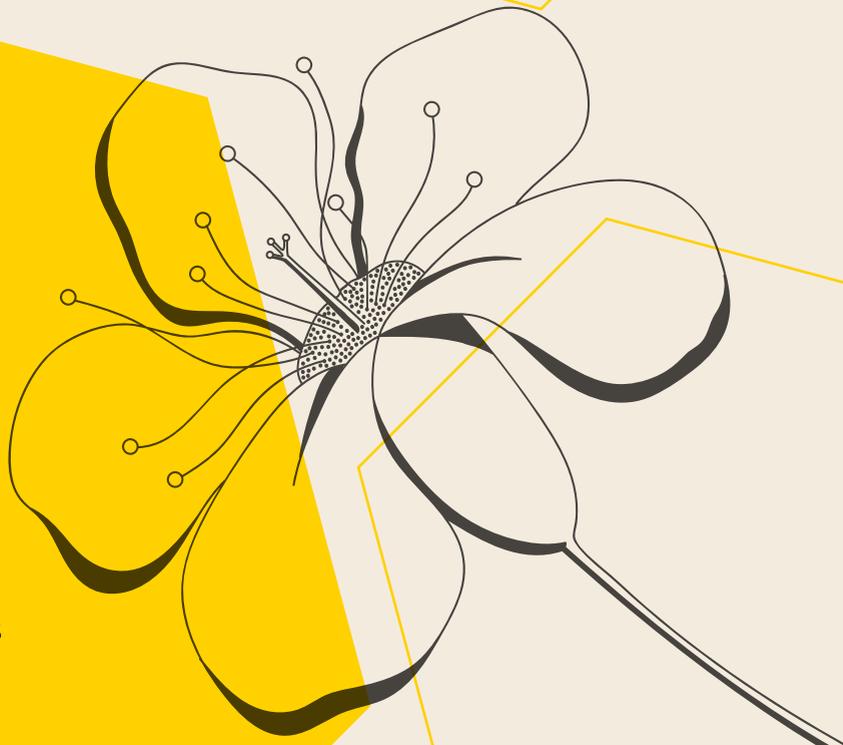




**Importância dos polinizadores  
na produção de alimentos e na  
segurança alimentar global**







# Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global



Brasília – DF  
2017

# © Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC)

## **Presidente**

*Mariano Francisco Laplane*

## **Diretor Executivo**

*Marcio de Miranda Santos*

## **Diretores**

*Antonio Carlos Filgueira Galvão*

*Gerson Gomes*

**Edição**/*Márcio Tadeu dos Santos*

**Capa e Diagramação**/*Diogo Rodrigues Moraes Alves*

**Ilustrações**/*Rafael Benjamim Silva*

**Projeto Gráfico**/*Núcleo de Design Gráfico do CGEE*

*Catálogo na fonte*

C389i

Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2017.

124 p.; il, 24 cm

ISBN 978-85-5569-123-2 (impresso)

ISBN 978-85-5569-124-9 (eletrônico)

1. Polinização. 2. Alimento. 3. Segurança Alimentar. 4. Agentes Polinizadores. I. CGEE. II. Título.

CDU 638.19

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), SCS Qd. 9, Torre C, 4º andar, Ed. Parque Cidade Corporate, CEP: 70308-200 - Brasília, DF, Telefone: (61) 3424.9600, [www.cgee.org.br](http://www.cgee.org.br)

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que seja citada a fonte.

### **Referência bibliográfica:**

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global, DF: 2017. 124p.

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas pelo CGEE e com recursos providos pelo Edital 01/2016 SECIS/MCTIC – Eventos da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) e no âmbito do 2º Contrato de Gestão MCTIC/CGEE

Tiragem impressa: 300. Impresso em 2017. Coronário Editora Gráfica Ltda.



# Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global

## **Supervisão**

Mariano Francisco Laplane

## **Coordenador**

Antonio Carlos Guedes

Denise Mendes Alves Terror

## **Equipe técnica do CGEE**

Adriana Badaró de Carvalho Villela

Bianca dos Anjos Torreão

Elaine Michon Nehme

Inayara de Oliveira

Ivone Oliveira

Mayra Juruá Gomes de Oliveira

Márcia Tupinambá

Paulo Roberto Medeiros

Solange Cristina Barbosa Figueiredo

Thiago Rodrigues Costa Silva

Rodrigo Leonardi

## **Revisão Técnica**

Carmen Sílvia Soares Pires (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - Cenargen)

## Participantes do Fórum de Especialistas<sup>1</sup>

Aline Cristina Martins	Universidade de Brasília (UnB)
Ana Lúcia Assad	Associação Brasileira de Estudo de Abelhas (A.b.e.l.h.a.)
Ana Paola Cione	Associação Nacional de Defesa Vegetal (Andef)
Andreia Shiwa	Associação Nacional de Defesa Vegetal (Andef)
Antônio Celso Villari	Associação Brasileira de Estudo de Abelhas (A.b.e.l.h.a.)
Antonio Rocha	Universidade de Taubaté (Unitau)
Blandina Felipe Viana	Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Breno Magalhães Freitas	Universidade Federal do Ceará (UFC)
Bruno Nunes	Ministério da Ciência, Tecnologia, Informações e Comunicações (MCTIC)
Carlos Alberto Bastos	Associação Apícola do Distrito Federal (APIDF)
Carlos Tonelli	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)
Carmen Silvia Soares Pires	Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen)
Ceres Belchior	Ministério do Meio Ambiente (MMA)
Cícero Clemente de Freitas	Sindicato dos Apicultores do Distrito Federal (Sindiapis)
Daniel Malusá Gonçalves	Sem Abelhas, Sem Alimentos
Eliana Maria Gouveia Fontes	Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen)
Flávia Viana Silva	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)
Guilherme Guimarães	Associação Nacional de Defesa Vegetal (Andef)
Karina Cham	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)
Lídia Barreto	Confederação Brasileira de Apicultura (CBA)
Lionel Gonçalves	Sem Abelhas, Sem Alimentos (USP/UFRB)
Marcus Peixoto	Senado Federal
Marinice Rocha	Universidade de Taubaté (Unitau)
Osmar Malaspina	Universidade Estadual Paulista (Unesp/Rio Claro)
Vera Lucia Imperatriz Fonseca	Universidade de São Paulo (USP)

---

<sup>1</sup> Realizado no CGEE em 15/09/2016

## Sumário

---

Apresentação	7
Introdução	9
<b>Capítulo 1</b>	
<b>Avaliação Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços de Ecossistemas (IPBES)</b>	17
Vera Lucia Imperatriz-Fonseca e Carlos Alfredo Joly	
<b>Capítulo 2</b>	
<b>A necessidade de uma convivência harmônica da agricultura com os polinizadores</b>	39
Breno Magalhães Freitas e Isac Gabriel Abrahão Bomfim	
<b>Capítulo 3</b>	
<b>O que a ciência pode fazer pelos polinizadores?</b>	57
Blandina Felipe Viana	
<b>Capítulo 4</b>	
<b>Atual cenário da avaliação de risco de agrotóxicos para polinizadores no Brasil</b>	67
Karina Cham, Carlos Tonelli, Leandro Borges e Flávia Viana Silva	
<b>Capítulo 5</b>	
<b>Polinizadores e o debate sobre agrotóxicos no Congresso Nacional</b>	81
Marcus Peixoto	
Referências bibliográficas	103
Anexo 1	116
Glossário didático	119
Siglas	122





## Apresentação

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) tem participado todos os anos da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), promovida pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), procurando levar ao público mensagens inovadoras e abrangentes que possam despertar nas pessoas a consciência do papel da ciência, da tecnologia e da inovação no dia a dia dos cidadãos.

Em 2016, o tema da Semana Nacional, que aconteceu de 17 a 23 de outubro em todo o Brasil, foi **“Ciência alimentando o Brasil”** e o CGEE, cumprindo a sua missão de antecipar o futuro, desenvolveu uma proposta focada na *“importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global”*.

O objetivo dessa proposta foi o de dar ênfase, tanto à importância dos polinizadores, como também ao fenômeno do desaparecimento das abelhas, questão realçada em recente relatório do *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES), para as Nações Unidas.

Discutir estas questões é de grande interesse estratégico para o Brasil, um dos principais produtores globais de alimentos, e para a segurança alimentar da humanidade a fim de conter o gradual desaparecimento de espécies polinizadoras, em especial das abelhas e seu consequente impacto na produção de alimentos.

Como é já conhecido, esse fenômeno tem causas diversas, felizmente muitas delas reversíveis, desde que providências, especialmente por meio de políticas públicas e ações de conscientização dos cidadãos, sejam tomadas a tempo.

Nesse contexto, o CGEE propôs ao MCTIC que um dos focos da Semana Nacional 2016 fosse sobre os temas referidos. Essa proposta foi aceita e o CGEE, cumprindo esse objetivo realizou um fórum com renomados especialistas, acadêmicos e representantes de produtores com o objetivo de avançar o conhecimento sobre a questão e que conduzam a decisões quanto às políticas públicas que concorram não só para a mitigação do fenômeno do desaparecimento das abelhas, como também para despertar o interesse dos legisladores, produtores, consumidores, da mídia e dos demais tomadores de decisão para que reflitam sobre a importância dos polinizadores para a biodiversidade e para produção de alimentos.

Outras iniciativas do CGEE se constituíram na elaboração de uma cartilha sobre o tema e na realização, durante toda a Semana Nacional, de um *stand* no Jardim Botânico de Brasília tendo como tema “**Ciência Amiga das Abelhas**”. Nesse *stand* foi realizado um concurso com as crianças das escolas visitantes sobre a importância dos polinizadores.

A cada dia participaram desse concurso ([www.cggee.org.br/web/ciencia-amiga-das-abelhas](http://www.cggee.org.br/web/ciencia-amiga-das-abelhas)) dezenas de alunos (na faixa etária de 11 a 16 anos) de escolas distintas, que, sob a condução da equipe do CGEE e de um ilustrador profissional, deixaram impressas, em painéis, sua visão sobre o futuro do nosso mundo com e sem os polinizadores. Os treze painéis gerados ao longo da SNCT fazem parte desta publicação.

O sucesso obtido com a realização do Fórum de Especialistas motivou a elaboração desta publicação contendo as cinco palestras técnicas apresentadas e discutidas durante o evento, bem como uma síntese das sugestões apresentadas pelos participantes (anexo 1) e também os painéis com a visão das crianças visitantes sobre o futuro do planeta com e sem polinizadores. O primeiro destes painéis serviu de inspiração para a capa desta publicação e os demais permeiam os artigos técnico-acadêmicos aqui apresentados.

**Mariano Francisco Laplane**  
Presidente do CGEE



## Introdução

Ficou claro nas discussões dos especialistas que participaram do Fórum sobre a importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global, realizado em 15 de setembro de 2015, no CGEE, Brasília (DF), ser imprescindível combater a desinformação do cidadão sobre o papel e a importância que têm os polinizadores para a biodiversidade do planeta e na segurança alimentar global.

Recomendou-se no Fórum que esforços devam ser feitos para que informação de qualidade sobre a importância e o papel dos polinizadores chegue até a sociedade, especialmente a urbana, e que os problemas relacionados à preservação das populações de polinizadores sejam trazidos para mais perto da realidade das pessoas. Essa conscientização servirá para empoderar o cidadão a fim de que ele passe a ser um disseminador de informações e possivelmente um ativo defensor da causa.

O que ainda hoje a sociedade conhece sobre as abelhas, por exemplo, as maiores responsáveis pela polinização das espécies produtoras de alimentos, se restringe a que estas são responsáveis pela produção de mel, que possuem ferrão e que podem ser perigosas ao homem e animais em função do veneno que poderão injetar.

É necessário, portanto, mostrar que existem no Brasil centenas de outras espécies além da abelha melífera (*Apis mellifera*) que desempenham importantes papéis na polinização e na manutenção dos ecossistemas e no aumento da produtividade da agricultura e na produção de alimentos.

Seguindo a recomendação dos especialistas estamos apresentando nesta publicação cinco das palestras apresentadas no Fórum, buscando disseminar informações baseadas na experiência de seus autores para que se conheçam melhor os diferentes cenários estudados nesta importante temática.

"A construção do mundo  
está em nossas mãos."





## PAINEL 1.

### “EM NOSSAS MÃOS”

**Nota:** Painel de visão de futuro do planeta, elaborado pelas crianças da Escola Vila das Crianças, sob a condução da equipe do CGEE e do ilustrador Rafael Benjamim Silva.



POR QUE  
SERÁ QUE OS  
NOSSOS ANTE-  
PASSADOS QUERIAM  
TANTO SALVAR  
ESSAS ABEIHAS?

SALVE  
AS  
ABEIHAS

02



## PAINEL 2.

### “APOCALIPSE”

Nota: Painel de visão de futuro do planeta, elaborado pelas crianças do Colégio Esplanada, sob a condução da equipe do CGEE e do ilustrador Rafael Benjamim Silva.



MUNDO  
INVERTIDO

HAMBURGERS

COMIDALAB



### PAINEL 3.

## “MUNDO IDEAL X MUNDO INVERTIDO”

Nota: Painele de visão de futuro do planeta, elaborado pelas crianças da Escola Vila das Crianças, sob a condução da equipe do CGEE e do ilustrador Rafael Benjamim Silva.





# Capítulo 1

## Avaliação Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços de Ecossistemas (IPBES)

Vera Lucia Imperatriz-Fonseca<sup>2</sup>  
Carlos Alfredo Joly<sup>3</sup>

### 1.1. O que é a Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços de Ecossistemas (IPBES)

A Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços de Ecossistemas (IPBES / [www.ipbes.net](http://www.ipbes.net)) foi estabelecida no Panamá em 2012, pela *United Nations Environmental Program (Unep)*, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), com o objetivo de fazer a interface entre ciência e política para a conservação da biodiversidade, serviços ecossistêmicos, bem-estar humano duradouro e desenvolvimento sustentável. A plataforma tem um funcionamento similar ao Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) no sentido de apresentar em resposta a solicitações de governos ou de outros tomadores de decisão uma análise crítica do conhecimento existente sobre um tema e disponibilizar este resultado aos interessados.

Uma avaliação da Plataforma trata da análise crítica do conhecimento para uma região ou um tópico especial, incluindo entre as várias fontes de informação o conhecimento indígena e tradicional. A avaliação tem uma etapa de análise do conhecimento existente, seguida de uma síntese do conteúdo realizada por especialistas, de modo a disponibilizar informações fidedignas.

No caso dos polinizadores, estes são fundamentais para vários objetivos da agenda 2030, com destaque para os objetivos: 2 (acabar com a fome, alcançar segurança alimentar e nutrição adequadas, promover

---

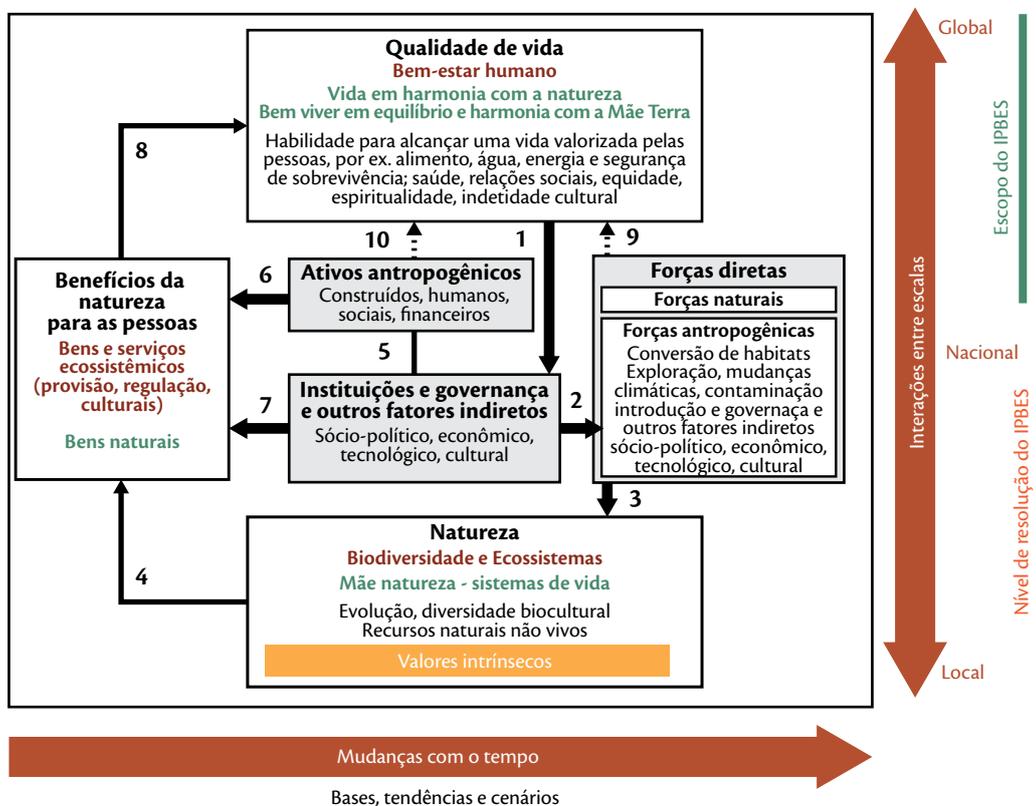
<sup>2</sup> Pesquisadora titular do Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável.

<sup>3</sup> Coordenador do programa Biota-Fapesp do Instituto de Biologia (Unicamp).

a agricultura sustentável); 3 (assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar); 8 (promover o crescimento econômico inclusive e sustentável) e para o objetivo 15 (proteger, restaurar e promover o uso dos ecossistemas terrestres e interromper a perda de biodiversidade).

Para desenvolver as suas atividades foi estabelecido um marco conceitual, abordando tópicos que devem estar presentes em todas as avaliações.

Este quadro foi planejado como a pedra fundamental desta plataforma para servir de guia a todas as atividades das avaliações (Diaz *et al.*, 2015).



**Figura 1** – Diagrama do marco conceitual da IPBES

Fonte: a partir de Diaz *et al.*, 2015; tradução Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ambientais/BBES



A complexidade da tarefa da IPBES é grande. Inicialmente, quando define as questões a serem abordadas, avalia as tendências e propõe soluções. A Plataforma deve tratar com uma grande diversidade de tomadores de decisão, tais como formuladores de políticas públicas, organizações da sociedade civil e setor privado. O segundo desafio é incorporar informações de fontes muito variadas, tais como ciências naturais, sociais e exatas, imprensa cinza (teses, dissertações etc.), conhecimento indígena e local. Em questões ligadas à biodiversidade, o conhecimento e as práticas locais indígenas e de outras comunidades tradicionais precisam ser consideradas. Por fim, além de produzir as informações solicitadas pelas avaliações em curso, precisa tratar de capacitação, desenvolvimento de ferramentas para o aperfeiçoamento de políticas e catalisar a geração de novos conhecimentos críticos (Diaz *et al.*, 2015).

A IPBES deve informar aos formuladores de políticas dos governos, dos negócios e das comunidades o que de melhor a ciência pode nos contar sobre as espécies do Planeta, os sistemas naturais e os benefícios que eles trazem para os povos (Anne Larigauderie, [www.ipbes.net](http://www.ipbes.net)).

Os participantes das avaliações da IPBES são indicados pelos governos ou outros setores da sociedade, selecionados pelo Painel Multidisciplinar de Especialista (MEP) da IPBES, com base no perfil do candidato em relação ao tópico abordado e a participação proporcional das cinco regiões das Nações Unidas em cada avaliação.

Os grupos de trabalho são coordenados por pesquisadores experientes e sempre que possível levando-se em conta a questão geográfica global. A orientação sobre os tópicos é dada pela coordenação geral (no nosso caso, os *co-chairs* escolhidos entre as indicações dos governos, pelo Painel Multidisciplinar de Especialistas [MEP], foram Simon G. Potts, do Reino Unido, e Vera Lucia Imperatriz Fonseca, do Brasil). Após, concluído o primeiro texto sobre o tema, este é submetido em consulta aberta aos interessados no assunto; a seguir, editores especialmente escolhidos pela coordenação da avaliação fazem as revisões da demanda dos analistas externos juntamente com as lideranças dos capítulos, e as respostas trazidas pelos especialistas são divulgadas oportunamente. Acontecem duas rodadas com os editores convidados, uma só com os pesquisadores que lideram os capítulos, e outra numa reunião geral. Todos assinam um termo de conduta de imparcialidade, que é seguido à risca.

## 1.2. A avaliação polinizadores, polinização e produção de alimentos

A primeira avaliação temática proposta pelos países membros da IPBES (atualmente 125 países membros da Organização das Nações Unidas) foi sobre polinizadores, polinização e produção de alimentos. A escolha do tema foi baseada na necessidade urgente de tratar do desaparecimento de abelhas, que tem uma alta relevância política devido à segurança alimentar, além de ser um assunto de interesse global, economicamente muito importante também nos contextos social e cultural, fundamental para a manutenção da biodiversidade em ambientes naturais e que conta com suporte de literatura científica recente e qualificada.

Resultaram desta avaliação, realizada durante dois anos, um sumário executivo, que foi submetido à aprovação dos países membros na plenária da IPBES em Kuala Lumpur, em fevereiro de 2016, e aprovado; está disponível em [www.ipbes.net](http://www.ipbes.net), nos idiomas oficiais das Nações Unidas. O relatório completo, em inglês, também foi disponibilizado pelo mesmo sítio. É uma fonte importante de informação aos interessados. Vale lembrar aqui que a avaliação da IPBES não indica o que deve ser feito, mas oferece aos interessados uma gama de informações selecionadas por especialistas do mundo todo que tem que objetivo de facilitar a decisão sobre o assunto pesquisado.

Após a aprovação do sumário executivo (Potts *et al*, 2016a), houve uma intensa divulgação na mídia, com cerca de 1.200 sítios *on line* falando sobre polinizadores, em 25 idiomas e em 80 países. A avaliação também incentivou políticas públicas na França, Noruega, e implementações da política vigente no Reino Unido. Os Estados Unidos já lançaram em junho de 2016 o *Pollinator Partnership Action Plan*, entre outras ações paralelas para proteger os polinizadores; o Canadá teve uma Iniciativa de polinizadores muito eficiente (CANPOLIN, Kevan, 2015) reconhecendo a importância do tema. Como atividade comum proposta por todos os países que estão tratando de polinizadores e polinização, há o estímulo para o plantio de espécies silvestres que forneçam nectar e pólen aos polinizadores, o incentivo para plantar espécies nativas para atrair as abelhas nas áreas públicas e nas cidades, permitir o florescimento das plantas em vez de aparar continuamente os jardins, deixar alguns canteiros e áreas naturais recuperarem sua vegetação original, evitar perturbar e destruir ninhos de polinizadores e avaliar cuidadosamente o ambiente antes de aplicar pesticidas.

Após terminada esta etapa de aprovação do resumo executivo, este foi submetido à Reunião Subsidiária Técnica da Convenção da Diversidade Biológica (SBSTTA da CBD), realizada em



maio em Montreal, onde foi analisado e discutido pelos 192 países membros signatários da CBD. Após esta rodada de discussões, a CBD votou, na sua 13ª Conferência das Partes (COP13) em dezembro de 2016, a conclusão da sua avaliação e as suas recomendações aos governos. Ela endossou o documento apresentado pela IPBES e estimulou os governos e demais organizações interessadas a avaliarem também a contribuição da FAO (*Food and Agricultural Organization*), que foi a facilitadora da CBD para a Iniciativa Internacional dos Polinizadores (Dias *et al*, 1999), e apresentou documentos de interesse para ações locais. A CBD também sugeriu que as indústrias ligadas aos defensivos químicos se apropriem com atenção das recomendações do documento, incluindo a revisão da avaliação de risco de seus produtos, aplicando o princípio da precaução conforme preconizado pela CBD e trazendo de modo transparente os resultados para o público.

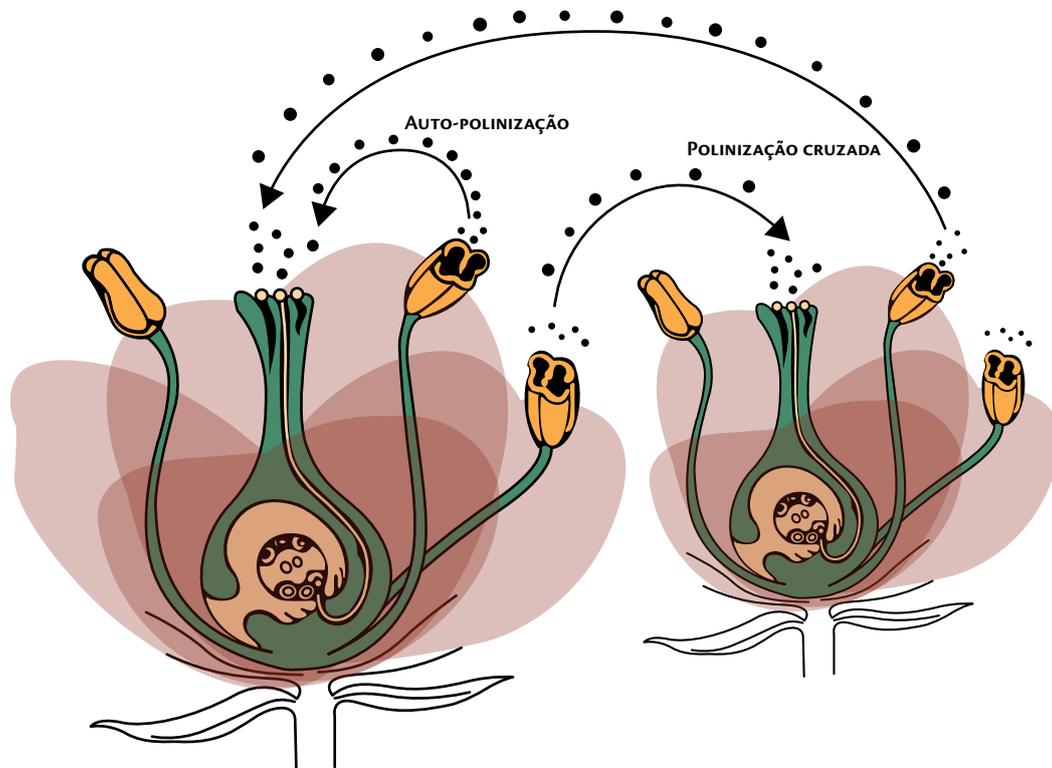
A CBD sugere aos governos o estabelecimento de políticas públicas, a promoção de habitats amigáveis aos polinizadores, a melhoria do conhecimento sobre o manejo dos polinizadores, redução de riscos resultantes de espécies invasoras, pragas e doenças, a redução de riscos trazidos pela aplicação de pesticidas (incluindo herbicidas), e finalmente o apoio a atividades e políticas ligadas aos polinizadores.

Países interessados em melhorias agrícolas e polinizadores formaram durante a COP13 uma aliança internacional, no momento composta por 11 países europeus e 2 países latino-americanos ([www.promotepollinators.org](http://www.promotepollinators.org)), com o objetivo de implementar as estratégias nacionais de uso e conservação dos polinizadores.

A avaliação da IPBES trata das mudanças que ocorrem na polinização animal como um serviço ecossistêmico regulador que dá suporte à produção de alimento e contribui com o fluxo genético e a restauração de ecossistemas.

