

ANÁLISE DO DECLÍNIO POPULACIONAL DE ABELHAS (HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) NO BRASIL E SEUS EFEITOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS

ANALYSIS OF THE POPULATION DECLINE OF BEES (HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) IN BRAZIL AND ITS ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFECTS

ANÁLISIS DE LA DISMINUCIÓN DE LA POBLACIÓN DE ABEJAS (HYMENOPTERA: ANTHOPHILA) EN BRASIL Y SUS EFECTOS AMBIENTALES Y ECONÓMICOS

Matheus Silva Racca Fernandes¹ ; Zeneida Teixeira Pinto² 

¹Graduando em Ciências Biológicas – Universidade Estácio de Sá (UNESA) e pesquisador do Laboratório de Educação em Ambiente e Saúde (LEAS) na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil; ²Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e Pesquisadora Titular em Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)/Laboratório de Educação em Ambiente e Saúde (LEAS), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

*Autor correspondente: matheusraccafernandes@gmail.com.

Recebido: 03/07/2023 | Aprovado: 17/08/2023 | Publicado: 18/08/2023

Resumo: A polinização é um serviço ecossistêmico de grande valor que promove benefícios para os setores econômicos, sociais e ambientais. As abelhas (Hymenoptera: Anthophila) são os principais agentes envolvidos neste processo e são responsáveis por cultivarem 70% das culturas agrícolas em escala global. Contudo, estudos recentes relataram que a densidade populacional deste grupo no Brasil encontra-se em risco nas últimas décadas perante a diversos obstáculos antrópicos. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo principal determinar os principais efeitos para a biodiversidade de espécies nativas e para a agroeconomia entre 2000 e 2022 no Brasil. Para a coleta de dados sobre o tema foi realizado um levantamento bibliográfico prévio, entre janeiro de 2023 a junho de 2023, com o intuito de recolher informações preliminares, delimitar o tema e auxiliar na fundamentação teórica. Para tal, foram utilizados livros e artigos acadêmicos disponíveis online em sites, bem como revistas de divulgação científica. Foram encontradas um total de 43 publicações referentes ao assunto e 33 revistas diferentes como referência para a montagem do estudo. Diante das análises e revisões realizadas, concluiu-se que a queda na densidade populacional de abelhas é um fenômeno notável em todas as regiões do país. Contudo, em relação aos efeitos ambientais e econômicos, de modo geral, grande parte dos estudos demonstraram-se limitados com relação as consequências de médio a longo prazo nos demais setores, principalmente no âmbito ambiental que depende fortemente do serviço polinizador.

Palavras-chave: Artrópode. Biodiversidade. Conservação Ambiental. Polinização.

Abstract: Pollination is a valuable ecosystem service that promotes benefits for economic, social and environmental sectors. Bees (Hymenoptera: Anthophila) are the main agents involved in this process and are responsible for cultivating 70% of agricultural crops on a global scale. However, recent studies have reported that the population density of this group in Brazil has been at risk in recent decades due to various anthropic obstacles. In this context, the main objective of this study was to determine the main effects on biodiversity of native species and on agroeconomics between 2000 and 2022 in Brazil. For the collection of data on the subject, a previous bibliographical survey was carried out, between January 2023 and June 2023, in order to collect preliminary information, delimit the subject and assist in the theoretical foundation. For this, we used books and academic articles available online on websites, as well as science magazines. A total of 43 publications related to the subject were found and 33 different magazines were found as a reference for the study assembly. In view of the analyzes and revisions carried out, it was concluded that the drop in the population density of bees is a remarkable phenomenon in all regions of the country. However, in relation to the environmental and economic effects, in general, most of the studies proved to be limited in relation to the medium to long-term consequences in other sectors, mainly in the environmental scope, which strongly depends on the pollinator service.

Keywords: Arthropod. Biodiversity. Environmental Conservation. Pollination.

Resumen: La polinización es un valioso servicio ecossistémico que promueve beneficios para los sectores económico,

social y ambiental. Las abejas (Hymenoptera: Anthophila) son los principales agentes implicados en este proceso y son las responsables de cultivar el 70% de los cultivos agrícolas a escala mundial. Sin embargo, estudios recientes han informado que la densidad de población de este grupo en Brasil ha estado en riesgo en las últimas décadas debido a diversos obstáculos antrópicos. En este contexto, el objetivo principal de este estudio fue determinar los principales efectos sobre la biodiversidad de especies nativas y sobre la agroeconomía entre 2000 y 2022 en Brasil. Para la recolección de datos sobre el tema se realizó un levantamiento bibliográfico previo, entre enero de 2023 y junio de 2023, con el fin de recolectar información preliminar, delimitar el tema y auxiliar en la fundamentación teórica. Para ello se utilizaron libros académicos y artículos disponibles en línea en sitios web, así como revistas científicas. Se encontró un total de 43 publicaciones relacionadas con el tema y 33 revistas diferentes como referencia para el montaje del estudio. En vista de los análisis y revisiones realizadas, se concluyó que la caída en la densidad poblacional de abejas es un fenómeno notable en todas las regiones del país. Sin embargo, en relación a los efectos ambientales y económicos, en general, la mayoría de los estudios se muestran limitados en relación a las consecuencias a medio y largo plazo en otros sectores, principalmente en el ámbito ambiental, que depende fuertemente del servicio polinizador.

