

## *A Utilização de Óleos Essenciais como Alternativa Sustentável no Controle da Varroa em Abelhas Africanizadas*

*The Use of Essential Oils as a Sustainable Alternative for Controlling Varroa in Africanized Bees*

**Mário Vilar Trigueiro Neto<sup>1</sup>, Lauter Silva Souto<sup>2</sup>, Rosilene Agra da Silva<sup>3</sup>, Ana Mayara Pereira Vilar Trigueiro<sup>4</sup> Camila da Silva Gomes Trigueiro<sup>5</sup> Aline Carla de Medeiros<sup>6</sup> e Patricio Borges Maracaja<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Biomédico. Mestrando em Gestão em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. Docente no Centro Universitário de Patos - UNIFIP. E-mail: mariotrigueiro@hotmail.com;

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo e D. Sc, Professor do Mestrando em Gestão em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG -CCTA – Pombal – PB; E-mail: lautersouto@gmail.com

<sup>3</sup> Zootecnista e e D. Sc, Professora do Mestrando em Gestão em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG -CCTA – Pombal – PB; E-mail: rosileneagra@hotmail.com

<sup>4</sup> Fisioterapeuta. Especialista pela Faculdade de Integração do Sertão - FIS. Supervisora de estágio no Centro Universitário de Patos - UNIFIP. E-mail: anatrigueiro@fiponline.edu.br;

<sup>5</sup> Médica. Residência médica em Medicina de Família e Comunidade - UNIFIP. Especialista em Dermatologia pela Afya. E-mail: camilagomes@med.fiponline.edu.br

<sup>6</sup> Bióloga e Prof. D. Sc. do Mestrando em Gestão em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG -CCTA – Pombal – PB; E-mail:

<sup>7</sup> Eng. Agrônomo e Prof. D. Sc. do Mestrando em Gestão em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG -CCTA – Pombal – PB; E-mail:patriciomaracaja@gmail.com;

Submetido em: 22/08/2024, revisado em: 02/09/2024 e aceito para publicação em: 20/09/2024.

**Resumo:** A apicultura é uma atividade de grande importância econômica e ecológica mundial, mas enfrenta desafios devido à infestação pelo ácaro *Varroa destructor*, que compromete a saúde das abelhas, resultando em perdas significativas na produção de mel e polinização. Este estudo teve como objetivo investigar o potencial de óleos essenciais como alternativas biológicas para o controle do *V. destructor*. Foram revisadas bibliografias de experimentos utilizando diferentes óleos essenciais de plantas nativas, com ênfase em sua atividade acaricida. Os resultados mostraram que alguns óleos apresentaram boa eficácia na redução da infestação por *Varroa destructor*, demonstrando taxas de mortalidade significativas do ácaro em concentrações específicas. Adicionalmente, a aplicação da maioria dos óleos não causaram efeitos significativos nas colônias de abelhas, indicando uma alternativa segura e sustentável ao uso de pesticidas químicos. Conclui-se que os óleos essenciais podem ser alternativa promissora aos pesticidas químicos. Embora menos agressivos ao meio ambiente e às abelhas, ainda existem lacunas na literatura. Recomenda-se a continuidade das investigações, incluindo testes *in vitro* e de campo, para padronizar protocolos de uso e garantir a eficácia, visando a sua aplicação em escala comercial no combate ao varroa.

**Palavras-chave:** *Apis mellifera*, Óleos voláteis, Bioinseticida, Controle biológico e *Varroa destructor*.

**Abstract:** Beekeeping is an activity of great global economic and ecological importance, but faces challenges due to infestation by the *Varroa destructor* mite, which compromises bee health, resulting in significant losses in honey production and pollination. This study aimed to investigate the potential of essential oils as biological alternatives for controlling *V. destructor*. Bibliographies of experiments using different essential oils from native plants were reviewed, with emphasis on their acaricidal activity. The results showed that some oils showed good efficacy in reducing infestation by *Varroa destructor*, demonstrating significant mortality rates of the mite in specific concentrations. Additionally, the application of most oils did not cause significant effects on bee colonies, indicating a safe and sustainable alternative to the use of chemical pesticides. Although less aggressive to the environment and bees, there are still gaps in the literature. It is recommended that investigations continue, including *in vitro* and field tests, to standardize use protocols and ensure effectiveness, aiming for its application on a commercial scale to combat varroa.

**Keywords:** *Apis mellifera*, Volatile oils, Bioinsecticide, Biological control and *Varroa destructor*.

DOI: DOI: 10.18378/rbfh.v13i3.10997

Revista Brasileira de Filosofia e História. 2024, 3, 4034- 4061.

Revista Brasileira de Filosofia e História. 2024, 3, 4034- 4061.



## INTRODUÇÃO

As abelhas, presentes na Terra há milhões de anos, desempenham papel crucial na polinização, essencial para a preservação de espécies nativas e o aumento da produção agrícola. Estima-se que cerca de um terço das plantas consumidas pela humanidade dependa dessa polinização, e sua ausência pode reduzir drasticamente a produção de frutos e sementes. Além disso, a apicultura fornece produtos valiosos como mel, cera, própolis e pólen, utilizados industrialmente. No entanto, a queda nas populações de abelhas nos últimos anos tem gerado preocupações sobre os impactos negativos na agricultura e na biodiversidade (Pérez, 2016).

A apicultura tem sido uma prática presente ao longo da história, principalmente pela utilização de seus produtos, apontados por suas propriedades nutricionais e medicinais. Recentemente, o uso desses produtos tem sido abordado de forma mais sistemática para certificar suas propriedades nutricionais e biomédicas. Pesquisas têm demonstrado o potencial bactericida, antiviral e antifúngico do mel e do própolis, inclusive, eficazes contra a resistência a antibióticos (Sleem *et al.*, 2015; Alcivar-Saldaña *et al.*, 2024).

Graças ao desenvolvimento de manejo adequado para as abelhas e à vasta diversidade floral, o Brasil se consolidou como um dos dez principais exportadores de mel, alcançando um valor de exportação de 112 milhões de dólares em 2022. O mel brasileiro foi eleito o melhor do mundo seis vezes consecutivas na Apimondia, o maior congresso global de apicultura (Araújo Neto, 2024). Esse crescimento impulsiona emprego e renda, essencial para a promoção da agroindústria e a manutenção dos ecossistemas através da polinização (Cavalcante *et al.*, 2016). A versatilidade genética das abelhas africanizadas permitiu sua disseminação por todas as regiões do país, sendo um dos principais fatores para o sucesso, que produz anualmente entre 20 mil e 49 mil toneladas de mel (Silva *et al.*, 2020).

A Caatinga, um bioma caracterizado por longos períodos de seca e altas temperaturas, pode enfrentar desafios significativos na produção de mel e na sobrevivência das abelhas. No entanto, essa região possui rica diversidade de flora, com muitas espécies de plantas que fornecem néctar e pólen essenciais para

as abelhas (Silva *et al.*, 2018). A diversidade das fisionomias vegetais na Caatinga, que inclui vegetações de transição, abriga uma ampla variedade de espécies arbustivas e arbóreas com grande potencial apícola (Bendini *et al.*, 2021). Algumas dessas espécies, como o juazeiro e a baraúna, são exclusivas da região e servem como fontes importantes de alimento para as abelhas durante os períodos de seca. Apesar das condições ambientais desafiadoras, o Nordeste brasileiro é a segunda maior região produtora de mel do país, ficando atrás apenas da região Sul (Vidal, 2022; Araújo Neto, 2024).

A abelha africanizada, surgida no Brasil em 1956, teve origem com a introdução casual de abelhas africanas (*Apis mellifera scutellata*), que cruzaram livremente com as abelhas italianas (*Apis mellifera ligustica*), alemãs (*Apis mellifera mellifera*) e carnicas (*Apis mellifera carnica*), previamente trazidas por imigrantes. Esse cruzamento resultou em um polí-híbrido com predominância de características africanas, como a precocidade no nascimento das rainhas, maior taxa de crescimento e enxameagem, o que garantiu sua adaptação a diversos ambientes (Calfee *et al.*, 2020). Além disso, herdou maior resistência a doenças com características que permitiram sua convivência equilibrada à patologias e adaptação a diferentes ecossistemas (Pinto *et al.*, 2005; Brasil *et al.*, 2016; Cavalcante *et al.*, 2016). A resistência facilitou o surgimento de ecótipos locais, adaptados às condições regionais, o que traz particularidades para a apicultura (Moretti *et al.*, 2018; Araújo Neto, 2024).

O ácaro *V. destructor* é amplamente reconhecido como o principal parasita das abelhas *Apis mellifera*, capaz de transmitir vírus que afetam gravemente as colônias ao se alimentar de sua hemolinfa. Essa infestação provoca a varroatose, doença que compromete abelhas adultas e em fase de cria (Figura 1), já disseminada no Brasil (Ferreira, 2022). Essa infestação, que tem sido um problema relativamente recente para as abelhas, torna o manejo mais complexo para os apicultores, elevando os custos e aumentando o risco de resíduos químicos nos produtos apícolas. Além disso, essa infestação contribui para o declínio tanto das colônias quanto dos apicultores (Rosenkranz; Aumeier; Ziegelmann, 2010; Alsaadi; Keshlaf; Mirwan, 2024).

Figura 1 - Células de cria com larvas infestadas por Varroa.

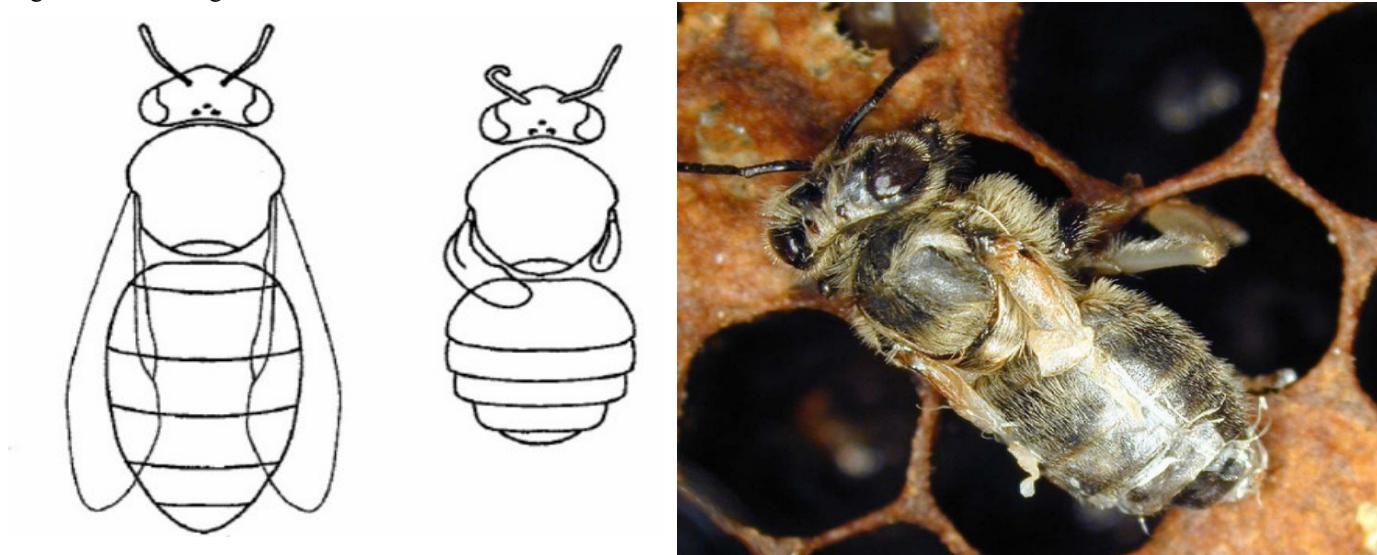


Fonte: Rosenkranz; Aumeier; Ziegelmann, 2010.