Avalia, também, o que está acontecendo com os polinizadores e com a polinização no mundo com auxílio da literatura disponível, considerando todos os tipos de conhecimento; identifica opções de manejo e descobertas relevantes para as políticas públicas e para os tomadores de decisão, para as comunidades tradicionais, o setor privado e a sociedade civil. Enfim, resume o conhecimento, integra, avalia e comunica a informação selecionada de modo neutro e efetivo (Potts, Imperatriz-Fonseca *et al*, 2016; IPES, 2016).

O que é a polinização?



**Figura 2** – Esquema da polinização

Fonte: Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços ecossistêmicos- Sumário Executivo

A flor é o órgão sexual responsável pela reprodução da planta. A polinização é a transferência do pólen entre as partes masculina e feminina da flor que permite a fertilização e a reprodução. O vento, a água e principalmente os animais fazem a polinização das plantas silvestres e cultivadas.

### 1.3. Qual o papel da polinização por animais?

A polinização por animais é importante para 87,5% das plantas com flores (Ollerton *et al*, 2011). Temos polinizadores vertebrados (aves, morcegos, pequenos mamíferos e répteis); invertebrados (vários tipos de abelhas, moscas, mariposas, borboletas, besouros, entre outros). As abelhas visitam 90% das culturas agrícolas, as moscas 30%, os vertebrados cerca de 6%. As figuras 3 e 4 mostram exemplos dos polinizadores manejados e não manejados (silvestres) no Brasil. Os não manejados podem ser vertebrados ou invertebrados, estes principalmente insetos.



**Figura 3 – Polinizadores manejados no Brasil.**

Fonte: Montagem - Vera Lucia Imperatriz Fonseca (USP)



**Figura 4 – Polinizadores vertebrados não manejados do Brasil.**

Fonte: Montagem - Vera Lucia Imperatriz Fonseca (USP)

## 1.4. As abelhas como polinizadores

As abelhas são polinizadores importantes, com seus corpos cobertos de pelos onde se aderem os grãos de pólen durante a visita às flores; anatomia e tamanhos muito variáveis; abundância em todos os biomas; riqueza de espécies (são mais de 20.000 espécies em todo o mundo e cerca de 1.800 já conhecidas e classificadas pela ciência, no Brasil; ver Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2012).



**Figura 5** – *Melipona fasciculata*, abelha com o corpo coberto de grãos de pólen.

Crédito: Giorgio Venturieri

O valor das abelhas e demais polinizadores para a manutenção da biodiversidade é incalculável. Muitos deles não foram ainda identificados. Temos uma lacuna de informações grande em relação à biodiversidade principalmente nas regiões tropicais do globo. Os dados existentes na literatura sobre as espécies silvestres que atuam na polinização agrícola mostram que apenas 2% das espécies de polinizadores são responsáveis por 80% dos serviços de polinização (Kleijn *et al.*, 2015). Entretanto, a importância dos polinizadores silvestres regionais tem sido enfatizada em muitas publicações,



promovendo melhor polinização que resulta em frutos de melhor qualidade e culturas agrícolas com maior rendimento.

## 1.5. Quanto vale a polinização?

A primeira valoração econômica global do serviço ecossistêmico da polinização foi apresentada por Costanza *et al*, 1997, sendo apontado o valor de US\$ 117,10<sup>9</sup>. Há outros cálculos regionais e globais sobre este valor, mas das culturas regionais e que alimentam as populações locais não têm cotações comerciais internacionais, por isso não entram nestas avaliações.

Giannini *et al* (2015) explicaram que o valor econômico da polinização é calculado como uma função de dois fatores: a dependência de cada cultura por polinização e o valor de produção anual de cada cultura. A dependência por polinização é estimada a partir das quatro classes já citadas por Klein *et al* (2007) (essencial, grande, modesta ou pequena) e a cada uma dessas classes é atribuída uma taxa de dependência (respectivamente, 0,95; 0,65; 0,25 e 0,05). Essa taxa é então multiplicada pelo valor da produção anual de cada cultura.

Muitas avaliações econômicas da polinização têm sido feitas recentemente. Destacamos aqui Gallai *et al*, 2009, que, analisando os dados existentes para 2005, obtêm o valor dos polinizadores na agricultura como sendo cerca de 1/10 do valor global da agricultura por ano. Posteriormente, Lautenbach *et al*, 2012, atualizaram estes valores para as principais culturas do mundo, mencionando o contexto geográfico e da paisagem. Recentemente este valor foi atualizado na Avaliação Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da IPBES, sendo estimado entre US\$ 235 bilhões e US\$ 577 bilhões em dólares americanos de 2015. Estes cálculos são refeitos constantemente com o objetivo de uma avaliação precisa, com abordagens regionais ou globais.

No Brasil, a polinização agrícola tem um valor anual de US\$ 12 bn (Giannini *et al*, 2015). Mas o valor econômico não é o único; precisamos somar a ele os argumentos biológicos, culturais e morais. Foi enfatizada a importância de uma ação holística que permeie as medidas de impactos na biodiversidade, economia e sociedade.

## 1.6. Os polinizadores na agricultura

Quando pensamos em polinizadores para a agricultura, são as abelhas que surgem em primeiro lugar (Klein *et al*, 2007), porque são manejáveis. A mais conhecida entre elas é a *Apis mellifera*, atualmente distribuída em todos os continentes, mas existem muitos outros polinizadores silvestres (Giannini *et al*, 2014; Klatt *et al*, 2014; Garrat *et al*, 2013). As abelhas dependem de suas visitas às flores para alimentarem a sua cria (com pólen e néctar coletado nas flores) e obter energia para o voo. Deste modo, abelhas e plantas com flores estão intimamente ligadas.



**Figura 6** – *Apis mellifera*, atualmente com distribuição cosmopolita, visitando flor de cafeeiro.

Crédito: Cristiano Menezes

Os estudos recentes, entretanto, mostram a grande importância das abelhas silvestres na polinização de culturas agrícolas (Garibaldi *et al*, 2013; Garibaldi *et al*, 2014; Giannini *et al*, 2015; Breeze *et al*, 2011; este último reportou que no Reino Unido os polinizadores silvestres atuam em 66% da polinização agrícola, e os manejáveis apenas em 34%). Também ficou evidenciado em vários estudos que áreas naturais próximas aos cultivos são fontes de polinizadores silvestres e que as culturas agrícolas das



proximidades se beneficiam deles, aumentando o lucro do agricultor (De Marco, & Coelho, 2004, Garibaldi *et al*, 2011; Bommarco *et al*, 2012; Witter *et al*, 2014). Já sabemos também que colocar ninhos de abelhas, solitárias ou sociais, nas culturas que apresentam déficit de polinização, traz maior rendimento ao agricultor (Magalhães & Freitas, 2013; Junqueira & Augusto, 2016).

Aqui podemos dar exemplo de várias culturas que dependem da polinização biótica: as macieiras, o açazeiro, a aceroleira, o maracujazeiro, a castanha do Brasil, que precisam das abelhas para produzir os seus frutos perfeitos. Há também o caso do café, da canola, da soja, do morangueiro, do tomateiro, entre outras culturas agrícolas onde a polinização não é obrigatória, mas o rendimento das culturas é muito maior na presença de polinizadores. Os frutos polinizados têm mais sementes, melhor formato, maior valor nutritivo, vida de prateleira mais longa (Malagodi-Braga & Kleinert, 2004; Bommarco *et al*, 2012; Klatt *et al*, 2014; Garret *et al*, 2014; Junqueira & Augusto, 2016).



**Figura 7** – A abelha jataí, *Tetragonisca angustula*, é importante polinizadora da flor do morangueiro, e seu uso nas casas de vegetação diminui a má formação de frutos.

Crédito: Cristiano Menezes

Outro exemplo de polinizador importante no Brasil é a da utilização de *Melipona fasciculata*, uma espécie de abelha sem ferrão (Meliponini) com capacidade de vibrar nas flores, tão efetiva quanto às abelhas *Bombus impatiens* (criada comercialmente na América do Norte para polinização agrícola) na polinização da flor de berinjela em ambiente controlado (Nunes-Silva *et al*, 2013). Com a presença destas abelhas nas casas de vegetação aumenta a porcentagem de frutificação e diminui a porcentagem de aborto de frutos. O peso dos frutos também é aumentado, e por isso o agricultor tem maiores rendimentos quando usa polinizadores nas suas culturas. (Nunes-Silva *et al*, 2013)



**Figura 8** – *Melipona fasciculata* visitando flor de beringeleira.

Crédito: Patricia Nunes Silva

As maçãs, cultivadas em 93 países, mostram um valor global de US\$ 64 bn (FAO, 2013); o valor da polinização de maçãs no Reino Unido foi estimado em £58 mi. Elas precisam obrigatoriamente de polinizadores bióticos (abelhas, moscas sirfídeas). No Brasil a polinização de macieiras é feita também por abelhas nativa, como *Plebeia emerina*, *Trigona spinipes*, *Dialictus travassoni* e *Dialictus pabulatur*



(Ortolan e Laroça, 1996) no sul do País, e *Melipona quadrifasciata* na Chapada Diamantina. Viana *et al* (2015) apresentaram o plano de manejo para polinização de macieiras na Chapada Diamantina.

O café também é uma cultura que se beneficia da polinização (Thomas & Kevan, 2012). A produção comercial global de café é feita utilizando-se o *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. A primeira delas se beneficia muito da polinização por insetos e a segunda depende desta polinização.

O valor do comércio mundial de café, em 2011, era de US\$ 80 bilhões, de acordo com a Organização Internacional do Café. Por isso, estudos sobre o papel dos polinizadores na cultura do café foram feitos em vários locais do mundo.

Klein *et al* (2003a) verificaram um aumento de 12,3% em *C. arabica*, que aumentava com a diversidade de polinizadores. A medida que aumentava a distância da área natural em relação à plantação de café o número de abelhas sociais declinava também (Klein *et al*, 2003b). De Marco e Coelho (2004) apresentaram a avaliação pioneira no Brasil apontando um aumento em 14,6% de frutos para aquelas áreas próximas às florestas, permitindo um acréscimo de 25 sacas por hectare ao produtor.

Ricketts *et al* (2004) realizaram experimentos semelhantes na Costa Rica, chegando a um aumento de 20% com a polinização de abelhas silvestres que viviam a 1 km da plantação. O mais interessante é que estes autores verificaram uma melhoria na qualidade de frutos e uma diminuição de frutos imperfeitos de 27%. No caso do café plantado à sombra, um determinante importante para o rendimento da cultura é a luminosidade local: há uma ação positiva a 23-38% de sombra, mas há declínio de visitantes com sombra maior do que 50% (Soto-Pinto *et al*, 2000).

Um total de 5 a 8% do volume de produção global de alimentos seria perdida sem polinizadores (Aizen *et al*, 2009).

## 1.7. No Brasil

Para uma dimensão da dependência por polinizadores de importância agrícola no Brasil, Giannini *et al* (2015) reviram os dados em 57 trabalhos publicados na literatura científica sobre o tema. Estes trabalhos citavam 85 culturas como apresentando algum grau de dependência por polinização animal, sendo que mais de um terço dessas culturas (30 culturas) foram citadas como apresentando dependência essencial ou grande por polinizadores.

As culturas que foram citadas como apresentando dependência essencial por polinizadores são: abóbora, acerola, cajazeira, cambuci, castanha do Brasil, cupuaçu, fruta do conde, gliricídia, jurubeba, maracujá, maracujá doce, melancia, melão e urucum. Já as que foram citadas como apresentando grande dependência foram: gabirola, goiaba, jambo vermelho, murici, pepino, girassol, guaraná, tomate, abacate, pinhão manso, damasco, cereja, pêssego, ameixa, adesmia e araticum.

No caso do Brasil, o valor de produção anual de algumas culturas está disponível no sítio da Internet do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foi possível estabelecer o valor da polinização para apenas 44 culturas, que possuíam tanto a dependência quanto o valor da produção definidos. A produção total dessas 44 culturas no ano de 2013 (ano para o qual foi feita a avaliação) foi de aproximadamente 45 bilhões de dólares. O valor econômico da polinização obtido para essas culturas no mesmo período foi de aproximadamente 12 bilhões de dólares, o que equivale a quase 30% do valor total (Giannini *et al*, 2015a6).

## 1.8. Status e tendências para os polinizadores no mundo

Nos países onde as estatísticas e os monitoramentos são contínuos foi evidenciada uma diminuição de polinizadores, principalmente no hemisfério Norte (Potts *et al*, 2010a,b; Lebhun *et al*, 2013). O alerta mais forte surgiu nos Estados Unidos, em 2007, quando foi descrito o fenômeno da CCD, a síndrome do desaparecimento das abelhas (Van Engelsdorp e Meixner, 2009; Ratnieks & Carreck, 2010; Lee *et al*, 2015).

Posteriormente, o declínio foi também observado para as abelhas solitárias em zonas agrícolas onde houve um manejo muito grande da paisagem (Koh *et al*, 2015). Na Europa, as abelhas *Apis mellifera* são nativas, mas o declínio também foi observado (Potts *et al*, 2010; Neumann & Carreck, 2010). Do ponto de vista global, houve um aumento de números de colônias no mundo, mas regionalmente a situação aponta para um declínio sempre que temos estatísticas, tanto para as abelhas sociais como para as solitárias. Para o Brasil, sobre o desaparecimento das abelhas, temos a revisão recente de Pires *et al*, (2015).

## 1.9. A importância dos polinizadores na segurança alimentar e na saúde humana

Uma vez que ficou provada a importância dos polinizadores na produção de frutas e verduras, vários pesquisadores analisaram dietas regionais para uma avaliação da contribuição dos polinizadores na



nutrição humana, visto que os cultivos que dependem de polinizadores produzem micronutrientes necessários à saúde, como vitaminas A e C, cálcio, ácido fólico (Eilers *et al*, 2011; Chaplin-Kramer *et al*, 2014; Smith *et al*, 2015; Ellis *et al*, 2015). Por exemplo, cerca de 50% de plantas que são fontes de vitamina A no sudoeste da Ásia dependem de polinização por animais. Brittain *et al* (2014) verificaram que amêndoas polinizadas por abelhas tinham maior valor nutritivo.

Ellis *et al* (2015) trataram da importância do estudo de dietas locais porque, muitas vezes, plantas de interesse nutricional para cada região não são consideradas no comércio global e por isso não foram avaliadas.

Um estudo comparativo mais amplo, que chamamos metanálise, foi apresentado por Smith *et al*, 2015, que avaliaram quantas pessoas no globo teriam a saúde modificada no caso de desaparecimento de polinizadores. Eles avaliaram 224 tipos de alimento em 156 países. Os polinizadores são responsáveis pelo aumento de produção de 35% da produção total de alimentos e por até 40% pelo suprimento global de micronutrientes como vitamina A.

## 1.10. Quais as causas do desaparecimento das abelhas do mundo?

As causas são múltiplas, e muitas vezes interligadas. São ameaças as mudanças no uso da terra, a agricultura intensiva, os defensivos agrícolas, as plantas geneticamente ameaçadas, os patógenos, as mudanças globais do clima, as espécies invasoras e uma interação entre todos estes fatores.

Muitas vezes mais de uma ameaça ocorre associada às mudanças locais. Por exemplo, quando falamos de mudanças do uso da terra pensamos em mudanças na disponibilidade de locais de nidificação e também de alimento disponível para os polinizadores (Kennedy *et al*, 2013). Por isso o incentivo ao plantio de flores para as abelhas e árvores que servem como local de nidificação, de construção de corredores ecológicos nos casos de fragmentação de habitats, na reconstrução ambiental de modo a favorecer os polinizadores, fazem parte das políticas públicas para preservação e uso dos polinizadores (Giannini *et al*, 2015; Kormann *et al*, 2016).

Nos casos de agricultura intensiva a proposta é a criação de áreas para plantar flores e preservar o habitat para polinizadores. Melhores práticas são sugeridas para uso de pesticidas, além de avaliações de seus efeitos subletais nas populações de polinizadores. É muito importante que tenhamos rótulos bem definidos explicando os cuidados da aplicação de pesticidas, e um controle técnico para aperfeiçoar o seu uso sustentável e seguro. É sugerido um maior cuidado na avaliação

de risco e treinamento de fazendeiros, extensionistas e trabalhadores rurais nas melhores práticas para preservar os polinizadores.

Para os organismos geneticamente modificados (OGM) - sujeitos a restrições muitas vezes pelo princípio da precaução - a proposta é maior controle na liberação e avaliação de risco para diferentes OGM. Uma quantificação de efeitos letais e subletais nos polinizadores é também uma sugestão de pesquisa como condicionante de liberação de uso. Quando há OGM com poder herbicida, diminuem as possibilidades de forrageio para as abelhas e por isso diminuem também os polinizadores.

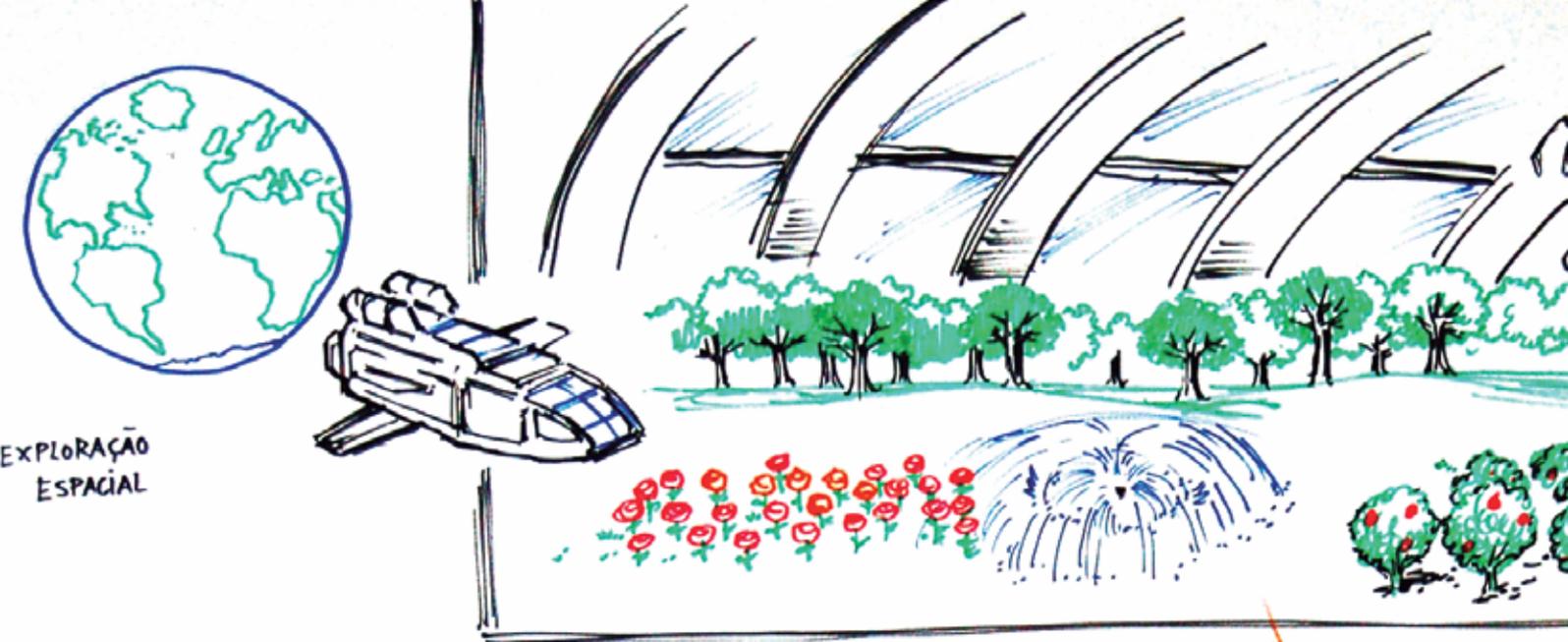
Uma grande ameaça aos polinizadores é trazida por doenças e pestes. Os patógenos estão presentes em muitas populações de abelhas e de outros animais, principalmente quando são espalhados através de parasitas. O que foi verificado, entretanto, é que muitas vezes alguns patógenos são transmitidos entre espécies diferentes de abelhas, e isso pode acontecer nas flores que estas abelhas visitam (Furst *et al*, 2015; Hedtke, S. *et al*, 2015; Nunes-Silva *et al*, 2016; Graystock *et al*, 2015). Doenças trazidas por espécies invasoras podem exterminar ou colocar em risco as espécies locais (Morales *et al*, 2013; Schmid-Hempel *et al*, 2014). O controle de doenças inclui como medidas mitigadoras o monitoramento de deslocamento de colônias pelos criadores e uma varredura da sanidade regional das abelhas. Também inclui programas para resistência contra doenças, e melhorar a regulação para importação e transporte de colônias (Potts *et al*, 2016).

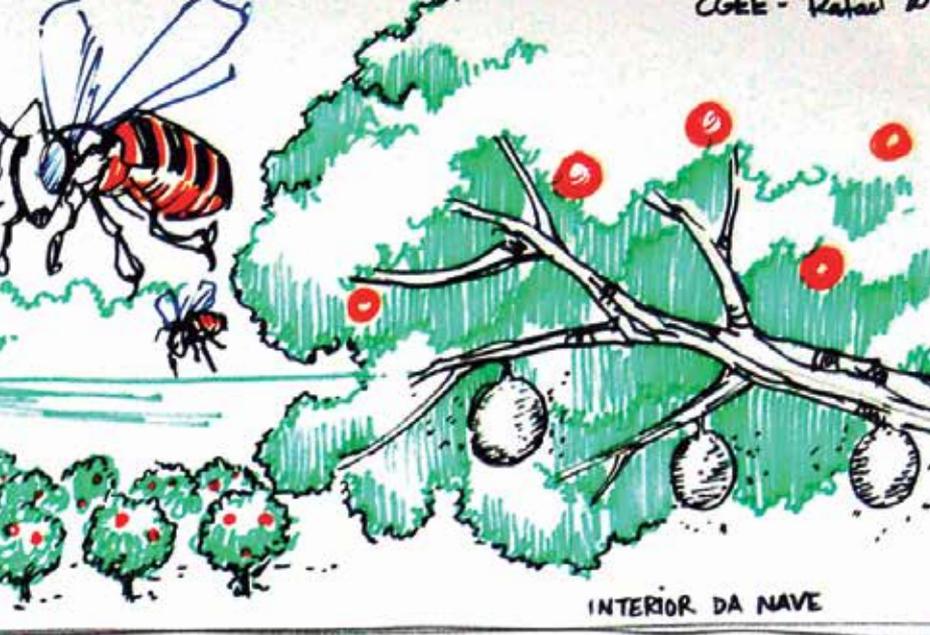
Os pesticidas (incluindo acaricidas, herbicidas, fungicidas, inseticidas) têm sido apontados como os principais causadores do desaparecimento das abelhas, e foco de muita atenção e pesquisa ligada ao nível de exposição e toxicidade. O risco vai depender da espécie alvo e da capacidade de metabolizar as toxinas. Entre os inseticidas, os neonicotinóides foram apontados como a causa do desaparecimento das abelhas, e muitos estudos apontam para as consequências do uso deste e de outros pesticidas sobre as abelhas (Gill *et al*, 2012). São poucos os estudos de laboratório onde as doses realistas aplicadas em campo são testadas. Por outro lado, precisamos conhecer mais sobre os efeitos cumulativos das doses subletais aplicadas. Os pesticidas podem reduzir a vida de polinizadores silvestres (Rundlof *et al*, 2015) assim como atuar na diminuição de sexuais produzidos em ninhos das redondezas (Santos *et al*, 2016).

As mudanças climáticas previstas para os próximos anos pelo IPCC certamente são as maiores ameaças para os polinizadores e exigem ações imediatas para conter os seus efeitos, muitas vezes ligadas à recuperação de áreas degradadas, restauração ambiental, estudos de genética da paisagem etc. (Giannini *et al*, 2013; Giannini *et al*, 2015; Settele *et al*, 2016; Kerr *et al*, 2016).



Para a preservação e uso dos polinizadores devemos ouvir e aprender com as comunidades tradicionais, que detêm muitas vezes conhecimentos importantes em relação a polinizadores e alimentos relacionados a eles. Precisamos atuar nas políticas públicas, no aumento da base do conhecimento, nas manifestações culturais. Se admiramos a natureza e ela nos faz tão bem, há um exército de polinizadores que silenciosamente atuam para sua formação e manutenção.



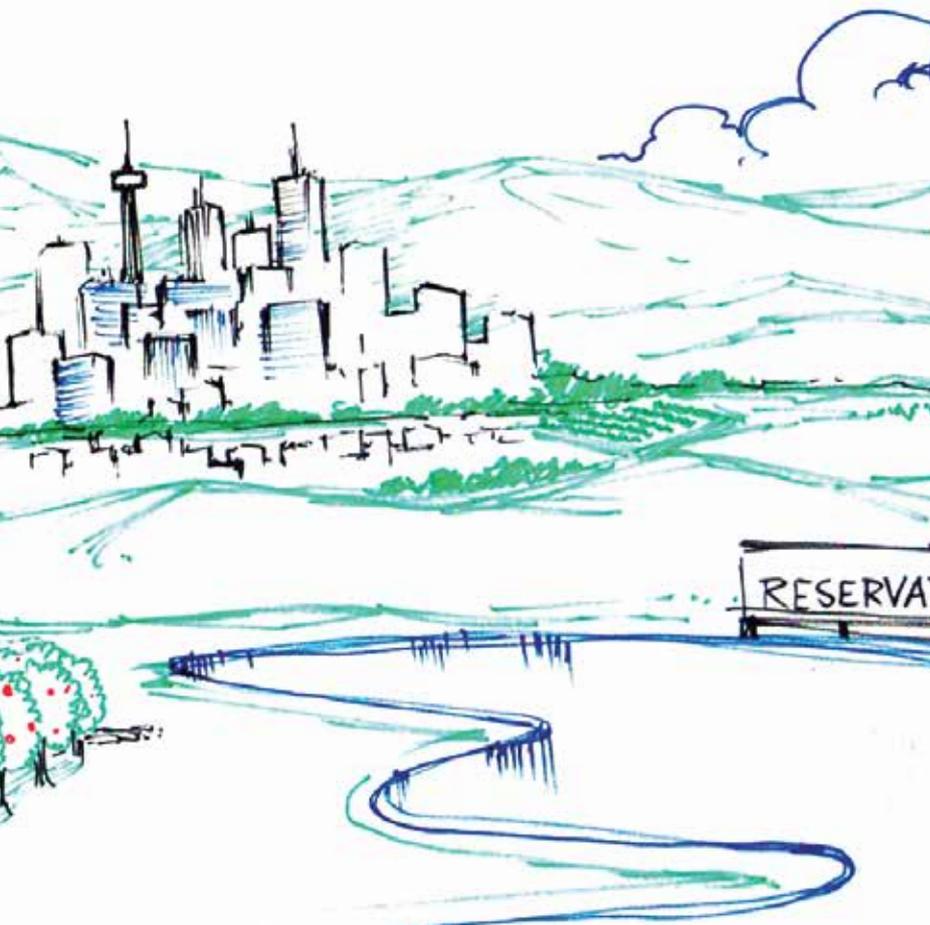


#### PAINEL 4.

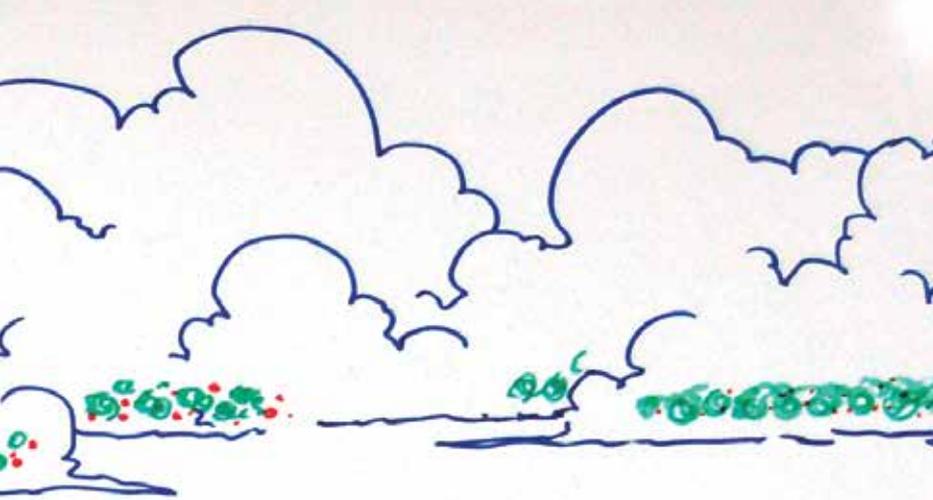
### “EXPLORAÇÃO ESPACIAL”

Nota: Painel de visão de futuro do planeta, elaborado pelas crianças do Colégio Esplanada, sob a condução da equipe do CGEE e do ilustrador Rafael Benjamim Silva.

