



Produção científica sobre apicultura numa perspectiva multidisciplinar: uma revisão sistemática de literatura

José Carlos de Sousa Júnior*; Cleonice Borges de Souza**; Sybelle Barreira**; Fernanda Rodrigues Taveira Rocha***.

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano).

**Universidade Federal de Goiás (UFG).

*** Universidade Estadual de Goiás (UEG).

*Autor para correspondência e-mail: josecarlos.junior@ifgoiano.edu.br

Palavras-chave

Apis Mellifera
Bibliometria
Publicações

Keywords

Apis mellifera
Bibliometrics
Publications

Resumo: A apicultura consiste na criação comercial das abelhas da espécie *Apis mellifera* para produção de mel, pólen, geleia real e própolis. É desenvolvida em diferentes regiões do Brasil, e apresenta significativa relevância social, econômica e ambiental. Nesse sentido, o objetivo desse artigo foi realizar uma revisão sistemática de literatura acerca do tema apicultura na base de dados Web of Science (WoS), nos anos de 2018 a 2022, utilizando o método preconizado por Cronin, Ryan e Coughlan (2008). Através da definição dos termos de inclusão e exclusão, foram selecionados 26 trabalhos relacionados com a temática objeto de estudo. Ademais, utilizou-se o Bibliometrix para análise gráfica e de correlação dos trabalhos. Os países que se destacaram em termos de publicações com o recorte estabelecido foram China, Estados Unidos da América e Arábia Saudita. Além disso, constatou-se que o periódico *Scientific Reports* concentra 52% das publicações. Dentre os temas abordados pelos autores tem-se genética, resíduos de pesticidas, nutrição/dieta e polinização, dentre outros. Todavia, constata-se certa carência de trabalhos que abordam a gestão da atividade, canais de comercialização, atributos qualitativos dos produtos apícolas, mercados existentes e emergentes, entre outros fatores que igualmente influenciam no grau de atratividade, tanto para a inserção quanto para a permanência na atividade apícola, sendo sugeridos para estudos futuros.

Nano personal protective equipment against SARS-CoV-2: Insights from a bibliometric analysis of recent publications and patents

Abstract: Beekeeping consists of the commercial breeding of bees of the *Apis mellifera* species to produce honey, pollen, royal jelly and propolis. It is developed in different regions of Brazil, and has significant social, economic and environmental relevance. In this sense, the objective of this article was to carry out a systematic literature review on the topic in the Web of Science (WoS) database, from 2018 to 2022, using the method recommended by Cronin, Ryan and Coughlan (2008). By defining the terms of inclusion and exclusion, 26 works related to the theme under study were selected. Furthermore, Bibliometrix was used for graphical and correlation analysis of the works. The countries that stood out in terms of publications with the established focus were China, the United States of America and Saudi Arabia. Furthermore, it was found that the journal *Scientific Reports* concentrates 52% of publications, with the authors covering different topics as objects of study, such as: genetics, pesticide residues, nutrition/diet, pollination, among others. However, there was a certain lack of work that addresses the management of the activity, marketing channels, qualitative attributes of beekeeping products, existing and emerging markets, among other factors that equally influence the degree of attractiveness of entering and remaining in the beekeeping activity, being suggested for future studies.

Recebido em: 10/12/2023

Aprovação final em: 18/02/2024



Introdução

As abelhas estão intimamente conectadas ao equilíbrio da vida em nosso planeta, e historicamente as pessoas utilizam o mel como fonte de alimento, tendo iniciado o consumo a partir da observação dos outros animais que faziam tal uso (SANTOS, 2015). No processo de coleta de mel, em regra, os antigos caçador-coletores utilizavam de técnica rudimentar e arriscada saqueando as colônias selvagens em cavernas e ocos de árvore (AMIGOS DA TERRA, 2023). De acordo com Souza *et al.* (2018), as abelhas foram domesticadas cerca de dez mil anos antes de Cristo, mas o uso de potes para armazenar mel só começou a ser utilizado por volta de 400 a.C., com os egípcios, os primeiros a desenvolver técnicas de manejo. Ademais, as abelhas eram cultuadas por várias civilizações por sua organização social, sendo consideradas insetos sagrados que remetia a prosperidade e riqueza (MEL, 2023).

A apicultura é uma atividade econômica que consiste na criação e manejo comercial de abelhas da espécie *Apis mellifera*, popularmente conhecida como abelha com ferrão, com o objetivo de obter produtos apícolas, como o mel, a própolis, a cera de abelha, o pólen e a geleia real (NUNES; HEINDRICKSON, 2019). É difundida em todo o mundo, e combina técnicas antigas e modernas como a fumigação e genética de produção de abelha rainha. Todavia, suas especificidades estão associadas a espécie de abelha explorada, do clima e do nível de desenvolvimento econômico da região (SANTOS, 2023).

A atividade apícola envolve várias etapas e técnicas, que incluem a instalação de colmeias ou apiários em locais adequados, fornecimento de alimentação complementar às abelhas quando necessário, controle de pragas e doenças, manejo das colmeias e a colheita dos produtos apícolas, o que requer conhecimento técnico, habilidades de manejo e cuidados adequados com as abelhas (WIGNALL *et al.*, 2021). Assim como as demais atividades econômicas, a cadeia do mel apresenta gargalos de diferentes ordens, da produção a comercialização, demandando pesquisas e desenvolvimento de tecnologias adaptadas à realidade de onde é explorada, o que confere um caráter multidisciplinar ao tema (VIDAL, 2021).

Neste sentido, o presente estudo propõe responder o seguinte problema: quais são os trabalhos publicados sobre apicultura numa perspectiva multidisciplinar? Para tanto, adotou-se a abordagem bibliométrica, na base de dados *Web of Science*, nos anos de 2018 a 2022, com vistas a identificar a quantidade de publicações, autores e instituições as quais estão filiados, periódicos que mais publicam sobre o tema e palavras-chave mais empregadas, assim como detectar lacunas de pesquisa.

Revisão de literatura

Aspectos gerais sobre a apicultura no Brasil

A história da apicultura no Brasil data de 1839 e tem como precursor o Padre Antônio Carneiro, responsável pela importação de abelhas da espécie *Apis mellifera*. Anos posteriores foram introduzidas outras raças da mesma espécie por imigrantes europeus que conduziram a atividade de forma rudimentar até 1955. Em 1956, iniciativas do Ministério da Agricultura identificou raças mais produtivas e adaptáveis as condições brasileiras, e a importação da raça africana *Apis mellifera scutellata* marcou uma nova fase da atividade no país (SEBRAE, 2015; ABELHA, 2020).

Todavia, houve acidentalmente o cruzamento com raças europeias que formou um híbrido natural chamado de abelha africanizada (ORSO, 2011). Com comportamento mais agressivo e por consequência maior dificuldade no manejo dos apiários, muitos apicultores deixaram a atividade. "Somente após o desenvolvimento de técnicas adequadas, nos anos 70, a apicultura passou a crescer e se expandiu" (SEBRAE, 2015, *s.p.*; PEGORARO *et al.*, 2017).

O mel é o produto mais conhecido e consumido da apicultura, sendo considerado um **produto de origem animal, e regulamentado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)**, por ser resultante da ação das enzimas salivares das abelhas sobre o néctar das flores (CARVALHO *et al.*, 2019). Assim, fatores como floradas, regiões geográficas e condições climáticas influenciam na cor, aroma e sabor do mel (ANANIAS, 2010). O fato de o mel ser comumente consumido *in natura* requer cuidados para não comprometer a qualidade do mel e pôr em risco a saúde do consumidor.

