

José Max Barbosa Oliveira-Junior  
Lenize Batista Calvão  
(Organizadores)

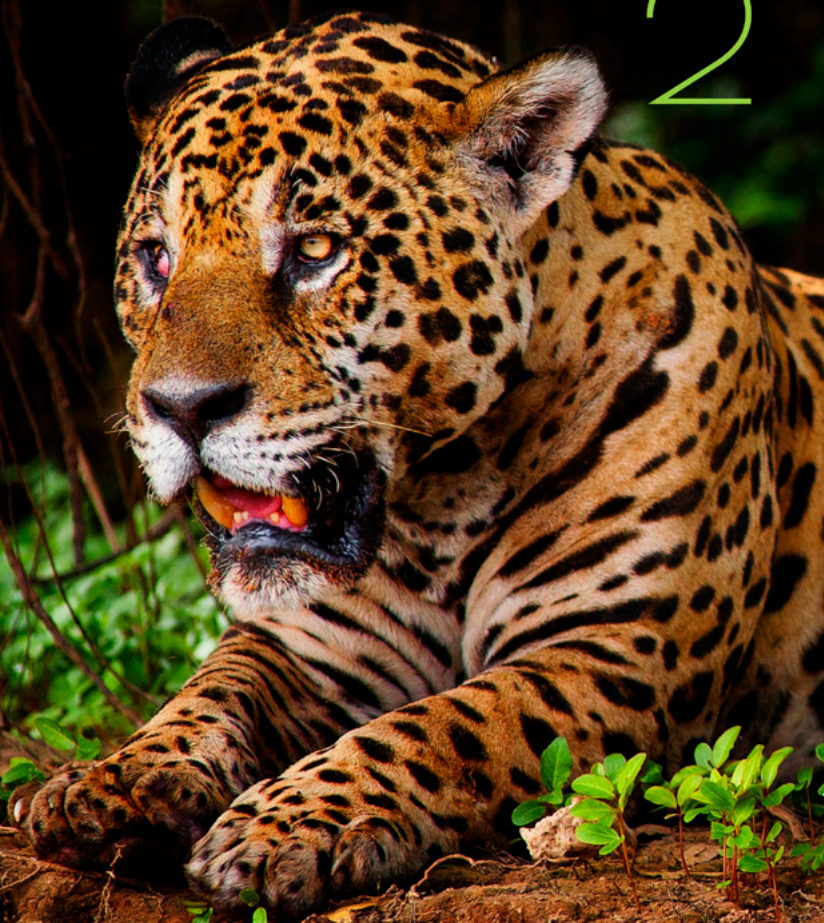
# Ecologia

e conservação da biodiversidade

2

Atena  
Editora

Ano 2022



José Max Barbosa Oliveira-Junior  
Lenize Batista Calvão  
(Organizadores)

# Ecologia

e conservação da biodiversidade

2

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás





Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>o</sup> Dr<sup>a</sup> Welma Emídio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco



## Ecologia e conservação da biodiversidade 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Yaiddy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** José Max Barbosa Oliveira-Junior  
Lenize Batista Calvão

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E19 Ecologia e conservação da biodiversidade 2 / Organizadores José Max Barbosa Oliveira-Junior, Lenize Batista Calvão. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0450-7

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.507222707>

1. Ecologia. 2. Conservação. I. Oliveira-Junior, José Max Barbosa (Organizador). II. Calvão, Lenize Batista (Organizadora). III. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

O e-book “**Ecologia e conservação da biodiversidade 2**” é composto por dez capítulos com diferentes abordagens, relacionadas à ecologia e conservação das espécies em sistemas terrestres e aquáticos. Este e-book traz uma diversidade de artigos que abordam temas variados de questões ecológicas e os desafios para conservação de espécies nos mais variados tipos de ecossistemas. Esses desafios incluem alterações climáticas, derramamento de óleos em praias, uso de agrotóxicos, sobrepesca e perda de habitat devido as atividades antrópicas que levam a perda de diversidade de espécies, de serviços ecossistêmicos (e.g., polinização) e da diversidade de interações bióticas. Destacamos aqui que todos nós, como seres humanos racionais, temos a responsabilidade de cumprir conjuntamente com os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) propostos no plano de ação Agenda 2030. Os ODS abrange as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental e portanto são integrados e indivisíveis (PNUD, 2016).

Nesse contexto, o **capítulo I** discute a importância de entender a relação entre o clima, tempo e aparecimento de doenças, para o enfrentamento adequado e oportuno dos surtos e para a manutenção da promoção da saúde na coletividade. Interessante, que esse estudo não deixa de mencionar que fatores sociais também contribuem para a promoção da saúde na coletividade, sendo necessário a implementação de programas estruturados de controle de vetores, juntamente com ações que promovam a melhoria socioeconômica da população susceptível, bem como, da infraestrutura dos serviços médicos oferecidos. No **capítulo II**, os autores identificaram e avaliaram aspectos e impactos ambientais locais de derramamento de petróleo em praias nordestinas no Brasil, apontando como os mais significativos o derramamento/vazamento de óleo/produto químico no mar, caracterizados quanto à severidade das consequências diretas e indiretas que podem acarretar ao meio ambiente. No **capítulo III**, a presença de espécies da fauna ameaçadas e a dependência das comunidades humanas locais são fatores que reforçam a necessidade da continuação da aplicação e a criação de medidas de conservação para os manguezais do Paraná, uma vez que esses ambientes estão ameaçados pelas atividades antrópicas. Os manguezais, segundo os autores, prestam diversos serviços ecossistêmicos sendo eles a pesca (serviços de provisão); estabilização do clima e proteção contra eventos extremos (serviços regulatórios); e festas tradicionais (serviços culturais). O **capítulo IV** demonstra que o revolvimento do solo por extratores de minhocoçu gera alterações químicas no solo que alteram a composição de espécies do Cerrado *stricto sensu*. O **capítulo V** aponta que as abelhas desempenham um papel muito importante no ambiente como polinizadores. Os autores destacam que a nutrição com recursos tróficos saudáveis e sem resíduos de agroquímicos oriundo de atividades antropogênicas se constitui na essência da



saúde das abelhas. O **capítulo VI**, avaliou a qualidade do mel produzido em apiários da zona rural sendo muito importante na cadeia de consumo local. O **capítulo VII** ressalta que a herbivoria pode causar danos relevantes a vegetação, e os autores destacam a importância de remanescentes de vegetação nativa para manutenção da diversidade, interações ecológicas e serviços ecossistêmicos. O estudo sugere também a necessidade da manutenção de fragmentos de cerrado próximo e ou/ circunvizinhos às áreas agrícolas a fim de serem zonas de amortecimento dos ataques de herbívoros. O **capítulo VIII** avaliou anualmente o crescimento e condições de populações de peixes, um trabalho bastante exaustivo e que ajuda elucidar questões importantes como sobrepesca, e, como ela pode impactar nas populações humanas locais que dependem desse recurso. O **capítulo IX** demonstra que o uso indiscriminado de agrotóxicos são muito prejudiciais e ameaçam a vida dos organismos aquáticos, desta forma identificar essas substâncias e os limiares que levam a perda da vida aquática é fundamental para o uso adequado dessas substâncias. O **capítulo X** propôs detectar e caracterizar a biodiversidade de vertebrados em um conjunto de fazendas com 7.868 hectares sob cultivo orgânico e manejo ecológico, localizadas na região de Ribeirão Preto, SP.