Palabras-clave: Artrópodo. Biodiversidad. Conservación del medio ambiente. Polinización

1 INTRODUÇÃO

A polinização é um serviço de valor inestimável que promove benefícios para os setores econômicos, alimentícios, farmacêuticos, bem como para o próprio meio ambiente garantindo a variabilidade genética, sobrevivência de espécies e equilíbrio ecossistêmico em escala global (Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). O principal agente no processo de polinização são as abelhas que pertencem à ordem Hymenoptera, subgrupo Anthophila, e que corresponde a um grupo bem diversificado de polinizadores economicamente e ecologicamente relevantes (Michener, 2007; Maggi et al., 2016).

Contudo, o declínio de abelhas apresenta-se de maneira mais frequente em diversos países do mundo, fato esse que acontece há mais de uma década. Após 1950, todos os continentes relataram um declínio acentuado na riqueza de espécies de abelhas (Zattara & Aizen, 2021). Nos últimos 60 anos, a expansão agrícola correlacionada com o uso de fertilizantes químicos e pesticidas, remoção de habitats naturais e de sistemas naturais de drenagens e as mudanças climáticas são julgados como os principais agentes envolvidos no declínio populacional de abelhas e de insetos de modo geral (Genersch, 2010; Döhler & Pina, 2017; Chagas et al., 2019; Nunes et al., 2021; Lewinsohn et al., 2022).

1.1 Agentes causadores do declínio populacional de abelhas (Hymenoptera: Anthophila) no Brasil

1.1.1 Perda de habitat

Após a segunda guerra mundial, a fragmentação e perda do habitat natural causados pela intensificação da atividade agrícola e da urbanização foi um fator substancial para o início da extinção das abelhas (Hamblin, Youngsteadt & Frank, 2018; Beringer, Maciel & Tramontina, 2019). A delimitação de habitats ricos em composição florística e transformação destes em terras agrícolas tem sido o principal impulsionador de declínios a longo prazo em abelhas. O impacto na paisagem natural paralelo com as mudanças climáticas afetaram drasticamente a disponibilidade de alimentos, abrigos e sítios de nidificação (Döhler & Pina, 2017).

Estudos recentes demonstraram que as mudanças climáticas e a redução de habitats naturais irão

ocasionar a extinção de diversas espécies de abelhas selvagens entre 2050 e 2080 no Brasil (Giannini et al., 2012; Lima & Marchioro, 2021). Os efeitos da urbanização em conjunto com o aumento da temperatura afetam as abelhas silvestres diretamente gerando mudanças na aptidão, desempenho e sobrevivência de indivíduos. Além de torná-las mais suscetíveis a outros estressores ambientais como: escassez hídrica, baixa disponibilidade de alimentos e aumento da disputa interespecífica por recursos (Hamblin, Youngsteadt & Frank, 2018).

1.1.2 Introgessão entre populações

A introgessão entre populações de subespécies vizinhas de abelhas vem demonstrando ser um outro problema que deve ser reconhecido no país. A introdução de abelhas durante muitos séculos em locais que careciam de populações nativas, como no caso das Américas, resultaram na hibridização e/ou dominância sobre as espécies já existentes (Ferreira Jr et al., 2012; Drossart & Gérard, 2020).

O principal exemplo no Brasil são as “abelhas africanizadas”, subespécies híbridas resultantes do cruzamento entre espécies nativas europeias e africanas inseridas na metade do século XX. As novas espécies ou subespécies são consideradas mais agressivas que a espécie nativa europeia, e sua dispersão desgovernada em busca de novos recursos vem atingindo países vizinhos e até outros continentes, estimulando ainda mais novos problemas socioambientais (Drossart & Gérard, 2020). Embora o fluxo gênico seja tratado como fator comum em um contexto natural, o desaparecimento de espécies nativas indica a diminuição e/ou perda de diversas adaptações locais que foram moldadas e selecionadas pela seleção natural ao longo de muitos anos, tanto de abelhas quanto de plantas beneficiadas pela polinização (Ferreira Jr et al., 2012).

1.1.3 Patógenos

Sob outra perspectiva, a intensificação do transporte de abelhas e de colônias pelo mundo, alinhado com a introgessão, ocasionou na troca de parasitos e patógenos entre populações de abelhas. Há fortes evidências de que a presença de patógenos e parasitoides não nativos estão devastando populações. Um dos exemplos mais conhecidos é a disseminação do *Varroa destructor* (Moreira et al., 2017), ácaro ectoparasita que se alimenta de *Apis mellifera*, do continente asiático para as Américas e atingindo até a Europa (Rosenkranz, Aumeier & Ziegelmann, 2010; Nazzi et al., 2012).

