

**José Max Barbosa de Oliveira Junior**  
**Lenize Batista Calvão**  
**(Organizadores)**

# A ARTE DE CRIAR ABELHAS



**Atena**  
Editora  
Ano 2019

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

# A Arte de criar Abelhas

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Rafael Sandrini Filho  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A786	A arte de criar abelhas [recurso eletrônico] / Organizadora José Max Barbosa de Oliveira Junior, Lenize Batista Calvão. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia. ISBN 978-85-7247-508-2 DOI 10.22533/at.ed.082190208  1. Abelhas – Criação. 2. Apicultura. 3. Meliponicultura. I. Oliveira Júnior, José Max. II. Calvão, Lenize Batista.  CDD 638.1
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra **A Arte de Criar Abelha – Vol.1-** agrega 10 capítulos de pesquisadores de várias regiões do Brasil (de Norte a Sul). Esse volume apresenta de forma aplicada e holística as técnicas destinadas a construção e manutenção do apiário, bem como o papel das abelhas nos ecossistemas. As abelhas estão no planeta há mais de 80 milhões de anos e do total de polinizadores (cerca de 40.000), aproximadamente 25.000 são abelhas. Esses organismos são responsáveis pela produção de alimentos para o homem, provenientes de 900 de 1.300 espécies cultivadas no mundo, em suma, cerca de 36 culturas agrícolas são dependentes de polinizadores. No entanto, a apicultura e a meliponicultura no mundo todo enfrentam hoje o seu maior desafio: as abelhas, principais polinizadores da natureza, estão desaparecendo devido uma série de ações antrópicas (por exemplo, a redução de habitat), que contribuem para a redução ou extinção de populações de abelhas nativas ou manejadas.

Existem fortes evidências de declínios recentes em polinizadores selvagens e domesticados, bem como interrupções nas populações de plantas que dependem deles - que tem sido denominada “crise do polinizador”. Desta forma, os capítulos que compõe esse E-Book nos levarão ao fascinante mundo de um grupo de organismo de suma importância para o planeta.

Apresentamos de forma resumida os capítulos que compõe essa obra:

- De autoria de Andreia Santos do Nascimento & Carlos Alfredo Lopes de Carvalho o capítulo intitulado “**ABELHAS SOCIAIS E PRODUTOS DA COLMEIA COMO INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO COM METAIS: REVISÃO**” trás importantes informações de publicações recentes referentes ao uso de abelhas e seus produtos como bioindicadores de contaminação ambiental com metais.
- O capítulo “**ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DOS PRODUTOS DAS ABELHAS INDÍGENAS SEM FERRÃO BRASILEIRAS**”, desenvolvido pela pesquisadora Denise de Mello Bobány relata a importância dos produtos de abelhas, e que estes podem ser uma alternativa saudável para o tratamento de várias infecções, se mostrando eficiente atividade antimicrobiana em diversos experimentos.
- No capítulo “**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE MEL DE MELATO DE BRACATINGA: UMA REVISÃO**”, de Patricia Brugnerotto e colaboradores são apresentados os principais resultados, publicados até o momento, referentes às características físico-químicas e composição de substâncias fenólicas, carboidratos, minerais, aminoácidos e proteínas presentes no mel de melato de bracatinga.
- Em “**COMPORTAMENTO HIGIÊNICO DE ABELHAS MELÍFERAS AFRICANIZADAS EM ÁREA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNIA CERRADO, NO TOCANTINS**”, Rômulo Augusto Guedes Rizzardo e colaboradores avaliam o efeito bimestral, ao longo do ano, no comportamento higiênico de colônias de *Apis mellífera*. Os autores demonstraram que, as colônias apresentaram melhor comportamento higiênico no final do período chuvoso e período seco.
- O conhecimento sobre abelhas por acadêmicos de duas Universidades Fe-

derais, localizada na região Norte e Sul do Brasil foi avaliado por Bruna Costa Ferreira da Cruz e colaboradores no capítulo intitulado “**CONHECIMENTO SOBRE ABELHAS (HYMENOPTERA: APIDAE) E A UTILIZAÇÃO DOS PRODUTOS**”. Os autores demonstram que o conhecimento das abelhas sem ferrão, seu comportamento no ambiente e a diferença entre apicultura e meliponicultura é muito pequeno, porém mais da metade dos acadêmicos tem conhecimento sobre *Apis mellifera* e quase todos utilizam algum produto das abelhas.

- Paulo Henrique Amaral Araújo de Sousa e colaboradores apresentam no capítulo “**GELEIA REAL: UMA REVISÃO**” informações sobre a importância da produção de geleia real e seus benefícios, além dos seus padrões segundo a normativa vigente pela legislação Brasileira.
- No capítulo intitulado “**GEOAPIS – PLATAFORMA DE INFORMAÇÃO SOBRE APICULTURA E MEIO AMBIENTE**”, a autora Ana Lucia Delgado Assad e colaboradores apresentam a plataforma de informação online denominada *geoApis*, desenvolvida pela Associação A.B.E.L.H.A., em parceria com o CRIA e MD Educação Ambiental, uma plataforma que tem como objetivo contribuir para o melhor desenvolvimento da apicultura no Brasil e promover a sua convivência harmônica com a agricultura e o meio ambiente.
- Ainda de autoria de Ana Lucia Delgado Assad e colaboradores o capítulo intitulado “**SISTEMA DE INFORMAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE ABELHAS NEOTROPICAIS**”, apresenta um sistema de informação que integra dados de diferentes fontes para compor uma “pagina” sobre espécies de abelhas neotropicais, desenvolvido pela Associação ABELHA e o CRIA esse sistema é denominado *infoAbelha*.
- “**NOTAS PRELIMINARES SOBRE UTILIZAÇÃO DE ARMADILHA PARA COLETA DE *Aethina tumida* MURRAY (COLEOPTERA: NITIDULIDAE)**” é um capítulo desenvolvido por Sérgio Nogueira Pereira e colaboradores que visa difundir o uso de uma armadilha plástica (um método prático e eficiente no monitoramento), para vistoria das colmeias e captura do pequeno besouro das colmeias (*Aethina tumida*).
- No capítulo “**POLINIZAÇÃO DO MELÃO E DA MELANCIA NO TOCANTINS**”, Paulo Henrique Tschoeke e colaboradores descrevem as características da planta de melão e melancia que devem ser observadas para uma melhor adequação das formas de manejo das lavouras visando favorecer os serviços de polinização realizados pelas abelhas e apresentar a polinização dirigida com abelhas africanizadas.