A você leitor e leitora, desejamos uma excelente leitura! Com carinho,

José Max Barbosa Oliveira-Junior

Lenize Batista Calvão

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **MUDANÇAS CLIMÁTICAS, DESEQUILÍBRIOS ECOLÓGICOS E SAÚDE PÚBLICA: UM CASO MULTI-AGENDAS**


Maryly Weyll Sant'Anna  
Natália Cristina de Oliveira  
Valdir de Souza  
Antônio Guerner Dias  
Maurício Lamano Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227071>

### **CAPÍTULO 2..... 27**

#### **APLICAÇÃO DA MATRIZ DE LEOPOLD NA AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS – ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DO CABO DE SANTO AGOSTINHO/PE**


Eduardo Antonio Maia Lins  
Adriana da Silva Baltar Maia Lins  
Daniele de Castro Pessoa de Melo  
Diogo Henrique Fernandes da Paz  
Sérgio Carvalho de Paiva  
Adriane Mendes Vieira Mota  
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha  
Luiz Oliveira da Costa Filho  
Fábio José de Araújo Pedrosa  
Fábio Correia de Oliveira  
Rosana Gondim de Oliveira  
Fabio Machado Cavalcanti  
Maria Clara Pestana Calsa  
Fernando Arthur Nogueira Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227072>

### **CAPÍTULO 3..... 38**

#### **MANGUEZAIS DO PARANÁ: ZONA ÚMIDA COSTEIRA E SEUS ATRIBUTOS**

Léo Cordeiro de Mello da Fonseca  
Giovana Cioffi  
Kainã Rocha Cabrera Fagundes  
Murilo Rainha Pratezi  
Priscilla Resaffe Camargo  
Marília Cunha-Lignon


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227073>

### **CAPÍTULO 4..... 54**

#### **THE EXTRACTION OF THE GIANT EARTHWORM ALTERS THE SOIL CHEMICAL CHARACTERISTICS AND TREE COMPOSITION IN THE CERRADO**

Alex Josélio Pires Coelho  
Nayara Mesquita Mota  
Fernando da Costa Brito Lacerda


Luiz Fernando Silva Magnago  
João Augusto Alves Meira-Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227074>

**CAPÍTULO 5..... 67**

**ABELHAS E O AMBIENTE: IMPORTÂNCIA, NUTRIÇÃO E SANIDADE**


Márcia Regina Fanta  
Marcos Estevan Kraemer de Moura  
Tatiana de Mello Damasco  
Alex Sandro Poltronieri  
Rubens Onofre Nodari

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227075>

**CAPÍTULO 6..... 81**

**PARÁMETROS DE CALIDAD DE MIEL DE ABEJAS *Apis mellífera* EN APIARIOS DE LA ZONA RURAL MANABITA**


Telly Yarita Macías Zambrano  
María Rodríguez Gámez  
Teresa Viviana Moreira Vera  
Rosario Beatriz Mera Macías  
Tanya Beatriz Bravo Mero

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227076>

**CAPÍTULO 7..... 90**

**INCIDÊNCIA DE GILDAS DE INSETOS HERBÍVOROS EM FAMÍLIAS DE PLANTAS FANEROGÂMICAS DE UM CERRADO *SENSU STRICTO***


Marina Neves Delgado  
Gabriel Ferreira Amado  
Evilásia Angelo da Silva  
Viviane Evangelista dos Santos Abreu  
Jhonathan Oliveira Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227077>

**CAPÍTULO 8..... 102**

**RELACIONES LONGITUD-LONGITUD Y LONGITUD-PESO DE LA MORRÚA *Geophagus steindachneri* EN LA CIÉNAGA DE BETANCÍ, COLOMBIA**

Ángel L. Martínez-González  
Mario A. Peña-Polo  
Diana P. Jiménez-Castillo  
Jesús Vargas-González  
Glenys Tordecilla-Petro  
Fredys F. Segura-Guevara  
Charles W. Olaya-Nieto


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227078>

**CAPÍTULO 9..... 118**

**TOXICIDADE AGUDA DOS HERBICIDAS 2,4-D E ATRAZINA EM GIRINOS DE**

**PHYSALAEMUS CUVIERI**


Alexandre Folador  
Camila Fatima Rutkoski  
Natani Macagnan  
Vrandrieli Jucieli Skovronski  
Paulo Afonso Hartmann  
Marilia Teresinha Hartmann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5072227079>

**CAPÍTULO 10..... 129**

**GERAÇÃO DE BIODIVERSIDADE DE FAUNA SILVESTRE EM CANAVIAIS ORGÂNICOS**

José Roberto Miranda

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.50722270710>

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 137**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 138**

# CAPÍTULO 5

## ABELHAS E O AMBIENTE: IMPORTÂNCIA, NUTRIÇÃO E SANIDADE

*Data de aceite: 04/07/2022*

### **Márcia Regina Faita**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Programa de Pós-graduação em Recursos  
Genéticos Vegetais - PPGRGV  
Florianópolis - Santa Catarina – Brazil  
Orcid: 0000-0003-1664-134X

### **Marcos Estevan Kraemer de Moura**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Programa de Pós-graduação em  
Agroecossistemas - PPGA  
Florianópolis - Santa Catarina – Brazil  
Orcid: 0000-0003-0824-6446

### **Tatiana de Mello Damasco**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Programa de Pós-graduação em Recursos  
Genéticos Vegetais - PPGRGV  
Florianópolis - Santa Catarina – Brazil  
Orcid: 0000-0003-1508-1088

### **Alex Sandro Poltronieri**

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC  
Departamento de Fitotecnia  
Florianópolis - Santa Catarina - Brazil  
Orcid: 0000-0002-4906-5273

### **Rubens Onofre Nodari**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Programa de Pós-graduação em Recursos  
Genéticos Vegetais - PPGRGV  
Florianópolis - Santa Catarina - Brazil  
Orcid: 0000-0002-8884-2426

**RESUMO:** As espécies de abelhas agregam uma grande importância a respeito da manutenção

de serviços ecossistêmicos. Essas abelhas são importantes polinizadoras de cultivares agrícolas e plantas nativas, sendo essenciais para manutenção da biodiversidade de produção de alimentos. Além de sua importância ambiental, as abelhas são produtoras de mel e outros produtos apícolas. Apesar da importância social e ambiental das abelhas, elas estão expostas a estressores ambientais e ações antrópicas que comprometem a nutrição e sanidade destes importantes polinizadores. Aqui, reunimos informações sobre os impactos do desmatamento e consequente fragmentação da paisagem e desnutrição na sobrevivência das abelhas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Polinizadores, biodiversidade, imunidade, sobrevivência.