A presença desse ácaro ectoparasita pode causar malformação de órgãos (Figura 2) e redução de peso em zangões e operárias, comprometendo significativamente seu metabolismo. Dependendo do nível de infestação, a colmeia pode ser completamente destruída, já que ele se alimenta da hemolinfa, o que

provoca não apenas a redução de peso, mas também danos à saúde e à qualidade dos produtos apícolas. O *V. destructor* é uma das pragas mais preocupantes para a apicultura mundial, devido ao impacto severo que pode ter nas colmeias (Rosenkranz; Aumeier; Ziegelmann, 2010; Islam *et al.*, 2016).

Figura 2 - Morfologia da abelha normal e efeito do *V. destructor*



Esquerda: aparência normal da abelha. Direita: abelha com asas aleijadas e abdômen encurtado, provavelmente devido a infecções por Varroa durante o desenvolvimento. Fonte: Pérez, 2016; Rosenkranz; Aumeier; Ziegelmann, 2010.

O ciclo de desenvolvimento do *V. destructor* é dado pelos estágios (Figura 3) de larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. Apresenta dimorfismo sexual, com diferenças entre machos e fêmeas em cor, tamanho e formato corporal. Os machos possuem corpo arredondado, medindo menos de 1 mm de diâmetro e coloração variando de castanho acinzentado a branco. As fêmeas, por sua vez, têm coloração em diferentes tons de castanho ou marrom, corpo elipsoidal e achatado, com diâmetro de 1,5 a 2 mm na parte mais larga. As fêmeas possuem quatro pares de pernas equipadas com ventosas para se fixarem nas abelhas, além de quelíceras, apêndices usados para alimentação. Diferente da fêmea, o macho

completa seu ciclo de desenvolvimento inteiramente dentro da célula e não a deixa (Nascimento, 2014; Pérez, 2016).

Em 1995, os EUA relataram as primeiras perdas significativas de colônias sem causa aparente, um fenômeno que, a partir de 2005, ficou conhecido globalmente como Síndrome do Colapso das Colônias. Entre 2006 e 2009, essa síndrome causou a perda de até 90% das colônias. Devido ao impacto severo sobre os ecossistemas e a economia mundial, pesquisadores começaram a investigar o motivo. Além de outras doenças associadas ao colapso, a varroatose, destacou-se como uma das principais causas (Nascimento, 2014).

Figura 3 - Fases de vida do *V. destructor*



Linha superior da esquerda para a direita: protoninfa, deutoninfa, deutocrisálida. Linha inferior da esquerda para a direita: fêmea jovem recém-mudada, ácaro mãe, macho adulto.

Fonte: Rosenkranz; Aumeier; Ziegelmann, 2010.

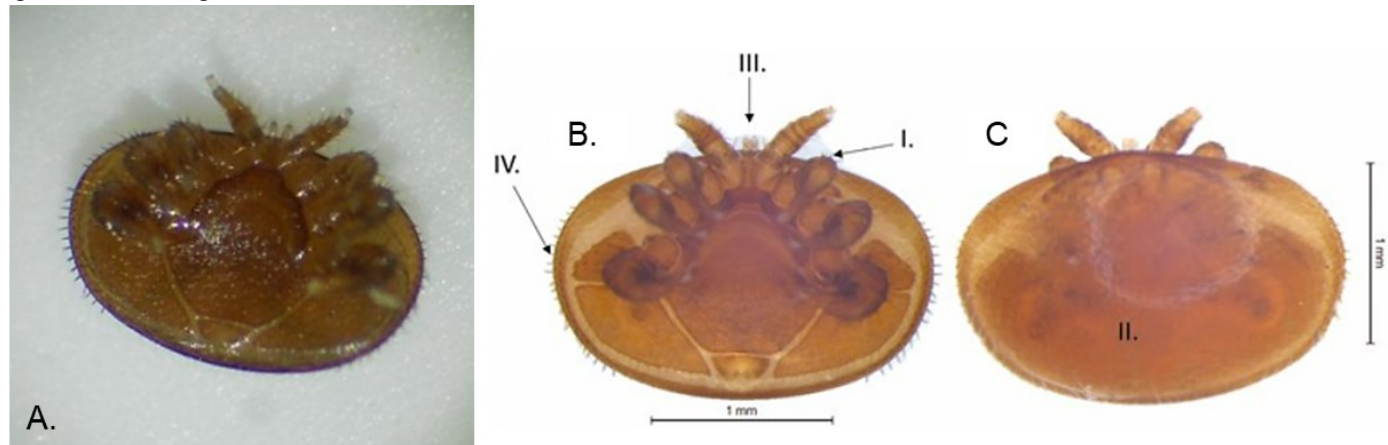
As varroas são transmitidas entre abelhas por contato direto e invadem as células de criação (alvéolos) dos zangões e operárias. Após 60 horas do operculamento dos alvéolos, a varroa fêmea deposita ovos e lá desenvolvem-se em um ciclo que inclui as fases de ovo, larva, ninfa e adulto, completados em 8 a 9 dias. Posteriormente, ocorre a maturação sexual, resultando em fêmeas e

machos. As fêmeas adultas (Figura 4), depois de serem fecundadas pelos machos, deixam os alvéolos junto com a abelha hospedeira, procurando novos alvéolos com larvas para parasitar. Apenas as fêmeas adultas sobrevivem para infestar novas abelhas, enquanto os machos e as varroas imaturas morrem logo após a abertura dos alvéolos (Rosenkranz; Aumeier; Ziegelmann, 2010;

Pérez, 2016). O ciclo reprodutivo das varroas apresenta-se em duas fases principais: a fase reprodutiva, dentro dos alvéolos, e a fase forética,

fora dos alvéolos, quando o ácaro parasita abelhas adultas (Fianco, 2018).

Figura 4 – Morfologia da Varroa Fêmea



4(A.);(B.) Visão ventral com quatro pares de pernas. C. Visão dorsal. (I). Pernas, (II). Escudo dorsal, (III). Gnatossoma, (IV). Cerdas. Fonte: Nascimento, 2014; Jack; Ellis, 2021.

No início da infestação, o ácaro se instala no tórax (Figura 5) e/ou abdômen das abelhas adultas operárias, onde se alimenta do tecido adiposo corporal do hospedeiro, aguardando o momento

ideal para a fase de reprodução, que ocorre dentro dos alvéolos. Nesse ambiente, o parasita ataca as pupas e inicia seu ciclo reprodutivo em seguida (Silva *et al.*, 2023).

Figura 5 - Uma fêmea forética do Varroa no tórax de uma abelha na colmeia



Fonte: Rosenkranz; Aumeier; Ziegelmann, 2010; Sammataro; Guzman, 2018.

## MÉTODOS DE CONTROLE DO *Varroa destructor*

As abelhas possuem mecanismos de defesa naturais, como os comportamentos de *grooming* e higiênico, que ajudam a protegê-las de parasitas. O *grooming* permite que elas identifiquem e removam ectoparasitas de si (*autogrooming*) ou de outras abelhas (*alogrooming*), resultando muitas vezes em varroas mutiladas (Figura 6), que acabam no fundo da colmeia. Enquanto o comportamento higiênico

envolve a identificação e eliminação de larvas mortas, doentes ou danificadas das colônias, promovendo limpeza e a saúde da colmeia. Pesquisas indicam que abelhas mais higiênicas são menos infestadas pelo ácaro. A abelha africana é particularmente ágil em remover larvas infestadas, superando as europeias, e estudos mostram que as africanizadas no Brasil são mais higiênicas do que as últimas (Nascimento, 2014). Em média, 6,5 de cada 10 crias infestadas pelo varroa são removidas pelas abelhas africanizadas, enquanto as italianas, a média é de 3,5 crias removidas (Araújo Neto, 2024).

Figura 6 – Histologia do Varroa

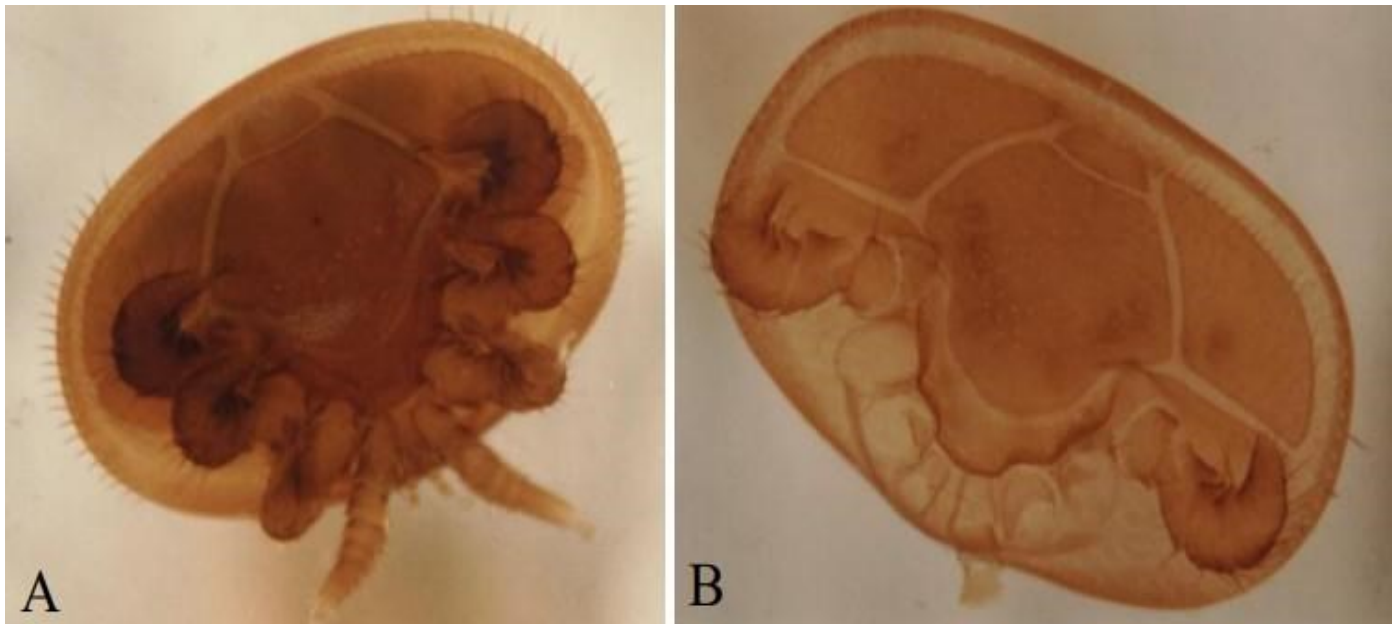


Figura 6A imagem de varroa normal e Figura 6B varroa com mutilações dos dois pares de patas anteriores e das quelíceras. Fonte: Nascimento, 2014.