Que os artigos dessa edição nos faça refletir sobre o importante serviço ecossistêmico que as abelhas prestam.

*“Se as abelhas desaparecerem da face da terra, a humanidade terá apenas mais quatro anos de existência. Sem abelhas não há polinização, não há reprodução da flora, sem flora não há animais, sem animais, não haverá raça humana”.* Albert Einstein (1879/1955).

Excelente leitura!

José Max Barbosa de Oliveira Junior  
Lenize Batista Calvão

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ABELHAS SOCIAIS E PRODUTOS DA COLMEIA COMO INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO COM METAIS: REVISÃO	
Andreia Santos do Nascimento Carlos Alfredo Lopes de Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0821902081</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF BRAZILIAN STINGLESS BEE PRODUCTS	
Denise de Mello	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0821902082</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE MEL DE MELATO DE BRACATINGA: UMA REVISÃO	
Patricia Brugnerotto Siluana Katia Tischer Seraglio Bibiana Silva Mayara Schulz Greici Bergamo Fabiola Carina Biluca Adriane Costa dos Santos Luciano Valdemiro Gonzaga Roseane Fett Ana Carolina Oliveira Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0821902083</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
COMPORTAMENTO HIGIÊNICO DE ABELHAS MELÍFERAS AFRICANIZADAS EM ÁREA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNIA CERRADO, NO TOCANTINS	
Rômulo Augusto Guedes Rizzardo Natália Vinhal da Silva Patrick Oliveira de Sousa Thiago Rodrigues de Castro Ana Carolina Müller Conti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0821902084</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>42</b>
CONHECIMENTO SOBRE ABELHAS (HEMYNOPTERA: APIDAE) E A UTILIZAÇÃO DOS PRODUTOS	
Bruna Costa Ferreira da Cruz Ludimilla Ronqui Reginaldo de Oliveira Nunes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0821902085</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>53</b>
GELEIA REAL: UMA REVISÃO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Paulo Henrique Amaral Araújo de Sousa</li> <li>Sinevaldo Gonçalves de Moura</li> <li>Douglas Galhado</li> <li>Renato Ribeiro de Jesus</li> <li>Cicero Pereira Barros Junior</li> <li>Letícia do Socorro Cunha</li> <li>Luane Laíse Oliveira Ribeiro</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0821902086</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>68</b>
GEOAPIS – PLATAFORMA DE INFORMAÇÃO SOBRE APICULTURA E MEIO AMBIENTE	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ana Lucia Delgado Assad</li> <li>Elaine Cristina Basso</li> <li>Renato de Giovanni</li> <li>Sidnei de Souza</li> <li>Dora Ann Lange Canhos</li> <li>Kátia Paula Aleixo</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0821902087</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>79</b>
SISTEMA DE INFORMAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE ABELHAS NEOTROPICAIS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ana Lúcia Delgado Assad</li> <li>Dora Ann Lange Canhos</li> <li>Kátia Paula Aleixo</li> <li>Sidnei de Souza</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0821902088</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>92</b>
NOTAS PRELIMINARES SOBRE UTILIZAÇÃO DE ARMADILHA PARA COLETA DE <i>Aethina tumida</i> MURRAY (COLEOPTERA: NITIDULIDAE)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sérgio Nogueira Pereira</li> <li>Luis Henrique Soares Alves</li> <li>Susana Gottschalk</li> <li>Junio Marcos Paulino</li> <li>Fábio Prezoto</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0821902089</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>97</b>
POLINIZAÇÃO DO MELÃO E DA MELANCIA NO TOCANTINS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Paulo Henrique Tschoeke</li> <li>Marcela Cristina Agustini Carneiro da Silveira Tschoeke</li> <li>Izabella Moreira da Cruz Pinheiro</li> <li>Luis Flávio Nogueira de Souza</li> <li>João Henrique Silva da Luz</li> <li>Gabriella Rayssa Antunes da Silva Oliveira</li> <li>Mateus Sunti Dalcin</li> <li>Gil Rodrigues dos Santos</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.08219020810</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>109</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>110</b>



## ABELHAS SOCIAIS E PRODUTOS DA COLMEIA COMO INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO COM METAIS: REVISÃO

### **Andreia Santos do Nascimento**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e  
Biológicas  
Cruz das Almas – Bahia

### **Carlos Alfredo Lopes de Carvalho**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e  
Biológicas  
Cruz das Almas – Bahia