### BEES AND THE ENVIRONMENT: IMPORTANCE, NUTRITION AND SANITY

**ABSTRACT:** Bee species add a great importance regarding the maintenance of ecosystem services. These bees are important pollinators of agricultural cultivars and native plants, being essential for the maintenance of food production biodiversity. In addition to their environmental importance, bees are producers of honey and other bee products. Despite the social and environmental importance of bees, they are exposed to environmental stressors and human actions that compromise the nutrition and health of these important pollinators. Here, we gather information on the impacts of deforestation and consequent landscape fragmentation and malnutrition on bee survival.

**KEYWORDS:** Pollinators, biodiversity, immunity,



survival.

## INTRODUÇÃO

O intrínseco conjunto de atributos de uma colônia de abelhas, que na realidade é um superorganismo, quando associados às atividades que desempenham, emergem a condição de uma das principais espécies ligadas a manutenção da vida no planeta. Com o objetivo de aprofundar a compreensão neste contexto, o presente capítulo contempla tópicos relevantes e atuais que impactam a sobrevivência das abelhas. Entre estes tópicos estão a diversidade de espécies, importância ecológica e econômica, impactos do desmatamento e fragmentação da paisagem, a associação entre nutrição e imunidade, bem como demais fatores que comprometem a sanidade das abelhas. Embora outros são igualmente relevantes, os autores elegeram tópicos que refletem as ações antrópicas perturbadoras do meio ambiente, a importância da nutrição saudável e os avanços científicos recentes, que incluem resultados de pesquisa dos próprios autores.

## DIVERSIDADE E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E ECOLÓGICA DAS ABELHAS

No mundo existem 20.473 espécies de abelhas pertencentes a ordem Hymenoptera e a superfamília Apoidea (DISCOVER LIFE, 2022). Destas 77% são solitárias, 9,5% são sociais, 13% são parasitas de ninhada e 0,5% são parasitas sociais. No Brasil, já foram descritas 1909 espécies de abelhas distribuídas pelos diferentes biomas. Destas, 244 são espécies de abelhas-sem-ferrão que apresentam características comportamentais e morfológicas que as distinguem entre si, refletindo adaptações que permitem sua integração harmônica aos biomas em que estão inseridas. As principais características são o tamanho e a cor dos indivíduos, local de nidificação, organização dos ninhos, raio de voo e preferência floral (MELO, 2020).

Além do elevado número de abelhas-sem-ferrão que ocorrem no Brasil (PEDRO, 2014), houve a introdução, da espécie *Apis mellifera* Linnaeu, 1758 (Hymenoptera: Apidae), que está distribuída em todo território nacional e possui elevada importância econômica. *Apis mellifera* se destaca pela produção de mel, própolis e geleia real, além ser polinizadora de cultivares agrícolas (PEGORARO *et al.* 2017). As abelhas-sem-ferrão são espécies sociais e se destacam pela polinização de plantas nativas. Além disso, fazem parte da história e da estrutura epistemológica de muitos povos tradicionais nas Américas, como os Maias no México e os Kayapó no Brasil (CORTOPASSI-LAURINO *et al.* 2006). Esses povos utilizavam os produtos como cera e a resina, para confecção de artefatos e pontas de flechas, o mel, o pólen e as larvas na alimentação. Os produtos elaborados pelas abelhas-sem-ferrão são diferenciados entre as espécies quanto a sua composição físico-química e características sensoriais próprias. Essa composição está relacionada à

origem botânica, ao habitat que circundam a colônia e às características fisiológicas das espécies de abelhas (PIRES *et al.* 2020). Devido a diversidade nos compostos dos produtos das abelhas-sem-ferrão, estudos têm demonstrado seu potencial no uso medicinal como antibacteriano, antioxidante, anti-inflamatória, entre outras (RAO *et al.* 2016).

O processo de evolução e especiação taxonômica das abelhas coincidiu com a evolução de plantas com flores (CAPPELLARI *et al.* 2013). Isso ocorreu devido a dependência das abelhas por recursos florais (néctar e pólen) para sua nutrição, fazendo com que desenvolvessem adaptações corporais para transportar pólen. A principal adaptação foram as corbículas, estruturas côncavas, localizadas no terceiro par de pernas, permitindo que as abelhas transportassem grandes quantidades de pólen e resina de forma eficiente (MICHENER, 2007). Durante a busca por alimento, as abelhas visitam flores da mesma ou de várias plantas e realizam a polinização, que permite a variabilidade genética de populações de plantas que sustentam a biodiversidade, alimentação humana e funções ecossistêmicas (COSTANZA *et al.* 2017).

A importância econômica das abelhas tem sido reconhecida na agricultura mundial, pois na presença delas, algumas espécies vegetais aumentam sua produção em quantidade, valor nutritivo, palatabilidade e durabilidade nas prateleiras (GIANNINI *et al.* 2020). É importante ressaltar que as abelhas são responsáveis pela polinização de 52 das 144 espécies vegetais que são usadas direta e indiretamente na alimentação humana (WOLOWSKI *et al.* 2019). Ainda, Novais *et al.* (2016) alertam sobre a vulnerabilidade do Brasil para uma possível crise de polinizadores, pois sua economia é de base profundamente agrícola, com a produção depende de polinizadores. Esta eminente crise de polinizadores afetaria o produto interno bruto (PIB) do país, reduzindo a contribuição agrícola em até 19,36%, correspondente a aproximadamente 14,56 bilhões de dólares por ano. Rodger *et al.* (2021) avaliaram recentemente que, sem polinizadores, metade de todas as plantas em floração sofreriam um declínio na fertilidade de mais de 80%, enquanto um terço não produziria sementes. Ao facilitar a reprodução vegetal, os polinizadores desempenham uma função ecológica fundamental que apoia a maioria da diversidade vegetal do mundo, e organismos associados, e uma fração significativa da agricultura global (OLLERTON *et al.* 2017).

Ainda sobre a importância econômica das abelhas, podemos citar a atividade de criação de abelhas-sem-ferrão, denominada Meliponicultura, que e passou a ser difundida em áreas rurais e urbanas com maior intensidade no Brasil após a sua regulamentação com a Resolução n. 496, de 19 de agosto de 2020 (BRASIL, 2020). Em comunidades rurais, ela tem constituída uma fonte de renda adicional, com a venda dos produtos das abelhas e de colônias (CARVALHO *et al.* 2014). Já em áreas urbanas, essa atividade tem a finalidade de divulgar a importância das abelhas-sem-ferrão (MAIA *et al.* 2015). Adicionalmente, a meliponicultura é considerada uma atividade pertinente ao desenvolvimento sustentável, já que colabora com os serviços ecossistêmicos, apresentando uma importância econômica,

social e ecológica (JAFFÉ *et al.* 2015).

## IMPACTO DO DESMATAMENTO E FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM SOBRE AS ABELHAS

Os ecossistemas onde as abelhas evoluíram sofreram modificações por perturbações naturais (fogo, enchentes, erupções vulcânicas) e antrópicas (desmatamento, expansão de centros urbanos e da fronteira agrícola e uso de práticas intensivas de agricultura). Essas perturbações causaram diferentes níveis de interferências dentro dos ecossistemas, alterando o clima e a disponibilidade de recursos tróficos para muitas espécies (ALHO, 2010). Desde o período de colonização europeia no Brasil, as formações naturais de florestas foram sendo antropizadas e simplificadas, causando perda da biodiversidade (JAFFÉ *et al.* 2019).

