

Pesquisas agrárias e ambientais

Volume XIV

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Org.



2023

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume XIV



Pantanal Editora

2023

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Catalogação na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

P474

Pesquisas agrárias e ambientais - Volume XIV / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023.

Livro em PDF

ISBN 978-65-81460-76-1

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460761>

1. Agronomia. 2. Sustentabilidade. 3. Meio ambiente. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Título.

CDD 630

Índice para catálogo sistemático

I. Agronomia



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume XIV” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: Qualidade de vida e segurança do trabalho na mineração frente ao risco de rompimento de barragens sustentabilidade na agricultura; os condicionantes socioambientais da dengue na área urbana; estrutura, agregação e erosão do solo: da matéria orgânica à desestabilização; biologia floral do pepino e sua relação com os polinizadores; estressores na abelha sem ferrão; biologia floral e polinização no quiabeiro; adubação orgânica com espécies espontâneas do semiárido na produtividade do coentro; produtividade de hortelã adubada com mistura de jitirana e mata-pasto; floração, frutificação, síndrome de dispersão e de polinização de espécies florestais em projetos de restauração. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume XIV, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores


Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1.....	6
Qualidade de vida e segurança do trabalho na mineração frente ao risco de rompimento de barragens	6
Capítulo 2.....	21
Sustentabilidade na Agricultura: Histórico e Evolução de Práticas Agrícolas	21
Capítulo 3.....	39
Os condicionantes socioambientais da dengue na área urbana do município de Paranagua-PR	39
Capítulo 4.....	57
Estrutura, agregação e erosão do solo: da matéria orgânica à desestabilização.....	57
Capítulo 5.....	67
Biologia floral do pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.) e sua relação com os polinizadores: Uma revisão de literatura	67
Capítulo 6.....	77
Estressores na abelha sem ferrão <i>Nannotrigona testaceicornis</i> (Lepeletier, 1836) (Hymenoptera: Apidae)	77
Capítulo 7.....	94
Biologia floral e polinização no quiabeiro (<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Mench): Uma revisão de literatura	94
Capítulo 8.....	103
Organic fertilization with spontaneous species from the semiarid region in the of coriander productivity.....	103
Capítulo 9.....	113
Productivity of mint fertilized with a mixture of jitirana (<i>Merremia aegyptia</i> L.) and mata-pasto	113
Capítulo 10	124
Aspectos fenológicos e síndromes de dispersão e polinização de espécies florestais em projetos de restauração ecológica na Mata Atlântica	124
Índice Remissivo	145
Sobre os organizadores.....	147


Estressores na abelha sem ferrão *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier, 1836) (Hymenoptera: Apidae)


Recebido em: 16/01/2023

Aceito em: 17/01/2023

 10.46420/9786581460761cap6

Jaíne Santos Rebouças^{1,2*} 

Jefferson Alves dos Santos^{1,2} 

Maiara Janine Machado Caldas^{1,2} 

Luciano Santana Serra² 

Emmanuel Emydio Gomes inheiro^{2,3} 

Erislan Fonseca Santos^{4,2} 

Cerilene Santiago Machado² 

Carlos Alfredo Lopes de Carvalho^{2,5} 

INTRODUÇÃO

O serviço ecossistêmico da polinização realizada por abelhas é estratégico para manutenção de espécies vegetais nativas e cultivadas (Matos et al., 2021). A capacidade de transporte de grãos de pólen nas corbículas, o corpo peludo e a dependência das abelhas por recursos florais são características que tornam estes insetos os polinizadores importantes e eficazes nos ecossistemas (Ollerton et al., 2011; Klein et al., 2018).

No mundo, as abelhas além de atuarem como os principais polinizadores, são importantes para economia por meio dos seus produtos e subprodutos e tem participação direta na inclusão social, contribuindo potencialmente para 15 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) com no mínimo 30 metas (Patel et al., 2021). Entre as abelhas, àquelas conhecidas por “abelhas sem ferrão” ou “abelhas sociais sem ferrão” ou “meliponíneos” são responsáveis pela polinização de até 90% da flora nativa dependendo do bioma (Kerr et al., 1996).

Embora considerada importantes em todo o mundo, as abelhas estão sendo acometidas por vários estressores causados por ações antrópicas, o que representa um alerta geral sobre os danos causados na produção de alimento e na manutenção da própria diversidade de abelhas, em especial as sem ferrão (Toledo-Hernández et al., 2022). As mudanças climáticas (Lister; Garcia, 2018), fragmentação vegetal (Macedo et al., 2020) e uso de pesticidas são os principais estressores que atuam sobre os polinizadores (Lundin et al., 2015; Piovesan et al., 2020).

¹ Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - UFRB, Bolsista /CAPES.

² Grupo de Pesquisa Insecta, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB.

³ Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - UFRB

⁴ Discente de Engenharia Agrônoma - UFRB, Bolsista / UFRB.

⁵ Docente da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB.

* Autora correspondente: jainedossantos27@gmail.com

Dentre as espécies de abelhas sociais sem ferrão, a *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier, 1836) é encontrada em várias regiões do Brasil (Camargo; Pedro, 2013) e são importantes agentes polinizadores de plantas nativas e cultivadas. Como são vulneráveis há vários estressores causados por ações antrópicas, este trabalho tem por objetivo apresentar aos leitores aspectos bioecológicos de *N. testaceicornis* e os principais estressores que podem causar redução de suas populações.

Para construção da revisão bibliográfica foram realizadas buscas avançadas de publicações científicas (artigos, livros, documentos técnicos, dissertações e teses) nos idiomas português e inglês. A pesquisa foi direcionada com temáticas que envolvesse os termos “abelhas (Hymenoptera: Apidae)”, “abelhas sem ferrão”, “tribo Meliponini”, “*Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier, 1836)”, “polinização”, “estressores”, “declínio das abelhas”, “Toxicologia”, “pesticidas”, “Agrotóxicos”, “bees (Hymenoptera: Apidae)”, “stingless bees”, “tribe Meliponini”, “pollination”, “stressors”, “decline of bees”, “Toxicology” e “pesticides”, utilizando os operadores booleanos “AND” e “OR” nas plataformas de bases de dados científicas: Portal Periódico CAPES, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), PubMed, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *Elsevier* e Google Acadêmico, sem restrições de período cronológico.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A importância da polinização realizadas por abelhas sociais sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)

O setor agropecuário representa uma das atividades de importância para a economia no Brasil, ocupando a quarta colocação na exportação mundial de produtos agropecuários e movimentando aproximadamente, 100,7 bilhões de dólares (CNA, 2021).

Na agricultura, diferentes culturas de interesse econômico dependem da polinização cruzada, que consiste na transferência do grão de pólen para o estigma de outra planta da mesma espécie (García-Breijo et al., 2020; Monteiro; Ehlert, 2022).