**RESUMO:** O propósito deste estudo foi agrupar informações de publicações recentes referentes ao uso de abelhas e seus produtos como bioindicadores de contaminação ambiental com metais. Foram relacionadas pesquisas relevantes sobre a temática, sendo o conteúdo subdividido em tópicos para evidenciar a preocupação com a poluição ambiental, a possibilidade de uso de bioindicadores para investigação dos metais em determinado ambiente, assim como para monitoramento da qualidade ambiental, destacando o potencial das abelhas e dos produtos da colmeia para bioindicação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Apidae, indicadores biológicos, biossensores, poluição ambiental, elementos-traço

### SOCIAL BEES AND BEEHIVE PRODUCTS AS INDICATORS OF CONTAMINATION WITH METALS: REVIEW

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to group information from recent publications regarding the use of bee and beehive products as bioindicators of environmental contamination with metals. Relevant research on the subject was related, with the content subdivided into topics to highlight the concern about environmental pollution, the possibility of using bioindicators to investigate metals in a given environment, as well as for environmental quality monitoring, highlighting the potential of bees and beehive products for bioindication.

**KEYWORDS:** Apidae, biological indicators, biosensors, environmental pollution, trace elements

### 1 | INTRODUÇÃO

O aumento da conscientização pública sobre questões ambientais e de saúde tornou necessário intensificar ações de acompanhamento dos riscos de contaminação, entre as quais o biomonitoramento tornou-se uma alternativa viável (GIROTTI et al., 2013; VASCONCELLOS et al., 2012). Mecanismos são necessários para uma análise específica e

sensível de forma a revelar e monitorar a grande variedade de contaminantes químicos que poluem todos os compartimentos ambientais. Nesse contexto, organismos como as abelhas podem ser usadas como biossensores e como coletores involuntários de contaminantes oriundos de poluentes ambientais (GIROTTI et al., 2013).

As abelhas são bons indicadores biológicos que detectam rapidamente a degradação química do meio ambiente pela alta mortalidade e pela presença de poluentes no seu corpo ou em produtos da colmeia (PERUGINI et al., 2011). O monitoramento ambiental com esses insetos, assim como os produtos das suas colmeias (mel, cera, pólen e própolis) começou a ser utilizado no início da década de 1980, principalmente para controlar o uso de produtos fitossanitários no agroecossistema, tanto pela mortalidade destes indivíduos quanto pela análise dos resíduos dentro e/ou absorvidos no corpo ou nos produtos da colmeia (CELLI et al., 1996).

A contaminação de determinado ambiente por metais pode ser monitorada por meio da análise do corpo das abelhas, do mel, pólen, própolis e cera, por serem organismos indicadores altamente sensíveis da contaminação radioativa. Esses insetos podem inclusive ser utilizados para estudar e monitorar a distribuição e persistência de radionuclídeos e acúmulo de resíduos radioativos, além da detecção de metais como arsênico, cádmio, cobalto, cobre, chumbo, mercúrio, níquel, zinco, dentre outros relatados em estudos com os produtos das suas colmeias (AGHAMIRLOU et al., 2015; PORRINI et al., 2003; STEEN et al., 2016; BONSUCCESSO et al., 2018; NASCIMENTO et al., 2018a).

De fato, o biomonitoramento é uma forma rápida, fácil e barata de acompanhamento da qualidade ambiental e as abelhas tem dentre outras vantagens como organismos bioindicadores a possibilidade de mobilidade da colmeia, permitindo coletar amostras reais na área de seu forrageamento (MATIN et al., 2016). Enquanto os instrumentos mecânicos de posição fixa fornecem valores pontuais, as abelhas fornecem dados sobre a área explorada durante a coleta de recursos tróficos e material usado na construção e proteção das suas colônias (PERUGINI et al., 2011).

Desta forma, esta revisão foi subdividida em tópicos para evidenciar a preocupação com a poluição ambiental; a possibilidade de uso de bioindicadores para investigação dos metais em determinado ambiente; assim como para monitoramento da qualidade ambiental, destacando o potencial das abelhas e dos produtos da colmeia para bioindicação.

## 2 | METODOLOGIA

As informações compiladas neste manuscrito foram oriundas da busca em literatura diversas como: livros, E-Books Backlist, capítulos de livro, artigos científicos, priorizando àqueles mais relevantes para temática e publicados recentemente. A busca foi realizada em base de dados da Web of Science, ScienceDirect, SciELO - Scientific

Electronic Library Online, Google Acadêmico e PubMed, assim como em rede social voltada a pesquisa como a ResearchGate.

### **3 | POLUIÇÃO AMBIENTAL E A ATIVIDADE ANTROPOGÊNICA**

Os níveis crescentes de poluentes químicos no ambiente são relacionados ao processo de urbanização, industrialização e atividades agrícolas. Várias matrizes ambientais como água, ar e solo estão sujeitas a poluentes orgânicos e inorgânicos (SERBULA et al., 2013). Diferentes compostos químicos são introduzidos de forma contínua e exponencialmente crescente no ambiente, acidentalmente ou não, devido às suas aplicações específicas, sendo considerado em certa medida como poluentes perigosos (GIROTTI et al., 2013).

A preocupação com alimentação humana associada a riscos para a saúde decorrente da liberação de contaminantes tóxicos tem aumentado gradualmente. A inalação de material particulado, o consumo de alimentos e água contaminados são as vias mais comuns de contaminação direta e indireta para o homem. O impacto antropogênico no ambiente, especialmente sob a forma de poluição atmosférica é uma das maiores preocupações no âmbito mundial (PANDEY et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2015).