Na segunda metade do século XX essas práticas se acentuaram, onde vários países latino-americanos engajaram-se na Revolução Verde. Essa revolução, possuía um ideário produtivo, com a meta de aumentar a produtividade agrícola, baseada no uso intensivo de insumos químicos e de variedades geneticamente modificadas, em extensos monocultivos (ALTIERI, 2004). Como consequência dessas atividades, muitas paisagens foram simplificadas e, conseqüentemente, ocorreu perda de biodiversidade (FAITA *et al.* 2021). Esses acontecimentos afetam direta e indiretamente as abelhas sociais e solitárias, assim como toda fauna nos ecossistemas.

As abelhas são especialmente sensíveis aos distúrbios causados nos ecossistemas, pois é neles que encontram recursos tróficos e de nidificação. Além disso, algumas características das espécies, faz com elas respondam de diferentes maneiras a estes distúrbios do ambiente. Uma das características importantes é o tamanho corporal, visto que a atividade de forrageio de espécies menores são mais afetadas em locais com atividade antrópica mais intensa (MOURA *et al.* 2022). Além disso, devido à enxameação em curtas distâncias, as abelhas-sem-ferrão não conseguem manter o fluxo gênico em paisagens fragmentadas (GRUTER, 2020). Diante do exposto, fica evidente que as abelhas-sem-ferrão se tornam extremamente suscetíveis a erosão genética, fator ligado a extinções de muitas espécies e que pode acontecer com as abelhas (JAFFÉ *et al.* 2019).

Outros aspectos que podem afetar as abelhas-sem-ferrão são os fatores abióticos presentes nos ecossistemas. Fatores como temperatura, velocidade do vento, umidade do ar, pressão barométrica, luminosidade e chuvas, podem ser modificados por ações antrópicas. Em conjunto, estas condições climáticas são determinantes para a atividade de forrageio das abelhas e, conseqüentemente, o desenvolvimento da colônia (HRNCIR *et al.* 2019). Dentre os fatores climáticos que mais se destacam, está a temperatura, que exerce forte influência nas atividades de forrageamento, pois age diretamente na energia usada para regular a temperatura corporal durante o voo (MAIA-SILVA *et al.* 2020). Sob altas

temperaturas, as abelhas-sem-ferrão sofrem danos na termorregulação da colônia, podendo acarretar na morte de crias e colapso fisiológico de operárias durante o voo (CORREIA *et al.* 2017). Adicionalmente em baixas temperaturas, as abelhas precisam gastar mais energia corporal com tremores musculares, para gerar calor e manter a temperatura interna da colônia (CONTRERA & NIEH, 2007).

A fragmentação dos habitats promove o surgimento de áreas com cobertura vegetal que não apresentam conectividade funcional, trazendo consequências diretas para as espécies de abelhas, já que impede a mobilidade e as interações entre elas. Adicionalmente, a supressão da vegetação nativa para o plantio de extensos monocultivos ou implementação de pastagens, reduz significativamente a quantidade e qualidade de recursos florais, comprometendo a nutrição e a imunidade das abelhas.

## A IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO PARA A IMUNIDADE DAS ABELHAS

A redução de espécies vegetais em floração devido ao desmatamento ou a estação do ano (inverno), pode comprometer a nutrição e até mesmo a sobrevivência das colônias. É nas plantas que as abelhas encontram o néctar, a principal fonte de açúcares e energia das abelhas. Além de açúcares, o mel também contém enzimas das glândulas das abelhas (EVANGELISTA–RODRIGUES *et al.* 2006). Muitas destas enzimas, presentes inclusive na geleia real, estão relacionadas à imunidade destes insetos.

Por apresentarem modo de vida social, as abelhas usam comportamentos coletivos para combater as doenças em nível de colônia em um sistema denominado imunidade social (CREMER *et al.* 2007). Deste modo, cada abelha é capaz de se comunicar e responder às condições do ninho fazendo escolhas individuais que afetam a colmeia, de modo que ela funcione de forma coletiva, como um superorganismo (MORITZ & FUCHS, 1998). Um exemplo disso ocorre quando as abelhas identificam a presença do ácaro *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) em células de cria, imediatamente fazem a remoção para garantir que o ácaro não prolifere contaminando outros indivíduos. A condição de superorganismo se cristaliza quando a colmeia exposta a estressores que afetam a sua capacidade em manter ou restaurar sua imunidade social, enfraquecem e morrem (NEGRI *et al.* 2019). Dentre estes fatores, destacam-se a relação entre a imunossupressão das abelhas por consequência da desnutrição, parasitas, patógenos, estresse pelo frio, escassez de alimento e exposição a agrotóxicos.

No atual cenário, onde o desmatamento, a monocultura e o uso de agrotóxicos são eventos recorrentes e em sequência, esforços coletivos são necessários para garantir a sanidade das abelhas. As abelhas se diferenciam de todos os demais polinizadores por depender exclusivamente de recursos florais para sua nutrição, em todas as fases de vida (MICHENER, 2007). Coletam néctar, pólen e óleos como fonte de proteínas e carboidratos, respectivamente, para todos os indivíduos da colmeia. Além destes nutrientes, o néctar e o

pólen contem fitoquímicos que desempenham importante papel na saúde dos polinizadores através do fortalecimento do sistema imunológico. Além disso, as abelhas desenvolveram a capacidade de identificar as plantas que fornecem estes fitoquímicos, passando a forragear de acordo com suas necessidades, em um sistema de automedicação (SIMONE-FINSTROM, 2017). O armazenamento de alimentos nas colmeias, permite ainda que elas consigam ter acesso aos fitoquímicos mesmo quando as plantas fornecedoras não estejam em floração (NEGRI *et al.* 2019).

Os fitoquímicos estão presentes no pólen e no néctar. Os metabólitos secundários como alcaloides, ácidos fenólicos e flavonoides, são importantes na imunidade das abelhas, estando relacionados com a diminuição da carga de parasitas e patógenos em indivíduos infectados. De acordo com Szawarski *et al.* (2019), o ácido abscísico (ABA) melhorou: 1) a expressão de genes envolvidos em processos metabólicos e respostas ao estresse por baixas temperaturas, 2) aumentou a longevidade individual de abelhas e a sobrevivência de colônia no inverno, 3) reduziu o nível de infestação por *Nosema* spp., 4) melhorou a cicatrização de feridas em larvas após o parasitismo de *V. destructor* e 5) aumentou a tolerância das abelhas à agrotóxicos.