Ressaltando que a polinização cruzada possibilita uma maior variabilidade genética para as espécies, além de aumentar o rendimento de produção, qualidade da polpa, doçura e acidez do fruto (Herbert et al., 2019). Além do mais, a polinização realizada pelos animais polinizadores no setor agrícola contribui em um valor econômico de R\$ 43 bilhões anuais no setor de produção de alimentos, esse valor seria gasto pelos agricultores se não houvesse os polinizadores (Wolowski et al., 2019).

Os serviços ecossistêmicos da polinização são realizados por diversos agentes polinizadores, dentre os quais se destacam as abelhas sociais (García-Breijo et al., 2020), entre as quais encontram-se as abelhas sem ferrão da Tribo Meliponini.

Tribo Meliponini

Entre as abelhas altamente sociais (eussocial) da ordem Hymenoptera, família Apidae, se encontra a tribo Meliponini, a qual agrupa as espécies de abelhas sociais sem ferrão (ASSF) (Moure, 2012; Camargo; Pedro, 2013). Esta tribo possui mais de 400 espécies descritas em 60 gêneros nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (Michener, 2007; Rasmussen; Cameron, 2010; Camargo; Pedro, 2013). Contudo, estima que esse número de espécies seja ainda maior (Hurtado-Burillo et al., 2016).

A tribo Meliponini apresenta uma diversidade elevada de espécies com tamanhos, formas de nidificação e comportamentos diferenciados uns dos outros (Rasmussen; Cameron, 2010; Vit et al., 2013; Fonseca et al., 2017; Villas- Bôas, 2018; Mayes et al., 2019).

As operárias de meliponíneos realizam diversos trabalhos dentro da colônia, desde a manutenção e construção das células de crias (abelhas novas), ao forrageamento (abelhas campeiras) (Michener, 1974; Mateus et al., 2019). Nesta última fase, as abelhas campeiras podem entrar em contato com estressores (e.g.: pesticidas) ao coletar pólen e néctar nas flores ou recursos para seu ninho, como água, resina e barro (Cham et al., 2019).

Os ninhos são construídos em cavidades pré-existentes e possuem suas particularidades, de acordo com cada espécie e estratégias de defesa. Destaca-se que essas espécies, ao longo da evolução, perderam a capacidade de ferocar, ou seja, possuem o ferrão atrofiado e não conseguem usá-lo (Carvalho et al., 2014; Correia et al., 2016; Cella et al., 2017).

A criação de diferentes espécies dessa tribo, denominado de meliponicultura, tem sido registrada desde documentos pré-colombianos, como o Maya Codex Madrid, que registra práticas de manejo para *Melipona* (*Melikerria*) *beechei* Bennett, 1831 na Mesoamérica. A criação desta espécie ao longo dos anos foi sendo aperfeiçoada e tem contribuído na preservação das espécies de abelhas e ecossistemas (Freitas et al., 2020).

Atualmente, a meliponicultura representa uma atividade de caráter sustentável, que possibilita aos agricultores geração de renda local, segurança alimentar e nutricional das famílias por meio da produção e comercialização dos méis (Dantas et al., 2020), própolis, geoprópolis (Bonsucesso et al., 2021) e pólen oriundos da colônia (Souza et al., 2020; Oliveira et al., 2021; Santa-Barbara et al., 2021; Souza et al., 2022), além dos serviços ecossistêmicos (Gemim; Silva, 2017; Barbiéri; Franco, 2020; Rebouças et al., 2022).

A meliponicultura representa uma atividade altamente rentável, haja vista que não precisa de altos investimento e grande áreas para iniciar na atividade, assim como, a valorização e reconhecimento do potencial dos seus produtos estão cada vez mais crescentes (Pereira et al., 2020).

Diferentes espécies são manejadas em todo território brasileiro, entre elas a *Nannotrigona testaceicornis*, importante agente polinizador de plantas nativas e cultivadas.

***Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier, 1836)**

Entre as espécies de meliponíneos, a *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier, 1836), popularmente chamada de irai se destaca pelo potencial uso de suas colônias em serviços de polinização, proporcionando melhor desenvolvimento do fruto, qualidade, produção e um maior valor agregado ao fruto (Silva et al., 2020a). Além disso, essa espécie apresenta potencial na produção de própolis (Monteiro, 2001); e o seu mel possui propriedades antimicrobianas (Carvalho et al., 2021), além de suas colônias serem usadas em programas de educação ambiental (Barbiéri; Franco, 2020).

A abelha irai é uma espécie que possui tamanho corporal pequeno, com aproximadamente 4 milímetros, de coloração preta com pelos grisalhos e suas asas no terço apical são esfumadas (Witter; Blochtein, 2009). O tamanho da sua população é em média de 2.000 a 3.000 mil indivíduos (Monteiro, 2001; Anacleto, 2007). São mansas e seus ninhos são encontrados em cavidades pré-existentes, como ocos de árvores, paredes de concreto, e moirões de cerca (Assis, 2010).

A estrutura interna do seu ninho é delimitada por uma rígida camada de batume, que são moldados conforme a necessidade da colônia (Assis, 2010). Protegida pelo batume, está a estrutura interna do ninho, composta por discos de cria horizontais, geralmente de crescimento helicoidal, envoltos por camadas de cera (invólucro) que separam os discos de cria dos potes de alimento conforme apresentado na Figura 1 (Alves et al., 2021).

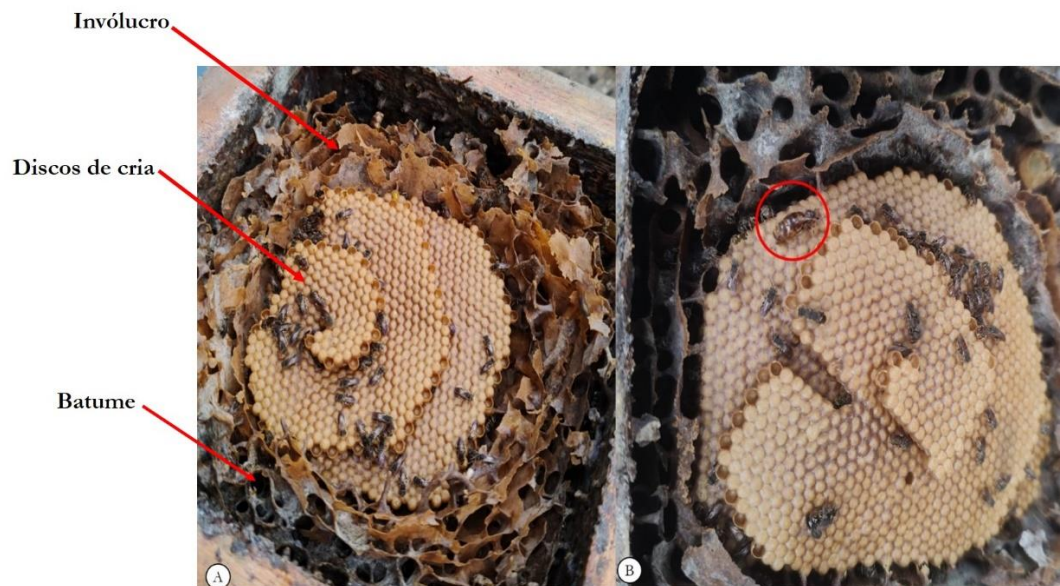


Figura 1. A) Visão geral da estrutura interna do ninho de *N. testaceicornis*; B) Em destaque a rainha de uma colônia de *N. testaceicornis*. Fonte: Acervo Insecta, 2023.