As zonas urbanas estão sobrecarregadas com poluição oriundas de várias fontes, como o tráfego de veículos (SILVA et al., 2014). Dentre os elementos contaminantes do meio ambiente os metais se destacam, uma vez que a sua presença em níveis elevados pode causar riscos para saúde humana e dos animais.

### **4 | METAIS E AS FONTES DE CONTAMINAÇÃO**

Um metal pode ser definido como um elemento químico composto por átomos com caráter metálico. Apresentam como principal característica física a capacidade de perder elétrons formando assim cátions metálicos. Entre os elementos químicos naturais, cerca de 70 são metais e muitos destes elementos são explorados comercialmente (CSUROS & CSUROS, 2000).

Em estudos ambientais, a depender do propósito, os metais podem apresentar denominações distintas. Estes são classificados como elementos-traço, oligoelementos ou metais-traço em estudos onde são encontrados em baixas concentrações e considerados altamente poluidores (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 2001; SPARKS, 2003; MARTINS et al., 2011). Quando os metais são encontrados em forma biodisponível, ou seja, pode ser facilmente assimilado pelos organismos vivos são denominados de metal disponível. Quando requerido para completar o ciclo de vida dos organismos são denominados elementos essenciais e em contraste não essenciais quando não são requeridos em nenhuma quantidade e dessa forma tóxicos

para animais e vegetais (YILMAZ et al., 2010; SERAFIM et al., 2012).

Metais-traço como Cd (cádmio), Co (cobre), Cr (cromo), Hg (mercúrio), Ni (níquel), Pb (chumbo) e Zn (zinco) são altamente tóxicos, mesmo em baixas concentrações. O aumento da quantidade destes metais nos recursos naturais é uma preocupação atual, especialmente porque um grande número de indústrias está descarregando seus efluentes contendo metais em água doce, sem o tratamento adequado (SALOMONS et al., 1995; MASINDI & MUEDI, 2018). Dessa forma, é importante conhecer as fontes de liberação desses metais no meio ambiente.

O chumbo é relativamente abundante na crosta terrestre. As principais fontes naturais deste metal são as erupções vulcânicas, o intemperismo geoquímico e névoas aquáticas (WHO, 1989). Como fontes antropogênicas têm-se a incineração de resíduos de esgoto que contribui de forma significativa para emissão de chumbo, assim como fertilizantes fosfatados e a combustão da madeira (PAOLIELLO & CHASIN, 2001). O cádmio é liberado no ambiente através da sua utilização em vários processos industriais, e entra na cadeia alimentar a partir da absorção por plantas cultivadas em solo contaminado ou água (AGHAMIRLOU et al., 2015; SILICI et al., 2008).

A presença de cobre nas áreas urbanas é geralmente oriunda de atividades antropogênicas e industriais. Uma fonte significativa de cobre são as pastilhas de freio de veículos automotores (ZARIĆ et al., 2016). Outro metal que se destaca enquanto poluente ambiental é cromo, cuja atmosfera é um importante caminho para a transferência de longo alcance para diferentes ecossistemas, considerando que a distância percorrida pelo metal depende de fatores meteorológicos, topografia e vegetação (KOTÀS & STASICKA, 2000; PERUGINI et al., 2011).

O zinco também tem sido alvo de avaliações para detecção de oligoelementos em alimentos. Em muitos trabalhos envolvendo abelhas e produtos da colmeia como bioindicadores de contaminação este metal está presente. Este fato sinaliza que o zinco pode ser um bom marcador ambiental, sendo que as principais fontes de contaminação por zinco na atmosfera terrestre são a poluição gerada pela queima de combustíveis fósseis e a produção de ligas metálicas (KABATA-PENDIA & PENDIA, 2001).

## 5 | BIOINDICADORES

Bioindicadores são organismos vivos, como plantas, plânctons, animais e micróbios, de ocorrência natural que são utilizados para avaliar a saúde ambiental e as mudanças biogeográficas que ocorrem no ambiente. Dessa forma, estes indivíduos são considerados uma ferramenta importante para detectar mudanças no ambiente, positivas ou negativas, e seus efeitos subsequentes sobre a sociedade humana (PARMAR et al., 2016). Por meio da aplicação de bioindicadores pode-se prever o estado natural de uma determinada região ou o seu grau de contaminação

(KHATRI & TYAGI, 2015). Bioindicadores incluem processos biológicos, espécies ou comunidades e são usados para avaliar a qualidade do ambiente e como ele muda ao longo do tempo. As alterações no ambiente são muitas vezes atribuídas a perturbações antropogênicas ou estressores naturais (HOLT & MILLER, 2010).

As vantagens associadas ao uso de bioindicadores estão na determinação de impactos biológicos, a possibilidade de monitorar os impactos sinérgicos e antagônicos de vários poluentes sobre outro organismo vivo, o diagnóstico precoce, bem como os efeitos nocivos das toxinas nas plantas e nos seres humanos, além de ser uma alternativa economicamente viável quando comparada com outros sistemas de medição especializados (PARMAR et al., 2016).

Atualmente, os bioindicadores são utilizados e promovidos por diversas organizações, como por exemplo, a União Mundial para a Conservação e a União Internacional para a Conservação da Natureza, como meio de lidar com a biomonitoramento e avaliar seus efeitos. Esses agentes são classificados como bioindicadores de poluição, ecológico, ambiental e de biodiversidade (McGEOCH, 1998; OLIVEIRA et al., 2014; PARMAR et al., 2016).