As abelhas eussociais co-evoluíram também com uma comunidade diversificada e benéfica de microrganismos, comumente chamada de microbioma. Estes microrganismos, especializados e socialmente transmitidos, podem ser encontrados no mel, pólen, cerume e no intestino destes insetos. Os principais microrganismos que vivem em colônias de abelhas são leveduras, bolores e bactérias, desempenhando um papel importante para a nutrição das abelhas e proteção contra patógenos (ANDERSON *et al.*2011). Mudanças na composição florística da paisagem, com aumento de ambientes agrícolas e urbanos onde há predomínio de monocultivos e plantas exóticas, forçam as abelhas a forragear em espécies vegetais não nativas, com as quais não co-evoluíram, reduzindo a diversidade microbiana do pão de abelha (DONKERSLEY *et al.* 2018). A baixa diversidade polínica do pão de abelha proveniente de colônias situadas em paisagens alteradas sugere a incapacidade das abelhas de recrutar microbiota diversa, com consequências negativas para seu microbioma intestinal e a aptidão em resistir à patógenos (TIAN *et al.*2012). Adicionalmente, a estrutura do microbioma das abelhas pode ser influenciada por diferentes estressores, com destaque para agrotóxicos e a má nutrição (DI-PASQUALE *et al.* 2013).

Assim, a boa nutrição é relevante com a adaptação a um ambiente e à sobrevivência das colmeias. Portanto, as abelhas devem ter motivo e vontade para ir a busca do bom alimento. Recentemente, foi descoberto que a regulação da dopamina, um neurotransmissor, também é um componente importante da motivação das abelhas *A. mellifera* quererem ou demandarem algo que é insuficiente ou está faltando (HUANG *et al.*2022). Os autores monitoraram o comportamento de forrageamento e dança e quantificaram a dopamina no cérebro das abelhas. Os resultados indicaram que um sistema de carência dependente de dopamina é ativado transitoriamente no cérebro da abelha pelo aumento do apetite e



da recordação individual de fontes de alimentos rentáveis (satisfatórios, desejáveis), tanto durante o voo de ida e volta a fonte, como durante a dança que realizam na volta a colmeia (HUANG *et al.*2022). Este estudo comprova mais uma vez, que o sistema de desejos integra os níveis social e individual das abelhas e reforça o conceito de que a colmeia é um superorganismo.

A partir dessas informações, fica evidente que a sanidade das colmeias depende fundamentalmente da sua nutrição, mais precisamente, da qualidade dos recursos que as abelhas encontram no ambiente. Restrições na diversidade de nutrientes podem resultar em abelhas incapazes de estabelecer uma defesa imunológica eficiente, representando um risco maior para adoecerem. É importante destacar que, embora o sistema imunológico das abelhas seja semelhante ao de outros insetos, elas possuem menos genes associados a esta característica. O mapeamento completo do genoma de *A. mellifera*, *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae), *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) mostrou que as abelhas possuem aproximadamente um terço dos genes para imunidade quando comparadas com *D. melanogaster* e *A. gambiae* (EVANS *et al.* 2006). Por outro lado, *A. mellifera* possui mais genes para receptores de odor e genes específicos que regulam a coleta de pólen e néctar, o que é coerente com seu comportamento e organização social (HGSC, 2006). A redução no número de genes imunológicos reforça a importância da imunidade social e da nutrição das abelhas.

## FATORES ADICIONAIS QUE COMPROMETEM A SANIDADE E A SOBREVIVÊNCIA DAS ABELHAS

As populações de abelhas, tanto nativas quanto exóticas, criadas de forma racional ou não, estão diminuindo constantemente. A ação antrópica sobre paisagens naturais, promove alterações no conjunto de componentes necessários à sobrevivência de vários organismos, em particular, as abelhas (FAITA *et al.* 2021). Os impactos causados pelas atividades humanas incluem uso intensivo da terra, monocultura, uso excessivo de agrotóxicos e elevação de temperaturas associadas às mudanças climáticas (GOULSON *et al.* 2015; FAO, 2022), além de variedades transgênicas. Em conjunto, essas práticas comprometem a saúde das abelhas por causarem carência nutricional, debilitar o sistema imunológico e deixá-las vulneráveis a parasitas e patógenos, além de reduzir os locais de nidificação (FAITA *et al.*2021).

Consideradas importantes bioindicadores de qualidade ambiental, as abelhas desenvolvem relações com a flora local (MOUGA; KRUG, 2010) que garantem o equilíbrio dos ecossistemas. Através da polinização, há produção de frutas e sementes que são essenciais para manutenção de distintas teias tróficas em ambientes naturais, além da produção de alimento para o consumo humano. Entretanto, em sua atividade de forrageio, as abelhas podem entrar em contato com diferentes contaminantes, que podem ser

identificados em produtos como mel e pólen (DE OLIVEIRA DINIZ *et al.* 2020). Nessa perspectiva, algumas espécies de abelhas são mais afetadas do que outras, como é o caso da abelha *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). Esta espécie, considerada ameaçada de extinção, desapareceu da natureza no Sul do Brasil, sendo mantida exclusivamente em colônias geridas para fins comerciais e recreativos (DÍAZ *et al.* 2017). Adicionalmente, colônias de *M. quadrifasciata* são afetadas por uma síndrome anual que causa morte súbita de operárias, eventualmente levando tais colônias ao colapso (DÍAZ *et al.* 2017; CAESAR *et al.* 2019).

Além do declínio das populações de abelhas silvestres, a mortalidades sucessivas de espécies manejadas como *A. mellifera*, têm sido registradas em diferentes partes do mundo (SÁNCHEZ-BAYO; GOKA, 2014). No Brasil, episódios de intoxicação aguda promoveram elevada mortalidade de abelhas melíferas entre outubro de 2018 e março de 2019. Por exemplo, o laudo técnico do Laboratório Nacional Agropecuário do Rio Grande do Sul (Lanagro-RS), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), encontrou cinco tipos de agrotóxicos nas abelhas mortas, no mel, nas crias e nos favos (FAITA *et al.* 2021). Como mencionado anteriormente, as abelhas apresentam menor número de genes relacionados a imunidade, o que inclui também, menos genes que codificam proteínas para desintoxicação (EVANS *et al.* 2006). Deste modo, as abelhas apresentam maior sensibilidade aos agrotóxicos quando comparadas a outros insetos (CLAUDIANOS *et al.* 2006).

A determinação do risco de um agrotóxico sobre os insetos deve, essencialmente, considerar a sua biologia, além das características químicas dos produtos formulados. Em abelhas, existem variações na sensibilidade entre espécies, onde abelhas não pertencentes ao gênero *Apis* são menos tolerantes aos agrotóxicos do que abelhas deste gênero (ARENA; SGOLASTRA, 2014). Adicionalmente, a exposição contínua a resíduos de agrotóxicos presentes no pólen, néctar e na água, assim como a persistência destes contaminantes na colmeia, causam efeitos crônicos (SANCHEZ-BAYO; GOKA, 2014).