## FUTURO SUSTENTÁVEL







**PAINEL 5.**

**“CIDADE DAS ABELHAS”**

**Nota:** Painel de visão de futuro do planeta, elaborado pelas crianças da Escola Classe Jardim Botânico, sob a condução da equipe do CGEE e do ilustrador Rafael Benjamim Silva.







## Capítulo 2

# A necessidade de uma convivência harmônica da agricultura com os polinizadores

Breno Magalhães Freitas<sup>4</sup>  
Isac Gabriel Abrahão Bomfim<sup>5</sup>

### Introdução

A humanidade se encontra diante de um grande problema: como aumentar a produção mundial de alimentos em até 60% para atender a demanda de uma população crescente que chegará a nove bilhões de pessoas em 2050, sem aumentar os já grandes impactos ecológicos atuais? (IPBES, 2016). A única resposta possível é por meio do aumento da produtividade agrícola. Dessa forma, as mesmas áreas hoje cultivadas produziram mais, sem a necessidade de converter mais áreas naturais em áreas cultivadas.

Apesar dos grandes avanços tecnológicos da agricultura nas últimas décadas, dados mostram que o crescimento da produção agrícola tem ocorrido principalmente devido a expansão da área plantada do que propriamente pelos incrementos de produtividade (FAO, 2013). A soja (*Glycine max*), por exemplo, é uma das espécies mais cultivadas pelo homem e das que mais tem recebido investimentos em pesquisa de novas variedades e incrementos de produtividade.

A produção mundial de soja na década de 2000-2009 cresceu 36%, porém 81% desse incremento foi devido à expansão da área plantada, enquanto a produtividade aumentou apenas 6% e contribuiu somente com 19% do crescimento global da produção (Masuda & Goldsmith, 2009).

---

4 Breno Magalhães Freitas, engenheiro agrônomo e mestre em Zootecnia pela Universidade Federal do Ceará, PhD pela University of Wales, Grã-Bretanha. Atualmente professor titular da Universidade Federal do Ceará, no Departamento de Zootecnia, área de Abelhas e Polinização, e Pesquisador em Produtividade do CNPq.

5 Isac Gabriel Abrahão Bomfim, zootecnista, com mestrado e doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal do Ceará na área de Abelhas e Polinização. Atualmente faz pós-doutorado no Setor de Abelhas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

Por outro lado, Milfont *et al.* (2013) mostraram, em experimentos conduzidos no Brasil, ser possível alcançar aumentos de produtividade da ordem de 18% em certas variedades de soja apenas usando abelhas como agentes de polinização agrícola. Resultados como esses são interessantes porque além da soja ser uma cultura pouco dependente de polinização, o incremento de 18% alcançado é praticamente igual aos 19% de aumento observado em toda a década 2000-2009, mostrando ser possível elevar consideravelmente a produtividade agrícola com o uso de agentes polinizadores.

## 2.1. Polinização e os déficits de polinização na agricultura

A polinização nada mais é do que a transferência de grãos de pólen (gameta masculino) das anteras, parte reprodutiva masculina de uma flor, para o estigma, a parte reprodutiva feminina, de uma flor da mesma espécie vegetal. Esse é o primeiro passo para a reprodução sexual das plantas. Uma vez lá, os grãos de pólen germinam e fertilizam os óvulos dando origem aos embriões vegetais e promovendo o desenvolvimento do fruto e sementes (Delaplane *et al.*, 2013). Os polinizadores são os vetores que funcionam como intermediários nesse processo de reprodução transferindo o pólen das anteras para os estigmas. Uma polinização bem feita está diretamente ligada a um melhor rendimento da cultura agrícola, podendo não só levar ao aumento no número de sementes, vagens ou frutos vingados, como também melhorar a qualidade dos frutos (tamanho, peso, aparência, sabor e até elevar os valores nutritivos e o tempo de prateleira) e sementes (percentual de germinação e teor de óleos), além de influenciar positivamente em outras características de importância agrônômica, tais como a antecipação e a uniformização no amadurecimento dos frutos, diminuindo as perdas na colheita (Freitas *et al.* 2016). Embora as culturas com maior volume de produção mundial, os cereais (arroz, milho, trigo, cevada) se beneficiem de um polinizador abiótico, o vento, 75% das principais fontes de alimento do mundo dependem, pelo menos em parte, da polinização realizada por animais (polinização biótica), principalmente as abelhas (IPBES, 2016).

A expansão das áreas cultivadas e intensificação da agricultura na segunda metade do século XX levaram a uma grande redução nos habitats naturais, aumento do revolvimento do solo, do uso de defensivos agrícolas, e deterioraram as condições de vida para os polinizadores nativos, afetando, conseqüentemente, os seus serviços de polinização. Essa redução dos polinizadores silvestres registrada em vários cultivos ao redor do mundo chamou a atenção para as perdas dos polinizadores na agricultura e a possível existência de déficits de polinização nas áreas agrícolas (Free, 1993; Freitas, 1995; Buchmann & Nabhan, 1996). Sendo o déficit de polinização, em cultivos, definido como o recebimento inadequado ou insuficiente de pólen pelas flores que limita a produção agrícola em termos econômicos (Vaissière *et al.*, 2011). Até aquele momento, estudos referentes à polinização e ao



déficit de polinização na agricultura eram escassos e pontuais, e no Brasil vinham sendo conduzidas por um pequeno número de pesquisadores.

## 2.2. A percepção da polinização como um fator de produção agrícola

A partir da percepção de que os polinizadores são importantes para os sistemas agrícolas, em 1996 o Ministério do Meio Ambiente (MMA) do governo brasileiro, propôs à Convenção da Diversidade Biológica (CDB) estudar a formulação de um programa global de proteção e uso sustentável de polinizadores. Tendo a proposta sido aceita, foi realizado em 1998, em São Paulo, o *workshop Conservation and Sustainable Use of Pollinator in Agriculture, with emphasis on Bees*, reunião que teve a participação de 61 especialistas de 15 países. O documento resultante desse evento, a “*Declaração de São Paulo sobre os Polinizadores*”, foi então submetida e acatada na V Conferência das Partes da CBD (COP5), realizada em 2000 em Nairóbi, Quênia (Kevan & Imperatriz-Fonseca, 2006).

Dessa forma, surgiu a Iniciativa Internacional para Uso Sustentado e Conservação dos Polinizadores (IPI), criada pela Organização das Nações Unidas (ONU) sob a tutela da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO). A IPI busca promover ações coordenadas visando, dentre outros objetivos, monitorar o declínio de polinizadores, sua causa e seu impacto sobre os serviços de polinização; avaliar os valores econômicos da polinização e do impacto do declínio dos serviços de polinização e promover a conservação, a restauração e o uso sustentável da diversidade de polinizadores na agricultura e ecossistemas relacionados.

A criação da IPI deu margem para o surgimento de várias iniciativas regionais de polinizadores (norte-americana, brasileira, países africanos, canadense etc.) e levou ao planejamento e execução do projeto internacional FAO/UNEP/GEF intitulado “*Conservação e manejo de polinizadores para a agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica*” englobando sete países diretamente, entre eles o Brasil, e com interface com outros oito países.

O primeiro passo do projeto foi promover uma revisão de literatura sobre a detecção e avaliação do déficit de polinização em culturas agrícolas. Após esse ponto de partida, um grupo de pesquisadores selecionados pela FAO se juntou para padronizar os métodos de análises dos déficits de polinização em áreas agrícolas e lançou um protocolo de avaliação do déficit de polinização do ponto de vista agrônomo e econômico em áreas agrícolas para ser seguido mundialmente (Vaissière *et al.* 2011).

O projeto teve duração de cinco anos e um orçamento US\$ 3,5 milhões destinados diretamente ao Brasil, sendo finalizado no ano de 2015. Esse projeto visava colaborar na geração de conhecimentos

sobre os requerimentos de polinização das culturas agrícolas alvo, identificação e manejo das espécies de polinizadores, e a identificação e definição de estratégias de mitigação do déficit de polinização para sete culturas de maior valor econômico nacional que dependiam de alguma maneira dos serviços de polinização por abelhas. Assim, sete culturas foram selecionadas: algodão, canola, caju, castanha-do-Brasil, maçã, melão e tomate (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2012).

No Brasil, as diretrizes da IPI, juntamente com as ações da Iniciativa Brasileira dos Polinizadores (IBP) e o projeto FAO/UNEP/GEF, tendo como ponto focal no País o Ministério do Meio Ambiente e a gestão do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio), nortearam várias atividades relacionadas aos polinizadores. Dentre essas ações, destacam-se estudos para identificar polinizadores potenciais e avaliação da eficiência de polinização, monitoramento, uma série de cursos internacionais sobre polinização com o objetivo de capacitar profissionais na área e ajudar na formação e a consolidação de novos grupos de pesquisas em universidades nas mais diversas partes do País, entre outras.

### 2.3. A necessidade de uma convivência harmônica da agricultura com os polinizadores

Os estudos realizados no Brasil nos últimos 20 anos vêm esclarecendo o papel dos polinizadores, especialmente as abelhas, na polinização das espécies agrícolas cultivadas no País, e demonstrando a necessidade de se incorporar esse serviço no sistema de produção dessas culturas. Tais conhecimentos têm elucidado como a polinização pode variar entre as diferentes culturas, tanto na sua forma de ação, quanto na maneira como pode contribuir para maiores ganhos de produtividade em cada espécie em particular. Alguns bons exemplos de como a pesquisa vem contribuindo com o conhecimento da polinização agrícola no Brasil são discutidos a seguir.

Até meados dos anos 1990, acreditava-se que o cajueiro (*Anacardium occidentale*) era polinizado pelo vento, tendo por base três trabalhos sobre biologia floral publicados na década de 1950 na Índia (Haarer, 1954; Aiyadurai & Koyamu, 1957; Rao & Hassam, 1957). Uma série de estudos conduzidos no Nordeste do Brasil a partir de 1991 não só demonstraram que o vento não desempenha qualquer papel na polinização dessa espécie, mas que a abelha exótica *Apis mellifera* é o principal polinizador em áreas agrícolas, enquanto que abelhas nativas solitárias do gênero *Centris* desempenham essa função em cajueiros silvestres (Freitas, 1994; 1995; Freitas e Paxton, 1996; 1998).

Os estudos também mostraram que essas espécies de abelhas solitárias não ocorrem em áreas agrícolas por falta, nas proximidades, de plantas cujas flores forneçam óleos vegetais, matéria-prima



essencial para a construção de seus ninhos e alimentação das crias. Dessa forma, cultivos de cajueiro em consórcio com plantas fornecedoras de óleos, como a aceroleira (*Malpighia emarginata*) ou o muricizeiro (*Byrsonima crassifolia*) ou que apresente espécies silvestres fornecedoras de óleos nas proximidades, permitiriam o estabelecimento dessas abelhas nas áreas elevando o nível de polinização, e consequentemente, a produtividade (Freitas & Pereira, 2004).

Recentemente foi demonstrado que a proximidade de cultivos de cajueiros de grandes fragmentos florestais conservados aumenta o número de visitas de abelhas nativas silvestres, mitigando déficits de polinização e elevando a produtividade, em comparação com áreas afastadas dessas fontes de polinizadores naturais (Freitas *et al.*, 2014).

Dessa forma, uma cultura onde não se tinha nenhuma preocupação com a polinização, por se acreditar erroneamente ser feita pelo vento, mostrou-se uma das mais dependentes, e na qual a polinização por abelhas pode contribuir significativamente na sua produtividade.

Na verdade, mesmo em várias espécies de plantas de polinização pelo vento, a polinização por abelhas pode contribuir para incrementar a produtividade. Dois bons exemplos são o coqueiro (*Cocos nucifera*) e a mamona (*Ricinus communis*). No caso do coqueiro em áreas abertas, com brisas de forte a moderada, como regiões costeiras onde os coqueiros crescem naturalmente, a polinização pelo vento é suficiente para produzir boas colheitas e a contribuição dos insetos é complementar. No entanto, a polinização por insetos se faz ainda mais relevante em áreas de ventos naturalmente calmos, como também em plantios extensivos e adensados com coqueiros de mesma idade e de dossel uniforme, pois em tais condições a velocidade do vento é reduzida e o movimento de pólen, consequentemente, prejudicado (Conceição *et al.*, 2004; Meléndez-Ramírez *et al.*, 2004).

Já com a mamoneira, uma espécie considerada por muitos como sendo polinizada exclusivamente pelo vento (anemófila), o estudo de Rizzardo *et al.* (2012) demonstrou um papel interessante e importante das abelhas. Os pesquisadores observaram que as abelhas melíferas tanto transferem diretamente o pólen das flores masculinas para as femininas do mesmo racemo quando buscam por néctar nos nectários extraflorais localizados na base do pedicelo de cada flor, quanto aumentam consideravelmente a liberação de pólen em suspensão no ar, por meio do toque nas anteras de deiscência explosiva das flores masculinas, quando buscam coletar pólen.

Essa quantidade muito maior de pólen em suspensão ao redor do racemo aumenta as chances dos grãos de pólen atingirem os estigmas das flores femininas dentro da mesma planta, comparado ao recebimento apenas do pólen, oriundo de plantas vizinhas, transferido pela ação do vento. Como

a mamoneira é uma espécie que se beneficia principalmente da polinização com pólen oriundo da mesma planta (geitonogamia), a ação das abelhas pode aumentar mais de 30% a produção de sementes comparada a áreas.

A maioria das culturas agrícolas varia bastante no nível de dependência de polinizadores bióticos, o que pode dar a impressão que elas não são beneficiadas em termos de produtividade, como acontece com o café (*Coffea spp.*), algodão (*Gossypium spp.*) e a soja (*Glycine max*). A soja é um caso típico. Como a planta consegue se autopolinizar e produzir uma colheita economicamente viável, os sojicultores tendem a acreditar que a polinização por insetos não produz incrementos na produção. No entanto, alguns estudos feitos com abelhas confinadas em gaiolas com as plantas de soja indicam incrementos de produtividade (Chiari *et al.*, 2005; 2008).

O estudo de campo, em condições reais de cultivo, realizado por Milfont *et al.* (2013) revelou um aumento em 6,34% do rendimento de soja em áreas onde polinizadores nativos tinham livre acesso às flores.

Aliado a esse serviço espontâneo, a introdução de colônias de abelhas melíferas aumentou ainda mais o rendimento em até 18,09%, principalmente devido ao vingamento de mais vagens por planta e mais sementes por vagem. Esses resultados mostram, portanto, que embora a soja seja autógama, a polinização pelos polinizadores nativos conduz a rendimentos mais elevados. Além disso, a suplementação com colônias de abelhas melíferas em plantios de soja atenua déficits de polinização e melhora o rendimento em comparação com as práticas tidas como convencionais.

Da mesma forma que na soja, a participação das abelhas na polinização do algodoeiro é pouco percebida, mas pode gerar incrementos consideráveis (Silva, 2007). O aumento da produção de capulhos em algumas variedades de algodoeiro (*Gossypium hirsutum*), produção de sementes e qualidade da fibra têm sido relacionados com a complementaridade funcional de abelhas polinizadoras. Além disso, a proximidade de fragmentos florestais conservados, o tipo de prática agrícola seguida em sistemas convencionais ou orgânicos interfere na redução dos déficits de polinização da cultura do algodoeiro.

Pires *et al.* (2014) demonstraram que em plantios convencionais a riqueza de abelhas, a porcentagem de fibra, o número de sementes e o rendimento foram superiores em 57,14%, 1,95%, 17,77% e 18,44%, respectivamente, em parcelas perto de vegetação natural, em resultados semelhantes aos observados para o cajueiro (Freitas *et al.* 2014). Além disso, o estudo de Pires *et al.* (até 8 ha e rodeados de mata nativa) as abelhas aumentaram a produção de algodão em mais de 12% de peso de fibra e mais de 17% em número de sementes.



No caso do cafeeiro, temos duas situações distintas. O café robusta (*Coffea canephora*) é uma planta também considerada polinizada pelo vento. Porém, Krishnan *et al.* (2012) demonstram que a contribuição das abelhas leva a um aumento na frutificação 50% superior ao atribuído à polinização pelo vento sozinha. Já o café arábica (*Coffea arabica*), a dependência em polinizadores bióticos é bem maior.

Roubik (2002) verificou que as abelhas melíferas são dominantes na visitação das flores de café em cultivos agroflorestais no Panamá e que 36% da produção total é controlada por esta espécie de abelha exótica, capaz de gerar um aumento de 49% na produção da cultura e de 25% em ganho de massa do fruto. Porém, na ausência dessa espécie de abelha exótica, pode haver um efeito compensador das abelhas nativas, quando os plantios estão próximos a fragmentos de matas nativas. Assim, segundo Ricketts *et al.* (2004), fragmentos florestais fornecem uma diversidade de abelhas ao café que aumentam tanto a quantidade quanto a estabilidade dos serviços de polinização, reduzindo a dependência de um único polinizador introduzido.

No Brasil, Malerbo-Souza & Halak (2012) observaram que na ausência de polinizadores ocorria uma diminuição de 55,25% na produção de grãos e de mais de 15% no peso médio dos grãos de café. Já De Marco & Coelho (2004), verificaram que cultivos próximos a fragmentos de mata nativa (distância < 1 km) produzem, em média, 14,6% a mais quando comparados a sistemas distantes desses fragmentos. Esses benefícios econômicos que o serviço natural de polinização traz são superiores aos custos de manutenção das áreas de conservação. Apenas essa ação pode representar uma renda extra de US\$ 1.860,55 por ha por ano aos cafeicultores. Desta forma, a conservação de áreas naturais próximas às fazendas de café pode se traduzir em vantagens para a biodiversidade e para a agricultura (Ricketts, 2004).

Outras culturas, no entanto, são totalmente dependentes de polinizadores bióticos para produzirem colheitas economicamente viáveis, como são os casos do meloeiro (*Cucumis melo*), macieira (*Malus domestica*), maracujazeiro (*Passiflora spp.*) e aceroleira (*Malpighia emarginata*). A macieira é uma espécie auto incompatível dentro da variedade, ou seja, o pólen de uma variedade de macieira somente germina no estigma de uma variedade diferente, exigindo que os pomares dessa espécie sejam cultivados com pelo menos duas variedades distintas que floresçam ao mesmo tempo para que uma funcione como doadora de pólen da outra. Dessa forma, a polinização cruzada é estritamente necessária (Freitas, 1995). O pólen da macieira, no entanto, é pesado e úmido, não sendo levado pelo vento, o que exige a ação das abelhas para transportá-lo entre as flores das diferentes variedades. Caso não haja abelhas suficientes, a produtividade é baixa e geralmente não cobre os custos do cultivo. Por outro lado, havendo polinizadores suficientes, o cultivo se torna muito rentável. Dessa forma, o uso de colônias de abelhas melíferas para polinização de pomares de

maçã é uma prática bastante difundida no mundo todo como sendo um serviço que atende por completo os requerimentos dessa cultura, mas várias outras espécies de abelhas como *Bombus* spp. e *Osmia* spp. também podem fazer esse serviço na Europa, América do Norte e Ásia (IPBES, 2016).

No Brasil, apesar do uso comum de *Apis mellifera*, estudos tem mostrado que muitas espécies de insetos das ordens Coleoptera, Diptera e Hymenoptera visitam as flores da macieira, incluindo várias espécies da família Halictidae, dos gêneros *Bombus* e *Xylocopa*, além de meliponíneos, todos potenciais polinizadores da cultura (Nunes-Silva *et al.* 2016). De fato, um estudo conduzido por Viana *et al.* (2014) em pomares de macieira mostrou que a introdução de colônias da abelha sem ferrão conhecida popularmente como mandaçaia (*Melipona quadrifasciata anthidioides*), somada ao uso de colônias de abelhas melíferas, proporcionou uma maior produção de sementes e frutas, do que as práticas tradicionais de introduzir apenas colônias de *A. mellifera*. Esses resultados além de confirmar a dependência da cultura na polinização biótica, mostram a efetividade de abelhas nativas brasileiras na polinização desse cultivo.

O meloeiro também depende da introdução de abelhas *A. mellifera* para assegurar sua produtividade, havendo quebras de até 70% na ausência de colmeias manejadas, o que inviabiliza o cultivo (Kiill *et al.*, 2013). Porém, nessa cultura o papel das abelhas vai além do aumento na quantidade de frutos vingados; elas também podem determinar o tipo de mercado que o produto terá acesso com seus melões. O estudo se Sousa *et al* (2014) mostra que o momento da introdução das colmeias influenciará diretamente o tamanho e peso dos frutos produzidos. Dessa forma, a introdução de abelhas logo que a planta inicia o florescimento vinga as primeiras flores localizadas na base da planta e os frutos em desenvolvimento funcionam como drenos dos nutrientes, crescendo bastante e dificultando o vingamento de mais frutos pela planta. Isso produzirá frutos grandes e pesados. Por outro lado, a introdução tardia, apenas aos 33 dias após a semeadura irá fazer com que apenas as flores ainda remanescentes nas ramas das plantas venham a vingar, e vão gerar frutos menores e mais leves. A introdução em período intermediário entre os dois extremos apresentados produzirá proporções semelhantes de frutos grandes e pequenos. Esse manejo permite ao produtor determinar que tipo de frutos quer produzir em função dos mercados nos quais pretende vendê-los.

A cultura do maracujá (*Passiflora* spp.) é outra totalmente dependente de polinizadores bióticos. No caso do maracujá amarelo (*P. edulis*), as flores são auto incompatíveis dentro da mesma planta e necessitam receber pólen de flores de outras plantas (polinização cruzada). No entanto, como a flor é grande e suas peças reprodutivas são bem elevadas, apenas abelhas de grande porte conseguem tocar anteras e estigmas quando visitam as flores, efetuando a polinização. Na falta desses polinizadores o cultivo tem que ser polinizado manualmente, o que aumenta significativamente os



custos de produção e pode limitar o cultivo por falta de mão de obra humana para fazer o trabalho das abelhas (Vieira *et al.*, 2010).

Os déficits de polinização em cultivos de maracujá no Brasil podem ser tão severos que em um estudo realizado por Camillo (1996), a simples introdução de 25 fêmeas adultas de mamangavas de toco (*Xylocopa frontalis*) por hectare aumentou em 700% a produtividade do cultivo, demonstrando quão baixa estava a produtividade naquela área exclusivamente por falta de abelhas para polinizarem. Estudo semelhante conduzido por Freitas e Oliveira-Filho (2003) em outra região do País com um modelo de ninho racional para criar *X. frontalis* obteve uma elevação do vingamento inicial de frutos em até 92,3% comparada as áreas sem a introdução desses ninhos.

Uma comparação entre os estudos de Camillo (1996) e Freitas e Oliveira-Filho (2003) mostram que os déficits de polinização variam de acordo com a região e as populações naturais de polinizadores existentes e sugerem que medidas que conservem as condições ambientais favoráveis aos polinizadores silvestres podem contribuir para o aumento desses agentes nas áreas de cultivo e atenuar perdas ou aumentar a produtividade da cultura.

Outra cultura dependente de polinização por abelhas, mas que também não é *A. mellifera*, é a aceroleira. No Haváí, onde a aceroleira foi introduzida na década de 50, acreditando que a polinização era um fator limitante da frutificação, introduziu-se em seus pomares colônias de abelhas melíferas, porém nenhum aumento ocorreu na produção de frutos (Yamane & Nakasone 1961; Miyashita *et al.*, 1964).

Somente anos depois a aceroleira teve o mistério sobre sua polinização esclarecido. Ao invés de néctar, suas flores produzem óleos em glândulas especializadas (elaióforos) localizadas na base externa das sépalas, portanto não sendo procuradas pela maioria dos visitantes florais (Raw, 1979). Essas glândulas florais atraem certos tipos de fêmeas de abelhas solitárias que utilizam o óleo na alimentação de suas crias e como material na preparação seus ninhos e que ao coletarem seu óleo contatam as partes reprodutivas e realizam a polinização (Freitas *et al.*, 1999). Dessa forma, a disponibilidade de abelhas coletoras de óleos em pomares de acerola é considerada o principal fator limitante da produção de frutos comerciais.

O estudo de Oliveira e Schlindwein (2009) apontou uma espécie de abelha do gênero *Centris*, *C. analis*, como tendo potencial para uso como polinizador manejado em cultivos de acerola. Magalhães e Freitas (2013) conseguiram reproduzir essas abelhas em quantidade e as introduziram em cultivos comerciais de acerola em ninhos ocupados e vazios. Os resultados mostraram aumentos

da produção de até 1.798 kg/ha, o que significou um extra de US\$ 2.250,00 por hectare a mais na receita, e a ocupação da grande maioria dos ninhos vazios, demonstrando que não somente o cultivo apresentava um grande déficit de polinização, mas os polinizadores também sofriam com a falta de locais propícios para nidificarem, por isso ocuparam tão prontamente os ninhos vazios introduzidos. O estudo de Magalhães e Freitas (2013) mostra a importância de identificar os requerimentos dos polinizadores eficazes de cada cultura e providenciá-los para permitir que essas espécies possam se fazer presentes nas áreas de cultivo.

As solanáceas, que possuem anteras poricidas, são plantas que precisam que suas anteras sejam chacoalhadas para que ocorra a liberação dos grãos de pólen e, conseqüente, a polinização. Algumas espécies de abelhas apresentam a capacidade especial de vibrarem os músculos torácicos enquanto visitam as flores (*buzz pollination*). Estudos têm demonstrado que algumas abelhas sociais, como, os meliponíneos e as abelhas pertencentes ao gênero *Bombus*, além de algumas espécies de abelhas solitárias são capazes de, por meio desse mecanismo especial, polinizar solanáceas comerciais como, pimentão (*Capsicum annuum*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) e berinjela (*Solanum melongena*), garantindo a maximização da produção, com aumento no peso e redução na deformação dos frutos, além do aumento na quantidade de sementes por fruto (Cruz *et al.*, 2005; Hogendoorn, 2004; Velthuis & van Doorn, 2006; Del Sarto *et al.*, 2005; Nunes-Silva *et al.*, 2013).