Esta espécie tem ampla distribuição geográfica no Brasil, distribuídas nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo (Camargo; Pedro, 2013).

Possui grande importância ecológica para essas regiões, uma vez que contribui na polinização e reprodução de espécies vegetais nativas (Imperatriz-Fonseca et al., 2012; Costa et al., 2013) sendo

considerada bioindicadora da qualidade ambiental (Kerr 1997; Kevan, 1999). Além disso, realizam o serviço de polinização mais diversificado em espécies vegetais de acordo com o bioma (Bueno et al., 2018).

No entanto, a perda de colônias de meliponídeos tem sido relatada em diferentes estudos e está relacionada com fatores como a ação de parasitos, patógenos (Goulson et al., 2015); fragmentação vegetal, causada pelo incentivo à implantação de sistemas de produção (IPBES, 2016; Lopes et al., 2018; Requier; Leonhardt, 2020) e o uso de pesticidas em áreas urbanas e agrícolas (Cham et al., 2019; Piovesan et al., 2020; INCA, 2021; Farruggia et al., 2022). Estes têm sido apontados como os principais estressores da redução populacional das abelhas.

Estressores que afetam e causam redução populacional de abelhas sociais

As abelhas estão suscetíveis aos diferentes tipos de estressores bióticos e abióticos, causados por ações antrópicas que agem isoladamente ou em combinação, provocando alterações comportamentais que afetam o sistema imunológico, comprometendo a sobrevivência delas (El-Seedi et al., 2022).

Os mais conhecidos que causam a redução populacional são parasitos (Correia-Oliveira et al., 2018), fungos (Bahreini et al., 2022), bactérias (Correia-Oliveira et al., 2022), perda de habitat, má nutrição e o uso de pesticidas (Soroker et al., 2011; Parreño et al., 2022), que colocam em risco a sobrevivência das populações de abelhas e a manutenção da biodiversidade (Rortais et al., 2017; Cham et al., 2019).

As abelhas sociais vivem em colônias que são compostas por vários indivíduos, os quais possuem contato entre si, o que aumenta a chance de serem acometidos por patógenos e parasitos (D'Alvise et al., 2019) que podem atuar de forma isolada ou ser vetor de doenças.

A ocorrência de vírus está entre uma das principais causas de mortandade das abelhas (Freiberg et al., 2012), nos quais destacam-se os vírus da paralisia aguda (“Acute Bee Paralysis Virus”- ABPV), vírus da realeira negra (“Black Queen Cell Virus” - BQCV), vírus da paralisia crônica (“Chronic Bee Paralysis Virus” - CBPV), vírus deformador da asa (“Deformed Wing Virus”- DWV), Kashmir vírus (“Kashmir Bee Virus”- KBV), vírus da cria ensacada (“Sacbrood Virus”- SBV) (Bacandritsos et al., 2012), e o vírus israelense da paralisia aguda (“Israel Acute Paralysis Virus” - IAPV) (Maori et al., 2007; Souza et al., 2019; Peixoto et al., 2021).

Guimarães-Cestaro et al. (2020) em estudo durante 12 meses em condições de campo, identificou presença resíduas de glifosato e seus metabólitos em *N. testaceicornis*. Esses autores detectaram também presença de vírus, sendo os mais prevalentes APBV, DWV e BQCV. Santos et al. (2022) por meio de testes toxicológico do herbicida glifosato em espécies de abelhas *N. testaceicornis* observaram alterações comportamentais, como agitação, paralisia e prostração das abelhas.

Os desmatamentos em áreas nativas para implantação de cultivos agrícolas (Lopes et al., 2018) causam fragmentações de habitats e redução da disponibilidade de alimento (recursos florais) para as

abelhas (Donkersley et al., 2014; Oliveira, 2015; Requier; Leonhardt, 2020). Esses são necessários para atender suas demandas nutricionais e garantir o seu crescimento, desenvolvimento (Huang, 2010; Bagheri; Mirzaie, 2019) reprodução e resiliência aos estressores (Vaudo et al., 2015).

Em combinação com o desmatamento e a demanda de aplicação de pesticidas no combate e prevenção a “pragas” em áreas agrícolas em crescimento, aumenta a ameaça aos polinizadores. Os pesticidas são usados em sistemas de cultivos, com objetivo de controlar plantas invasoras, doenças e pragas que concorrem ou acometem as culturas de interesse econômico (Müller, 2018; Silva et al., 2020b).

As rotas de contaminação das abelhas por esses produtos são, principalmente, por via tópica, superfície de contato ou por ingestão de alimento contaminado (Guedes et al., 2016; Junior et al., 2019). Algumas das rotas são utilizadas em experimentos de laboratório, conforme padrões de testes de toxicidades em abelhas *Apis mellifera* preconizado pela *Organization for Economic Cooperation and Development* ([OECD], 1998ab) e podem ser adaptadas para abelhas sociais sem ferrão.

Essas três vias de exposição são as utilizadas em teste de toxicidades para avaliar o grau de letalidade e subletalidade de pesticidas em abelhas (OECD, 1998ab; Kopit; Pitts-Singer, 2018; Leite et al., 2022).

A via de contaminação tópica é caracterizada pela administração de uma única dose em determinada concentração na superfície corporal da abelha, especificamente no dorso do tórax da abelha para simular a contaminação no campo pelo contato direto a substância tóxica (OECD, 1998a).

A via de ingestão por alimento contaminado simula a coleta de recursos naturais (e. g.: néctar coletado nas flores), em condições laboratoriais para testes de toxicidade de pesticidas, sendo administrada uma dose em concentração determinada na solução de sacarose (água e açúcar 1:1) e ofertada para abelhas para observar e analisar os efeitos causados (OECD, 1998b).

Por outro lado, a via de superfície contaminada, simula o contato natural das abelhas em uma superfície que está contaminada com pesticidas (e.g.: pulverização em áreas agrícolas, onde as abelhas pousam ou caminham sobre superfícies das folhas, flores, gramados e solo contaminado); neste caso, uma superfície é previamente contaminada e posteriormente as abelhas são liberadas sobre a superfície e avaliadas em intervalos de tempo (Del Sarto et al., 2014; Kopit; Pitts-Singer, 2018; Leite et al., 2022).