Outro aspecto importante que deve ser considerado, diz respeito aos produtos que, a priori, não deveriam causar danos às abelhas. Este é o caso, por exemplo, dos herbicidas, desenvolvidos para matar plantas, que prejudicam as abelhas de forma direta e indireta. Além de promoverem a redução de plantas com flores – que seria o efeito direto em plantas, mas indireto para abelhas – pois diminuem a oferta de recursos tróficos, os herbicidas exercem efeito tóxico às abelhas, causando efeitos subletais. Contudo, os danos em geral não são facilmente identificados em atividades rotineiras de um apiário, mas ainda assim, comprometem a nutrição e a imunidade social das abelhas (CHAVES *et al.* 2021). Entre os efeitos conhecidos dos herbicidas, mais precisamente das formulações a base de glifosato, podemos citar as alterações no microbioma intestinal das abelhas (MOTTA *et al.* 2018), degeneração prematura das glândulas hipofaríngeas de *A. mellifera* (FAITA *et al.* 2018), redução de 47,67 % na produção de geleia real (CHAVES *et al.* 2021) e diminuição

significativa da quantidade de MRJP3, a principal proteína relacionada a imunidade social de *A. mellifera* (FAITA *et al.* 2022), entre outros.

Como efeito da exposição de *A. mellifera* ao Roundup®, uma das formulações comerciais de herbicidas a base de glifosato, observamos o aumento da mortalidade das abelhas expostas simultaneamente ao herbicida e ao microsporídio *Nosema* spp., (FAITA *et al.* 2020) causador da nosemose. A nosemose é uma das principais doenças apícolas, provocada por um fungo microsporídio entomopatogênico (KEELING; FAST, 2002). São conhecidas duas espécies que afetam as abelhas - *Nosema apis* e *Nosema ceranae* - ambos com distribuição mundial (KLEE *et al.* 2007). São parasitas intracelulares obrigatórios que infectam células da mucosa do intestino médio de indivíduos adultos e causam alterações metabólicas (ANTÚNEZ *et al.* 2009). A infecção das abelhas ocorre pela ingestão de esporos maduros, possivelmente durante as atividades de higienização da colmeia, do forrageamento, ou através de trofolaxia (HIGES *et al.* 2009). As abelhas expostas a resíduos de agrotóxicos durante o desenvolvimento larval são mais suscetíveis à infecção por *Nosema* spp. (PETTIS *et al.* 2013), o que confirma o comprometimento do seu sistema imunológico devido a ação dos agrotóxicos.

Outro fator importante ligado a sanidade das abelhas é o comportamento higiênico, que está associado a capacidade destes insetos em identificar e remover da colmeia potenciais focos de doenças, como crias mortas. O comportamento higiênico é uma característica hereditária, ligada a genes relacionados com a imunidade social, assim como a autolimpeza (ou *grooming*) (LARSEN *et al.* 2019). Em conjunto, estes comportamentos contribuem para o controle de parasitas como o ácaro *V. destructor*. O ácaro *V. destructor* é um importante ectoparasita de *A. mellifera* que se alimenta da hemolinfa e do corpo gorduroso das abelhas (RAMSEY *et al.* 2019), reduzindo o metabolismo de proteínas essenciais ao sistema imune do inseto (Alaux *et al.* 2011), além de ser vetor de viroses ( TRAYNOR *et al.* 2020). No contexto em que as abelhas estão expostas a múltiplos estressores, como os agrotóxicos, os comportamentos sociais de limpeza são afetados, favorecendo a proliferação de *V. destructor*. Somados a isso, a desnutrição e o comprometimento da imunidade das abelhas promovem situações de enfraquecimento irreversível e, conseqüente, morte de colmeias.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nutrição com recursos tróficos saudáveis e sem resíduos de agroquímicos se constitui na essência da saúde das abelhas. Importante salientar o querer forragear os recursos desejáveis e saudáveis pelas abelhas para o benefício da colmeia.

Embora exista um consenso sobre a relevância das abelhas e da polinização para a manutenção da vida, inclusive da civilização humana, as alterações ambientais promovidas pelo homem estão comprometendo a sobrevivência destes insetos. Independente da finalidade, as mudanças na forma de uso e ocupação do solo estão ligadas a redução das

populações de abelhas, contribuindo até para a extinção de espécies.

As causas do declínio das abelhas, que geraram preocupações e motivaram pesquisas no mundo inteiro, já são conhecidas. Neste sentido, é possível que os resultados produzidos pela comunidade científica sejam utilizados para direcionar ações que interrompam a perda destes importantes polinizadores, impedindo que atinja níveis irreversíveis.

## REFERÊNCIAS

ALHO, C. J. R. **Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica.** Estudos Avançados, v. 26, n. 74, p. 151–166, 2012.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa.** 4. ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. 23 p.

ANDERSON, K. E. *et al.* **An emerging paradigm of colony health: microbial balance of the honey bee and hive (*Apis mellifera*).** Insectes Sociaux, v. 58, n. 4, p. 431-444, 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s00040-011-0194-6>.

ANTÚNEZ, K.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; PRIETO, L.; MEANA, A.; ZUNINO, P.; HIGES, M. (2009) Immune suppression in the honey bee (*Apis mellifera*) following infection by *Nosema ceranae* (Microsporidia). *Environ Microbiol* 11(9).

ARENA, M.; SGOLASTRA, F. **A meta-analysis comparing the sensitivity of bees to pesticides.** Ecotoxicology, v. 23, n. 3, p.324–334, 2014. doi: 10.1007/s10646-014-1190-1

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n. 496, de 19 de agosto de 2020. Disciplina o uso e o manejo sustentáveis das abelhas-nativas-sem-ferrão em meliponicultura. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 de agosto de 2020.

CAESAR, L. *et al.* **Longitudinal survey reveals delayed effects of low gene expression on stingless bee colony health.** Journal of Apicultural Research, p. 1-10, 19 ago. 2021. <http://dx.doi.org/10.1080/00218839.2021.1962123>

CAPPELLARI, S. C.; SCHAEFER, H.; DAVIS, C. C. **Evolution: Pollen or Pollinators — Which Came First?** Current Biology, v. 23, n. 8, p. R316–R318, 2013.

CARVALHO, R. M. A.; MARTINS, C. F.; MOURÃO, J. S. **Meliponiculture in Quilombola communities of Ipiranga and Gurugi, Paraíba state, Brazil: An ethnoecological approach.** Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, v. 10, n. 1, 2014.

CHAVES, A., *et al.* **Effects of glyphosate-based herbicide on royal jelly production of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in field conditions.** Journal Apicultural Research, v. 60, n. 2, p. 277–279, 2021. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1844463>.

CLAUDIANOS, C.; RANSON, H.; JOHNSON, R. M.; BISWAS, S.; SCHULER, M. A.; BERENBAUM, M. R.; FEYEREISEN, R.; OAKESHOTT, J. G. **A deficit of detoxification enzymes: Pesticide sensitivity and environmental response in the honeybee.** Insect Molecular Biology, v. 15, n. 5, p. 615–636, 2006. doi: 10.1111/j.1365-2583.2006.00672.x

CORREIA, F. C. S.; PERUQUETTI, R. C.; SILVA, A. R.; GOMES, F. A. **Distância de voo para forrageamento da abelha Uruçu Beijo (*Melipona eburnea* Friese, 1900)**. Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR, v. 20, n. 3, p. 143–146, 2017.