As abelhas também são fundamentais para a polinização de cultivos realizados em ambientes fechados. O uso do sistema de cultivo protegido é uma prática cada vez mais utilizada na agricultura, uma vez que traz a possibilidade proteger a cultura agrícola de condições climáticas adversas, como por exemplo, baixas temperaturas, excesso de radiação, chuvas, além de pragas e doenças. Por outro lado, esse sistema de cultivo cria na realidade, uma barreira física à entrada de agentes polinizadores quando uma cultura que apresenta algum grau de dependência da polinização biótica entra na fase de florescimento. Conseqüentemente, a produção de frutos e sementes é prejudicada ou mesmo impedida. A opção muitas vezes empregada é a contratação de mão de obra para fazer a polinização manual, porém, a alternativa mais viável economicamente seria a introdução de agentes polinizadores nesse sistema. Dessa forma, as abelhas sem ferrão, devido a algumas características comuns à maioria das espécies, tais como populações pequenas ou medianas, curto raio de voo e baixa intensidade de forrageio, teriam um grande potencial de uso nesse tipo de cultivo (Cruz *et al.*, 2005; Cruz & Campos, 2009).

Para plantios sob cultivo protegido, estudos conduzidos pioneiramente no Brasil têm demonstrado que algumas abelhas sem ferrão são capazes de substituir por completo a mão de obra empregada na polinização manual dentro de casas de vegetação, maximizando a produtividade e barateando os custos de produção. Colônias de diferentes espécies de meliponíneos introduzidas em casa



de vegetação experimentais já vêm demonstrando sucesso na polinização da berinjela por *Melipona fasciculata*; melão (*Cucumis melo*); minimelancia (*Citrullus Lanatus*) por *Scaptotrigona* sp. nov.; morango (*Fragaria x ananassa*) por *Tetragonisca angustula*; pepino (*Cucumis sativus*) por *Scaptotrigona* aff. *Depilis*; pimenta (*Capsicum frutescens*) e tomate por *Melipona quadrfasciata* e pimentão por *M. subnitida*, obtendo-se frutos com atributos qualitativos similares aos obtidos pela polinização manual (Malagodi-Braga *et al.*, 2004; Cruz *et al.*, 2005; Del Sarto *et al.*, 2005; Bispo-Dos-Santos *et al.*, 2008; Cruz, 2009; Nunes-Silva *et al.*, 2013; Bezerra, 2014; Bomfim *et al.*, 2014).

Em outros casos se pensava que os serviços prestados por apenas uma espécie de abelha era capaz de atender por completo os requerimentos de polinização da cultura. Porém, Garibaldi *et al.*, (2013) sugerem que a complementaridade de diferentes polinizadores, com seus diferentes tamanhos de corpo e comportamentos de forrageamento, contribui para garantia da produção, minimização dos déficits de polinização e, assim, aumento no rendimento das várias culturas. Para uma ampla gama de culturas agrícolas em todos os continentes, as abelhas melíferas não substituem totalmente as contribuições de diversas assembleias de polinizadores silvestres na formação de frutos, inclusive em cultivos onde rotineiramente se usam altas densidades de colônias de abelhas melíferas, tais como, os cultivos de amêndoa (*Prunus dulcis*), mirtilo (*Vaccinium corymbosum*, *V. angustifolium* e *V. myrtillus*) e melancia (*Citrullus* é preocupante, pois isso torna a polinização agrícola vulnerável aos efeitos de parasitas, doenças e políticas que afetem negativamente a população desse polinizador).

## 2.4. Considerações finais

Os estudos sobre o papel dos polinizadores na agricultura brasileira revelaram que a produtividade em todas as culturas agrícolas avaliadas estava aquém do seu potencial máximo de produção devido à existência de déficits de polinização, que geravam perdas de 70% ou superiores a esse percentual em alguns plantios (Freitas *et al.*, 2014). Os dados do projeto FAO/UNEP/GEF “*Conservação e manejo de polinizadores para a agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica*” que engloba vários países em desenvolvimento, mas no qual o Brasil foi aquele que contribuiu com a maior quantidade de dados e diversidade de culturas avaliadas, mostraram que o déficit de polinização sozinho representa aproximadamente 24% do déficit de produtividade agrícola observado em pequenas propriedades rurais (até dois hectares) em países em desenvolvimento, enquanto que fatores associados à irrigação, nutrientes e técnicas de cultivo respondem pelos demais 76% do déficit em cultivos agrícolas dependentes de polinizadores (Garibaldi *et al.*, 2016).

A contribuição econômica dos polinizadores totaliza quase 30% (aproximadamente US\$ 12 bilhões de um total de US\$ 45 bilhões) do valor total da produção agrícola brasileira anual das

culturas que dependem em algum grau da polinização animal, principalmente abelhas. No entanto, aproximadamente metade destes valores vem da cultura da soja (*Glycine max*), que deve US\$ 5,7 bilhões de sua produção anual de US\$ 22 bilhões à contribuição dos polinizadores. As outras quatro culturas agrícolas, após a soja, com os maiores valores de produção dependentes da contribuição dos polinizadores são o café (*Coffea arabica* e *C. canephora*) com US\$ 1,9 bilhões, o tomate (*Lycopersicon esculentum*) com US\$ 992 milhões, o algodão (*Gossypium hirsutum*, com US\$ 827 milhões, o cacau (*Theobroma cacao*) com US\$ 533 milhões e a laranja (*Citrus aurantium* e *C. sinensis*) com US\$ 522 milhões (Giannini *et al.*, 2015).

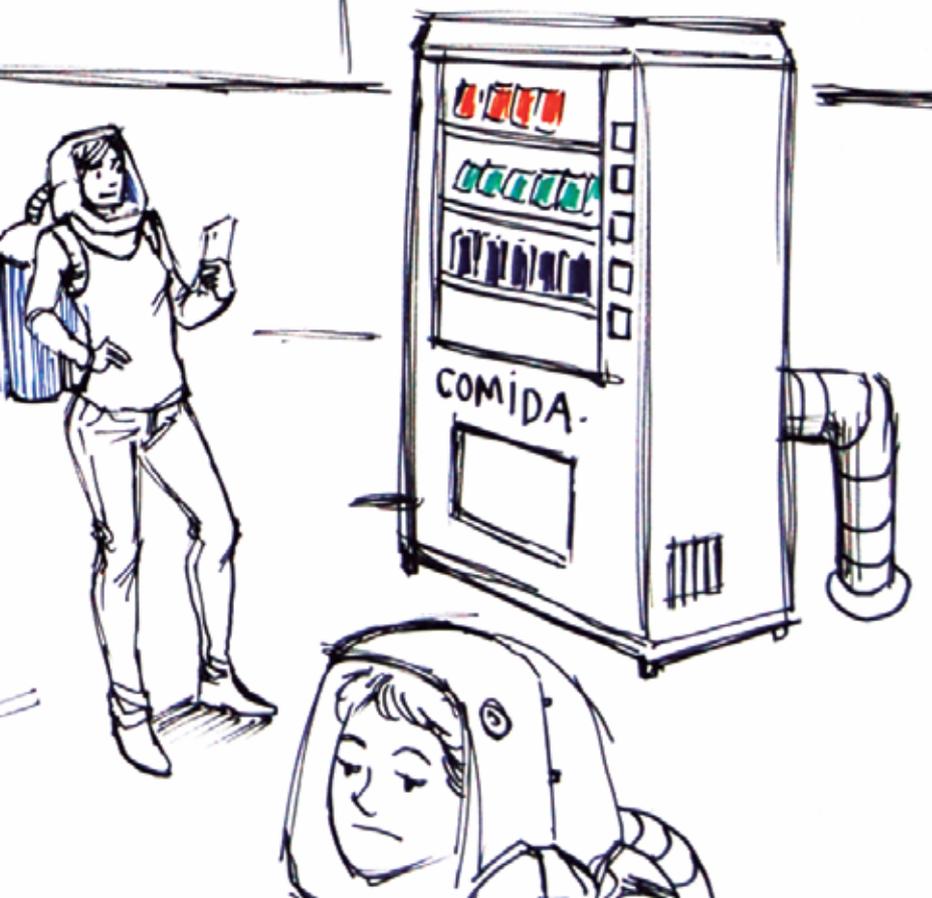
Portanto, fica claro que é possível sim aumentar a produção mundial de alimentos para atender a demanda crescente da população sem aumentar os já grandes impactos ecológicos atuais causados pela intensificação da agricultura. No entanto, isso só será possível com reconhecimento do importante papel dos polinizadores na produtividade dos cultivos brasileiros, e sua inclusão como um fator de produção agrícola. Isso, associado à adoção de práticas amigáveis aos polinizadores (locais de nidificação, alimentação, fontes de água, uso racionalizado de defensivos agrícolas etc.), poderá propiciar uma convivência harmônica da agricultura com os polinizadores, tão necessária para a mitigação dos déficits de polinização e aumentos de produtividade com os menores impactos ambientais possíveis.







CGEE - Rafael Z

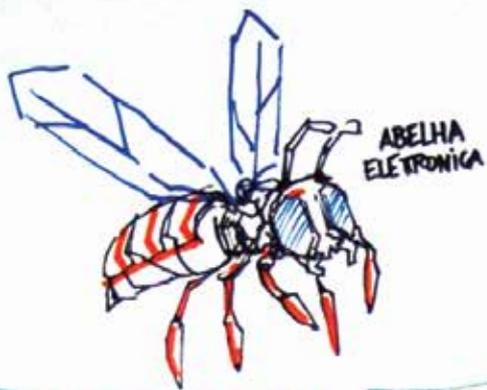


#### PAINEL 6.

“SE NÃO CUIDAR, É ASSIM QUE VAI FICAR”

Nota: Painele de visão de futuro do planeta, elaborado pelas crianças do Colégio do Carmo, sob a condução da equipe do CGEE e do ilustrador Rafael Benjamim Silva.

POLINIZADORES  
ROBÔS



ABELHA  
ELETRÔNICA

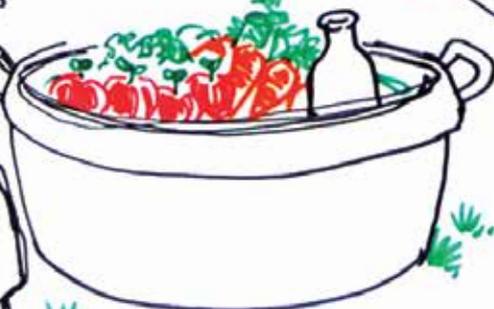
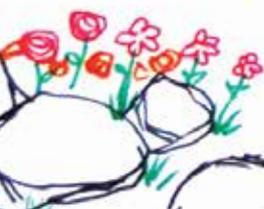


BEIJA-FLOR

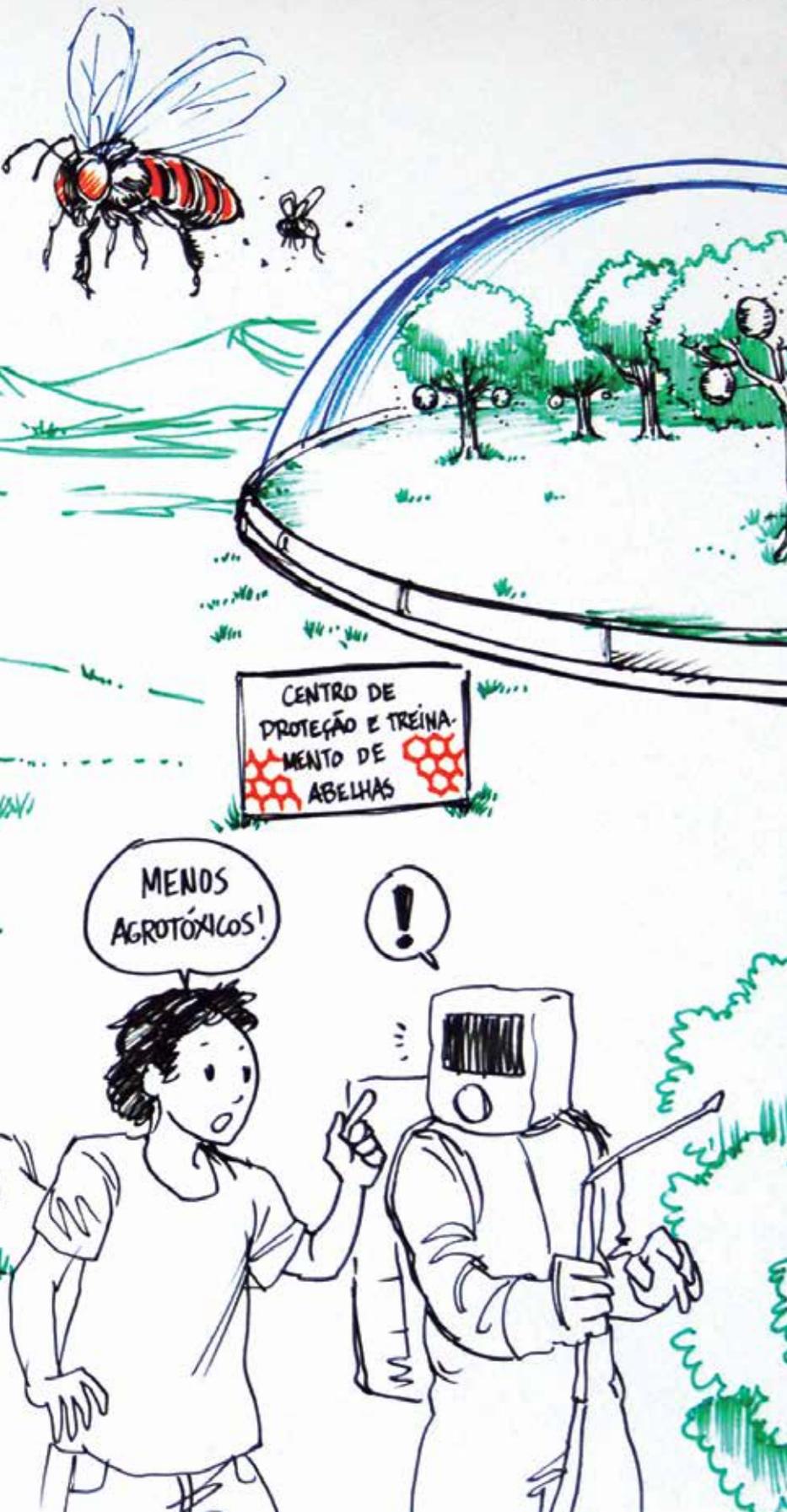


BORBOLETA

PROIBIDO  
CORTAR  
OU QUEIMAR  
AS ÁRVORES



PROTEJA  
A  
NATUREZA!



**PAINEL 7.**

**“CENTRO DE PROTEÇÃO E TREINAMENTO DE ABELHAS”**

Nota: Painel de visão de futuro do planeta, elaborado pelas crianças do Colégio Esplanada, sob a condução da equipe do CGEE e do ilustrador Rafael Benjamim Silva.





## Capítulo 3

### O que a ciência pode fazer pelos polinizadores?

Blandina Felipe Viana<sup>6</sup>

O conhecimento científico tem um papel fundamental na sociedade contemporânea e tem influenciado o desenvolvimento de políticas em diversas áreas. Contudo a relação entre ciência, política e sociedade, principalmente na área ambiental, ainda é um desafio a ser superado, pois grande parte do conhecimento científico gerado nessa área não tem sido traduzida em políticas e diretrizes para a conservação dos recursos naturais, principalmente para aqueles que estão submetidos a sérias ameaças (Rocha *et al.*, 2013).

Apesar de existirem evidências amplamente reconhecidas e validadas pela comunidade científica que relacionam os impactos causados pelas atividades humanas à perda da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, e os consequentes prejuízos dessa perda à qualidade de vida e à segurança alimentar global, a incorporação desse conhecimento no processo político, na tomada de decisão pelos gestores e no engajamento da sociedade civil é ainda uma lacuna a ser preenchida.

Os tomadores de decisão apontam como obstáculo a dificuldade de acessar e avaliar os resultados dos estudos científicos (por ex. qualidade, relevância, sistematização das evidências). Já os cientistas, por outro lado, desejam que os seus trabalhos possam ser relevantes na tomada de decisão, mas admitem a existência de lacuna no conhecimento sobre as necessidades da política e dos processos envolvidos (Loreau, 2006).

Na última década os cientistas tem se dado conta dessa lacuna e buscado mecanismos que visam responder as necessidades de conhecimento da sociedade e melhorar a tomada de decisão baseada na ciência. Uma solução encontrada para aproximar a ciência da tomada de decisão, no que diz respeito à Biologia da Conservação, é Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade

---

<sup>6</sup> Bolsista de Produtividade em Pesquisa 1D do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Possui graduação em Ciências Biológicas (1983) e em Engenharia Agrônoma (1981), pela Universidade de Brasília, e mestrado (1992) e doutorado (1999) em Ecologia, pela Universidade de São Paulo.

e Serviços Ecosistêmicos (IPBES), mecanismo proposto para avaliação contínua e a comunicação das evidências científicas, legitimado pelo processo de formulação de políticas, estabelecida em abril de 2012, no Panamá, com apoio de representantes de 124 delegados de países membros das Nações Unidas. A IPBES tem por objetivos: prover informações científicas validadas sobre *status*, tendências e serviços da biodiversidade aos formuladores de políticas; identificar prioridades e recomendações para proteção da biodiversidade e informar as convenções internacionais (CBD).

O primeiro produto da IPBES foi a “*Avaliação Global sobre Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos*”, composto de um relatório técnico com aproximadamente 350 páginas de texto, e um resumo para orientar os formuladores de políticas (SPM) com 20 mensagens-chaves, elaborado por 77 especialistas, dentre os quais seis brasileiros. O SPM foi aprovado na plenária do IPBES, em fevereiro/2016 na Malásia e submetido ao Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico, Técnico e Tecnológico (SBSTTA) (<https://www.cbd.int/doc/recommendations/sbstta-20/sbstta-20-rec-09-en.pdf>), da Convenção de Diversidade Biológica (CBD), em março/2016, em Montreal, Canadá, que, com base nesse resumo, elaborou recomendações para serem seguidas pelos países signatários, as quais foram aprovadas na 13ª Conferência das Partes (COP13), realizada no México, em dezembro/2016.

Algumas das recomendações específicas feitas aos governos, baseadas nas evidências compiladas pelos especialistas dessa avaliação temática da IPBES, foram sumarizadas em um artigo publicado na revista *Science* (Dicks *et al.*, 2016), que juntamente com documentos mencionados acima, disponíveis nas páginas da IPBES e da CBD constituem a base para elaboração das políticas regionais de conservação.

Em síntese, os cientistas informaram que: a) há declínios bem documentados para alguns polinizadores silvestres e manejados; b) polinizadores silvestres e manejados fornecem uma ampla gama de benefícios ao homem; c) os polinizadores enfrentam várias ameaças e há uma ampla gama de respostas aos riscos para proteger os polinizadores baseadas em conhecimento científico e conhecimento tradicional de comunidades indígenas e locais. As respostas aos riscos incluem estratégias que visam: monitorar os polinizadores; melhorar as condições atuais para polinizadores e/ou manutenção da polinização; transformar as paisagens agrícolas em paisagens amigáveis; transformar a relação da sociedade com a natureza e os polinizadores.

Iniciativas voltadas para transformação da relação da sociedade com a natureza e os polinizadores, devem ser baseadas em mecanismos participativos (Brase, 2010), criativos e inovadores, que facilitem o uso eficiente do conhecimento científico na formulação de políticas públicas e nas tomadas de



decisão, que permitam o monitoramento dessas intervenções e que ao mesmo tempo contribuam para a formação de cidadãos comprometidos e engajados com a solução dos problemas da sociedade.

Nesse sentido, o desenvolvimento de ações de formação, que promovam a educação científica dos cidadãos, formal e/ou informal; de extensão e comunicação que visem a sensibilização, divulgação e popularização do conhecimento junto ao público em geral; e de engajamento do público na produção de conhecimento por meio de processos participativos, são essenciais para garantir o sucesso das medidas mitigadoras que visam reduzir os impactos ambientais.

Duas estratégias pedagógicas, com potencial para contribuir para promoção da educação científica crítica dos cidadãos, são: a Educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), ao aproximar os conceitos científicos aprendidos em sala de aula das questões científicas relevantes para a vida das pessoas (Ricardo, 2007) e o Ensino de Competências, ao promover o desenvolvimento de conceitos, competências e atitudes considerados necessários a uma cidadania ativa (Zabala & Arnaud, 2008). Ambos visam melhorar a capacidade dos cidadãos de tomar decisões socialmente responsáveis, participando mais ativamente e de modo mais crítico da solução de problemas socioambientais complexos (Conrado & El-Hani, 2010).

O tema do déficit de polinização, um problema socioambiental atual, causado pelo declínio das populações e da diversidade de polinizadores nos agroecossistemas, pode ser abordado em sala de aula, a partir da perspectiva da Educação CTSA e do Ensino de Competências, por meio da consideração dos elementos constituintes da ciência e da tecnologia (conhecimentos científicos, técnicas e tecnologias) e da sociedade e do ambiente (diálogos, valores sociais e ações, assim como fatores ambientais que são condições de possibilidade naturais para a sociedade) [Conrado *et al.*, 2015; Conrado *et al.*, 2016].

A relação de causalidade entre comunicação e engajamento ambiental é reconhecida no meio acadêmico (Cortez *et al.*, 2002; Oliveira & Corona, 2008). Contudo, a tradução do conhecimento científico para o público é, de modo geral, precária e enviesada, pois na maioria das vezes a informação é distorcida por jornalistas despreparados para lidar com essa forma de conhecimento, ou é transmitida de forma técnica, linear e pouco acessível aos cidadãos não acadêmicos, afastando a sociedade dos resultados da ciência, e conseqüentemente das discussões das ações baseadas nesse conhecimento.

Nesse sentido, o uso de ferramentas de comunicação para a publicidade (Habermas, 2001) do conhecimento científico tem um papel fundamental no processo de sensibilização e no despertar

da cidadania, sem perder, contudo, a identidade dos cidadãos, respeitando os saberes e as tradições locais. Além disso, a popularização do conhecimento científico se constitui em importante ferramenta de mobilização popular, pois amplia a possibilidade e a qualidade de participação da sociedade na formulação de políticas públicas e na escolha de opções, instrumentalizando os atores a intervir melhor no processo decisório (Albagli, 1996).

No Brasil, há várias experiências bem sucedidas no uso de ferramentas de comunicação para divulgação do conhecimento científico sobre polinizadores e polinização, que podem ser replicadas, com as devidas adequações às realidades locais e aos públicos alvo. Dentre elas destacam-se os blogs da campanha *Sem Abelhas Sem Alimentos* (<http://www.semabelhasemalimento.com.br/blog/>), iniciativa do Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte (Cetapis) e da Associação Brasileira de Estudos Sobre Abelhas (A.b.e.l.h.a. [<http://abelha.org.br/>]).

Quando, além de bem informado, o cidadão passa a colaborar na produção do conhecimento científico, fortalece ainda mais a capacidade do uso eficiente desse conhecimento na formulação de políticas e na tomada de decisão. O engajamento dos cidadãos comuns na coleta de informações e na produção de conhecimentos além de contribuir para ampliar a base de dados sobre determinado tema, constitui-se também em ferramenta emancipatória voltada para a educação científica dos cidadãos (Bonney *et al.*, 2009). Essa atividade, denominada de ciência cidadã (*Citizen Science*), é uma parceria entre voluntários e cientistas para responder questões do mundo real. É uma metodologia de pesquisa participativa que democratiza o acesso ao conhecimento científico, traz o cidadão para a pesquisa, como autor.

Atualmente há dezenas de projetos de ciência dos cidadãos (*Citizen Science*) sendo desenvolvidos no mundo sobre polinizadores e polinização. Os mesmos têm gerado inúmeras publicações que demonstram avanços no conhecimento científico sobre a biodiversidade de polinizadores, e na ampliação da participação popular nos processos decisórios (Silvertown, 2009). Contudo, essa metodologia ainda não é popular no Brasil, que ainda não dispõe de ferramentas de comunicação eficientes para implantação e monitoramento desses projetos.

Na Bahia, recentemente, por iniciativa de professores e estudantes da Universidade Federal da Bahia foi criado o projeto *Guardiões da Chapada*, pioneiro na área, que tem por objetivo envolver cidadãos voluntários no monitoramento dos visitantes florais nas trilhas do *Território da Chapada Diamantina*, por meio de registros fotográficos da interação flor-visitante. Os participantes terão oportunidade de: ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade da região; ajudar na localização de espécies raras e na determinação das prioridades de conservação; compreender sobre a importância dos serviços



prestados pela biodiversidade para o bem-estar humano e para o funcionamento dos ecossistemas; contribuir para a conservação do patrimônio natural da Chapada Diamantina e conectar-se com especialistas e demais cidadãos voluntários.

Finalmente, vimos acima que a ciência tem muitas respostas que podem subsidiar ações de uso sustentável e conservação dos polinizadores. Contudo, é necessário que essas ações sejam integradas, sistematizadas e traduzidas em políticas e diretrizes para a conservação desses polinizadores e manutenção do serviço de polinização.





#### PAINEL 8.

### “UM PASSADO DE GUERRA”

**Nota:** Painele de visão de futuro do planeta, elaborado pelas crianças da Escola Classe Jardim Botânico, sob a condução da equipe do CGEE e do ilustrador Rafael Benjamim Silva.





**PAINEL 9.**

**“SALVE AS ABELHAS”**

**Nota:** Painel de visão de futuro do planeta, elaborado pelas crianças do Colégio Marista Champagnat, sob a condução da equipe do CGEE e do ilustrador Rafael Benjamim Silva.





## Capítulo 4

### Atual cenário da avaliação de risco de agrotóxicos para polinizadores no Brasil

**Karina Cham**  
**Carlos Tonelli**  
**Leandro Borges**  
**Flávia Viana Silva<sup>7</sup>**

Na maioria dos ecossistemas mundiais, as abelhas são os principais agentes polinizadores. Cerca de 70% das plantas cultivadas, utilizadas diretamente para o consumo humano, têm aumento de produção em consequência da polinização promovida por animais, principalmente abelhas (Klein *et al.*, 2007). Das 141 espécies de plantas cultivadas no Brasil – para uso na alimentação humana, produção animal, biodiesel e fibras – aproximadamente 60% (85 espécies) dependem em certo grau da polinização animal.

Estima-se que o valor econômico da polinização promovida por insetos corresponda a 9,5% do valor total da produção agrícola mundial, considerando-se a produção agrícola de 2005 de 100 culturas usadas diretamente para alimentação humana (Giannini *et al.*, 2015). Levando-se em conta a produção agrícola brasileira de 2012, estimou-se o valor econômico da polinização para 44 culturas, que apresentam ganhos variados com a polinização animal, em aproximadamente 30% da produção total de 45 bilhões de dólares.

Nas últimas décadas, o declínio de populações de abelhas tem preocupado pesquisadores e apicultores/meliponicultores. Os especialistas são unânimes em afirmar que esse declínio não pode ser associado a uma única causa e provavelmente envolve uma convergência de fatores.

Um desses fatores é a utilização intensa de agrotóxicos na agricultura. A agricultura brasileira atual é altamente baseada no uso desses insumos. Segundo dado publicado pelo IBGE, o uso de agrotóxicos na agricultura brasileira mais do que dobrou entre os anos de 2002 e 2012, saltando de 2,7 quilos

---

7 Analistas Ambientais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama).

por hectare (kg/ha) em 2002 para 6,9 quilos por hectare em 2012, uma variação de cerca de 155% (IBGE, 2015).