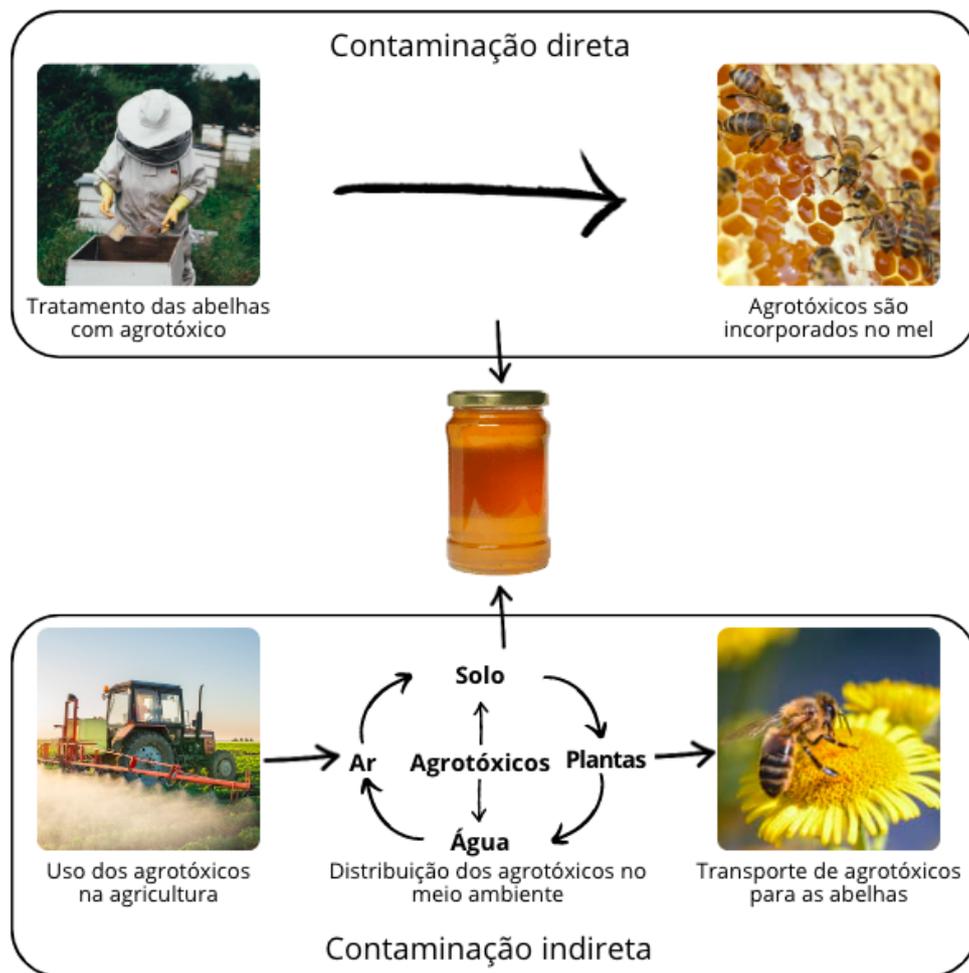


Para Grzegozeski (2015), a qualidade do mel está associada a diferentes tipos de insumos, como açúcares, sais minerais, proteínas e água, que definem sua composição química. Além disso, o mel contém grãos de pólen, que na sua maioria vêm das plantas que fornecem néctar, conhecidas como plantas nectaríferas.

A qualidade do mel do ponto de vista microbiológico está associada a aspectos higiênicos-sanitários de produção e manipulação do produto. Assim, a contaminação pode ocorrer por meio de uma fonte primária ou de uma fonte secundária (IFOPE, 2019). Segundo Ribeiro *et al.* (2023), a contaminação do mel pode ocorrer por fontes primárias, como pó, ar, solo, néctar, pólen e o aparelho digestivo das abelhas, sendo esses, os exemplos de contaminação antes da colheita. Já a contaminação secundária ocorre depois da colheita e é resultante da contaminação cruzada, a partir da manipulação, instalações e equipamentos inadequados, insetos, locais inapropriados e incidência de vento, entre outros fatores.

Ademais, a intensificação do uso de compostos químicos na agricultura, representa uma fonte de contaminação do mel por resíduos de agrotóxicos, uma vez que, ao serem usados para o controle de pragas permanecem nas plantas, ou seja, durante a polinização das colheitas agrícolas e das espécies nativas podem causar contaminações, ou mesmo quando ocorre o manejo inadequado das colmeias, conforme apresenta a Figura 1.

Figura 1 - Formas de contaminação direta e indireta das abelha e consequentemente do mel.



Fonte: Adaptado Orso (2011, p. 31).



No tocante à legislação brasileira que regula a inspeção do mel e demais produtos apícolas, conforme o Ifoabe (2019, s.p.), estão em vigência:

- Portaria nº 6 de 25 de julho de 1985: normatiza os aspectos higiênico-sanitários e tecnológicos para mel, cera de abelhas e derivados;
- Instrução Normativa nº 11 de 20 de outubro de 2000: aprova o regulamento técnico de qualidade e identidade do mel;
- Instrução Normativa nº 3 de 19 de janeiro de 2001: aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos demais produtos apícolas (como apitoxina, cera de abelha, geleia real, etc.);
- Instrução Normativa nº 5 de 14 de fevereiro de 2017: estabelece as regras de inspeção e fiscalização sanitária referentes às instalações, dependências e equipamentos para as agroindústrias de pequeno porte de leite, mel e ovos;
- Decreto 9.013 de 29 de março de 2017: dispõe sobre o regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA).

Cabe mencionar, que para além da produção de mel e derivados como cera, própolis e geleia, as abelhas prestam relevante serviço ecossistêmico se destacando entre os polinizadores mais comuns nos ambientes tropicais, o que contribui para a polinização de diversas culturas agrícolas (SOUZA, 2021). De acordo com Frias (2021), dentre as principais culturas sensíveis à polinização animal, comparativamente as classificações nas faixas de incremento, para 35% dos cultivos a polinização animal é essencial; enquanto 24% e 10% apresentam respectivamente alta dependência e pouca dependência; e os classificados com baixa dependência contabilizam 7%. “Assim, a polinização se caracteriza como um processo fundamental para propagação das mais variadas espécies, por isso a importância dos serviços de polinização das abelhas sem ferrão vai além de espécies endêmicas, são importantes também em culturas de interesse econômico” (SOUZA, 2021, p. 19).

Todavia, a prática de uma agricultura cada vez mais dependente do uso de agrotóxicos têm ocasionado danos à saúde humana e ao meio ambiente, afetando espécies não-alvos como abelhas que visitam os locais de plantio, comprometendo o equilíbrio da sua população. “Embora as abelhas não sejam o alvo dos herbicidas, esses produtos têm contribuído para o desaparecimento desses insetos, pois podem causar alterações na dinâmica de coletas de recursos e prejudicar as condições das colônias” (SOUZA, 2021, p. 34). Tal cenário, demanda atenção de diferentes atores institucionais, dada a representatividade do agronegócio para a economia do país e do estado de Goiás cujo setor é destaque nacional, ao considerar a relação de causa e efeito entre agentes polinizadores e produção agrícola.

Cabe destacar que no Brasil vigora a Instrução Normativa (IN) nº 02/2017 que define “diretrizes, requisitos e procedimentos para a avaliação dos riscos de ingredientes ativos de agrotóxicos para insetos polinizadores”. Todavia, permanece latente no Brasil e no mundo a preocupação acerca do fenômeno denominado Distúrbio do Colapso das Colônias (DCC), cujas causas associam-se ao uso indiscriminado de agrotóxicos e outros insumos químicos para as lavouras e o fortalecimento de parasitas nocivos à colmeia, consequências do desequilíbrio ecológico.

Material e Métodos

Essa pesquisa possui objetivo exploratório e descritivo, e natureza quali-quantitativa. Adotou-se como procedimento técnico a revisão sistemática de literatura, conforme Cronin, Ryan e Coughlan (2008), Filippi, Guarnieri e Cunha (2019), Filippi e Guarnieri (2020), Oliveira Júnior *et al.* (2020) e Galvão e Ricarte (2020) que estabelecem as respectivas etapas: i) formulação da questão de pesquisa; ii) estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão; iii) seleção e acesso à literatura; iv) avaliação da qualidade da literatura incluída na revisão; e v) análise, síntese e disseminação dos resultados. Segundo Filippi e Guarnieri (2020, p. 7) “A revisão sistemática de literatura é uma ferramenta investigativa que permite pesquisar uma questão bem definida, ao passo que identifica, seleciona, avalia e sintetiza o que há de pesquisado e publicado acerca de um tema de interesse”.

Nesse contexto, essa revisão sistemática tem por objetivo, apresentar os estudos publicados relacionados ao tema apicultura numa perspectiva multidisciplinar. Para tanto, utilizou-se as bases



de dados *Scopus* e *Web of Science*, para a realização do estudo bibliométrico, sendo identificados um número maior de trabalhos no banco de dados *Web of Science* e após serem realizados o processo de filtragem nas bases, observou-se a repetição dos mesmos artigos em ambas as bases, sendo definida a *Web of Science* para o desenvolvimento da revisão. A *Web of Science* oferece acesso a uma base de dados internacional com registros indexados dos principais periódicos científicos nacionais e internacionais, artigos de conferências, livros, material editorial, notas e comunicações de congressos, contendo informações bibliográficas e citações e contando com mecanismos de buscas com filtros e classificação aos usuários. O Quadro 1, descreve as etapas que nortearam o desenvolvimento deste trabalho.