O desenvolvimento e aplicação mais ampla de bioindicadores ocorreram principalmente a partir da década de 1960. Ao longo dos anos, expandiu-se o espectro de bioindicadores para auxiliar nos estudos em ambientes aquáticos e terrestres, usando os principais grupos taxonômicos do reino animal e vegetal (HOLT & MILLER, 2010). Observa-se que entre 2012 a 2018 *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 e *Tetragonisca angustula* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae), tem se destacando em estudos que utilizam, tanto a abelha quanto os produtos das suas colmeia, como bioindicadores de poluição ambiental (ZHELYAZKOVA, 2012; FORMICKI et al., 2013; NASCIMENTO et al., 2015; SILICI et al., 2016; TAHA et al., 2017; BONSUCESSO et al., 2018; NASCIMENTO et al., 2018a; 2018b; SKORBIŁOWICZ et al., 2018).

## **6 | POTENCIAL DAS ABELHAS E DOS PRODUTOS DA COLMEIA COMO INDICADORES DE QUALIDADE AMBIENTAL**

Ao longo de sua história evolutiva as abelhas foram expostas a compostos tóxicos em seu ambiente. Algumas toxinas naturais são toleradas por esses insetos sociais, ou mesmo benéficas, enquanto altas concentrações de outros compostos podem causar danos à saúde desses indivíduos. Dessa forma, pesquisas relacionadas as interações entre abelhas e os xenobióticos servirá como base para promover a saúde desses insetos à medida que novas substâncias químicas, como produtos fitossanitários, são desenvolvidas e avaliadas (JOHNSON, 2015).

As abelhas estão amplamente distribuídas ao redor do mundo servindo de agentes bioecológicos. Elas podem encontrar poluentes metálicos através de várias

vias de exposição, incluindo forrageamento em recursos vegetais contaminados (DI et al., 2016). De acordo com Zhelyazkova (2012) as abelhas reagem às mudanças no ambiente em que habitam, especialmente em relação a quantidades de metais no solo, ar e plantas. Este fato as torna um indicador confiável e nos permite utilizá-las para biomonitoramento ambiental. Segundo Roman (2004) existe uma estreita correlação entre os metais acumulados no solo e plantas com o conteúdo de metais encontrados no corpo das abelhas assim como em seus produtos.

Quando as áreas forrageadas pela abelha estão contaminadas, vários poluentes podem entrar no mel através de néctar, pólen ou exsudações açucaradas de plantas que crescem em solos contaminados e/ou absorvem água contaminada. As próprias abelhas podem transportar contaminantes do ambiente para colmeia e alterar a qualidade dos seus produtos, sendo estes utilizados como indicadores de contaminação (PORRINI et al., 2003; STECKA et al., 2014). Deste modo, a avaliação da concentração de metais no corpo da abelha e em seus produtos tem sido objeto de muitos estudos a fim de monitorar a qualidade ambiental de determinada região, além de servir de alerta para a população e poder público (SADEGHI et al., 2013; STEEN et al., 2016; ZARIĆ et al., 2016).

A contaminação das abelhas e seus produtos por metais está relacionada ao ambiente onde a colônia está instalada, como resultado de atividade antrópica distinta, como práticas agrícolas, indústrias, despejo de lixo, entre outros (PRZYBYLOWSKI & WILCZYŃSKA, 2001; TUZEN & SOYLAK, 2005; ÖZCAN & AL JUHAIMI, 2011; NACCARI et al., 2014).

O local onde as colônias de abelhas são mantidas é um fator relevante para qualidade dos seus produtos no que diz respeito a concentração de metais (cargas de poluentes) derivados de atividades antropogênicas. A presença de metais no mel e pólen que são os produtos derivados da criação de abelhas mais consumidos pode ameaçar a saúde humana (TSUTSUMI & OISHI, 2010; RU et al., 2013). Dessa forma, as abelhas sociais são amostradores potenciais e podem ser usados para detectar poluentes orgânicos e inorgânicos no ambiente (PERUGINI et al., 2011).

Considerando que uma colônia de abelhas pode ser facilmente criada, atendendo aos seus requisitos alimentares, e que estes indivíduos apresentam uma taxa de reprodução elevada e longevidade média relativamente curta, geralmente é possível coletar um número suficiente de amostras (PERUGINI et al., 2011). Este fato é mais um ponto positivo para utilização destes indivíduos em biomonitoramento.

## **7 | RESULTADOS PROMISSORES DE ESTUDOS UTILIZANDO ABELHA E PRODUTOS DA COLMEIA COMO BIOINDICADOR**

A maioria das pesquisas que utilizam abelhas para bioindicação de metais têm como objeto de estudo um número pré-estabelecido e limitado de metais, sendo

realizadas em locais definidos, por exemplo, perto de rodovias, aeroportos, zonas industriais, áreas agrícolas e aterros sanitários. Os resultados são comparados aos locais de controle (principalmente locais urbanos ou parques de reservas naturais) para demonstrar diferenças no grau de poluição (PORRINI et al., 2003; MORGANO et al., 2010; PERUGINI et al., 2011; BATISTA et al., 2012; STEEN et al., 2016).

Concentrações mais elevadas de chumbo foram encontradas em áreas próximas a um aeroporto em comparação com três reservas naturais e áreas urbanas poluídas (PERUGINI et al., 2011). Neste estudo, a concentração de chumbo registrada nas amostras revelou uma distribuição típica relacionada ao desenvolvimento antropogênico. Uma pesquisa envolvendo análise do corpo de abelhas forrageiras revelou que no corpo dos indivíduos provenientes de uma área pós-mineração havia concentrações mais elevadas de cádmio e chumbo quando comparada com as oriundas dos locais de controle a 50 km da área pós-mineração (SATTA et al., 2012).