A exposição das abelhas aos pesticidas compromete o sistema imunológico, capacidade de aprendizado e memória, em concentrações subletais comprometem a organização da colônia, uma vez que não causam a morte imediata, mas possuem impacto direto nas atividades essenciais para manutenção da mesma (e.g.: forrageamento) (El-Seedi et al., 2022).

Os riscos ecotoxicológicos de pesticidas nas abelhas são severos (e.g.: grupo neonicotinóides), tem sido apontado como um dos grupos mais preocupantes de agrotóxicos. Esse grupo de inseticidas está associada aos efeitos letais e subletais em níveis molecular e celular (Cullen et al., 2019) e podem comprometer a via neurotransmissor (acetilcolina) responsável pela transmissão de impulsos, esse

comprometimento afeta uma gama de comportamentos relacionados à sobrevivência dos indivíduos da colônia (Cabirol; Haase, 2019).

Operárias de *N. testaceicornis* expostas aos inseticidas imidacloprido e deltametrina tiveram sua capacidade de locomoção e orientação de voo reduzidas (Matos et al., 2021). As abelhas sociais estão expostas a vários produtos químicos no campo e são mais suscetíveis, tendo em vista que seus genomas possuem poucos genes de resposta imunológica em comparação a outros insetos (Claudianos et al., 2006).

Estudos realizados, mostraram que a diversidade genética em agregados de ninhos de *N. testaceicornis* em dois estados brasileiros apresentaram baixa heterogeneidade, e que podem estar relacionados com vários estressores (desmatamento, fragmentação de florestas e uso de pesticidas), e que independente da causa é de fundamental importância a manutenção da variabilidade genética da espécie para a polinização (Fonseca et al., 2017).

Os pesticidas possuem uma classificação toxicológica para orientar os agricultores com os cuidados necessários ao manusear o produto, sendo que sua utilização deve considerar o grau de toxicidade que estão indicados nos rótulos dos produtos. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), vinculada ao Ministério da Saúde realizou uma revisão de acordo com os parâmetros de classificação toxicológica de agrotóxicos com base nos padrões do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (*Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals* – GHS) em função dos efeitos agudos, os resultados dos testes podem ser classificados conforme a Tabela 1 (ANVISA, 2019).

Tabela 1. Nova Classificação Toxicológica.

Categoria	Significado
I	Extremamente Tóxico
II	Altamente Tóxico
III	Moderadamente Tóxico
IV	Pouco Tóxico
V	Improvável de causar dano agudo
Não classificado	Não classificado

Em campo, alguns agricultores associam os pesticidas da categoria III, IV, V e Não classificado como produtos que não apresentam perigo à sua saúde, o que leva a não utilização de todo equipamento de proteção individual - EPI, além de usarem dosagens acima das recomendadas em campo, o que representa um perigo iminente à saúde humana e ao meio ambiente.

Os pesticidas são divididos conforme o modo de ação do ingrediente ativo, grupo químico a que pertencem, e o agente alvo a ser controlado, podendo ser classificados em fungicidas (fungos), inseticidas (insetos), acaricidas (ácaros) e herbicidas (plantas daninhas, invasoras ou indesejadas), entre outras

categorias que pode conter ação isolada ou em conjunto e possui ação de fungicida e herbicida ao mesmo tempo por exemplo (INCA, 2021).

Portanto, a ação isolada ou em conjunto aos mais diferentes estressores podem comprometer a saúde e sobrevivência das abelhas, culminando muitas das vezes no declínio das populações de polinizadores e na criação racional das abelhas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos que avaliam os efeitos de diferentes estressores causados por ações antrópicas sobre abelhas são necessárias e atuais, uma vez que as abelhas são organismos-chave tanto para o meio ambiente, quanto para a produção de alimentos. Além do mais, o desenvolvimento de sistemas de produção agrícola sustentáveis com uso de técnicas de manejos para o controle de pragas, como os sistemas de manejo integrado de pragas (MIP), estão sendo usadas para proporcionar equilíbrio entre produção de alimentos e o meio ambiente, reduzindo a utilização de pesticidas no campo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código Financeiro 001, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processos 406973/2021-0 e 305950/2021-5), ao Projeto BEESNESS e a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. (2019). Marco regulatório. Recuperado em 25 outubro 2022, de <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2019/publicada-reclassificacao-toxicologica-de-agrotoxicos#:~:text=De%20acordo%20com%20a%20reclassifica%C3%A7%C3%A3o,improv%C3%A1veis%20de%20causar%20dano%20agudo>.
- Alves, R. M. de O., Andrade, M. A. P., Carvalho-Zilse, G. A., Waldschmidt, A. M., Carvalho, C. A. L., Ribeiro, G. S., Vilas-Boas, H. C., Oliveira, M. P., Vasconcelos, B. M., Rocha, M. A. S., Lopes, E. dos S., Filho, I. R. de S., Malheiro, E. O., & Junior, J. P. (2021). *Guia de identificação de abelhas sem ferrão da Bahia*. Curitiba: CVR. DOI: <http://dx.doi.org/10.24824/978655868606.4>
- Anacleto, D. de A (2007). Recursos alimentares, desenvolvimento das colônias e características físico químicas, microbiológicas e polínicas de mel e cargas de pólen de meliponíneos, do município de Piracicaba, Estado de São Paulo. Tese, USP, Piracicaba, São Paulo, Brasil. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.11.2007.tde-08082007-171835>