No Brasil, o primeiro marco regulatório dos agrotóxicos foi estabelecido em 1934, com a publicação do Decreto nº 24.114, da Secretaria de Defesa Sanitária Vegetal do Ministério da Agricultura. Esse primeiro regulamento não estabelecia nenhuma classificação sobre a toxicologia dos agrotóxicos. Foi apenas em 1961 que o setor de saúde foi incorporado ao controle de agrotóxicos, por meio da edição do Decreto nº 49.974. Mesmo assim, os impactos ambientais desses produtos ainda não eram levados em consideração para a liberação desses produtos. Isso só ocorreu em 1989, com a aprovação da Lei nº 7.802, que inseriu a área ambiental na regulação dos agrotóxicos, sendo esse o instrumento legal atualmente vigente.

A partir da aprovação dessa Lei um agrotóxico somente pode ser produzido, exportado, importado, comercializado e utilizado no Brasil se for previamente registrado em órgão federal, de acordo com as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis pelos setores da saúde, do meio ambiente e da agricultura.

O Ibama, por delegação do Ministério do Meio Ambiente, é o órgão federal cujo papel no processo de registro de agrotóxicos é avaliar agrotóxicos, seus componentes e afins do ponto de vista ambiental.

A avaliação ambiental de agrotóxicos realizada pelo Ibama compreende duas vertentes, quais sejam, a Avaliação de Periculosidade Ambiental (PPA) e a Avaliação de Risco Ambiental (ARA) (Ver artigo "Polinizadores, agrotóxicos e o debate no Congresso Nacional").

A primeira é realizada desde 1990, quando foi editada a primeira portaria do Ibama que estabeleceu os requisitos necessários para que os agrotóxicos pudessem ser avaliados pela ótica ambiental, conforme requeria a lei aprovada em 1989. A segunda, embora já fosse requerida pela Portaria Ibama nº 84 de 15 de outubro de 1996 e pelo Decreto nº 4.074 de 2002, somente começou a ser implementada de forma sistemática pelo Ibama em 2010, e encontra-se ainda em fase de desenvolvimento e implementação. A avaliação do PPA se baseia na toxicidade inerente do produto e no comportamento obtido nos testes laboratoriais. A avaliação de risco também se baseia nesses pressupostos, mas leva em consideração a exposição, ou seja, o modo como o produto será utilizado na prática. Dessa forma, o modo e a época de aplicação, as doses, a cultura, entre diversos outros fatores, passam a ter um grande peso na avaliação.



Para realizar a avaliação ambiental uma série de testes com o agrotóxico é exigida do interessado em obter o registro. Esses testes estão listados na Portaria Ibama nº 84 de 1996, e compreendem desde testes físico-químicos até testes de toxicidade a diversos organismos. O conjunto total desses estudos é denominado dossiê ecotoxicológico.

A avaliação ambiental de agrotóxicos se alicerça no dossiê ecotoxicológico gerado pelas empresas interessadas em obter o registro. O ônus de gerar o dossiê recai sobre os registrantes. A Constituição Federal estabelece que, incumbe ao poder público controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente e uma das formas de se cumprir esse dever se dá por meio da prevenção. O registro é um procedimento básico e inicial de controle sobre esses produtos, a cargo dos órgãos federais dos setores da agricultura, da saúde e do meio ambiente, no qual o interessado na obtenção de registro deve fornecer elementos ao Estado para que o produto possa ser conhecido, quanto às suas características agronômicas, toxicológicas e ecotoxicológicas, e se evite que aqueles que apresentem características proibitivas, nos termos do § 6º do artigo 3º da Lei nº 7.802 de 1989, possam ser produzidos, importados, exportados ou utilizados no Brasil. Assim, provar a segurança do produto nas condições de uso propostas é responsabilidade do interessado em colocar o produto no mercado, pois é quem dele se beneficiará e, portanto, é quem deve suportar os custos envolvidos no processo de registro do produto e durante a sua vigência.

Para classificar o PPA de um produto o Ibama analisa os parâmetros transporte, persistência, bioconcentração e ecotoxicidade a diversos organismos. Esses parâmetros são obtidos do dossiê ecotoxicológico. Cada um dos testes, a depender de seu resultado, recebe uma pontuação, que varia de I a IV, sendo a classe I a mais restritiva, ou seja, com maior potencial de periculosidade ambiental, e a classe IV, potencialmente menos impactante ao meio ambiente. Após a classificação de cada estudo é feita uma média ponderada de todas as pontuações dos estudos, e se obtêm a classificação geral do produto, o qual pode se enquadrar em uma das classes abaixo:

- Classe I – Produto *Altamente Perigoso* ao meio ambiente
- Classe II – Produto *Muito Perigoso* ao meio ambiente
- Classe III – Produto *Perigoso* ao meio ambiente
- Classe IV – Produto *Pouco Perigoso* ao meio ambiente

Para mais detalhes sobre a classificação do PPA consulte o site do Ibama.

Entre os organismos não-alvo para os quais são exigidos testes de toxicidade está a *Apis mellifera*, espécie de abelha que é mundialmente utilizada como organismo-teste representante dos insetos polinizadores por ter ampla distribuição geográfica, ter a biologia bem conhecida e possibilidade de ser mantida e criada em laboratório.

Destaca-se que na condução dos estudos de toxicidade são empregados organismos-teste internacionalmente padronizados seguindo, por exemplo, protocolos da Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OECD). Isso ocorre mesmo quando os estudos são conduzidos em laboratórios nacionais, pois somente assim é possível dispor de base para comparação dos efeitos adversos entre os diferentes produtos avaliados pelo Ibama e pelas demais agências internacionais incumbidas da avaliação de agrotóxicos.

A classificação do PPA permite a comparação entre os agrotóxicos e fornece subsídios para advertir ao usuário com relação ao uso seguro, por meio de frases de advertência em rótulo e bula, visando a evitar acidentes decorrentes da utilização inadequada do produto e a ocorrência de efeitos danosos.

A outra vertente da avaliação ambiental – a *Avaliação de Risco* –, como já mencionada, ainda se encontra em desenvolvimento no Ibama, por ser um processo mais complexo, multidisciplinar e que, conforme o caso, demanda mais recursos, tanto humanos pela maior necessidade de pessoal especializado, quanto financeiros em virtude da necessidade de estudos de maior complexidade e em condições de campo.

A avaliação de risco ambiental (ARA) começou a ser implantada de forma sistemática somente a partir de 2010, e teve um maior desenvolvimento na parte de abelhas porque nesse mesmo período vários países estavam revisando seus esquemas de avaliação de risco para polinizadores em virtude do aumento da preocupação com as possíveis consequências dos efeitos subletais às abelhas.

Esses efeitos não levam à morte imediata, mas podem afetar o comportamento, o desenvolvimento, a reprodução e o sistema imunológico, causando problemas crônicos, não somente nos indivíduos, mas também em nível de colônia, decorrentes da exposição em longo prazo a doses baixas (veja por exemplo Tomé *et al.*, 2012; Yang *et al.*, 2008, entre outros).

Nesse ínterim, diversas ocorrências de acidentes envolvendo agrotóxicos, em várias partes do Brasil, com mortalidade massiva de abelhas, chegaram ao conhecimento do Ibama, o que também corroborou a necessidade que já havia sido identificada de rever os procedimentos de avaliação ambiental dos agrotóxicos com relação aos impactos sobre abelhas.



Assim, desde 2012 o Ibama vem desenvolvendo o esquema de avaliação de risco de agrotóxicos para insetos polinizadores, considerando as características da agricultura brasileira, a fim de implementá-lo como requisito obrigatório para o registro desses produtos, juntamente com a avaliação do PPA.

Concomitantemente ao desenvolvimento de novos procedimentos, o Ibama também iniciou a reavaliação de ingredientes ativos relacionados a efeitos prejudiciais em abelhas em diversas pesquisas científicas.

Reavaliação ambiental de agrotóxicos é uma reanálise de produtos já registrados e em uso no mercado. Decorre de indícios ou ocorrência de danos ao meio ambiente constatados em momento posterior à concessão do registro. Esses indícios ou danos podem ser verificados por meio de estudos científicos ou de casos concretos ocorridos no Brasil e/ou no mundo.

Em 19 de julho de 2012 foi publicado no Diário Oficial da União um comunicado dando início formal ao processo de reavaliação de agrotóxicos por indícios de efeitos adversos em abelhas.

Quatro ingredientes ativos foram então selecionados para reavaliação: Imidacloprido, Tiametoxam, Clotianidina e Fipronil. A reavaliação dessas substâncias foi motivada pela citação desses ingredientes ativos em diversos artigos científicos, relacionando-os a efeitos adversos em abelhas, ou pela ocorrência de mortalidade massiva de abelhas onde se comprovou que a causa foi uma dessas substâncias, tanto em outros países como no Brasil e, também, porque a avaliação de risco preliminar realizada pelo Ibama de todos os produtos que continham esses ingredientes ativos indicava potencial risco para todas as aplicações autorizadas até aquele momento.

A reavaliação desses ingredientes ativos ainda está em curso, pois foram solicitados diversos estudos adicionais aos registrantes, e alguns dos quais ainda estão em andamento.

Foi nesse contexto de desenvolvimento da avaliação de risco concomitante à reavaliação motivada por problemas com abelhas que, em 2015, foi criado o Grupo Técnico de Trabalho (GTT) para discutir procedimentos de Avaliação de Risco para Insetos Polinizadores. Esse grupo é coordenado pelo Ibama e composto por representantes da Embrapa, da academia, da indústria e do Ministério do Meio Ambiente.

A missão desse grupo é propor, com base no conhecimento científico disponível, um esquema de avaliação de risco de agrotóxicos para polinizadores adequado ao Brasil, que passe a ser aplicado de

forma obrigatória como parte do processo de registro de agrotóxicos e seja capaz de assegurar que os objetivos de proteção sejam alcançados.

As discussões nesse grupo envolvem vários tópicos, que vão, por exemplo, desde o questionamento sobre se a *Apis mellifera* seria o melhor organismo-teste para proteger as abelhas nativas do Brasil, passando por quais outros testes seriam necessários, até como quais medidas de mitigação podem ser utilizadas e como conseguir implementá-las para reduzir o risco de agrotóxicos para insetos polinizadores nativos presentes em ambientes agrícolas onde é intensivo o uso de agrotóxicos. Contudo, há ainda grandes lacunas de informação que precisam ser preenchidas por pesquisas para que os procedimentos visando à proteção das abelhas possam ser aperfeiçoados.

Em 2015 o Ibama colocou em consulta pública uma proposta de instrução normativa para disciplinar os procedimentos de avaliação de risco para abelhas. Embora elaborada com algum grau de incerteza em virtude das lacunas de dados identificadas, essa norma constituirá o primeiro regulamento sobre avaliação de risco ambiental de agrotóxicos, e direcionada à proteção de abelhas. A norma agora encontra-se em fase de consolidação de todos os comentários recebidos, e espera-se que em um curto espaço de tempo seja publicada.

Nessa norma foram propostos como objetivos de proteção a serem alcançados com a avaliação de risco de agrotóxicos para abelhas: a) proteger os insetos polinizadores e sua biodiversidade e b) garantir os serviços ecossistêmicos fornecidos por eles, incluindo o serviço de polinização, a produção de produtos da colônia (mel, própolis, cera etc.) e a provisão de recursos genéticos.

Mesmo com a publicação da instrução normativa o trabalho do GTT terá continuidade, para o aperfeiçoamento constante da norma.

Os esquemas de avaliação de risco de agrotóxicos para abelhas podem ser vistos nas figuras 9.

**Nota:** *Bee Rex*: modelo preditivo desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US-EPA) para calcular o risco de agrotóxicos para abelhas em fase 1. QR (Quociente de risco): calculado no Bee-REX, é obtido a partir da razão entre a Concentração Ambiental Estimada (CAE) e o parâmetro de toxicidade (DL50, NOAEC etc.). *AGDrift*: modelo preditivo desenvolvido pela US-EPA para estimar a deriva das pulverizações.

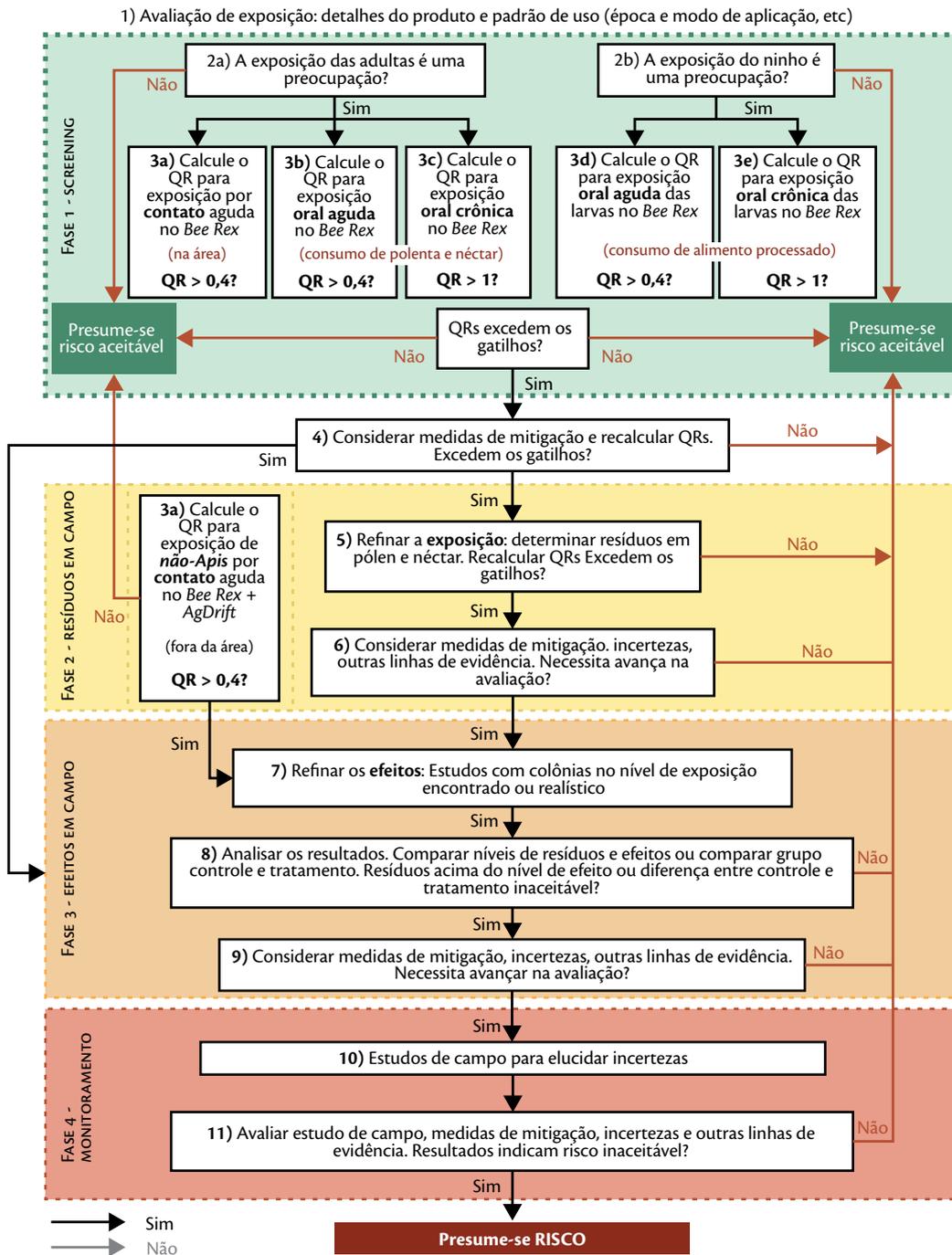
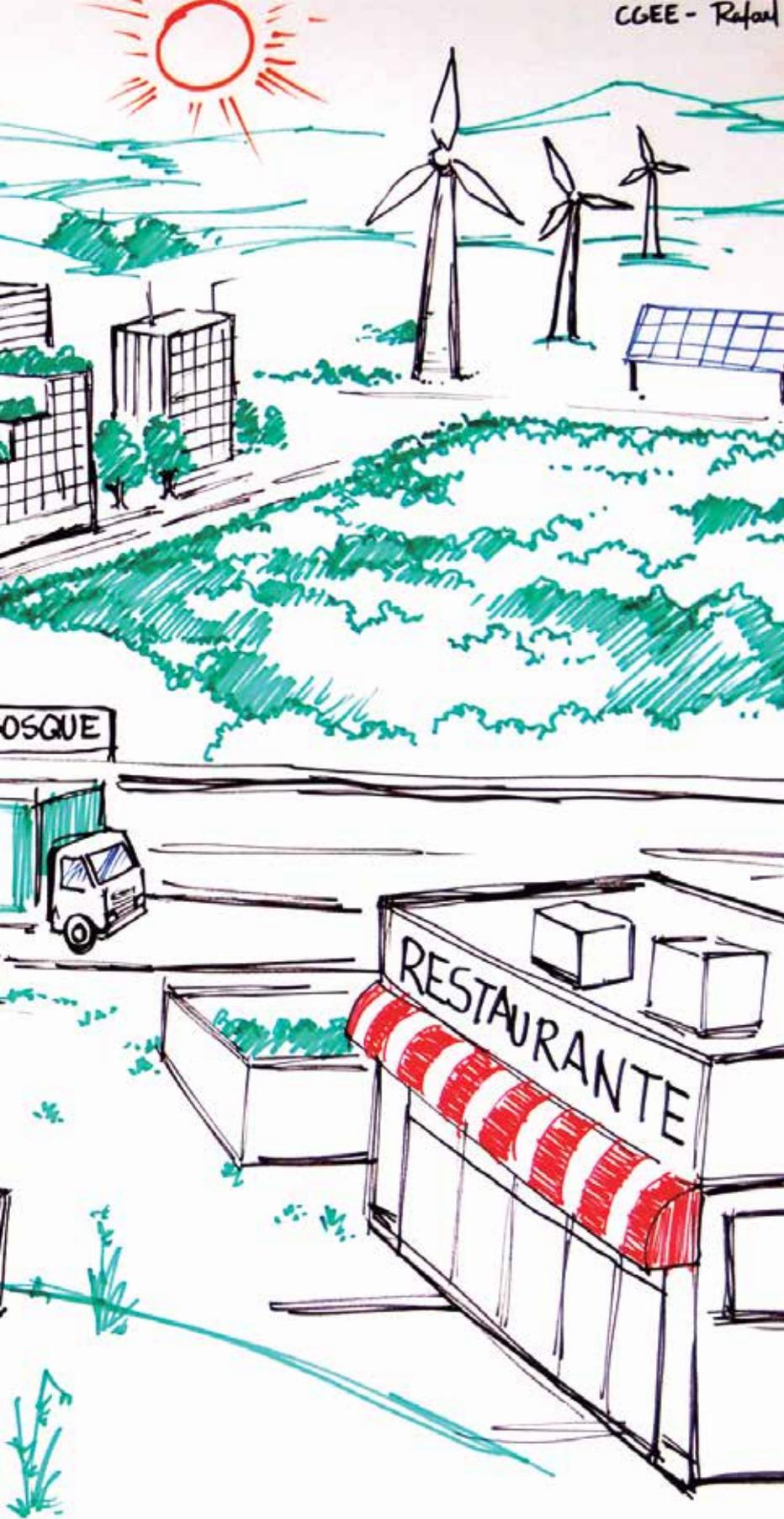


Figura 9 – Esquema de avaliação de risco de agrotóxicos para abelhas - Aplicações Foliares

Espera-se com a publicação da instrução normativa que a aprovação de agrotóxicos somente ocorra mediante comprovação científica de que efeitos adversos que comprometam a sobrevivência, a reprodução ou o desenvolvimento das abelhas não ocorrerão com seu uso. Dessa forma, o Ibama espera contribuir, dentro de sua área de atuação, para a regulação de um dos agentes apontados como responsáveis pelo declínio das populações de abelhas, para a proteção das abelhas e para a sustentabilidade na produção global de alimentos.







**PAINEL 10.**

**“CIDADE DO BOSQUE”**

Nota: Pannel de visão de futuro do planeta, elaborado pelas crianças do Centro de Ensino Fundamental do Bosque, sob a condução da equipe do CGEE e do ilustrador Rafael Benjamim Silva.

"Nosso futuro  
com as abelhas."





#### PAINEL 11.

### “NOSSO FUTURO COM AS ABELHAS”

Nota: Painei de visão de futuro do planeta, elaborado pelas crianças do Centro de Ensino Fundamental do Bosque, sob a condução da equipe do CGEE e do ilustrador Rafael Benjamim Silva.





## Capítulo 5

### Polinizadores e o debate sobre agrotóxicos no Congresso Nacional

Marcus Peixoto<sup>8</sup>

#### Introdução

A polinização é um processo chave tanto nos ecossistemas naturais quanto nos ambientes terrestres gerenciados por humanos. É um processo crítico para a produção de alimentos e sociedades humanas e conecta diretamente os ecossistemas naturais com os sistemas de produção agrícola. A vasta maioria das espécies de plantas que florescem somente produzem sementes se a polinização animal move o pólen das anteras para os estigmas de suas flores.

Sem tal serviço, muitas espécies e processos interconectados existentes em um ecossistema colapsariam. Mas, segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), 16,5% dos polinizadores vertebrados, e mais de 40% das espécies de polinizadores invertebrados, particularmente abelhas e borboletas, estão ameaçados de extinção globalmente (Sekhran, 2016).

Quase 90 % de todas as espécies de plantas que florescem são especializadas para serem polinizadas por animais, na maioria insetos, que afetam 35% da produção agrícola mundial, aumentando a produtividade de 87 das principais culturas em todo o mundo, 75% dos cultivos alimentares. Por exemplo, entre culturas beneficiadas pela polinização estão: caju, acerola, algodão, goiaba, pimentão, morango, mamona, girassol, canola e tomate. Entre as culturas altamente dependentes da polinização temos: guaraná, cacau, melão, melancia, maracujá e maçã.

A Iniciativa Internacional para a Conservação e Uso Sustentável de Polinizadores, também conhecida como Iniciativa Internacional sobre Polinizadores (IPI, na sigla em inglês), foi criada na Conferência

---

<sup>8</sup> Doutor em Ciências Sociais (CPDA/UFRRJ, 2009), pesquisador de pós-doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (PPED) do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRRJ, 2014/2015) e consultor legislativo do Senado Federal da Área de Agricultura do Núcleo de Economia desde 2006.

das Partes V (COP 5), países signatários da Convenção para Diversidade Biológica (CBD), realizada em 2000, em Nairóbi, no Quênia<sup>9</sup>. A COP6, realizada entre 7 e 19 de abril de 2002, em Haia, na Holanda, no que concerne à diversidade biológica para a agricultura (Decisão VI/5), adotou um Plano de Ação para a IPI, e decidiu revê-lo periodicamente. Reconheceu, ainda, o papel de liderança da FAO para a facilitação e coordenação da iniciativa e convidou os países signatários da Convenção, seus governos, e outras organizações importantes<sup>10</sup>, a apoiarem oportuna e financeiramente o Plano de Ação para a Iniciativa<sup>11</sup>, contido no Anexo II da Decisão VI/5.

Segundo o contexto então descrito no Plano de Ação, por todo o mundo a produção agrícola e a diversidade dos agroecossistemas já vinham sendo ameaçadas pelo declínio da população de polinizadores. A maior contribuição para este declínio vem, dentre outros fatores, da fragmentação dos habitat, do uso de agrotóxicos, do ataque de parasitas e doenças, e da introdução de espécies exóticas. O texto do Plano informa ainda que existem mais de 20 mil espécies de abelhas silvestres, que diferem enormemente em tamanho e no número de plantas que visitam e polinizam. Embora as abelhas sejam o grupo mais importante, outros insetos como borboletas, mariposas, vespas, moscas e besouros, e vertebrados como morcegos, esquilos, pássaros (como o beija-flor), e alguns primatas, também promovem polinização.

A polinização, como ciência, requer pesquisas detalhadas e a sua gestão prática é muito intrincada. Na maioria dos casos, porém, ainda há falta de conhecimento sobre as relações exatas entre espécies de plantas e seus polinizadores, e os estudos existentes nesse campo têm demonstrado que tais relações são bastante específicas.

A FAO, então, assumiu a responsabilidade de liderar a Iniciativa Internacional sobre Polinizadores, com desafios globais projetados até para o ano de 2010. Em 2004, várias iniciativas regionais já tinham planos de ação definidos e trabalhavam em conjunto na escolha de metodologias que permitissem comparações de resultados nos diversos continentes.

---

9 Informações disponíveis em: <https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7147>. Conforme o documento “A linha do tempo da Iniciativa Brasileira dos Polinizadores”, elaborado por Fonseca *et alii* (s/d), de 7 a 9 de outubro de 1998 foi realizada em São Paulo uma reunião internacional intitulada Conservation and Sustainable Use of Pollinators in Agriculture, with an Emphasis on Bees, da qual resultou o documento Declaração de São Paulo sobre os Polinizadores, disponível em: [http://www.webbee.org.br/bpi/pdfs/declaration\\_pollinators.pdf](http://www.webbee.org.br/bpi/pdfs/declaration_pollinators.pdf).

10 A COP V da CDB listou como organizações importantes, convocadas a colaborar com o tema, a International Union for Conservation of Nature (IUCN), a International Bee Research Association (IBRABEE) e a International Commission for Plant-Pollinator Relationships (ICPPR), a International Centre of Insect Physiology and Ecology (ICIPE), e centros internacionais de pesquisa agrícola do Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR).

11 Informações disponíveis em: <https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7179>



Relacionamos aqui a Iniciativa Europeia dos Polinizadores (EPI<sup>12</sup>), a Campanha Norte-Americana de proteção dos Polinizadores (NAPPC<sup>13</sup>), a Iniciativa Africana dos Polinizadores, a Iniciativa dos Polinizadores dos povos das montanhas da Ásia (ICIMOD<sup>14</sup>) e a Iniciativa Brasileira dos Polinizadores (IBP<sup>15</sup>).

A IPI estabeleceu como desafios mitigar a falta de informações taxonômicas sobre polinizadores; medir o valor econômico da polinização; e promover a conservação, restauração e uso sustentável da diversidade de polinizadores na agricultura e em agroecossistemas.

Conforme Assis (2014), documentos divulgados em dezembro 2013, durante a reunião da Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (IPBES<sup>16</sup>), em Antalya, Turquia, mostraram que pelo menos 75% das culturas do mundo dependem da polinização por abelhas e outros polinizadores para se desenvolver e gerar frutos.

Segundo a autora, os participantes decidiram desenvolver, até 2019, um programa de trabalho visando preparar um conjunto de avaliações acerca da polinização e sua relação com a produção de alimentos, degradação da terra e espécies invasoras. O objetivo das avaliações é fornecer aos formuladores de políticas as ferramentas destinadas a enfrentar a pressão decorrente dos desafios ambientais.

Nas duas próximas seções desse artigo são apresentados os debates recentes no Congresso Nacional sobre os polinizadores, sua importância econômica, as normas de registro de agrotóxicos e os projetos de lei que estão em tramitação e buscam alterar o marco regulatório destes produtos. Em seguida são apresentadas considerações finais sobre o assunto.

## 5.1. O debate sobre os polinizadores, sua importância econômica e os agrotóxicos no Congresso Nacional

Em audiência pública sobre “*Mortandade disseminada das abelhas devido ao uso de agrotóxicos*”, realizada em 4 de julho de 2013 na Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

---

12 Acessível em: <http://www.reading.ac.uk/AcaDepts/aa/epi/publish/EPI/>.

13 Disponível em: <http://pollinator.org/nappc/index.html>.

14 Abrigado no International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD), acessível em <http://www.icimod.org/>

15 Acessível em: <http://www.webbee.org.br/bpi/index.htm>.

16 Acessível em: <http://www.ipbes.net/>.

(CMADS), da Câmara dos Deputados, o então secretário de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Roberto Brandão Cavalcanti, afirmou que verduras e frutas lideram as categorias de alimento que necessitam de polinizadores, e cada um desses grupos de cultura geraram riquezas em torno de 50 bilhões de euros em 2005 no mundo.

