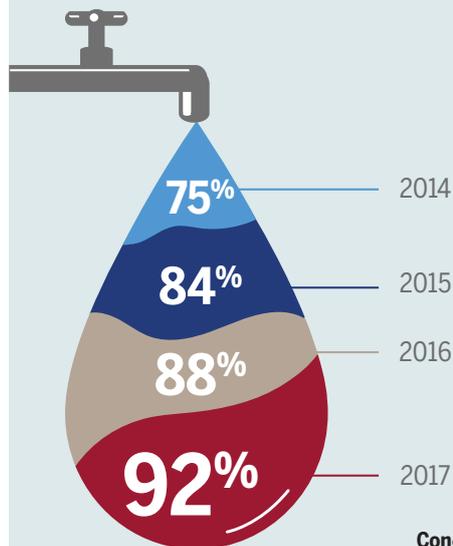
Nos últimos anos, no Brasil, o registro de agrotóxicos cresceu exponencialmente, sem que isso fosse acompanhado por uma tendência semelhante no PIB da agropecuária.



BEBENDO VENENO

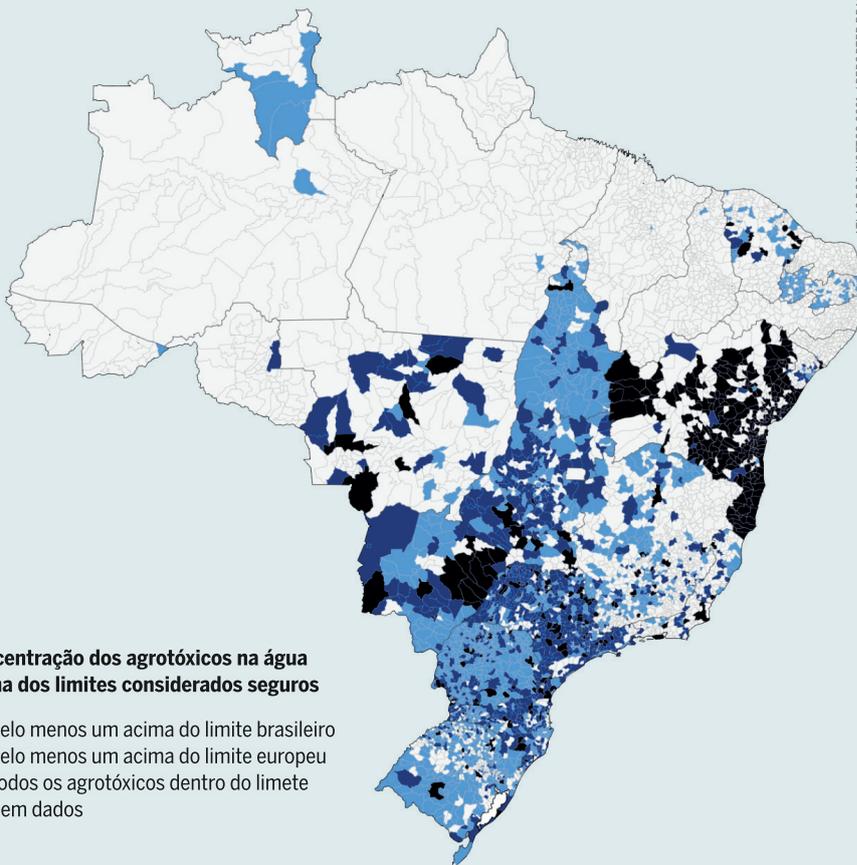
Dados sobre a concentração de agrotóxico na água dos municípios brasileiros

Percentual de amostras de água "potável" contaminada por agrotóxicos ao longo dos anos – Brasil.



Concentração dos agrotóxicos na água acima dos limites considerados seguros

- Pelo menos um acima do limite brasileiro
- Pelo menos um acima do limite europeu
- Todos os agrotóxicos dentro do limite
- Sem dados



Entre 2006 e 2017, enquanto a área cultivada cresceu 26% no Brasil, as vendas de agrotóxicos mais do que dobraram (saltaram, em números "oficiais", de 204,1 mil toneladas para 541,8 mil toneladas). Em consequência, sabe-se hoje que pelo menos 23% das amostras de alimentos da dieta básica nacional estariam contaminadas (de acordo com o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA) e que um em cada quatro municípios brasileiros oferece à população água com pelo menos 27 tipos de agrotóxicos.

Sendo essa a realidade enfrentada pelas populações urbanas, seguramente o "ecocídio" entre os insetos está além de nossa compreensão e merece, portanto, atenção da sociedade civil, acadêmica e dos fazedores de políticas públicas.

Sabidamente a abundância e diversidade de insetos é responsável pela regulação e suporte de serviços ecossistêmicos, tais como o controle biológico, a polinização e a ciclagem de nutrientes, indispensáveis à fertilidade do solo e à vida no planeta. Tratando-se de elemento fundamental a qualquer perspectiva responsável de longo prazo, exige atenção especial e reclama medidas urgentes, protetivas aos ecossistemas.

Infelizmente avançamos no sentido oposto, com ampliação no uso de agrotóxicos de toxicidade crescente, ainda que se saiba que estes não reduzem a presença nem a densidade de artrópodes indesejáveis em locais onde estão presentes seus inimigos naturais. Ao contrário, ao afetar especialmente consumidores secundários e terciários (preda-

Há muita diferença nos parâmetros da União Europeia e do Brasil no controle da água: os limites para as substâncias de agrotóxicos encontradas na água no Brasil são muito mais permissivos.

dores dos insetos que se alimentam de plantas), os agrotóxicos tendem a minimizar o potencial de controle biológico.

Há registros de que os chineses já se aproveitavam do controle biológico há milhares de anos, combatendo lagartas e besouros pela inserção de ninhos de formigas no cultivo de citros. Também na China, após identificada a mortalidade de larvas do bicho-da-seda por *Beauveria bassiana*, esse fungo passou a ser utilizado para o controle de outras lagartas. Atualmente, diversas espécies de organismos são utilizados no controle biológico de pragas agrícolas, como aplicações de *Bacillus thuringiensis*, dispersão de vespas parasitoides (ex. *Cotesia flavipes* e *Trichogramma galloi*) e insetos generalistas como o *Doru luteipes* (tesourinha), entre outros.

Dentre as vantagens da utilização do controle biológico, está o fato de que ele não leva ao desenvolvimento de resistência, nas pragas, como acontece com os agrotóxicos de síntese química. No Brasil, os principais casos de resistência aos agrotóxicos podem ser ilustrados pela dificuldade de controle do caruncho-do-milho (*Sitophilus zeamais*), da lagarta-do-cartucho-do-milho (*Spodoptera frugiperda*), do bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*), da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*), da vaquinha verde-amarela ou larva-alfinete-do-milho (*Diabrotica speciosa*). ●

CARNE

DA FLORESTA AO PASTO, DO PASTO AO CONFINAMENTO

A demanda mundial por carne produz uma reação em cadeia de desmatamento, monoculturas e pulverizações químicas. A natureza está sendo destruída mais rapidamente nas áreas que são especialmente ricas em insetos.

A cada ano, a produção mundial de carne aumenta. A Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO) calcula que a produção global em 2018 foi de 335 milhões de toneladas. Em 1970, era apenas um terço desse número. A demanda por carne tem enormes consequências ecológicas, também para os insetos. As práticas de criação de gado determinam as paisagens agrícolas, a diversidade das plantas, a qualidade do solo e da água e, assim, o habitat dos insetos. Nenhum outro tipo de agricultura tem mais influência sobre os ecossistemas do que a pecuária intensiva.

Pradarias, pastagens e savanas constituem entre 22% e 26% da superfície terrestre do mundo livre de gelo e são o lar de uma enorme variedade de plantas que, por sua vez, oferecem aos insetos uma ampla variedade de habitats. As pastagens geralmente abrigam uma variedade maior de espécies de insetos e populações maiores do que campos cultivados. Mas os prados intensamente usados têm menor diversidade: gramíneas de alto rendimento, fertilização excessiva, corte frequente e pastoreio intensivo têm seu preço. O crescimento mais curto da grama e a vegetação mais densa tiram os insetos de seus habitats.

Globalmente, a pecuária mudou fundamentalmente nos últimos 50 anos. Cada vez menos animais pastam nas pastagens. A maioria dos animais é alimentada em estábulos ou criados em enormes fábricas ou em confinamentos, onde são amontoados em pequenos cercados ao ar livre. Essa enorme densidade elimina toda a grama do padoque.

O grande número de animais impulsiona a demanda por rações fabricadas a partir de cereais e sementes oleaginosas. Mas ainda assim, há diversos países, como o Brasil, onde a pecuária extensiva ainda ocupa grandes porções de terras dematadas. A pecuária tornou-se, portanto, uma das causas mais importantes de mudanças no uso da terra: a floresta é desmatada para pastagem ou para o cultivo de lavouras que acabarão como ração para o gado, e o pasto é arado para semear. O habitat dos insetos diminui ainda mais.

A soja é a fonte de proteína mais importante para gado de criação intensiva. Agora é cultivada em 123 milhões de hectares em todo o mundo, uma área de 3,5 vezes o tamanho da Alemanha. Apenas três países – Estados Unidos da América, Argentina e Brasil – juntos produzem cerca de 80% da soja mundial. Em 1990, a soja cobria 11 milhões de hectares no Brasil; em 2018, o Brasil se tornou o maior produtor mundial de soja – a superfície aumentou para 36 milhões de hectares.

O Brasil é também um dos países mais ricos em insetos do mundo – abriga cerca de 9% de quase 1 milhão de espécies de insetos que até agora foram classificadas. –, mas a produção de soja está afetando sua biodiversidade. Especialistas estimam que até meio milhão de espécies de insetos podem realmente ser nativas do Brasil. As partes tropicais e subtropicais do país, bem como o Cerrado – a mais extensa savana tropical da América do Sul – abrigam a maior diversidade de insetos do mundo. Enquanto existem várias áreas protegidas na região amazônica, o Cerrado está virtualmente deixado à mercê de uma agroindústria em expansão. A agricultura continua a se espalhar em ambos os ecossistemas, com a ajuda tanto de meios legais quanto ilegais.

*Algumas décadas atrás, *Phyllophaga cuyabana* era apenas um besouro entre muitos. Então vieram o corte raso e as monoculturas, e sua carreira decolou.*

OBRIGADO PELA REFEIÇÃO

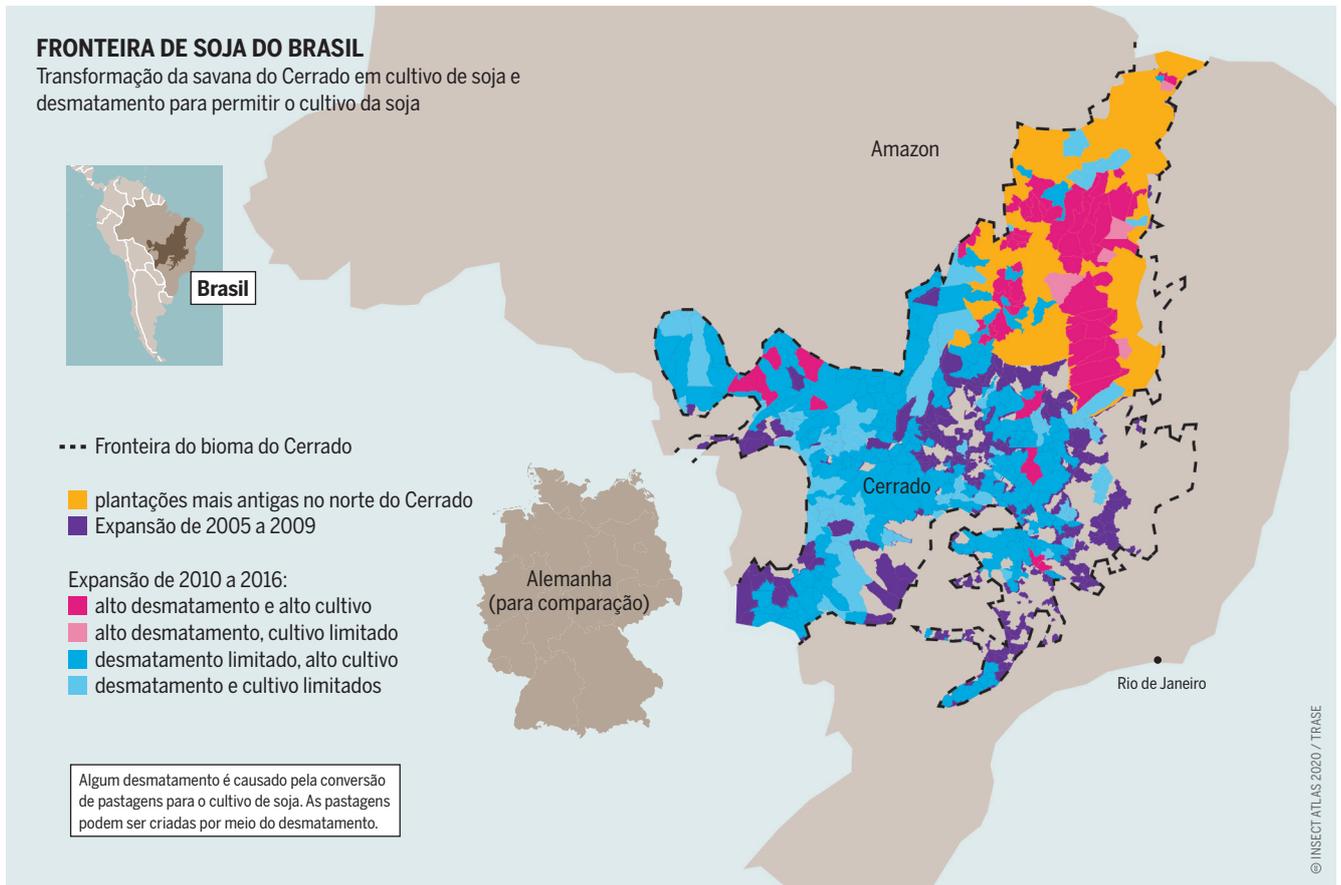
Consumo das safras pelo besouro escaravelho, *Phyllophaga cuyabana*, em centímetros quadrados de área foliar, em exames laboratoriais

Área foliar consumida, com escolha entre:

■ Soja e ■ outros cultivos



A transformação das savanas do Cerrado brasileiro em enormes monoculturas é responsável pelo estabelecimento do escaravelho, *Phyllophaga cuyabana*, como uma das principais pragas. As larvas se alimentam no subsolo das raízes da soja e de outras culturas amplamente plantadas. Os besouros adultos se escondem no solo durante o dia e atacam as folhas à noite. Testes de laboratório estudaram quais plantas os besouros fêmeas preferem como alimento e a quantidade de danos que um único inseto pode causar em seis dias.



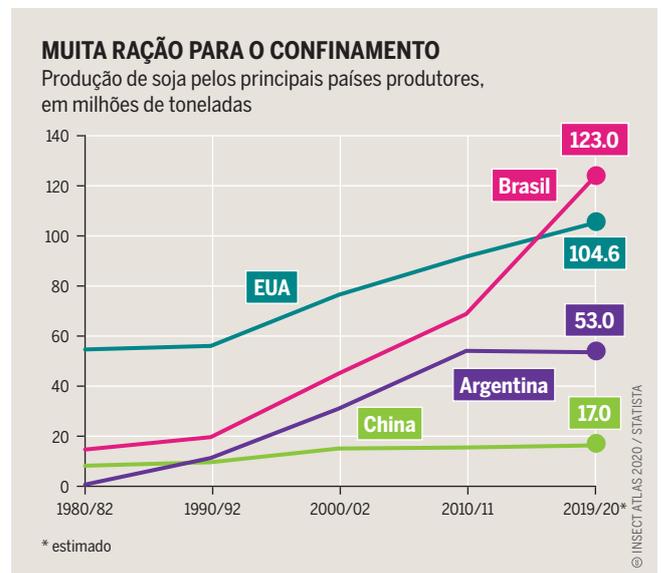
O boom da soja anda de mãos dadas com o aumento do uso de agrotóxicos. Ambos, Brasil e Argentina, cultivam principalmente diferentes tipos de soja geneticamente modificada. Essas plantas são resistentes ao glifosato, um herbicida que mata todas as ervas daninhas que crescem no campo sem prejudicar as plantas de soja. O Brasil é hoje o segundo maior consumidor de herbicidas do mundo. Desde a aprovação da soja geneticamente modificada em 1996, a Argentina também passou a depender cada vez mais do uso de pesticidas. Nos anos de 1990, aplicou cerca de 40 milhões de litros; em 2017, último ano com dados disponíveis, pulverizou 196 milhões de litros. Os analistas de mercado preveem um boom na pulverização nos próximos anos, com aumentos anuais acima de 5%. Tanto a Argentina quanto o Brasil usam agrotóxicos proibidos na União Europeia por seus efeitos negativos sobre o meio ambiente.

A pecuária intensiva na Europa não seria possível sem a compra de ração no mercado global de soja. Essa é uma das razões pelas quais a União Europeia passou 20 anos tentando chegar a um acordo comercial com os países do bloco do Mercosul – Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai – que tornaria os dois blocos na maior área de livre comércio do mundo. Esta iniciativa foi recebida com críticas massivas de uma ampla rede de mais de 340 grupos da sociedade civil tanto na América Latina quanto na Europa. As consequências ecológicas negativas das novas exportações de carne do Brasil chegaram até mesmo às manchetes da mídia

A produção de soja do Brasil aumentou acentuadamente porque a área plantada aumentou e especialmente porque os rendimentos por hectare aumentaram

As florestas estão desaparecendo no Cerrado ainda mais rapidamente do que na vizinha Amazônia. Com eles, um ecossistema rico em espécies está sendo perdido.

européia. Menos conhecido é que o acordo também abrangia a ampla liberalização do comércio de produtos químicos. Os maiores produtores de agrotóxicos do mundo – as empresas alemãs Bayer e BASF, juntamente com a Syngenta, com sede na Suíça – ficaram maravilhados. Os insetos da região do Mercosul ficaram menos entusiasmados. ●



UMA AGRICULTURA AMIGA DOS INSETOS

A agricultura convencional – que faz uso de agrotóxicos e monocultivos – é uma das grandes responsáveis pelo declínio no número e na diversidade de insetos pelo mundo. No entanto, há alternativas para a convivência e a promoção dessa biodiversidade: a agroecologia.

A história da agricultura de milhares de anos reporta à necessidade de desenvolver práticas agrícolas de uso do solo, da vegetação e das águas, ou seja, dos bens naturais, que respondessem às necessidades alimentares dos povos. Com a intensificação produtiva e mais tarde as revoluções industriais, a relação com os ecossistemas naturais foi se alterando até a emergência do uso de agroquímicos, dos monocultivos, da intensificação da produção agrícola e do aumento de escala. Este processo gerou ao longo de décadas e décadas um padrão tecnológico de artificialização da relação da agricultura com a natureza. Assim chegamos à modernização agrícola capaz de gerar custos socioambientais muitas vezes irreparáveis, o desequilíbrio dos agroecossistemas, a degradação dos solos, da vegetação

natural, a poluição e o envenenamento de lençóis freáticos e a contaminações das águas para uso humano e agrícola.

No Brasil, a Agroecologia surge como resposta à chamada modernização conservadora da agricultura, consequência da revolução verde. O princípio fundador do enfoque agroecológico se baseia na manutenção e no manejo de agroecossistemas biodiversificados, nos quais são promovidos efeitos de sinergia e sincronia entre componentes e sub-sistemas, gerando crescentes níveis de autonomia técnica, estabilidade produtiva e resiliência ecológica. Esta perspectiva se aplica às unidades agrícolas familiares em transição agroecológica e em maior escala torna-se um desafio no âmbito dos sistemas agroalimentares.

Na Agroecologia, tanto sua abordagem científica como suas práticas na agricultura de base familiar e por populações tradicionais, encontram no manejo da biodiversidade a forma de manter a diversidade genética e cultural de diferentes agroecossistemas, garantindo um equilíbrio dinâmico entre seu uso e conservação. Neste sentido, a agrobiodiversidade pode ser entendida como um processo de relações e interações do manejo da diversidade de espécies e entre elas, com conhecimentos tradicionais e com o manejo de múltiplos agroecossistemas, sendo um recorte da biodiversidade.

No agroecossistema é possível distinguir quatro tipos de biodiversidade: produtiva (plantações e animais), destrutiva (insetos oportunistas, ervas espontâneas competidoras, doenças), neutra (herbívoros não pragas que são consumidos pelos predadores) e benéfica ou funcional (como polinizadores, inimigos naturais, vermes e microrganismos do solo que desempenham papéis importantes em processos ecológicos como a polinização, controle natural de pragas, ciclagem de nutrientes, dentre outros).

Uma das hipóteses que justificam o surgimento de pragas em monocultivos está relacionada com a concentração de recursos onde estes insetos herbívoros têm mais facilidade de encontrar e permanecer em suas plantas hospedeiras. Também podemos considerar que o uso de agrotóxicos, tanto na área cultivada no agroecossistema quanto no entorno, é considerado uma das principais causas de redução de biodiversidade.

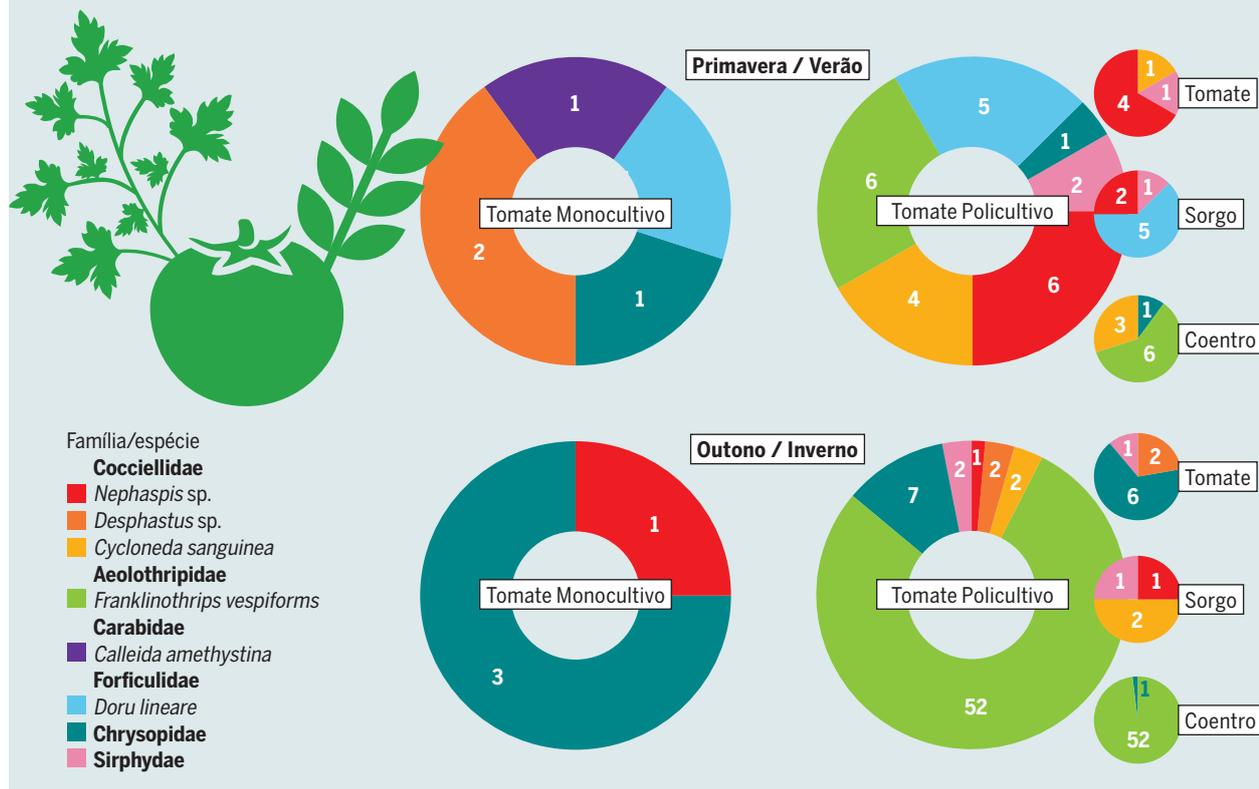
Sabe-se que a agrobiodiversidade pode ser usada para melhorar o manejo de pragas nos agroecossistemas através de mecanismos ecológicos internos de controle do equilíbrio. Quanto maior o número de espécies presentes em um determinado cultivo, maior será o número de interações



Ao avaliar os efeitos da diversificação nas atividades agrícolas, um estudo internacional apontou que o aumento da diversidade nessa prática favorece a biodiversidade e não compromete a produtividade.