No sudeste do país, estudos recentes realizados com milhares de abelhas brasileiras detectaram a presença de novas viroses em análises moleculares que acometem a espécie *A. mellifera*, causando problemas desde o estágio larval até a fase adulta (Teixeira et al., 2008; Chagas et al., 2019). No estado de São Paulo também há novas descrições de esporos de microrganismos altamente nocivos para as abelhas em amostras de mel, pólen e geleias, como: *Paenibacillus larvae* (bactéria), *Ascosphaera apis* (fungo), *Nosema ceranae* (fungo) e *Nosema apis* (fungo) (Teixeira et al., 2018).

1.1.4 Agrotóxicos

Estudos recentes indicaram que o uso de pesticidas e fertilizantes químicos estão conectados de modo

direto com o desaparecimento das abelhas na América do Sul (Sanchez-Bayo & Goka, 2014). O Brasil é líder mundial no uso de agrotóxicos desde 2008 e as recentes mudanças na legislação têm facilitado a comercialização de alguns agrotóxicos cuja comercialização está proibida em vários países (Dos Santos, Otesbelgue, & Blochtein, 2018; Nunes et al., 2021).

De acordo com Castilhos, Bergamo & Kastelic, (2021), os pesticidas foram os principais responsáveis pela perda de quase metade das colônias em apenas um curto período entre 2018 e 2019 no Brasil. A aplicação de herbicidas em culturas cultivadas são altamente eficazes no combate a proliferação de ervas daninhas e outros patógenos, mas, inevitavelmente, o seu uso também reduz a disponibilidade de flores para os polinizadores e causa efeitos tóxicos em abelhas (Goulson et al., 2015). Os neonicotinóides, tipo de pesticida mais nocivo e frequentemente encontrado em colônias, são capazes de afetar o sistema nervoso central das abelhas e causar deficiências nas habilidades cognitivas, alterando comportamento, interação e habilidades manuais consideradas fundamentais para a sobrevivência das abelhas (Feltham, Park & Goulson, 2014).

Diante disso, estudos que consistem na avaliação dos impactos e consequências frente a este fenômeno negativo no meio ambiente e na economia são altamente relevantes para ressaltar a importância que os insetos possuem na manutenção de um ecossistema saudável. Portanto, o presente estudo teve como objetivo principal determinar os principais efeitos para a biodiversidade de espécies da flora nativa e para a agroeconomia diante do declínio populacional de abelhas, no período entre 2000 e 2022, no Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a coleta de dados sobre o tema foi realizado um levantamento bibliográfico prévio, entre janeiro de 2023 a junho de 2023, com o intuito de recolher informações preliminares, delimitar o tema e auxiliar na fundamentação teórica, para tal foram utilizados livros e artigos acadêmicos disponíveis no formato online, em sites e revistas de divulgação científica, reunindo e comparando os diferentes dados obtidos nas fontes que foram consultadas com o intuito de garantir a veracidade dos dados apresentados em relação ao desaparecimento de abelhas e suas consequências ambientais e econômicas nas últimas duas décadas.

Como critérios para avaliação, seleção e inclusão de artigos, livros, teses e monografias publicadas foram utilizados: Publicações indexadas no Google Acadêmico e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO); publicações correlacionadas com o assunto; estudos nacionais e internacionais publicados em periódicos dentro do período definido de 2000 a 2022. Foram utilizados descritores em idioma português e inglês com o intuito de ampliar os resultados da pesquisa bibliográfica, dentre eles: declínio de abelhas no Brasil, *bee decline Brazil*, *bee decline*, *beekeeper economy Brazil*, *Anthophila population*, *Anthophila diversity*, *consequences of bee decline*, *honeybee*, *bee population decline statistics*, *Brazil apiculture*, consequências ambientais a partir do declínio de abelhas, declínio das abelhas e consequências econômicas.

Dos trabalhos selecionados foram registradas as seguintes informações: regiões do Brasil, agentes causadores do declínio de abelhas no Brasil, evidências de queda populacional de abelhas silvestres e domésticas, consequências desencadeadas pelo declínio populacional de abelhas e correlação das consequências geradas com

os setores econômicos e ambientais do país.

Com relação aos critérios de seleção de artigos, foram adotados dois aspectos principais: I) Fatores impulsionadores do declínio populacional de abelhas nativas; II) Os efeitos ambientais e econômicos causados pelo declínio populacional.

Tratando-se do primeiro critério de seleção (I - Fatores impulsionadores do declínio populacional de abelhas nativas), foram selecionados os quatro principais agentes causadores do fenômeno de queda com base na maior ocorrência relatada por cada região do país, sendo estas, enumeradas e exibidas no subtópico da introdução.

Respeitando o segundo critério de seleção (II - Os efeitos ambientais e econômicos causados pelo declínio populacional) e tratando-se dos efeitos ambientais, foram discutidos, no presente estudo, aqueles que são mais frequentemente apontados e discutidos na literatura científica, tais como: perda de biodiversidade de espécies de plantas nativas, fragmentação e redução do habitat e fatores antrópicos promotores da extinção das abelhas. Com relação aos trabalhos utilizados para a conclusão dos efeitos econômicos, foram analisadas informações acerca da queda de colônias de abelhas, agentes causadores do declínio das colônias e impactos econômicos nos setores apícola e agrícola.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados um total de 43 publicações, sendo 42 de artigos científicos e 1 livro. Foram utilizados um total de 33 revistas diferentes como referência para a montagem do estudo, com destaque para a revista “*Apidologie*” que foi a mais empregada para publicação dos demais estudos (Tabela 1). Durante o período de 2000 a 2022, o número de publicações se tornou mais frequente apenas a partir de 2012 (Figura 1), mantendo a média de um estudo publicado anualmente. Os anos de 2018, 2019, 2020 e 2021 se destacaram como os anos mais produtivos.