CORTOPASSI-LAURINO, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; ROUBIK, D. W.; DOLLIN, A.; HEARD, T.; AGUILAR, I.; VENTURIERI, G. C.; EARDLEY, C.; NOGUEIRA-NETO, P. **Global meliponiculture: challenges and opportunities**. Apidologie, v. 37, n. 2, p. 275–292, 22, 2006.

COSTANZA, R.; GROOT, R.; BRAAT, L.; KUBISZEWSKI, I.; FIORAMONTI, L.; SUTTON, P.; FARBER, S.; GRASOO, M. **Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?** Ecosystem Services, v. 28, p. 1–16, 2017.

CREMER, S.; ARMITAGE, S. A. O.; SCHMID-HEMPEL, P. **Social Immunity**. Current Biology, v. 17, n. 16, R693–R702, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.06.008>

DÍAZ, S. *et al.* **Report on the microbiota of *Melipona quadrifasciata* affected by a recurrent disease**. Journal of Invertebrate Pathology, v. 143, p. 35-39, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jip.2016.11.012>

DISCOVER LIFE 2020. Disponível em: <[https://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea\\_species&flags=HAS](https://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species&flags=HAS)>. Acesso em: 06 jun. 2022.

DI PASQUALE, G. *et al.* **Influence of pollen nutrition on honey bee health: Do pollen quality and diversity matter?** PLoS ONE, v. 8, n. 8, 2013. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072016>

DE OLIVEIRA DINIZ, T., *et al.* **Abelhas como bioindicadores ambientais**. In: OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B.; CALVÃO, L. B. (Orgs) **A interface do conhecimento sobre abelhas**. Ponta Grossa, PR: Atena, p. 10-18, 2020.

DONKERSLEY, P. *et al.* **Bacterial communities associated with honeybee food stores are correlated with land use**. Ecology and Evolution, v. 8, n. 10, p. 4743-4756, 2018. <http://dx.doi.org/10.1002/ece3.3999>

EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; SILVA, E. M. S.; BESERRA, E. M. F. **Análise físico-química dos méis das abelhas *Apis mellifera* e *Melipona scutellaris* produzidos em regiões distintas no Estado da Paraíba**. Ciência Rural, v. 35, p. 1166-1171, 2006.

EVANS J. D. *et al.* **Immune pathways and defense mechanisms in honey bees *Apis mellifera***. Ins Molec Biol, v. 15, n. 5, p. 645–656, 2006.

FAITA, M. R. *et al.* **Changes in hypopharyngeal glands of nurse bees (*Apis mellifera*) induced by pollen-containing sublethal doses of the herbicide Roundup®**. Chemosphere, v. 211, p. 566-572, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.07.189x>

FAITA, M. R. *et al.* **Glyphosate-based herbicides and *Nosema* sp. microsporidia reduce honey bee (*Apis mellifera* L.) survivability under laboratory conditions**. Journal of Apicultural Research, v. 60, p. 1–11, 2020. doi: 10.1080/00218839.2020.1736782

FAITA, M. R.; CHAVES, A.; NODARI, R. O. **A expansão do agronegócio: impactos nefastos do desmatamento, agrotóxicos e transgênicos nas abelhas**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 57, p. 79–105, 2021.



FAITA, R. M. *et al.* **Proteomic profiling of royal jelly produced by *Apis mellifera* L. exposed to food containing herbicide-based glyphosate.** *Chemosphere*, v. 292, 2022.

FAO, Food and Agriculture Organization. **Dia Internacional das Abelhas: polinizadoras essenciais para 2022.** Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/es/c/1195001/>. Acesso em: 15 mar. 2022.

GIANNINI, T. C.; *et al.* **Unveiling the contribution of bee pollinators to Brazilian crops with implications for bee management.** *Apidologie*, v. 51, n. 3, p. 406–421, 2020.

GIANNINI, T. C.; *et al.*, **Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions.** *Apidologie*, v. 46, n. 2, p. 209–223, 2015.

GOULSON, D. *et al.* **Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers.** *Science*, v. 347, n. 6229, 2015. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1255957>

GRÜTER, C. **Stingless Bees: Their Behaviour, Ecology and Evolution.** 1<sup>a</sup> ed. Suíça: Springer International Publishing, p. 385, 2020.

HGSC (The Honeybee Genome Sequencing Consortium). **Insights into social insects from the genome of the honeybee *Apis mellifera*.** *Nature*, v. 443, p. 931–949, 2006.

HIGES, M. *et al.* **The presence of *Nosema ceranae* (Microsporidia) in North African honey bees (*Apis mellifera intermissa*).** *Journal of Apicultural Research and Bee World*, v. 48, n. 3, p. 217–219, 2009.

HRNCIR, M. *et al.* **Stingless bees and their adaptations to extreme environments.** *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, v. 205, p. 415–426, 2019.

JAFFÉ, R. *et al.* **Landscape genomics to the rescue of a tropical bee threatened by habitat loss and climate change.** *Evolutionary Applications*, v. 12, n. 6, p. 1164–1177, 2019. <http://dx.doi.org/10.1111/eva.12794>

HUANG, J. *et al.* **Food wanting is mediated by transient activation of dopaminergic signaling in the honey bee brain.** *Science*, v. 376, n. 6592, p.508–512, 2022. Doi: 10.1126/science.abn9920

KEELING, P. J.; FAST, N. M. **Microsporidia: Biology and evolution of highly reduced intracellular parasites.** *Annual Review of Microbiology*, v. 56, p. 93–116, 2002.

KLEE, J.; *et al.* **Widespread dispersal of the microsporidian *Nosema ceranae*, an emergent pathogen of the western honey bee, *Apis mellifera*.** *Journal of invertebrate pathology*, v. 96, p. 1–10, 2007.

LARSEN, A. *et al.* **Fundamentals of the honey bee (*Apis mellifera*) immune system. Review.** *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, v. 10, n. 3, p. 705–728, 2019. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4785>

MAIA, U. M.; JAFFÉ, R.; CARVALHO, A. T.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Meliponicultura no Rio Grande do Norte.** *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 37, n. 4, p. 327–333, 2015.

MAIA-SILVA, C. *et al.* **Stingless Bees (*Melipona subnitida*) Overcome Severe Drought Events in the Brazilian Tropical Dry Forest by Opting for High-Profit Food Sources.** Neotropical Entomology, v. 49, n. 4, p. 595-603, 2020. <http://dx.doi.org/10.1007/s13744-019-00756-8>

MELO, G. A. R. **Stingless Bees (Meliponini).** Encyclopedia of Social Insects, p. 1–18, 2020.

MICHENER, C. D. **The bees of the word.** 2<sup>a</sup> ed. Baltimore: Johns Hopkins, p. 952, 2007.

MORITZ F.A., R.; FUCHS, S. **Organization of honeybee colonies: characteristics and consequences of a superorganism concept.** Apidologie, v. 29, n. 1, p. 7–21, 1998. <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/apido:19980101>,

MOTTA, E. V. S. *et al.* **Glyphosate perturbs the gut microbiota of honey bees.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 115, n. 41, 2018. <https://doi.org/10.1073/pnas.1803880115>.

MOUGA, D. M. D. S.; C. KRUG. **Comunidade de abelhas nativas (Apidae) em floresta ombrófila densa montana em Santa Catarina.** Zoologia, v. 27, n. 1, p. 71-79, 2010.