POLICULTIVOS SÃO ATRAENTES AOS INSETOS BENÉFICOS

O policultivo de tomateiro com sorgo e coentro incrementou a ocorrência de predadores, principalmente de *Franklinothrips vespiformis* (Crawford) (Thysanoptera: Aeolothripidae)



tróficas entre seus componentes e, em consequência, será possível estabilizar as comunidades de insetos.

Os mecanismos envolvidos na redução da ocorrência de pragas em agroecossistemas diversificados são vários. Diversos estudos têm mostrado que o redesenho da paisagem e a construção de arquiteturas vegetais beneficiam a manutenção de inimigos naturais na área. Convém ressaltar que para estes inimigos naturais a oferta de abrigo e alimento é importante, tais como néctar e pólen, presas e hospedeiros alternativos. Além disso, deve ser considerada a dificuldade de insetos pragas em encontrar as plantas hospedeiras, seja por confusão visual, olfativa, ou efeito de barreira mecânica, causando um efeito deterrente, isto é, impedindo-os de se alimentarem.

O planejamento das propriedades rurais deve levar em consideração algum nível de diversificação vegetal para evitar surtos de pragas. Dessa forma, será possível diminuir o número de intervenções com substâncias alternativas em propriedades rurais em sistemas agroecológicos.

Destaca-se a importância da agricultura familiar camponesa no manejo da agrobiodiversidade e a Agroecologia como um caminho natural para uma agricultura com menos impacto, através de uma diversidade de práticas no agroecossistema que favorecem ao equilíbrio dinâmico entre a diversidade natural, as populações de insetos e a di-

Há muito tempo se suspeitava: agora há provas. Uma análise de numerosos estudos individuais de pesquisa descobriu que as fazendas orgânicas eram mais biodiversas do que as convencionais.

Estudo aponta que a policultura – em vez da monocultura – em cultivo de tomate orgânico teve impacto na quantidade de insetos.

minuição do uso de insumos externos (agrotóxicos). Assim passamos a olhar os insetos como parte do equilíbrio e não como organismos indesejáveis. ●

25 POR CENTO A MAIS DE VISITANTES

Diferenças no número de espécies entre campos manejados orgânica e convencionalmente, resultados de 528 estudos, em porcentagem



ALIADOS PELA AGROBIODIVERSIDADE

O uso indiscriminado de agrotóxicos é uma das maiores ameaças à produção agrícola sustentável, uma vez que ameaçam a biodiversidade, contaminam o solo, a água e o ar, além de intoxicar as pessoas.

As agriculturas de base ecológica, diversas estratégias podem ser utilizadas para manter as populações de insetos indesejáveis em níveis populacionais aceitáveis. O manejo agroecológico desses insetos é uma alternativa sustentável para mitigar os danos aos cultivos agrícolas sem o uso de agrotóxicos, e abrange uma série de medidas preventivas e curativas, com pouco ou nenhum impacto negativo aos ecossistemas.

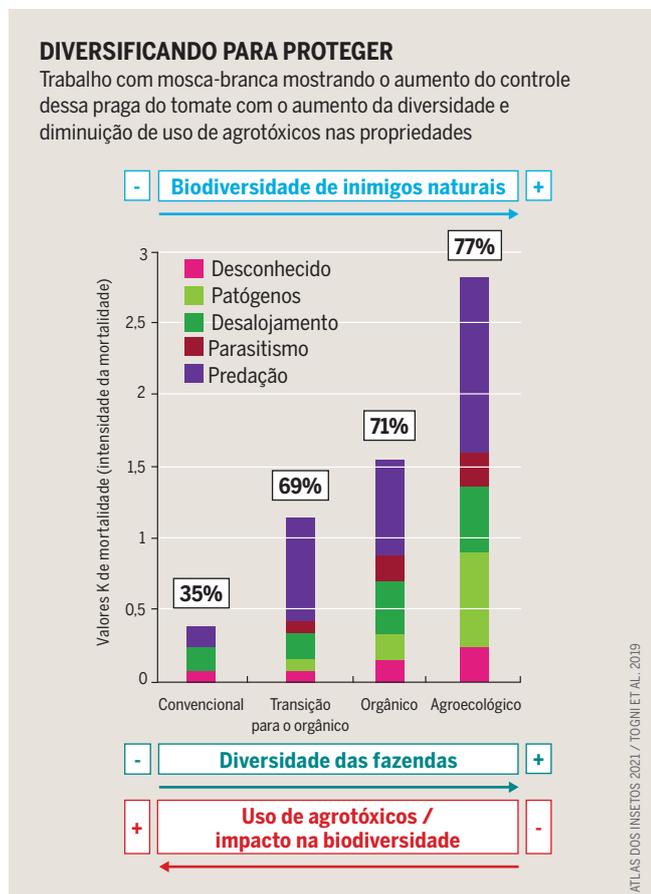
Uma forma simples de manejar insetos no campo é otimizar as práticas culturais já utilizadas pelos agricultores e agricultoras em atividades corriqueiras. Muitos insetos herbívoros aparecem em maior abundância somente em determinadas épocas do ano. Escolher as culturas que não são atacadas por esses insetos nas épocas em que eles ocorrem pode ser uma das alternativas mais simples a ser adotada. Quando isso não é possível, pode-se optar pelo uso de variedades de plantas resistentes aos ataques de insetos. Atualmente, existe uma ampla disponibilidade de variedades resistentes, além das tradicionais sementes crioulas

adaptadas aos seus locais de origem. A adubação é outro fator relevante para a ocorrência desses insetos. Em um estudo com a traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), pesquisadores demonstraram que esse inseto geralmente coloca o dobro de ovos em tomateiros adubados quimicamente quando comparado às plantas do sistema orgânico. O manejo da irrigação também pode ter efeitos negativos sobre os insetos herbívoros e positivos sobre os insetos benéficos. A irrigação por aspersão, por exemplo, dificulta o estabelecimento de moscas-brancas (*Bemisia tabaci*) adultas em diversos cultivos.

Os insetos possuem muitos agentes de controle, conhecidos como inimigos naturais, tais como predadores, parasitoides, nematoides, fungos, protozoários, bactérias e até vírus. Quando esses organismos são utilizados intencionalmente para controlar populações de insetos herbívoros, dizemos que está sendo realizado um controle biológico. A forma mais natural de utilizar esses aliados a nosso favor é promovendo a sobrevivência e a reprodução desses inimigos naturais nos cultivos agrícolas. Isso pode ser feito através da diversificação ambiental. Ecossistemas mais diversos podem produzir um círculo virtuoso de interações entre os organismos ao promover diferentes fluxos de energia, criar “habitats” e possibilitar teias alimentares mais complexas. Quando se aumenta a diversidade vegetal no entorno e dentro das áreas de cultivo, promove-se a atração e preservação de populações de insetos benéficos responsáveis pela proteção das plantas e controle de insetos herbívoros. O segredo do sucesso para que essa diversidade proteja o cultivo é a inclusão de plantas que forneçam presas, alimentos alternativos (pólen e néctar) e local de refúgio para os inimigos naturais. O manejo da agrobiodiversidade para atender às diferentes realidades deve ser organizado em várias escalas de intervenção, podendo ocorrer dentro da área de plantio, em toda a extensão da propriedade e na paisagem agrícola.

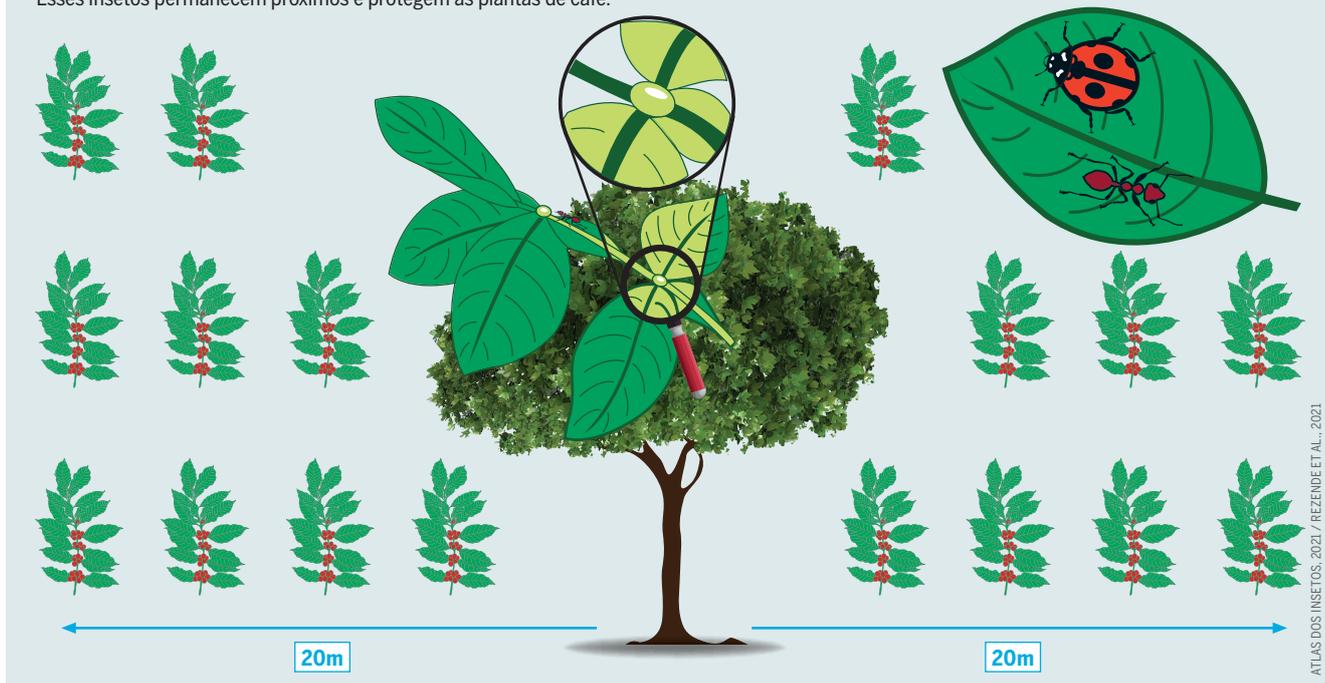
Permitir o crescimento de plantas espontâneas entre as cultivadas, plantar árvores no entorno das áreas de cultivo formando barreiras, intercalar plantas herbáceas, arbustivas e arbóreas formando sistemas agroflorestais, manter áreas de matas nativas conectando áreas de plantio são alguns exemplos de diversificação ambiental. Um trabalho realizado no Brasil mostrou que o café produz frutos mais pesados e é menos atacado pelo bicho-mineiro do cafeeiro (*Leucoptera coffeella*) e pela broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) quando deixa de ser cultivado em monocultivo e passa a ser intercalado com árvores de ingá (*Inga edulis*). O ingá libera néctar através das suas folhas, que atraem e alimentam vários grupos de inimigos naturais. Outra pesquisa nessa área mostrou que quanto maior a diversidade ambiental e menor o uso de agrotóxicos nas propriedades, maior é a conservação de espécies de inimigos naturais da mosca-branca (*B. tabaci*) e o controle biológico das ninfas desse inseto.

Outra maneira de utilizar os inimigos naturais para o controle dos insetos herbívoros é através da sua criação em



A FORÇA DO INGÁ

Plantas de café distantes até 20 metros de árvores de ingá (*I. edulis*) estão mais protegidas contra o ataque do bicho-mineiro do cafeeiro (*Leucoptera coffeella*) e da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*). O ingá libera néctar nas suas folhas, que atrai e alimenta vários inimigos naturais. Esses insetos permanecem próximos e protegem as plantas de café.



ATLAS DOS INSETOS, 2021 / REZENDE ET AL., 2021

biofábricas e liberação nos cultivos. No Brasil, temos casos de sucesso, como o uso do parasitoide *Cotesia flavipes* no controle da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) em cultivos de cana-de-açúcar; o uso de parasitoides do gênero *Trichogramma* no controle de lepidópteros pragas no milho, soja, cana-de-açúcar e hortaliças. O uso da bactéria *Bacillus thuringiensis* e de baculovírus para o controle de lagartas de lepidópteros em diversas culturas, entre outros. No entanto, vale ressaltar que a maior parte desses produtos biológicos ainda são pouco acessíveis para a agricultura familiar que produz de forma agroecológica e em pequena escala.

Quando os métodos acima ainda não são suficientes para um controle satisfatório das populações de insetos herbívoros, podemos utilizar extratos botânicos com efeito inseticida e caldas fitoprotetoras para o controle de insetos. Dentre os inseticidas botânicos, pode-se destacar o uso do nim (*Azadirachta indica*), por ser uma das plantas mais estudadas e utilizadas para o controle de insetos. Aproximadamente 400 espécies de insetos e ácaros são suscetíveis a diferentes produtos à base de nim. A partir de raízes de plantas leguminosas, como timbó (*Derris urucu* e *D. amazonica*), também é possível extrair o composto rotenona, com ação inseticida conhecida. O extrato das folhas de timbó pode ser utilizado para controlar os besouros conhecidos popularmente como “vaquinhas” (*Ceratomya arcuatus* e *Diabrotica speciosa*) e o caruncho-do-feijão (*Callosobruchus maculatus*). Sementes e flores de crisântemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) possuem o composto inseticida piretro e podem ser utilizados para controlar pragas de grãos armazenados e insetos sugadores como pulgões e moscas-branca. Todos os inseticidas botânicos podem causar impactos negativos a organismos não alvos, como inimigos naturais e outros insetos benéficos, além de organismos aquáticos caso entrem em contato com corpos

hídricos. Dessa forma, qualquer inseticida botânico precisa ser utilizado com cautela e seguindo as recomendações técnicas e leis vigentes.

As caldas fitoprotetoras são utilizadas primariamente visando melhorar a qualidade nutricional das plantas. No entanto, elas também podem ter efeito inseticida. Dessa forma, caldas como a bordalesa e a viçosa, compostas por sulfato de cobre, óxido de cálcio e no caso da última, micronutrientes, podem contribuir para aumentar a resistência das plantas ao ataque de insetos. A calda sulfocálcica, constituída de enxofre e cal, pode proteger as plantas diretamente através da diminuição da população dos herbívoros e é utilizada para controlar cochonilhas, ácaro-vermelho, o ácaro-branco em pimenta e outros.

Outra forma de controle de insetos que tem sido pesquisada em diferentes países é o uso de preparados homeopáticos. Nas plantas, a homeopatia incide diretamente nos seus processos fisiológicos, sem gerar efeitos tóxicos, podendo atuar como indutora de resistência a insetos. A homeopatia também pode atuar diretamente sobre o comportamento dos insetos, como já observado no forrageamento de formigas cortadeiras. O uso de homeopatia em *Acromyrmex* spp. e *Atta* spp. mostrou redução no número de formigas no carreiro com duração por mais de 20 dias após a última aplicação. Também é possível associar o uso da homeopatia a respostas negativas na biologia dos insetos herbívoros, como já constatado em lagartas de *Ascia monuste orseis*, com reduções em até 27% na emergência de adultos e diminuição de até 42% de ovos viáveis. Há também estudos observando reduções de até 49% no número de adultos da nova geração em populações de carunchos do feijão (*Acanthoscelides obtectus*). Em conjunto, todas essas práticas ajudam a tornar o sistema de cultivo mais sustentável e menos dependentes de produtos tóxicos à biodiversidade e ao ambiente. ●

PRAGAS E INIMIGOS NATURAIS

MANTENDO O EQUILÍBRIO

Para limitar o dano que os insetos causam às plantações, convocamos seus inimigos naturais, principalmente outros insetos. O controle biológico de pragas será ainda mais bem-sucedido se a diversidade de espécies e do ambiente forem maiores.

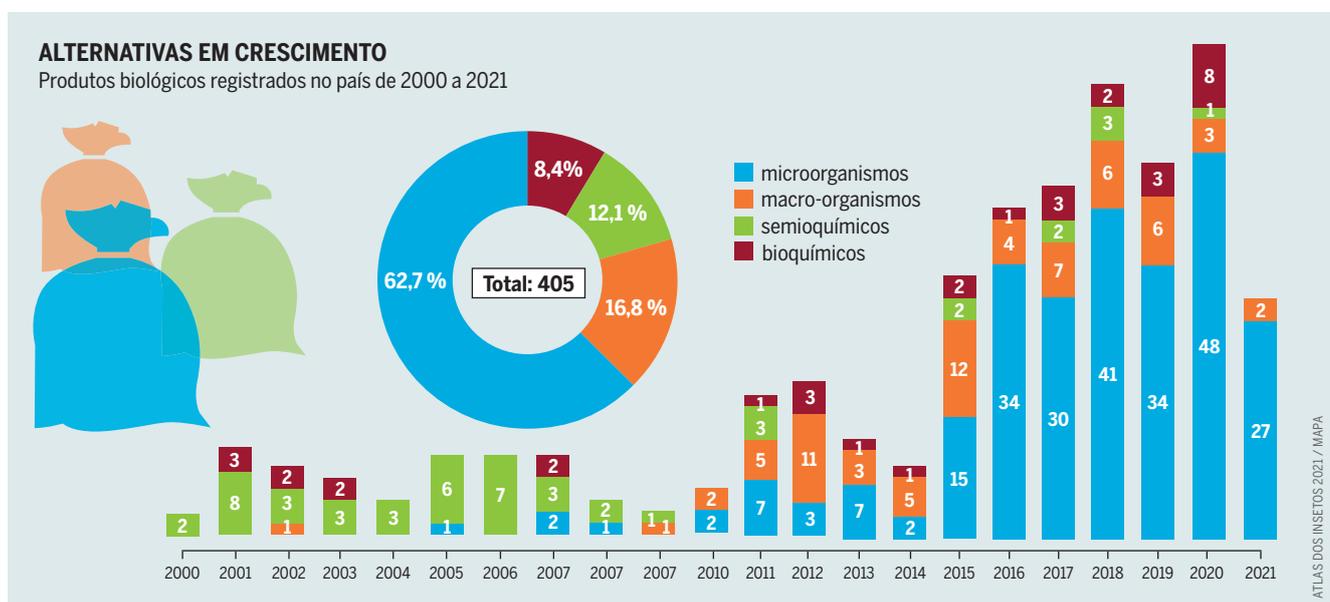
A demanda crescente por alimentos exige o aumento da produtividade agrícola, que deve ser alcançada pelo uso de diversas tecnologias ambientalmente seguras. O avanço das áreas de plantio gera oferta abundante de alimento para as pragas que atacam as plantas cultivadas. Com mais plantas de um mesmo tipo no campo, mais pragas são atraídas e assim criam-se condições para que essas se desenvolvam e se multipliquem plenamente, já que seu alimento está disponível em profusão. O ataque de pragas é responsável pela perda de 10 a 30% da produção agrícola mundial das cinco culturas responsáveis por cerca de 50% da ingestão global de calorias humanas (trigo, arroz, milho, soja e batata). Apenas no Brasil, as perdas agrícolas causadas por insetos-praga representam um montante de US\$ 17,7 bilhões ao ano. A principal estratégia utilizada para controlar as pragas é o controle químico. O volume de agrotóxicos utilizado mundialmente nas diversas culturas chega a aproximadamente 2 milhões de toneladas, dos quais 29,5% são inseticidas. Apesar do uso desse método de controle, a proteção eficiente dos cultivos não é alcançada e observam-se diversos efeitos nocivos à saúde humana e ambiental.

O manejo integrado de pragas, baseado nas recomendações da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), que remonta aos anos de 1960, propõe combinar diversas estratégias preventivas e curativas, quando necessário. Os inseticidas só devem ser usa-

dos como último recurso, quando a infestação da praga exceder ao nível de controle. Porém, o uso de estratégias de controle biológico pode ser uma alternativa viável em contraposição aos inseticidas. O controle biológico de pragas é a estratégia-chave do manejo, no qual um organismo vivo é utilizado para suprimir a população de uma praga, tornando-a menos abundante ou menos danosa, semelhante ao que ocorre na natureza. Os inimigos comem os insetos nocivos, sugam seu conteúdo, ou parasitando-os, colocando seus ovos sobre eles ou dentro deles, o que acaba matando-os. Esse método de controle não causa problemas ao ambiente, à água, ao solo, ao ser humano e aos animais, e não deixa resíduos nos alimentos.

O controle biológico pode ser utilizado conservando a diversidade de inimigos naturais já presentes na lavoura (controle biológico conservativo), ou pela introdução massiva de inimigos naturais criados em laboratório e posteriormente liberados no campo (controle biológico aumentativo). Na primeira estratégia, são fornecidas condições ambientais nos cultivos para que os inimigos naturais das pragas que ocorrem naturalmente aumentem em abundância e eficiência, como alimento alternativo, locais de abrigo e microclima favorável. Isso pode ser alcançado, principalmente, pelo aumento da diversificação da vegetação nos cultivos, em contraposição ao plantio em monoculturas. As principais estratégias de controle biológico conservativo de pragas via diversificação da vegetação são: a) introdução de árvores e arbustos (perenes) com características favoráveis aos inimigos naturais; b) uso de plantas de cobertura e adubos verdes nas entrelinhas; c) consórcio

Há um crescimento no número de produtos biológicos registrados no país, o que mostra que as alternativas disponíveis aos inseticidas químicos são cada vez maiores, contribuindo para a sustentabilidade agrícola.



O PODER DAS PLANTAS AROMÁTICAS

- 1 Produzem e liberam espontaneamente compostos orgânicos que podem repelir ou serem tóxicos aos herbívoros.
- 2 Atraem parasitoides e predadores.
- 3 Provém recursos alimentares a estes organismos benéficos.
- 4 Fornecem abrigo, local de oviposição e presas alternativas.
- 5 Em associação com culturas de alta susceptibilidade ao ataque de herbívoros, as plantas aromáticas beneficiam tais culturas por meio de resistência associativa.



COENTRO (*Coriander sativum*)

Atrai predadores generalistas e parasitoides da mosca-branca e da traça do tomateiro, mesmo antes de florir. Na floração fornece pólen e néctar a predadores, sendo indicado seu consórcio com o tomate.



MANJERICÃO (*Ocimum basilicum*)

Atrai crisopídeos tanto durante a fase vegetativa como durante a floração. Suas flores podem ser usadas por predadores como fonte de alimento alternativo.

com plantas aromáticas; e d) manejo de plantas espontâneas. Além de se alimentarem das pragas, insetos como as joaninhas, crisopídeos, vespas, percevejos predadores e vespas parasitoides são beneficiados quando possuem recursos florais das plantas associadas, como pólen e néctar, disponíveis. Esses recursos são importantes para garantir que esse exército esteja presente nos campos de cultivo mesmo antes da praga aparecer e não deixar a população das pragas aumentar.