Em 2007 o valor global do mel exportado foi de 1,25 bilhão de dólares, e o valor estimado dos serviços ecossistêmicos da polinização teria atingido 212 bilhões de dólares. E em 2010 o valor da polinização na América do Sul foi de 11,6 bilhões de euros/ano (Cavalcanti, 2013). Estimativas da FAO apontam que o valor anual de culturas diretamente afetadas pela polinização está entre US\$ 235 e US\$ 577 bilhões.

Em apresentação feita na mesma audiência pública, a pesquisadora da Universidade Federal da Bahia, Maria Cecília de Lima e Sá de Alencar Rocha, informou que *"o valor anual do serviço de polinização promovido por polinizadores (115 das principais culturas usadas diretamente na alimentação humana) em 2005 foi de €\$153 bilhões (9,5% da produção agrícola mundial)"*. E 75% destas 115 principais culturas manejadas no mundo, dependem dos polinizadores para a produção de frutos e sementes (Rocha, 2013).

Na mesma ocasião, o presidente da Confederação Brasileira de Apicultura (CBA), José Cunha, informou que há 350.000 apicultores e meliponicultores no Brasil, com um total de 1 milhão de pessoas envolvidas nestas atividades. A produção total de mel é de 50.000 toneladas/ano e o Brasil, 11º maior produtor de mel, ocupa o 5º lugar no *ranking* mundial de exportação, com exportações de 25 mil toneladas/ano, no valor de US\$ 75 milhões (Cunha, 2013).

Também durante a citada audiência pública, o chefe-geral da Embrapa Soja, Alexandre J. Cattelan, assinalou que a partir do final da década de 1980 passou a ser observada a redução da população de abelhas melíferas, em diversas partes do mundo, um fenômeno chamado de Desordem de Colapso das Colmeias (CCD, do nome em inglês, *Colony Collapse Disorder*).

Entre vários fatores, foi aventada a hipótese do desaparecimento das abelhas estar sendo causado pelo uso de inseticidas, aplicados para a proteção de cultivos próximos às colmeias. O apresentador ressaltou que nos últimos anos vários inseticidas foram banidos, como os do grupo dos organofosforados, metamidofós e endossulfam, amplamente utilizados em soja, em especial para o controle de percevejos (Cattelan, 2013).

O banimento de produtos tradicionais desencadeou então a pesquisa e o desenvolvimento de outros inseticidas, como os do grupo dos neonicotinoides, cuja estrutura química é derivada de nicotina e são menos tóxicos para os vertebrados. Os neonicotinoides funcionam como neurotoxinas que



interferem no sistema nervoso dos insetos, prejudicando o olfato e a memória. Entretanto, isso pode causar desorientação tanto nos insetos que são pragas quanto nos úteis, dificultando o retorno de abelhas às colmeias.

Para Catellan (2013) estudos demonstram que as abelhas estão ameaçadas em muitas áreas do mundo, incluindo áreas distantes do uso de neonicotinoides, já que outros fatores podem apresentar alto risco de mortalidade como: ácaros, outros agrotóxicos, vírus, fungos, estiagem, fogo ou má nutrição das colônias, além de plantas produtoras de pólen e/ou de néctar tóxicos às abelhas. A causa mais provável para a DCC, no entanto, seria uma conjunção desses fatores, que leva ao enfraquecimento das abelhas e do seu sistema imunológico deixando as mesmas suscetíveis a infecções por microrganismos, em especial, o Vírus de Paralisia Aguda Israelense (IAPV).

O autor observou que, se por um lado é importante minimizar os impactos do controle de pragas sobre as abelhas e demais insetos polinizadores, por outro lado o produtor de soja necessita alternativas viáveis para controle dessas pragas, especialmente de percevejos, no período de cultivo em que esses insetos causam maior prejuízo.

Já a diretora-executiva do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (Sindag), Sílvia de Toledo Fagnani Ligabó, afirmou que a situação da saúde das abelhas é diferente entre hemisférios Norte e Sul, e que eventos ocorridos em outros países não devem ser comparados com situação local sem antes se promover pesquisas oficiais que demonstrem ou não alguma correlação com o uso de inseticidas. Conforme a autora, dentre as ações da indústria para lidar com a questão estão a intensificação do diálogo com apicultores; o apoio a entidades do setor por meio de ações como publicação de materiais informativos para apicultores, melipolinicultores, engenheiros agrônomos, técnicos e agricultores; a promoção de fóruns esclarecedores; o treinamento de aplicadores de produtos químicos; e o apoio a programa de certificação de aviação agrícola. Informou que, entre 2005 e 2010, 7,8 milhões de pessoas foram treinadas ou retreinadas pelas indústrias do setor (Ligabó, 2013).

Ainda na audiência da CMADS, o coordenador geral de Avaliação de Substâncias Químicas da Diretoria de Qualidade Ambiental do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), Marcio Rosa Rodrigues de Freitas, discorreu sobre a cronologia das ações realizadas de 2009 a 2013, envolvendo o Instituto, o Ministério Público, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), as indústrias de agrotóxicos, organizações de produtores rurais, envolvendo as medidas, previstas na legislação brasileira, que estão sendo adotadas pelo Ibama no sentido da proteção aos polinizadores, no âmbito da Regulação de Agrotóxicos, com vistas à reavaliação ambiental dos neonicotinóides e Fipronil (Freitas, 2013).

No Senado Federal também foi realizada pela Comissão de Agricultura e Reforma Agrária (CRA) uma audiência pública, em 22 de agosto 2013, para debater o fenômeno da redução da população de colônias de abelhas polinizadoras, a DCC, supostamente causada pelo uso de neonicotinóides.

Nesta audiência o representante da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), Leonardo Machado, esclareceu que o primeiro inseticida da classe neonicotinóides comercializado foi o imidacloprido, na Europa e no Japão em 1990, e nos EUA em 1992. O imidacloprido tem como principais características: 1 – peculiaridades químicas e biológicas do modo de ação; 2 – ser inativo aos vertebrados (modo de ação); e 3 – ser o principal substituto dos inseticidas organofosforados. A dosagem média de organofosforados é de 1 litro por hectare, enquanto a mistura de neonicotinoide + piretroide é de 0,2 l/ha (MACHADO, 2013)

Presente também nesta audiência, o coordenador geral de Avaliação de Substâncias Químicas do Ibama, Márcio Freitas, afirmou que não há evidência científica de que a CCD é causada pelo uso de neonicotinóides, e que tanto no Brasil como na União Europeia as restrições de uso impostas a estes produtos deveu-se a: 1) efeitos agudos e crônicos sobre o desenvolvimento e sobrevivência das colônias de abelhas; 2) efeitos sobre as larvas de abelhas e comportamento das abelhas; e 3) ao risco de doses subletais das três substâncias. Por tais razões, relatou Freitas, o Ibama iniciou um processo de reavaliação do registro de produtos a base de neonicotinóides e fipronil (Freitas, 2013).

Em reunião na Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Mel e Produto das Abelhas<sup>17</sup>, do Mapa, realizada em 27 de novembro de 2015, Freitas (2015) informou que não há comprovação da ocorrência de DCC no Brasil, cujos possíveis motivos incluem: 1) novos inseticidas (neonicotinóides e fipronil); 2) novos vírus das abelhas; 3) um novo tipo do fungo *Nosema sp.*; 4) problemas com a variabilidade genética e seleção das abelhas; 5) mudanças no ácaro *Varroa destructor*; 6) falta de alimentos adequados; 7) fungicidas que afetam a comida (néctar) das abelhas; e 8) sistemas de manejo intensivo das colmeias. Entretanto, ratificou que não há evidência científica de que a DCC é causada pelos neonicotinóides (Freitas, 2015).

Algumas lacunas identificadas, segundo Freitas (2015), foram: ausência/deficiência de programas de monitoramento e de um sistema de notificação de ocorrência de perdas de enxames; dados limitados sobre áreas onde espécies locais requerem proteção e sobre a sensibilidade das espécies

---

17 No dia 22 de maio de 2006 foi instalada em Aracajú, Sergipe, a Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Mel e Produtos Apícolas. Teve em 2011 seu nome alterado para Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Mel e Produtos das Abelhas, abrangendo também as abelhas sem ferrão. A Câmara é composta por 18 órgãos e entidades, e foi criada oficialmente com a edição da Portaria de nº 293, de 01 de dezembro de 2006, publicada no DOU de 04 de dezembro de 2006.



nativas frente às abelhas africanizadas e europeias. O autor aponta que mesmo para a apicultura há pouca informação sobre a produção e a população de abelhas. Além disso, faltam produtos alternativos substitutos dos atuais; há necessidade da adoção de novas práticas agrícolas alternativas e de manejo integrado de pragas; programas de proteção e de mitigação de riscos aos serviços de polinização; e implementação da avaliação de risco para inseticidas e produtos alternativos.

## 5.2. A Lei dos Agrotóxicos e o processo de registro de produtos

No Brasil, assim como no mundo, cresce em importância a pesquisa de novas moléculas que originem novos princípios ativos, de atuação mais específica e eficaz contra pragas e doenças na agricultura, que demandem aplicação em menor volume, tenham menor toxicidade para outros seres vivos e persistam por menos tempo no ambiente.

O uso de agrotóxicos deve ser minimizado e evitado, sempre que possível. Entretanto, a sua eventual utilização pelos produtores rurais pode ser fundamental, sob diversos aspectos (agronômicos, ambientais, econômicos, sociais). Além das indústrias, diversos agentes e organizações atuam para capacitar os produtores e trabalhadores rurais para a utilização correta de agrotóxicos. Citamos os técnicos das vendas agropecuárias, das cooperativas de produtores, os serviços públicos de assistência técnica e extensão rural (Ater), organizações não governamentais, técnicos do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar), entre outros.

A **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989** (Brasil, 1989), conhecida como Lei dos Agrotóxicos, *dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins*. O art. 2º estabelece os seguintes conceitos:

Art. 2º Para os efeitos desta Lei, consideram-se:

I. agrotóxicos e afins:

- a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;
  - b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento;
- II. componentes: os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins.

O art. 3º da Lei dos Agrotóxicos estabelece que estes produtos, seus componentes e afins, só poderão ser produzidos, exportados, importados, comercializados e utilizados, se previamente registrados em órgão federal, de acordo com as diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis pelos setores da saúde (no caso, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa), do meio ambiente (Ibama) e da agricultura (a Secretaria de Defesa Agropecuária – SDA, do Mapa). Já o § 5º do art. 3º dispõe que o registro para novo produto agrotóxico, seus componentes e afins, será concedido se a sua ação tóxica sobre o ser humano e o meio ambiente for comprovadamente igual ou menor do que a daqueles já registrados, para o mesmo fim, segundo os parâmetros fixados na regulamentação da Lei<sup>18</sup>.

O § 4º do art. 3º da Lei de Agrotóxicos estabelece que, quando organizações internacionais responsáveis pela saúde, alimentação ou meio ambiente, das quais o Brasil seja membro integrante ou signatário de acordos e convênios, alertarem para riscos ou desaconselharem o uso de agrotóxicos, seus componentes e afins, caberá à autoridade competente (A Anvisa, o Ibama ou a SDA/Mapa) tomar imediatas providências, sob pena de responsabilidade. As providências podem ser a reavaliação do produto, e o eventual cancelamento do seu registro.

O § 6º, por seu turno, proíbe o registro de agrotóxicos, seus componentes e afins:

- a) para os quais o Brasil não disponha de métodos para desativação de seus componentes, de modo a impedir que os seus resíduos remanescentes provoquem riscos ao meio ambiente e à saúde pública;
- b) para os quais não haja antídoto ou tratamento eficaz no Brasil;
- c) que revelem características teratogênicas, carcinogênicas ou mutagênicas, de acordo com os resultados atualizados de experiências da comunidade científica;
- d) que provoquem distúrbios hormonais, danos ao aparelho reprodutor, de acordo com procedimentos e experiências atualizadas na comunidade científica;
- e) que se revelem mais perigosos para o homem do que os testes de laboratório, com animais, tenham podido demonstrar, segundo critérios técnicos e científicos atualizados;
- f) cujas características causem danos ao meio ambiente.

Conforme o art. 5º, têm legitimidade para requerer o cancelamento ou a impugnação, em nome próprio, do registro de agrotóxicos e afins, arguindo prejuízos ao meio ambiente, à saúde humana e dos animais, as seguintes entidades:

- I. entidades de classe, representativas de profissões ligadas ao setor;
- II. partidos políticos, com representação no Congresso Nacional;
- III. entidades legalmente constituídas para defesa dos interesses difusos relacionados à proteção do consumidor, do meio ambiente e dos recursos naturais.

---

<sup>18</sup> O regulamento da Lei nº 7.802, de 1989, foi inicialmente disposto no Decreto no 98.816, de 11 de janeiro de 1990, revogado pelo Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, em vigor. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4074.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm).



O § 1º do art. 5º impõe que, para efeito de registro e pedido de cancelamento ou impugnação de agrotóxicos e afins, todas as informações toxicológicas de contaminação ambiental e comportamento genético, bem como os efeitos no mecanismo hormonal, são de responsabilidade do estabelecimento registrante ou da entidade impugnante e devem proceder de laboratórios nacionais ou internacionais. O § 2º dispõe remete ao regulamento as condições para o processo de impugnação ou cancelamento do registro, determinando que o prazo de tramitação não exceda 90 dias e que os resultados apurados sejam publicados. E o § 3º estatui que, uma vez protocolado o pedido de registro, deve ser publicado no Diário Oficial da União um resumo do mesmo.

O art. 9º da Lei dos Agrotóxicos dispõe que, no exercício de sua competência, a União adotará as seguintes providências:

- I. legislar sobre a produção, registro, comércio interestadual, exportação, importação, transporte, classificação e controle tecnológico e toxicológico;
- II. controlar e fiscalizar os estabelecimentos de produção, importação e exportação;
- III. analisar os produtos agrotóxicos, seus componentes e afins, nacionais e importados;
- IV. controlar e fiscalizar a produção, a exportação e a importação.

Nos termos dos arts. 23 e 24 da Constituição Federal, compete aos Estados e ao Distrito Federal, legislar sobre o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento dos agrotóxicos, seus componentes e afins, bem como fiscalizar o uso, o consumo, o comércio, o armazenamento e o transporte interno. Ou seja, a normatização do registro de produtos é competência exclusiva da União.

É o **Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002**, que regulamenta a Lei dos Agrotóxicos e, no seu art. 2º, dispõe que cabe aos ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Saúde e do Meio Ambiente, entre outras atribuições, estabelecer:

- diretrizes e exigências relativas registro e reavaliação de registro;
- diretrizes e exigências objetivando minimizar os riscos;
- limite máximo de resíduos e o intervalo de segurança;
- parâmetros para rótulos e bulas de agrotóxicos e afins;
- metodologias de amostragem e de análise para determinação de resíduos em produtos de origem vegetal, animal, água e solo;
- reavaliação de registro;
- cancelamento ou de impugnação de registro;
- ações de instrução, divulgação e esclarecimento sobre o uso correto e eficaz.

Ao Ministério da Agricultura Cabe avaliar a eficiência agronômica e conceder o registro, inclusive o Registro Especial Temporário (RET, permitido pela lei para fins de pesquisa e experimentação), para uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas florestas plantadas e nas pastagens, atendidas as diretrizes e exigências dos Ministérios da Saúde e do Meio Ambiente (art. 5º).

Ao Ministério da Saúde cabe avaliar e classificar toxicologicamente, avaliar os destinados ao uso em ambientes urbanos, industriais, domiciliares, públicos ou coletivos, ao tratamento de água e ao uso em campanhas de saúde pública, fazer a avaliação toxicológica preliminar, estabelecer intervalo de reentrada nos ambientes, conceder o registro e RET e monitorar os resíduos em produtos de origem animal (art. 6º).

Ao Ministério do Meio Ambiente cabe avaliar os destinados ao uso em ambientes hídricos, na proteção de florestas nativas e de outros ecossistemas; a avaliação ambiental, estabelecendo suas classificações quanto ao potencial de periculosidade ambiental; a avaliação ambiental preliminar dos produtos destinados à pesquisa e à experimentação; e o registro, inclusive o RET, dos produtos destinados ao uso em ambientes hídricos, na proteção de florestas nativas e de outros ecossistemas, atendidas as diretrizes e exigências dos ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e da Saúde

Os agrotóxicos, seus componentes e afins que apresentarem indícios de redução de sua eficiência agronômica, alteração dos riscos à saúde humana ou ao meio ambiente poderão ser reavaliados a qualquer tempo e ter seus registros mantidos, alterados, suspensos ou cancelados (art. 13).

A avaliação ambiental de agrotóxicos compreende duas vertentes, a Avaliação de Periculosidade Ambiental (PPA) e a Avaliação de Risco Ambiental (ARA) (Ver artigo *“Atual cenário da avaliação de risco de agrotóxicos para polinizadores no Brasil”*). Ambas as modalidades estão disciplinadas na **Portaria Normativa Ibama nº 84, de 15 de outubro de 1996**, que estabelece procedimentos a serem adotados junto ao Instituto, para efeito de registro e avaliação do potencial de periculosidade ambiental (PPA) de agrotóxicos, seus componentes e afins. A portaria instituiu o Sistema Permanente da Avaliação e Controle dos Agrotóxicos, que compreende os seguintes subsistemas:

- a) **classificação do potencial de periculosidade ambiental** - baseia-se nos parâmetros bioacumulação, persistência, transporte, toxicidade a diversos organismos, potencial mutagênico, teratogênico, carcinogênico, obedecendo a seguinte graduação: Classe I - Produto Altamente Perigoso; Classe II - Produto Muito Perigoso; Classe III - Produto Perigoso; e Classe IV - Produto Pouco Perigoso;
- b) **estudo de conformidade** - visa aferir informações apresentadas pela empresa, para efeito de registro ou classificação do potencial de periculosidade ambiental, quando julgado necessário pelo Ibama;



- c) **avaliação do risco ambiental** - realizada quando a classificação de periculosidade ambiental considerando os usos propostos caracterizar a necessidade da geração de informação de campo, ou quando, a critério do Ibama, for verificada a sua necessidade;
- d) **divulgação de informações relativas à avaliação e ao controle ambiental** - visa promover a educação ambiental, que estimule o uso seguro e eficaz, com o objetivo de reduzir os efeitos prejudiciais para o meio ambiente e de prevenir acidentes decorrentes de sua utilização imprópria;
- e) **monitoramento ambiental**: visa acompanhar os impactos ambientais regionais ou nacionais, com o objetivo de embasar a tomada de decisões no estabelecimento de políticas públicas relativas a agrotóxicos e afins, no tocante a melhoria da qualidade ambiental;
- f) **fiscalização** - executadas em caráter permanente, com vistas à proteção ambiental.

Boa parte do Decreto nº 4.074, de 2002 é dedicado aos registros de produtos, de produtos destinados à pesquisa e à experimentação, e de componentes, às proibições, ao cancelamento e da impugnação, e ao registro de pessoas físicas e jurídicas. Destaque-se que os órgãos federais competentes devem realizar avaliação técnico-científica, para fins de registro ou reavaliação de registro, no prazo de até 120 dias, contados a partir da data do respectivo protocolo (art. 15).

Ainda no que concerne aos registros, a **Instrução Normativa Conjunta nº 1, de 23 de janeiro de 2006**, da SDA/Mapa, da Anvisa e do Ibama, estabelece os procedimentos a serem adotados para efeito de registro de produtos semioquímicos<sup>19</sup> que se caracterizem como produtos técnicos, agrotóxicos ou afins. Conforme a IN, os testes para avaliação de produtos semioquímicos somente serão aceitos pelo Mapa, Anvisa e Ibama quando procedentes de laboratórios credenciados, acreditados ou habilitados pelo Mapa, pela Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde (Reblas) e pelo Instituto de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro).

### 5.3. Projetos de lei que alteram a lei dos agrotóxicos

Estão em tramitação no Congresso Nacional diversos projetos de lei que promovem diferentes alterações na Lei dos Agrotóxicos, não necessariamente sobre o processo de registro. Não obstante, é importante relacioná-los, pois ao longo de sua tramitação os projetos podem ser apensados a outros que promovem alterações nas normas de registro, ou recebam emendas nesse sentido. Na Câmara dos Deputados relaciona-se os seguintes projetos de lei (PL):

<sup>19</sup> Produtos semioquímicos são aqueles constituídos por substâncias químicas que evocam respostas comportamentais ou fisiológicas nos organismos receptores e que são empregados com a finalidade de detecção, monitoramento e controle de uma população ou de atividade biológica de organismos vivos, podendo ser classificados, a depender da ação que provocam, intra ou interespecífica, como feromônios e aleloquímicos, respectivamente.

- 1) **PL nº 2.495, de 2000<sup>20</sup>**, de autoria do Deputado Fernando Coruja, que *altera dispositivos da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, e define o produto fitossanitário genérico como sendo o agrotóxico que comprove não conter substância contaminante prejudicial à saúde ou ao meio ambiente.* O PL define o produto fitossanitário genérico como sendo o agrotóxico que comprove não conter substância contaminante prejudicial à saúde ou ao meio ambiente.
- 2) **PL nº 5.852, de 2001<sup>21</sup>**, de autoria do Deputado Rubens Bueno, que *altera a Lei nº 7.802, de 1989, estabelecendo a denominação genérica comum para os produtos que disciplina.*
- 3) **PL nº 3.125, de 2000<sup>22</sup>**, de autoria do Deputado Luis Carlos Heinze, que *altera dispositivos da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, e define produto similar, princípio ativo, produto novo e exclui a expressão “componentes” do texto da lei; estabelece que o processo de registro será feito no Ministério responsável pelo setor do respectivo produto agrotóxico.*
- 4) **PL nº 6.299, de 2002<sup>23</sup>**, de autoria do Senador Blairo Maggi, que *altera os arts 3º e 9º da Lei nº 7.802, de 1989, para dispor que o registro prévio do agrotóxico será o do princípio ativo; dá competência à União para legislar sobre destruição de embalagem do defensivo agrícola.*
- 5) **PL nº 5.884, de 2005<sup>24</sup>**, de autoria do Deputado Lino Rossi - PP/MT, que *altera a Lei nº 7.802, de 1989, para definir o produto equivalente na composição de agrotóxicos, estabelecendo o registro especial temporário com prazo de vigência de cento e oitenta dias.*
- 6) **PL nº 6.189, de 2005<sup>25</sup>**, de autoria da Deputada Kátia Abreu, que *altera a Lei nº 7.802, de 1989, para simplificação do processo de registro de agrotóxico equivalente ou genérico; suspendendo a exigência do Registro Especial Temporário.*
- 7) **PL nº 1.567, de 2011<sup>26</sup>**, de autoria do Senador Heráclito Fortes, que *altera a Lei nº 7.802, de 1989, para dispor sobre o agrotóxico genérico.*
- 8) **PL nº 1.779, de 2011<sup>27</sup>**, de autoria do Senadora Kátia Abreu (originário do Senado, onde tramitou como PLS nº 88, de 2011), que *acrescenta art. 3º- A à Lei nº 7.802, de 1989, para dispor sobre o prazo para início da produção e comercialização de agrotóxico após a emissão do registro.*

---

20 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=18199>.

21 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=42480>.

22 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=19141>.

23 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=46249>.

24 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=299862>.

25 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=306460>.

26 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=508670>.

27 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=511569>.



- 9) **PL nº 3.063, de 2011<sup>28</sup>**, de autoria da Comissão de Seguridade Social e Família - Subcomissão Especial sobre o Uso de Agrotóxicos e suas Consequências à Saúde, que *altera a Lei nº 7.802, de 1989, para criar novos requisitos para o registro de agrotóxicos*. Segundo esse PL, a validade do registro será de 5 anos, revalidado a cada 5 anos, a pedido do interessado; e reavaliados a cada 10 anos.
- 10) **PL nº 4.166, de 2012<sup>29</sup>**, de autoria do Deputado César Halum, que *altera a Lei nº 7.802, de 1989, para dispor sobre os defensivos agrícolas genéricos e dá outras providências*.
- 11) **PL nº 49, de 2015<sup>30</sup>**, de autoria do Deputada Carmen Zanotto, que *altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre agrotóxicos, fazendo incluir nos rótulos dos produtos imagens realistas sobre prejuízos à saúde causados pelos pesticidas sobre a saúde humana*.
- 12) **PL nº 371, de 2015<sup>31</sup>**, de autoria do Deputado Jorge Solla, que *altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre agrotóxicos, fazendo incluir nos rótulos dos produtos imagens realistas sobre prejuízos à saúde causados pelos pesticidas sobre a saúde humana*.
- 13) **PL nº 461, de 2015<sup>32</sup>**, de autoria do Deputado Padre João, que *altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre agrotóxicos, fazendo incluir nos rótulos dos produtos imagens realistas sobre prejuízos à saúde causados pelos pesticidas sobre a saúde humana*.
- 14) **PL nº 1.687, de 2015<sup>33</sup>**, de autoria da Senadora Ana Rita (originário do Senado, onde tramitou como PLS nº 679, de 2011), que *altera a Lei nº 7.802, de 1989, para instituir a Política Nacional de Apoio aos Agrotóxicos e Afins de Baixa Periculosidade*.
- 15) **PL nº 3.200, de 2015<sup>34</sup>**, de autoria do Deputado Covatti Filho, que *dispõe sobre a Política Nacional de Defensivos Fitossanitários e de Produtos de Controle Ambiental, seus Componentes e Afins, bem como sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de defensivos fitossanitários e de produtos de controle ambiental, seus componentes e afins, e revoga as Leis nº 7.802, de 1989 e 9.974, de 2000*. Trata-se de um projeto que reformula completamente o marco regulatório dos agrotóxicos, mudando, inclusive, a denominação

28 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=533153>.

29 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=550810>.

30 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=944332>.

31 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=946726>.

32 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=949045>.

33 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1295930>.

34 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1996620>.

desses produtos de agrotóxicos para defensivos fitossanitários. Entre outras mudanças instituiu uma Comissão Técnica Nacional de Fitossanitários (CTNFito), no âmbito do Mapa, como instância colegiada multidisciplinar de caráter consultivo e deliberativo, com a finalidade de apresentar pareceres técnicos conclusivos aos pedidos de avaliação de novos produtos defensivos fitossanitários, de controle ambiental, seus produtos técnicos e afins.

- 16) **PL 3.649/2015**<sup>35</sup>, de autoria do Deputado Luis Carlos Heinze, que *acrescenta dispositivos à Lei nº 7.802, de 1989, para introduzir conceitos relativos a produto novo, produto equivalente e avaliação de risco, e estabelecer procedimentos relativos à avaliação de risco, classificação e registro de produtos.*
- 17) **PL 4.933/2016**<sup>36</sup>, de autoria do Deputado Professor Victório Galli, que *altera a Lei nº 7.802, de 1989, para acelerar o prazo de registro de agrotóxicos, seus componentes e afins pelo único órgão federal - Ministério da Agricultura.*

Todos os projetos que tramitam na Câmara dos Deputados estão apensados e aguardam posicionamento da **Comissão Especial** criada para proferir parecer. Entretanto, não foram encontrados registros de atuação dessa Comissão.