Diante das análises e revisões realizadas em 43 estudos publicados entre o período de 2000 a 2022 para a elaboração deste estudo, verificou-se que a queda populacional de abelhas (Hymenoptera: Anthophila) não trata-se apenas de um fator aleatório, e sim, de um fenômeno de caráter global que vem acontecendo desde o século passado através da combinação de diversos agentes estressores, como: uso de pesticidas, patógenos, redução do habitat natural e de nutrientes e aumento da temperatura global (Girardi et al., 2008; Hamblin, Youngsteadt, & Frank, 2018; Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019; Zattara & Aizen, 2021; Lewinsohn et al., 2022).

O Brasil foi o país sul-americano que mais declinou quantitativamente com relação a populações de abelhas silvestres e domésticas, apresentando redução em todas as regiões do país. Por conta da alta demanda mundial de exportação de alimentos e outros nutrientes que necessitam da polinização, o uso de agrotóxicos aumentou exponencialmente principalmente nas últimas décadas para suprir as necessidades humanas, e este, é determinado como o principal agente causador do declínio de abelhas (Elias et al., 2017; Cardoso & Gonçalves, 2018; Castilhos et al., 2019).

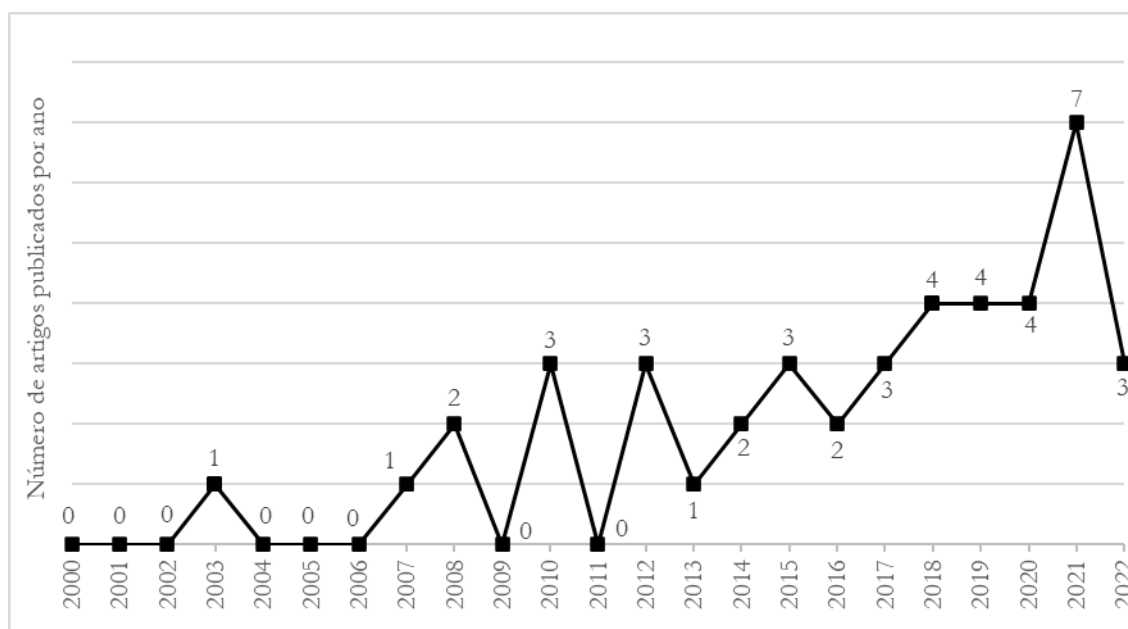
Tabela 1 – Número de artigos por revista disponíveis online sobre o declínio populacional de abelhas (Hymenoptera: Anthophila) no Brasil e seus efeitos ambientais e econômicos, no período de 2000 a 2022