Na outra estratégia de controle biológico, o aumentativo, os inimigos naturais são liberados em campo, de forma inundativa ou inoculativa. São utilizados macro-organismos como insetos e ácaros predadores e insetos parasitoides, e microrganismos, representados pelos agentes microbianos, como os fungos, vírus, bactérias e nematóides que podem causar doenças e infecções nos insetos pragas. No Brasil, existem disponíveis no mercado brasileiro 188 produtos comerciais registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como biopesticidas, voltados para a agricultura orgânica. A soja, por exemplo, conta com um portfólio de produtos biológicos para o controle de pragas. As lagartas desfolhadoras são controladas com produtos à base de vírus e bactérias; os percevejos que atacam os grãos, através da liberação de microvespas; e as moscas-branca e algumas doenças através de fungos. O uso de vírus para o controle de lagartas da soja é o maior programa em escala mundial com esse tipo de agente. Na cana de açúcar, o controle biológico tem assumido o protagonismo das estratégias de controle: 39% da área plantada no Brasil já utiliza pelo menos um agente de controle biológico para a broca-da-cana, que é controlada através da liberação de microvespas que atacam as lagartas e outras que atacam os ovos; 20% da área de cana no país é tratada com fungos para o controle das cigarrinhas. Em mais de 200.000 ha de soja, milho, algodão, feijão e tomate são liberados microvespas para o controle de lagartas desfolhadoras. Um outro fato interessante é que o controle biológico conservativo pode ainda ser utilizado em conjunto com o aumentativo e melhorar ainda mais a eficiência no controle de pragas.

O uso de um único método de controle coloca em risco a cadeia produtiva e a própria indústria de agroquímicos reconhece que o uso exclusivo do controle químico não é

sustentável em longo prazo. A invasão de novas pragas, as quais não possuem ainda registro de agrotóxicos no país, é um exemplo também de que a aposta em um único método pode colocar em risco a produção. Em 2012, uma nova espécie de lagarta invadiu o país e causou grandes danos em plantações de milho, algodão e soja. Não havia produtos eficientes disponíveis, uma vez que a praga já apresentava resistência aos agrotóxicos registrados. A aprovação emergencial de biopesticidas à base de bactérias e vírus e a liberação de microvespas nas lavouras para parasitar os ovos da praga foram os principais métodos efetivos de controle disponíveis à época.

Portanto, existe uma ampla gama de tecnologias sustentáveis baseadas no uso da biodiversidade que estão disponíveis como linha de frente antes do uso de inseticidas. No entanto, é necessário combinar diversas estratégias e entender como a infestação da lavoura ocorre no tempo. Uma proposição interessante é iniciar o manejo de pragas com técnicas preventivas baseadas no controle biológico conservativo, rotação de culturas e uso de variedades resistentes. A etapa seguinte seria a liberação de inimigos naturais de forma aumentativa. O agricultor pode ainda usar produtos menos nocivos para os insetos benéficos como extratos de plantas e caldas fitoprotetoras, desde que seguindo a recomendação técnica para não interferir no controle biológico. Apenas quando todas essas estratégias falham, os inseticidas químicos entram em ação. Mesmo assim, margens de campo, faixas de conservação, cercas e outros refúgios quase naturais são pontos de partida indispensáveis para que estratégias preventivas sejam mais usadas do que as curativas. Para encorajar uma gama tão ampla quanto possível de inimigos naturais, uma mistura de elementos de paisagem existentes e recém-estabelecidas é necessária. As rotações de safras e o manejo de safras que levam em consideração os ciclos de vida dos insetos benéficos também são úteis. Parte da área não deveria ser cultivada e o solo deveria ser trabalhado com moderação, porque muitos tipos de insetos hibernam abaixo da superfície. Para promover organismos benéficos de forma adequada, os ecologistas recomendam a criação e vinculação de habitats quase naturais para pelo menos 20% de todas as paisagens, associado ao uso agrônomico eficiente e sustentável das práticas culturais disponíveis. ●

NUVENS DE GAFANHOTOS NO BRASIL: UMA AMEAÇA JÁ SUPERADA?

Desde muito tempo as chamadas “nuvens de gafanhotos” são uma ameaça que ronda áreas de cultivos agrícolas. No Brasil, ataques destes insetos vem sendo observados desde o século XVII. Mas será que a intensificação desses ataques pode estar relacionada a processos como mudanças climáticas ou expansão das fronteiras agrícolas?

Os gafanhotos são insetos pertencentes à Ordem Orthoptera, um grupo que se caracteriza por possuir o terceiro par de pernas do tipo saltatório, aparelho bucal mastigador e dois pares de asas. A reprodução é sexuada e o desenvolvimento ocorre por metamorfose incompleta, passando pelas fases de ovo, ninfa e adulto. Estes insetos são polívoros, podendo se alimentar de espécies de plantas nativas e cultivadas, afetando a agricultura diretamente, assim como a pecuária, ao se alimentarem de pastagens.

A Ordem apresenta mais de 20.000 espécies divididas em duas subordens Caelifera e Ensifera. Na primeira, encontramos a Família Acrididae que compreende os gafanhotos propriamente ditos. Dependendo do seu comportamento, eles podem ser classificados como sedentários ou migradores. As espécies sedentárias apresentam hábitos solitários, provocando poucos danos, enquanto as espécies migradoras podem formar as chamadas “nuvens de gafa-

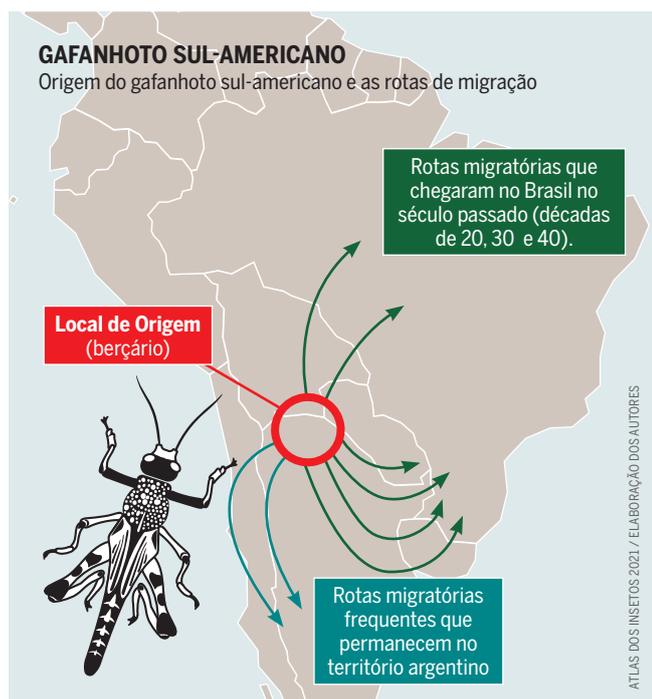
nhotos”, causando grandes prejuízos nas plantações. As mudanças na densidade populacional, passando da fase solitária à gregária e vice-versa, é conhecida como Teoria das Fases, e provoca alterações no comportamento, cor, tamanho e forma destes insetos. Deste modo, o habito gregário e a capacidade de dispersão aliados à sua voracidade determinam seu potencial destrutivo. Considerando que cada gafanhoto pode consumir seu próprio peso em vegetais por dia, uma nuvem formada por milhões de indivíduos é capaz de devastar grandes áreas, destruindo rapidamente plantações inteiras.

O deslocamento das “nuvens de gafanhotos” ocorre nos períodos da manhã e da tarde, dependendo de fatores climáticos como temperatura, umidade, vento, presença de nuvens e precipitações. A direção do vento determina na maior parte dos casos a direção do deslocamento, que pode alcançar cerca de 150 km/dia, voando entre 9-10 horas ininterruptas, a mais de 1700 m de altitude.

Relatos de invasões de gafanhotos ocasionando graves danos às culturas vêm sendo registrados há séculos. Os primeiros podem ser encontrados no Livro do Êxodo, Antigo Testamento da Bíblia.

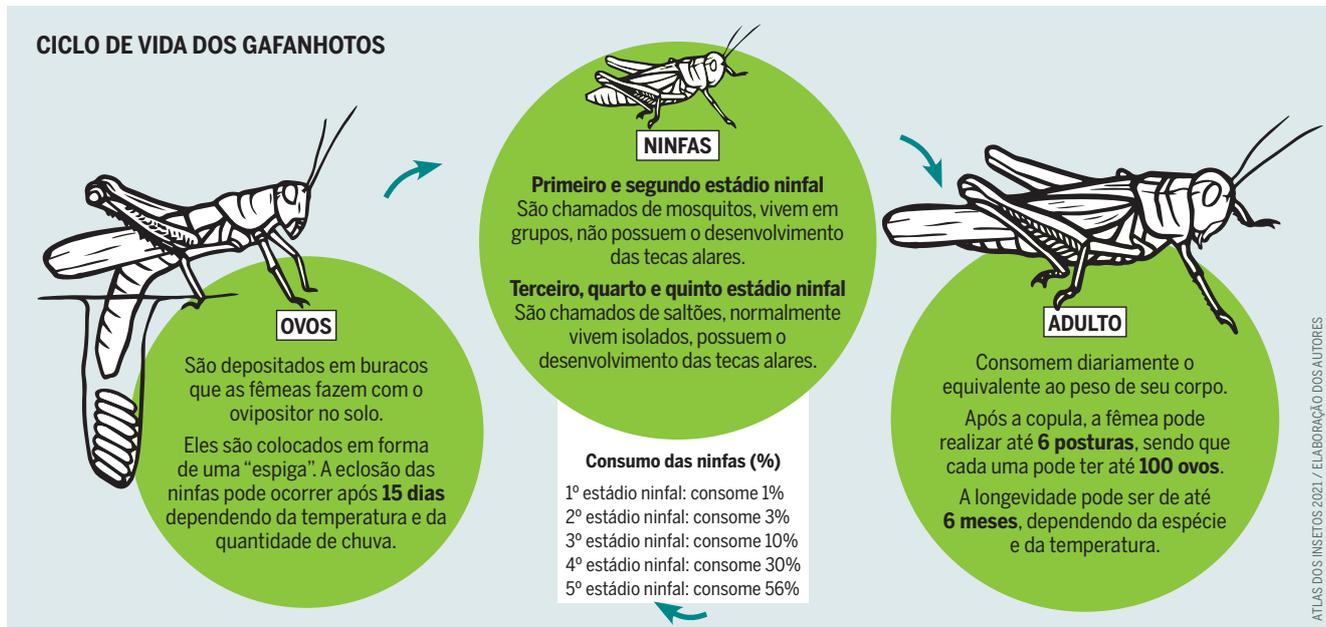
No Brasil, ataques desses insetos vêm sendo observados desde o século XVII, porém com maior ênfase a partir do início do século XX. Cerca de 20 espécies de importância econômica ocorrem em diferentes regiões geográficas do país. Entretanto, a espécie mais devastadora é *Schistocerca cancellata*, conhecida popularmente como “gafanhoto sul-americano”. Esta é a única que pode chegar ao Brasil, uma vez que os indivíduos adultos possuem comportamento gregário e formam as “nuvens de gafanhotos”. Essa espécie possui como berçário a região do Chaco (área que abrange parte do Paraguai, Argentina e Bolívia). A ocorrência de vários anos de seca favorece sua gregarização e deslocamento para o sul e leste da Argentina, Uruguai e estados do sul do Brasil, podendo chegar até o sul do Nordeste brasileiro, como já aconteceu em ataques registrados no século passado.

A última grande ameaça de invasão ao território brasileiro ocorreu entre os meses de junho e agosto de 2020, quando “nuvens de gafanhotos” de *S. cancellata* se deslocaram sobre os territórios da Argentina e Paraguai, provocando alarme devido ao risco de entrada no Brasil. Essas nuvens chegaram a cerca de 150 km da fronteira, próximo à cidade de Uruguaiana, no Rio Grande do Sul. Em junho de 2020, uma portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) declarou estado de emergência fi-



A existência das nuvens de gafanhoto está relacionada às rotas de migração desses animais – nem todas chegam ao território brasileiro.

CICLO DE VIDA DOS GAFANHOTOS



ATLAS DOS INSETOS 2021 / ELABORAÇÃO DOS AUTORES

tossanitária, pelo risco de surto desta espécie em áreas produtoras de Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Felizmente, as “nuvens de gafanhotos” não entraram no território brasileiro, porém os órgãos de defesa fitossanitária têm ficado em estado de alerta, uma vez que o fenômeno migratório ocorre por períodos que podem durar até uma década.

O gafanhoto sul-americano não ataca humanos e nem animais, mas pode se alimentar de aproximadamente 400 espécies vegetais cultivadas, especialmente gramíneas, assim como de vegetação nativa. Na fase jovem, a quantidade de alimento consumida aumenta à medida que crescem. Mas são os adultos os que causam maior temor, não apenas pela destruição das plantações, mas por se dispersarem na forma de nuvens.

O ciclo de desenvolvimento desta espécie tem uma duração de cerca de 100 dias. Os adultos chegam na primavera nas regiões agrícolas em busca de alimento, ocorrendo o acasalamento durante os descansos. Após 10 dias, as fêmeas perfuram um orifício no solo, onde depositam entre 50 e 120 ovos em forma de espigueta, denominada cartucho. Após uns 30 dias eclodem as ninfas que apresentam comportamento gregário, no primeiro e segundo estágio, e são chamadas de “mosquitos”.

No terceiro estágio ninfal, observa-se a presença das asas rudimentares. Nesta fase, as ninfas conhecidas como “saltões”, não apresentam conduta gregária e se alimentam dia e noite, provocando danos consideráveis. Já os adultos formam nuvens, destruindo toda a vegetação por onde passam.

Felizmente, no Brasil não há berçários para espécies de origem migratória, mas as espécies endêmicas (que ocorrem somente em determinadas áreas) também podem causar danos locais nos cultivos agrícolas e na vegetação nativa. Por exemplo, no mesmo período em que houve ameaça de invasão das “nuvens de gafanhotos” de *S. cancellata*, foram registrados também surtos populacionais de espécies em vários Estados brasileiros, destacando-se o gafanhoto-verde (*Zoniopoda iheringi*) e o gafanhoto-militar (*Chromacris speciosa*). Acredita-se que estes surtos localizados estejam relacionados a condições de clima seco e baixa precipitação

acumulada nas safras de verão, como registrado na região Centro Sul do Brasil, nos últimos 5 anos.

Outras espécies também têm sido relatadas com frequência pelos danos causados, destacando-se o gafanhoto-do-Nordeste (*Schistocerca pallens*), que predomina nesta região do Brasil. Em condições de estiagem, ataca principalmente pastagens e lavouras de milho e feijão. Nas regiões Norte e Nordeste e no Estado de Minas Gerais, o gafanhoto-das-azuis (*Tropidacris collaris*) e o gafanhoto-de-coqueiro (*T. cristata*) apresentam comportamento gregário na fase de ninfa, ocasionando danos em numerosos cultivos como bananeira, mandioca e cana-de-açúcar. Nas regiões Centro Oeste e Sudeste, o gafanhoto-crioulo (*Rhammatocerus schistocercoides*), possui hábito polífago, mas prefere se alimentar de gramíneas nativas do cerrado e também de plantações de arroz, cana-de-açúcar, milho, sorgo, pastagens, soja e feijão.

Embora haja possibilidade de ataques de “nuvens de gafanhotos” da espécie migratória *S. cancellata* a plantações brasileiras, cabe destacar que apenas uma pequena quantidade de espécies autóctones (20), causa danos econômicos no Brasil e em períodos aleatórios. As demais espécies também fazem parte do ecossistema e desempenham importante papel na manutenção do equilíbrio biológico de outros organismos animais e vegetais.

Muito se tem especulado em relação aos fatores que desencadeiam os surtos, mas ainda não se tem um consenso a respeito. Sabe-se que a temperatura é um dos principais fatores abióticos que afeta diretamente o desenvolvimento, comportamento e a reprodução dos insetos. Assim, o aumento da temperatura, aliada à distribuição irregular das chuvas e o aumento dos períodos de seca provocados pelas mudanças climáticas que afetam o planeta, poderia favorecer os aumentos populacionais da praga. Além disso, a simplificação do ambiente em função das atividades agropecuárias também poderia favorecer a ocorrência de determinadas espécies. Talvez essa explicação será dada pela ciência após um maior período de tempo, já que esses fenômenos de aumento populacional ocorrem em determinados períodos em pouca frequência. ●

DO LABORATÓRIO PARA O CAMPO

Sob a promessa de rendimentos mais elevados, empresas anunciam soluções para danos provocados pela própria engenharia genética que ajudaram a criar.

Entre 1996 e 2018, a proporção da área cultivada em todo o mundo com culturas geneticamente modificadas (GM) cresceu de 3,6 para 12,8%, segundo dados da indústria. Hoje, 90% dos 192 milhões de hectares estão concentrados em apenas cinco países: Estados Unidos, Brasil, Argentina, Canadá e Índia. A grande maioria consiste em apenas três culturas: soja (50%), milho (30%) e algodão (13%). Isso tem implicações enormes para os habitats dos insetos, seja pelos métodos de produção empregados, seja pelas novas características das próprias plantações.

As plantas geneticamente modificadas (transgênicas) são cultivadas em monoculturas de larga escala. A substituição da vegetação natural por vastas monoculturas deixa os insetos com poucas opções de abrigo e alimentação, como cercas-vivas, margens de campos ou áreas não cultivadas. Além disso, a maioria das plantas transgênicas é “tolerante a herbicidas”. Mas as demais espécies vegetais presentes são suscetíveis ao herbicida e morrem, deixando a área com poucas espécies que servem de fonte de alimento para os insetos. A agricultura industrial e o uso de agrotóxicos restringem os habitats dos insetos ou os eliminam por completo.

“Resistência a insetos” é a segunda característica mais importante introduzida nas culturas geneticamente modificadas. As plantas de milho ou algodão GM produzem em todas as células uma toxina que visa matar as pragas mais importantes dessas culturas. A alegada especificidade da ação dessas toxinas sobre as pragas alvo é cientificamente controversa e seus efeitos adversos sobre insetos benéficos, polinizadores e insetos do solo não foram suficientemente examinados.

Estudos mostram que as toxinas produzidas pelas plantas de milho GM para combater a broca europeia do milho (*Ostrinia nubilalis*) podem também prejudicar gravemente as lagartas de outras espécies de mariposas ou borboletas. Especialmente problemático é o fato de que as plantas produzem a toxina nas suas raízes, folhas, flores e pólen ao longo de todo o seu ciclo de crescimento, prejudicando, assim, os insetos por meses a fio. Além disso, muitos estudos mostram que a resistência a herbicidas produz efeitos negativos sobre os insetos e a biodiversidade como um todo.

O desenvolvimento de novas técnicas de engenharia genética vem acontecendo há cerca de 15 anos. Também chamadas de edição de genes, essas ferramentas estão intimamente ligadas à digitalização da informação genética e tornam a modificação de genes mais fácil, mais barata e mais direcionada do que as abordagens “antigas” eram capazes. Genes individuais podem ser desligados, duplicados ou reordenados, mas os efeitos não intencionais dessas alterações sobre as demais regiões do genoma continuam pouco compreendidos. Organizações da sociedade civil temem que as variedades transgênicas derivadas dessas novas técnicas sejam aprovadas antes que seus efeitos no meio ambiente e sobre os insetos sejam devidamente estudados e conhecidos. Elas também veem o perigo de que características como a resistência a herbicidas, que são tão prejudiciais aos insetos, possam ser incorporadas a outras culturas de maneira mais fácil e barata, estimulando ainda maiores perdas de diversidade. As principais empresas globais de sementes já estão garantindo para si as patentes mais importantes ligadas a essas técnicas.

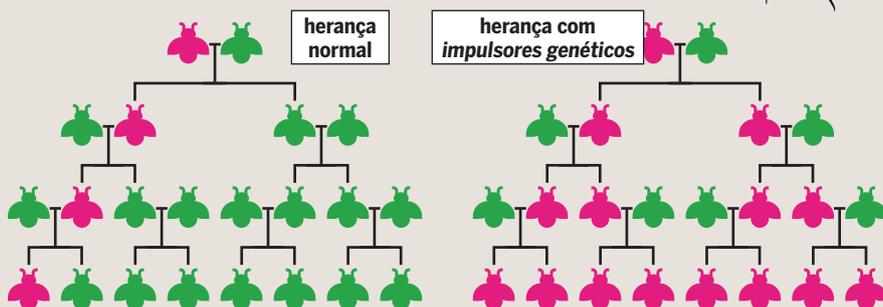
Novas abordagens para a engenharia genética também têm como alvo os próprios insetos. Um método testado em

Os impulsores genéticos (gene drives) são anunciados como esperança para o controle de pragas, mas apresentam riscos desconhecidos. A ONU está discutindo uma moratória sobre seu uso.

PASSANDO PARA AS CRIAS

Diagrama de controle da mosca da fruta *Drosophila suzukii* usando um impulsor genético

inseto ■ com características geneticamente modificada ■ sem características geneticamente modificada



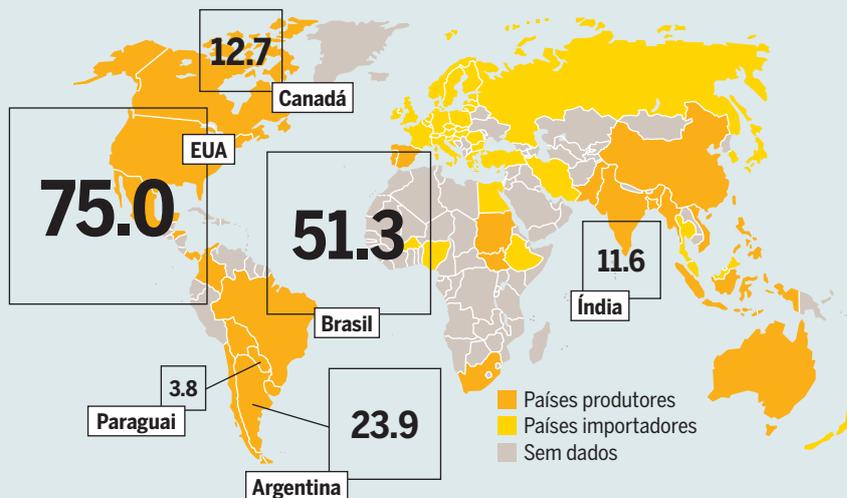
As moscas da fruta, que sobrevivem de 3 a 9 semanas por geração, podem causar danos imensos para os fruticultores, destruindo até uma colheita inteira. As frutas que elas atacam tornam-se pastosas e apodrecem rapidamente. Uma nova técnica genética conhecida como “gene drive” foi adaptada para produtores de frutas na Califórnia. Na herança mendeliana normal, uma mosca geneticamente modificada para ser estéril passa essa característica para apenas metade de seus descendentes. Com o impulsor genético, a esterilidade é transmitida a todos os seus descendentes e pode se espalhar rapidamente por toda a população. No entanto, os insetos podem desenvolver resistência até mesmo aos impulsores genéticos, pois a informação genética que confere esterilidade não é transmitida a todos os novos cromossomos. No caso de pragas agrícolas, essa situação levaria a um cenário de ainda maior dificuldade de controle.