Pérez (2016) registrou que, em diversos países, a dependência de produtos químicos para controle motivou a realização de vários estudos. Apesar do problema ainda não ser crítico no Brasil, há um risco de seleção de ácaros mais agressivos que poderiam superar a capacidade das abelhas de controlar suas populações.

Os acaricidas químicos sintéticos, como as formamidinas (amitraz), piretróides (tau-fluvalinato) e organofosforados (coumafos), são empregados no controle do ácaro Varroa. No entanto, as populações de ácaros estão desenvolvendo crescente resistência a esses compostos, o que tem diminuído sua eficácia. A flumetrina atua nos canais de sódio, causando sua abertura prolongada e resultando

em efeitos tóxicos no sistema nervoso, afetando funções cognitivas e processos fisiológicos das abelhas (Perez, 2016; Boonmee *et al.*, 2024).

Diversos compostos derivados de plantas têm demonstrado ação biocida e são considerados alternativas ecológicas para pragas, como também o caso do controle do ácaro Varroa. Esses produtos naturais, ricos em compostos que possuem propriedades biológicas, auxiliam na proteção contra patógenos e no tratamento de doenças. Embora os óleos essenciais (OEs) tenham mostrado eficácia (em passos curtos) nos experimentos, sua aplicação prática pelos apicultores é desafiadora, especialmente em campo (Camilo, 2023; Alsaadi; Keshlaf; Mirwan, 2024).

Identificar métodos de controle que não

prejudiquem as abelhas ou seus produtos, e que sejam acessíveis aos apicultores, é crucial. Vale ressaltar que, embora o uso de agrotóxicos para o controle de *V. destructor* seja proibido no Brasil, alguns apicultores ainda recorrem a esses métodos de forma ilegal. Isso ressalta a importância de pesquisas com alternativas eficazes e seguras (Pérez, 2016).

A tecnologia trouxe produtos sintéticos utilizados como inseticidas. Embora os pesticidas ainda sejam considerados essenciais para o aumento e manutenção da agroindústria, seu uso massivo tem gerado impactos ao meio ambiente, como a contribuição no surgimento de pragas resistentes e prejuízos à saúde humana. No Brasil, o consumo desse insumo representa 20% de todos os produzidos mundialmente. Entre os 50 agrotóxicos mais usados nas lavouras, 22 são proibidos na Europa (Araújo; Oliveira, 2016). O uso pode causar intoxicação em organismos que não são o alvo, levando à neurotoxicidade de animais. Abelhas expostas a pesticidas apresentam mudanças em genes que regulam o sistema imunológico, resultando em redução populacional e desequilíbrio ecológico (Camilo, 2023).

Em resposta à crescente demanda por alimentos mais saudáveis, o desenvolvimento e aplicação de defensivos agrícolas naturais têm ganhado destaque. A crescente busca por bioinseticidas, como os OEs, compostos voláteis derivados do metabolismo secundário das plantas, tem se consolidado como uma alternativa promissora no controle de pragas. O Brasil, com sua vasta biodiversidade, oferece ensejo à descoberta de novas fontes com propriedades biopraguicidas (Fianco, 2018; Camilo, 2023).

Os óleos essenciais despertam crescente interesse por sua baixa toxicidade para abelhas e mínimo risco à saúde humana. A distribuição eficiente dos óleos voláteis depende de fatores como concentração e solventes, indicando a necessidade de aprimorar os métodos de aplicação para melhorar seu uso na apicultura (Boonmee *et al.*, 2024).

Devido à vulnerabilidade dos compostos a

processos de degradação, como aquecimento, oxidação, volatilização ou exposição à luz, a utilização direta dos OEs como praguicida torna-se impraticável. Desse modo, cientistas têm se dedicado a encontrar maneiras de estabilização desses compostos, com o intuito de prolongar seu efeito por meio de liberação controlada do óleo. Uma abordagem investigada é a encapsulação dos óleos essenciais em matrizes poliméricas (Oliveira *et al.*, 2014).

Os óleos possuem uma vantagem significativa, não causam danos ao meio ambiente ou aos manipuladores. Cerca de 150 OEs foram avaliados em testes laboratoriais, no entanto, apenas alguns demonstraram eficácia no controle do *V. destructor* em ensaios de campo (Alsaadi; Keshlaf; Mirwan, 2024). Contudo, há uma grande falta de estudos sobre a aplicação de OEs de plantas brasileiras no combate a essa doença apícola, especialmente na Caatinga, um bioma para o qual ainda foram realizadas poucas pesquisas sobre o potencial acaricida das plantas nativas (Brasil *et al.*, 2016).

Este estudo tem como objetivo revisar de forma integrativa a literatura científica sobre a eficácia dos OEs no controle biológico do ácaro *Varroa destructor*. A revisão visa compilar, analisar e sintetizar os dados existentes sobre o uso desses compostos naturais como alternativa ao controle químico convencional.

Dada a relevância econômica e ecológica das abelhas, torna-se essencial o desenvolvimento de estratégias sustentáveis para combater parasitas como o *V. destructor*, cujos danos em colônias de *Apis mellifera* estão amplamente documentados. Neste cenário, a busca por métodos menos prejudiciais, como os OEs, surge como uma solução promissora. Esse estudo explora o potencial desses compostos no controle biológico de doenças em abelhas nativas, levando em consideração as especificidades do bioma Caatinga, onde a diversidade de flora oferece um campo promissor para novas abordagens de manejo sustentável no semiárido.

## METODOLOGIA

Este estudo foi conduzido por meio de uma revisão integrativa da literatura científica, com o objetivo de oferecer visão abrangente sobre o uso de óleos essenciais no controle biológico do ácaro *Varroa destructor* em abelhas *Apis mellifera*. A pesquisa foi orientada pela seguinte pergunta norteadora: "Qual a eficácia dos óleos essenciais e alternativas naturais no controle de *Varroa destructor* em abelhas *Apis mellifera*?"

A seleção dos artigos ocorreu por meio de uma busca eletrônica nas bases de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO), PubMed, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). Os descritores utilizados foram obtidos dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e dos Medical Subject Headings (MeSH). Utilizou-se uma estratégia de busca avançada, combinando os descritores por meio do operador booleano "AND". As palavras-chave incluíram, em português, *Apis mellifera*; Óleos voláteis; Bioinseticida; Controle biológico e *Varroa destructor*; e, em inglês, *Apis mellifera*; Volatile oils; Bioinsecticide; Biological control e *Varroa destructor*.

Foram aplicados critérios de inclusão e exclusão para garantir a relevância dos estudos selecionados. Os critérios de inclusão abrangeram artigos científicos, monografias, dissertações, teses e documentos governamentais disponíveis em formato completo, publicados nos últimos 13 anos (2011-2024) em português, inglês ou espanhol. Foram priorizados estudos que fornecessem compreensão aprofundada sobre o controle biológico do *Varroa destructor* com óleos essenciais, com ênfase para as bibliografias publicadas nos últimos quatro anos.

Estudos que não se relacionavam diretamente ao tema, textos incompletos ou fora do período estabelecido foram parcialmente excluídos, assim como estudos duplicados. Após a busca inicial, os títulos e resumos dos artigos foram analisados para verificar sua adequação à pergunta norteadora. As análises que atenderam aos critérios de inclusão foram lidos integralmente, e em seguida, realizou-se uma leitura detalhada para fundamentar teoricamente o tema. A última etapa consistiu na sistematização dos dados para a apresentação dos resultados. A amostra final desta revisão foi composta por 23 trabalhos científicos, selecionados de acordo com os critérios estabelecidos. O Quadro 1 apresenta a caracterização detalhada de cada um dos estudos incluídos, evidenciando os objetivos, metodologias, principais resultados e conclusões.



## RESULTADOS

Quadro 1 - Distribuição dos artigos selecionados e incluídos

AUTOR, ANO	TÍTULO, REVISTA	OBJETIVOS	RESULTADOS PRINCIPAIS	CONCLUSÃO
Ghasem; Moharramr; Tahmasbi, 2011. Irã.	Atividade biológica de alguns óleos essenciais de plantas contra <i>V. destructor</i> (Acari: Varroidae), um ácaro ectoparasita de <i>Apis mellifera</i> (Hymenoptera: Apidae).  Experimental and applied acarology	Avaliar a atividade acaricida dos OEs de <i>Thymus kotschyanus</i> , <i>Ferula assa-foetida</i> e <i>Eucalyptus camaldulensis</i> contra o <i>V. destructor</i> e a toxicidade dos OEs para as abelhas em laboratório, objetivando identificar alternativas naturais ao controle da varroose.	Foi mostrado que o OEs de <i>T. kotschyanus</i> foi o mais eficaz contra <i>V. destructor</i> , seguido por <i>E. camaldulensis</i> e <i>F. assa-foetida</i> respectivamente. Em relação à toxicidade para abelhas, o óleo de <i>T. kotschyanus</i> foi o menos tóxico, enquanto os óleos de <i>F. assa-foetida</i> e <i>E. camaldulensis</i> apresentaram maior toxicidade. O óleo de <i>T. kotschyanus</i> mostrou uma relação de toxicidade 4,8 vezes maior para os ácaros do que para as abelhas, destacando-se como o mais promissor para uso como acaricida.	O óleo de <i>T. kotschyanus</i> tem grande potencial para ser utilizado como acaricida ao <i>V. destructor</i> , devido à sua alta eficácia e baixa toxicidade para as abelhas. O óleo de <i>E. camaldulensis</i> também apresentou resultados promissores, enquanto o óleo de <i>F. assa-foetida</i> foi o menos eficaz. Esses OEs demonstraram ser alternativas viáveis à varroose, sugerindo a necessidade de mais estudos para explorar seu uso em apiários.
Queiroz <i>et al.</i> , 2015. Brasil.	Avaliação do índice de infestação de ácaro <i>Varroa destructor</i> em apiário no município de Encanto, Rio Grande do Norte  CEPLAC	Identificar a presença do <i>V. destructor</i> em colmeias do município de Encanto-RN, e avaliar o índice de infestação em um apiário comercial. As amostragens visaram fornecer base de monitoramento da varroatose na região.	Na colmeia "A", observou-se um aumento progressivo na infestação, com o menor índice registrado sendo 4,5% na primeira coleta e o maior, 10%, na terceira. Na "B", por sua vez, apresentou o maior índice de infestação entre as amostras, alcançando 15,3% no segundo período de coleta, enquanto nos outros períodos os índices foram menores. Sugere altos níveis de infestação, quando comparados aos dados de outros estudos em outras regiões e muito acima do padrão (5%) aceitável.	Todas colmeias constataram presença do Varroa, apresentando índices médios muito acima da média. Padrão alto de infestações enfraquecem as colônias e aumentam a patogenia. É essencial haver monitoramento frequente das colônias para identificar precocemente infestações, como também adotar medidas preventivas, como a troca regular da cera. Isso levanta a hipótese de que fatores como a falta de água ou o compartilhamento de alimentos com colônias contaminadas passam a ter contribuído à infestação elevada.
Brasil <i>et al.</i> , 2016.	Avaliação <i>in vitro</i> da eficácia do óleo essencial do	Avaliar <i>in vitro</i> , o potencial acaricida do OE extraído de folhas de <i>Lippia sidoides</i>	O OE de alecrim pimenta demonstrou mortalidade significativa do <i>V. destructor</i> , com um aumento progressivo da	O OE de <i>Lippia sidoides</i> apresenta-se como uma promessa para o combate ao <i>V. destructor</i> , demonstrando