Revistas	Referências	Nº de artigos por revista
<i>Apidologie</i>	Castilhos et al. 2019; de Sousa et al. 2022; Maggi et al. 2016; Pereira, Goncalves & Ramos, 2021	4
Scientia Plena	da Costa Pina et al. 2015; Döhler & Pina, 2017; Lima dos Santos, Barbosa & Prezoto, 2021	3
PLOS ONE	Dos Santos, Otesbelgue & Blochtein, 2018; Novais et al. 2016; Sanchez-Bayo & Goka, 2014	3
<i>Journal of Invertebrate Pathology</i>	Rosenkranz, Aumeier & Ziegelmann, 2020; Teixeira et al. 2008	2
<i>Urban Ecosystems</i>	Cardoso & Gonçalves, 2018; Hamblin, Youngsteadt & Frank, 2018	2
Revista Brasileira de Entomologia	Graf, Zenni & Gonçalves, 2020; Teixeira et al. 2018	2
<i>Brazilian Journal of Animal and Environmental Research</i>	Castilhos, Bergamo & Kastelic, 2021	1
<i>Brazilian Journal of Biology</i>	Colombo, A.F. & Joly, C.A. 2010	1
Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável	Moreira et al. 2017	1
Ciência Rural	Chagas et al. 2019	1
Caderno Intersaberes	de Araujo & Witt, 2020	1
<i>Insects</i>	Drossart & Gérard, 2020	1
<i>Agriculture, Ecosystems & Environment</i>	Elias et al. 2017	1
<i>Science</i>	Goulson et al. 2015	1
<i>PLOS Pathogens</i>	Nazzi et al. 2012	1
<i>Ecotoxicology</i>	Feltham, Park & Goulson, 2014	1
<i>Landscape Ecology</i>	Ferreira et al. 2015	1
<i>Ecological Modelling</i>	Giannini et al. 2012	1
<i>Biology Letters</i>	Lewinsohn et al. 2022	1
<i>Regional Environmental Change</i>	Lima & Marchioro, 2021	1
Zoologia (Curitiba)	Martins, Gonçalves & Melo, 2013	1
<i>Applied Microbiology and Biotechnology</i>	Genersch, 2010	1
<i>Johns Hopkins University Press</i>	Michener, 2007	1
<i>Research, Society and Development</i>	Nunes et al. 2021	1
Embrapa	Girardi et al. 2008	1
<i>Biological conservation</i>	Sánchez-Bayo & Wyckhuys, 2019	1

<i>Journal of Toxicology and Environmental Health</i>	Ferreira jr et al. 2012	1
<i>Abstracts</i>	Giannini et al. 2010	1
Biota Neotropica	Siqueira & Peterson, 2003	1
Revista Eletrônica Científica Da UERGS	Beringer, Maciel & Tramontina, 2019	1
Pesquisas, Botânica	Almeida et al. 2022	1
<i>One Earth</i>	Zattara & Aizen, 2021	1
Caderno Setorial ETENE	Vidal, 2021	1
Total de artigos		43

Fonte: Própria (2023)

Figura 1 – Número de artigos publicados por ano sobre o declínio populacional de abelhas (Hymenoptera: Anthophila) no Brasil e seus efeitos ambientais e econômicos, no período de 2000 a 2022



Fonte: Própria (2023)

3.1 Efeitos ambientais

Durante as últimas duas décadas, as angiospermas foram um dos principais grupos vegetais mais atingidos pela redução dos serviços prestados pelas abelhas devido à alta dependência reprodutiva que este grupo possui para a dispersão de sementes e perpetuação das espécies (da Costa Pina et al. 2015; Beringer, Maciel & Tramontina, 2019). De acordo com outros estudos, a fauna de diferentes grupos vegetais, com destaque para as gimnospermas, também declinaram em outras regiões do país, porém, não ficou evidente que esta queda esteja relacionada com a queda de abelhas silvestres (Ferreira et al., 2015).

Dois estudos analisaram o impacto da mudança nas árvores da Mata Atlântica (Colombo & Joly, 2010) e no Cerrado (Siqueira & Peterson, 2003). Ambos os estudos encontraram uma redução de 20 a 50% nas áreas de habitat adequados para a existência de abelhas. O bioma Mata Atlântica foi o que mais sofreu redução com

relação a biodiversidade de angiospermas por conta da queda de abelhas no ambiente natural, além do próprio impacto antrópico que já vem ocorrendo com este bioma (Colombo & Joly, 2010; Ferreira et al., 2015). Em contrapartida, outros estudos sugerem que os impactos na vegetação floral do bioma Cerrado foi o mais proeminente, sugerindo um acentuado declínio de abelhas selvagens nesta região (de Sousa et al., 2022; Almeida et al., 2022).

Apesar de não haver estudos relatados em outros biomas, as regiões extremo Sul e Norte do Brasil podem ser consideradas como um ponto de refúgio e conservação populacional de algumas famílias e subfamílias em função dos níveis de umidade que mantiveram-se quase inalterados nestas regiões (Giannini et al., 2010; Giannini et al., 2012). Aparentemente, algumas espécies não declinaram em cenários negativos proporcionados a elas nestes locais. Além disto, há relatos de que algumas comunidades de abelhas não nativas, existentes na região Sul, não afetaram estruturalmente comunidades nativas durante anos, indicando uma possível coexistência pacífica entre ambas as populações nesta região (Graf, L. V., Zenni, R. D., & Gonçalves, R. B. 2020). Para elucidação e conclusão de tais dados, torna-se necessário a elaboração de mais estudos com a fauna de abelhas locais nas regiões citadas.