© INSECT ATLAS 2020 / BUCHMAN ET AL., ZVYAL

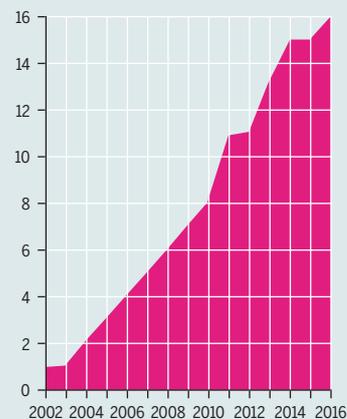
PROMESSAS NÃO CUMPRIDAS

Plantas transgênicas e insetos resistentes

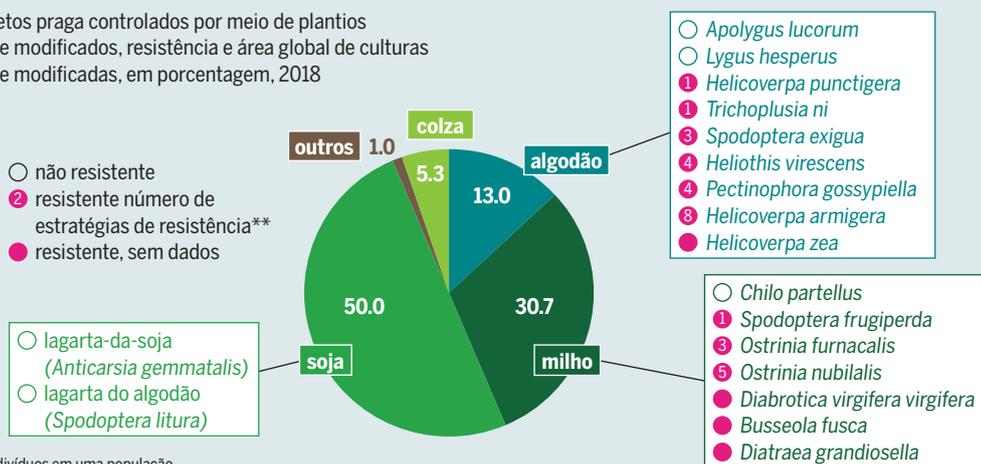
Países produtores e importadores de culturas geneticamente modificadas e maiores áreas cultivadas com essas variedades, em milhões de hectares, 2018



Espécies de insetos resistentes* a toxinas de plantas geneticamente modificadas



Principais insetos praga controlados por meio de plantas geneticamente modificadas, resistência e área global de culturas geneticamente modificadas, em porcentagem, 2018



*mais da metade de indivíduos em uma população
 ** ex. mutação, desregulação de receptores, desativação de genes

© INSECT ATLAS 2020 / ISAAA, TRANSGEN, XIAO/WU

laboratório, mas ainda não testado em campo, é o impulsor genético. Isso pode fixar características desejáveis ou indesejáveis no genoma de modo a garantir que eles sejam transmitidos a todos os descendentes e, assim, eventualmente se espalhem por toda a população em poucas gerações. Por causa de seus curtos ciclos de reprodução, os insetos são particularmente adequados para essa técnica. O exemplo mais conhecido de impulsor genético é a tentativa de controlar a malária por meio da erradicação da espécie de mosquito transmissor da doença. Os primeiros mosquitos geneticamente modificados já foram lançados em Burkina Faso. No Brasil, uma técnica diferente, mas com modo de ação similar foi aplicada sem sucesso em *Aedes aegypti* transgênicos com o objetivo de controlar a dengue.

A erradicação de pragas agrícolas como a drosófila de asa pintada (mosca da fruta que infesta cerejas) e a mosca da azeitona também está sendo pesquisada, embora ainda não no campo. Muitos pesquisadores criticam o impulsor genético porque a liberação de organismos modificados contendo essa tecnologia pode ser muito arriscada e pode afetar ecossistemas inteiros. Essas características podem

A resistência a pragas em plantações transgênicas está crescendo mais rápido do que a criação de novos meios para combatê-las.

ser transferidas para espécies ou populações não-alvo, com o risco de disseminação global e consequências desconhecidas.

Outra área de pesquisa se concentra no uso de insetos na agricultura como um tipo de drone. Os insetos são inoculados com vírus geneticamente modificados, que os transferem para as plantas quando estes visitam as flores. Os vírus então desencadeiam uma mutação genética desejável durante a fase de crescimento da lavoura. A ideia é conseguir essas mudanças em curto prazo de modo que a população de plantas possa responder melhor ao seu ambiente ou a pragas e doenças (muitas das quais resultante das monoculturas em grande escala). A introdução de novos cultivos geneticamente modificados no meio ambiente, capazes de eliminar outras espécies, é motivo de crescente preocupação entre os políticos e a sociedade civil. ●

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

“A CHAPA ESTÁ ESQUENTANDO” PARA OS INSETOS

O aquecimento do planeta prejudica muitas espécies de insetos, mas torna outras mais abundantes nas áreas agrícolas. Especialistas alertam que as pragas causarão danos maiores no futuro.

A mudança climática atualmente representa a terceira maior ameaça à diversidade de espécies – logo atrás das mudanças no uso da terra, como o desmatamento da floresta e a exploração direta de organismos, como a pesca. O aumento das temperaturas e da ocorrência de eventos climáticos extremos como secas, tempestades e inundações causam danos aos insetos e seus habitats. Aumentos nas populações de insetos podem ser facilmente atribuídos à mudança climática.

As causas do declínio da população, por outro lado, podem ser mais difíceis de se descobrir porque as mudanças no uso da terra também podem ser um fator. A maioria das declarações sobre os efeitos das mudanças climáticas tem se baseado, até agora, em previsões e estudos experimen-

tais. Com base nisso, é possível identificar algumas tendências gerais para alguns grupos de insetos bem pesquisados.

Libélulas e gafanhotos são insetos amplamente estudados. Muitas espécies respondem positivamente a temperaturas mais altas. A situação é bem diferente para as borboletas, que possuem demandas mais complexas em seu ambiente e são mais afetadas por mudanças. Muitas espécies vivem próximas de plantas que são o alimento preferencial de suas lagartas, e dependem de uma rede de habitats adequados nas imediações.

A perda e fragmentação de habitats – principalmente como resultado da intensificação de áreas agrícolas – reduz a possibilidade de muitas espécies simplesmente migrarem para locais com melhores condições do que aquele em que estão. Mesmo espécies de insetos altamente móveis, como libélulas, não conseguem acompanhar a velocidade da mudança climática. Algumas espécies podem se adaptar, pelo menos parcialmente, à permanente instabilidade dos sistemas. Mas eventos extremos, como ondas de calor e chuvas fortes que estão ocorrendo com mais frequência devido ao aquecimento global, podem dizimar populações locais.

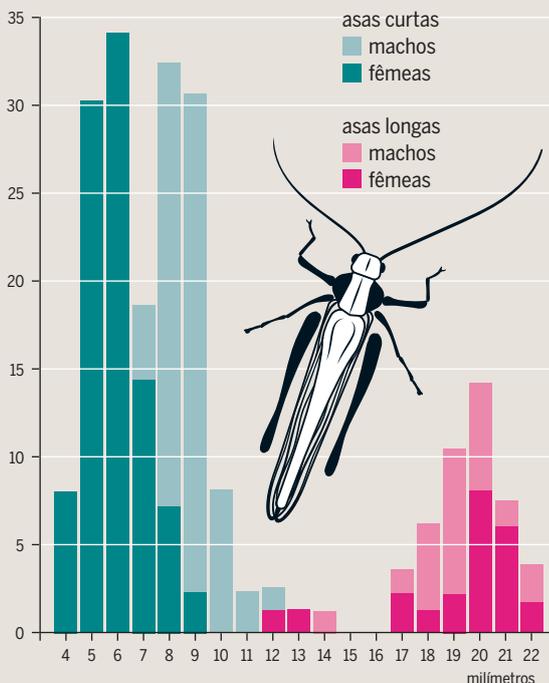
Os principais beneficiários da mudança climática são espécies de insetos termófilos (amantes do calor), que são capazes de prosperar em uma ampla gama de situações e habitats – os chamados organismos generalistas. As espécies prejudicadas são aquelas com menor mobilidade, que requerem condições úmidas ou frescas e que, portanto, dependem de nichos específicos – os organismos especialistas. Poucas pesquisas foram feitas sobre como a mudança do clima afetará essas espécies e como isso, por sua vez, afetará os rendimentos agrícolas.

Os rendimentos esperados das principais safras foram calculados para vários cenários climáticos, mas muitas vezes sem levar em conta o papel crucial dos insetos. Uma pesquisa da Universidade de Seattle, nos Estados Unidos, calculou que as safras de arroz, milho e trigo diminuirão entre 10 e 25% por grau de aquecimento global como resultado de mudanças nas populações de insetos. Esses números são alarmantes, pois esses três alimentos básicos juntos fornecem 42% das calorias consumidas por humanos em todo o mundo.

Essas perdas de safra ocorrem por várias causas. A mudança climática altera a relação entre pragas e organismos benéficos. O estresse climático reduz a tolerância das plantas agrícolas aos ataques de pragas. No Brasil, estudos relataram que a longevidade e capacidade reprodutiva de um pulgão que ataca forrageiras, *Sipha flava*, foram signifi-

SE TEM ASAS, VAI VOAR

Crescimento de asas longas no grilo-arbusto de Roesel (*Metrioptera roeseli*), comprimento da asa em milímetros e números, total de 210 indivíduos



Os grilos de Roesel normalmente têm asas curtas. A população deles aumenta em anos mais quentes. Alguns grilos ficam estressados com a aglomeração e as asas podem se tornar duas ou três vezes mais longas do que o normal. Isso permite que esses indivíduos voem para novas áreas mais facilmente.

© INSECT ATLAS 2020 / PONIATOWSKI, ZIVAL

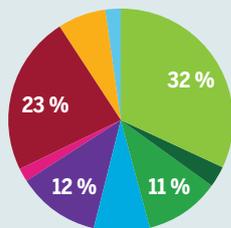
As fêmeas dos grilos selvagens de Roesel normalmente têm asas mais curtas do que os machos. Mas se precisam procurar novos habitats, as asas de ambos os sexos crescem muito mais.

APETITES MAIORES EM AMBIENTES MAIS QUENTES

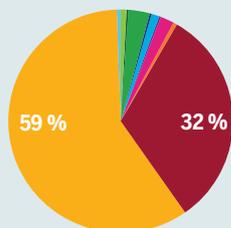
Previsão de perdas nas produções de cultivos devido aos danos sofridos pelos insetos com o aumento global de temperatura em 2 graus celsius. Em 1.000 tons

- Consumo
- Perda de produção pré-colheita atual devido a insetos
- Perda adicional de produções

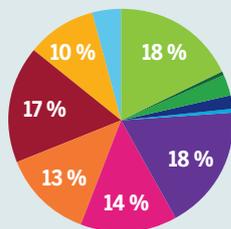
perdas adicionais de produção por região selecionada, em porcentagem



Milho

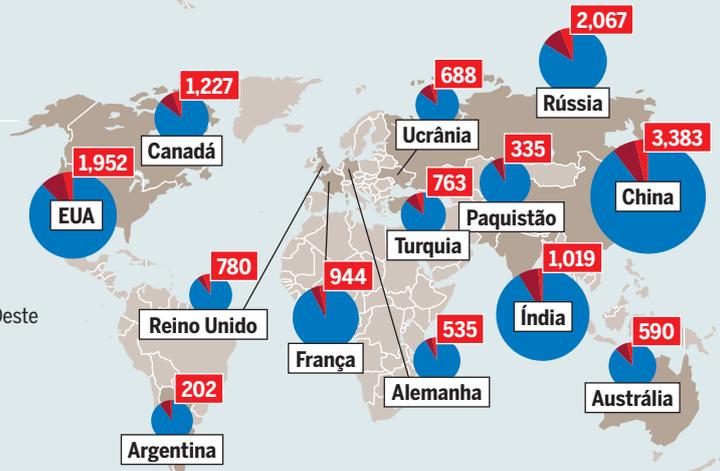
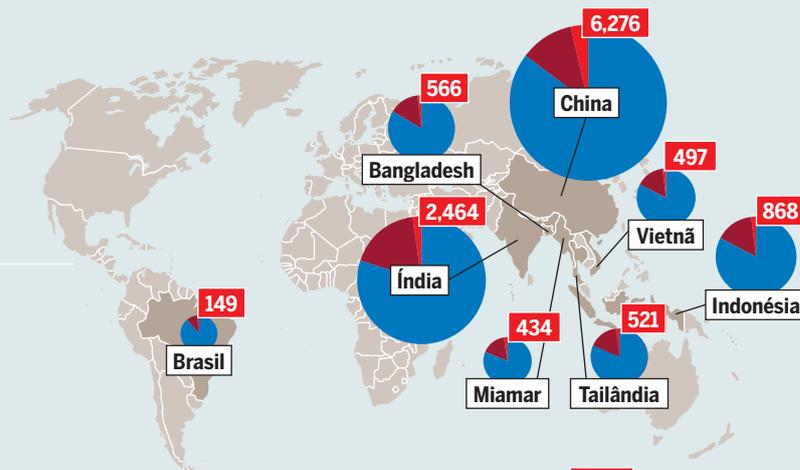
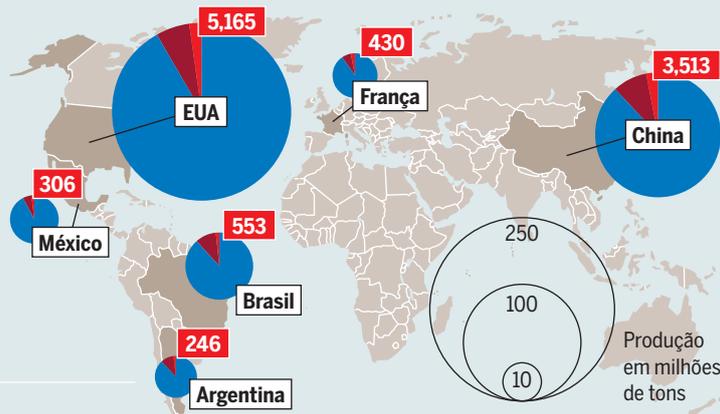


Arroz



Trigo

- América do Norte
- América Central
- América do Sul
- África do Norte
- África Subsariana
- Europa
- Ásia Central e do Oeste
- Ásia do Norte
- Ásia do Leste
- Ásia Sul e Sudeste
- Oceania



ficativamente maiores quando os insetos foram mantidos em nível de CO2 alto e constante. Os polinizadores também estão sujeitos ao mesmo estresse. Eles ficam doentes mais facilmente e suas populações encolhem. Um estudo desenvolvido pela Universidade de São Paulo (USP) aponta, nas projeções para 2050 e 2080, uma influência negativa sobre 10 espécies de abelhas nativas ao identificar a redução de habitats. E há o risco de não simultaneidade: a mudança climática permite que as plantas floresçam antes no ano, em um período em que muitos insetos polinizadores ainda não estão ativos. Mas é justamente no começo da estação que outros polinizadores não estão disponíveis para compen-

Com a mudança climática, mais 50 milhões de toneladas das três mais importantes safras de cereais podem ser perdidas devido aos danos causados por pragas.

sar as espécies usuais. Pesquisadores da Universidade de Würzburg, na Alemanha, descobriram que o desenvolvimento da espécie *Pulsatilla patens*, uma flor selvagem que cresce em pastagens calcárias, mas que agora é rara, ultrapassa o das abelhas que a polinizam. Existe o risco de que as primeiras flores morram antes que as abelhas que as utilizam como alimento tenham a chance de polinizá-las. ●

INSETOS COMO ALIMENTOS

Petiscos de larvas de besouros e grilos crocantes. Almoço com farofa de formigas tanajuras. Adicionar insetos aos nossos menus pode ajudar a superar os problemas mundiais ligados à produção de alimentos de origem animal. Mas a sua produção em nível industrial é controversa: seria útil ou perigoso?

Barras de proteína, hambúrgueres e macarrão feitos com insetos inteiros ou em farinha: em uma busca rápida nas mídias sociais você pode facilmente achar que a antropofagia – o consumo de insetos por humanos – está na moda e é uma das alternativas sustentáveis de substituição da carne tradicional. Mas apesar de serem considerados alimentos exóticos e do “fator eca”, que tornam o consumo de insetos um tópico tão popular na mídia, no Brasil e na América Latina os povos tradicionais já incluem há tempos esse superalimento em suas dietas, como os gorgulhos das palmeiras (*Rhynchophorus palmarum*). Alguns desses insetos nativos ainda são consumidos nos interiores do Brasil como iguarias – como a farofa de tanajuras ou içás (*Atta* spp.) na época em que ocorre a revoada dessas formigas, ou o óleo extraído do bicho do coco do tucumã e do babaçu (larvas de besouros). Mas nas grandes cidades os insetos já não são um alimento tão familiar, e não é algo que a maioria das pessoas espera ver em seus pratos.

Se fazem parte apenas da alimentação de rotina dos povos tradicionais no Brasil, em grande parte do mundo (mais de 130 países), diferentes tipos de insetos constituem a dieta diária de cerca de 2 bilhões de pessoas. Insetos contêm altas quantidades de proteínas e de lipídeos e são ricos em sódio, potássio, zinco, fósforo, manganês, magnésio, ferro, cobre e cálcio. Muitas espécies são abundantes em vitaminas do grupo B, como tiamina (B1), riboflavina (B2) e niacina (B6). Os lipídeos que constituem seus óleos são, na maioria, do tipo insaturado e poliinsaturado e necessários

ao organismo e não daninhos. Dessa maneira, a maioria deles fornece energia necessária para realizar as diferentes tarefas e funções orgânicas. O exoesqueleto quitinoso dos insetos não é digerível pelos seres humanos (assim como a casca da maçã), mas constitui apenas uma pequena parte da biomassa total (cerca de 4% nas lagartas) e não afeta o valor nutritivo dos insetos como alimento.

Entusiastas da antropofagia apresentam argumentos convincentes, em especial os aspectos de sustentabilidade ecológica e nutricional, ressaltando o alto teor de proteína desses alimentos. Entretanto, no Brasil ainda não existe legislação que apoie o consumo humano de insetos, embora já existam empresas que produzem rações para criação animal à base de insetos. Em 2009, foi criada a Associação Brasileira dos Criadores de Insetos Alimentícios (ASBRACIA) que tem por missão difundir o consumo de insetos no país, tanto por humanos quanto para a criação de animais, e de promover trocas de experiência entre as diferentes práticas para o cultivo do inseto, contando com pesquisadores, empresários e a população em geral. Algumas das espécies que já são criadas para ração animal no Brasil são: larvas de besouros da farinha (*Tenebrio molitor* e *Zophobas morio*), grilos negros (*Gryllus assimilis*) e larvas da mosca-soldado-negro (*Hermetia illucens*). Dentre essas com criação estabelecida no Brasil, a *Z. morio* e a *H. illucens* são espécies nativas segundo o Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. Visto a biodiversidade de insetos comestíveis já registrados no Brasil, muitas possibilidades ainda podem ser exploradas para o desenvolvimento deste ramo.

Vale salientar que a União Europeia, com base no Regulamento de Novos Alimentos, permite o uso de espécies de insetos individuais como alimento desde o início de 2018.

Os insetos, além de serem uma fonte de alimento, oferecem um benefício adicional: apresentam propriedades imunológicas, analgésicas, diuréticas, antibióticas, anestésicas, antirreumáticas e afrodisíacas.

SABOROSAS E NUTRITIVAS

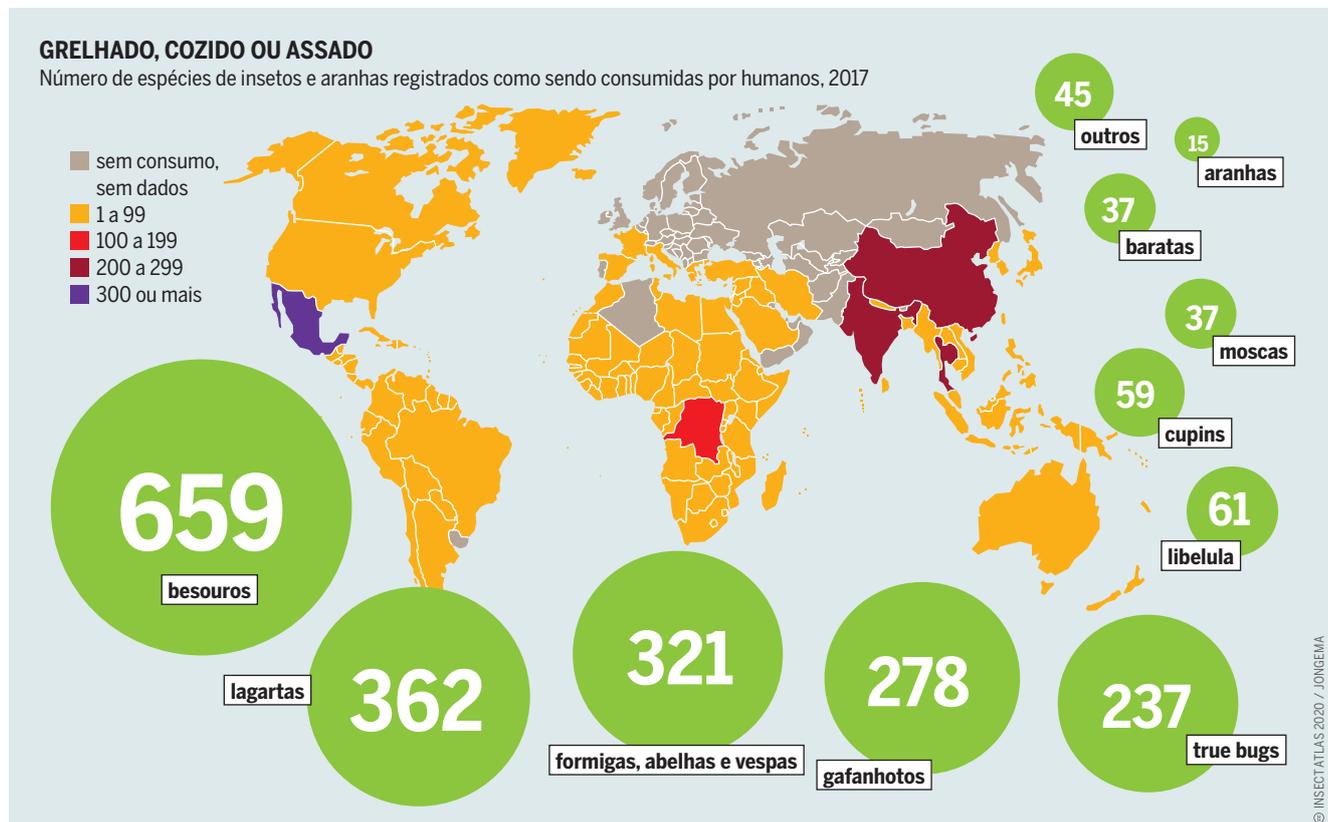
Valor nutritivo da formiga tanajura (*Atta* spp.) em relação a outros produtos alimentícios.

Valor Nutricional	Carne bovina	Peixe	Ovo	Frango	Carne suína	Tanjura
Proteína (g)	21,5 %	15,9 %	6,4 %	20,2 %	18,5 %	20,4 %
Tiamina (mg)	0,8 %	0,2 %	0,5 %	6,8 %	0,7 %	1,1 %
Riboflavina (mg)	0,23 %	0,1 %	0,14 %	0,16 %	0,25 %	0,6 %
Niacina (mg)	5,1 %	2,0 %	--	5,0 %	2,8 %	4,6 %

ATLAS DOS INSETOS 2021 / ELABORAÇÃO DOS AUTORES

GRELHADO, COZIDO OU ASSADO

Número de espécies de insetos e aranhas registrados como sendo consumidas por humanos, 2017



Ao fazê-lo, segue o exemplo da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), que nos últimos dez anos vem promovendo a ideia de usar insetos como uma importante fonte de alimento para nutrir a crescente população humana mundial.

No Brasil, mais de 130 espécies de insetos são utilizadas tradicionalmente como alimento. Dentre a alimentação dos povos ribeirinhos, quilombolas e indígenas, existem diversas espécies de larvas de besouros, lagartas, abelhas, formigas e gafanhotos que compõem uma variada dieta e que também são usadas como recursos medicinais nas farmacopéias tradicionais. Na Ilha do Marajó-Pará, região Amazônica do Brasil, temos o exemplo de produtos comercializados à base de larvas de besouros (*Speciomerus ruficornis*), que são retiradas a partir da coleta e abertura dos coquinhos do tucumã (*Astrocaryum vulgare*). Essas larvas são fritas em grandes tachos, onde a banha ou óleo extraído delas é separado para uso e venda como produto medicinal e as larvas secas são adicionadas com farinha de mandioca para fazer uma farofa.

Os insetos são raramente vistos como um ingrediente culinário. Os consumidores de insetos em grandes cidades são principalmente pessoas que desejam evitar consumir outros produtos de origem animal por razões ecológicas ou éticas. Em contraste com o abate em massa de bovinos, porcos ou aves, os insetos são abatidos de forma mais humanitária, com o resfriamento para que caiam em um torpor natural e morram sem sentir dor ou estresse.