<p>Brasil.</p>	<p>alecrim pimenta (<i>Lippia sidoides</i>) no combate à varroose em <i>Apis mellifera</i> L.</p> <p>Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável</p>	<p>(alecrim pimenta) na mortalidade do <i>V. destructor</i>, parasita das abelhas <i>Apis mellifera</i>, e verificar a toxicidade desse OE em relação às abelhas.</p>	<p>mortalidade em relação aos volumes testados, embora não tenha sido encontrada uma relação estatisticamente significativa entre os volumes utilizados e a mortalidade do parasita.</p> <p>O OE não apresentou efeitos tóxicos significativos na <i>Apis mellifera</i>, mostrando que, nas condições testadas (seis horas), as abelhas não apresentaram comportamentos anormais e não houve mortalidade associada ao tratamento.</p> <p>Em comparação com outros OEs já testados, o óleo de alecrim pimenta mostrou uma maior taxa de mortalidade do ácaro em menor volume, indicando sua eficácia potencial.</p>	<p>potencialidade como acaricida. No entanto, é necessário um acompanhamento mais longo para verificar sua eficácia definitiva e segurança no uso em colônias de abelhas.</p> <p>Os resultados sugerem que o óleo essencial pode ser uma alternativa viável e menos tóxica em comparação aos pesticidas químicos, promovendo um manejo integrado de pragas (MIP) em apicultura.</p>
<p>Kouache et al., 2017.</p> <p>Argélia.</p>	<p>Composição química e atividade acaricida do óleo essencial de <i>Thymus algeriensis</i> contra <i>Varroa destructor</i>.</p> <p>Sage Journals.</p>	<p>Analisar a composição do óleo essencial da planta <i>Thymus algeriensis</i> (TAEO) coletada no norte da Argélia e determinar sua atividade acaricida contra o <i>V. destructor</i>, um parasita à <i>Apis mellifera</i>. Além disso, o estudo busca avaliar a segurança desse tratamento natural para as abelhas e a postura da rainha durante o inverno argelino.</p>	<p>O TAEO demonstrou eficácia significativa contra o <i>V. destructor</i> com taxa de mortalidade que variou conforme a concentração do óleo: 32,6% de mortalidade com a concentração de 0,5%.</p> <p>A composição química do TAEO mostrou-se rica em compostos como carvacrol (48,4%), timol (5,6%), p-cimeno (14,7%) e <math>\gamma</math>-terpineno (14,9%), sugerindo que esses componentes possuem efeito sinérgico acaricida.</p> <p>As colônias tratadas com TAEO na concentração de 0,5% mantiveram o crescimento da área de cria, sem efeitos adversos no comportamento das abelhas ou na postura da rainha.</p> <p>Comparado com outros métodos de tratamento como o ácido oxálico e extratos de outras plantas, o TAEO foi mais eficaz na redução da infestação pelo ácaro.</p>	<p>Até onde se sabe, este estudo representa o primeiro relatório acariciado TAEO.</p> <p>O TAEO mostrou ser uma alternativa promissora e eficaz para o controle do <i>V. destructor</i> em colmeias de <i>Apis mellifera</i>, sem comprometer a saúde das abelhas ou a postura da rainha. A aplicação do TAEO em concentrações de até 0,5% durante o inverno demonstrou eficácia significativa e segurança, indicando seu potencial como acaricida natural e biodegradável para o manejo sustentável em apicultura.</p>

<p>Sabahi <i>et al.</i>, 2017. Canadá.</p>	<p>A liberação contínua de óleo de orégano controla de forma eficaz e segura as infestações de <i>Varroa destructor</i> em colônias de abelhas em um clima do norte.  Experimental and Applied Acarolog</p>	<p>Testar a eficácia de compostos naturais como acaricidas, avaliando diferentes métodos de aplicação para controlar o Varroa em colmeias de <i>Apis mellifera</i>. O estudo buscou determinar se a liberação contínua de OEs, especialmente o óleo de orégano (<i>Origanum vulgare</i>), seria eficaz e segura para o controle de ácaros, sem prejuízo às abelhas. Além disso, a pesquisa pretendeu identificar métodos de entrega mais adequados para o controle sustentável de Varroa, comparando as taxas de mortalidade dos ácaros e a segurança para as abelhas entre diferentes tratamentos.</p>	<p>Os resultados mostraram que o óleo de orégano, quando liberado continuamente por meio de vaporizadores elétricos, atingiu taxa de controle de 97,4% dos ácaros, sendo o tratamento mais eficaz entre os testados. Já o tratamento com ácido oxálico em solução de sacarose, aplicado em papelão, teve uma taxa de controle de 76,5%, enquanto a combinação de óleos de orégano e cravo em almofadas absorventes apresentou a menor taxa, com 57,8%. A mortalidade das abelhas não diferiu significativamente entre os tratamentos com vaporizador e o controle, mas o tratamento com a fusão de OEs resultou em uma mortalidade de abelhas três vezes maior. Os resultados indicam que a liberação contínua de OEs pode ser mais eficaz para eliminar os ácaros ao longo de um período estendido, especialmente em climas frios.</p>	<p>Conclui-se que a liberação contínua de biopesticidas, como o óleo de orégano, é fundamental para atingir taxas seguras e eficazes de controle do <i>V. destructor</i> em colmeias. O óleo de orégano demonstrou ser um acaricida eficaz contra infestações em colônias de abelhas. No entanto, estudos futuros são necessários para confirmar esses resultados, testar diferentes doses e dispositivos de liberação contínua, independentemente das condições climáticas. Além disso, estudos de longo prazo devem ser realizados para verificar se esses tratamentos não afetam negativamente a saúde das abelhas, o desenvolvimento das colônias e a produtividade.</p>
<p>Rodríguez-Dehaibes <i>et al.</i>, 2017. México.</p>	<p>Duas formulações comerciais de compostos naturais para controle de <i>Varroa destructor</i> (Acari: Varroidae) em abelhas africanizadas sob condições climáticas tropicais.  Journal of Apicultural Research</p>	<p>Avaliar a eficácia de duas formulações comerciais de compostos naturais, Apilife Var® e Hive Clean®, no controle de Varroa destructor em abelhas africanizadas sob condições climáticas tropicais. O propósito foi comparar a eficiência desses tratamentos naturais em campo, considerando que ambos já haviam sido testados em ambientes temperados com abelhas europeias, mas nunca em abelhas africanizadas em climas tropicais.</p>	<p>Os resultados indicaram que o Apilife Var® apresentou eficácia significativamente maior no controle de varroa, com uma média de 95,5% de ácaros mortos, demonstrando um desempenho consistente sob o clima tropical, sem causar danos à população de abelhas. Em contrapartida, o Hive Clean® apresentou eficácia muito inferior, com uma média de apenas 16,7%, o que sugere que sua formulação pode não ser adequada para o uso em climas tropicais com abelhas africanizadas. A diferença entre os dois tratamentos foi estatisticamente significativa.</p>	<p>A pesquisa concluiu que o Apilife Var® se mostrou uma opção eficaz e segura para o controle de varroa em abelhas africanizadas sob condições climáticas tropicais, representando alternativa viável para apicultores que operam em sistemas convencionais ou orgânicos. No entanto, o Hive Clean® apresentou eficácia muito abaixo do esperado, possivelmente devido à instabilidade da formulação sob essas condições. Isso sugere que sua composição precisa ser revista para melhorar sua eficácia em climas tropicais. Nenhum dos produtos teve impacto negativo sobre as colônias de abelhas.</p>

<p>Aglagane et al., 2021.</p> <p>Inglaterra</p>	<p>Óleos essenciais como agentes de controle sustentáveis contra <i>V. destructor</i> (Acari, Varroidae), um ácaro ectoparasita das abelhas ocidentais <i>Apis mellifera</i> (Hymenoptera: Apidae): revisão da literatura recente (2010 em diante).</p> <p>International Journal of Acarology.</p>	<p>Revisou o uso de OEs como agentes contra <i>V. destructor</i>. O estudo examinou as formas de administração de OEs, a eficácia bioativa desses compostos, seus impactos sobre as abelhas e a segurança ambiental em comparação com produtos sintéticos. Além disso, visou destacar os mecanismos moleculares de ação dos OEs em <i>V. destructor</i> e as lacunas de conhecimento para futuras pesquisas.</p>	<p>Centenas de OEs já foram testados contra <i>V. destructor</i> e se mostraram eficazes como alternativas aos produtos químicos.</p> <p>Os OEs apresentam baixa toxicidade para organismos não-alvo, como as abelhas, e possuem atividade residual mais segura, o que os torna promissores no MIP em apiários.</p> <p>Ressalta a importância de padronizar os bioensaios realizados em laboratório para que os resultados sejam comparáveis entre diferentes estudos e possam, assim, ser aplicados de forma mais eficiente.</p> <p>Foi evidenciado que deve haver elo em pesquisas entre laboratório e campo, como também mais estudos sobre os efeitos fisiológicos das moléculas dos OEs nas abelhas.</p> <p>Esses resultados indicam que, embora os OEs sejam promissores, ainda há lacunas a serem preenchidas para otimizar seu uso no MIP.</p>	<p>Os OEs representam uma alternativa eficaz e de baixo risco para o controle de <i>V. destructor</i> em colmeias, devido à sua baixa toxicidade e menor impacto ambiental comparado aos químicos sintéticos.</p> <p>Sugerem que ainda há desafios e áreas a serem exploradas, sendo necessário padronizar os bioensaios para garantir a comparabilidade entre diferentes estudos, o que ajudaria avaliar a eficácia dos OEs. Os testes em laboratório devem ser complementados por ensaios de campo, pois apenas estes podem revelar o verdadeiro potencial dos OEs em condições reais de apiário.</p> <p>A compreensão das moléculas responsáveis pela ação acaricida dos OEs merece maior atenção, o que pode ajudar no desenvolvimento de novos compostos ao controle da varroose.</p>
<p>Jack; Ellis, 2021.</p> <p>Estados Unidos da América.</p>	<p>Controle integrado de pragas de <i>Varroa destructor</i> (Acari: Varroidae), a praga mais prejudicial das colônias de (<i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: Apidae)).</p> <p>Journal of Insect Science.</p>	<p>Revisar as abordagens para o controle do <i>V. destructor</i>, parasita da <i>Apis mellifera</i> no mundo. Explorar as táticas de MIP aplicadas ao controle de <i>Varroa</i>, incluindo métodos culturais, mecânicos, biológicos e químicos, além de discutir as dificuldades na implementação dessas práticas por apicultores.</p>	<p>O controle de <i>V. destructor</i> não pode ser efetivo com uma abordagem única; é necessário integrar múltiplas estratégias para alcançar o máximo de eficácia.</p> <p>As abordagens revisadas incluem o desenvolvimento de métodos de criação de <i>Varroa in vitro</i>, para haver melhoria na formulação e aplicação de acaricidas, como estratégias de ecologia química. O controle biológico, como o uso de agentes biológicos contra <i>Varroa</i>, também é considerado, embora precise de mais avanços.</p> <p>A anotação completa do genoma de <i>Varroa</i> e a compreensão dos mecanismos de transmissão de vírus por</p>	<p>O controle sustentável de <i>V. destructor</i> ainda não foi alcançado e depende da integração de diversas abordagens. A pesquisa precisa focar em lacunas importantes, como o desenvolvimento de métodos de criação de <i>Varroa</i> para estudos rápidos, a melhoria das estratégias de controle químico e biológico, e a identificação de barreiras que impedem a adoção do MIP pelos apicultores.</p> <p>O artigo destaca que, apesar dos desafios, o MIP tem o potencial de beneficiar tanto as abelhas quanto os apicultores, promovendo práticas mais sustentáveis no controle de <i>Varroa</i>.</p>