Contudo, a urbanização aparentou ser o agente principal em termos de perda de habitats naturais para as abelhas. A riqueza de espécies diminuiu acima de 40% nos últimos anos por conta do aumento de áreas pavimentadas e destruição de áreas consideradas ideais para a sobrevivência de abelhas (Cardoso & Gonçalves, 2018). Outros estudos sugerem que a baixa disponibilidade de locais para nidificação também são agravantes diante do crescimento urbano. Porém, vale apontar que os mesmos estudos identificaram uma alta frequência de abelhas em estados altamente antropizados (como no Rio de Janeiro e Espírito Santo), sugerindo uma razoável adaptabilidade de alguns grupos em ambientes urbanizados (de Araujo & Witt, 2020; Pereira, Gonçalves & Ramos, 2021; Lima dos Santos, Barbosa & Prezoto, 2021).

Projeções futuras indicaram que mais da metade das famílias de abelhas irão entrar na lista de extinção nas próximas décadas por conta das altas temperaturas (Giannini et al., 2012). Algumas subfamílias comumente conhecidas (como: Andreninae, Megachilinae e Apinae) tiveram sua abundância populacional reduzida pela metade no início do século XXI diante da urbanização e do aumento da temperatura (Martins, Gonçalves & Melo, 2013).

3.2 Efeitos econômicos

No período entre 2013 e 2019, foi detectada a perda acima de 50% de colônias em todo território nacional (Castilhos, Bergamo & Kastelic, 2021). A região Sul foi a que apresentou o maior número de perdas (67,6%) durante esse período, seguida pela região Sudeste (63,5%), Centro Oeste (57,5%) e Norte/Nordeste (54,5%). O estado de São Paulo, uma das principais referências na atividade apícola e onde concentra-se um dos maiores números de colônias, foi o estado no qual apresentou o maior número de ocorrências de declínio de colônias (Castilhos et al., 2019;).

Para a maior parte dos apicultores, a intensificação da agricultura em conjunto com o uso de pesticidas

foi considerado uma das principais causas no declínio de colônias pelas demais regiões do país (Dos Santos, Otesbelgue, & Blochtein, 2018; Castilhos, Bergamo & Kastelic, 2021). Ademais, há de se ressaltar que o cenário exacerbado de perdas pode aumentar nos próximos anos por conta das novas medidas adotadas pela legislação brasileira, possibilitando utilizar um maior número de agrotóxicos nas culturas cultivadas (Nunes et al., 2021). Por conseguinte, é de suma importância que em estudos futuros abordem uma nova avaliação do número de colônias por regiões com o intuito de analisar os efeitos econômicos e produtivos causados mediante ao maior número de agrotóxicos presentes em culturas.

Apesar da clara evidência de declínio de colônias em todo o Brasil, a produção de mel em escala nacional aumentou entre o período de 2011 a 2019. De acordo com os dados, a região Sul continua respondendo pelo maior volume de mel produzido no país, a região Nordeste encontra-se em segundo lugar e em seguida as regiões Sudeste, Centro oeste e Norte nesta ordem (Novais et al., 2016; Vidal, 2021).

Como a região Nordeste demonstrou o menor percentual de queda de colônias, sendo a menos atingida pelos efeitos dos agrotóxicos, o crescimento da produtividade de mel nesta região indicou estar alinhada com os fatores relatados por Castilhos et al. (2019), entretanto, o fato das regiões Sul e Sudeste não apresentarem um declínio no setor produtivo de mel durante o mesmo período de perdas de mais da metade das colônias não corroboraram com os dados apresentados por Vidal (2021).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das análises realizadas, conclui-se que a queda populacional de abelhas é claramente notável em todas as regiões do país por conta de diversos obstáculos antrópicos presentes no Brasil, reforçando ainda mais a necessidade da realização de análises mais profundas no tocante a biodiversidade de abelhas em estudos posteriores.

Diante de uma clara evidência de declínio das abelhas, o cenário econômico brasileiro não se impactou de maneira tão acentuada durante as duas últimas décadas, demonstrando que as estratégias produtivas adotadas se sobrepuseram diante do cenário negativo de perda de colônias em culturas cultivadas. Entretanto, é importante salientar, que as perdas de colônias se demonstraram mais evidentes durante a última década, podendo ser uma potencial ameaça para a economia brasileira nos próximos anos.

Contudo, em relação aos efeitos ambientais e econômicos de modo geral, grande parte dos estudos demonstraram-se limitados com relação as consequências de médio a longo prazo nos demais setores, principalmente no âmbito ambiental que depende fortemente do serviço polinizador. Há de ressaltar que seria de grande interesse que novos estudos abordassem análises mais profundas também sobre a dinâmica das comunidades de abelhas existentes em frente aos obstáculos antrópicos e ecológicos, assim como, quais serão seus impactos para a humanidade e para o meio ambiente.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há conflitos de interesse. Todos os autores estão cientes da submissão do *Journal of Education, Science and Health* 3(3), 01-12, jul./set., 2023. | <https://bio10publicacao.com.br/jesh/index>

artigo.

Contribuições dos autores

Todos os autores contribuíram igualmente para a coleta de dados, elaboração da parte escrita e conclusões do trabalho realizado. O estudo apresentado consiste no Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências Biológicas pela Universidade Estácio de Sá (UNESA) do aluno Matheus Silva Racca Fernandes, sob orientação da Dr. Zeneida Teixeira Pinto, realizado em 2023.