Algumas espécies de insetos comestíveis podem ser criadas em massa em biofábricas e, em comparação com a criação de animais de gado convencional, por exemplo, requerem menos espaço, alimento, água e energia, ao menos em teoria. Na prática, ainda existem poucos dados empíricos, mesmo em países onde os insetos fazem parte do cardápio

Comer insetos é um lugar comum em todo o mundo. Mas em alguns lugares, especialmente na Europa, é tabu.

regularmente. Lá, a maioria dos insetos consumidos é capturada diretamente na natureza. O maior volume dos poucos insetos que são de fato criados para consumo humano estão localizados na China, sudeste da Ásia e sul da África, e a proporção de insetos criados para este fim é de apenas 2%.

Com a demanda por insetos comestíveis aumentando, existe o perigo de superexploração das populações naturais, causando um colapso nos números, como aconteceu com a sobrepesca nos oceanos. Também é questionável se o apetite global por insetos pode ser satisfeito com a criação industrializada. Especialistas alertam que a criação de insetos pode repetir os mesmos erros que ocorrem com porcos, galinhas e gado, que levaram à perda da diversidade genética e ao surgimento de doenças inesperadas que podem destruir plantéis inteiros.

Se consideradas a biodiversidade e a sociodiversidade presentes no país, pode-se dizer que o fenômeno da antropofagia tem sido subvalorizado pelos poucos estudos que existem, uma vez que os insetos comestíveis representam potencial nutritivo devido aos macro e micronutrientes que possuem. Por essa razão, torna-se necessária a condução de pesquisas interdisciplinares para registrar a antropofagia no Brasil a fim de saber quais e quantas são as espécies comestíveis, onde são consumidas e quem as consome. É essencial o registro do conhecimento, costumes e práticas tradicionais de comunidades indígenas e não-índigenas, uma vez que são os representantes vivos de suas culturas, e porque possuem um conjunto de saberes significativos sobre os recursos biológicos dos quais dependem para sua sobrevivência material e imaterial. ●

O QUE “ROLA” NOS ECOSISTEMAS?

Os besouros rola-bostas são fundamentais para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas. Em um cenário repleto de distúrbios ambientais e desmatamento de áreas nativas, a preservação das espécies de besouros rola-bostas no Brasil e no mundo torna-se urgente.

Os besouros da subfamília Scarabaeinae são popularmente conhecidos como escaravelhos ou rola-bostas, uma referência ao hábito de remover e manipular, em formato esférico, porções de fezes. Essas “bolas” de fezes são transportadas e enterradas pelos rola-bostas, que as utilizam para construção de ninhos e para a alimentação de larvas e de adultos. Esses insetos alimentam-se principalmente de fezes de mamíferos, mas também podem se alimentar de fungos, frutas ou carcaças de animais em decomposição. As fezes de mamíferos onívoros são muito atrativas aos rola-bostas, pois representam uma rica fonte de nutrientes devido à presença de bactérias e altos níveis de nitrogênio, bem como vitaminas e minerais.

Os besouros rola-bostas possuem uma importância histórica e religiosa. Os antigos egípcios consideravam os escaravelhos como símbolos da ressurreição, usando-os como amuletos e esculpindo-os em tumbas e sarcófagos de grandes faraós. Eles acreditavam que o sol nascia e morria todos os dias e que o deus Khepri se transformava em um besouro rola-bosta, a fim de “rolar” o sol de um lado para o outro.

Esses besouros apresentam ampla distribuição pelo globo com cerca de 6.200 espécies de Scarabaeinae classificadas em 270 gêneros e grande riqueza principalmente em regiões neotropicais. No Brasil, segundo o Catálogo Taxonômico da Fauna Brasileira, são registradas 725 espécies e 63 gêneros presentes em todos os ecossistemas terrestres. Apresentam tamanho e padrões de coloração muito varia-

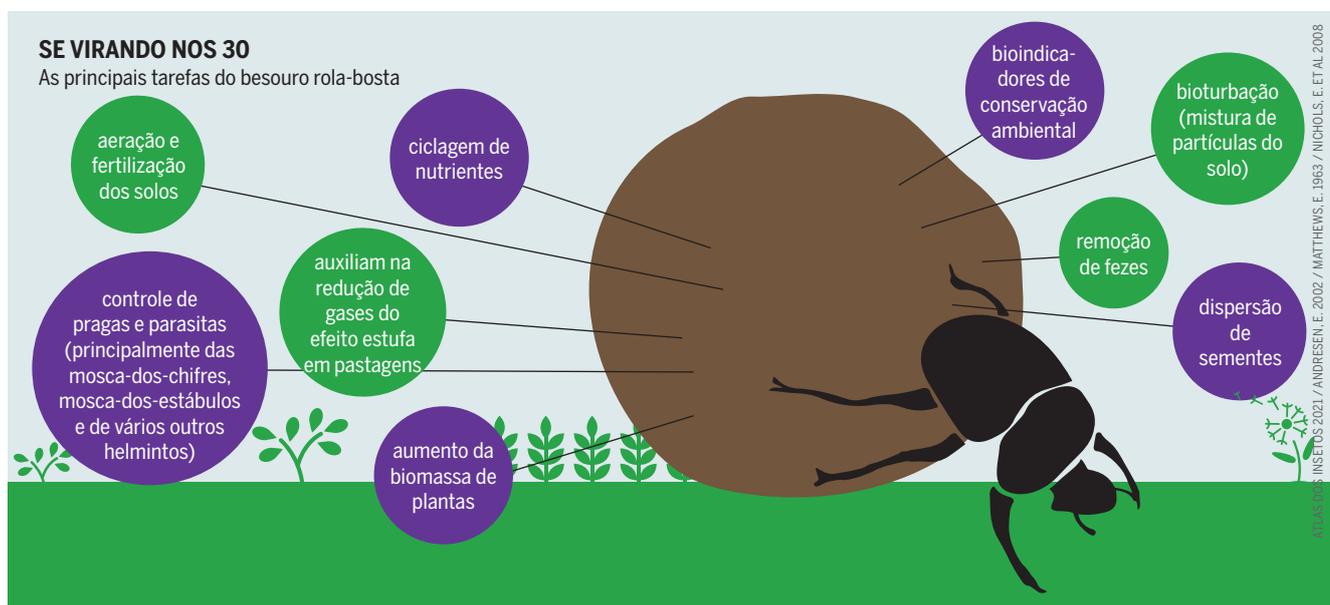
dos. Dentre as principais características desses insetos, destacam-se o primeiro par de pernas adaptado para escavar o solo, as antenas do tipo lamelada e em muitas espécies os machos possuem um par de chifres desenvolvido na cabeça. Os rola-bostas, em geral, se reproduzem mais na estação chuvosa, e seu ciclo de vida está fortemente relacionado com a sazonalidade de chuvas. E sua atividade é principalmente crepuscular e noturna. Devido à dependência das fezes como recurso alimentar e para a reprodução, existe uma relação direta entre a diversidade dos rola-bostas e a diversidade de mamíferos que lhes fornecem tais recursos. Portanto, mudanças nas comunidades de mamíferos podem ter um efeito cascata nos besouros rola-bostas, e alterar os processos ecológicos e a função dos ecossistemas.

Por serem extremamente sensíveis à degradação do ambiente, são considerados bioindicadores de conservação ambiental, motivo pelo qual são usados em estudos para avaliação de riscos gerados pela perda da biodiversidade no mundo.

A dispersão de sementes é uma importante etapa no ciclo de vida das plantas e é parte fundamental na estabilidade dos ecossistemas. Inicialmente, a dispersão de sementes é comumente feita por aves e mamíferos que se alimentam dos frutos e regurgitam ou defecam sementes viáveis e intactas em diferentes locais. Logo após ocorre a segunda parte da dispersão, quando as sementes presentes nas fezes são deslocadas e dispersadas por outros organismos, como os besouros rola-bostas.

O Brasil é um dos grandes produtores de gado do mundo. E a conversão de áreas de vegetação nativa para pecuária

Os besouros rola-bostas transformam fezes e outros materiais em nutrientes para o solo e chegam a enterrar as fezes em até um metro de profundidade.



ROLANDO PARA DEBAIXO DO SOLO

Tipos funcionais de besouros rola-bostas



ATLAS DOS INSETOS 2021 / BERTONE, M. ET AL. 2006

afeta a diversidade dos besouros rola-bosta. Mas esses organismos desempenham um papel importante também nas áreas de pastagem. Um dos maiores problemas em pastagens é o acúmulo de fezes, que pode impossibilitar o crescimento do pasto. O acúmulo dessas fezes também permite que insetos como mosca-do-chifre e mosca-do-estábulo completem o seu ciclo biológico. Devido às picadas dolorosas e incessantes durante todo o dia, essas pragas deixam o gado doente e estressado. Ao enterrarem as fezes em galerias cavadas no solo, os rola-bostas auxiliam na manutenção e recuperação do pasto, tornando disponível para as gramináceas a área antes ocupada por fezes. Além disso evitam a proliferação das moscas, melhorando a aeração do solo e também propiciam maior disponibilidade de nutrientes.

No entanto, nesses ambientes, um dos maiores inimigos dos rola-bostas são os produtos veterinários, principalmente a ivermectina, fármaco que é fornecido por via oral ou injetado nos animais para controle de parasitas. A maior parte da eliminação desses medicamentos ocorre pelas fezes dos bovinos, o que gera uma considerável diminuição da atuação dos rola-bostas. Assim, o uso abusivo desses me-

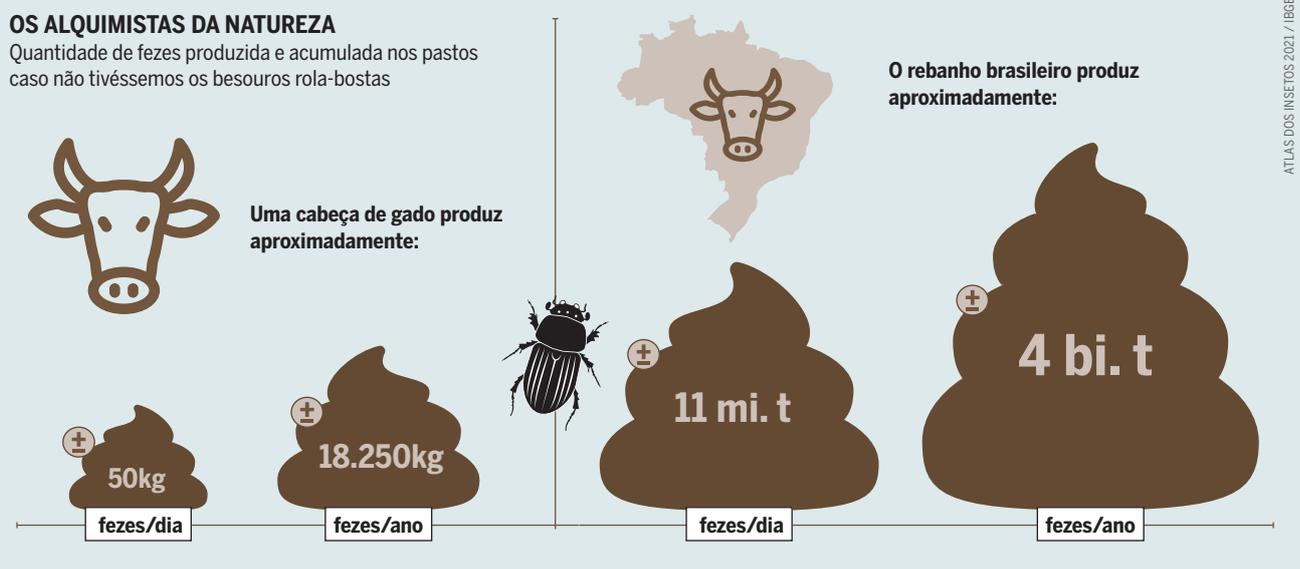
dicamentos resulta em prejuízos para o ambiente e para o produtor, pois sem a remoção das fezes, que é feito gratuitamente pelos besouros, há um impacto negativo na cadeia de produção de carne e leite, já que os rola-bostas são os únicos organismos capazes de removerem rapidamente as fezes dos pastos.

Atualmente no Egito, próximo ao Lago Sagrado, no Templo de Karnak, é possível ver a estátua de um escaravelho gigante em granito que representa o deus Khepri. Pequenas estatuetas de escaravelhos são vendidas aos viajantes como símbolo de boa sorte. Uma curiosidade a respeito desses insetos é que os besouros rola-bostas usam o brilho da Via Láctea para se orientarem, sendo capazes de se guiar pelas estrelas quando não há a presença da lua no céu. Haja importância e história para um inseto tão menosprezado! ●

Os besouros rola-bostas são os verdadeiros alquimistas da natureza, ao transformarem as fezes nos pastos em nutrientes e contribuindo para um solo mais fértil.

OS ALQUIMISTAS DA NATUREZA

Quantidade de fezes produzida e acumulada nos pastos caso não tivéssemos os besouros rola-bostas



ATLAS DOS INSETOS 2021 / IBGE

MUITO ALÉM DO MEL

As abelhas têm valor para os seres humanos desde a antiguidade, sendo manejadas em diferentes partes do mundo e por diversas culturas.

Os produtos das abelhas, como o mel, são muito apreciados e vêm sendo consumidos por milhares de anos como fonte de energia, pela sua doçura ou por suas propriedades terapêuticas. A cera produzida pelas abelhas também tem lugar de destaque nesse apreço da humanidade por seus produtos; tudo que fornecem é utilizado de alguma forma, até mesmo suas crias, a geleia real e o pólen por elas armazenado como fonte de proteína.

De cerca de 20.000 espécies de abelhas no mundo, poucas são significativamente relevantes para a produção de mel. De longe, a mais conhecida é a abelha ocidental ou europeia, *Apis mellifera*, embora existam outras espécies do mesmo Gênero (*Apis*) na Ásia e África com importância regional e cultural. Além das espécies desse gênero, existem espécies de outro grupo de abelhas (Meliponíneos) de grande importância cultural para os povos das Américas, sendo produtoras de méis diferenciados. Em um longo processo de domesticação, a criação da *Apis mellifera*, denominada de Apicultura, se espalhou para quase todas as partes do planeta.

Os humanos desenvolveram residências artificiais, chamadas de colmeias, para que pudessem criá-las fora de seu ambiente natural e próximo de suas moradias, tendo assim acesso aos seus produtos de forma mais conveniente. Essa relação trouxe às abelhas proteção contra seus inimigos naturais e, em troca, os apicultores se beneficiam do resultado do trabalho árduo desses insetos. O desenvolvimento

de armazéns móveis (quadros ou caixilhos) facilitou a remoção dos favos de cera que contêm o mel sem destruir toda a colônia.

No Brasil, alguns registros indicam que a primeira espécie exótica introduzida em nosso país foi a *Apis mellifera* iberica em 1839, pelo Padre Manoel Severiano no Rio de Janeiro, com a finalidade de produção de cera para a confecção de velas para as missas da corte.

O mel, pelo seu valor nutricional, é um dos produtos naturais mais produzidos e comercializados no mundo, se tornando uma *commodity* de grande valor econômico: 1,6 milhão de toneladas é produzida em todo o mundo a cada ano, da qual 300 mil toneladas são comercializadas internacionalmente – a União Europeia é o maior consumidor, sendo responsável por 200.000 toneladas de importações por ano.

No Brasil, a apicultura é praticada em grande parte por agricultores familiares, tendo importante papel social em regiões de baixa renda. A apicultura está inserida dentro do contexto da pecuária, como criação de pequenos animais. Os estados da região Sul são responsáveis por grande parte dessa produção, seguidos pelo Piauí, São Paulo e Minas Gerais.

O mel não é o único produto natural economicamente importante que as abelhas fornecem. Elas constroem os favos com cera, onde suas crias irão se desenvolver e onde armazenam seus preciosos produtos, como o mel e o pólen coletado das plantas, mas modificado pela ação de substâncias próprias. A cera tem uma ampla variedade de aplicações, da indústria de cosméticos até a produção de velas.

As abelhas também produzem o própolis, produto oriundo de resinas das plantas às quais adicionam cera e substâncias próprias. Ele é utilizado para vedar qualquer fresta da colmeia, revestir as células de crias nos favos e promover um ambiente livre da proliferação de microorganismos no interior da colmeia, a partir de suas propriedades antimicrobianas, já amplamente comprovadas pela ciência.

O pólen apícola, apesar de ser um produto de alta qualidade nutricional, sendo comercializado em lojas de produtos naturais, ainda apresenta produção localizada em nosso país e com consumo muito aquém de seu potencial como alimento funcional, principalmente se considerarmos a possibilidade de sua inclusão, em programas públicos de aquisição de alimentos para a merenda escolar.

Outro produto de alto valor nutricional é a geleia real. Substância produzida por glândulas das abelhas é usada na colmeia para a alimentação das crias em seu desenvolvimento inicial e na formação de novas rainhas.

73% de todas as espécies vegetais do planeta dependem da polinização feita pelas abelhas. No Brasil, mais da metade das 141 espécies de plantas cultivadas depende da polinização que é feita, principalmente, por esse grupo de insetos

A CHEGADA DAS RAINHAS

As abelhas são as “rainhas” da polinização, imprescindíveis nas lavouras e florestas.

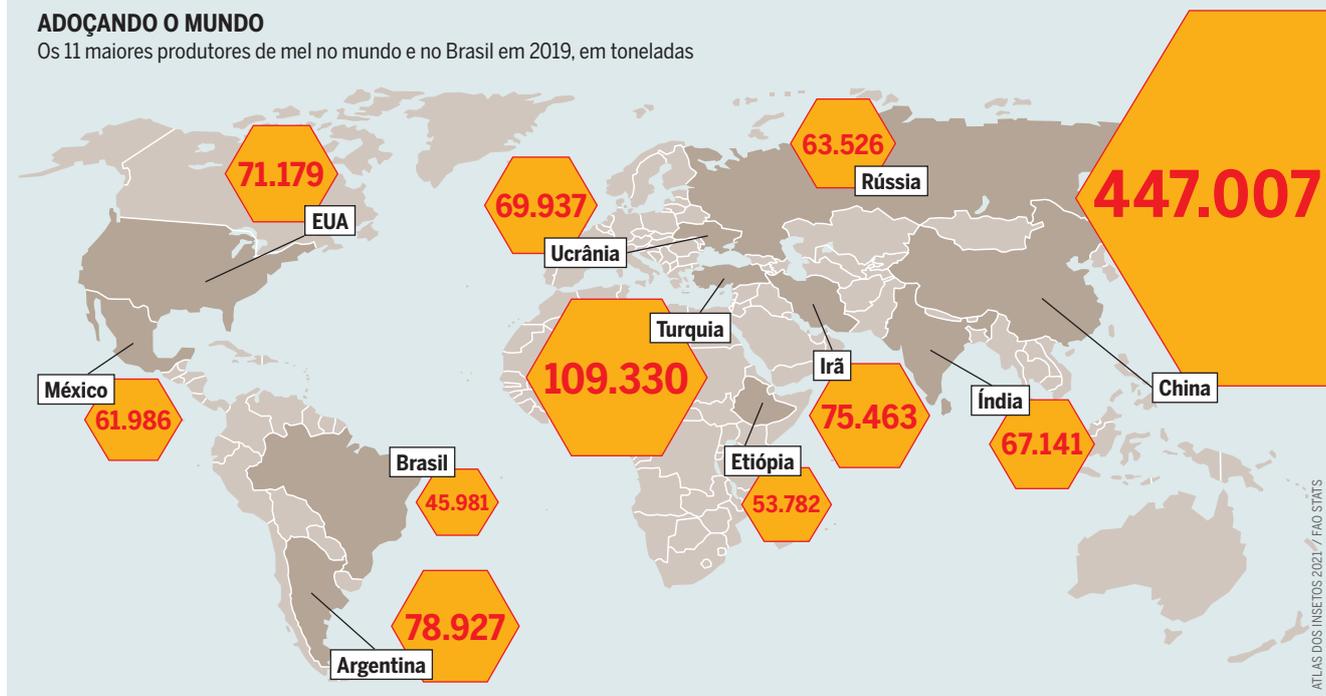
Quantas horas seriam necessárias para realizar esse trabalho, caso elas não existissem?

Quanto isso influenciaria no custo dos alimentos?

ATLAS DOS INSETOS 2021

ADOÇANDO O MUNDO

Os 11 maiores produtores de mel no mundo e no Brasil em 2019, em toneladas



Grças à polinização feita pelas abelhas, uma enorme variedade de culturas agrícolas são viabilizadas. No mundo e no Brasil, são muitos cultivos que dependem da polinização realizada por esses insetos.

Como as técnicas de manejo dessas abelhas sofreram grande avanço tecnológico ao longo do tempo, o deslocamento de colmeias por milhares de quilômetros para a polinização dirigida em diferentes culturas se tornou uma prática usual e de grande impacto econômico em alguns países. Em países como o Estados Unidos, sem esse serviço, prestado pelas abelhas e pelos apicultores, o impacto econômico seria devastador para algumas culturas. Um exemplo foi o surgimento, há alguns anos, de uma síndrome que fez com que milhares de colônias “desaparecessem”, chamada de colapso de desordem das colônias. Infelizmente, durante a polinização, as abelhas têm sido expostas a uma gama de agrotóxicos altamente prejudiciais para elas, que levaram a inúmeras alterações biológicas em seus organismos, comprometendo seu sistema imunológico e causando danos em seu sistema nervoso. Isto fez com que as abelhas campeiras, aquelas que saem da colmeia para a coleta de alimento e nesse processo realizam a polinização, não conseguissem mais se orientar para voltar para suas colmeias.

No Brasil, a polinização dirigida é pouco difundida, com alguns casos pontuais, como na produção da maçã na região Sul, do melão na região Nordeste e da laranja na região Sudeste. Recentemente, na cultura do café na região Sudeste, criadores de abelhas começaram a alugar suas colmeias, criando novas possibilidades para esse mercado. Mesmo não sendo uma espécie totalmente dependente da polinização feita pelas abelhas, sua presença traz impactos altamente positivos na melhoria da produtividade e na qualidade do grão produzido.

Assim, as abelhas, junto com outros polinizadores, têm uma influência positiva, fornecendo rendimentos significativamente mais altos do que outras atividades pro-

O Brasil possui um cenário de destaque na produção de mel no mundo. Com 45 mil toneladas, o país fornece méis de alta qualidade, produzidos em grande parte nas áreas naturais dos diferentes ecossistemas brasileiros e a partir da prática de uma apicultura “limpa”, que não faz uso de medicamentos para o cuidado das abelhas.

duativas, principalmente em pequenas propriedades. Um campo pode produzir até um quarto a mais de safra depois que esses insetos laboriosos concluem seu trabalho. Desta forma, as abelhas dão uma grande contribuição para a segurança alimentar global, já que mais de dois bilhões de pessoas dependem diretamente da produção de pequenas propriedades.

Nesse sentido, a apicultura não é apenas extremamente útil para os ecossistemas locais, mas também para o desenvolvimento regional sustentável, uma vez que a atividade necessita de um ambiente mais conservado ou mesmo de práticas agrícolas que não façam uso de agrotóxicos; por isso, tem grande potencial de ser cada vez mais integrada em sistemas de cultivo orgânicos e agroecológicos. É uma opção atraente porque requer relativamente pouco investimento e poucos insumos técnicos.

Infelizmente, por depender diretamente do clima e dos processos naturais, uma vez que utiliza os recursos das plantas (néctar, pólen e resina) para sua prática, o aumento do desmatamento, vinculado ao avanço das fronteiras agrícolas nos ambientes naturais e a realidade das mudanças climáticas, são fatores preocupantes para a sustentabilidade da atividade e poderão ter grande impacto até mesmo na sua viabilidade, em algumas regiões.