			Varroa são áreas fundamentais para o futuro controle desse parasita.	
Hýbl <i>et al.</i> , 2021. República Checa.	Avaliando a eficácia de 30 óleos essenciais diferentes contra <i>Varroa destructor</i> e abelhas operárias ( <i>Apis mellifera</i> ).  Insets.	Examinar o efeito acaricida de 30 OEs contra os ácaros <i>V. destructor</i> e avaliar seu impacto nas <i>Apis mellifera</i> . Além disso, o estudo visou identificar os OEs mais promissores para experimentos <i>in vivo</i> e quantificar os principais componentes desses óleos por meio de Cromatografia Gasosa acoplado ao detector por Espectrometria de Massas em Série (GC-MS/MS).	Os OEs que mostraram melhor relação de seletividade (RS) para o controle de Varroa foram hortelã-pimenta (peppermint) e manuka ( <i>Leptospermum scoparium</i> ), com RS superior a 9. O orégano e a litsea ( <i>Litsea cubeba</i> ) seguiram com RS maior que 5, enquanto os óleos de cenoura e canela apresentaram RS acima de 4. Todos esses óleos mostraram valores de RS superiores aos do timol, usado amplamente na apicultura, cujo valor de RS diminuiu ao longo do tempo. Componentes como citral, limoneno, calameneno, leptospermonas, p-cimeno e cinamaldeído se destacaram como potenciais para o controle de Varroa.	Óleos essenciais como hortelã-pimenta, manuka, orégano e litsea mostraram-se mais eficazes e seletivos do que o timol, indicando um potencial maior para o controle sustentável do ácaro Varroa. Componentes ativos como mentol, carvacrol e citral também foram identificados como promissores. Contudo, a eficácia desses óleos deve ser verificada em práticas de apicultura para confirmação dos resultados observados.
Giménez-Martínez <i>et al.</i> , 2022. Argentina.	Concentrações letais de OEs de <i>Cymbopogon nardus</i> e seu principal componente citronelal em <i>V. destructor</i> e <i>Apis mellifera</i> .  Experimental Parasitology.	Avaliar e comparar a bioatividade do OE de <i>Cymbopogon nardus</i> (capim-limão) obtido de duas localidades diferentes (Argentina e Índia) e seu principal componente, o monoterpene citronelal, no controle do <i>V. destructor</i> e na sua toxicidade contra <i>Apis mellifera</i> .	O OE completo de <i>C. nardus</i> da Índia mostrou maior eficácia acaricida contra o Varroa do que o componente isolado citronelal. O OE de <i>C. nardus</i> da Argentina demonstrou baixa toxicidade às abelhas e foi promissor no controle da varrose, porém, menos eficaz que o óleo da Índia no combate ao ácaro. Foram observadas diferenças na composição química dos OE das duas regiões, o que influenciou a eficácia acaricida.	Concluiu-se que a composição química dos OEs de <i>C. nardus</i> varia conforme a geografia, o que afeta sua atividade bioativa. O OE da Índia foi mais eficaz no controle de <i>V. destructor</i> do que o componente citronelal isolado, enquanto o óleo da Argentina foi eficaz, mas menos eficiente que o da Índia. Pesquisas futuras devem considerar a região de colheita para otimizar o uso desses óleos no controle de ácaros em colônias de abelhas.

<p>Rodrigues, 2022. Brasil.</p>	<p>Toxicidade de derivados do nim, via pulverização direta sobre <i>Apis mellifera</i> (Hymenoptera: Apidae).  Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal</p>	<p>Avaliar a toxicidade de extratos aquosos (EAs) de folhas e sementes de nim (<i>Azadirachta indica</i>) sobre operárias adultas de <i>Apis mellifera</i>, através de pulverização direta. O estudo procurou identificar a mortalidade e os possíveis efeitos adversos no comportamento das abelhas, além de avaliar sua capacidade de voo após a exposição aos tratamentos.</p>	<p>Os EAs de folhas e sementes de nim resultaram em mortalidade entre 8,2% e 27,4% para folhas e entre 15,4% e 24,3% para sementes, valores que independem da concentração avaliada. EAs derivados do nim apresentaram-se pouco tóxicos a <i>A. mellifera</i> via pulverização direta, quando relacionado ao inseticida Tiametoxam, que foi 100% letal. Não foram observados distúrbios motores nas abelhas expostas aos extratos de nim, indicando que não houve interferência significativa na capacidade de voo dos insetos.</p>	<p>Os EAs de folhas e sementes de nim, independentemente da dose utilizada, mostraram-se pouco tóxicos para as operárias adultas de <i>Apis mellifera</i> quando aplicados via pulverização direta. Além disso, os EAs não interferiram na capacidade de voo das abelhas. Assim, esses extratos demonstraram ser uma alternativa menos agressiva em comparação aos inseticidas convencionais sem comprometer significativamente a saúde das abelhas.</p>
<p>Iglesias et al., 2022. Argentina.</p>	<p>Hidrolatos de <i>Humulus lupulus</i> e sua atividade potencial como controle orgânico para <i>Varroa destructor</i>.  Plants.</p>	<p>Avaliar a eficácia dos hidrolatos residuais de quatro variedades de lúpulo - Cascade, Spalt, Victoria e Mapuche - como acaricidas no controle do <i>V. destructor</i>. Além disso, buscou investigar o impacto deles na mortalidade das abelhas adultas e larvas, visando propor uma alternativa natural e ecologicamente correta aos pesticidas sintéticos.</p>	<p>Os resultados mostraram que o hidrolato da variedade Victoria foi o mais eficaz contra os ácaros, seguido por Mapuche, Spalt e Cascade. Em termos de toxicidade para abelhas, nenhum dos hidrolatos apresentou mortalidade superior a 20% nas abelhas adultas. No entanto, houve variações na mortalidade das larvas, sendo Spalt a variedade com maior taxa de sobrevivência larval e Cascade a que apresentou maior mortalidade larval. A presença de compostos como <math>\beta</math>-cariofileno óxido, <math>\beta</math>-linalol, isogeraniol, polifenóis, flavonoides e saponinas foi associada à eficácia acaricida dos hidrolatos.</p>	<p>O estudo concluiu que o hidrolato Victoria tem grande potencial como acaricida no controle de <i>V. destructor</i>, com alta eficácia <i>in vitro</i>, baixa toxicidade para abelhas adultas e larvas, e potencial para ser utilizado como uma alternativa natural e ecologicamente correta aos pesticidas sintéticos. Esses resultados reforçam a viabilidade de se utilizar compostos naturais, como os hidrolatos de lúpulo, no manejo sustentável de pragas na apicultura.</p>

<p>Silva, 2022. Brasil.</p>	<p>Toxicidade residual de extratos aquosos de Nim sobre a abelha africanizada <i>Apis Mellifera</i>.  UFCEG.</p>	<p>Avaliar a toxicidade residual dos EAs das folhas e sementes de nim (<i>Azadirachta indica</i>) sobre o comportamento da abelha africanizada, especialmente, como possível alternativa ao uso de inseticidas sintéticos.</p>	<p>Os EAs de nim mostraram-se pouco tóxicos para <i>A. mellifera</i> sob exposição residual. A maior mortalidade (14%) foi observada com doses média e máxima dos extratos de sementes, enquanto os extratos de folhas ocasionaram níveis de mortalidade baixos e estatisticamente iguais para todas as doses. Extratos de nim, mesmo em concentrações mais altas, não afetaram expressivamente a capacidade de voo das abelhas sobreviventes, com mais de 40% delas atingindo altura de voo superior a 91 cm.</p>	<p>Os EAs de folhas e sementes de nim foram pouco tóxicos para <i>A. mellifera</i> adulta, não afetando significativamente a mortalidade ou o comportamento, incluindo a capacidade de voo. Esses resultados sugerem que os EAs de nim podem ser considerados seguros para o uso em programas de MIP, sendo uma alternativa viável ao uso de pesticidas sintéticos na produção orgânica e agroecológica.</p>
<p>Silva <i>et al.</i>, 2023. Brasil.</p>	<p>Ocorrência de <i>Varroa destructor</i> em abelhas africanizadas em região semiárida do Brasil.  Caderno Pedagógico</p>	<p>Avaliar índices de infestação do <i>V. destructor</i> em colônias de <i>Apis mellifera</i> em Aparecida (AP) e São Francisco (SF), no Alto Sertão da Paraíba, descrevendo a dinâmica populacional do parasita e auxiliar no desenvolvimento de estratégias de manejo da varroatose.</p>	<p><i>V. destructor</i> foi detectado em 100% das colônias em ambos os municípios. O índice de infestação foi significativamente maior em SF, especialmente nas crias (11,19%) comparado com AP (7,86%). Já nas abelhas adultas, SF apresentou uma infestação média de 3,25%, enquanto AP teve 1,47%. Em SF, o nível de infestação mais frequente nas crias foi entre 12,1% e mais de 15%, o que indica maior suscetibilidade das colônias nesse local à infestação. Foi sugerido que o aumento da infestação em abelhas adultas resulta do aumento proporcional nas crias.</p>	<p>Concluiu-se que o <i>V. destructor</i> está amplamente disseminado nas colônias de abelhas africanizadas nos dois municípios estudados, com índices de infestação mais severos nas crias, especialmente em SF. Embora as infestações nas abelhas adultas sejam relativamente baixas, as crias mostram níveis moderados a altos de parasitismo, necessitando de intervenções de manejo, como substituição de favos velhos e retirada de áreas de crias infestadas, para mitigar os efeitos da varroatose nas colônias.</p>