REFERÊNCIAS

- Almeida, A. G. S., Diniz, M. R., dos Reis Ribeiro, N., Filho, J. J. F. S., Hrcir, M., & Rêgo, M. M. C. (2022). Temporal distribution of floral resources for bees in an urban environment in northeastern Brazil. *Pesquisas, Botânica*.
- Beringer, J., Maciel, F. L., & Tramontina, F. F. (2019). O declínio populacional das abelhas: causas, potenciais soluções e perspectivas futuras. *Revista Eletrônica Científica Da UERGS*, 5(1), 18-27. <https://doi.org/10.21674/2448-0479.51.18-27>
- Cardoso, M. C., & Gonçalves, R. B. (2018). Reduction by half: the impact on bees of 34 years of urbanization. *Urban Ecosystems*, 21, 943–949. <https://doi.org/10.1007/s11252-018-0773-7>
- Castilhos, D., Bergamo, G. C., Gramacho, K. P., & Gonçalves, L. S. (2019). Bee colony losses in Brazil: a 5-year online survey. *Apidologie*, 50, 263-272.
- Castilhos, D., Bergamo, G. C., & Kastelic, J. P. (2021). Honey bee colony losses in Brazil in 2018-2019. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(4), 5017-5041.
- Colombo, A. F., & Joly, C. A. (2010). Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. *Brazilian Journal of Biology*, 70, 697–708.
- Chagas, D. B., Monteiro, F. L., Hübner, S. D. O., Lima, M. D., & Fischer, G. (2019). Viruses that affect *Apis mellifera* and their occurrence in Brazil. *Ciência Rural*, 49.
- da Costa Pina, W., Bonfim, M. S., Silva, S. O., & Almeida, I. R. R. (2015). Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes das flores de urucum (*Bixa orellana* Linnaeus 1753) em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil. *Scientia Plena*, 11(5).
- de Araujo, S., & Witt, N. G. D. P. M. (2020). Abelhas nativas e a sua adaptabilidade ao ambiente urbano. *Caderno Intersaberes*, 9(20).
- de Sousa, F. G., dos Santos, J. S., Martello, F., Diniz, M. F., Bergamini, L. L., Ribeiro, M. C., Collevatti, R. G., & Silva, D. P. (2022). Natural habitat cover and fragmentation per se influence orchid-bee species richness in agricultural landscapes in the Brazilian Cerrado. *Apidologie*, 53(2), 20.
- Dos Santos, C. F., Otesbelgue, A., & Blochtein, B. (2018). The dilemma of agricultural pollination in Brazil: Beekeeping growth and insecticide use. *PLoS One*, 13(7), e0200286.

- Döhler, T. L. & Pina, W. DA C. (2017). Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) visitantes florais do sabiá (*Mimosa Caesalpiniiifolia* Benth.) em Teixeira de Freitas, Bahia, Brasil. *Scientia Plena*, 13(8). <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2017.088001>
- Drossart, M., & Gérard, M. (2020). Beyond the decline of wild bees: Optimizing conservation measures and bringing together the actors. *Insects*, 11(9), 649.
- Elias, M. A., Borges, F. J., Bergamini, L. L., Franceschinelli, E. V., & Sujii, E. R. (2017). Climate change threatens pollination services in tomato crops in Brazil. *Agriculture, ecosystems & environment*, 239, 257-264.
- Feltham, H., Park, K., & Goulson, D. (2014). Field realistic doses of pesticide imidacloprid reduce bumblebee pollen foraging efficiency. *Ecotoxicology*, 23, 317–323. doi: 10.1007/s10646-014-1189-7
- Ferreira, P. A., Boscolo, D., Carvalheiro, L. G., Biesmeijer, J. C., Rocha, P. L., & Viana, B. F. (2015). Responses of bees to habitat loss in fragmented landscapes of Brazilian Atlantic Rainforest. *Landscape ecology*, 30, 2067-2078.
- Genersch, E. (2010). Honey bee pathology: current threats to honey bees and beekeeping. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v.87, n.1, p.87-97. doi: 10.1007/s00253-010-2573-8.
- Girardi, G., Pinto, H. S., Zullo Júnior, J., Macedo Júnior, C., Evangelista, S. R. de M., Pellegrino, G. Q., Otavian, A. F., Coltri, P. P., De Ávila, A. M. H., Coral, G., Evangelista, B. A., Marin, F. R., Assad, E. D. (2008). Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. Brasília, DF: *Embrapa*.
- Giannini, T. C., Acosta, A. L., Garófalo, C. A., Saraiva, A. M., Alves-dos-Santos, I., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2012). Pollination services at risk: bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. *Ecological Modelling*, 244, 127-131.
- Giannini, T. C., Acosta, A. L., Saraiva, A. M., Santos, I. A. D., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2010). Climatic changes impact on two subspecies of *Melipona* *Bicolor* (Apidae, Hymenoptera) through ecological niche modeling. *In Abstracts*.
- 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.
- Graf, L. V., Zenni, R. D., & Gonçalves, R. B. (2020). Ecological impact and population status of non-native bees in a Brazilian urban environment. *Revista Brasileira de Entomologia*, 64.
- Hamblin, A. L., Youngsteadt, E., & Frank, S. D. (2018). Wild bee abundance declines with urban warming, regardless of floral density. *Urban Ecosystems*, 21(3), 419–428. doi:10.1007/s11252-018-0731-4
- Lewinsohn, T. M., Agostini, K., Lucci Freitas, A.V., & Melo, A. S. (2022). Insect decline in Brazil: an appraisal of current evidence. *Biology Letters*, 18: 20220219. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2022.0219>
- Lima, V. P., & Marchioro, C. A. (2021). Brazilian stingless bees are threatened by habitat conversion and climate change. *Regional Environmental Change*, 21(1). doi:10.1007/s10113-021-01751-9
- Lima dos Santos, S. J., Barbosa, B. C., & Prezoto, F. (2021). A fauna de abelhas sem ferrão em áreas urbanas: 50 anos de estudos e prioridades de pesquisa no Brasil. *Scientia Plena*, 16(12). <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.128001>
- Maggi, M., Antúnez, K., Invernizzi, C., Aldea, P., Vargas, M., Negri, P., Brascosco, C., De Jong, D., Message, D., Teixeira, E. W., Principal, J., Barrios, C., Ruffinengo, S., Da Silva, R. R., & Eguaras, M. (2016). Honeybee health in South America. *Apidologie*, 47(6), 835–854.