Quadro 1 - Etapas do protocolo de revisão sistemática de literatura sobre apicultura.

Etapas do protocolo	Desenvolvimento
Formulação da questão de pesquisa	Quais são os trabalhos publicados sobre apicultura numa perspectiva multidisciplinar?
Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão	Artigos científicos; Período de publicação: 2018 a 2022; Área temática: Multidisciplinar; Acesso livre; Base de dados: <i>Web of Science</i> e <i>Scopus</i> . Exclusão de resumos; trabalhos completos publicados em anais de eventos, capítulos de livros, editoriais e artigos de revisão. Idiomas: inglês e português
Seleção e acesso à literatura	Foram considerados termos de pesquisa em títulos, resumos ou palavras-chave com base em critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.
Avaliação da qualidade da literatura incluída na revisão	Com base nos critérios escolhidos, foram selecionados 26 artigos que abordam a temática, sendo inicialmente obtidos 4.403 resultados.
Análise, síntese e disseminação dos resultados	Análise dos artigos selecionados para leitura integral e detalhada e exposição dos resultados.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A análise do conteúdo foi realizada em três fases: 1) pré-análise, que consiste na organização do material selecionado e identificação de pontos relevantes 2) exploração do material, quando foram levantados os temas e micro temas e 3) tratamento dos resultados, fase na qual realizou-se a leitura e interpretação dos trabalhos visando sintetizar os objetivos dos estudos realizados, assim como a conexão entre trabalhos que abordarão o mesmo assunto com perspectiva distinta de análise (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011).

Além da análise de conteúdo, os dados foram inseridos na biblioteca Bibliometrix, uma aplicação Web Biblioshiny, presente no Ambiente de Desenvolvimento Integrado R Studio do software R. Após carregado o Bibliometrix, os arquivos coletados são importados para a extensão Bib Tex. Segundo Suzim e Nascimento (2022) e Ribeiro, Oliveira e Gomes (2022) o Bibliometrix, apresenta o resultado dos dados importados, por meio de tabelas e gráficos. Para Terra *et al.* (2022) esclarecem que as aplicações do pacote Bibliometrix em estudos bibliométricos se mostra presente em linhas de pesquisa e segmentos variados visando identificar temas de tendências e lacunas de pesquisa.

Resultados e Discussão

Os trabalhos identificados no portal *Web of Science*, foram selecionados conforme critérios pre-



viamente definidos e posteriormente dispostos no Quadro 2, contemplando informações acerca do título, autor, periódico, ano, número de citações no período e tema.

Quadro 2 - Artigos incluídos na revisão sistemática de literatura conforme critérios de inclusão.

Título	Autores	Periódico	Ano	Citações	Tema
Pesticide residue survey of pollen loads collected by honeybees (<i>Apis mellifera</i>) in daily intervals at three agricultural sites in South Germany	Boehme <i>et al.</i>	Plos One	2018	55	Resíduos de pesticidas; Cargas de pólen; Áreas agrícolas
Impact of nutritional stress on the honeybee colony health	Branchiccela <i>et al.</i>	Scientific Reports	2019	42	Estresse nutricional; Saúde da colônia; Esgotamento do habitat
Clothianidin seed-treatment has no detectable negative impact on honeybee colonies and their pathogens	Osterman <i>et al.</i>	Nature Communications	2019	37	Sementes tratadas com clotianidina; Colônias de abelhas; Patógenos
Lithium chloride effectively kills the honeybee parasite <i>Varroa destructor</i> by a systemic mode of action	Ziegelmann <i>et al.</i>	Scientific Reports	2018	27	Potencial do lítio; Agente acaricida; Tolerabilidade em abelhas operária
Modulation of the honeybee queen microbiota: Effects of early social contact	Powell <i>et al.</i>	Plos One	2018	23	Modulação da microbiota; Abelha rainha; Contato social precoce
Chronic toxicity of amitraz, coumaphos and fluvalinate to <i>Apis mellifera</i> L. larvae reared in vitro	Dai <i>et al.</i>	Scientific Reports	2018	21	Exposição crônica a acaricidas; Taxa de desenvolvimento; Larvas de <i>Apis mellifera</i>
Gene reuse facilitates rapid radiation and independent adaptation to diverse habitats in the Asian honeybee	Ji <i>et al.</i>	Science Advances	2020	17	Reutilização de genes; Adaptação independente; Diversos habitats
Home sick: impacts of migratory beekeeping on honeybee (<i>Apis mellifera</i>) pests, pathogens, and colony size	Alger <i>et al.</i>	Peerj	2018	18	Impactos da apicultura migratória; Pragas de abelhas; Tamanho da colônia
Honeybee predisposition of resistance to ubiquitous mite infestations	Broeckx <i>et al.</i>	Scientific Reports	2019	16	Predisposição de resistência; Infestações de ácaros; Reprodução suprimida do ácaro (SMR)
Habitat suitability for the invasion of <i>Bombus terrestris</i> in East Asian countries: A case study of spatial overlap with local Chinese bumblebees	Naeem <i>et al.</i>	Scientific Reports	2018	17	Perfil do transcriptoma; Mutagênese insercional; Patógeno fúngico de abelha
Modification of the head proteome of nurse honeybees (<i>Apis mellifera</i>) exposed to field-relevant doses of pesticides	Zaluski <i>et al.</i>	Scientific Reports	2020	12	Modificação do proteoma da cabeça; Exposição a doses de pesticidas
The trisaccharide melezitose impacts honeybees and their intestinal microbiota	Seeburger <i>et al.</i>	Plos One	2020	11	Trissacarídeo melezitose; Microbiota intestinal; 'Doença do fluxo de orvalho'
Honeybees consider larval nutritional status rather than genetic relatedness when selecting larvae for emergency queen rearing	Sagili <i>et al.</i>	Scientific Reports	2018	14	Estado nutricional das larvas; Parentesco genético; Criação de rainha
Effects of a commercially formulated glyphosate solutions at recommended concentrations on honeybee (<i>Apis mellifera</i> L.) behaviours	Luo <i>et al.</i>	Scientific Reports	2021	5	Efeitos de soluções de glifosato; Concentrações recomendadas; Comportamento de abelhas





Quadro 2 - Artigos incluídos na revisão sistemática de literatura conforme critérios de inclusão (cont.).

Prevalence and population genetics of the emerging honeybee pathogen DWV in Chinese apiculture	Diao <i>et al.</i>	Scientific Reports	2019	8	Genética populacional; Patógeno emergente; Abelhas DWV; Apicultura chinesa
Heritability estimates of the novel trait 'suppressed in ovo virus infection' in honeybees (<i>Apis mellifera</i>)	Graaf <i>et al.</i>	Scientific Reports	2020	7	Herdabilidade; Nova característica; 'Infecção por vírus suprimido in ovo'
Effects of Bt cabbage pollen on the honeybee <i>Apis mellifera</i> L.	Yi <i>et al.</i>	Scientific Reports	2018	6	Pólen de repolho; Plantas transgênicas; Efeitos nas abelhas
Genetic divergence and functional convergence of gut bacteria between the Eastern honeybee <i>Apis cerana</i> and the Western honeybee <i>Apis mellifera</i>	Wu <i>et al.</i>	Journal of Advanced Research	2022	3	Divergência genética e convergência funcional; Bactérias intestinais; <i>Apis cerana</i> e <i>Apis mellifera</i>
Standardization of managed honeybee (<i>Apis mellifera</i>) hives for pollination of Sunflower (<i>Helianthus annuus</i>) crop	Abbasi <i>et al.</i>	Journal of King Saud University Science	2021	6	Padronização de colmeias; Polinização manejada; Cultura do Girassol
<i>Epormenis cestri</i> secretions in <i>Sebastiania schottiana</i> trees cause mass death of honeybee <i>Apis mellifera</i> larvae in Uruguay	Invernizzi <i>et al.</i>	Plos One	2018	4	Secreções de <i>Epormenis cestri</i> ; Mortalidade em massa Larvas de abelha
Effect of yeast and essential oil-enriched diets on critical determinants of health and immune function in Africanized <i>Apis mellifera</i>	Canche-Colli <i>et al.</i>	Peerj	2021	0	Dietas enriquecidas; Levedura e óleo essencial; Função imunológica em <i>Apis mellifera</i>
Transcriptome profiling reveals insertional mutagenesis suppressed the expression of candidate pathogenicity genes in honeybee fungal pathogen, <i>Ascosphaera apis</i>	Getachew <i>et al.</i>	Scientific Reports	2020	3	Perfil do transcriptoma; Mutagênese insercional; Patógeno fúngico
Assessing the toxicological interaction effects of imidacloprid, thiamethoxam, and chlorpyrifos on <i>Bombus terrestris</i> based on the combination index	Zhang <i>et al.</i>	Scientific Reports	2022	1	Efeitos da interação toxicológica de imidacloprid, tiametoxam e clorpirifós; <i>Bombus terrestris</i>
Combined transcriptome and metabolite profiling analyses provide insights into the chronic toxicity of carbaryl and acetamiprid to <i>Apis mellifera</i> larvae	Gao <i>et al.</i>	Scientific Reports	2022	0	Perfil de transcriptoma e metabólito; Toxicidade crônica; Larvas
Chromosome-scale genome assembly of the high royal jelly-producing honeybees	Cao <i>et al.</i>	Scientific Data	2021	0	Montagem do genoma; Escala cromossômica; Abelhas produtoras de geleia real
Phosphoproteomics analysis of hypopharyngeal glands of the newly emerged honeybees (<i>Apis mellifera</i> ligustica)	Ahmad <i>et al.</i>	Journal of King Saud University Science	2022	0	Análise fosfoproteômica; Glândulas hipofaríngeas (HGs); Abelhas recém-emergidas