Concentrações elevadas, em termos absolutos, dos metais Cu, Mn e Zn no corpo de abelhas melíferas adultas foi relatada por Steen et al. (2012) que na interpretação dos resultados inferem que estas concentrações provavelmente estavam relacionadas a concentrações naturais relativamente elevadas desses metais no pólen, os quais as abelhas utilizavam para sua alimentação. Steen et al. (2016) verificaram que os metais alumínio, bário, cromo, manganês, molibdênio e selênio estavam presentes no corpo das abelhas em uma ampla faixa de concentração, sendo resultante da presença real de metais nos alimentos (pólen, néctar, honeydew e água), possivelmente, os metais presentes nas flores provenientes da deposição atmosférica de partículas contendo metal. Estes resultados sinalizam a eficiência desses insetos como amostradores para monitoramento ambiental.

Uma comparação entre as matrizes amostrais, mel e própolis, em relação a concentração de metais foi observado que a própolis apresentou o maior nível de contaminação com argônio, cádmio, cobre, chumbo e zinco em comparação ao mel multifloral (ROMAN et al., 2011). Para estes autores tanto a própolis quanto o mel podem ser utilizados como indicadores para avaliar o grau de poluição, a partir da determinação do nível dos metais acumulados nesses produtos.

Em áreas semirurais e em centros urbanos, onde ocorre uma alta emissão de poluentes dos veículos automotores, as concentrações de cádmio e chumbo no pólen apícola foram muito mais elevadas em relação a zona rural (MORGANO et al., 2010). Embora muitos metais possam ser sequestrados e transferidos para as abelhas e seus produtos, os mais comuns são o cádmio, cobre e chumbo (SATTA et al., 2012; HLADUN et al., 2015). Dessa forma, o pólen apícola pode ser considerado um bom indicador de qualidade ambiental, no que se refere a presença destes metais.

Comparado concentrações de metais no pólen apícola e no corpo da abelha provenientes de áreas com grau de impacto antropogênico distinto, Zhelyazkova et al. (2011) verificaram que os resultados para as amostras do pólen apícola foram superiores, sinalizando que em áreas antropizadas a utilização dos produtos da

colmeia, como pólen apícola, tendem a representar de forma eficiente o grau de contaminação por metais do ambiente.

Os metais presentes no mel e no corpo das abelhas melíferas criadas próximas a usinas termelétricas revelaram concentrações médias de cádmio, cobre e chumbo maiores no corpo das abelhas quando comparado com as concentrações encontradas no mel, sugerindo a ocorrência de bioacumulação para esses metais (SILICI et al., 2016). O cádmio, cobre e chumbo apresentaram efeitos subletais e letais para o desenvolvimento larval de *Apis mellifera* após exposição a estes metais (DI et al., 2016), o que reforçam as informações obtidas por Silici et al. (2016) em relação a bioacumulação com efeitos adverso no desenvolvimento larval das abelhas.

As colônias da abelha melífera (*Apis mellifera* - abelha com ferrão) e seus produtos são importantes bioindicadores de carga metálica (PORRINI et al., 2003; SILICI et al., 2016; STEEN et al. 2016). No entanto, um fato que chama atenção é a carência de estudos utilizando como bioindicadores as espécies de abelhas sociais sem ferrão (Tribo Meliponini) e suas colônias. Essas abelhas possuem um número elevado de espécies e têm grande potencial para utilização em estudos com essa finalidade, uma vez que podem ser criadas próximo de residências e em ambiente urbano-industrial, expostas a contaminação ambiental. Além disso, a maioria dessas espécies possui uma densidade população comparativamente menor que *Apis mellifera*, o que permite aumentar o número de colônias em uma determinada área, além de ter ferrão atrofiado (não consegue ferroar), o que possibilita um manejo mais adequando das suas colônias em áreas antropizadas.

## 8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As abelhas sociais e os produtos das suas colmeias se constituem em uma importante ferramenta para uso como bioindicadores de poluição ambiental, uma vez que vivem dependentemente dos recursos ambientais. Esses insetos podem apontar para a necessidade de cuidados com o ambiente, de forma que medidas possam ser tomadas preventivamente para minimizar os efeitos nocivos causados pela poluição especialmente de metais. Embora existam diversos estudos que apontam para o uso eficiente da espécie social com ferrão *Apis mellifera* no biomonitoramento ambiental, há um espaço para a investigação científica utilizando abelhas sociais sem ferrão da tribo Meliponini, devido a sua diversidade de espécies, adaptação em diversos ambientes e biomas, além de fácil manejo das colônias. Além disso, ainda é necessário ampliar o estudo do espectro de metais monitorados em diferentes ambientes.



## AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado em parte pela “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil” (CAPES) - Código Financeiro 001 por meio da concessão da bolsa de Pós-Doutorado (PNPD20130760) a A.S. Nascimento (ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5236-0460>), pelo “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico” (CNPq) que concedeu bolsa de pesquisa (número 305885/2017-0) para C.A.L. Carvalho (ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3306-3003>). A “Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia” (FAPESB) por meio do projeto de pesquisa (PAM0004 / 2014).