Os projetos de lei do Senado (PLS) em tramitação são apenas 3:

- 1) **PLS nº 541, de 2015**<sup>37</sup>, de autoria do Senador Antonio Carlos Valadares, que altera a Lei nº 7.802, de 1989, para proibir o registro de agrotóxicos em cuja composição química estejam presentes os seguintes ingredientes ativos: glifosato, triclofom, carbofuran, cihexatina, abamectina, fosmete e lactofen, bem como veda a pulverização aérea de agrotóxicos para toda e qualquer finalidade.
- 2) **PLS nº 136, de 2014**<sup>38</sup>, de autoria do Senador Alfredo Nascimento, que altera a Lei nº 7.802, de 1989, para fixar em 10 anos o prazo de validade de registro de agrotóxico no País; define que os registros de agrotóxicos emitidos até a publicação da lei terão validade de 15 anos.
- 3) **PLS nº 209, de 2013**<sup>39</sup>, de autoria do Senador Ruben Figueiró, que altera a Lei nº 7.802, de 1989, para dispor que os agrotóxicos devam ser previamente registrados em órgão federal, estabelecendo que o pedido de registro deverá ser direcionado somente ao órgão federal registrante que deverá concentrar todos os procedimentos para análise do processo de

---

35 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2055554>.

36 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2081613>.

37 Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/122747>.

38 Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/116997>.

39 Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/112945>.



registro na forma de regulamento. A análise do processo de registro deverá ser concluída no prazo de 180 dias a contar da data de solicitação do registrante à União na forma de regulamento e, se favorável, o registro se dará no prazo de 15 dias subsequentes e o não cumprimento dos prazos sujeitará os responsáveis às penalidades por ato de improbidade administrativa nos termos da Lei nº 8.429, de 2 de junho de 1999.

Cumpre destacar a existência do **PL nº 1.634, de 2007**<sup>40</sup>, ainda em tramitação, de autoria do Deputado João Dado, que altera as leis nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967 (Lei de Proteção à Fauna), e 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (Lei de Crimes Ambientais), para estabelecer medidas de proteção às abelhas e à flora a elas relacionada. O PL possibilita ao Poder Público incluir na proteção especial qualquer espécie da fauna silvestre, nativa ou exótica, por motivo de sua localização, função ecológica ou econômica, raridade, beleza ou de prestação de serviço ambiental relevante. O Projeto foi aprovado nas Comissões de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CMADS) e Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC), nesta última em junho de 2009, na forma de um projeto substitutivo.

A proposição está sujeita à apreciação do plenário, mas não foi incluída na pauta, até ser arquivada em 31 de janeiro de 2011, nos termos do Artigo 105 do Regimento Interno da Câmara dos Deputados. Em março de 2011, em atendimento de requerimento apresentado pelo autor, o Projeto foi desarquivado, tendo recebido em junho do mesmo ano, complementação de voto na CCJC, para correção do projeto substitutivo. Entretanto, a inclusão do Projeto de Lei 1.634, de 2007, na Ordem do Dia do Plenário da Câmara não foi realizada até hoje, não obstante em 04/11/2014 o autor tivesse apresentado o Requerimento nº 10763, de 2014, para que o Projeto fosse apreciado pelo Plenário, o que não ocorreu, pelo menos até setembro de 2016.

#### 5.4. Considerações finais

Tudo indica que na Câmara dos Deputados a Comissão Especial criada para analisar os projetos que alteram a Lei dos Agrotóxicos deverá apresentar um projeto de lei substitutivo, que reúna as alterações que venham a ser acatadas. Muitas destas alterações tratam dos critérios de registro de novos produtos agrotóxicos, sua vigência e reavaliação, medidas que têm impacto no desenvolvimento e lançamento, no mercado, de novos princípios ativos.

O projeto substitutivo eventualmente aprovado na Comissão Especial deverá ainda ser aprovado no Plenário da Câmara. Entretanto, nesse contexto, merece também atenção especial o PL 3.200, de 2015, por objetivar uma ampla alteração do marco regulatório dos agrotóxicos.

---

40 Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=360365>.

O projeto de lei sobre agrotóxicos que resulte da Câmara dos Deputados será, então, apreciado pelo Senado Federal. Segundo as normas do processo legislativo, as alterações que venham a ser promovidas no Senado deverão ser apreciadas pela Câmara, antes do projeto ser remetido à sanção presidencial e virar lei.

O mesmo procedimento vale para os projetos em tramitação no Senado. Se aprovados, isoladamente ou na forma de um substitutivo, antes que o PL da Comissão Especial seja aprovado no Plenário da Câmara, passarão pela análise desta Casa Legislativa, seguindo o mesmo rito, até que possam virar Lei. A velocidade do processo legislativo, no entanto, depende de fatores de natureza política, que podem envolver diversos setores e organizações da sociedade, como os governos, a academia, produtores rurais, indústrias químicas, ambientalistas, consumidores etc.

Como um dos possíveis fatores desestabilizadores da população de polinizadores, a preocupação com os agrotóxicos não devem restringir-se somente ao desenvolvimento de produtos mais específicos, eficientes e baratos, menos persistentes no ambiente, e menos tóxicos às espécies que não são pragas, ou ao homem. O uso correto de tais produtos pelos agricultores continuará a ser um desafio, tanto para as indústrias que os fabricam, quanto para as organizações públicas e privadas, responsáveis pela prestação de serviços de assistência técnica e extensão rural, de que tanto carecem os produtores rurais.

Há ainda a importância da capacitação dos produtores rurais para a adoção de tecnologias e boas práticas, como as que compõem o manejo integrado de pragas e doenças (rotação, consorciação e diversificação de culturas, controle biológico de pragas e doenças, uso de variedades tolerantes ou resistentes, práticas culturais adequadas etc.), a fim de eliminar, ou ao menos minimizar, a necessidade da utilização de agrotóxicos nas lavouras. A redução do uso e o uso correto minimizam ou postergam o surgimento de populações de pragas e doenças resistentes, cujo combate demanda, às vezes, o uso de maiores volumes de agrotóxicos, número maior de aplicações ou uso de princípios ativos mais prejudiciais às populações de polinizadores, ou de seres vivos que não são praga, mas fazem parte dos agroecossistemas.

Por fim, importa conhecer outras medidas que podem impactar no uso de agrotóxicos. Há, em tramitação no Senado Federal, por exemplo, o **PLS nº 434, de 2015**<sup>41</sup>, de autoria do Senador Davi Alcolumbre, que dispõe sobre a obrigatoriedade de os estabelecimentos varejistas e atacadistas que não se enquadrem como microempresa ou empresa de pequeno porte e que vendam alimentos industrializados ou *in natura* realizar, periodicamente, análises químicas e microbiológicas dos produtos

---

41 Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/122178>.



colocados à venda e tornarem públicos os resultados. O PLS baseia-se no pressuposto de que o Estado não tem capacidade, no curto prazo em com a amplitude necessária, de fazer as análises químicas de alimentos eventualmente contaminados e divulgar os resultados para a sociedade.

Se transformado em lei, o PLS nº 434, de 2015, provavelmente criará uma pressão, por parte dos consumidores, nas cadeias produtivas e de distribuição de produtos alimentares, para que os produtores rurais adotem as boas práticas que resultam na redução da ocorrência de pragas e doenças e, conseqüentemente, da utilização de agrotóxicos que comprometam as populações de polinizadores.



RESERVA  
AMBIENTAL

**PAINEL 12.****“CARROS E CADEIRAS VOADORAS”**

Nota: Painel de visão de futuro do planeta, elaborado pelas crianças do Centro de Ensino Fundamental Zilda Arns, sob a condução da equipe do CGEE e do ilustrador Rafael Benjamim Silva.





PAINEL 13.

“RESERVA DE  
POLINIZADORES E  
HORTA PÚBLICA”

Nota: Painel de visão de futuro do planeta, elaborado pelas crianças do Colégio do Carmo, sob a condução da equipe do CGEE e do ilustrador Rafael Benjamim Silva.





## Referências bibliográficas

### Capítulo 1

- BOMMARCO, R. et al. Insect pollination enhances seed yield quality and market value in oilseed rape. *Oecologie* n.169, p.1025-1032. 2012.
- BREEZE, T.D.; BAILEY, A.P.; BALCOMBE, K.G.; POTTS, S.G. Pollination services in the UK: How important are honey bees? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n. 142, p. 137-143. 2011.
- BRITTAIN, C. et al. Pollination and plant resources change the nutritional quality of almonds for human health. *PLoS ONE*, v. 9, n. 2, p. e90082. 2014. doi:10.1371/journal.pone.0090082
- CHAPLIN-KRAMER, R. et al. Global malnutrition overlaps with pollinator-dependent micronutrient production. *Proc. R. Soc. Lond. B* 281, 20141799. 2014.
- CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY - CBD. UNEP **Decisions Adopted** In: CONFERENCE of the Parties to the Convention on Biological Diversity, 5. (UNEP/CBD/COP/5/23/Annex III), Decision V/5. Nairobi: 2000.
- COSTANZA, R et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* n. 387, p. 253–260. 1997.
- DE MARCO, P.; COELHO, F.M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. *Biodiversity and Conservation*, v.13, n.7, p. 1245-1255. 2004.
- DIAS, B.S.F.; RAW, A.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. **International pollinators initiative: The São Paulo declaration on pollinators**. Report on the recommendations of the workshop on the conservation and sustainable use of pollinators in agriculture with emphasis on bees. Brasília: Brazilian Ministry of the Environment, 1999.
- DÍAZ, S.; DEMISSEW, S.; JOLY, C.; LONSDALE, W.M.; LARIGAUDERIE, A. A Rosetta stone for nature's benefits to people. *PLoS Biol* v. 13, n. 1, p. e1002040. 2015. doi:10.1371/journal.pbio.1002040
- EILERS, E.J.; KREMEN, C.; GREENLEAF, S.S.; GARBER, A.K.; KLEIN, A-M. Contribution of pollinator-mediated crops to nutrients in the human food supply. *PLoS One* v. 6, n. 6, 2011.
- ELLIS, A.M. et al. Do pollinators contribute to nutritional health? *PLoS One* v.10, p. e114805. 2015.

- FURST, M.A. et al. Disease associations between honeybees and bumblebees as a threat to wild pollinators. **Nature** n. 506, p. 364-366.
- GALLAI, N. et al. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecol. Econ.** n. 68, p. 810-821. 2009.
- GARIBALDI, L.A. et al. From research to action: enhancing crop yield through wild pollinators. **Front Ecol Environ** n. 12, p. 439-447. 2014.
- \_\_\_\_\_. Global growth and stability of agricultural yield decrease with pollinator dependence. **Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.** n.108, p. 5909-5914. 2011.
- \_\_\_\_\_. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. **Science** n. 351, p. 338-391. 2016.
- \_\_\_\_\_. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. **Science** n. 339, p. 1608-1611, 2013.
- GARRET, M.P.D. et al. Avoiding a bad apple: insect pollination enhances fruit quality and economic value. **Agric. Ecosyst. Environ** n. 184, p.35-40. 2014.
- GIANNINI, T.C. et al. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie** n. 46, p.209-223. 2015.
- \_\_\_\_\_. Identifying the areas to preserve passion fruit pollination service in Brazilian Tropical Savannas under climate change. **Agricult. Ecosyst. Environ.** n. 171, p. 39-46. 2013.
- \_\_\_\_\_. Safeguarding ecosystem services: a methodological framework to buffer the joint effect of habitat configuration and climate change. **Plos One**, v.10 p. e0129225 . 2015b.
- \_\_\_\_\_. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **J. of Economic Entomology** n.108, p. 849-857. 2015a.
- GILL, J.O. et al. Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees. **Nature**, n. 491, p. 105-108, 2012.
- GRAYSTOCK, P. et al. Parasites in bloom: flowers aid dispersal and transmission of pollinator parasite within and between bee species. **Proc. R. Soc. Biol. Sci**, n. 282, p. 20151371, 2015.
- HEDTKE, S.M. et al. Introduction of non-native pollinators can lead to trans-continental movement of bee-associated fungi. **PLoS ONE** v. 10, n. 6, p. e0130560. 2015 doi:10.1371/journal.pone.0130560



IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. eds. **Polinizadores no Brasil. Contribuição para a biodiversidade, uso sustentado, conservação e serviços ambientais.** São Paulo: Universidade de S. Paulo, 2012. 488 p.

INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES – IPBES. **Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production.** POTTS, S.G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; NGO, H.T.; BIESMEIJER, J.C.; BREEZE, T.D.; DICKS, L.V.; GARIBALDI, L.A.; HILL, R.; SETTELE, J.; VANBERGEN, A.J.; AIZEN, M.A.; CUNNINGHAM, S.A.; EARDLEY, C.; FREITAS, B.M.; GALLAI, N.; KEVAN, P.G.; KOVACS-HOSTYANSZKI, A.; KWAPONG, P.K.; LI, J.; LI, X.; MARTINS, D.J.; NATES-PARRA, G.; PETTIS, J.S.; RADER, R.; VIANA, B.F. (eds.). Bonn, Germany: 2016.

JUNQUEIRA, C.N.; AUGUSTO, S.C. Bigger and sweeter passion fruits: effect of pollinator enhancement on fruit production and quality. **Apidologie**, 2016. DOI:10.1007/s13592-016-0458-2

KENNEDY, C.M. et al. A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. **Ecol Lett** n. 16, p. 584-599. 2013.

KERR, J.T. et al. Climate change impacts on bumblebees converge across continents. **Science** n. 349, p. 177-180. 2016.

KEVAN, P.G. Thesis, deconstruction and a new synthesis: the changing face of applied pollination. **J. of Pollination Ecology**, n. 12, p. 150-153. 2015.

KLATT, B.K. et al. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. **Proc. Biol. Sci.** n. 281, p. 20132440. 2014.

KLEIJN, D. et al. Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. **Nature Commun**, n. 6, p. 7414. 2015.

KLEIN A-M, et al. Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae). **American Journal of Botany**, n. 90, p. 153-157. 2003a.

\_\_\_\_\_. Fruit set of highland coffee increases with the diversity of pollinating bees. **Proceedings of the Royal Society**, London n. B 270, p. 955-961. 2003b.

\_\_\_\_\_. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proc Roy Soc B: Biol Sci** n. 274, p. 303-313. 2007.

KOH, I. et al. Modeling the status, trends, and impacts of wild bee abundance in the United States. **Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.** n. 113, p. 140-145. 2015.

- KORMANN, U. et al. Corridors restore animal-mediated pollination in fragmented tropical forest landscapes. **Proc. R. Soc. Lond.** n. B 283, p. 20152347. 2016.
- LAUTENBACH, S. et al Spatial and temporal trends of global pollination benefit. **PLoS ONE** 7, p. e35954. 2012.
- LEBUHN G, et al. Detecting insect pollinator declines on regional and global scales. **Conserv Biol** n. 27, p. 113-120. 2013.
- LEE, K.V. et al. for the Bee Informed Partnership A national survey of managed honey bee 2013–2014 annual colony losses in the USA. **Apidologie**, p. 1-14. 2015. DOI:10.1007/s13592-015-0356-z
- MAGALHÃES, C.B.; FREITAS, B.M. Introduction nests of the oil collect bee *Centris analis* (Hym., Apidae, Centridini) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie** n. 44, p. 234-237. 2013.
- MALAGODI-BRAGA, K.S.; KLEINERT, A.M.P. Could *Tetragonisca angustula* Latreille (*Apinae, Meliponini*) be effective as strawberry pollinator in greenhouses? **Aust. J. Agric. Res.** n. 55, p. 771-773. 2004.
- MORALES, C.L.; ARBETMAN, M.P.; CAMERON, S.A.; AIZEN, M.A. Rapid ecological replacement of a native bumble bee by invasive species. **Front. Ecol. Environ.** n. 11, p. 529-534. 2013.
- NEUMMAN, P.; CARRECK, N.L. Honey bee colony loss. **Journal of Apicultural Research** v. 49, n.1, p. 1-6, 2010.
- NUNES-SILVA, P. et al. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie** n. 44, p. 537–546. 2013.
- \_\_\_\_\_. Absence of *Leishmaniinae and Nosematidae* in stingless bees. **Scientific Reports**, n. 6, p. 32547. 2016. | DOI: 10.1038/srep32547
- OLLERTON, J. et al. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos** n. 120, p. 321-326. 2011.
- PIRES, C.S.S et al. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD? **Pesq. Agrop. Bras.** v. 51, n. 5, p. 422-442. 2016.
- POTTS, S.G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends Ecol. Evol.** n. 25, p. 345-353. 2010.
- \_\_\_\_\_. Declines of managed honeybees and beekeepers in Europe? **J. Apic. Res.** n. 49, p. 15-22. 2010.
- \_\_\_\_\_. Safeguarding pollinators and their values to human well being. **Nature**, n. 540, p. 220–229. 2016.
- RATNIEKS, F.L.W.; CARRECK, N.L. Clarity on honey bee collapse? **Science** n. 327, p.152-153. 2010.



- RUNDLÖF, M. et al. Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. **Nature** n. 521, p. 77-80. 2015.
- SANTOS, C.F. et al. Queen become workers: pesticides alter caste differentiation in bees. **Scientific Reports** n. 6, p.1-9. 2016. DOI 10.1038/ srep31605
- SCHMID-HEMPEL, R. et al. The invasion of southern South America by imported bumblebees and associated parasites. **J. Anim. Ecol.** n. 83, p. 823-837. 2014.
- SETTELE, J. et al. Climate change impacts on pollination. **Nature Plants** n. 2, p. 16092. 2016.
- SMITH, M. R. et al. Effects of decreases of animal pollinators on human nutrition and global health: a modelling analysis. **The Lancet** n. 386, p. 1964-1972. 2015.
- THOMAS, V.G.; KEVAN, P.G. Insect pollination: commodity values, trade and policy considerations. **J. Pollination Ecology**,v. 7, n. 2, p. 5-15. 2012.
- VAN ENGELSDORP, D.; MEIXNER, M.D. A historical review of managed honeybee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. **J. Inv. Pathology**, n. 103, p. S80-S95. 2010.
- VIANA, B.F. et al. Plano de manejo para polinização de macieiras (*Malus domestica*) da variedade Eva: conservação e manejo de polinizadores para agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica. Rio de Janeiro, RJ: FUNBIO. 2015. 59p.

## Capítulo 2

- AIYADURAI, S.G.; KOYAMU, K. Variations in seedling trees of cashew. **South Indian Horticulture**, v. 5, p. 153-156, 1957.
- BEZERRA, A.D.M. **Uso de abelha canudo (*Scaptotrigona sp. nov.*) na polinização do meloeiro (*Cucumis melo L.*) em ambiente protegido.** Mestrado (Dissertação) - Universidade Federal do Ceará, 2014.
- BISPO-DOS-SANTOS, S.A. et al. Pollination of cucumber, *Cucumis sativus L.* (*Cucurbitales: Cucurbitaceae*), by the stingless bees *Scaptotrigona aff. depilis* Moure and *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier (*Hymenoptera: Meliponini*) in greenhouses. **Neotropical Entomology**, n. 37, p. 506-512, 2008.
- BOMFIM, I.G.A. et al. Adaptive and foraging behavior of two stingless bee species (*Apidae: Meliponini*) in greenhouse mini watermelon pollination. **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 502-509, 2014.
- BUCHMANN, S.L.; NABHAN, G.P. **The Forgotten pollinators.** Washington: Island Press, 1996.

- CAMILLO, E. Utilização de espécies de *Xylocopa* (*Hymenoptera, Anthophoridae*) na polinização do maracujá amarelo. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2º, 1996, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, p.141-146, 1996.
- CHIARI, W.C. et al. Pollination of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) by honeybees (*Apis mellifera* L.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, p. 31-36, 2005.
- \_\_\_\_\_. Polinização por *Apis mellifera* em soja transgênica [*Glycine max* (L.) Merrill] Roundup Ready™ cv. BRS 245 RR e convencional cv. BRS. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 267-271, 2008.
- CONCEIÇÃO, E.S. et al. A entomofilia do coqueiro em questão: avaliação do transporte de pólen por formigas e abelhas nas inflorescências. **Neotropical Entomology**, v.33, n. 6, p.679-683, 2004.
- CRUZ, D.O. **Biologia floral e eficiência polinizadora das abelhas *Apis mellifera* L.(campo aberto) e *Melipona quadrifasciata* Lep. (ambiente protegido) na cultura da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) em Minas Gerais, Brasil.** Doutorado (Tese) - Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- CRUZ, D.O.; CAMPOS, L.A.O. Polinização por abelhas em cultivos protegidos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 15, n. 1-4, p. 5-10, 2009.
- CRUZ, D.O. et al. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 40, p. 1197-1201, 2005.
- DE MARCO JR., P.; COELHO, F.M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. **Biodiversity and Conservation**, v. 13, p. 1245-1255, 2004.
- DEL SARTO, M.C.L. et al. Evaluation of the neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (*Hymenoptera: Apidae*) as pollinator of greenhouse tomatoes. **Journal of Economic Entomology**, v. 98, p. 260-266, 2005.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **FAO statistical year book 2013: World food and agriculture.** Rome: FAO, 2013.
- FREE, J.B. **Insect pollination of crops.** 2.ed. London: Academic Press, 1993.
- FREITAS, B.M. Beekeeping and cashew in north-eastern Brazil: The balance of honey and nut production. **Bee World**, v. 75, p. 160-168, 1994.
- \_\_\_\_\_. The pollination efficiency of foraging bees on apple (*Malus domestica* Borkh) and cashew (*Anacardium occidentale* L.). Thesis, University of Wales, 1995.
- FREITAS, B.M.; PAXTON, R.J. The role of wind and insects in cashew (*Anacardium occidentale*) pollination in NE Brazil. **The Journal of Agricultural Science**, v.126, p. 319-326, 1996.



- \_\_\_\_\_. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee (*Apis mellifera*) and an indigenous bee (*Centris tarsata*) on cashew (*Anacardium occidentale* L.) in its native range of NE Brazil. *Journal of Applied Ecology*, v 35, p. 109-494, 1998.
- FREITAS, B.M.; OLIVEIRA FILHO, J.H. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural*, v.33, n.6, p.1135-1139, 2003.
- FREITAS, B.M., PEREIRA J.O.P. Crop consortium to improve pollination: can West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) attract Centris bees to pollinate cashew (*Anacardium occidentale*)? In: \_\_\_\_\_ (eds.). **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. 1ed. Fortaleza: Imprensa Universitária da UFC., p. 193-201, 2004.
- FREITAS, B.M.; ALVES, J.E. Efeito do número de visitas florais da abelha melífera (*Apis mellifera* L.) na polinização da goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. Paluma. *Revista Ciência Agronômica*, v. 39, n. 1, p. 148-154, 2008.
- FREITAS, B.M. et al. **Plano de manejo para polinização da cultura do cajueiro: conservação e manejo de polinizadores para agricultura sustentável, através de uma abordagem ecossistêmica**. Rio de Janeiro: FUNBIO, 2014.
- \_\_\_\_\_. Identifying and assessing pollination deficits in crops. In: GEMMILL-HERREN, B.(ed.) **Pollination services to agriculture: sustaining and enhancing a key ecosystem service**. New York: The Food and Agriculture Organization of The United Nations with Routledge, cap. 2, p. 17-32, 2016.
- GARIBALDI, L.A. et al. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science*, v. 351, n. 6271, p. 388-391, 2016.
- \_\_\_\_\_. Pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, v. 339, n. 6127, p. 1608-1611. 2013.
- HAARER, A.E. The cashew nut. *World Crops*, v. 6, p. 95-98, 1954.
- HOGENDOORN, K. On promoting solitary bee species for use as crop pollinators in greenhouses. In: **Solitary bees: conservation, rearing and management for use as crop pollinators in greenhouses**. In: FREITAS, B.M.; PEREIRA, J.O.P. (eds.) **Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination**. Fortaleza: Imprensa Universitária, p. 213-221, 2004.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. et al. A importância ecológica dos polinizadores. In: \_\_\_\_\_. **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Edusp, cap. 10, p. 203-212, 2012.
- INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES – IPBES. **Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental**

- Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production.** POTTS, S.G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; NGO, H.T.; BIESMEIJER, J.C.; BREEZE, T.D.; DICKS, L.V.; GARIBALDI, L.A.; HILL, R.; SETTELE, J.; VANBERGEN, A.J.; AIZEN, M.A.; CUNNINGHAM, S.A.; EARDLEY, C.; FREITAS, B.M.; GALLAI, N.; KEVAN, P.G.; KOVACS-HOSTYANSZKI, A.; KWAPONG, P.K.; LI, J.; LI, X.; MARTINS, D.J.; NATES-PARRA, G.; PETTIS, J.S.; RADER, R.; VIANA, B.F. (eds.). Bonn, Germany: 2016.
- KEVAN, P.G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature.** Brasília: MMA, 2006.
- KILL, L.H.P. et al. **Plano de manejo de polinizadores do meloeiro.** Petrolina: Repmel, 2013.
- KRISHNAN et al. Status of pollinators and their efficiency in coffee fruit set in a fragmented landscape mosaic in South India. **Basic and Applied Ecology**, v. 13, p. 277–285, 2012.
- MAGALHÃES, C.B.; FREITAS, B.M. Introducing nest of the oil-collecting bee *Centris analis* (*Hymenoptera: Apidae: Centridini*) for pollination of acerola (*Malpighia emarginata*) increases yield. **Apidologie**, v. 44, p. 234–239, 2013.
- MALERBO-SOUZA, D.T.; HALAK, A.L. Agentes polinizadores e produção de grãos em cultura de café arábica cv. “Catuaí Vermelho”. **Científica**, v.40, n.1, p.1–11, 2012.
- MASUDA, T.; GOLDSMITH, P.D. World soybean production: area harvested, yield, and long-term projections. **International Food and Agribusiness Management Review**, v.12, p. 143-162, 2009.
- MELÉNDEZ-RAMÍREZ et al. Mixed mating strategies and pollination by insects and wind in coconut palm (*Cocos nucifera* L. (*Arecaceae*)): importance in production and selection. **Agricultural and Forest Entomology**, v. 6, p. 155-163, 2004.
- MILFONT, M.O. et al. Higher soybean production using honeybee and wild pollinators, a sustainable alternative to pesticides and autopollination. **Environmental Chemistry Letters**, v. 11, p. 335-341, 2013.
- MORAIS, M.M. et al. Perspectivas e desafios para o uso das abelhas *Apis mellifera* como polinizadores no Brasil. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M. (eds.) **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais.** São Paulo: Edusp, cap. 10, p. 203-212, 2012.
- MIYASHITA, R.K. et al. **Reproductive morphology of acerola (*Malpighia glabra* L.).** Honolulu, Hawaii: Hawaii Agricultural Experimental Station, 1964. (Technical Bulletin, 63).
- NUNES-SILVA, P. et al. Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie**, v. 44, p. 537-546, 2013.