- Assis, A. F. D. (2010). Estudo populacional e molecular de *Nannotrigona testaceicornis* Cockerell (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) através do DNA mitocondrial. Dissertação, USP, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. DOI: <https://doi.org/10.11606/D.17.2010.tde-26052011-084033>
- Bacandritsos, N., Roinioti, E., & Papanastasiou, I. (2012). The important honey bee viruses: a short descriptive review enhanced with recent data. In Florio, R. M. (Ed.). *Bees*. Capítulo 5, New York: Nova Science Publishers.
- Bagheri, S., & Mirzaie, M. (2019). A mathematical model of honey bee colony dynamics to predict the effect of pollen on colony failure. *PLoS One*, 14(11), e0225632. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225632>
- Barbiéri, C., & Francoy, T. M. (2020). Theoretical model for interdisciplinary analysis of human activities: meliponiculture as an activity that promotes sustainability. *Ambiente & Sociedade*, 23, 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190020r2vu2020L4AO>
- Bahreini, R., Nasr, M., Docherty, C., de Herdt, O., Feindel, D., & Muirhead, S. (2022). In Vivo Inhibitory Assessment of Potential Antifungal Agents on *Nosema ceranae* Proliferation in Honey Bees. *Pathogens*, 11(11), 1375. MDPI AG. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/pathogens11111375>
- Bonsucesso, J. S., Nascimento, A. S. do, Dias, F. S., Conceição, A. L. S., & Carvalho, C. A. L. de. (2021). Physical characterization of geopropolis produced by *Melipona scutellaris* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Apicultural Research*, 60, 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1921468>
- Bueno, A. C., Carezia, C. C., Girelli, G., Weirich, S. N., Coelho, G. C., & Mossi, A. J. (2018). Análise paleológica de abelhas sem ferrão na região do alto Uruguai, Brasil, *Simpósio de Segurança Alimentar*, SBCTA Regional, Gramado-RS, 6.
- Cabirol, A., & Haase, A. (2019). The neurophysiological bases of the impact of neonicotinoid pesticides on the behaviour of honeybees. *Insects*, 10(10), 344. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects10100344>
- Camargo, J. M. F., & Pedro, S. R. M. (2013). Meliponini Lepeletier, 1836. In Moure, J. S., Urban, D., & Melo, G. A. R. (Orgs.). *Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region*-online version. <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>
- Carvalho, A. T., Koedam, D., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2014). Register of a new nidification substrate for *Melipona subnitida* Ducke (Hymenoptera, Apidae, Meliponini); termitaria of the arboreal nesting termite constrictotermes *Cyphergaster silvestri* (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). *Sociobiology*, 61(4), 428-434. DOI: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i4.428-434>
- Carvalho, É. L. S., Bomfim, E. M. S., Silva, M. da C., Lima, L. C. L., Marques, E. de J., & Vale, V. L. C. (2021). Antibacterial Activity, Antioxidant and Phenolic Compounds of Honeys Produced by *Nannotrigona testaceicornis* Lepeletier (Apidae, Meliponini). *Research, Society and Development*, 10(10), e48101018424. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18424>

- Cella, I., Amandio, D. T. T. & Fanta, M. R. (2017). Meliponicultura. Florianópolis: EPAGRI.
- Cham, K. O., Nocelli, R. C. F., Borges, L. O., Viana-Silva, F. E. C., Tonelli, C. A. M., Malaspina, O., Menezes, C., Rosa-Fontana, A. S., Blochtein, B., Freitas, B. M., Pires, C. S. S., Oliveira, F. F., Contrera, F. A. L., Torezani, K. R. S., Ribeiro, M de F., Siqueira, M. A. L. & Rocha, M. C. L. S. A. (2019). Pesticide exposure assessment paradigm for stingless bees. *Environmental entomology*, 48(1), 36-48. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvy137>
- Claudianos, C., Ranson, H., Johnson, R. M., Biswas, S., Schuler, M. A., Berenbaum, M. R., & Oakeshott, J. G. (2006). A deficit of detoxification enzymes: pesticide sensitivity and environmental response in the honeybee. *Insect Molecular Biology*, 15(5), 615-636. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2583.2006.00672.x>
- Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) (2021). Panorama do Agro. Recuperado em 25 outubro 2022, de <https://cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro>
- Correia, F. C. da S., Peruquetti, R. C., Ferreira, M. G., & Carvalho, Y. K. (2016). Abundância, Distribuição Espacial de Ninhos de Abelhas Sem Ferrão (Apidae: Meliponini) e Espécies Vegetais Utilizadas para Nidificação em um Fragmento de Floresta Secundária em Rio Branco, Acre. *EntomoBrasilis*, 9(3), 163-168. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v9i3.613>
- Correia-Oliveira, M. E. C., Mercês, C. C., Mendes, R. B., Neves, V. S. L., Silva, F. L., Carvalho, C. A. L. de (2018). Can the Environment Influence Varroosis Infestation in Africanized Honey Bees in a Neotropical Region?. *Florida Entomologist*, 101(3), p. 464-469. DOI: <https://doi.org/10.1653/024.101.0304>
- Correia-Oliveira, M. E., Poderoso, J. C. M., Santos, E. B., Mendes, R. B., Rebouças, J. S., Cordeiro, C. F., Serra, L. S., Neves, V. S. L., Mercês, C. C., Franca, S. O., Peixoto, C. M., Carvalho, C. A. L. de (2022). Pathogens in africanized honeybees from Brazil. *Open Science Research V*. São Paulo: Editora Científica Digital, 84, 1193-1207. DOI: <https://doi.org/10.37885/220809690>
- Costa, C. C. A., Silva, C. I., Fonseca, V. L. I., & Oliveira, F. L. (2013). Origem floral dos recursos coletados por *Melipona subnitida* e *Plebeia aff flavocincta* (Apinae, Meliponini) em ambiente de caatinga. *Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 3(2). 1-7.
- Cullen, M. G., Thompson, L. J., Carolan, J. C., Stout, J. C., & Stanley, D. A. (2019). Fungicides, herbicides and bees: A systematic review of existing research and methods. *PLoS One*, 14(12), e0225743. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225743>
- Dantas, M. C. de A. M., Batista, J. de L., Dantas, P. A. M., Dantas, I. M., Dias, V. H. P., Andrade Filho, F. C. de., Moreira, J. N., Mielezrski, G. L. N., Silva, M. G. da., Maia, A. G., Medeiros, A. C. de., & Maracajá, P. B. (2020). Stingless bee and its socioeconomic potential in the States of Paraíba and Rio Grande do Norte. *Research, Society and Development*, 9(10), e3309107939. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.7939>