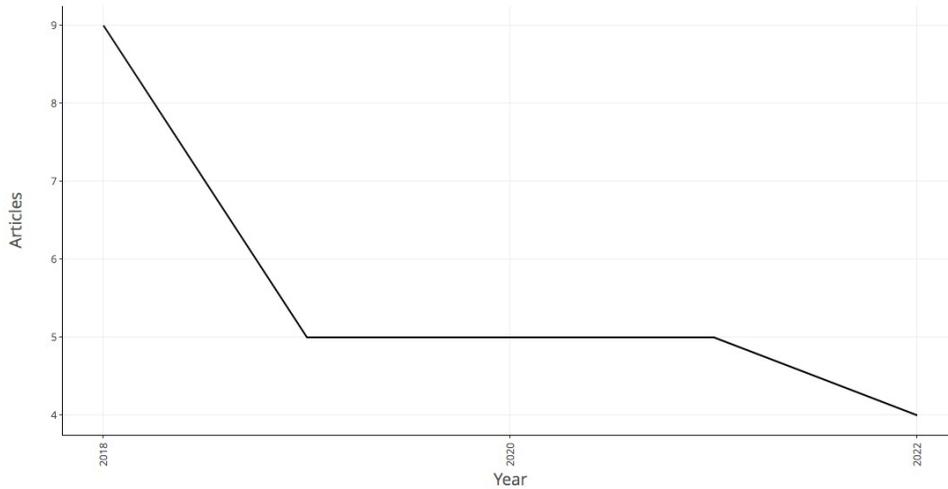
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Observou-se que as pesquisas foram desenvolvidas majoritariamente em instituições internacionais de ensino e pesquisa, tendo também trabalho nacional. Destaca-se o Instituto of Apicultural Research (IAR) ligado a Academia Chinesa de Ciências Agrícolas (CAAS), fundado em 1958. Os artigos analisados, referem-se a publicações no período de 2018 a 2022, mostrando uma redução na produção científica anual nos últimos anos, sendo o ano de 2018 o período em que há maior



produtividade em publicações e 2022 o ano com menor número de trabalhos publicados, conforme ilustra a Figura 2.

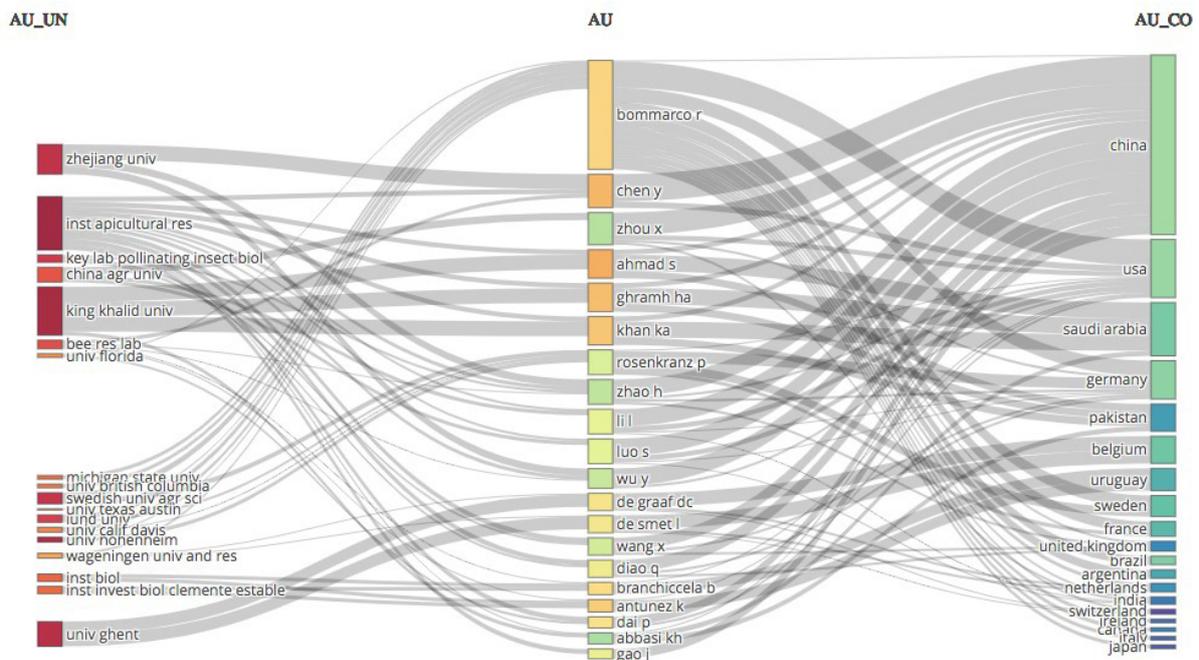
Figura 2 - Evolução das publicações entre 2018 e 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

No gráfico de três campos é apresentado os termos que mais se destacaram conforme recorte estabelecido, dada a possibilidade de correlacionar diferentes tipos de informações, como: autor, instituição, país, palavras, palavras-chave, revista, título, referência, resumos e citações de revistas (SANTOS, 2020). Na Figura 3 é exposto no centro os principais autores e no campo direito e esquerdo respectivamente as instituições as quais estão vinculados e os países de origem, considerando os 20 que se destacam em cada campo.

Figura 3 – Gráfico de três campos: Instituições – Autor - País.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

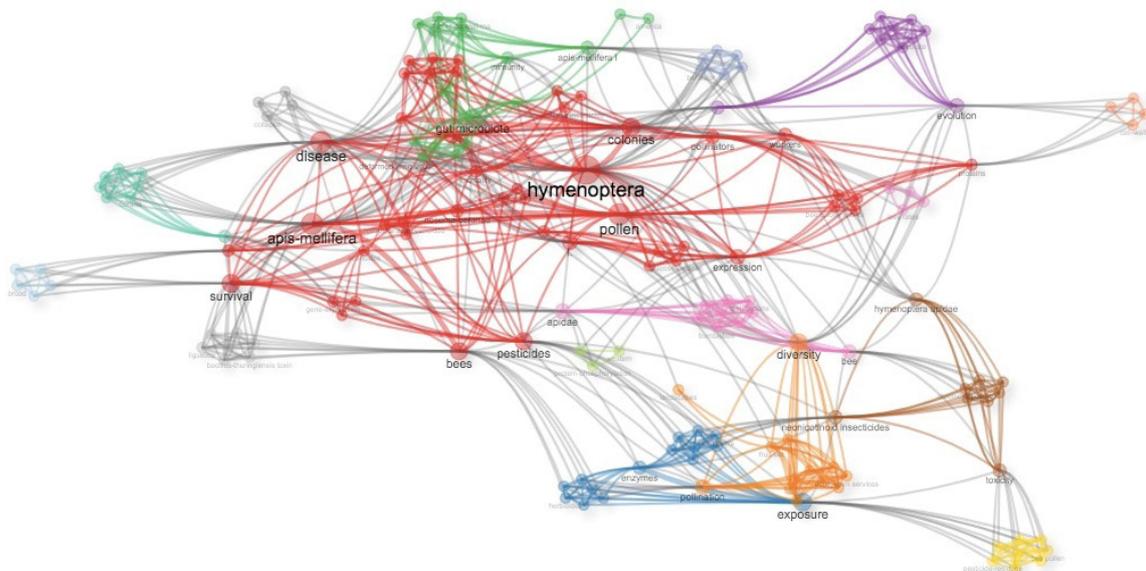


Nota-se a predominância da China, Estados Unidos da América e Arábia Saudita como os países de origem de publicações com o recorte estabelecido. Observa-se que os principais autores apresentam trabalhos realizados em diferentes instituições e países. Cabe destacar que a China é o maior produtor mundial de mel, sendo o continente asiático o principal produtor, com China, Turquia e Rússia. Em seguida tem-se os Estados Unidos, Argentina e o México que despontam no ranking de países produtores (TREVISOL *et al.*, 2022).