- \_\_\_\_\_. **Visitantes florais e potenciais polinizadores da cultura da macieira.** Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho. 2016. 15 p. (Comunicado Técnico, 184)
- OLIVEIRA, R.; SCHLINDWEIN, C. Searching for a manageable pollinator for acerola orchards: the solitary oil-collecting bee *Centris analis* (Hymenoptera: Apidae: Centridini). *Journal of Economic Entomology*, v. 102, n. 1, p. 265–273, 2009.
- PIRES, C.S.S. et al. Importance of bee pollination for cotton production in conventional and organic farms in Brazil. *Journal of Pollination Ecology*, v. 13, n. 16, p. 151-160, 2014.
- RAO, V.N.M.; HASSAN, V.M. Preliminary studies on the floral biology of cashew (*Anacardium occidentale* L.). *The Indian Journal of Agricultural Science*, v. 27, p. 277-288, 1957.
- RAW, A. *Centris dirrhoda* (Anthophoridae), the bee visiting West Indian cherry flowers (*Malpighia puniceifolia*). *Revista de Biologia Tropical*, v. 27, p.203-205, 1979.
- RICKETTS, H.T. et al. Economic value of tropical forest to coffee production. *Proceedings of National Academy of Sciences*, v. 101 n. 34, p. 12579-12582, 2004.
- RIZZARDO, R.A.G. et al. *Apis mellifera* pollination improves agronomic performance of *anemophylous* castor bean (*Ricinus communis*). *Anais Academia Brasileira de Ciências*, v. 84, n. 4, p. 1137-1145, 2012.
- ROUBIK, D.W. Feral African Bees augment Neotropical coffee yield. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. (eds.). *Pollinating bees: the conservation link between Agriculture and Nature*. Brasília: MMA, p. 255-266, 2002.
- SILVA, E.M.S. **Abelhas visitantes florais do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) em Quixeramobim e Quixeré, estado do Ceará, e seus efeitos na qualidade da fibra e semente.** Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, 2007.
- SOUSA, R.M. et al. Período de introdução de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) para polinização de melão amarelo (*Cucumis melo* L.). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 9, n. 4, p. 01-05, 2014.
- VAISSIÈRE, B.E. et al. **Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: a handbook for its use.** 2. ed. Roma: FAO, 2011. v. 1, 70 p.
- VELTHUIS, H.H.W.; VAN DOORN, A. A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie*, v. 37, p. 421-451, 2006.
- VENTURIERI, G.C. et al. Meliponicultura no Brasil: situação atual e perspectivas futuras para o uso na polinização agrícola. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V.L.; CANHOS, D.A.L.; ALVES, D.A.; SARAIVA, A.M.

(eds.), **Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Edusp, cap. 11, p. 213-236, 2012.

VIANA, B.F. et al. Stingless bees further improve apple pollination and production. **Journal of Pollination Ecology**, v. 14, n. 25, p. 261-269, 2014.

VIEIRA, P.F.S.P. et al. Valor econômico da polinização por abelhas mamangavas no cultivo do maracujá-amarelo. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 15, p. 43-53, 2010.

YAMANE, G.M.; NAKASONE, H.H. Pollination and fruit set studies of acerola *Malpighia glabra* L. in Hawaii. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 78, p. 141-148, 1961.

### Capítulo 3

ALBAGLI, S. Divulgação científica: informação científica para a cidadania? **Ci. Inf.** v. 25, n. 3, p. 396-404. 1996.

BONNEY, R.; COOPER, C.B.; DICKINSON, J.; KELLING, S.; PHILLIPS, T.; ROSENBERG, K.V.; SHIRK, J. Citizen Science: A Developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. **BioScience**, v. 59, n. 11, p. 977-984. 2009.

BROSE, M. (Org.). **Metodologia participativa: uma introdução a 29 instrumentos**. 2. ed. Tomo Editorial. 2010. 328p.

CONRADO, D.M.; EL-HANI, C.N. **Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, II SINECT, 2. Ponta Grossa, PR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2010. p. 1-16.

CONRADO, D.M.; NUNES-NETO, N.F.; VIANA, B.F.; EL-HANI, C.N. **Socioscientific issues about bees, pollination and food production in biology teaching**. In: CONFERENCE OF THE EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION, ESERA, 11. Helsinki: ESERA. 2015. p. 1-4.

CONRADO, D.M.; EL-HANI, C.N.; VIANA, B.F.; SCHNADELBACH, A.S.; NUNES-NETO, N.F. Ensino de Biologia a partir de questões sociocientíficas: uma experiência com ingressantes em curso de licenciatura. **Indagatio Didactica**, v. 8, p. 1132-1147, 2016.

CORTEZ, R.L.; CARVALHO, A.C.; SANTOS, J.G. **Comunicação Ambiental** – Uma nova dimensão para promover projetos de Educação ambiental. São Paulo: SABESP. 2002.

DICKS, L.V.; VIANA, B.; BOMMARCO, R.; BROSI, B.; ARIZMENDI, M.C.; CUNNINGHAM, S.A.; GALETTO, L.; HILL, R.; LOPES, A.V.; PIRES, C.; TAKI, H.; POTTS, S.G. Ten policies for pollinators: What governments can do to safeguard pollination services. **Science**, v. 354, n. 6315, p. 975-976. 2016.



- HABERMAS, J. **Mudança estrutural da esfera pública**. Rio de Janeiro: Tempo brasileiro, 2001.
- LOREAU, M.; OTENG YEBOAH, A. Diversity without representation, **Nature** v. 442, n. 20, p. 245-246. 2006.
- OLIVEIRA, A.K.; CORONA, P.M. H. A percepção ambiental como ferramenta de propostas educativas e de políticas ambientais. **Paraná: Revista Científica ANAP Brasil**. 2008.
- RICARDO, E.C. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. especial. 2007.
- ROCHA, P.L.B. da; EL-HANI, C.N.; PARDINI, R. Extension as philosophy for bridging the research-implementation gap in the University. **Revista CAITITU Aproximando pesquisa ecológica e aplicação**, v. 1, p. 7-16. 2013. DOI:10.7724
- SILVERTOWN, J. A new dawn for citizen science. **Trends in Ecology and Evolution** v.24, n. 9, p. 467-471. 2009.
- ZABALA, A.; ARNAU, L. **11 Ideas clave: como aprender y enseñar competencias**. 4.reimp., Barcelona: Graó. 2008.

## Capítulo 4

- GIANNINI, T.C.; CORDEIRO, G.D.; FREITAS, B.M.; SARAIVA, A.M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, p.1–9. 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Indicadores de desenvolvimento sustentável: Brasil: 2015**. Rio de Janeiro: IBGE. 352p. 2015. (Série Estudos e Pesquisas. Informação geográfica, 10).
- KLEIN, A.M.; VAISSIÈRE, B.E.; CANE, J.H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S.A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B**, v.274, p.303-313. 2007.
- TOMÉ, H.V.V.; MARTINS, G.F.; LIMA, M.A.P.; CAMPOS, L.A.O.; GUEDES, R.N.C. Imidacloprid-Induced Impairment of Mushroom Bodies and Behavior of the Native Stingless Bee *Melipona quadrifasciata anthidioides*. **PLoS ONE** v. 7, n. 6, p. e38406. 2012.

YANG, E.C.; CHUANG, Y.C.; CHEN, Y.L.; CHANG, L.H. Abnormal foraging behavior induced by sublethal dosage of imidacloprid in the honey bee (*Hymenoptera: Apidae*). *J. Econ. Entomol.* v. 101, n. 6, p. 1743-1748. 2008.

## Capítulo 5

ASSIS, L. **Polinizadores em risco de extinção são ameaça à vida do ser humano**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/9976-polinizadores-em-risco-de-extin%C3%A7%C3%A3o-%C3%A9-amea%C3%A7a-%C3%A0-vida-do-ser-humano?tmpl=component&print=1>>. Acesso em: 27 fev. 2014.

BRASIL. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Diário Oficial do Congresso de 12/07/1989, p. 11459. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7802.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm)>.

CATTELAN, A.J. **Aplicação aérea de inseticidas, efeito sobre as abelhas e períodos em que as aplicações são necessárias em soja**. Apresentação feita na Comissão de Meio Ambiente da Câmara dos Deputados, 04 de Julho de 2013. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cmads/audiencias-publicas/audiencia-publica-2013/4-7-2013-mortandade-disseminada-das-abelhas-devido-ao-uso-de-agrotoxicos/apresentacoes/alexandre-jose-cattelan>>. Acesso em: 30 set. 2016.

CAVALCANTI, R.B. **Mortandade disseminada das abelhas devido ao uso de agrotóxicos**. Apresentação feita na Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Câmara dos Deputados, 04 de Julho de 2013. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cmads/audiencias-publicas/audiencia-publica-2013/4-7-2013-mortandade-disseminada-das-abelhas-devido-ao-uso-de-agrotoxicos/apresentacoes/sr.-roberto-brandao-cavalcanti/view>>. Acesso em: 30 set. 2016.

CUNHA, J. **Mortandade disseminada das abelhas devido ao uso de agrotóxicos**. Apresentação feita na Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Câmara dos Deputados, 04 de Julho de 2013. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cmads/audiencias-publicas/audiencia-publica-2013/4-7-2013-mortandade-disseminada-das-abelhas-devido-ao-uso-de-agrotoxicos/apresentacoes/sr.jose-cunha/view>>. Acesso em: 30 set. 2016.

FREITAS, M.R.R. de. **Reavaliação ambiental de agrotóxicos néonicotinóides e fipronil**. Apresentação feita na Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Câmara dos Deputados, 04 de Julho de 2013. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cmads/audiencias-publicas/audiencia-publica-2013/4-7-2013-mortandade-disseminada-das-abelhas-devido-ao-uso-de-agrotoxicos/apresentacoes/sr.marcos-reis-freitas/view>>. Acesso em: 30 set. 2016.



disseminada-das-abelhas-devido-ao-uso-de-agrotoxicos/apresentacoes/sr.marcio-rosa-rodrigues-de-freitas/view. Acesso em: 30 set. 2016.

\_\_\_\_\_. **Debate: Desordem de colapso das colônias.** Apresentação feita na Comissão de Agricultura e Reforma Agrária do Senado Federal, em 22 de agosto de 2013. Disponível em: <<http://www19.senado.gov.br/sdleg-getter/public/getDocument?docverid=32268681-d143-4a24-bd5b-6544e6aba7cd;1.1>>. Acesso em: 30 set. 2016.

\_\_\_\_\_. **Registro de agrotóxicos e polinizadores. Apresentação feita na Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Mel e Produto das Abelhas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento,** em 27 de nov de 2015. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/camaras\\_setoriais/Mel\\_e\\_produtos\\_apicolas/38RO/Registro%20de%20Agrot%C3%B3xicos%20e%20Polinizadores.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Mel_e_produtos_apicolas/38RO/Registro%20de%20Agrot%C3%B3xicos%20e%20Polinizadores.pdf)>. Acesso em: 30 set. 2016.

LIGABÓ, S. de T.F. **Audiência Pública - Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.** Apresentação feita na Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Câmara dos Deputados, 04 de Julho de 2013. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cmads/audiencias-publicas/audiencia-publica-2013/4-7-2013-mortandade-disseminada-das-abelhas-devido-ao-uso-de-agrotoxicos/apresentacoes/silvia-de-toledo-fagnani-ligabo>>. Acesso em: 30 set. 2016.

MACHADO, L. de O. **O fenômeno da redução da população de colônias de abelhas polinizadoras.** Apresentação feita na Comissão de Agricultura e Reforma Agrária do Senado Federal, em 22 de agosto de 2013. Disponível em: <<http://www19.senado.gov.br/sdleg-getter/public/getDocument?docverid=ofao718c-5c2a-4faf-b1fd-206e10300cbd;1.1>>. Acesso em: 30 set. 2016.

ROCHA, M.C. de L.e S.de A. **Uso de agrotóxicos e seus efeitos sobre as abelhas.** Apresentação feita na Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Câmara dos Deputados, 04 de Julho de 2013. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cmads/audiencias-publicas/audiencia-publica-2013/4-7-2013-mortandade-disseminada-das-abelhas-devido-ao-uso-de-agrotoxicos/apresentacoes/professora-maria-cecilia-de-lima-e-sa-de-alencar-rocha/view>>. Acesso em: 30 set. 2016.

SEKHRAN, N. **Pollinators vital to our food supply under threat.** Kuala Lumpur: FAO, 26 fev. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/news/story/en/item/384726/icode/>>.

## Anexo 1

### Fórum de Especialistas sobre “O papel dos polinizadores na segurança alimentar e o fenômeno do desaparecimento das abelhas” - realizado no CGEE - Brasília DF, em 15/09/2016.

Na primeira parte do Fórum foram apresentados e discutidos os temas dos artigos que fazem parte desta publicação e, na segunda parte do evento os participantes discutiram os temas apresentados pelos palestrantes e encaminharam sugestões de ações e políticas públicas para a conscientização da Sociedade sobre a importância desses agentes e para a sua proteção. As discussões foram realizadas por três grupos de especialistas sendo os participantes distribuídos de modo que cada grupo tivesse, pelo menos, um membro dos setores (acadêmicos, setor público/Estado, indústria e organizações não governamentais) representados no Fórum.

Com o foco em medidas de proteção aos polinizadores e, em especial, às abelhas, as seguintes questões foram apresentadas aos grupos para discussão:

- 1ª) O que o cidadão e a sociedade podem fazer pelas abelhas e polinizadores em geral?;
- 2ª) O que a legislação e o poder público podem fazer pelas abelhas e polinizadores em geral? e,
- 3ª) O que a ciência pode fazer pelas abelhas e polinizadores em geral?

Para estas questões as seguintes sugestões de ações/projetos e campanhas de conscientização foram propostas, pelos três grupos de especialistas, como prioritárias:

Abaixo, segue a síntese das sugestões apresentadas.

#### 1ª) O que o cidadão e a sociedade podem fazer pelas abelhas e polinizadores em geral?

- 1) Campanhas publicitárias, utilizando-se mídia apropriada, com vídeos educativos;
- 2) Distribuição gratuita de kits online e/ou material impresso para escolas, contendo informações sobre o que é polinização, quem são os polinizadores, em especial sobre a importância das abelhas, usando diferentes formas de abordagem (ex. jogos, desenhos para completar e colorir etc.);
- 3) Campanhas para incentivar o consumo de mel;



- 4) Campanhas educativas com informações sobre plantas que oferecem recursos para as abelhas, espécies de plantas nativas que devem ser usadas, onde encontrar sementes, quando plantar etc.
- 5) Programas que ofereçam aos cidadãos do meio rural e das cidades, sugestões de atividades que possam ser organizadas para atingir os objetivos anteriores;
- 6) Realização de um evento anual sobre o tema polinização e abelhas, de preferência no dia 3 de outubro – Dia da Abelha;
- 7) Incentivo à participação ativa da sociedade na identificação das diferentes espécies de abelhas a partir de fotografias de abelhas feitas pelo cidadão e sua comunicação e divulgação através do desenvolvimento de um aplicativo para celulares, por exemplo;
- 8) Incentivo ao cultivo de jardins, focados em flores fornecedoras de alimentos para os polinizadores.

## 2ª) O que a legislação e o poder público podem fazer pelas abelhas e polinizadores em geral?

- 1) Oferecer maior apoio à Confederação Brasileira de Apicultura;
- 2) Alimentar base de dados, criar censos, mapear fenômenos e ações;
- 3) Manter atualizada a lista de espécies de abelhas em extinção;
- 4) Elaborar documentos orientadores para a correta proteção de abelhas e outros polinizadores;
- 5) Desenvolver Políticas públicas (através de leis municipais, por exemplo) para a criação de jardins públicos focados em flores fornecedoras de alimentos para os polinizadores;
- 6) Prever a obrigatoriedade de resgate de abelhas em grandes projetos/obras, como hidrelétricas, minerações, etc.;
- 7) Incluir pagamentos/remuneração para incentivar preservadores de abelhas;
- 8) Reforçar políticas públicas para proteção dos polinizadores na agricultura familiar;
- 9) Reforçar as políticas de análise de risco dos agrotóxicos sobre os polinizadores;
- 10) Incentivar o uso do mel na merenda escolar;
- 11) Oferecer melhores incentivos ao apicultor/meliponicultor com assistência técnica e seguro rural;
- 12) Estabelecer estudos para elaboração de produtos de seguro rural, considerando prejuízos decorrentes de possíveis catástrofes ambientais;
- 13) Aperfeiçoar cadastro já existente e/ou criar cadastro técnico federal (animais e empresas) para apicultura (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Mapa) - para meliponicultura (Ibama);
- 14) Abrir editais no tema biodiversidade, com foco em inventários, taxonomia e monitoramento (MCTIC/ MEC);
- 15) Incentivar a contratação pelas universidades de taxonomistas (MCTIC/ MEC);

- 16) Repensar pontuação da Capes em relação às publicações técnico-científicas para incentivar as revistas a aumentar divulgação nas áreas de biodiversidade (MCTIC/ MEC);
- 17) Incentivar/capacitar pequenos produtores para produção de sementes de espécies que oferecem pasto apícola e produção de ninhos (MDIC/Sebrae/Senar/Emater);
- 18) Incentivar/ capacitar grandes produtores MDIC/Sebrae/Senar/Emater;
- 19) Implementar/incrementar Manejo Integrado de Pragas (MIP) incluindo: formas alternativas de controle de pragas visando minimizar os efeitos dos agrotóxicos;
- 20) Intensificar as atividades e propostas elaboradas pela Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Mel e Produtos das Abelhas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e sua interação com as demais ações de apoio à apicultura, em desenvolvimento pelas organizações envolvidas com o tema.

### 3ª) O que a ciência pode fazer pelas abelhas e polinizadores em geral?

- 1) Fornecer informações científicas validadas sobre os polinizadores e o serviço de polinização que possam subsidiar os formuladores de políticas públicas;
- 2) Identificar prioridades de pesquisa a partir do diálogo com os diversos setores da sociedade que atuam na conservação da biodiversidade e no setor produtivo;
- 3) Apresentar aos tomadores de decisão recomendações, cientificamente referenciadas, para proteção dos polinizadores e serviços de polinização.
- 4) Mapear áreas naturais de distribuição das abelhas/polinizadores;
- 5) Avaliar para as diferentes culturas a capacidade de diferentes espécies de abelhas nos serviços de polinização;
- 6) Desenvolver programas de monitoramento de longo prazo visando à detecção de extinções de espécies e a tomada de medidas de mitigação/ prevenção dessas extinções;
- 7) Desenvolver programa de detecção e prevenção de extinções;
- 8) Desenvolver métodos de controle biológico de pragas visando a substituição dos inseticidas;
- 9) Desenvolver e testar soluções que visem melhorar as condições atuais para os polinizadores e manutenção da polinização, dentro e no entorno dos cultivos;
- 10) Desenvolver ações de engajamento do público na produção de conhecimento por meio de processos participativos, a exemplo da Ciência Cidadã (*Citizen Science*);
- 11) Desenvolver estratégias educacionais que visem melhorar a capacidade dos cidadãos de tomar decisões socialmente responsáveis, por meio do ensino de competências;
- 12) Desenvolver ferramentas de comunicação que visem aproximara Ciência com a Sociedade com os objetivos de mostrar evidências de como a polinização influencia a produção (quantidade e qualidade) de cada alimento (alimentos consumidos no dia a dia) e do papel da biodiversidade na prestação desse serviço.



## Glossário didático

*Anacardium occidentale*: nome científico do cajueiro.

*Apis mellifera*: nome científico da abelha conhecida popularmente por abelha italiana, abelha europa, abelha de mel. Espécie introduzida no Brasil para a produção de mel, sendo usada para polinização de várias culturas agrícolas.

*Bombus*: nome científico de um gênero de abelhas conhecidas popularmente como mamangaba, mamangava, mangangá, zangão. Essas abelhas constroem seus ninhos no chão, em geral, cobertos com matéria vegetal. Podem utilizar ninhos abandonados de roedores, de cupins e outras cavidades abaixo da vegetação. São abelhas grandes e que possuem ferrão, são sociais e não armazenam mel.

*Buzz pollination*: polinização por vibração ou sonicação. Acontece quando os insetos polinizadores têm que literalmente vibrar as flores para liberar os grãos de pólen das anteras para coletá-los. Na “buzz pollination” as abelhas vibram a musculatura indireta das asas para a liberação do pólen emitindo um zumbido característico.

*Byrsonima crassifolia*: nome científico de uma planta conhecida popularmente como murici e que recebe diferentes denominações como, murici-amarelo, murici-branco, murici-vermelho, murici-de-flor-branca, murici-de-flor-vermelha, murici-da-chapada, murici-da-mata, murici-da-serra, murici-das-capoeiras, murici-do-campo, murici-da-praia ou murici-do-brejo.

*Capsicum annum*: nome científico do pimentão.

*Capsicum frutescens*: nome científico de uma espécie de pimenta que inclui as variedades pimenta-malagueta e pimenta-tabasco.

*Citizen Science*: ou ciência cidadã é um tipo de ciência baseada na participação informada, consciente e voluntária, de cidadãos que geram e analisam grandes quantidades de dados, partilham o seu conhecimento, discutem e apresentam os resultados.

*Citrullus lanatus*: nome científico da melancia.

*Cocos nucifera*: nome científico do coqueiro, coco-da-bahia.

*Coffea arabica*: nome científico do café-arábica, espécie de café natural da Etiópia.

*Coffea canephora*: nome científico de uma espécie de café originário da África Ocidental.

*Coleoptera*: ordem de insetos popularmente conhecidos como besouros, escaravelhos. Nessa ordem também estão as joaninhas.

Clotianidina: composto químico inseticida do grupo dos neonicotinóides.

*Cucumis melo*: nome científico do melão.

*Cucumis sativus*: nome científico do pepino.

*Diptera*: ordem de insetos onde estão agrupadas espécies de moscas, mosquitos, pernilongos.

Elaióforos: estruturas glandulares de plantas que produzem lipídios no estado líquido.

Fipronil: composto químico inseticida e cupinicida do grupo pirazol.

Geitonogamia: polinização entre flores de uma mesma planta, isto é, flores encontradas no mesmo indivíduo.

*Glycine max*: nome científico da soja.

*Gossypium hirsutum*: nome científico do algodoeiro.

*Halictidae*: nome científico de uma das mais diversificadas famílias de abelha encontradas no Brasil. Abelhas desta família apresentam brilho metálico verde, azul, avermelhado ou mesmo negro.

*Hymenoptera*: ordem de insetos onde estão agrupadas as abelhas, formigas e vespas,

Imidacloprido: composto químico inseticida do grupo dos neonicotinóide.

*Lycopersicon esculentum*: nome científico do tomateiro.

*Malpighia emarginata*: nome científico da acerola.

*Malus domestica*: nome científico da macieira, que tem a maçã como seu pseudofruto pomáceo.

*Melipona*: nome científico de um gênero de abelhas sociais, sem ferrão e que produzem mel, pertencentes à tribo Meliponini. São espécies desse gênero: *M. fasciculata*, popularmente conhecida como uruçú cinzenta; *Melipona subnitida*, conhecida como jandaíra e *M. quadrifasciata*: conhecida como mandaçaia.

Meliponíneo: é uma tribo (Meliponini) de abelhas da família Apidae que não possuem ferrão. São conhecidas como abelhas indígenas sem ferrão.

Neonicotinóides: uma classe de agrotóxicos derivados da nicotina. Eles são sistêmicos, quando absorvidos pelo sistema vascular da planta circulam pelos diversos tecidos vegetais, podendo ser encontrados resíduos no pólen, néctar e água que as abelhas coletam.

*Osmia spp.*: nome científico de um gênero de abelhas da família Megachilidae. São abelhas solitárias. Algumas espécies têm sido usadas para polinização agrícola na Ásia, Estados Unidos e Europa.

*Passiflora edulis*: nome científico de uma espécie de maracujá.

*Plebeia emerina*: nome científico da abelha (Meliponini) popularmente conhecida como tujuvinha-mirim. Ocorre nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

*Prunus dulcis*: nome científico da amendoeira. A semente de seu fruto é geralmente considerada como um fruto seco, a amêndoa.



*Ricinus communis*: nome científico da mamona, planta da família das euforbiáceas.

*Scaptotrigona spp.*: nome científico de um gênero de abelha indígena sem ferrão (Meliponini) conhecidas como tombuna, mandaguari, tapezuá, canudo, tubiba.

Sem abelhas sem alimentos – campanha que tem o objetivo de conscientizar as pessoas para a importância destes polinizadores e a necessidade de sua proteção.

*Solanum melongena*: nome científico da berinjela.

*Tetragonisca angustula*: nome científico da abelha (Meliponini) popularmente conhecida como jataí.

Tiametoxam: composto químico inseticida do grupo dos neonicotinoides

*Trigona spinipes*: nome científico da abelha (Meliponini) popularmente conhecida como arapuá, abelha-de-cachorro, irapuá.

*Vaccinium angustifolium*: nome científico de uma planta popularmente conhecida como blueberry sevalgem”, mirtilo.

*Vaccinium myrtillus*: nome científico de uma planta popularmente conhecida como “blueberry”, mirtilo.

*Vaccinium corymbosum*: nome científico de uma planta popularmente conhecido como mirtilo americano.

*Xylocopa frontalis*: nome científico de uma espécie de abelha conhecida popularmente como mamangava, mangangá, abelha-carpinteira. São também conhecidas como abelhas carpinteiras por escavarem seus ninhos em estruturas de madeiras e em galhos e troncos mortos de árvores. São abelhas grandes, possuem ferrão, são solitárias e não armazenam mel.

## Siglas

COP13	13ª Conferência das Partes
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
SBSTTA	Assessoramento Científico, Técnico e Tecnológico
APIDF	Associação Apícola do Distrito Federal
A.b.e.l.h.a	Associação Brasileira de Estudo das Abelhas
Andef	Associação Nacional de Defesa Vegetal
ARA	Avaliação de Risco Ambiental
NAPPC	Campanha Norte-Americana de Proteção dos Polinizadores
Cetapis	Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte
CBA	Confederação Brasileira de Apicultura
CNA	Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil
CDB	Convenção da Diversidade Biológica
Cenargen	Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
FAO	<i>Food and Agricultural Organization of the United Nations</i> . Em português: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
Funbio	Fundo Brasileiro para a Biodiversidade
API	Iniciativa Africana dos Polinizadores
IBP	Iniciativa Brasileira dos Polinizadores (IBP)
ICIMOD	Iniciativa dos Polinizadores dos Povos das Montanhas da Ásia
EPI	Iniciativa Européia dos Polinizadores
IPI	Iniciativa Internacional para Uso Sustentado e Conservação dos Polinizadores
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OGM	Organismos Geneticamente Modificados



OECD	Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico
OIC	Organização Internacional do Café
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
MEP	Painel Multidisciplinar de Especialista
Pnuma	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
Senar	Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
Sindiapis	Sindicato dos Apicultores do Distrito Federal
Sindag	Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola
Unep	United Nations Environmental Program
UnB	Universidade de Brasília
USP	Universidade de São Paulo
Unitau	Universidade de Taubaté
Unesp	Universidade Estadual Paulista
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFC	Universidade Federal do Ceará
IAPV	Vírus de Paralisia Aguda Israelense





O CGEE, consciente das questões ambientais e sociais, utiliza papéis com certificação (Forest Stewardship Council®) na impressão deste material. A certificação FSC® garante que a matéria-prima é proveniente de florestas manejadas de forma ecologicamente correta, socialmente justa e economicamente viável, e outras fontes controladas. Impresso na Gráfica Coronário - Certificada na Cadeia de Custódia - FSC



Acesse [www.cgee.org.br](http://www.cgee.org.br) e  
siga-nos no Twitter @CGEE\_oficial



Centro de Gestão e Estudos Estratégicos  
Ciência, Tecnologia e Inovação



SEMANA NACIONAL DE  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA 2016  
CIÊNCIA ALIMENTANDO O BRASIL

ISBN 978-85-5569-123-2 (impresso)  
ISBN 978-85-5569-124-9 (eletrônico)

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