## REFERÊNCIAS

- AGHAMIRLOU, H.M. et al. Heavy metals determination in honey samples using inductively coupled plasma-optical emission spectrometry. **Journal of Environmental Health Science & Engineering**, v.13, n.39, p.2-8, 2015.
- BATISTA, B.L. et al. Multi-element determination in Brazilian honey samples by inductively coupled plasma mass spectrometry and estimation of geographic origin with data mining techniques. **Food Research International**, v.49, p.209-215, 2012.
- BONSUCCESSO, J.S. et al. Metals in geopropolis from beehive of *Melipona scutellaris* in urban environments. **Science of the Total Environment**, v.634, p.687-694, 2018.
- CELLI, G. et al. Honeybees (*Apis mellifera* L.) as bioindicators for the presence of pesticides in the agroecosystem. Field tests. **Insect Social Life**, v.207-212, p.1-4, 1996.
- CSUROS, M.; CSUROS, C. **Environmental sampling and analysis for metals**. Lewis Publishers, Boca Raton, CRC, USA. 2002. 372p.
- DI, N. et al. Laboratory bioassays on the impact of cadmium, copper and lead on the development and survival of honeybee (*Apis mellifera* L.) larvae and foragers. **Chemosphere**, v.152, p.530-538, 2016.
- FORMICKI, G. et al. Metal content in honey, propolis, wax, and bee pollen and implications for metal pollution monitoring. **Polish Journal of Environmental Studies**, v.22, p.99-106, 2013.
- GIROTTI, S. et al. Trace analysis of pollutants by use of honeybees, immunoassays, and chemiluminescence detection. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v.405, p.555-571, 2013.
- HLADUN, K.R. et al. Cadmium, copper, and lead accumulation and bioconcentration in the vegetative and reproductive organs of *Raphanus sativus*: implications for plant performance and pollination. **Journal of Chemical Ecology**, v.41, p.386-395, 2015.
- HOLT, E.A.; MILLER, S.W. Bioindicators: using organisms to measure environmental impacts. **Nature Education Knowledge**, v.3, n.10, p.1-8, 2010.
- JOHNSON, R.M. Honey bee toxicology. **Annual Review of Entomology**, v.60, p.415-434, 2015.
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, 2001. 413p.

- KHATRI, N.; TYAGI, S. Influences of natural and anthropogenic factors on surface and groundwater quality in rural and urban areas. **Frontiers in Life Science**, v.8, n.1, p.23-39, 2015.
- KOTÀS, J.; STASICKA, Z. Chromium occurrence in the environment and methods of its speciation. **Environmental Pollution**, v.107, p.263-283, 2000.
- MARTINS, C.A.S. et al. A dinâmica de metais-traço no solo. R. Bras. Agrobiologia, Pelotas, v.17, n.3-4, p.383-391, 2011.
- MASINDI, V.; MUEDI, K.L. **Environmental Contamination by Heavy Metals**. Heavy Metals. In: SALEH, H.E.M.; AGLAN, R.F. Heavy Metals. IntechOpen. Capítulo 7. pp.115-133, 2018.
- MATIN, G. et al. Bio-monitoring of cadmium, lead, arsenic and mercury in industrial districts of Izmir, Turkey by using honey bees, propolis and pine tree leaves. **Ecological Engineering**, v.90, p.331-335, 2016.
- McGEOCH, M.A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biology Review**, v.73, p.181-201, 1998.
- MORGANO, M.A. et al. Inorganic contaminants in bee pollen from southeastern Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, p.6876-6883, 2010.
- NACCARI, C. et al. Risk assessment of heavy metals and pesticides in honey from Sicily (Italy). **Journal of Food Research**, v.3, n.2, p.107-117, 2014.
- NASCIMENTO, A.S. et al. Determining the levels of trace elements Cd, Cu, Pb and Zn in honey of stingless bee (Hymenoptera: Apidae) using voltammetry. **Food and Nutrition Sciences**, v.6, p.591-596, 2015.
- NASCIMENTO, A.S. et al. Honey from stingless bee as indicator of contamination with metals. **Sociobiology**, v.65, n.4, p.727-736, 2018a.
- NASCIMENTO, N.O. et al. Pollen storage by stingless bees as an environmental marker for metal contamination: spatial and temporal distribution of metal elements. **Sociobiology**, v.65, n.2, p.259-270, 2018b.
- OLIVEIRA, M.A. et al. Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**, v.61, p.800-807, 2014.
- ÖZCAN, M.M.; AL JUHAIMI, F.Y. Determination of heavy metals in bee honey with connected and not connected metal wires using inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP–AES). **Environmental Monitoring and Assessment**, v.184, n.4, p.2123-2126, 2011.
- PANDEY, R. et al. Dietary intake of pollutant aerosols via vegetable influenced by atmospheric deposition and wastewater irrigation. **Ecotoxicology and environmental safety**, v.76, n.1, p.200-208, 2012.
- PAOLIELLO, M.M.B.; CHASIN, A.A.M. **Ecotoxicologia do chumbo e seus compostos**. Cadernos de referência ambiental, Centro de Recursos Ambientais, Salvador, BA, v.3, 2001. 144p.
- PARMAR, T. K. et al. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. **Frontiers in Life Science**, v.9, n.2, p.110-118, 2016.
- PERUGINI, M. et al. Heavy metal (Hg, Cr, Cd, and Pb) contamination in urban areas and wildlife reserves: honeybees as bioindicators. **Biological Trace Element Research**, v.140, n.2, p.170-176, 2011.