A importância das abelhas é enorme e, para alguns, imprescindível. Há, na Somália, um ditado que exemplifica essa grandeza: para uma pessoa que é apaixonadamente dedicada a algo e que conhece tudo sobre o assunto, é dito que ela “nasceu como uma abelha”. ●

PERSPECTIVAS PARA AS MUITAS “MELIPONICULTURAS”

As abelhas-sem-ferrão (ASF) são insetos sociais que ocupam as regiões tropicais e subtropicais do Equador, sendo representantes da maior família de abelhas em número de espécies: mais de 5.880, uma das mais diversas gamas de comportamento e morfologia.

As abelhas sem ferrão surgiram no final do período cretáceo, sendo o grupo de abelhas sociais mais antigo (70-87 milhões de anos atrás). Isto significa que este grupo conviveu com dinossauros por milhões de anos.

O termo “sem ferrão” usado para a denominação e diferenciação desse grupo de abelhas já indica que essas abelhas desenvolveram outras estratégias de defesa ao longo da evolução, como o uso das mandíbulas e a aplicação de resina nos corpos de eventuais invasores da colônia. Apenas uma única espécie, a *Oxitrigona tataira*, conhecida popularmente como abelha caga-fogo, utiliza outra estratégia de defesa, secretando substância cáustica quando ameaçada.

Vivendo em colônias perenes, apresentam diferentes hábitos de nidificação (formação de ninhos), ocupando tanto o estrato arbóreo em ocas de árvores e em ninhos externos sobre os galhos e troncos, quanto o solo em ninhos subterrâneos. Nos ambientes antropizados e urbanos, diversas espécies de ASF também se adaptaram, ocupando cavidades pré-existentes, das mais diversas origens, como em muros, postes, etc.

Sendo agentes polinizadores “chave” de nossos ecossistemas, as ASF são fundamentais para a reprodução das espécies vegetais nativas, embora possam ser polinizadores efetivos em diversas culturas agrícolas, com enorme potencial para serem manejadas em serviços de polinização dirigida, como o que vem ocorrendo, mais recentemente, em algumas culturas como a do café, abacate e morango, por exemplo.

Mesmo com tamanha diversidade e importância ecológica, grande parte da população ainda desconhece a existência desse grupo tão especial de abelhas, conhecendo muito mais a espécie exótica do Gênero *Apis*, a abelha africanizada manejada na apicultura.

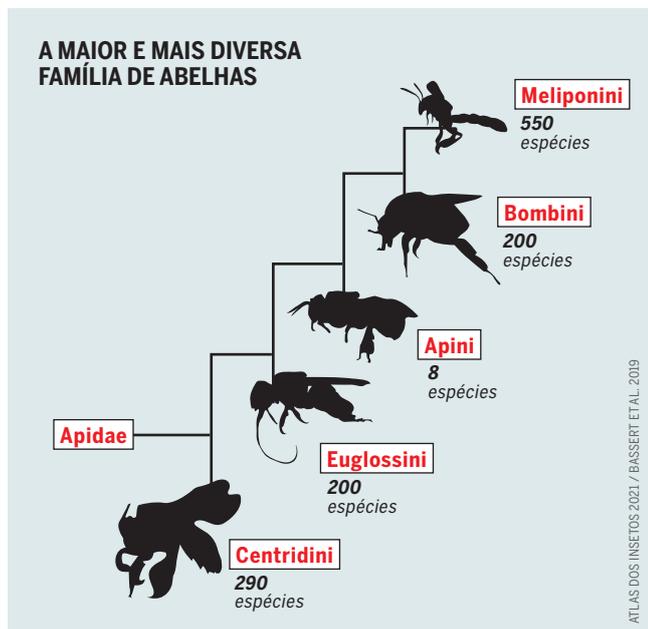
Seus produtos são multifuncionais: nos aspectos nutricionais, como rica fonte alimentar de carboidratos e proteínas (mel, larvas, pólen); no uso medicinal (mel, própolis e geoprópolis); no insumo para práticas artesanais, como na calafetagem de cestos (cera) e confecção de brinquedos e velas (cerumen, geoprópolis); na culinária, como o uso em processos fermentativos (leveduras do mel e pólen) e na conservação de alimentos e produção de bebidas alcoólicas.

A ausência do ferrão, a docilidade do comportamento de várias espécies e sua capacidade de se adaptarem às técnicas artificiais de criação, desenvolvidas ao longo de séculos, também foram fatores determinantes para o estabelecimento dessa relação histórica, que promoveu um verdadeiro processo de domesticação de várias dessas espécies.

Quando da chegada dos colonizadores ao continente, foi o mel das abelhas sem ferrão que eles experimentaram. No Brasil, a quantidade de abelhas sem ferrão era tão grande naquela época que muitos rios eram chamados pelos portugueses de “rio das avelhas” (rio das abelhas), o que foi entendido pelos sertanistas como “rio das velhas”.

Curioso salientar que mesmo que a domesticação já tenha sido identificada em relatos históricos e em inúmeras publicações científicas, esse processo não é reconhecido por toda a comunidade científica ou mesmo pelo poder público. No Brasil, apenas uma única espécie de abelha é considerada um animal doméstico, a espécie exótica *Apis mellifera*.

Apesar dessa relação histórica, não havia termos definidos na língua portuguesa para identificar a criação desse grupo de abelhas. Foi o ambientalista e pesquisador Dr. Paulo Nogueira Neto que, em 1953, na publicação “Criação

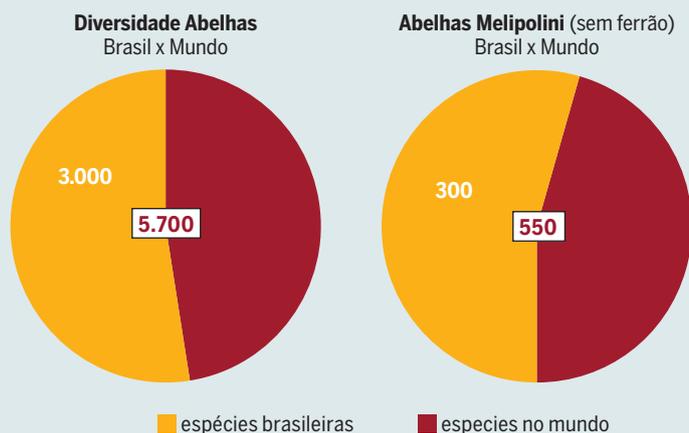
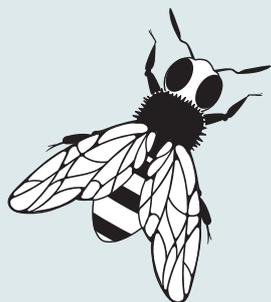


As abelhas sem ferrão fazem parte da maior e mais diversa família de abelhas, a família Apidae. O diagrama ilustra as relações evolutivas nas divisões de seus ramos, como linha do tempo.

DIVERSIDADE BRASILEIRA

Quantidade de espécies de abelhas no mundo e no Brasil

O Brasil apresenta uma das maiores diversidades de abelhas. Existem cerca de 5.700 espécies de abelhas no mundo. No Brasil são cerca de 3.000 espécies. Para os Melipolini (abelhas sem ferrão), estima-se 550 espécies no mundo com grande parte desta diversidade, 300 espécies, em 52 gêneros, presentes em território brasileiro.



de abelhas indígenas sem ferrão”, usou pela primeira vez o termo “meliponicultura” para definir a criação das ASF e “meliponicultor” para identificar seu criador.

Nas últimas décadas, houve um grande avanço no conhecimento científico sobre as ASF, assim como no desenvolvimento tecnológico da meliponicultura. Mais recentemente, também se verificou um aumento do interesse de parte da sociedade em relação a esse grupo de abelhas. A proliferação de inúmeros ambientes virtuais (blogs, sites, redes sociais, etc.) voltados à temática da meliponicultura reflete essa realidade. Nesse contexto, são os próprios meliponicultores e suas entidades de classe que vêm sendo determinantes na disseminação dessa temática, em todas suas potencialidades produtivas e conservacionistas, inclusive como atividade de lazer.

Os produtos das ASF antes inseridos apenas nas culturas tradicionais, vem ganhando espaço cada vez maior na sociedade urbana. Seus méis e até mesmo o “samburá”(pólen das ASF), a partir de suas características sensoriais diferenciadas, passaram a ser usados por *chefs*, que valorizam e utilizam os produtos de nossa biodiversidade, ganhando ambientes antes inexplorados, como o da alta gastronomia.

Outras iniciativas, ainda que pontuais, como a instalação de meliponários urbanos em ambientes públicos e privados, e a formação de “jardins para as abelhas” em ações do poder público, mas principalmente do terceiro setor (associações de meliponicultores) e da iniciativa privada, também vêm contribuindo para a expansão e valorização da atividade.

A despeito desse crescimento em diversos aspectos, a regulamentação da meliponicultura tem sido um ponto de grande preocupação entre os criadores e até um obstáculo ao seu desenvolvimento, em alguns casos. Os aparatos regulatórios vigentes apresentam aspectos restritivos e burocráticos, não considerando os aspectos históricos de criação desses animais e a diversidade sociocultural e econômica presente na meliponicultura.

A partir da necessidade de autorização para o uso dos recursos naturais, a criação das ASF foi equivocadamente enquadrada juntamente com a criação de outros animais silvestres em cativeiro. Tal situação gerou distorções con-

O Brasil abriga uma grande diversidade de abelhas – resta agora promover, de forma séria, a proteção dessas espécies.

ceituais e não levou em conta as características biológicas das ASF e de sua criação, onde as colônias permanecem em vida livre e não em cativeiro.

Nesse sentido, a meliponicultura ainda carece de regulamentação que dê a segurança jurídica que os criadores necessitam para sua prática e a respalde não só como atividade conservacionista, mas também como atividade produtiva de cunho zootécnico. Além disso, a própria abelha deveria ser considerada como um insumo biológico, de alta relevância para a melhoria da produtividade em diversas culturas agrícolas.

Considerando a pressão humana sobre áreas naturais, as mudanças climáticas e suas consequências sobre a disponibilidade de recursos florais para as abelhas e sua ocorrência nos diferentes ecossistemas, os meliponários, por serem ambientes de prestação de serviços ecossistêmicos e de conservação de espécies ameaçadas, devem receber o devido reconhecimento, inclusive como sendo passíveis de recebimento por esses serviços.

Na contramão da expansão da meliponicultura, temos a preocupante situação da liberação indiscriminada de agrotóxicos, muitos deles banidos em outros países, pois são os responsáveis diretos pela mortandade massiva de abelhas. Sua utilização também nos ambientes urbanos, em uma estratégia altamente questionável (fumacê) de combate aos vetores de algumas doenças como a Dengue e a Chikungunya, tem provocado a mortandade de centenas de colônias mantidas pelos meliponicultores nas áreas urbanas, sem contar o impacto nas populações silvestres de abelhas desses ambientes, que sequer está sendo dimensionado.

Dessa forma, essas ações precisam ser revistas urgentemente, sob o risco de estarem causando impactos que podem ser irreversíveis sob o ponto de vista do equilíbrio ambiental, tornando esses ambientes cada vez mais desoladores, sem a presença das abelhas, além de inviabilizar essa prática tradicional milenar e fundamental na conservação desses seres especiais. ●

ARTRÓPODES EM LINHA DE PRODUÇÃO

A produção de ácaros e insetos benéficos vem crescendo no mundo, contribuindo para o combate mais sustentável das pragas ou ajudando na polinização. Mas os riscos de acidentes ambientais envolvidos nesse processo exigem rígida aplicação de protocolos de biossegurança.

A multiplicação de insetos benéficos pela humanidade teve início há aproximadamente 4.500 anos, dando origem a atividades que hoje conhecemos como apicultura e sericicultura. Acredita-se que a apicultura tenha se tornado uma atividade humana ainda no Egito antigo e posteriormente se espalhou pela Europa com o transporte das colônias de abelhas pela região mediterrânea. Já a domesticação da mariposa do bicho-da-seda *Bombyx mori* foi pivô da abertura da China para o Ocidente por meio da “Rota da Seda”.

Porém, foi a partir do início do século XX que a multiplicação, comércio e transporte de artrópodes benéficos ganhou maior importância econômica, passando por consideráveis inovações tecnológicas. As primeiras grandes biofábricas de insetos foram financiadas por programas governamentais voltados para erradicação de pragas por meio da aplicação da técnica do inseto estéril. Enquanto no controle biológico são liberadas espécies de predadores ou parasitas das pragas, na técnica do inseto estéril é feita a liberação de indivíduos da mesma espécie da praga, geralmente machos inférteis. O controle da praga se dá quando esses insetos estéreis liberados copulam com os insetos do ambiente, impedindo a reprodução da praga.

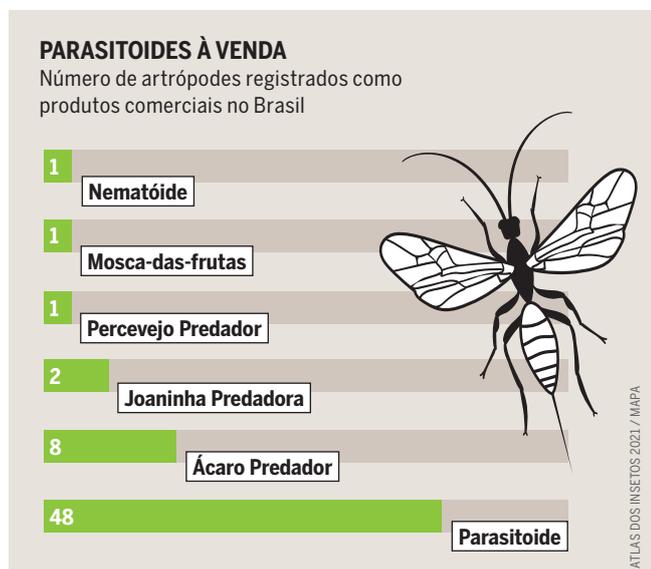
Como exemplo, na década de 1930 teve início um programa liderado pelo departamento de agricultura dos Estados Unidos para a erradicação da mosca-das-bicheiras *Cochliomyia hominivorax*. Biofábricas foram construídas nos EUA e México, onde eram produzidas e liberadas por aviões de 50 a 500 milhões de moscas estéreis por semana. O programa continua em atividade, com uma biofábrica instalada no Panamá, que emprega aproximadamente 400 pessoas na produção e liberação aérea de milhões de moscas estéreis por semana, resultando em uma barreira biológica para prevenir uma reentrada da praga pela América do Sul. Já na segunda metade do século XX surgiram os primeiros empreendimentos dedicados à produção massal e comercialização de ácaros e insetos benéficos para a agricultura com foco no manejo de pragas e polinização assistida.

Ainda não existe um banco de informação consolidado sobre o tamanho da indústria de produção de artrópodes benéficos no mundo. Em um levantamento realizado no ano de 2016, estimava-se que ao menos 350 espécies de artrópodes sejam produzidos e comercializados por aproximadamente 500 empresas em diversos países ao redor do globo. Esse mercado movimenta aproximadamente 1,7 bilhão de dólares por ano, o que representa apenas 2% do mercado global de pesticidas. Entretanto, estima-se que a indústria de controle biológico irá crescer 15% ao ano até 2026.

No Brasil, o controle biológico aumentativo começou na década de 1970 com o parasitóide *Cotesia flavipes* para o controle da lagarta da broca-da-cana *Diatraea saccharalis*. Foram conduzidas diversas pesquisas com foco no desenvolvimento de processos de produção em larga escala do parasitóide, de forma que fosse possível realizar a liberação de 6.000 vespinhas em cada hectare de canavial atacado pela praga. As próprias fazendas produtoras de cana-de-açúcar começaram a montar suas biofábricas para a produção massal das vespinhas. Já na década de 1990 começam a surgir no país as primeiras empresas dedicadas a produção em larga escala e comercialização de insetos voltados para o controle biológico de pragas. Paralelamente, novas espécies de insetos benéficos passaram a ser produzidas em massa e comercializadas, como foi o caso dos parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma*.

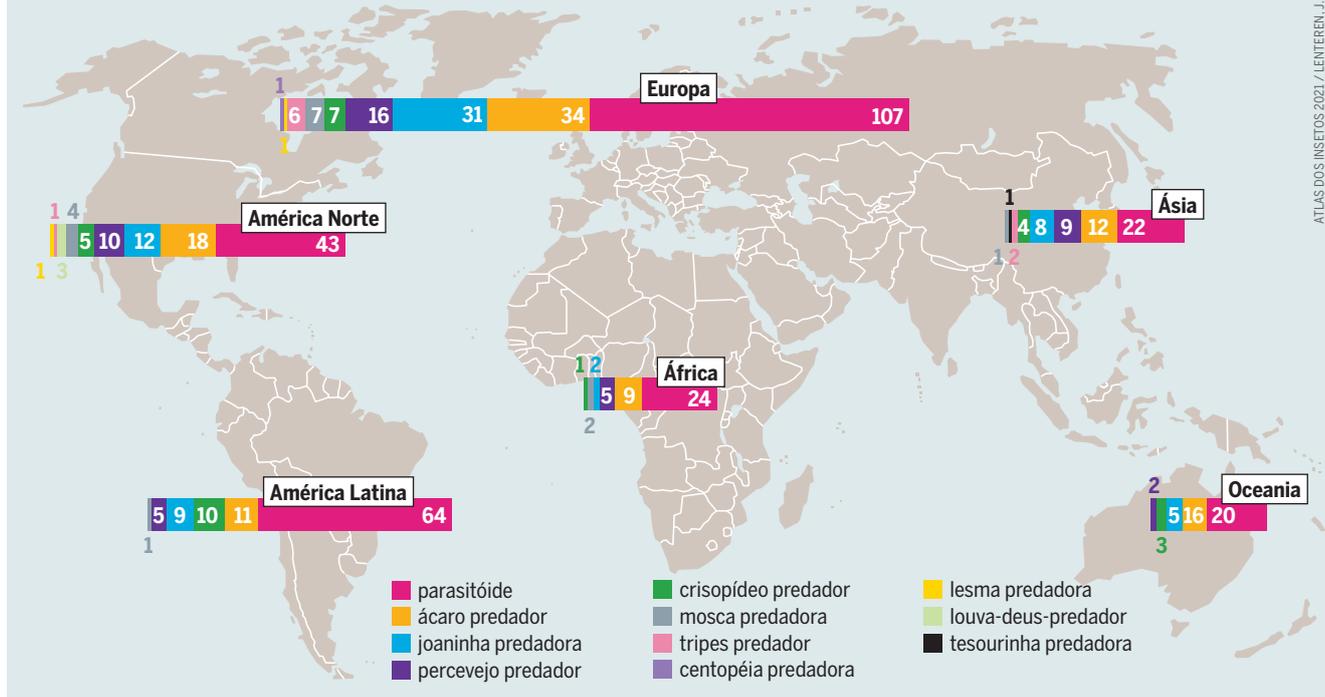
Atualmente, o Brasil conta com um total de 61 produtos comerciais a base de ácaros e insetos benéficos,

Dos 61 artrópodes registrados como produtos comerciais no Ministério da Agricultura do Brasil, a maioria são do grupo dos parasitóides. Os outros grupos de artrópodes como ácaros predadores, percevejos predadores e joaninhas predadoras são minoritários.



INIMIGOS PARA UNS, MUITO AMIGO PARA OUTROS

Total de espécies de inimigos naturais de cada grupo de artrópode em função dos continentes



ATLAS DOS INSETOS 2021 / LENTEREN, J. C. ET AL. 2018

registrados por 40 diferentes empresas. Entretanto, são apenas 13 espécies de artrópodes, dos quais 3 dessas espécies são de parasitóides (*Cotesia flavipes*, *Trichogramma pretiosum* e *Trichogramma galloi*) representando 74% dos registros. No ano de 2020, o ministério da agricultura do Brasil instituiu o Programa Nacional de Bioinsumos com a finalidade de ampliar e fortalecer a produção e utilização de bioinsumos no Brasil, dentre eles ácaros e insetos benéficos. Vale ressaltar que essas iniciativas buscam compensar o desequilíbrio ambiental causado pelas monoculturas e uso indiscriminado de agrotóxicos, mas não restaura a diversidade dos agroecossistemas necessária para equilibrar a população de insetos pragas e benéficos. Os insumos biológicos podem, nesse sentido, apoiar um processo de transição para um modelo agrícola mais sustentável e harmônico com o meio ambiente.

Com relação ao comércio de insetos polinizadores, na Europa os agricultores podem adquirir pequenas colônias de abelhas do gênero *Bombus*. As abelhas são comercializadas em caixas de papelão que podem ser transportadas desde as biofábricas de alta tecnologia até as casas de vegetação de produção de frutas e hortaliças. Na América do Norte o serviço de polinização avançou para o aluguel de colmeias nas épocas das floradas. Nos Estados Unidos, produtores de amêndoas alugam mais de 2 milhões de colmeias de abelhas polinizadoras por ano. Já no Brasil, onde tal serviço ainda ganha forma, estima-se que produtores da maçã aluguem apenas em torno de 50 mil colmeias por ano.

No entanto, o caminho para que a indústria de produção de insetos alcance os patamares dos agrotóxicos convencionais e os substitua ainda é longo. Historicamente, a maioria dos estudantes de entomologia estiveram vinculados a projetos com o objetivo de exterminar esses organismos.

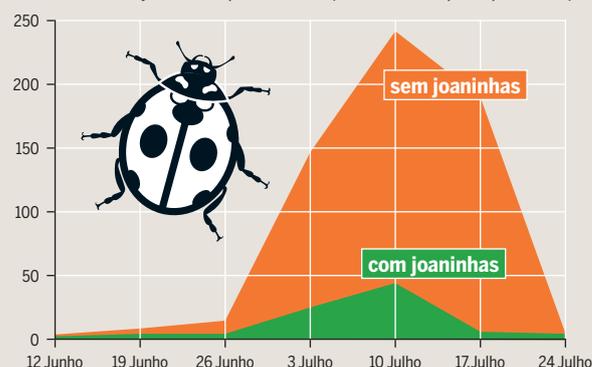
Há diversas espécies de predadores ou parasitas que podem ser utilizadas no controle biológico.

Não obstante, o crescimento na produção de insetos deve ser acompanhado pela rígida aplicação de protocolos de biossegurança e de controles de qualidade. Os riscos de acidentes ambientais, como por exemplo uma eventual fuga de milhões de insetos multiplicados em uma biofábrica, não devem ser negligenciados. A instalação de biofábricas próximas das áreas onde os produtos serão utilizados pode ser importante para fomentar e viabilizar o uso, estimulando o desenvolvimento de produtos a partir de insetos que sejam interessantes para as culturas daquela região. ●

Estudo de caso: Controle de pulgões em trigo. O gráfico mostra que a presença de joaninhas predadoras (*Coccinella septempunctata*) reduz drasticamente o número de pulgões em comparação com o tratamento sem joaninhas.

CONTROLANDO INSETOS COM O USO DE INSETOS

Número de pulgões de cereais infestando hastes de trigo na presença ou ausência de joaninhas predadoras (*Coccinella septempunctata*)



© INSECT ATLAS 2020 / TEEB DE ZIVAL

O uso de insetos para controlar insetos pode proteger plantações e evitar o risco inerente da utilização de agrotóxicos – tais como desenvolvimento de resistência.

JOANINHAS

MUITO ALÉM DA COR VERMELHA E DAS PINTINHAS

Além de animais carismáticos, as joaninhas têm um papel fundamental nas relações ecológicas, sobretudo ao realizar o controle biológico de insetos indesejáveis. A criação e liberação destes insetos pode auxiliar na construção de sistemas de alimentos sustentáveis e ajudar na educação ambiental de adultos e crianças.