- Martins, A. C., Gonçalves, R. B., & Melo, G. A. R. (2013). Changes in wild bee fauna of a grassland in Brazil reveal negative effects associated with growing urbanization during the last 40 years. *Zoologia (Curitiba)*, 30(2), 157–176. doi:10.1590/s1984-46702013000200006
- Michener, C. D. (2007). *The bees of the world* (Vol. 2). Johns Hopkins University Press.
- Moreira, S. B. L. C., Queiroz, G. S. Q., de Castro, H. A., de Souza, E. A., Pereira, D. S., & de Holanda Neto, J. P. (2017). Infestação do ácaro *Varroa destructor* em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) no Semiárido potiguar, Nordeste do Brasil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 12(1), 143-149.
- Nazzi, F., Brown, S. P., Annoscia, D., Del Piccolo, F., Di Prisco, G., Varricchio, P., Della Vedova, G., Cattonaro, F., Caprio, E., & Pennacchio, F. (2012). Synergistic parasite-pathogen interactions mediated by host immunity can drive the collapse of honeybee colonies. *PLoS pathogens*, 8(6), e1002735.
- Novais, S. M., Nunes, C. A., Santos, N. B., DAmico, A. R., Fernandes, G. W., Quesada, M., Braga, R. F., & Neves, A. C. O. (2016). Effects of a possible pollinator crisis on food crop production in Brazil. *PLoS One*, 11(11), e0167292.
- Nunes, A., Schmitz, C., Moura, S., & Maraschin, M. (2021). The influence of recent Brazilian policy and legislation on increasing bee mortality. *Research, Society and Development*, 10(4), e36910414157-e36910414157.
- Pereira, F. W., Goncalves, R. B., & Ramos, K. D. S. (2021). Bee surveys in Brazil in the last six decades: a review and scientometrics. *Apidologie*, 52(6), 1152-1168.
- Ferreira jr, R. S., Almeida, R. A. M. B., Barraviera, S. R. C. S., & Barraviera, B. (2012). Historical Perspective and Human Consequences of Africanized Bee Stings in the Americas. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 15:2, 97-108,
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2020). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 103 (suppl. 1), S96–S119.
- Sanchez-Bayo, F., & Goka, K. (2014). Pesticide residues and bees—a risk assessment. *PloS one*, 9(4), e94482.
- Sánchez-Bayo, F. & Wyckhuys, K. A. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological conservation*, 232, 8-27.
- Siqueira, M., & Peterson, A. (2003). Consequences of global climate change for geographic distributions of Cerrado tree species. *Biota Neotropica*, 3, 1–14.
- Teixeira, E. W., Chen, Y., Message, D., Pettis, J., & Evans, J. D. (2008). Virus infections in Brazilian honey bees. *Journal of Invertebrate Pathology*, 99(1), 117–119. doi:10.1016/j.jip.2008.03.014
- Teixeira, É. W., Guimarães-Cestaro, L., Alves, M. L. T. M. F., Martins, M. F., Luz, C. F. P. D., & Serrão, J. E. (2018). Spores of *Paenibacillus* larvae, *Ascospaera apis*, *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in bee products supervised by the Brazilian Federal Inspection Service. *Revista Brasileira de Entomologia*, 62, 188-194.
- Vidal, M. D. F. (2021). Mel natural: cenário mundial e situação da produção na área de atuação do BNB. *Caderno Setorial ETENE*.
- Zattara, E. E. & Aizen, M. A. (2021). Worldwide occurrence international records suggest a global decline in bee species richness. *One Earth*, 4(1), 114-123.