- PORRINI, C. et al. Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination. **Apiacta**, v.38, p.63-70, 2003.
- PRZYBYŁOWSKI, P.; WILCZYŃSKA, A. Honey as an environmental marker. **Food Chemistry**, v.74, p.289-291, 2005.
- ROMAN, A. **The heavy metals content in bee's nectar and mature honey**. Scientific Exercise Books of Agricultural University in Wrocław, LI, v.501, 2004, 297p.
- ROMAN, A. et al. Comparative study of selected toxic elements in propolis and honey. **Journal of Apicultural Science**, v.55, n.2, p.97-106, 2011.
- RU, Q.M. et al. Risk assessment of heavy metals in honey consumed in Zhejiang province, southeastern China. **Food Chemistry Toxicology**, v.53, p.256-62, 2013.
- SADEGHI, A. et al. Use of honeybees as bio-indicators of environmental pollution in the Kurdistan Province of Iran. **Journal of Apicultural Science**, v.56, n.2, p.83-88, 2013.
- SALOMONS, W. et al. **Heavy Metals: Problems and Solutions**. Berlin, Germany: Springer-Verlag. 1995. 414p.
- SATTA, A. et al. Combination of beehive matrices analysis and ant biodiversity to study heavy metal pollution impact in a post-mining area (Sardinia, Italy). **Environmental Science and Pollution Research**, v.19, p.3977-3988, 2012.
- SERBULA, S.M. et al. Assessment of airborne heavy metal pollution using *Pinus* spp. and *Tilia* spp. **Aerosol and Air Quality Research**, v.13, p.563-573, 2013.
- SERAFIM, A. et al. Assessment of essential and nonessential metals and different metal exposure biomarkers in the human placenta in a population from the South of Portugal. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, v.75, n.13-15, p.867-877, 2012.
- SILICI, S. et al. Honeybee and honey as monitors for heavy metal contamination near the thermal power plants in Mugla, Turkey. **Toxicology and Industrial Health**, v.32, n.3, p.507-516, 2016.
- SILVA, L.T. et al. Traffic air pollution monitoring based on an air-water pollutants deposition device. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v.11, n.8, p.2307-2318, 2014.
- SKORBIŁOWICZ, M. et al. Bees as bioindicators of environmental pollution with metals in an urban area. **Journal of Ecological Engineering**, v.19, n.3, p.229-234, 2018.
- SPARKS, D.L. **Environmental soil chemistry**. London: Academic Press, 2003, 352p.
- STECKA, H. et al. Determination of traces of copper and zinc in honeys by the solid phase extraction pre-concentration followed by the flame atomic absorption spectrometry detection. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.186, n.10, p.6145-6155, 2014.
- STEEN, J.J.M. et al. Spatial and temporal variation of metal concentrations in adult honeybees (*Apis mellifera* L.). **Environmental Monitoring and Assessment**, v.184, n.7, p.4119-4126, 2012.
- STEEN, J.J.M. et al. Think regionally, act locally: metals in honeybee workers in the Netherlands (surveillance study 2008). **Environmental Monitoring and Assessment**, v.188, n.463, p.1-9, 2016.
- TAHA, E.A. et al. Honey bees, bee-collected pollen and honey as monitors of environmental pollution at an industrial cement area in Saudi Arabia. **Journal of the Kansas Entomological Society**, v.90, n.1, p.1-10, 2017.

TSUTSUMI, L.H.; OISHI, D.E. **Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Honey Bees (*Apis mellifera*)**. In: ELEVITCH, C.R. (ed.). Specialty Crops for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR), Holualoa, 2010. 29p.

TUZEN, M.; SOYLAK, M. Heavy metal levels in microwave digested honey samples from middle Anatolia, Turkey. **Journal of Food and Drug Analysis**, v.13, p.343-347, 2005.

VASCONCELLOS et al. Fitorremediação: Uma proposta de descontaminação do solo. **Estudos de Biologia: Ambiente e Diversidade**, v.34, n.83, p.261-267, 2012.

WHO (World Health Organization). **IPCS**. Environmental health criteria 85 - lead- environmental aspects. Geneva. 1989. 106p.

YILMAZ, A.B. et al. Metals (major, essential to non-essential) composition of the different tissues of three demersal fish species from Iskenderun Bay, Turkey. **Food Chemistry**, v.123, p.410-415, 2010.

ZARIĆ, N.M. et al. Metal concentrations around thermal power plants, rural and urban areas using honeybees (*Apis mellifera* L.) as bioindicators. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v.13, p.413-422, 2016.

ZHELYAZKOVA, I. Honeybees – bioindicators for environmental quality. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v.18, n.3, p.435-442, 2012.

ZHELYAZKOVA, I. et al. Content of heavy metals and metalloids in bees and bee products from areas with different degree of anthropogenic impact. **Agricultural Science and Technology**, v.3, n.2, p.136-142, 2011.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abelhas 2, 8, 42, 52, 66, 68, 72, 76, 79, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 91, 102

Agricultura 55, 61, 63, 64, 92, 103

Aminoácidos 26, 32, 57

Apicultura 8, 36, 41, 51, 66, 68, 103, 108

Apidae 1, 5, 10, 52, 64

Apis melífera 5, 66

Atividade antimicrobiana 24

### B

Brasil 5, 6, 9, 13, 15, 26, 35, 41, 42, 44, 45, 46, 52, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 68, 69, 71, 79, 80, 81, 82, 85, 87, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 98, 102, 108

### C

Comportamento higiênico 36, 41

Cucurbitaceae 97, 98, 100, 107

### E

Educação 6, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 52, 68, 71

### G

Geleia real 55

### H

Hymenoptera 5, 10, 24, 43, 51, 52, 64, 78, 91

### M

Mel 33, 50

Mel de melato 33

### P

Polinizadores 52, 79, 80, 108

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-508-2