<p>Souza et al., 2023. Brasil.</p>	<p>O <i>Varroa destructor</i> e suas implicações nas abelhas <i>Apis mellifera</i>.  Revista Coopex</p>	<p>Discutir as implicações do <i>V. destructor</i> nas <i>Apis mellifera</i>, destacando a importância do controle populacional deste ácaro para a saúde e produtividade das colônias de abelhas. O artigo também visou enfatizar a necessidade de continuidade nos estudos de campo para identificar novas estratégias de controle que sejam eficazes, de baixo custo e com efeitos colaterais reduzidos.</p>	<p>O <i>V. destructor</i> é um dos principais desafios para a saúde das colônias de abelhas, atuando como vetor de doenças e causando impactos negativos na produtividade. Apicultores utilizam diferentes métodos para o controle do ácaro, incluindo métodos biotécnicos, acaricidas sintéticos e orgânicos, e enfrentam desafios: Contaminação do mel e exposição das abelhas a doses subletais de acaricidas; Desenvolvimento de resistência do ácaro a tratamentos; Limitações técnicas que afetam a adoção de métodos de controle.</p>	<p>A efetividade no controle do <i>V. destructor</i> é crucial para o sucesso das colônias de <i>Apis mellifera</i>. É necessário um esforço contínuo em pesquisas laboratoriais e de campo para encontrar alternativas que reduzam os custos e minimizem os efeitos colaterais associados aos tratamentos. Além disso, é vital promover a conscientização entre os produtores sobre boas práticas de controle do ácaro, garantindo a sustentabilidade da apicultura e a saúde das colônias.</p>
<p>Khajehali et al., 2023. Irã.</p>	<p>Eficiência de géis acaricidas de origem vegetal em comparação com tiras impregnadas com fluvalinato para controle de <i>Varroa destructor</i> em colônias de abelhas.  Exp Appl Acarol.</p>	<p>Comparar a eficiência de acaricidas à base de plantas (géis contendo timol e combinações com OEs) com tiras impregnadas de tau-fluvalinato, um tratamento comercial amplamente utilizado, no controle do <i>Varroa</i> em colônias de abelhas. Foram realizados dois experimentos: o primeiro avaliou o gel de timol em comparação com as tiras de fluvalinato (Apistan®) no outono; o segundo comparou diferentes combinações de géis de timol com OEs na primavera.</p>	<p>No primeiro (outono) experimento, tanto o gel de timol quanto as tiras de fluvalinato reduziram significativamente os níveis de infestação de <i>Varroa</i> após 70 dias de aplicação, em comparação com o tratamento controle. No segundo (primavera) experimento, os géis de timol combinados com óleo essencial de tomilho e mentol + eucalipto, assim como as tiras de fluvalinato, foram mais eficazes na redução dos níveis de infestação de <i>Varroa</i> em relação ao tratamento controle e ao gel contendo apenas timol durante o período de 7 semanas de aplicação.</p>	<p>O estudo concluiu que os acaricidas à base de plantas, como os géis de timol combinados com OEs (timol + tomilho, timol + mentol + eucalipto), têm eficiência similar aos métodos de controle químico tradicionais, como o fluvalinato. O uso dessas combinações de acaricidas pode ser uma estratégia promissora para controlar o <i>Varroa</i> e reduzir a resistência aos tratamentos químicos em colônias de abelhas. Também dependendo da estação do ano, a eficácia do tratamento pode variar.</p>



<p>Bava <i>et al.</i>, 2023. Itália.</p>	<p>Óleos essenciais para um controle sustentável da varrose das abelhas.  Veterinary Sciences.</p>	<p>Revisar a literatura sobre o uso de OEs no controle do <i>V. destructor</i> em abelhas, destacando as pesquisas mais relevantes sobre a eficácia varroacida desses compostos. Além de avaliar os resultados de estudos laboratoriais e de campo, a revisão busca padronizar os métodos de avaliação científica para assegurar a consistência dos resultados e identificar novas áreas promissoras de investigação.</p>	<p>A revisão identificou que, apesar de várias plantas aromáticas terem sido estudadas, os resultados sobre a eficácia dos OEs variam amplamente devido à diversidade de métodos empregados e à composição química variável das plantas. Enquanto alguns estudos mostram resultados promissores no controle de <i>V. destructor</i>, poucos produtos de OEs chegaram ao mercado. Além disso, as limitações físico-químicas dos OEs, como volatilidade e baixa biodisponibilidade de componentes polifenólicos ativos, necessitando de abordagens como microemulsões ou encapsulações nanotecnológicas para aumentar sua eficácia.</p>	<p>Os OEs apresentam potencial promissor no controle sustentável de <i>V. destructor</i>, mas seu uso enfrenta desafios relacionados à volatilidade e baixa biodisponibilidade de componentes polifenólicos ativos. Tecnologias de microemulsão e nanoencapsulação podem melhorar esses aspectos. A padronização dos métodos laboratoriais e de campo é crucial para gerar resultados comparáveis e validar a eficácia dos OE em diferentes condições ambientais. O desenvolvimento de novas formulações e o uso de surfactantes naturais são sugeridos como vetores futuros para aumentar a eficiência dos OEs no manejo de pragas em abelhas.</p>
<p>Bengna <i>et al.</i>, 2023. República da Coreia.</p>	<p>Toxicidade acaricida de quatro óleos essenciais, seus constituintes predominantes, suas misturas contra o ácaro Varroa e sua seletividade para abelhas (<i>Apis cerana</i> e <i>A. mellifera</i>).  Insects.</p>	<p>Investigar soluções naturais para o controle do Varroa. O foco foi a avaliação da toxicidade acaricida de quatro óleos OEs: <i>Eucalyptus globulus</i>, <i>Rosmarinus officinalis</i>, <i>Trachyspermum ammi</i> (variedades etíope e indiana), e de uma mistura 1:1 de timol e carvacrol (principais componentes). Além disso, o comportamento e a seletividade das abelhas também foram analisados utilizando um OE adicional, <i>Thymus schimperi</i>.</p>	<p>Foi indicado que a fusão de timol e carvacrol (1:1) foi a mais tóxica contra o ácaro Varroa, com valores de LC50 (dose letal para 50% da população) em 4 horas de 42 µg/mL, enquanto o timol sozinho teve uma toxicidade de LC50 71 µg/mL, e o óleo de <i>T. ammi</i> variou entre 81-98 µg/mL. Esses resultados demonstraram que a mistura timol-carvacrol foi três vezes mais tóxica que o acaricida sintético fluvalinato (LC50 = 143 µg/mL). Em relação às abelhas, os óleos e seus componentes mais tóxicos, como o <i>T. schimperi</i>, timol, carvacrol e γ-terpineno, mostraram-se seletivos, não afetando negativamente a aprendizagem e a memória das abelhas <i>A. mellifera</i>.</p>	<p>O estudo sugere que os OEs de <i>T. ammi</i> e <i>T. schimperi</i>, junto com seus componentes (timol e carvacrol), oferecem uma solução promissora e sustentável para o controle de <i>V. destructor</i>, sem efeitos adversos significativos nas abelhas. A combinação de timol e carvacrol em proporção 1:1 mostrou-se altamente eficaz e biodegradável, o que torna essa abordagem uma alternativa prática para o MIP. Entretanto, o estudo sugere que mais pesquisas em campo sejam realizadas para avaliar o impacto prolongado desses compostos nas colônias de abelhas.</p>

<p>Boonmee et al., 2024. Tailândia.</p>	<p>Propriedades de OEs absorvidos na superfície de pedaços de papelão após o uso de tratamentos de plasma de pressão atmosférica para desenvolver acaricidas Varroa de longa duração em abelhas (<i>Apis mellifera</i>).  Plos one.</p>	<p>Aplicar plasma de pressão atmosférica para modificar a superfície de um pedaço de papelão a fim de prolongar a entrega de óleos essenciais para controlar Varroa em colônias de abelhas.</p>	<p>Os OEs de canela, citronela e cravo têm mostrado alta eficácia como acaricidas contra o <i>V. destructor</i> em condições controladas de laboratório. No entanto, diretamente em colmeias, os resultados não são sempre consistentes. Isso se deve ao fato de que fatores externos, como clima, temperatura, umidade e até o comportamento das abelhas, influenciam diretamente a taxa de evaporação dos nutrientes ativos presentes nos OEs. Dado esse cenário, o desenvolvimento de materiais que possam garantir uma atividade acaricida mais duradoura dentro da colmeia é essencial para melhorar a eficácia desses óleos no campo. Além disso, a concentração adequada de OE e o tipo de solvente utilizado para dissolver os óleos são aspectos críticos que devem ser considerados para garantir sua aplicação eficaz. Esses fatores podem otimizar o uso dos OEs como alternativas sustentáveis ao Varroa.</p>	<p>A pesquisa revelou que os OEs de canela, citronela e cravo têm forte ação acaricida no Varroa em laboratório, mas seus resultados em colmeias são inconsistentes devido a fatores climáticos e comportamentais. A modificação de materiais para liberar os óleos de forma contínua pode melhorar sua eficácia, com o óleo de canela se destacando em experimentos. O uso de plasma atmosférico foi testado para aumentar a absorção dos OEs em peças de papelão, com o óleo de cravo mostrando maior absorção após o tratamento. Embora o ácido fórmico seja mais eficaz, ele também aumenta a mortalidade das abelhas. A tecnologia de plasma pode ajudar, mas seu custo e viabilidade ainda precisam ser avaliadas.</p>
<p>Narciso et al., 2024. Itália.</p>	<p>Efeitos de tratamentos naturais nos níveis de infestação do ácaro Varroa e na saúde geral das colônias de abelhas (<i>Apis mellifera</i>).  Plos one.</p>	<p>Explorar os efeitos de tratamentos naturais — especificamente os OEs de canela e orégano, além de um coquetel de sucos de frutas — administrados como suplementos dietéticos para abelhas. O estudo buscou avaliar o potencial dessas substâncias para reduzir a infestação pelo <i>V. destructor</i> e melhorar a saúde geral das colônias de <i>Apis mellifera</i>, com foco na expressão gênica de componentes</p>	<p>Os tratamentos com OEs de canela, orégano e a mistura dos dois não reduziram significativamente os níveis de infestação por <i>V. destructor</i> nas colônias estudadas. Houve uma superexpressão do gene vitelogenina nas colônias tratadas com a mistura dos OEs, o que pode estar relacionado com melhorias no sistema imunológico das abelhas, embora as implicações desse aumento não tenham sido totalmente compreendidas. Não foram encontradas diferenças significativas nos níveis de infestação de patógenos virais, bacterianos e fúngicos</p>	<p>Embora os tratamentos com OEs de canela e orégano tenham sido seguros para as abelhas e tenham promovido a superexpressão de vitelogenina, eles não apresentaram efeitos significativos na redução dos níveis de infestação por <i>V. destructor</i>. Estudos futuros são necessários para explorar o impacto da vitelogenina e determinar as melhores concentrações e métodos de aplicação dos OEs em condições de campo, visando otimizar o controle de ácaros e melhorar a saúde das colônias de abelhas.</p>