- D'Alvise, P., Seeburger, V., Gihring, K., Kieboom, M., & Hasselmann, M. (2019). Seasonal dynamics and co-occurrence patterns of honey bee pathogens revealed by high-throughput RT-qPCR analysis. *Ecology and evolution*, 9(18), 10241-10252. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.5544>
- Del Sarto, M. C. L., Oliveira, E. E., Guedes, R. N. C., & Campos, L. A. O. (2014). Differential insecticide susceptibility of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera*. *Apidologie*, 45(5), 626-636. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0281-6>
- Donkersley, P., Rhodes, G., Pickup, R. W., Jones, K. C., & Wilson, K. (2014). Honeybee nutrition is linked to landscape composition. *Ecology and evolution*, 4(21), 4195-4206. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.1293>
- EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues (PPR). (2012). Scientific Opinion on the science behind the development of a risk assessment of Plant Protection Products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. and solitary bees). *EFSA Journal*, 10(5), 2668. DOI: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2668>
- El-Seedi, H. R., Ahmed, H. R., El-Wahed, A. A. A., Saeed, A., Algethami, A. F., Attia, N. F., Guo, Z., Musharraf, S. G., Khatib, A., Alsharif, S. M., Naggari, Y. Al, Khalifa, S. A. M., & Wang, K. (2022). Bee Stressors from an Immunological Perspective and Strategies to Improve Bee Health. *Veterinary Sciences*, 9(5), 199. DOI: <https://doi.org/10.3390/vetsci9050199>
- Farruggia, F. T., Garber, K., Hartless, C., Jones, K., Kyle, L., Mastrota, N., Milone, J. P., Sankula, S., Sappington, K., Stebbins, K., Steeger, T., Summers, H., Thompson, P. G., & Wagman, M. (2022). A retrospective analysis of honey bee (*Apis mellifera*) pesticide toxicity data. *Plos one*, 17(4), e0265962. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265962>
- Fonseca, A. S., Oliveira, E. J. F., Freitas, G. S., Assis, A. F., Souza, C. C. M., Contel, E. P. B., & Soares, A. E. E. (2017). Genetic diversity in *Nannotrigona testaceicornis* (Hymenoptera: apidae) aggregations in southeastern Brazil. *Journal of Insect Science*, 17(1), 1-6. DOI: <https://doi.org/10.1093/jisesa/iew101>
- Freiberg, M., De Jong, D., Message, D., Cox-Foster D. (2012). First report of sacbrood virus in honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Brazil. *Genetics and Molecular Research*, 11(3), 3310-3314. DOI: <https://doi.org/10.4238/2012.september.12.14>
- Freitas, F. C. P., Lourenço, A. P., Nunes, F. M., Paschoal, A. R., Abreu, F. C. P., Barbin, F. O., Bataglia, L., Cardoso-Júnior, C. A. M., Cervoni, M. S., Silva, S. R., Dalarmi, F., Del Lama, M. A., Depintor, T. S., Ferreira, K. M., Gória, P. S., Jaskot, M. C., Lago, D. C., Luna-Lucena, D., Moda, L. M., Nascimento, L., Pedrinho, M., Oliveira, F. R., Sanches, F. C., Santos, D. E., Santos, C. G., Vieira, J., Barchuk, A. R., Hartfelder, K., Simões, Z. L. P. Bitondi, M. M. G., & Pinheiro, D. G. (2020). The nuclear and mitochondrial genomes of *Frieseomelitta varia* - a highly eusocial stingless bee (Meliponini) with a permanently sterile worker caste. *BMC Genomics*, 21(1), 1-26. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12864-020-06784-8>

- García-Breijo, F., Armiñana, J. R., Garmendia, A., Cebrián, N., Beltrán, R., & Merle, H. (2020). In vivo pollen tube growth and evidence of self-pollination and prefloral anthesis in cv. Macabeo (*Vitis vinifera* L.). *Agriculture*, 10(12), 647. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture10120647>
- Gemim, B. S., & de Silva, F. A. M. (2017). Meliponicultura em sistemas agroflorestais: alternativa de renda, diversificação agrícola e serviços ecossistêmicos. *Revista Agro@mbiente On-line*, 11(4), 361-372. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i4.4156>
- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., & Rotheray, E. L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, 347(6229), 1255957. DOI: [10.1126/science.1255957](https://doi.org/10.1126/science.1255957)
- Guedes, R. N. C., Smagghe, G., Stark, J. D., & Desneux, N. (2016). Pesticide-Induced Stress in Arthropod Pests for Optimized Integrated Pest Management Programs. *Annual Review Entomology*, 61, 43-62. DOI: <http://doi.org/10.1146/annurev-ento-010715-023646>
- Guimarães-Cestaro, L., Martins, M. F., Martínez, L. C., Alves, M. L. T. M. F., Guidugli-Lazzarini, K. R., Nocelli, R. C. F., Malaspina, O., Serrão, J. E., & Teixeira, É. W. (2020). Occurrence of virus, microsporidia, and pesticide residues in three species of stingless bees (Apidae: Meliponini) in the field. *Naturwissenschaften*, 107(3), 1-14. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00114-020-1670-5>
- Herbert, S. W., Walton, D. A., & Wallace, H. M. (2019). Pollen-parent affects fruit, nut and kernel development of Macadamia. *Scientia Horticulturae*, 244, 406-412. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.09.027>
- Huang, Z. (2010). Honey bee nutrition. *American Bee Journal*, 150(8), 773-776.
- Hurtado-Burillo, M., Jara, L., May-Itzá, W. de J., Quezada-Euán, J. J. G., Ruiz, C., & De la Rúa, P. (2016). A geometric morphometric and microsatellite analyses of *Scaptotrigona mexicana* and *S. pectoralis* (Apidae: Meliponini) sheds light on the biodiversity of Mesoamerican stingless bees. *Journal of Insect Conservation*, 20(5), 753-763. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9899-1>
- Imperatriz-Fonseca, V. L., Canhos, D. A. L., Alves, D. de A., & Saraiva, A. M. (Orgs.). (2012). Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: EDUSP.
- Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva. (2021). Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios. INCA. Recuperado em 07 novembro 2022, de https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files/media/document/ambiente_trabalho_e_cancer_-_aspectos_epidemiologicos_toxicologicos_e_regulatorios.pdf.
- IPBES (2016). The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. In Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V. L., & Ngo, H. T. (Eds). Germany: Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. 552. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3402856>

- Junior, E. D. da S., Neves, G. A. O., & Nascimento, A. S. (2019). Determinação de resíduos de agrotóxicos em mel e análise palinológica. *Educação Ambiental em Ação*, 18(69).
- Kerr, W. E. (1997). Meliponicultura - A importância da meliponicultura para o país. *Biocologia Ciência & Desenvolvimento*, 1(3), 42-44.
- Kerr, W. E., Carvalho, G. A., & Nascimento, V. A. (1996). *Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação*. Belo Horizonte: Fundação Acangaú.
- Kevan, P. G. (1999). Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74(1-3), 373-393. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00044-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00044-4)
- Klein, A. M., Boreux, V., Fornoff, F., Mupepele, A. C., & Pufal, G. (2018). Relevance of wild and managed bees for human well-being. *Current Opinion in Insect Science*, 26, 82-88. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.011>
- Kopit, A. M., & Pitts-Singer, T. L. (2018). Routes of pesticide exposure in solitary, cavity-nesting bees. *Environmental Entomology*, 47(3), 499-510. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvy034>
- Leite, D. T., Sampaio, R. B., Chambó, E. D., Aguiar, C. M. L., de Godoy, M. S., & de Carvalho, C. A. L. (2022). Toxicity of chlorpyrifos, cyflumetofen, and difenoconazole on *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) under laboratory conditions. *International Journal of Tropical Insect Science*, 42(1), 435-443. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42690-021-00560-1>
- Lister, B. C., & Garcia, A. (2018). Climate-driven declines in arthropod abundance restructure a rainforest food web. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(44), E10397-E10406. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1722477115>
- Lopes, I. S., Zonaro, L. D., Calvalcante, M., Santos, T. C. dos, Silva, P. de M., Legendre, A. de O., & Talmoni, J. L. B. (2018). Agrotóxicos: a ameaça de extinção das abelhas no Brasil. In Júnior, L. M., Stevens, D., Purini, S. R. de M., Magnoni, M. da G. M., Vale, J. M. F. do, Júnior, G. A. B., Filho, E. F. A., Silva, W. T. L. da, & Figueiredo, W. dos S. (Orgs.). *Programa Educativo e Social JC na Escola: Ciência Alimentando o Brasil*. São Paulo: Centro Paula Souza. 95-110.
- Lundin, O., Rundlöf, M., Smith, H. G., Fries, I., & Bommarco, R. (2015). Neonicotinoid insecticides and their impacts on bees: a systematic review of research approaches and identification of knowledge gaps. *PLoS one*, 10(8), e0136928. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136928>
- Macedo, C. R. da C., Aquino, I de S., Borges, P. de F., Barbosa, A da S., & Medeiros, G. R. (2020). Nesting behavior of stingless bees. *Ciência Animal Brasileira*, 21, e-58736. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v21e-58736>
- Maori, E., Tanne, E., & Sela, I. (2007). Reciprocal sequence exchange between non-retro viruses and hosts leading to the appearance of new host phenotypes. *Virology*, 362(2), 342-349. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.virol.2006.11.038>