As revistas científicas que mais publicaram artigos sobre os termos empregados foram: Scientific Reports com um total de 14 trabalhos, o que corresponde a 52% do total de publicações. É um periódico de acesso aberto que publica pesquisas originais de todas as áreas das ciências naturais, psicologia, medicina e engenharia; possui Qualis A1 segundo classificação de periódicos quadriênio 2017-2020 pela Capes. O periódico *PLOS ONE* aceita submissões de pesquisas originais de ciências naturais, pesquisa médica, engenharia, bem como ciências sociais e humanas relacionadas, nesse estudo 4 trabalhos foram publicados na revista. Sendo assim, duas revistas concentram 67% do total das publicações no período de análise.

Em termos gerais as pesquisas apresentam grande diversidade de assuntos com predominância para temas relacionados a resíduos de pesticidas e efeitos toxicológicos; tamanho e saúde das colônias; diversidade/esgotamento do habitat; patógenos e acaricidas; sequenciamento genético e fisiologia das abelhas, que figuram como micro temas. A diversidade dos temas abordados nos trabalhos selecionados, se apresentam no reduzido número de co-ocorrência das palavras-chave utilizadas, com destaque para os termos: himenópteros, pólen, *Apis mellifera*, microbiota intestinal, sobrevivência, colônias e parasita como os termos de maior frequência, evidenciados na Figura 4 que apresenta o agrupamento dos termos mais recorrentes, conforme ilustra o cluster em vermelho e as respectivas conexões. Como observado as palavras mais frequentes formam os principais nós da rede, enquanto algumas expressões embora não seja recorrentes se destacam pelo número de ligações com outros nós.

Figura 4 – Rede de co-ocorrência de palavras-chave.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Böhme *et al.* (2018) realizaram levantamento de resíduos de pesticidas de cargas de pólen coletadas por abelhas (*Apis mellifera*) ao longo de cinco anos em três locais agrícolas distintos no sul da Alemanha. Foram encontrados 73 pesticidas distintos, dos quais 84% são tipificados como



não prejudiciais às abelhas, sendo os riscos de pesticidas estimados a partir do quociente de perigo de pólen (PHQ). Todavia, identificou-se substâncias que não deveriam ser expostas às abelhas, com concentrações ainda maiores em cultivos únicos. Por sua vez, Yi *et al.* (2018) analisaram os possíveis efeitos do pólen de repolho Cry1Ba3 em abelhas de origem italiana *Apis mellifera* L., sendo o estudo parte do processo de avaliação de risco para o repolho transgênico *Bacillus thuringiensis* (Bt), e conduzido por meio de testes de alimentação em laboratório. Os resultados indicam que não há probabilidade de ocorrência de efeitos colaterais do pólen de repolho Cry1Ba3 em *A. mellifera* L. Osterman *et al.* (2021) pesquisaram sobre o efeito em abelhas de campos de colza com sementes tratadas com clotianidina, constatando que no nível da colônia, as abelhas são relativamente robustas aos efeitos da clotianidina em paisagens agrícolas do mundo real, com pressão moderada.

Na mesma vertente de análise, Luo *et al.* (2021) e Zhang *et al.* (2022) avaliaram os efeitos de pesticidas. No estudo de Luo *et al.* (2021) foram conduzidos experimentos comportamentais para investigar os efeitos à exposição ao glifosato (CFG) conforme concentração recomendada (RC) na toxicidade crônica das abelhas. Os resultados do estudo indicaram redução na capacidade de resposta à água, à sacarose além de comprometimento a capacidade de escalada, aprendizagem olfativa e memória. Zhang *et al.* (2022) testaram os efeitos em abelhas da toxicidade oral aguda de imidacloprid, thiamethoxam e chlorpyrifos com base em exposições individuais ou conjuntas análoga às condições de campo, distribuídos em sete tratamentos. Todos os controles tiveram uma taxa de mortalidade de 6,67% ou menos para toxicidade aguda e o imidacloprid apresentou a maior toxicidade individual. Os resultados dos estudos fornecem uma base teórica para regulamentar as aplicações em campo e reduzir o impacto em organismos não-alvo.

Zaluski *et al.* (2020) investigaram as alterações no proteoma da cabeça de abelhas enfermeiras expostas a pesticidas individuais e combinados (o fungicida piraclostrobina e o inseticida fipronil) em doses relevantes de campo. Assim como nos estudos anteriores, os resultados mostram mudanças em proteínas-chave que influenciam nas respostas aos estímulos das abelhas e o desempenho de suas funções dentro da colônia, além de detectar alterações no metabolismo das mesmas.

Dai *et al.* (2018) e Gao *et al.* (2022) avaliaram a toxicidade de pesticidas para as larvas, considerando os acaricidas sintéticos que comumente os apicultores utilizam para controlar as populações do ácaro parasita, especialmente o *Varroa destructor*. Dai *et al.* (2018), alimentaram as larvas com uma dieta contendo amitraz, cumafos e fualinato, constatando que a sobrevivência das abelhas diminuiu nos tratamentos de 46 mg/L de amitraz e 25 mg/L de cumafos, não sendo observado tais efeitos em tratamentos com fualinato. No estudo as larvas expostas a acaricidas em concentrações semelhantes ao resíduo máximo no pólen e no mel/néctar não apresentaram alteração detectável na sobrevivência ou na taxa de desenvolvimento.

De forma complementar Gao *et al.* (2022) pesquisaram os efeitos da concentração de carbaril (CR) e acetamiprida (ACE) no transcriptoma e metaboloma em larvas de abelhas criadas *in vitro*. Os autores constataram que a exposição crônica ao carbaril causou distúrbios transferenciais associados ao estresse oxidativo e o interrompimento de uma série de homeostase metabólica, enquanto a acetamiprida não ocasionou tais efeitos. Em termos gerais, os trabalhos apresentam a limitação de estudos que abordem os impactos dos pesticidas e os possíveis efeitos subletais nas abelhas imaturas: ovos, larvas e pupas, considerando sua importância para a firmeza da colônia. Por sua vez, Ziegelmann *et al.* (2018), constataram o potencial do lítio como agente acaricida e boa tolerabilidade em abelhas operárias, fornecendo uma base para elaboração de um protocolo de controle.

Demais pesquisas que abordam estudos com larvas foram conduzidas por Invernizzi *et al.* (2018) e Sagili *et al.* (2018). O estudo de Invernizzi *et al.* (2018) apresenta um recorte geográfico, ao analisar as causas potenciais de mortalidade em massa de larvas de abelhas melíferas no verão, em colônias instaladas próximas a sistemas de água doce com abundante vegetação ribeirinha no Uruguai, popularmente denominada como "doença do rio". Foram realizados experimentos em apiários afetados instalados entre dois importantes cursos d'água e em laboratório verificando que as secreções da cigarrinha *Epormenis cestri* em árvores de *Sebastiania schottiana* causam



mortalidade larval em massa em abelhas melíferas.

Sagili *et al.* (2018) testaram a hipótese de que o estado nutricional larval é parâmetro utilizado pelas operárias na seleção de larvas para a criação de rainhas. Nesse sentido, o estado nutricional de larvas de um dia foi manipulado por meio da privação de alimentos por um período de quatro horas, permitindo em seguida que as operárias escolhessem larvas para criar rainhas de grupos nutricionalmente privados e não privados, constatando que o estado nutricional é critério ao selecionar larvas para criação de rainhas, independentemente do parentesco genético. Outro estudo associado a fase inicial do ciclo de vida da abelha foi realizado por Graaf *et al.* (2020), ao realizarem o controle sanitário de rainhas reprodutoras em ovos e estimar as herdabilidades do status viral dos mesmos. Foi adotado o termo 'infecção por vírus suprimido *in ovo*' (SOV) para esta nova característica e encontrado herdabilidades moderadas para a presença de vários vírus simultaneamente e para a presença de uma única espécie viral que se mostraram mais resistentes a infecções por vírus como um todo.