MOURA, M. E. K. *et al.* **Influence of some abiotic factors on the flight activity of stingless bees (Hymenoptera: Meliponini) in southern Brazil.** Journal of Apicultural Research, p. 1-7, 2022. <http://dx.doi.org/10.1080/00218839.2022.2028968>

NEGRI, P.; *et al.* **Towards precision nutrition: A novel concept linking phytochemicals, immune response and honey bee health.** Insects, v. 10, n. 11, p. 401–430, 2019. doi: 10.3390/insects10110401

NOVAIS, S. M. A.; *et al.* **Effects of a possible pollinator crisis on food crop production in Brazil.** PLoS ONE, v. 11, n. 11, p. 1–12, 2016.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT, S. **How many flowering plants are pollinated by animals?** Oikos, v. 120, n. 3, p. 321–326, 2011.

PEDRO, S. R. M. **The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae).** Sociobiology, v. 61, n. 4, p. 348–354, 2014.

PEGORARO, A. *et al.* **Aspectos práticos e técnicos da apicultura no Sul do Brasil.** Curitiba, PR: Universidade Federal do Paraná, 2017

PETTIS, J.S.; *et al.* **Crop pollination exposes honey bees to pesticides which alters their susceptibility to the gut pathogen *Nosema ceranae*.** PLoS One, v.8, e70182, 2013. DOI: 10.1371/journal.pone.0070182.

PIRES, A. P. *et al.* **Análise sensorial de méis de duas espécies de abelhas sem ferrão de Santarém, Pará.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 9, p. 72680–72693, 2020.

RAMSEY, S. D. *et al.* **Varroa destructor feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph.** Proceedings of the national academy of sciences, v. 116, n. 5, p. 1792-1801, 2019.

RAO, P. V. *et al.* **Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: a comparative review.** Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 26, n. 5, p. 657–664, 2016.

RODGER, J. G. *et al.* **Widespread vulnerability of flowering plant seed production to pollinator declines.** Science Advances, v. 7, n. 42, 2021. <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.abd3524>

SÁNCHEZ-BAYO, F.; GOKA, K. **Pesticide residues and bees - A risk assessment.** PLoS ONE, 9(4), e94482, 2014. doi:10.1371/journal.pone.0094482

SIMONE-FINSTROM, M. **Social immunity and the superorganism: Behavioral defenses protecting honey bee colonies from pathogens and parasites.** Bee World, v. 94, p. 21–29, 2017.

SZAWARSKI, N. *et al.* **Effect of abscisic acid (ABA) combined with two different beekeeping nutritional strategies to confront overwintering: Studies on honey bees' population dynamics and nosemosis.** Insects, v. 10, n. 10, p. 329, 2019.

TIAN, B. *et al.* **Long-Term Exposure to Antibiotics Has Caused Accumulation of Resistance Determinants in the Gut Microbiota of Honeybees.** Mbio, v. 3, n. 6, 2012. <http://dx.doi.org/10.1128/mbio.00377-12>

TRAYNOR K. S, *et al.* **A. Varroa destructor: A Complex Parasite, Crippling Honey Bees Worldwide.** Trends in Parasitology, v. 36, n. 7, p. 592-606, 2020. [10.1016/j.pt.2020.04.004](https://doi.org/10.1016/j.pt.2020.04.004)

WOLOWSKI, M. *et al.* **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil.** São Paulo: Editora Cubo, 2019. <https://doi.org/10.4322/978-85-60064-83-0>.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abelhas 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79

*Aedes aegypti* 6, 7, 9, 10, 12

Agricultura orgânica 129

Anfíbios 54, 55, 118, 120, 124, 125

Apiario 81, 84, 86

Apicultura 79, 81, 82, 83, 84

*Apis mellifera* 68, 76, 77, 78, 81, 82, 88

Atrazina 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127

Avaliação de impacto ambiental 137

### B

Bienestar 103, 110, 111, 112

Biodiversidade 3, 4, 15, 17, 18, 38, 39, 42, 48, 50, 51, 52, 67, 69, 70, 76, 125, 137

Bioindicadores 73, 77, 120, 137

Brasil 1, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 36, 40, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 68, 69, 70, 74, 76, 78, 79, 80, 90, 92, 94, 99, 100, 118, 119, 120, 125, 126, 127, 137

### C

Cerrado 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101

Ciclo de vida 103, 104, 120

Composição química 82

Consequências 3, 28, 30, 35, 47, 71, 72

Conservação 27, 34, 38, 39, 41, 42, 44, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 90, 93, 118, 137

Crescimento 102, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 111, 112

### D

Dano foliar 90

Defesas físicas 90

Degradação ambiental 30

Desmatamento 2, 4, 7, 12, 38, 46, 47, 67, 68, 70, 71, 77

Dinâmica poblacional 103

Dióxido de carbono 2

Distribuição 1, 10, 18, 50, 53, 75, 92, 95, 99, 120, 137

Doenças transmitidas por vetores 1, 7, 8, 9

## E

Espécies ameaçadas 48, 49, 129, 132

Extractivism 55, 56, 62

## F

Fauna Silvestre 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136

Fragmentação 67, 68, 70, 71

## G

*Geophagus steindachneri* 102, 103, 106, 113, 114, 115, 116

Gestão sustentável 39

Giant earthworm extraction 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

Guildas 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98

## H

Herbicida 75, 119, 123, 124

Herbivoria 50, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 99, 100

Hymenoptera 68, 74, 76, 79

## I

Imunidade 67, 68, 71, 72, 73, 74, 75

Infecções por Arbovírus 1

Insetos 8, 71, 72, 73, 74, 75, 90, 92, 93, 95, 97, 98, 99, 100, 137

Interações ecológicas 90, 98

## M

Mangue 38, 39, 42, 43, 44, 47, 48, 50, 53

Matriz de Leopold 27, 30, 34, 35

Metano 2, 3

Miel de abejas 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89

Mudança climática 1, 4, 23

## O

Óleo 12, 27, 28, 31, 33, 34, 35, 36

## **P**

Petróleo 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 47

*Physalaemus cuvieri* 118, 119, 120, 123, 124, 127, 128

Polinizadores 67, 69, 71, 72, 76, 80

Praias 27, 28, 29, 32, 34, 35, 36, 44

## **R**

Ramsar 38, 39, 40, 41, 51, 52, 53

## **S**

Sanidade 67, 68, 71, 73, 75, 94

Saúde pública 1, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 24, 31, 118, 119

Savana 90

Sobrevivência 1, 67, 68, 71, 72, 73, 75

Soil disturbances 55

Solo 4, 7, 16, 17, 27, 29, 30, 44, 52, 53, 63, 65, 75, 93, 104, 119, 127

## **T**

Toxicidade letal 118

## **Z**

Zonas úmidas 39, 40, 42, 46

# Ecologia

e conservação da biodiversidade

2

- 
-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
  -  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
  -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
  -  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# Ecologia

e conservação da biodiversidade

2



 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

**Atena**  
Editora  
Ano 2022