- Mateus, S., Ferreira-Caliman, M. J., Menezes, C., & Grüter, C. (2019). Beyond temporal-polyethism: division of labor in the eusocial bee *Melipona marginata*. *Insectes Sociaux*, 66(2), 317-328. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00040-019-00691-2>
- Matos, W. B., Santos, A. C. C., Lima, A. P. S., Santana, E. D. R., Silva, J. E., Blank, A. F., Albano-Araújo, A. P., & Bacci, L. (2021). Potential source of ecofriendly insecticides: Essential oil induces avoidance and cause lower impairment on the activity of a stingless bee than organosynthetic insecticides, in laboratory. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 209, 111764. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111764>
- Mayes, D. M., Bhatta, C. P., Shi, D., Brown, J. C., & Smith, D. R. (2019). Body size influences stingless bee (Hymenoptera: Apidae) communities across a range of deforestation levels in Rondônia, Brazil. *Journal of Insect Science*, 19(2), 23. DOI: <https://doi.org/10.1093/jisesa/iez032>
- Michener, C. D. (1974). *The social behavior of the bees: a comparative study*. U.S.A.: Cambridge.
- Michener, C. D. (2007). *The bees of the world*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. (2022). *Sistema de Agrotóxicos Fitossanitário*. Recuperado em 05 setembro 2022, de <https://agrofit.agricultura.gov.br/>
- Monteiro, J., & Ahlert, A. (2022). Educação e sustentabilidade rural em um projeto de sensibilização escolar sobre abelhas. *Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo*, 7(1), 182-213.
- Monteiro, W. R. (2001). Meliponicultura - abelha Iraí (*Nannotrigona testaceicornis*). *Mensagem Doce*, 60.
- Moure, J. S. (2012). Apini Latreille, 1802. In Moure, J. S., Urban, D., & Melo, G. A. R. (Org). *Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version*. Recuperado em 01 setembro 2022, de <http://moure.cria.org.br/catalogue>.
- Müller, C. (2018). Impacts of sublethal insecticide exposure on insects - Facts and knowledge gaps. *Basic and Applied Ecology*, 30, 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.baae.2018.05.001>
- Oliveira, D. de J., Santos, D. R., Andrade, B. R., Nascimento, A. S. do., Silva, M. O., Mercedes, C. C., Lucas, C. I. S., Silva, S. M. P. C. da. Carvalho, P. D., Silva, F. L. Estevinho, L., & Carvalho, C. A. L. de (2021). Botanical origin, microbiological quality and physicochemical composition of the *Melipona scutellaris* pot-pollen (“samburá”) from Bahia (Brazil) Region. *Journal of Apicultural Research*, 60 (3). <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1797271>
- Oliveira, M. O. (2015). Declínio populacional das abelhas polinizadoras de culturas agrícolas. *ACTA Apicola Brasilica*, 3(2), 01-06. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/aab.v3i2.3623>
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals?. *Oikos*, 120(3), 321-326. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (1998a). Test No. 214: Honeybees, Acute Contact Toxicity Test. In *OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2*, Paris: OECD Publishing. 1-7 DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264070189-en>

- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (1998b). Test No. 213: Honeybees, Acute Oral Toxicity Test. In OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2, Paris: OECD Publishing. 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264070165-en>
- Parreño, M. A., Alaux, C., Brunet, J. L., Buydens, L., Filipiak, M., Henry, M., Keller, A., Klein, A. M., Kuhlmann, M., Leroy, C., Meeus, I., Palmer-Young, E., Piot, N., Requier, F., Ruedenauer, F., Samaghe, G., Stevenson, P. C., & Leonhardt, S. D. (2022). Critical links between biodiversity and health in wild bee conservation. *Trends in Ecology & Evolution*. 37(4). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.11.013>
- Patel, V., Pauli, N., Biggs, E., Barbour, L., & Boruff, B. (2021). Why bees are critical for achieving sustainable development. *Ambio*, 50(1), 49-59. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01333-9>
- Peixoto, C. M., Franca, S. O., Mercês, C. C., Correia-Oliveira, M. E., & Carvalho, C. A. L. de (2021) Occurrence of pathogenic viruses in Africanized honey bees in Brazil. *Journal of Apicultural Research*, 60: 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1962111>
- Pereira, D., Deus, J. C. S., de Holanda-Neto, J. P., & de Oliveira, H. J. S. (2020). Meliponicultura: oportunidade de negócio sustentável na Amazônia Oriental. In A. N. Pontes, & A. S. Rosário (Orgs.), *Ciências ambientais: política, sociedade e economia da Amazônia*, 45-71. Belém: EDUEPA.
- Piovesan, B., Padilha, A. C., Morais, M. C., Botton, M., Grützmacher, A. D., & Zotti, M. J. (2020). Effects of insecticides used in strawberries on stingless bees *Melipona quadrifasciata* and *Tetragonisca fiebrigi* (Hymenoptera: Apidae). *Environmental Science and Pollution Research*, 27(34), 42472-42480. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10191-7>
- Rasmussen, C., & Cameron, S. A. (2010). Global stingless bee phylogeny supports ancient divergence, vicariance, and long distance dispersal. *Biological Journal of the Linnean Society*, 99(1), 206-232. DOI: [10.1111/j.1095-8312.2009.01341.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2009.01341.x)
- Rebouças, J. S., Serra, L. S., da Santana, J. C., Machado, C. S., & de Carvalho, C. A. L. (2022). Abelhas sociais (Meliponini) e sua participação na promoção da Agroecologia. *Pesquisas agrárias e ambientais*, Volume XII, Capítulo 4. Pantanal Editora. DOI: [10.46420/9786581460556cap4](https://doi.org/10.46420/9786581460556cap4)
- Requier, F., & Leonhardt, S. D. (2020). Beyond flowers: including non-floral resources in bee conservation schemes. *Journal of Insect Conservation*, 24(1), 5-16. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10841-019-00206-1>
- Rortais, A., Arnold, G., Dorne, J. L., More, S. J., Sperandio, G., Streissl, F., & Verdonck, F. (2017). Risk assessment of pesticides and other stressors in bees: principles, data gaps and perspectives from the European Food Safety Authority. *Science of the total environment*, 587/588, 524-537. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.127>