		imunológicos e na produção de mel.	entre os grupos tratados e o grupo controle. A densidade populacional das colônias e a produção de mel não foram afetadas pelos tratamentos, indicando que os OEs foram seguros para as abelhas.	
Alsaadi; Keshlaf; Mirwan, 2024.  Líbia.	Alguns óleos essenciais como potenciais agentes de controle do ácaro Varroa ( <i>Varroa destructor</i> ) em abelhas ( <i>Apis mellifera</i> ) infectadas.  Open Veterinary Journal.	Avaliar a toxicidade de nove OEs para <i>Apis mellifera</i> e o impacto acaricida desses óleos contra o <i>V. destructor</i> . O estudo buscou determinar a eficácia desses óleos em diferentes concentrações na mortalidade dos ácaros, além de verificar a segurança desses tratamentos para as abelhas.	Os resultados mostraram que todos os OEs testados foram eficazes na mortalidade do <i>V. destructor</i> , com taxas de mortalidade variando de 45% a 80%, sendo o de melão amargo o mais eficaz, alcançando até 80% de mortalidade em concentração de 15%. Enquanto o óleo de hortelã-pimenta apresentou a menor taxa de mortalidade de 45% em uma concentração de 5%.	O estudo concluiu que o óleo de melão amargo é uma opção promissora para o controle de Varroa em abelhas. Outros óleos, como o de alho e tomilho, também demonstraram alta eficácia. Esses OEs podem ser usados como parte de programas de MIP, visando melhorar a apicultura. Recomenda-se que estudos de campo sejam conduzidos para confirmar a eficácia observada em condições laboratoriais.
Yarsan <i>et al.</i> , 2024.  Turquia.	Investigação da resistência contra flumetrina usando contra Varroa destructor na Turquia.  Veterinary Research Communications	Investigar a resistência do <i>V. destructor</i> ao acaricida flumetrina em diversas regiões da Turquia, usando métodos moleculares para analisar a presença de mutações associadas à resistência. A pesquisa foi motivada pela preocupação crescente com a dependência dos apicultores em acaricidas sintéticos e o uso inadequado que tem acelerado a resistência em populações de varroa.	A pesquisa revelou que 69% dos ácaros analisados apresentaram resistência à flumetrina, enquanto 31% mostraram sensibilidade ao acaricida. Entre os ácaros resistentes, foram identificadas diferentes mutações no gene responsável pela resistência aos piretroides. A resistência variou dependendo da província, sugerindo que a resistência à flumetrina está amplamente disseminada em diferentes regiões da Turquia.	O estudo concluiu que há uma prevalência significativa de resistência à flumetrina nas populações de <i>V. destructor</i> em diversas áreas de apicultura na Turquia. Isso indica a necessidade de abordagem mais coordenada e responsável no uso de acaricidas, envolvendo todos os setores relacionados à apicultura, como instituições públicas, universidades e organizações civis. A pesquisa também reforça a necessidade de investigações mais profundas sobre os mecanismos de resistência e o impacto do acúmulo de acaricidas em colônias de abelhas.

<p>Raza et al., 2024. China.</p>	<p>Análise GC-MS e avaliação de óleos essenciais como biopesticidas voláteis: avaliando seu potencial acaricida contra <i>Varroa destructor</i>.  Agriculture.</p>	<p>Avaliar a eficácia acaricida de óleos essenciais de <i>Salvia officinalis</i> (sálvia), <i>Cannabis sativa</i> (cânhamo) e <i>Laurus nobilis</i> contra o ácaro <i>V. destructor</i>. Além disso, o estudo buscou investigar o impacto desses óleos na produção de mel e verificar sua composição química por meio de análise cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS).</p>	<p>O óleo de cânhamo foi o mais eficaz no controle dos ácaros, com taxas de eficácia de 95,4% a uma concentração de 15%, 85,71% (10%), e 64,48% (5%). O óleo de sálvia também apresentou eficácia, mas em níveis mais baixos: 81,08% (15%), 69,42% (10%), e 50,35% (5%). O óleo de louro foi o menos eficaz, com taxas de 68,96% (15%), 54,66% (10%), e 33,58% (5%). Compostos como trans-cariofileno, <math>\alpha</math>-pineno e viridiflorol foram identificados no óleo de cânhamo; mirceno, limoneno e <math>\beta</math>-cariofileno no óleo de sálvia; e fitol, <math>\beta</math>-mirceno e n-heneicosano no óleo de louro. Além disso, o uso desses OEs resultou em aumento da produção de mel e queda significativa de ácaros.</p>	<p>Os OEs, especialmente o de cânhamo, demonstraram ser uma alternativa promissora e sustentável para o controle do ácaro <i>Varroa</i>. O óleo de cânhamo foi o mais eficaz, seguido pelo de sálvia, enquanto o de louro apresentou menor eficácia. Os compostos ativos responsáveis pelas propriedades acaricidas foram identificados em cada OE. No entanto, é necessária uma investigação de longo prazo em condições de campo para confirmar os efeitos desses óleos sobre a produção de mel e a saúde das colônias. O uso desses OEs em uma estratégia de MIP pode oferecer aos apicultores uma ferramenta sustentável para controlar infestações por <i>Varroa destructor</i>.</p>
--------------------------------------	--	--	---	---

Os resultados apresentados no Quadro 1 identificaram dezenas de componentes químicos naturais nas 23 pesquisas analisadas, todos com potencial bioacaricida. Após realizar análises desses elementos, a revisão integrativa destacou ampla diversidade deles inserindo-os no Quadro 2, onde foram destacados alguns desses compostos considerados promissores no controle de *Varroa destructor*, destacando-se como alternativas viáveis ao uso de acaricidas sintéticos. Essas descobertas reforçam a relevância dos óleos essenciais no manejo sustentável de pragas, abrindo caminho para novas estratégias no controle desse ácaro.

Quadro 2 - Componentes químicos bioacaricidas ao *Varroa destructor*

Componentes Bioacaricidas	Nome Científico	Origem
<i>Thymus kotschyanus</i>	<i>Thymus kotschyanus</i>	Oriente Médio
<i>Thymus algeriensis</i>	<i>Thymus algeriensis</i>	Norte da África
<i>Thymus schimperi</i>	<i>Thymus schimperi</i>	África (Etiópia)
Eucalipto vermelho	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Austrália
Alecrim-pimenta	<i>Lippia sidoides</i>	Brasil
Orégano	<i>Origanum vulgare</i>	Mediterrâneo
Hortelã-pimenta	<i>Mentha piperita</i>	América do Norte, Europa
Manuka	<i>Leptospermum scoparium</i>	Nova Zelândia
Citronela	<i>Cymbopogon nardus</i>	Ásia tropical
Sprague	<i>Trachyspermum ammi</i>	Índia, Etiópia
<i>Salvia officinalis</i>	<i>Salvia officinalis</i>	Mediterrâneo
Cânhamo	<i>Cannabis sativa</i>	Ásia Central
Melão amargo	<i>Momordica charantia</i>	Ásia, África
Canela	<i>Cinnamomum verum</i>	Sri Lanka, Índia
Cravo	<i>Syzygium aromaticum</i>	Indonésia
Timol + Eucalipto + Cânfora + Levomentol	Apilife Var	Itália
Timol + Tomilho	Associação	-
Timol + Mentol + Eucalipto	Associação	-

Fonte: Dados do autor.

## DISCUSSÕES

A crescente ameaça do ácaro *V. destructor* às abelhas *Apis mellifera* tem gerado intensos esforços para o desenvolvimento de métodos de controle sustentáveis, com destaque para o uso de OEs como alternativas aos pesticidas sintéticos. A análise das 23 referências deste estudo permitiu uma visão abrangente sobre o potencial dos OEs e

outras abordagens no controle da varroatose, abordando suas propriedades frente ao objetivo deste estudo.

O *V. destructor* foi detectado em todas as colmeias avaliadas, como evidenciado nos estudos de Queiroz *et al.*, (2015) e Silva *et al.*, (2023), com índices de infestação elevados e consequências severas para as colônias de abelhas. Essas pesquisas ressaltam a importância de métodos de monitoramento constantes e o desenvolvimento de

novas estratégias para mitigar os impactos do ácaro.

A análise das pesquisas reforça o potencial promissor dos OEs no controle de *V. destructor* em colônias de abelhas *Apis mellifera*. O estudo de Ghasem, Moharramr e Tahmasbi (2011), por exemplo, destaca a eficácia do óleo de *Thymus kotschyanus* como uma alternativa viável com baixa toxicidade, corroborando os achados de Brasil *et al.*, (2016), que apontam o OE de *Lippia sidoides* como um acaricida promissor, ainda que necessite de avaliações mais longas para verificar sua segurança definitiva em colmeias.

A pesquisa de Kouache *et al.* (2017) introduziu o OE da planta *Thymus algeriensis* como uma abordagem inovadora, que demonstrou eficácia e segurança no controle de *V. destructor* em condições de inverno, sem prejuízos para as abelhas. Já Sabahi *et al.* (2017) e Rodríguez-Dehaibes *et al.* (2017) sugerem que a liberação contínua dos OEs, com taxa de controle de 97,4% para o orégano e Apilife Var® (com média de 95,5% de ácaros mortos), sendo essencial para manter os níveis de controle e eficácia, embora a eficácia de alguns produtos, como o Hive Clean®, possa ser comprometida em condições tropicais.

No entanto, a eficácia dos OEs não é universal. Narciso *et al.* (2024) no estudo na Itália demonstraram limitações dos OEs de canela e orégano, mesmo que fundidos, que apesar de seguros, não apresentaram efeitos significativos na redução dos níveis de infestação. A pesquisa de Bava *et al.* (2023) aponta a volatilidade dos OEs como um desafio a ser enfrentado, propondo tecnologias como microemulsão e nanoencapsulação para aumentar a biodisponibilidade dos compostos ativos.

Por outro lado, outros estudos avançam em estratégias integradas para controle sustentável. O uso combinado de timol e carvacrol, visto em Bengna *et al.* (2023), mostrou-se eficaz, enquanto Raza *et al.*, (2024) destacou o óleo de cânhamo como um dos mais promissores ao manejo de *V. destructor*. Contudo, esses resultados indicam que ainda há um caminho a percorrer para otimizar o uso dos OEs em diferentes regiões, como mostrado por Giménez-Martínez *et al.* (2022), que verificou variações na eficácia de *Cymbopogon nardus* dependendo de sua origem geográfica. Este achado sugere que a região de coleta dos OEs deve ser cuidadosamente considerada para otimizar seu uso em tratamentos apícolas. Sendo

pertinente realizar mais pesquisas nesse sentido, no Brasil, mais comumente no semiárido do Nordeste.

Nos estudos de Khajehali *et al.* (2023) e Bengna *et al.* (2023), a combinação de substâncias se destacou como uma estratégia mais eficaz no controle do ácaro *Varroa destructor*. No experimento iraniano, as misturas de timol com outros OEs, como mentol e eucalipto, mostraram resultados superiores ao uso isolado do timol, alcançando eficácia comparável a acaricidas químicos como o fluvalinato. De forma semelhante, o segundo estudo evidenciou que de (1:1) timol e carvacrol foi três vezes mais tóxico para o ácaro do que o fluvalinato, sem efeitos adversos para as abelhas. Ambos os estudos reforçam que a combinação de compostos naturais potencializa os tratamentos, oferecendo uma alternativa sustentável e promissora, com menor risco de resistência e preservação da saúde das colônias.

Os estudos de Rodrigues *et al.* (2022) e Silva (2022) mostraram que os EAs de folhas e sementes de nim, aplicados via pulverização direta, não causaram distúrbios motores nas abelhas expostas, indicando que não houve interferência significativa na capacidade de voo. Silva (2022) ressaltou que a eficácia dos EAs de nim é mais notada quando sementes. Em uma abordagem diferente, Iglesias *et al.* (2022) conduziram um estudo na Argentina que concluiu que os hidrolatos de *H. lupulus* Victoria demonstram potencial como acaricida, apresentando baixa toxicidade para abelhas adultas e larvas.