As pesquisas de Diao *et al.* (2019), Broeckx *et al.* (2019), Ji *et al.* (2020) e Wu *et al.* (2022) analisaram aspectos relativos à resistência a parasitas e adaptação a habitat de espécies de interesse por meio de abordagens filogenéticas e genéticas de populações. Diao *et al.* (2019) avaliaram a hipótese de que o patógeno *Deformed Wing Virus* (DWV) tenha se originado nas populações de abelhas do Leste Asiático, assim como o ácaro *Varroa destructor* e o microsporídeo *Nosema ceranae*. Os resultados mostraram que a prevalência do DWV-A foi maior em *A. mellifera* (não nativa), comparativamente a *A. cerana* (nativa) com um pico sazonal na prevalência em outono e inverno. O estudo revela que não há evidência de diferenciação genética entre isolados de DWV de *A. mellifera* e *A. cerana*, ou seja, essas populações de abelhas não são uma fonte para a atual epidemia global.

Assim como no estudo anterior Broeckx *et al.* (2019) avaliaram aspectos inerentes a genética subjacente em *A. mellifera* considerando sua capacidade natural de sobreviver a infestações do *Varroa destructor*, comparativamente a *A. cerana*, adotando um mecanismo denominado reprodução suprimida do ácaro (SMR). Os pesquisadores aproveitaram os drones haploides, originários de uma rainha da Holanda que desenvolveu resistência a *Varroa*, e sequenciaram o exoma completo e regressão de rede elástica para identificar variantes genéticas associadas a SMR em abelhas resistentes, constatando de acordo com a hipótese de que não é o parasita, mas o hospedeiro que se adaptou. Os resultados sugerem que os marcadores genéticos identificados têm um potencial considerável para contribuir para uma apicultura global sustentável.

Por sua vez, Ji *et al.* (2020) analisaram 343 genomas de abelha asiática *Apis cerana*, mostrando que várias subespécies periféricas irradiavam de uma população ancestral central e se adaptavam independentemente a diversos habitats. Ao passo que Wu *et al.* (2022) identificaram a divergência genética e convergência funcional de bactérias intestinais entre a abelha oriental *Apis cerana* e a ocidental *Apis mellifera*. A análise comparativa mostrou diferenças funcionais na maioria das bactérias intestinais centrais entre os intestinos de *A. cerana* e *A. mellifera*, que podem estar relacionadas à sua variedade interespecíficas. Contudo, os perfis funcionais dos microbiomas intestinais gerais entre as duas espécies de abelhas convergem, provavelmente como resultado da sobreposição de nichos ecológicos das duas espécies.

Cao *et al.* (2021) geraram uma escala cromossômica da sequência do genoma para o HRJHB, (linhagem de abelhas altamente produtoras de geleia real) obtida por seleção artificial sucessiva de abelhas italianas (*Apis mellifera ligustica*) na China, fazendo do país o maior produtor de geleia real do mundo. Usou-se leituras longas PacBio, leituras curtas Illumina e a técnica de captura de conformação cromossômica Hi-C. A sequência do genoma emerge como recurso relevante para explorar a base molecular da alta produção de geleia real nas abelhas e promoverá avanços genéticos adicionais, posto que o HRJHB poderá representar um novo modelo animal para pesquisar as implicações da seleção artificial em insetos.

Na mesma vertente de análise, contudo, com escopo de pesquisa diferente, Getachew *et al.* (2020) sequenciaram, montaram e registraram os transcriptomas do tipo selvagem (SPE1) e três mutantes (SPE2, SPE3 e SPE4) com patogenicidade reduzida que foram construídos em estudo



anterior. A análise do transcriptoma concentra-se principalmente nas alterações individuais da expressão gênica em indivíduos afetados versus não afetados, além de permitir entender a função coordenada de múltiplos genes, observando as redes de coexpressão. Os resultados apresentaram vários genes com um papel potencial na patogenicidade fúngica subregulados em mutantes, em comparação com o tipo selvagem, incluindo 100 enzimas hidrolíticas, 117 fatores de transcrição e 47 genes relacionados à parede celular. Os autores esclarecem que o desenvolvimento da imunidade inata em organismos multicelulares é definido pela evolução de receptores de superfície celular que podem detectar moléculas cujo padrão químico é conservado em várias classes de organismos estranhos, mas está ausente em moléculas “próprias”.

Naeem *et al.* (2018) examinaram a adequação do habitat para invasão de *B. terrestris* nos países do Leste Asiático e o risco de sobreposição de habitat com 24 espécies de abelhas de diferentes grupos na China, partindo do pressuposto que todos os países do Leste Asiático sejam suscetíveis à invasão por *B. terrestris*, com o potencial de transmissão horizontal de doenças para abelhas locais. A China tem a mais rica diversidade de abelhas com 125 espécies, o que corresponde a 50% do número total de espécies de abelhas em todo o mundo. De igual modo o país se apresenta seguida pelo Japão, Coréia do Norte, Coréia do Sul e Mongólia foram consideradas altamente adequadas para invasão, o que permite sugerir de o uso do abelhão europeu *B. terrestris* introduzido para serviços de polinização deve ser desencorajado.

O estudo de Ahmad *et al.* (2022) objetivou medir o ácido de HGs (glândulas exócrinas hipofaríngeas) e comparar sua análise fosfoproteômica entre as novas abelhas geleia real (RJBs) e as abelhas italianas (ITBs). Nas abelhas, os HGs exócrinos são responsáveis pela síntese da enzima que metaboliza o nutriente e produz a geleia real como alimento larval. O trabalho apresentou uma caracterização abrangente da fosforilação de HGs e informações que corroboram para o entendimento das funções biológicas do desenvolvimento de HGs em abelhas recém-emergidas de ambos os estoques de abelhas.

Powell *et al.* (2018) e Seeburger *et al.* (2022) pesquisaram sobre a microbiota intestinal das abelhas a partir do isolamento da rainha e do trissacarídeo melezitose na alimentação das abelhas. Powell *et al.* (2018) identificaram as possíveis consequências do isolamento da rainha na composição da microbiota intestinal, que por sua vez pode afetar a saúde geral da rainha e da colônia. O experimento comparou rainhas não isoladas (grupo controle) e isolada (grupo experimental). Os resultados assemelham-se com o de estudos anteriores, que mostraram que as rainhas das abelhas melíferas carecem da microbiota central estável associada às operárias e que têm comunidades bacterianas muito menos diversas e menos consistentes do que as operárias de idades semelhantes. Por sua vez, Seeburger *et al.* (2022) avaliaram a hipótese de que a melezitose pode ser a causa da chamada ‘doença do fluxo de orvalho’, que ocorre quando as abelhas se alimentam de mel de melada e sofrem dessa intoxicação alimentar. Concluiu-se que a melezitose não é facilmente digerida pelo hospedeiro e pode se acumular no intestino posterior, confirmando a relação causal entre a melezitose e a doença do fluxo de melada.

Outros estudos que abordam temas correlatos a dieta das abelhas e seus impactos na saúde e manutenção das colônias foram realizados por Branchiccela *et al.* (2019) e Canche-Colli *et al.* (2021). Branchiccela *et al.* (2019) analisaram como o estresse nutricional afeta a força e a saúde da colônia, por meio de experimento com dois grupos de colônias instalados em uma plantação de *Eucalyptus grandis* no início do período de floração (outono), reproduzindo um cenário natural. Um grupo teve acesso ao pólen disponível nesta plantação, e o outro foi suplementado com uma pasta de pólen polifloral durante todo o período de floração. A curto prazo, colônias sob estresse nutricional apresentaram maior nível de infecção por *Nosema* spp. e menor cria e população de abelhas adultas, em comparação com colônias suplementadas, enquanto estas exibiram maior nível de infecção com vírus de RNA; a longo prazo, a população de abelhas não se recuperou na primavera, como ocorreu nas colônias suplementadas, confirmando que o estresse teve impacto severo na força da colônia.

A pesquisa de Canche-Colli *et al.* (2021) avaliaram o efeito de suplementos dietéticos de leveduras de abelhas nativas e óleos essenciais de uma planta nativa sobre as variáveis de saúde



e imunidade das abelhas operárias recém-emergidas de *A. mellifera*. Os resultados apontaram que dietas contendo leveduras ou óleos essenciais podem contribuir com a sobrevivência das abelhas operárias, ao induzir maior ingestão de alimentos, ocasionar acúmulo significativo no corpo de gordura e gerar maior expressão de genes pertinentes ao sistema imunológico.