- Santa-Barbara, M. F., Moreira, M. M., Machado, C. M., Chambo, E. D., Pascoal, A., Carvalho, C. A. L. de, Sodré, G. da S., Delerue-Matos, C., & Estevinho, L. (2021). Storage methods, phenolic composition, and bioactive properties of and pollen. *Journal of Apicultural Research*, 60(1), 99-107. <https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1708595>
- Santos, J. A. dos., Barreto, L. M. R.C., Belisario, D. L., Chambo, E. D., Rebouças, J. S., Caldas, M. J. M., Santana, J. C., Farias, E. O. S., Santos, E. F., & Carvalho, C. A. L. de. (2022). Toxicidade do Glifosato em *Nannotrigona testaceicornis*. *Open Science Research IX*, São Paulo: Editora Científica Digital. Capítulo 3, DOI: <https://doi.org/10.37885/221211325>
- Silva, J. N. da, Araujo, T. C., Ponciano, N. J., & Souza, C. L. M. (2020b). Diagnóstico do uso de agrotóxicos por tomaticultores do município de São José de Ubá, RJ. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 10(1), 45-50. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v10i1.8579>
- Silva, G. R. D., Pérez-Maluf, R., Ribeiro, G. S., & Gusmão, A. L. D. J. (2020a). Pollination service of *Nannotrigona testaceicornis* stingless bees in strawberry. *Arquivos do Instituto Biológico*, 87. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000292019>
- Soroker, V., Hetzroni, A., Yakobson, B., David, D., David, A., Voet, H., Slabezki, Y., Efrat, H., Levski, S., Kamer, Y., Klinberg, E., Zioni, N., Inbar, S., & Chejanovsky, N. (2011). Evaluation of colony losses in Israel in relation to the incidence of pathogens and pests. *Apidologie*, 42(2), 192-199. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido/2010047>
- Souza, C. M., Silva, S. M. P. C. da., Nascimento, A. S. do., Santos, P. C. dos., & Carvalho, C. A. de. (2020). Caracterização do “samburá” de abelhas sociais sem ferrão (Meliponinae): revisão. In: Vanessa Bordin Viera; Natiéli Piovesan. (Orgs.). *Sustentabilidade em Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Ponta Grossa: Atena Editora, 51-62. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.841200306>
- Souza, C. M., Silva, S. M. P. C. da., Nascimento, A. S. do., Silva, F de L., Bagaldo, A. R., & Carvalho, C. A. L. de. (2022). Chemical and microbiological characterization of -samburá- from two stingless bee species. *Journal of Apicultural Research*, 61(1). DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1918408>
- Souza, F. S. de., Kevill, J. L., Correia-Oliveira, M. E., Carvalho, C. A. L. de, & Martin, S. J. (2019). Occurrence of deformed wing virus variants in the stingless bee *Melipona subnitida* and honey bee *Apis mellifera* populations in Brazil. *Journal of General Virology*, 100 (2), 289-294. DOI: <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001206>
- Toledo-Hernández, E., Peña-Chora, G., Hernández-Velázquez, V. M., Lormendez, C. C., Toribio-Jiménez, J., Romero-Ramírez, Y., & León-Rodríguez, R. (2022). The stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini): a review of the current threats to their survival. *Apidologie*, 53(8), 1-23. <https://doi.org/10.1007/s13592-022-00913-w>

- Vaudo, A. D., Tooker, J. F., Grozinger, C. M., & Patch, H. M. (2015). Bee nutrition and floral resource restoration. *Current Opinion in Insect Science*, *10*, 133-141.
<https://doi.org/10.1016/j.cois.2015.05.008>
- Villas-Bôas, J. (2018). Manual tecnológico de aproveitamento integral dos produtos das abelhas nativas sem ferrão. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza.
- Vit, P., Pedro, S. R. M., & Roubik, D. (Eds.). (2013). Pot- honey: a legacy of stingless bees. New York: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4960-7>
- Witter, S., & Blochtein, B. (2009). Espécies de abelhas sem ferrão de ocorrência no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Versátil Artes Gráficas.
- Wolowski, M., Agostini, K., Rech, A. R., Varassin, I. G., Maués, M., Freitas, L., Carneiro, L. T., Bueno, R. de O., Consolaro, H., Carvalheiro, L., Saraiva, A. M., & Silva, C. I. da. (2019). Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil. Editora Cubo, São Carlos.

Índice Remissivo

A

abelhas, 95, 96, 97, 98, 99
abelhas sem ferrão, 96, 97

B

Barragem, 12

C

carbon-nitrogen, 104
complete randomized blocks, 104
conservação do solo, 23, 24, 30, 31
controle biológico, 29
coriander, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110
coriander productivity, 104, 108, 109

D

Dengue, 39, 45, 47
dry mass of coriander, 110

E

Essential oil production, 120
estressores, 77, 78, 79, 81, 83, 84
Estrutura, 57
experimental design, 104, 115

G

green manure, 103, 104, 110

H

height of the coriander, 107

I

insetos, 95, 96, 97, 98, 99

J

jitirana, 104, 105, 107, 113, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121
Jitirana, 114
jitirana (*Merremia aegyptia* L.), 104, 105
jitirana (*Merremia aegyptia* L.), 105, 107, 108, 109, 110, 117, 118, 120

Jitirana (*Merremia aegyptia* L.), 116

M

mata-pasto, 104, 105, 107
mata-pasto (*Senna uniflora* L.), 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 114, 116, 118
mata-pasto (*Senna uniflora* L.), 117, 118, 120
meliponídeos, 81
Mentha, 113, 115, 117, 119, 120
Mentha piperita, 113, 115, 117, 119
Merremia aegyptia L., 113, 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121
mint, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121
mint biomass, 117, 118, 119
mint crop, 116
Mint dry mass, 119
Mint plant height, 117

N

Number of bunches, 118
number of coriander bunches, 109
number of stems of coriander, 108

P

palhada, 32
Peppermint essential oil, 120
plantio direto, 27
polinizadores, 95, 96, 97, 98, 99
Production of mint, 118

Q

Qualidade, 6, 9
quiabo, 94, 97, 98

R

research group, 103, 110
Restauração florestal, 127, 144

S

semiarid region, 103, 104, 105, 106, 107, 110
Senna uniflora L., 113, 114, 116, 117, 118, 119, 120
Statistical analysis, 117

sustentabilidade, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28,
31, 32, 35

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-

books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato

Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 88 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 54 organizações de e-books, 39 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br