Em 2019, um fenômeno intrigou meteorologistas do Sul da Califórnia, nos Estados Unidos. Os radares climáticos registraram uma gigantesca mancha em uma região sem nuvens aparentes. Ao invés de ser um sinal de tempestade, os cientistas descobriram se tratar de uma grande massa de joaninhas, com milhares de insetos agrupados, formando uma nuvem densa de 17 km. Além da procura de locais mais apropriados para reprodução, os especialistas apontaram que o processo de migração estaria relacionado com a busca de pulgões.

As joaninhas estão entre os insetos mais conhecidos do mundo, principalmente devido a sua singeleza e pela associação com sorte e bons presságios. Festejadas por crianças e adultos, influenciaram vários registros na cultura ocidental, desde poemas, obras literárias, teatro e até filmes. Um exemplo é a peça Romeu e Julieta, de William Shakespeare,

em que esses insetos são citados quando a sra. Capuleto, no Ato 1 da Cena 3, questiona qual o paradeiro da filha. Sua ama responde: *Eu juro que já lhe disse para vir. Carneirinho! Onde está essa menina? Joaninha! Julieta!* No filme Sob o Sol da Toscana, dirigido por Audrey Wells e estrelado por Diane Lane, as joaninhas têm importância para a protagonista e no enredo da história.

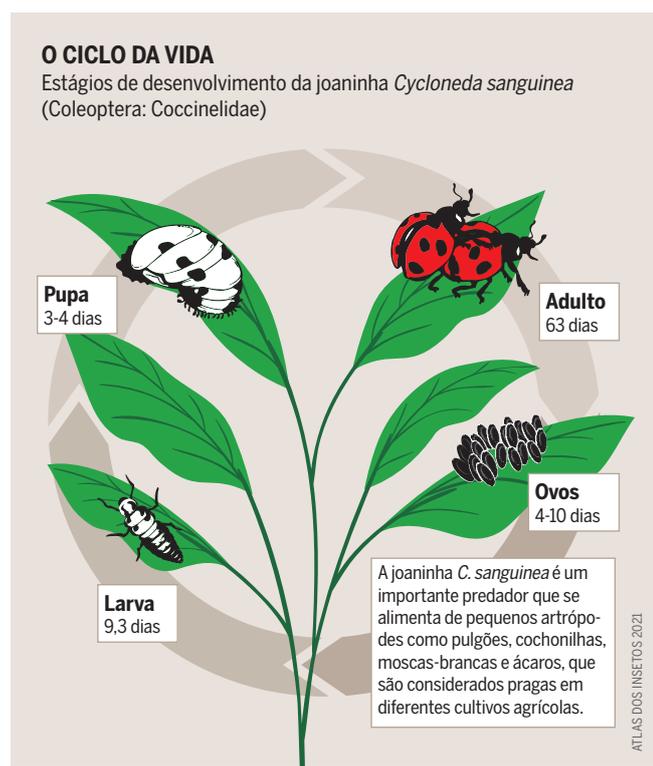
Existem mais de 6 mil espécies de joaninhas descritas, com distribuição na maioria das regiões do mundo. Desse total, 2 mil são endêmicas da América Latina. Em geral, as joaninhas variam de 1 a 10 milímetros, chegando próximo ao tamanho de um grão de feijão. Semelhante às borboletas, os coccinelídeos têm metamorfose completa, sendo as larvas bem diferentes dos adultos.

Uma das características mais marcantes das joaninhas está nas asas. As asas internas, membranosas, são responsáveis pelo voo e as externas, os élitros, têm a função de proteção. As asas externas são importantes na diferenciação das joaninhas. A coloração e o padrão de pintas têm uma variação enorme até mesmo numa mesma espécie. A espécie *Harmonia axyridis*, introduzida na América do Norte e na Europa, possui uma surpreendente plasticidade de coloração, variando desde o tom escuro até o padrão vermelho com pintas pretas.

Historiadores apontam que o nome dado às joaninhas, nas mais diferentes línguas e países, tem clara conexão religiosa. Essa associação pode estar relacionada com um dos principais papéis ecológicos das joaninhas. Na Idade Média, quando os campos eram atacados por pragas, os agricultores oravam, pedindo ajuda divina. Quando as joaninhas apareciam era evidente a melhoria das lavouras e colheitas.

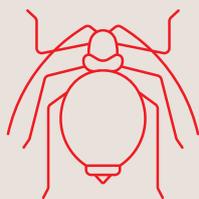
Os coccinelídeos, família de besouros à qual as joaninhas pertencem, são conhecidos por serem predadores de outros insetos e fazerem o controle biológico de insetos indesejáveis às lavouras. Uma espécie de joaninha, aliás, foi um dos primeiros inimigos naturais utilizados em larga escala, com o objetivo de controlar danos provocados por pragas. Em exemplo clássico foi a introdução, em cultivos de laranjeiras na Califórnia, da espécie *Rodolia cardinalis* para o controle da cochonilha *Icerya purchasi* Maskell.

Graças às características como procura ativa de presas, alta voracidade — chegando a comer de 40 a 75 pulgões por dia — e alta taxa de crescimento populacional, as joaninhas são utilizadas em vários programas de controle biológico. Com isso, os insetos podem reduzir o uso de agrotóxicos e possibilitam o aumento da sustentabilidade de sistemas de produção de alimentos. Complementando a ação de populações naturais, na Europa e nos EUA, empresas comercializam coccinelídeos para regulação de afídeos, cochonilhas, moscas-branca, psilídeos e ácaros em casas de vegetação e nas mais diversas áreas de produção agrícola.



NA LINHA DE FRENTE CONTRA AS PRAGAS URBANAS

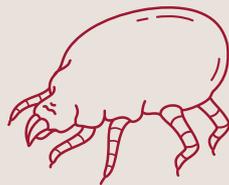
Que pragas podem ser atacadas pelas joaninhas?



Pulgão



Mosca branca



Ácaros



Cochonilha

ATLAS DOS INSETOS 2021

Além de agroecossistemas, as joaninhas têm sido utilizadas em programas de controle biológico em áreas urbanas. Na França, as Prefeituras de Paris e de Caen desenvolvem projetos de criação e distribuição de joaninhas para a população como incentivo à agricultura urbana e proteção de jardins e manejo da arborização. Em Caen, desde a década de 1980, campanhas, realizadas no verão, distribuem ovos e larvas de joaninhas para cidadãos que possuem hortas e jardins. Ademais, são realizadas atividades educacionais para conscientização sobre a produção de alimentos sustentáveis.

Recentemente, a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, em Minas Gerais, Brasil, instalou uma Biofábrica para a criação algumas espécies de joaninhas *Cycloneda sanguinea*, *Hippodamia convervegens*, *Eriops Connexa*, e *Coleomegilla macullata*, sem contar a espécie de bicho-lixeiro *Ceraeochrysa cubana*. O objetivo inicial da instalação da biofábrica foi a necessidade de controle da mosca-branca *Singhiella simplex* em regiões onde existem árvores tombadas pelo Patrimônio Cultural do Município. A criação em massa dos inimigos foi projetada também para atender à demanda de controle de insetos em projetos da agricultura urbana, sejam hortas comunitárias, sejam quintais e jardins. De 2019 até 2021, foram distribuídas 70 mil larvas e adultos de joaninhas e crisopídeos na cidade.

Por ser um inseto carismático, as joaninhas também podem estimular processos de comunicação e de criação de

saberes comuns que façam o diálogo entre o conhecimento popular e a ciência. Na Biofábrica de Joaninhas e Crisopídeos de Belo Horizonte, são desenvolvidas atividades de educação ambiental, presencias e virtuais, com crianças e adultos, para divulgar e compartilhar conhecimento sobre a biologia, ecologia e promoção de serviços do ecossistema que os insetos podem promover, com enfoque no controle biológico. Até as diferenças entre espécies de joaninhas que podem ou não apresentar pintas têm o potencial para trabalhar conceitos como os de inclusão e respeito à diferença.

Existem outras formas de atuação pedagógica utilizando estes pequenos besouros. No projeto J.O.A.N.I.N.H.A. — sigla para Jogar, Observar, Aprender, Narrar Investigações em Natureza, Humanidades e Artes —, desenvolvido na rede pública de ensino em Guarulhos, São Paulo, dentre as diversas ações, foram utilizados livros infantis que apresentavam joaninhas como personagens, como estratégias para abordar várias questões, desde aspectos do inseto real até temas como preconceito, gênero e alimentação.

Em Paulínia, no interior de São Paulo, kits educacionais contendo joaninhas da espécie *C. macullata*, em diversas fases de desenvolvimento, são produzidos e podem ser comercializado pela internet. É uma espécie de *delivery* de inimigos naturais. Por meio de uma estrutura acrílica, as crianças alimentam os insetos e podem visualizar todo processo de desenvolvimento das joaninhas, visualizando as larvas, a fase de pupa, até chegarem à forma adulta. ●

PRODUZINDO OS AMIGOS NATURAIS DA BIODIVERSIDADE

As etapas do funcionamento da biofábrica

- 1 São feitas coletas nas áreas verdes de Belo Horizonte.
- 2 As joaninhas são levadas para a biofábrica.
- 3 No laboratório, elas são criadas com dieta e temperatura controlada.
- 4 Elas são alimentadas e colocadas para acasalar.
- 5 Os ovos e larvas são cuidados até completarem o ciclo, onde são levadas para hortas urbanas e parque.



ATLAS DOS INSETOS 2021

AUTORES E FONTES DE DADOS E GRÁFICOS

10-11 IDEIAS INICIAIS adaptado por **Maíra Queiroz Rezende**

para a versão brasileira (texto original de **Christian Rehmer**)
WIKIPEDIA, **Papilio demoleus**, <http://bit.ly/345LUI0>.

SUWARNO, S. **Age-specific life table of swallowtail butterfly *Papilio demoleus* (Lepidoptera: Papilionidae) in dry and wet seasons**, 2012, <http://bit.ly/349p8JH>.

Nigel E. Stork, How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth? 2018, <http://bit.ly/2PzCucY>. Wikipedia, Biogeographic realm, <http://bit.ly/2RHnk3j>.

IPBES, **The assessment report on pollinators, pollination and food production**, ed. Simon G. Potts et al., 2017, p.7, <http://bit.ly/2qNvgda>.

RAFAEL, J.A., AGUIAR, A.P., AMORIM, D. de S. **Conhecimento da diversidade de insetos no Brasil: desafios e avanços**. Neotropical Entomology, 2009, 38(5): 565-570. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000500001>

SANTOS, G. P. & PINTO, A. C. de Q. **Biologia de *Cycloneda sanguinea* e sua associação com pulgão em mudas de mangueira**. Pesq. agropec. bras., Brasília, 1981, 16(4):473-476.

12-13 HISTÓRIA por **Heiko Werning**

Wikipedia, **Bilateria**, <http://bit.ly/38EDcP0>.

Wikipedia, **Zehn Plagen**, <http://bit.ly/2qFmNse>.

spektrum.de, **Ausbreitung**, undated, <http://bit.ly/2EbtS6Z>. archiv.

nationalatlas.de, **Ausbreitung des Kartoffelkäfers**, 1925–1960, <http://bit.ly/2rF2YSI>.

Wikipedia, **Kartoffelkäfer**, <https://bit.ly/2Rqs3KB>

14 -15 DECLÍNIO DOS INSETOS

adaptado por **Michela Costa Batista** para a versão brasileira (texto original de **Christine Chemnitz**)

The conservation status of New Zealand Coleoptera, 2012, <http://bit.ly/349puA1>.

SÁNCHEZ-BAYO, Francisco; WYCKHUYS, Kris A.G. **Wyckhuys, Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers**, 2019, <http://bit.ly/34gcbxM>, <http://bit.ly/2smgz0l>.

16-17 POLÍTICA

adaptado por **Joana Simoni** e **Marcelo Montenegro** para a versão brasileira (texto original de **Silvia Bender**)

IPBES, **The assessment report on pollinators, pollination and food production**, ed. Simon G. Potts et al., 2017, p.99, <http://bit.ly/2qNvgda>. – ibid. p.104, and Josef Settele, **Bestandsentwicklungen und Schutz von Insekten – Analysen und Aussagen des Weltbiodiversitätsrats** (IPBES), <http://bit.ly/2t2nE78>.

Members of IPBES und Promote Pollinators, <https://bit.ly/2y4Shva>, <http://bit.ly/2LJ703a>.

<https://www.greenpeace.org.br/salve-as-abelhas>

<https://apublica.org/2021/01/bolsonaro-bate-o-proprio-recorde-2020-e-o-ano-com-maior-aprovacao-de-agrotoxicos-da-historia/>

<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-05/mudancas-climaticas-propiciam-expansao-de-doencas-como-dengue-diz-wwf>

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2019, <http://www.snis.gov.br/>

18-19 ECONOMIA

adaptado por **Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior** para a versão brasileira (texto original de **Christine Chemnitz**)

Renkang Peng, K. Christian: **Integrated pest management in mango orchards in the Northern Territory Australia, using the weaver ant**, *Oecophylla smaragdina*, (Hymenoptera: Formicidae) as a key element, 2005, <http://bit.ly/2qNinWS>.

OECD, **Biodiversity: Finance and the Economic and Business Case for Action**,

pp.69, 71 f., <http://bit.ly/35fsVGD>.

PAN Germany, **Hat die dänische Pestizidsteuer die dortige**

Landwirtschaft ruiniert?, 2019, <http://bit.ly/36pFfUZ>.

<https://www.camara.leg.br/noticias/806848-comissao-debate-concessao-de-isencoes-fiscais-para-agrotoxicos/>

20-21 AGRICULTURA E INSETOS por **Pedro Henrique Brum Togni, Madelaine Venzon, Marina Regina Frizzas, Ana Carolina Gomes Lagôa**

CARDOSO, P., BARTON, P. S., BIRKHOFFER, K., CHICHORRO, F., DEACON, C., FARTMANN, T., FUKUSHIMA, C.S., GAIGHER, R., HABLE, J.C., HALLMAN, C.A., HILL, M.J., HOCHKIRCH, A., KWAK, M.L., MAMMOLA, S., NORIEGA, J.A., ORFINGER, A.B., PEDRAZA, F., PRYKE, J.S., ROQUE, F.O., SETTELE, J., SIMAIKA, J., STORK, N.E., SUHLING, F., VORSTER, C., & SAMWAYS, M. J. (2020). **Scientists' warning to humanity on insect extinctions. Biological Conservation**, 242, 108426.

NORIEGA, J. A., HORTAL, J., AZCÁRATE, F. M., BERG, M. P., BONADA, N., BRIONES, M. J., DEL TORO, I.D., GOULSON, D., IBANEZ, S., LANDIS, D., MORETTI, M., POTTS, S.G., SLADE, E.M., STOUT, J.C., ULYSHEN, M.D., WACKERS, F.L., WOODCOCK, B.A., & SANTOS, A. M. (2018). **Research trends in ecosystem services provided by insects**. Basic and Applied Ecology, 26, 8-23.

RAMOS, D. L., CUNHA, W. L., EVANGELISTA, J., LIRA, L. A., ROCHA, M. V. C., GOMES, P. A., MR. FRIZZAS & TOGNI, P. H. B. (2020). **Ecosystem services provided by insects in Brazil: What do we really know?** Neotropical Entomology, 49, 783-794.

SAMWAYS, M. J., BARTON, P. S., BIRKHOFFER, K., CHICHORRO, F., DEACON, C., FARTMANN, T., FUKUSHIMA, C.S., GAIGHER, R., HABLE, J.C., HALLMAN, C.A., HILL, M.J., HOCHKIRCH, A., KAILA, L., KWAK, M.L., MAMMOLA, S., NORIEGA, J.A., ORFINGER, A.B. PRDRAZA, F., PRYKE, J.S., ROQUE, F.O., SETTELE, J., SIMAIKA, J.P., STORK, N.E., SUHLING, F., VORSTER, C. & CARDOSO, P. (2020). **Solutions for humanity on how to conserve insects. Biological Conservation**, 242, 108427.

22-23 POLINIZADORES

por **Marina Wolowski** e **Kayna Agostini**

BPBES/REBIPP (2019): **Relatório temático sobre Polinização,**

Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil. WOLOWSKI, Marina; AGOSTINI, Kayna; RECH, André Rodrigo et all. PADGURSCHI, Maíra C. G. (Org.). 1ª edição, São Carlos, SP: Editora Cubo. 184 páginas. <http://doi.org/10.4322/978-85-60064-83-0>

24-25 AGROTÓXICOS

adaptado por **Leonardo Melgarejo** para a versão brasileira (texto original de **Katrin Wenz**)
Kaushalya G. Amarasekare, Peter W. Shearer: **Comparing effects of insecticides on two green lacewings species**, *Chrysoperla johnsoni* and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), 2013, <http://bit.ly/2LMASvp>
Faostat, **Pesticides use**, <http://bit.ly/2YGVtGx>.
IPBES, **The assessment report on pollinators, pollination and food production**, ed. Simon G. Potts et al., 2017, <http://bit.ly/2qNvgda>.

26-27 AGROTÓXICOS NO BRASIL

por **Leonardo Melgarejo**

CRESPO-PÉREZ et al., **The importance of insects on land and water: a tropical view**. *Current Opinion in Insect Science* Volume 40, August 2020, Pages 31-38. disponível em *The importance of insects on land and in water: a tropical view* – ScienceDirect.

CRUZ, Ivan, ALVARENGA, Clarice D. e FIGUEIREDO, Pedro E.F.. *Biologia de Doru luteipes (scudder) e sua capacidade predatória de ovos de Helicoverpa zea (boddie)*. An. Soco Entomo/. Brasil 24(2), J 995. (<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50800/1/Biologia-Doru-1.pdf>)

JANSSEN, A. & VAN RIJN, P.C.J. (2021). **Pesticides do not significantly reduce arthropod pest densities in the presence of natural enemies**. *Ecology Letters*. .Doi: 10.1111/ele.13819. https://www.researchgate.net/publication/352694883_Pesticides_do_not_significantly_reduce_arthropod_pest_densities_in_the_presence_of_natural_enemies consulta em 24/08/21

PHILIP et al. (2020). **Scientists' warning to humanity on insect extinctions**. *Biological Conservation*.Volume 242, February 2020, 108426. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320719317823>
SAMWAYS et al. (2020), **Solutions for humanity on how to conserve insects** *Biological Conservation* Volume 242, February 2020, 108427 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320719317793>

SEIBOLD, S., GOSSNER, M.M., SIMONS, N.K. et al. **Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers**. *Nature* 574, 671–674 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3>
<https://blog.climatefieldview.com.br/qual-e-a-participacao-do-agronegocio-no-pib-e-nas-exportacoes-brasileiras#:~:text=De%20acordo%20com%20c%C3%A1culos%20do,era%20de%207%2C5%25> .

<https://aba-agroecologia.org.br/coquetel-com-27-agrotoxicos-foi-achado-na-agua-de-1-em-cada-4-municipios/>

REPORTER BRASIL, **Mapa dos Agrotóxicos na Água**, 2019, <https://portrasdoalimento.info/agrotoxico-na-agua/>

28-29 CARNE

por **Maureen Santos**
OLIVEIRA Lenita Jacob; GARCIA, Maria Alice. **Flight, feeding and reproductive behavior of *Phyllophaga cuyabana*** (Moser) (Coleoptera: Melolonthidae) adults, <http://bit.ly/34cx5xJ>.
MINNEMEYER, Susan et al., **New Deforestation Hot Spots in World's Largest Tropical Forests**, 2017, <http://bit.ly/2rBzyVj>.
TRASE YEARBOOK 2018, **Sustainability in forest-risk supply chains: Spotlight on Brazilian soy**, 2018, chapter 5, <http://bit.ly/2PEvgUW>.
JANSON, Matthias. **Regenwaldrodung macht Brasilien zum Soja-Produzenten** Nr. 1, 2019, <http://bit.ly/2RfrMEX>.

30-31 AGROECOLOGIA

por **Tarita Cira Deboni e Carlos Eduardo Oliveira de Souza Leite**
ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. **Diseños agroecologicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benefica en agroecosistemas**. [s.l.] SOCLA, 2010.
ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I.; SILVA, E. N. **O papel da biodiversidade no**

manejo de pragas. [s.l.] Holos, 2003.

ALTIERI, M. a; NICHOLLS, C. I.; FRITZ, M. a. **Manage insects on your farm: a guide to ecological strategies**. [s.l.: s.n.]v. 29

ANDOW, D. A. **Vegetational diversity and arthropod population response**. *Annual Review of Entomology*, v. 36, n. 1, p. 561–586, 1991.

GONÇALVES, P. A. de S. **The importance of plant diversity in the ecological management of insects in agroecosystems: a review**. *Scientific Electronic Archives*, v. 13, n. 1, p. 88–95, 2020.

LOPES, P. R.; ARAÚJO, K. C. S.; RANGEL, I. M. L. **Sanidade vegetal na perspectiva da transição agroecológica**. *Fitos*, v. 13, n. 2, p. 178–194, 2019.

TAMBURINI, G. et al. **Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield**. *Science Advances*, v. 6, n. 45, p. 1–8, 2020.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2009.

NIEDERLE, P. A. et al. **Agroecologia: práticas, mercados e políticas para uma nova agricultura**. Kairós, 2013. 393 p.

PETERSEN, P. Introdução. In: **Agricultura familiar camponesa na construção do futuro**. Revista Agriculturas: experiências em agroecologia, edição especial, p. 5-15, 2009.

BOEF, W. S. et al. **Biodiversidade e agricultores: fortalecendo o manejo comunitário**. Porto Alegre, RS: L&PM, 2007, p. 40-45.

32-33 MANEJO AGROECOLÓGICO DE INSETOS

por **Maíra Queiroz Rezende, Pedro Henrique Brum Togni, Tarita Cira Deboni, Dany Silvio Souza Leite Amaral, Michela Costa Batista, Madelaine Venzon**

DEBONI, T. C. et al. **Bioatividade de preparados homeopáticos e extratos vegetais sobre *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de feijão armazenados**. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 12, n. 2, p. 152–158, 2017.

GIESEL, A. et al. **Activity of leaf-cutting ant *Atta sexdens* piriventris submitted to high dilution homeopathic preparations**. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, v. 16, p. 25–33, 2013.

GIESEL, A.; BOFF, M. C.; BOFF, P. **Dynamized high dilutions for management of the leafcutter ant *Acromyrmex laticeps* Emery (Hymenoptera: Formicidae)**. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 39, n. 4, p. 497, 2017.

GIESEL, A.; BOFF, M. I. C.; BOFF, P. **The effect of homeopathic preparations on the activity level of *Acromyrmex* leaf-cutting ants**. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 34, n. 4, p. 445–451, 2012.

MAPELI, N. C. et al. **Deterrência alimentar em *Ascia monuste orseis* Godart (Lepidoptera: Pieridae) induzida por soluções homeopáticas**. *Revista Ceres*, v. 62, n. 2, p. 184–190, 2015.

MEDEIROS, M. A. D., SUJII, E. R., RASI, G. C., LIZ, R. S., & MORAIS, H. C. D. **Padrão de oviposição e tabela de vida da traça-do-tomateiro *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae)**. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53, 452-456, 2009.

REZENDE, M.Q., VENZON, M., SANTOS, P.S. DOS, CARDOSO, I.M., JANSSEN, A. **Extrafloral nectary-bearing leguminous trees enhance pest control and increase fruit weight in associated coffee plants**. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 319, 107538, 2021.

TAMBURINI, G., BOMMARCO, R., WANGER, T.C., KREMEN, C., VAN DER HEIJDEN, M.G., LIEBMAN, M., HALLIN, S. **Agricultural diversification promotes multiple ecosystem services without compromising yield**. *Sci. Adv.* 6, eaba1715, 2020.

TOGNI, P. H., VENZON, M., SOUZA, L. M., SANTOS, J. P., & SUJII, E. R. **Biodiversity provides whitefly biological control based on farm management**. *Journal of Pest Science*, 92(2), 393-403, 2019.

VENZON, M. et al. **Manejo agroecológico de pragas**. In: CARMO, D. L. et al. (Org.). *Diálogos transdisciplinares em Agroecologia: projeto Café com Agroecologia*. Viçosa: FACEV, 2021. cap. 12, p. 169-182.