Trabalhos com a temática da apicultura migratória foram feitos por Alger *et al.* (2018) e Abbasi *et al.* (2021). Alger *et al.* (2018) conduziram um experimento duplo no qual controlaram as condições migratórias, o tempo de amostragem e as práticas de manejo dos apicultores na cultura de amêndoas nos EUA, para fins de examinar as diferenças na prevalência e carga de parasitas e patógenos, bem como no tamanho das colônias migratórias e estacionárias. Constatando que embora as condições migratórias possam afetar negativamente a saúde da colônia e aumentar a carga de doenças, em alguns casos esses impactos foram transitórios. Na pesquisa de Abbasi *et al.* (2021) averiguaram o papel polinizador *A. mellifera* L., *A. cerana*, *A. dorsata* no aumento da produção de sementes da cultura do girassol no Paquistão. Foram conduzidos quatro tratamentos para comparação sendo: 1 colmeia para cada 1 acre; 3 colmeias a cada 1 acre e 0 colmeias em 1 acre e o controle. Verificou-se que *A. mellifera* foi o polinizador dominante da cultura do girassol com 17,11% de abundância, seguido por *A. cerana* 3,46% e a 2,12% *A. dorsata*. Além disso, o rendimento econômico foi significativamente maior nos campos que foram polinizadas por mais colmeias em comparação com menos colmeias.

Embora a temática biodiversidade, serviços ecossistêmicos por meio da polinização e sua importância para a manutenção de um ecossistema equilibrado tenha sido citado nos trabalhos para justificar a realização dos estudos, tais temas não foram contemplados de forma recorrente nos trabalhos analisados. Nas práticas agrícolas atuais, as abelhas melíferas estão ficando cada vez mais expostas a inseticidas como consequência do comportamento de forrageamento em terras agrícolas, problemática abordada pelos autores que potencialmente está associado aos danos ecológicos já imputados e que compromete a sobrevivência das abelhas e toda a corrente biológica ligadas a elas.

Verificou-se uma carência de trabalhos que aborde a Valoração Econômica dos Recursos Ambientais, na perspectiva dos serviços ecossistêmicos prestados, visto que definir o valor econômico dos recursos ambientais, assim como existe para outros bens e serviços presentes na economia. Ainda que o uso de alguns recursos ambientais não tenha seu preço contemplado nos custos de produção, seu valor monetário se evidencia na medida em que sua disponibilidade/uso altera o nível de produção e consumo (bem-estar) da sociedade. Igualmente, não foram identificados trabalhos que contemplassem aspectos correlatos a gestão e negócios na apicultura, como custos de produção na atividade apícola, canais de comercialização, potencial do mercado nacional e mundial de mel e demais produtos, o que emergem como temas potenciais para trabalhos futuros.

Conclusões

Verificou-se a necessidade de estudos nacionais que integrem diferentes aspectos da cadeia apícola. Foi observado uma carência de pesquisas voltadas a apicultura como atividade econômica com viés ambiental e social, não sendo identificados trabalhos que abordem a gestão da atividade, canais de comercialização, atributos qualitativos dos produtos apícola, mercado existentes e emergentes entre outros fatores que igualmente influenciam no grau de atratividade em se inserir e permanecer na atividade.

Nesse sentido, sugere-se para trabalhos futuros a implementação de metodologias multidisciplinares que integrem abordagens ambiental, econômica e social. Pesquisas de campo, aliadas a análises quantitativas e qualitativas podem fornecer dados robustos sobre os benefícios e desafios da apicultura. Colaborações entre cientistas, apicultores, comunidades locais e formuladores de políticas são essenciais para desenvolver estratégias efetivas que promovam a apicultura sustentável.

Destarte, investir em pesquisas que avaliem e potencializem os benefícios socioambientais da apicultura é uma necessidade premente para assegurar um futuro mais equilibrado e sustentável.

Referências



ABBASI, K. H.; JAMAL, M.; AHMAD, S.; GHRAMH, H. A.; KHANUM, S.; KHAN, K. A.; ULLAH, M. A.; ALJEDANI, D. M.; ZULFIQAR, B. Standardization of managed honey bee (*Apis mellifera*) hives for pollination of Sunflower (*Helianthus annuus*) crop. **Journal Of King Saud University - Science**, [S.L.], v. 33, n. 8, p. 1-5, dez. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101608>.

AHMAD, S.; KHAN, K. A.; GHRAMH, H. A.; LI, J. Phosphoproteomics analysis of hypopharyngeal glands of the newly emerged honey bees (*Apis mellifera ligustica*). **Journal Of King Saud University - Science**, [S.L.], v. 34, n. 6, p. 1-7, ago. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102206>.

ALGER, S. A.; BURNHAM, P. A.; LAMAS, Z. S.; BRODY, A. K.; RICHARDSON, L. L. Home sick: impacts of migratory beekeeping on honey bee (*apis mellifera*) pests, pathogens, and colony size. **Peerj**, [S.L.], v. 6, p. 1-22, 2 nov. 2018. PeerJ. <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.5812>.

BÖHME, F.; BISCHOFF, G.; ZEBITZ, C. P. W.; ROSENKRANZ, P.; WALLNER, K. Pesticide residue survey of pollen loads collected by honeybees (*Apis mellifera*) in daily intervals at three agricultural sites in South Germany. **Plos One**, [S.L.], v. 13, n. 7, p. 1-21, 6 jul. 2018. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0199995>.

BRANCHICCELA, B.; CASTELLI, L.; CORONA, M.; DÍAZ-CETTI, S.; INVERNIZZI, C.; LAESCALERA, G. Martínez de; MENDOZA, Y.; SANTOS, E.; SILVA, C.; ZUNINO, P. Impact of nutritional stress on the honeybee colony health. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-11, 12 jul. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-46453-9>.

BROECKX, B. J. G.; SMET, L. de; BLACQUIÈRE, T.; MAEBE, K.; KHALENKOW, M.; VAN POUCKE, M.; DAHLE, B.; NEUMANN, P.; NGUYEN, K. B.; SMAGGHE, G. Honey bee predisposition of resistance to ubiquitous mite infestations. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-11, 24 maio 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-44254-8>.

CAO, L.; ZHAO, X.; CHEN, Y.; SUN, C. Chromosome-scale genome assembly of the high royal jelly-producing honeybees. **Scientific Data**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1-6, 25 nov. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41597-021-01091-7>.

CANCHÉ-COLLÍ, C.; ESTRELLA-MALDONADO, H.; MEDINA-MEDINA, L. A.; MOO-VALLE, H.; CALVO-IRABIEN, L. M.; CHAN-VIVAS, E.; RODRÍGUEZ, R.; CANTO, A. Effect of yeast and essential oil-enriched diets on critical determinants of health and immune function in Africanized *Apis mellifera*. **Peerj**, [S.L.], v. 9, p. 1-24, 15 out. 2021. PeerJ. <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.12164>.

CARVALHO, D. M. C.; AMORIM, L. B.; SOUZA, D. C.; COSTA, C. P. M. Apicultura em São Raimundo Nonato, Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 1, p. 85-91, 2019.

CRONIN, P.; RYAN, F.; COUGHLAN, M. Undertaking a literature review: a step-by-step approach. **British Journal of Nursing**, v. 17, n. 1, 2008.

DAI, P.; JACK, C. J.; MORTENSEN, A. N.; BUSTAMANTE, T. A.; ELLIS, J. D. Chronic toxicity of amitraz, coumaphos and fluvalinate to *Apis mellifera* L. larvae reared in vitro. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1-9, 4 abr. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-24045-3>.

DIAO, Q.; YANG, D.; ZHAO, H.; DENG, S.; WANG, X.; HOU, C.; WILFERT, L.L. Prevalence and population genetics of the emerging honeybee pathogen DWV in Chinese apiculture. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-10, 19 ago. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/>



s41598-019-48618-y.

FILIPPI, A. C. G.; GUARNIERI, P.; CUNHA, C. A. da. Condomínios Rurais: revisão sistemática da literatura internacional. **Estudos Sociedade e Agricultura**, [S.L.], v. 27, n. 3, p. 525-546, 1 out. 2019. Revista Estudos Sociedade e Agricultura. <http://dx.doi.org/10.36920/esa-v27n3-4>.

FILIPPI, A. C. G.; GUARNIERI, P. O agronegócio brasileiro e o mundo rural: revisão sistemática de literatura. **Revista Agropampa**, v. 3, n. 3, 2020.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **LOGEION: Filosofia da informação**, v. 6 n. 1, p.57-73, 2020.

GAO, J.; YANG, Y.; MA, S.; LIU, F.; WANG, Q.; WANG, X.; WU, Y.; ZHANG, L.; LIU, Y.; DIAO, Q. Combined transcriptome and metabolite profiling analyses provide insights into the chronic toxicity of carbaryl and acetamiprid to *Apis mellifera* larvae. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 1-15, 7 out. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-022-21403-0>.

GETACHEW, A.; ABEJEW, T. A.; WU, J.; XU, J.; YU, H.; TAN, J.; WU, P.; TU, Y.; KANG, W.; WANG, Z. Transcriptome profiling reveals insertional mutagenesis suppressed the expression of candidate pathogenicity genes in honeybee fungal pathogen, *Ascosphaera apis*. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-18, 5 maio 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-64022-3>.

GRAAF, D. C. de; LAGET, D.; SMET, L. de; BOÚÚAERT, D. C.; BRUNAIN, M.; VEERKAMP, R. F.; BRASCAMP, E. W. Heritability estimates of the novel trait 'suppressed in ovo virus infection' in honey bees (*Apis mellifera*). **Scientific Reports**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-10, 31 ago. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-71388-x>.

INVERNIZZI, C.; NOGUEIRA, E.; JURI, P.; SANTOS, E.; ARREDONDO, D.; BRANCHICCELA, B.; MENDOZA, Y.; ANTÚNEZ, K. Epormenis cestri secretions in *Sebastiania schottiana* trees cause mass death of honey bee *Apis mellifera* larvae in Uruguay. **Plos One**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 1-14, 9 jan. 2018. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0190697>.

Jl, Y.; LI, X.; JI, T.; TANG, J.; QIU, L.; HU, J.; DONG, J.; LUO, S.; LIU, S.; FRANDSEN, P. B. Gene reuse facilitates rapid radiation and independent adaptation to diverse habitats in the Asian honeybee. **Science Advances**, [S.L.], v. 6, n. 51, p. 1-14, 18 dez. 2020. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.abd3590>.

LUO, Q.-H.; GAO, J.; GUO, Y.; LIU, C.; MA, Y.-Z.; ZHOU, Z.-Y.; DAI, P.-L.; HOU, C.-S.; WU, Y.-Y.; DIAO, Q.-Y. Effects of a commercially formulated glyphosate solutions at recommended concentrations on honeybee (*Apis mellifera* L.) behaviours. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 1-8, 22 jan. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-80445-4>.

MOZZATO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: potencial e desafios. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 4, p. 731-747, 2011.

NAEEM, M.; YUAN, X.; HUANG, J.; AN, J. Habitat suitability for the invasion of *Bombus terrestris* in East Asian countries: a case study of spatial overlap with local chinese bumblebees. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1-10, 23 jul. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-29414-6>.



NUNES, S. P.; HEINDRICKSON, M. A cadeia produtiva do mel no Brasil: análise a partir do sudoeste Paranaense. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 16950-16967, 2019.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. R. de; HEIDORN, L. L.; CASTRO, A. C. de; VILELA, J. D. C. F.; CRUZ, J. E. Abordagem de Cluster e Redes em Complexos Agroindustriais como Estratégias de Coopetição: uma Revisão Sistemática de Literatura. IX Encontro de Estudos em Estratégia - 3Es 2020. Evento on-line - 1º e 2 de setembro de 2020 - ISSN 2177-2452 - versão online.

OSTERMAN, J.; WINTERMANTEL, D.; LOCKE, B.; JONSSON, O.; SEMBERG, E.; ONORATI, P.; FORSGREN, E.; ROSENKRANZ, P.; RAHBEEK-PEDERSEN, T.; BOMMARCO, R. Clothianidin seed-treatment has no detectable negative impact on honeybee colonies and their pathogens. **Nature Communications**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-13, 11 fev. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-019-08523-4>.

PEGORARO, A.; FERRAZ, M. M.; PFAW, E.; MOURA, M. E. K.; NUNES, T. M. D.; NIENOW, V. V.; POLAK, L.; BORIO, C. L.; KRÜGER, E.; TEIXEIRA, R. A.; LIMA, M. A. O.; COSTA, D. C. P. B.; MARTINS, W. J.; MERCER, A. S.; BORSSATT, F. **Aspectos práticos e técnicos da Apicultura no Sul do Brasil**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

POWELL, J. E.; EIRI, D.; MORAN, N. A.; RANGEL, J. Modulation of the honey bee queen microbiota: effects of early social contact. **Plos One**, [S.L.], v. 13, n. 7, p. 1-14, 12 jul. 2018. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0200527>.

RIBEIRO, C. A.; OLIVEIRA, I. N. S.; GOMES, D. G. Uma Análise Bibliométrica da Produção Científica em Apicultura de Precisão. *In*: ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO DO CEARÁ, MARANHÃO E PIAUÍ (ERCEMAPI), 10., 2022, São Luís. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 159-168. DOI: <https://doi.org/10.5753/ercemapi.2022.226438>.

RIBEIRO, R. E.; SILVA, E. da C.; SILVA, J. M.; SOUSA, S. B.; MOURA, T. T.; FERNANDES, V. E. S. B.; GURJÃO, T. A.; MATIAS, P. F. J.; DE ASSYS, R. M. da M. S.; HENRIQUE, M. N. H. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, A. A.; JANUÁRIO, D. M. P.; MEDEIROS, A. C. de. Contaminação do mel, cuidados e controles - revisão. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.], v. 12, n. 1, 2023. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/CVADS/article/view/10045>. Acesso em: 24 maio. 2024.

SAGILI, R. R.; METZ, B. N.; LUCAS, H. M.; CHAKRABARTI, P.; BREECE, C. R. Honey bees consider larval nutritional status rather than genetic relatedness when selecting larvae for emergency queen rearing. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1-11, 16 maio 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-25976-7>.

SANTOS, J. O. Um estudo sobre a evolução histórica da apicultura. 2015. 95f. (**Dissertação de Mestrado Profissional**), Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande – Pombal – Paraíba – Brasil, 2015.

SEEBURGER, V. C.; D'ALVISE, P.; SHAABAN, B.; SCHWEIKERT, K.; LOHAUS, G.; SCHROEDER, A.; HASSELMANN, M. The trisaccharide melezitose impacts honey bees and their intestinal microbiota. **Plos One**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 1-19, 10 abr. 2020. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0230871>.

VIDAL, M. de F. Mel Natural: Cenário Mundial e Situação da Produção na Área de Atuação do BNB.



Caderno Setorial ETENE, n.157, Mar. 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/801/1/2021_CDS_157.pdf.

Acesso em: 23 mai. 2024.

WIGNALL, V. R.; CAMPBELL, H. I.; DAVIES, N. L.; KENNY, S. D.; MCMINN, J. K.; RATNIERKS, F. L. W. Variação sazonal na competição exploradora entre abelhas e abelhas. **Oecologia**, v. 192, p. 351-361, 2020.

WU, Y.; ZHENG, Y.; WANG, S.; CHEN, Y.; TAO, J.; CHEN, Y.; CHEN, G.; ZHAO, H.; WANG, K.; DONG, K. Genetic divergence and functional convergence of gut bacteria between the Eastern honey bee *Apis cerana* and the Western honey bee *Apis mellifera*. **Journal of Advanced Research**, [S.L.], v. 37, p. 19-31, mar. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jare.2021.08.002>.

YI, D.; FANG, Z.; YANG, L. Effects of Bt cabbage pollen on the honeybee *Apis mellifera* L. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1-6, 11 jan. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-18883-w>.

ZALUSKI, R.; BITTARELLO, A. C.; VIEIRA, J. C. S.; BRAGA, C. P.; PADILHA, P. de M.; FERNANDES, M. S.; BOVI, T. de S.; ORSI, R. de O. Modification of the head proteome of nurse honeybees (*Apis mellifera*) exposed to field-relevant doses of pesticides. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 1-11, 10 fev. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-59070-8>.

ZHANG, Y.; ZENG, D.; LI, L.; HONG, X.; LI-BYARLAY, H.; LUO, S. Assessing the toxicological interaction effects of imidacloprid, thiamethoxam, and chlorpyrifos on *Bombus terrestris* based on the combination index. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 1-9, 15 abr. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-022-09808-3>.

ZIEGELMANN, B.; ABELE, E.; HANNUS, S.; BEITZINGER, M.; BERG, S.; ROSENKRANZ, P. Lithium chloride effectively kills the honey bee parasite *Varroa destructor* by a systemic mode of action. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1-9, 12 jan. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-19137-5>.