34-35 PRAGAS E INIMIGOS NATURAIS

por **Madelaine Venzon, Pedro Henrique Brum Togni, Ana Carolina Gomes Lagôa**

AMARAL, D.S., VENZON, M., DUARTE, M. V., SOUSA, F. F., PALLINI, A., AND HARWOOD, J. D. (2013). **Non-crop vegetation associated with chili pepper agroecosystems promote the abundance and survival of aphid predators.** *Biol. Control* 64, 338-346. doi: 10.1016/j.biocontrol.2012.12.006

BATISTA, M. C., FONSECA, M. C. M., TEODORO, A. V., MARTINS, E. F., PALLINI, A., & VENZON, M. (2017). **Basil (*Ocimum basilicum* L.) attracts and benefits the green lacewing *Ceraeochrysa cubana* Hagen.** *Biological Control*, 110, 98-106.

DIAZ, N. S. (2014). **Plantas espontâneas favorecem crisopídeos em plantio de pimenta malagueta.** Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Viçosa, MG, p. 7-59.

SHARMA, A., KUMAR, V., SHAHZAD, B., TANVEER, M., SIDHU, GPS., HANDA, N., KOHLI, S. K., YADAV, P., BALI, A. S., PARIHAR, R. D., DAR, O. I., SINGH, K., JASROITA, S., BAKSHI, P., KUMAR, S., BHARDWAJ, R., THUKRAL, A. K. (2019). **Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem.** *SN Applied Sciences*, 1:1446.

TOGNI, P. H., VENZON, M., MUNIZ, C. A., MARTINS, E. F., PALLINI, A., & SUJII, E. R. (2016). **Mechanisms underlying the innate attraction of an aphidophagous coccinellid to coriander plants: Implications for conservation biological control.** *Biological Control*, 92, 77-84.

VENZON, M., AMARAL, D. S. S. L., TOGNI, P. H. B., AND CHIGUACHI, J. A. M. (2019). **INTERACTIONS OF NATURAL ENEMIES WITH NON-CULTIVATED PLANTS.** In: Souza, B., Vázquez, L., Marucci, R. (Eds.) **Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems.** Springer, Cham. pp. 15-26. doi: 10.1007/978-3-030-24733-1_2

Ministerio de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, **Mapa registra recorde de 95 defensivos de controle biológico em 2020, 2021.** <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/Mapa-registra-recorde-de-95-defensivos-biologicos-em-2020>

36-37 GAFANHOTOS

por **Gabriela Inés Diez-Rodriguez e Dori Edson Nava**

CASTILHOS, R.V.; SANTOS, J.P.; MENEZES-NETTO, A.C.; RIBEIRO, L.P.; GEREMIAS, L.D.; TRABAQUINI, K.; SANTOS, F.; EBEL, J. **Plano Estadual de Supressão do Gafanhoto Sul-americano, *Schistocerca cancellata* (Serville, 1839) (Orthoptera: Acrididae: Cyrtacanthacridinae).** Florianópolis: Epagri, 2021, 36p. (Epagri. Boletim Técnico, 201).

DIARIO OFICIAL DA UNIÃO. Portaria n. 208, de 29 de junho de 2020. Publicado em: 30/06/2020/ Edição: 123, Seção: 1, Página: 6

GEREMIAS, L.D.; SANTOS, J.P. DOS; MENEZES-NETTO, A.L.; RIBEIRO, L.P.; CASTILHOS, R.V.; TRABAQUINI, K. **A ameaça da invasão dos gafanhotos e a atuação dos órgãos públicos de Santa Catarina.** *Agropecuária Catarinense, Florianópolis*, v.33, n.3, set./dez. 2020

GRIGIO, G.S.; NASCIMENTO, R.B.; ARAGON, V.F. **Biogeografia dos enxames de gafanhotos *Schistocerca cancellata*, histórico de ocorrências e as implicações para a agricultura brasileira.** *Journal of Development, Curitiba*, v. 6, n.12, p.101133-101143 dez. 2020.

MAGALHAES, B. P.; LECOQ, M. **Bioinseticida e gafanhotos-praga.** 2. ed., 2007. v. 1. 121pp.

MIRANDA, E.E.; LECOP, M.; PIEROZZI, I.; DURANTON, J.-F.; BATISTELLA, M. **O gafanhoto do Mato Grosso: balanço e perspectivas de 4 anos de pesquisas 1992-1996.** EMBRAPA-NMA, Campinas, Brasil/CIRAD-GERAD-GERDAT-PRIFAS, Montpellier, França. 146pp.

SCHIUMA, R. **Informe sobre "Tucuras".** Ministerio de Agricultura de la Nación. N. 43, Buenos Aires, AR, 1938. 117pp.

TUMELERO, F.; SILVEIRA, V.C.; WEYMAR, G.J.; BUSKE, D.; QUADROS, R.S.; GONÇALVES, G.A.; ATHAYDE, A.S.; PIOVESAN, L.R.; CUNHA F.I. **Simulation of the movement of a locust swarm in Argentina in 2020.** *Neotropical Entomology*, v. 1, p. 1-9, 2021.

38-39 ENGENHARIA GENÉTICA

adaptado por **Gabriel Bianconi Fernandes** para a versão brasileira (texto original de **Daniela Wannemacher e Mute Schimpf**)

Buchman et al., **Synthetically engineered Medea gene drive system in the worldwide crop pest *Drosophila suzukii*.** 2018, <https://doi.org/10.1073/pnas.1713139115>.

Pflanzenforschung.de, **Medea gegen Fliegen. Ist Gene Drive eine Lösung für geplagte Obstbauern?** 2018, <http://bit.ly/35c4A4A>.

transgen.de, **Gene Drive**, undated, <https://bit.ly/34pSk0l>. – ISAAA Brief 54-2018, **Biotech crops continue to help meet the challenges of increased population and climate change**, 2018, <http://bit.ly/349mjs5>.

transgen.de, **Bt-Pflanzen: Resistenzen lassen sich verzögern, aber nicht ausschließen**, undated, <http://bit.ly/35dDgD9>.

Bruce E. Tabashnik, Yves Carrière, **Surge in insect resistance to transgenic crops and prospects for sustainability**, 2017, <http://bit.ly/2rGlcTs>.

Yutao Xiao, Kongming Wu, **Recent progress on the interaction between insects and *Bacillus thuringiensis* crops**, 2019, <http://bit.ly/35k2zUg>.

EPP0 global database, <https://gd.eppo.int>

40-41 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

adaptado por **Dany Silvio Souza Leite Amaral** para a versão brasileira (texto original de **Christine Chemnitz**)

Dominik Poniatowski, Thomas Fartmann, **Experimental evidence for density-determined wing dimorphism in two bush-crickets (Ensifera: Tettigoniidae)**, 2009, <http://bit.ly/2YGsymb>. –

Curtis A. Deusch et al., **Increase in crop losses to insect pests in a warming climate**, 2018, <http://bit.ly/2qLXWZ>, <http://bit.ly/2E5qJpt>.

AUAD, A. M.; FONSECA, M.G.; RESENDE, T.T.; MADDALENA, I.S.C.P. **Effect of climate change on longevity and reproduction of *Sipha flava* (Hemiptera: Aphididae).** *Florida Entomologist*, v. 95, n. 2, p. 433-444, 2012.

GIANNINI, Tereza C.; ACOSTA, André L.; GARÓFALO, Carlos Alberto; et al. **Pollination services at risk: bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil.** *Ecological Modelling, Amsterdam*, v. 244, p. 127-131, 2012

42-43 INSETOS COMESTÍVEIS NO BRASIL

adaptado por **Ariel de Andrade Molina, Jéssica Herzog Viana e Eraldo Medeiros Costa Neto** para a versão brasileira (texto original de **Hanni Rützler**)

Dennis G.A.B. Oonincx, Imke J.M. de Boer, **Environmental Impact of the Production of Mealworms as a Protein Source for Humans – A Life Cycle Assessment**, 2012, <http://bit.ly/34bqt2H>.

C.L.R. Payne et al., **Are edible insects more or less 'healthy' than commonly consumed meats? A comparison using two nutrient profiling models (...)**, 2015, <http://bit.ly/2PbEhWA>.

Thorben Grau et al., **Sustainable farming of the mealworm *Tenebrio molitor* for the production of food and feed**, 2017, <http://doi.org/10.1515/znc-2017-0033>.

Yde Jongema, **List of edible insects of the world**, 2017, <http://bit.ly/2BCDWTv>.

statista, M. Shahbandeh, **Forecast market value of edible insects worldwide from 2018 to 2023**, 2018, <http://bit.ly/2Pa9z02>.

44-45 BESOUROS ROLA-BOSTAS por Marina Regina Frizzas e Charles Martins de Oliveira

CONAB (2018) **Safras grãos: série histórica** [WWW Document]. URL <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br> [accessed on 10 March 2018].

IBGE (2018) **Produção agrícola e pecuária municipal: censo agropecuário, produção e extração vegetal da silvicultura** [WWW Document]. URL <https://www.ibge.gov.br/>. <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil> [accessed on 3 December 2018].

OLIVEIRA Y. F., OLIVEIRA C. M., FRIZZAS M. R. (2021). **Changes in land use**

affect dung beetle communities but do not affect ecosystem services in the Cerrado of Central Brazil. *Ecological Entomology*, 46: 973-987

PERCEQUILLO A. R. & GREGORIN R. (2018) **Mammalia in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/64>>.

Vaz-de-Mello F. Z. & Grossi P. C. (2021) **Scarabaeinae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. PNUD. Disponível em: <<http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/127498>>.

BERTONE, M. et al Dung beetles of central and eastern North Carolina cattle pastures < <https://cefs.ncsu.edu/resources/dung-beetles-of-central-and-eastern-north-carolina-cattle-pastures/>>

ANDRESEN, E. Dung beetles in a Central Amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers. ***Ecological Entomology***, v. 27, n. 3, p. 257-270, 2002.

MATTHEWS, E. G. Observations on the ball-rolling behavior of *Canthon pilularius* (L.) (Coleoptera, Scarabaeidae). *Psyche*, v. 70, n. 2, p. 75-93, 1963.

NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LOUZADA, J.; LARSEN, T.; AMEZQUITA, S.; FAVILA, M. E.; NETWORK, T. S. R. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. ***Biological Conservation***, v. 141, n. 6, p. 1461-1474, 2008.

IBGE (2018) **Produção agrícola e pecuária municipal: censo agropecuário, produção e extração vegetal da silvicultura** [WWW Document]. URL <https://www.ibge.gov.br/>. <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil> [accessed on 3 December 2018].

46-47 APICULTURA

adaptado por **Ricardo Costa Rodrigues de Camargo** para a versão brasileira (texto original de **Heiko Werning**)

ZISKA, Lewis H. et al. **O aumento de CO2 na atmosfera tem reduzido a concentração proteica de uma fonte essencial de pólen floral essencial a abelhas norte-americanas**, 2016, <http://bit.ly/35gABJO>.

NASA, Global mean CO2 mixing ratios, undated, 280–380 ppm, <https://go.nasa.gov/36uXqZF>.

SCINEXX. **CO2: 400 ppm sind das neue Normal**, 2016, <http://bit.ly/2LJtr8a>.

EC. **Honey Market Presentation**, 2019, <http://bit.ly/2t4oU9S>.

WESTRICH, Paul et al. **Rote Liste und Gesamtartenliste der Bienen (Hymenoptera, Apidae) Deutschlands**, 2011, p.403, <http://bit.ly/2tbOqKF>.

NIETO, Ana et al. **European Red List of bees**, 2014, p.17, <https://bit.ly/34oB7Vr>

FAOSTATS, **Honey, Natural production quantity**, 2019 <https://www.fao.org/faostat/en/#compare>

48-49 ABELHAS-SEM-FERRÃO

por **Ricardo Costa Rodrigues de Camargo e Guilherme Schnell e Schühli**

BOSSERT, S., MURRAY, E. A., ALMEIDA, E. A. B., BRADY, S. G., BLAIMER, B. B. DANFORTH, B. N. **Combining transcriptomes and ultraconserved elements to illuminate the phylogeny of Apidae**. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 130, p. 121-131, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.10.012>.

BUCHERONI, G. **Jardins de Mel: colmeias de abelhas sem ferrão são instaladas em áreas públicas de Curitiba (PR)**. Terra da gente: Campinas e região, Portal G1 de notícias. Acessado em 30/07/2021 <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/noticia/2019/03/21/jardins-de-mel-colmeias-de-abelhas-sem-ferrao-sao-instaladas-em-areas-publicas-de-curitiba-pr.ghtml>

CAPPAS-E-SOUZA, J. P. **Os Maiais e a Meliponicultura**. *Apicultor*, v. 3, n. 9, p. 15-17, 1995.

CORTOPASSI-LAURINO, M. **Relatos de viagem II: Meliponicultura no México**. *Mensagem Doce*, v. 66, p. 8–15, 2002.

CORTOPASSI-LAURINO, M., IMPERATRIZ-FONSECA, V. L., ROUBIK, D. W., DOLLIN, A., HEARD, T., AGUILAR, I., VENTURIERI, G. C., EARDLEY, C., NOGUEIRA-NETO, P. **Global meliponiculture: challenges and**

opportunities. *Apidologie*, v. 37, n. 2, p. 275-292, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:2006027>

JOSÉ MANUEL P. P. BALLIVIÁN, J. M. P. P. **Abelhas Nativas sem Ferrão**. *Mg P, Oikos*, 2008. pp. 128.

KERR, W. E., CARVALHO, G. A., NASCIMENTO, V. A. **Abelha urucu, biologia, manejo e conservação**. Fundação Acangau, Belo Horizonte, 1996.

KERR, W. E., PETRERE M. JR., DINIZ FILHO, J. A. F. **Informações biológicas e estimativa do tamanho ideal da colmeia para a abelha tíuba do Maranhão (*Melipona compressipes fasciculata* Smith – Hymenoptera, Apidae)**. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 18, n. 1, p. 45-52, 2001.

PEREIRA-DIAS, F., COSTA, L. R., CARMO, S. D., CASSIANI, S. **Um jardim de mel de Florianópolis: uma ferramenta na educação ambiental crítica**. *Revista Sobre Tudo*, v. 11, n. 1, 2020. ISSN: 1519-7883 <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/sobretudo/article/view/3504>

SILVEIRA, F. A., MELO, G. A. R., ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Fernando A. Silveira, Belo Horizonte, 2002. pp. 253

VILLANUEVA, G. R., BUCHMANN, S., DONOVAN, A. J., ROUBIK, D. W. **Crianza y manejo de la abeja Xunan cab en la Península de Yucatán**. ECOSUR-University of Arizona, Chetumal, Quintana Roo, México: El Colegio de la Frontera Sur, University of Arizona. 2005. pp. 34

VILLANUEVA, G. R., ROUBIK, D. W., COLLI-UCÁN, W. **Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatán Peninsula**. *Bee World*, v. 86, p. 35–41, 2005.

50-51 COMÉRCIO DE INSETOS

por **Felipe de Lemos**

Naturkapital Deutschland – Teeb De, 2016, p.103, <https://bit.ly/2yFDbfZ>.

Bernd Hansjürgens et al., Zur ökonomischen Bedeutung der Insekten und ihrer Ökosystemleistungen, 2019, p.231, <http://bit.ly/34bYJeg>.

USDA APHIS | **Screwworm**. https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/internationalservices/Sterile_Fly_Release_Programs/Screwworm.

VAN LENTEREN, J. C., BOLCKMANS, K., KÖHL, J., RAVENSBERG, W. J. & URBANEJA, A. **Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities**. *BioControl* 63, 39–59 (2018).

BIOLOGICAL CONTROL MARKET | 2021 – 26 | **Industry Share, Size, Growth – Mordor Intelligence**. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/biological-control-market>.

AGROFIT. **Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários**. http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons (2016).

Paranhos, B. A. J. **BIOFÁBRICA MOSCAMED BRASIL – TECNOLOGIA AMBIENTALMENTE SEGURA NO COMBATE ÀS PRAGAS**. 16 (2007).

MOSCAMED – **Moscamed**. <http://moscamed.org.br/moscamed-2/>.

OXITEC. **Oxitec** <https://www.oxitec.com/br/saude>.

Uber das abelhas': agricultores recorrem a aluguel de colmeias para melhorar produção de maçã, morango, café e outros grãos. G1 <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/10/05/uber-das-abelhas-agricultores-recorrem-a-aluguel-de-colmeias-para-melhorar-producao-de-maca-morango-caffe-e-outros-graos.ghtml>.

Agrobee – Bem vindo ao futuro do Agro. <https://www.agrobee.net/>.

APIAGRI. <https://www.apiagri.com/>.

52-53 JOANINHAS

por **Dany Silvio Souza Leite Amaral**

ALMEIDA, L.M. & RIBEIRO-COSTA, C.S. 2009. **Coleópteros predadores (Coccinellidae)**. Pp. 931-968. In: A.R. Panizzi & J.R.P. Parra (eds). *Bioecologia e Nutrição de Insetos*. EMBRAPA. Brasília, 1164 p.

AMARAL, D.S.S.L.; VENZON, M.; BARBOSA, E.; ABREU, N.; RESENDE, W. 2019.

Biofábrica de insetos predadores. Informe Agropecuário. Tecnologias para o manejo sustentável de pragas e doenças, Belo Horizonte, v. 40, n. 305, p. 48-56.

DE BACH, P. & ROSE, D. 1991. **Biological control by natural enemies**.

Cambridge, New York, 440p.

DIXON, A.F.G. 2000. **Insect Predator-prey Dynamics Ladybird Beetles and Biological Control**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 268p.

HODEK I., VAN EMDEN H.F. & Honěk A. (eds). 2012. **Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae)**. Wiley-Blackwell, Oxford, 561 p.

HODEK I, HONEK A. 1996. **Ecology of Coccinellidae**, Kluwer Academic Press, 464 p.

HONEK, A., BROWN, P.M.J., MARTINKOVA, Z. et al. **Factors determining variation in colour morph frequencies in invasive *Harmonia axyridis* populations**. *Biol Invasions* 22, 2049–2062 (2020).

MAJERUS, M.E.N. 1994. **Ladybirds**. New Naturalist Series No 81. Harper Collins, London, UK. 367p.

OBRYCKI, J.J., KRING, T.J. 1998. **Predaceous Coccinellidae in biological control**. *Annual Review of Entomology*, v. 46, p. 295-321.

SILVA, T.P. 2016. **Mamã galinha, menina joaninha: representações dos animais no livro infantil e suas possibilidades na educação científica**. 124p. Dissertação (Mestrado Educação). Faculdade de Educação de Universidade de São Paulo.

PÁGINAS INTERNET

<https://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente/biofabrica>

<https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/biofabrica-produz-cerca-de-40-mil-joaninhas-em-2019>

https://actu.fr/normandie/caen_14118/distribution-gratuite-coccinelles-caen-replacer-pesticides-dans-jardin_22854343.html

<https://caen.fr/actualite/distribution-de-pontes-dinsectes-utiles>

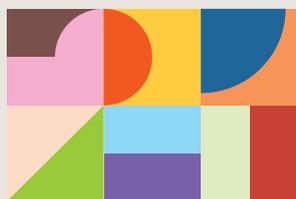
<https://vejasp.abril.com.br/consumo/delivery-joaninhas/>

https://www.lexpress.fr/actualite/societe/environnement/40-000-coccinelles-a-paris-trois-questions-sur-une-alternative-aux-insecticides_1916348.html

<https://www.leparisien.fr/societe/contre-les-pesticides-utilisez-les-coccinelles-dans-vos-jardins-12-05-2017-6942750.php>

<https://www.ouest-france.fr/environnement/parole-d-expert-caen-les-coccinelles-pour-manger-les-pucerons-5733618>

<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/06/07/a-nuvem-gigantesca-de-joaninhas-que-confundiu-satelites-no-ceu-da-california.ghtml>



HEINRICH
BÖLL
STIFTUNG
21 ANOS
no BRASIL



Promover a democracia e defender os direitos humanos; atuar em defesa da justiça socioambiental; promover a igualdade entre mulheres e homens; garantir a paz por meio da prevenção de conflitos em zonas de crise e defender a liberdade dos indivíduos – estes são os objetivos que impulsionam as ideias e ações da Fundação Heinrich Böll, uma fundação política alemã, sem fins lucrativos.

Embora a Fundação mantenha laços estreitos com o Partido Verde Alemão, ela trabalha de forma independente e nutre um espírito de abertura intelectual. Integramos uma rede internacional que abrange mais de 160 projetos parceiros em aproximadamente 60 países. No Brasil cooperamos com projetos de diversas organizações da sociedade civil que promovem os valores que defendemos. Além de projetos nos campos da segurança pública, gênero, ecologia, entre outros, promovemos debates e produzimos publicações disponíveis em nosso site para download gratuito e na íntegra.

É com prazer que seguimos o conselho de Heinrich Böll de que envolver-se é a única forma de enfrentar a realidade. Queremos inspirar outras pessoas a fazerem o mesmo.

Sigamos unidos pelos próximos 21 anos!



Fundação Heinrich Böll 21 anos no Brasil

Rua da Glória, 190, 7º andar, Glória
Rio de Janeiro, RJ
<http://br.boell.org>

Assine a newsletter da
Fundação Heinrich Böll



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Atlas dos insetos: fatos e dados sobre as espécies mais numerosas da Terra / Organizadores: Marcelo Montenegro e Joana Simoni. __ Rio de Janeiro : Fundação Heinrich Böll, 2021.
58 p. : il., color.

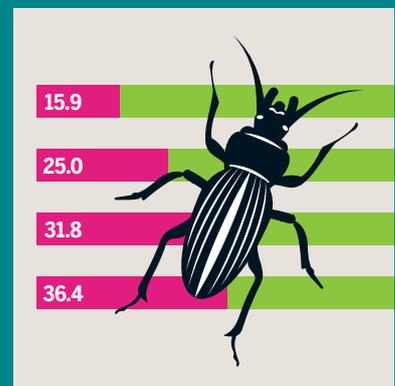
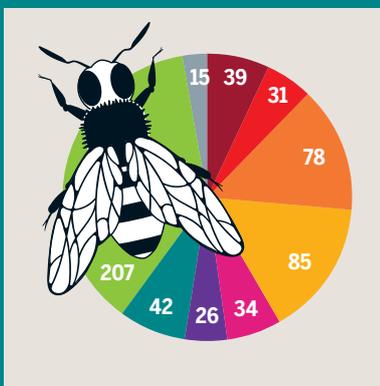
ISBN: 978-65-87665-03-0.

1. Insetos - História. 2. Insetos - Política. 3. Insetos - Economia. 4. Insetos - Agricultura. I. Montenegro, Marcelo (org.). II. Simoni, Joana.

CDD 595.7

PUBLICAÇÕES DA MESMA SÉRIE





Apesar da importância biológica, social e econômica, os polinizadores estão ameaçados por diversos fatores, tais como perda de habitat, poluição ambiental, agrotóxicos, mudanças climáticas, espécies invasoras, doenças e patógenos.

SEM POLINIZADORES, SEM COMIDA NA MESA, página 14

Os insetos são os organismos mais diversos e abundantes do mundo. Até o momento, os cientistas já descreveram aproximadamente 1 milhão de espécies e ainda há pelo menos mais 5 milhões a serem descritas.

EQUILIBRANDO PRODUÇÃO, SUSTENTABILIDADE E BIODIVERSIDADE, página 24

O Brasil é um dos países mais ricos em insetos do mundo, mas a produção de soja está afetando sua biodiversidade.

DA FLORESTA AO PASTO, DO PASTO AO CONFINAMENTO, página 26

73% de todas as espécies vegetais do planeta dependem da polinização feita pelas abelhas. No Brasil, mais da metade das 141 espécies de plantas cultivadas depende da polinização que é feita, principalmente, por esse grupo de insetos.

MUITO ALÉM DO MEL, página 46