O estudo de Boonmee *et al.*, (2024) aborda uma inovação interessante ao aplicar plasma de pressão atmosférica para prolongar a liberação de OEs nas colmeias. Embora essa técnica tenha mostrado potencial em laboratório, os desafios de adaptação a condições de campo, como condições climáticas e comportamento das abelhas, permanecem. Além disso, o custo e a viabilidade prática desse método ainda precisam ser amplamente avaliados antes de sua implementação em larga escala.

A revisão de Jack e Ellis (2021) sobre o MIP é fundamental para contextualizar a integração de OEs em programas de controle de Varroa. Os autores enfatizam que o sucesso no controle desse ácaro depende de uma abordagem multifacetada, incluindo métodos culturais, biológicos e químicos. Embora os OEs ofereçam

alternativas naturais, é necessário combiná-los com outras estratégias, como técnicas de manejo de colmeias, para alcançar resultados mais consistentes e sustentáveis.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão integrativa apresentada reforça o importante potencial dos OEs no controle biológico do ácaro *Varroa destructor* em abelhas nativas, consolidando-se como uma alternativa promissora aos pesticidas químicos. A pesquisa constatou que esses compostos, além de serem menos agressivos ao meio ambiente e às abelhas, oferecem benefícios no manejo de pragas. No entanto, ainda existem lacunas na literatura, especialmente em relação à dosagem ideal, ao modo de aplicação e aos efeitos a longo prazo sobre as colônias, além de variações relacionadas ao tipo específico de óleo utilizado. Também é essencial aprofundar a investigação sobre a segurança e o impacto desses óleos em espécies não-alvo.

Apesar dos resultados promissores, poucos produtos à base de OEs chegaram até o momento

ao mercado, evidenciando a necessidade de maior padronização para validar sua eficácia em diferentes cenários. Estudos de longo prazo são fundamentais para confirmar a viabilidade dos OEs como uma ferramenta confiável no manejo integrado de pragas, assegurando seu uso sustentável no controle do *Varroa destructor*.

Adicionalmente, explorar novos compostos acaricidas e métodos de administração que combinem alta eficácia no controle de *Varroa destructor* com baixa toxicidade para as abelhas é essencial. A padronização de técnicas para testes laboratoriais e o acompanhamento de experimentos em campo são cruciais para aprimorar os protocolos de uso, garantindo a segurança e a eficácia dos tratamentos ao longo do tempo.

Portanto, recomenda-se a continuidade das investigações científicas, com foco na padronização dos métodos de ensaio em diferentes contextos. A incorporação dos óleos essenciais ao MIP representa uma abordagem sustentável e ecologicamente responsável, com grande potencial para a proteção das colônias de abelhas nativas, contribuindo para a preservação desses importantes polinizadores.

## REFERÊNCIAS

ABEMEL. Dados Estatísticos do Mercado de Mel - 2022. 2023. Disponível em: <<https://www.brazillletsbee.com.br/2022.10.17%20ABEMEL%20Dados%20Estatistic%20o%20s%20-%20Jan-Set%202022.pdf>>. Acesso em: 8 de setembro de 2024.

AGLAGANE, A.; LAGHZAoui, E. M.; BEN ELFAKIR, S.; ER-RGUIBI, O., ABBAD, A.; EL MOUDEN, E. H.; & AOURIR, M. Essential oils as sustainable control agents against *Varroa destructor* (Acari, Varroidae), an ectoparasitic mite of the western honeybees *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae): Review of recent literature (2010-onwards). **International Journal of Acarology**, v. 47, n. 5, p. 436-445, 2021.

ALCIVAR-SALDAÑA, J.J.; RODRIGUEZ-MONROY, M. A.; CARRILLO-MIRANDA L.; CANALES-MARTINEZ, M. M.. Botanical Origin and Biological Properties of Honey and Propolis. *Revista Brasileira de Filosofia e História*. 2024, 3, 4034- 4060.

from Cuautitlan, State of Mexico, Mexico. **Antioxidants (Basel)**. Jul 20; v.13, n;7, p.874. 2024. doi: 10.3390/antiox13070874. PMID: 39061942; PMCID: PMC11273903.

ALSAADI, M.; KESHLAF, M. M.; MIRWAN, H. B. Some essential oils as potential control agents for varroa mite (*Varroa destructor*) in infected honey bees (*Apis mellifera*). **Open Veterinary Journal**, v. 14, n. 2, p. 692, 2024.

ARAÚJO NETO, Edgar Rodrigues de. **Ancestralidade das abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L) na região semiárida do Brasil**. 2023. 122 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2023.

ARAÚJO, I. M. M.; OLIVEIRA, Â. G. R. C. Agronegócio e agrotóxicos: impactos à saúde dos trabalhadores agrícolas no nordeste brasileiro. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 15, p. 117-129, 2016.

- BAVA, R.; CASTAGNA, F.; PALMA, E.; MARRELLI, M.; CONFORTI, F.; MUSOLINO, V.; ... & MUSELLA, V.. Essential oils for a sustainable control of honeybee varroosis. **Veterinary Sciences**, v. 10, n. 5, p. 308, 2023.
- BENDINI, J. N.; SOUZA, D. C.; DE BARROS, R. F. M.; MEDEIROS, S. V.; DE ABREU, M. C.; & MELQUÍADES, C. D. C. V.. Mapping bee flora in honey producing areas of the Alto Médio Canindé microregion in Piauí state, Brazil. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 15, p. 1-14, 2021.
- BEGNA, T.; ULZIIBAYAR, D.; BISLAT, D.; JUNG, C. Acaricidal Toxicity of Four Essential Oils, Their Predominant Constituents, Their Mixtures against Varroa Mite, and Their Selectivity to Honey Bees (*Apis cerana* and *A. mellifera*). **Insects**, 2023, v.14, p.735. <https://doi.org/10.3390/insects14090735>
- BOONMEE, T.; SINPOO, C.; WONGTHAVEETHONG, L.; DISAYATHANOOWAT, T.; SUANPOOT, P.; PETTIS, J. S.; & CHAIMANEE, V. Properties of essential oils absorbed on the surface of cardboard pieces after using atmospheric-pressure plasma treatments to develop long-lasting Varroa miticides in honeybees (*Apis mellifera*). **Plos one**, v. 19, n. 2, p. e0297980, 2024.
- BRASIL, M. D. O. G.; SOUZA, M. C. D. M.; SOUZA, E. A. D.; NETO, J. P. D. H.; & MOREIRA, S. B. L. C. Avaliação in vitro da eficácia do óleo essencial do alecrim pimenta (*Lippia sidoides*) no combate a varroase em *Apis mellifera* L. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 2016.
- CALFEE, E.; AGRA, M. N.; PALACIO, M. A.; RAMÍREZ, S. R.; & COOP, G. Selection and hybridization shaped the rapid spread of African honey bee ancestry in the Americas. **PLoS Genetics**, v. 16, n. 10, 2020. e1009038. doi: 10.1371/journal.pgen.1009038
- CAMILO, Cicera Janaine. **Investigação da influência de estudos etnobiológicos no desenvolvimento de bioinseticidas e perfil toxicológico do extrato aquoso de Lippia sidoides** Cham. 2023. 127 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Etnobiologia e Conservação da Natureza) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- CASTAGNINO, G. L. B.; ORSI, R. O. Produtos naturais para o controle do ácaro Varroa destructor em abelhas africanizadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n.6, p.738-744, 2012.
- CAVALCANTE, B.; MOURA, S. K.; ZALUSKI, R.; ORSI, R. Histórico das abelhas *Apis mellifera* L. no Brasil e a influência do Promotor L® (suplemento aminoácido vitamínico) em áreas de cria e reserva de alimento. In: **JORNACITEC**, V, 2016, Maringá. Anais [...]. Maringá: JORNACITEC, 2016.
- FERREIRA, Alice Borges. **Perfil dos apicultores no estado do Rio Grande do Sul e o uso de tecnologias na produção apícola**. 2022. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.
- FIANCO, A. L. B. **Obtenção de óleos essenciais de plantas nativas do Sul do Brasil e avaliação frente a diferentes tipos de pragas**. Tese (Doutorado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- GHASEMI, Vahid; MOHARRAMIPOUR, Saeid; TAHMASBI, Gholamhosein. Biological activity of some plant essential oils against Varroa destructor (Acari: Varroidae), an ectoparasitic mite of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). **Experimental and applied acarology**, v. 55, p. 147-154, 2011.
- GIMÉNEZ-MARTÍNEZ, P., RAMÍREZ, C., MITTON, G., ARCERITO, F. M., RAMOS, F., COOLEY, H., ... & MAGGI, M. Lethal concentrations of *Cymbopogon nardus* essential oils and their main component citronellal on Varroa destructor and *Apis mellifera*. **Experimental Parasitology**, v. 238, p. 108279, 2022.
- GODEBO, G.; KIBRU, G.; TASSEW, H.. Isolados bacterianos multirresistentes em feridas infectadas no Jimma University Specialized Hospital, Etiópia. **Annals of clinical microbiology and antimicrobials**, v. 12, p. 1-7, 2013.
- HÝBL, M.; BOHATÁ, A.; RÁDSETOULALOVÁ, I.; KOPECKÝ, M.; HOŠTIČKOVÁ, I.; VANÍČKOVÁ, A.; MRÁZ, P. Evaluating the
- Revista Brasileira de Filosofia e História. 2024, 3, 4034- 4060.



- Efficacy of 30 Different Essential Oils against *Varroa destructor* and Honey Bee Workers (*Apis mellifera*). **Insects**, 2021, v. 12, n. 11, p. 1045. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/insects12111045>. Acesso em: 18 set. 2024.
- IGLESIAS, A. E., FUENTES, G., MITTON, G., RAMOS, F., BRASESCO, C., MANZO, R., ... & MAGGI, M. Hydrolats from *Humulus lupulus* and their potential activity as an organic control for *Varroa destructor*. **Plants**, v. 11, n. 23, p. 3329, 2022.
- ISLAM, N.; AMJAD, M., HAQ, E.; STEPHEN, E.; NAZ, F. Management of *Varroa destructor* by essential oils and formic acid in *Apis Mellifera* Linn. Colonies. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v.4, n. 6, p. 97-104. 2016.
- JACK, C. J.; ELLIS, J. D. Integrated pest management control of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), the most damaging pest of (*Apis mellifera* L.(Hymenoptera: Apidae)) colonies. **Journal of Insect Science**, v. 21, n. 5, p. 6, 2021.
- KHAJEHALI, J.; POORJAVAD, N.; BOLANDNAZAR, A.; SHAHIM-GERMI, F.; KIMIAIE, M.; & ARDESTANI, M. M.. Efficiency of plant-based acaricide gels compared to fluvalinate-impregnated strips for control of *Varroa destructor* in honey bee colonies. **Experimental and Applied Acarology** v. 91, p. 57–67, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10493-023-00833-z>
- KOUACHE, B.; BRADA, M.; SAADI, A.; FAUCONNIER, M. L.; LOGNAY, G., & HEUSKIN, S. Chemical composition and acaricidal activity of *Thymus algeriensis* essential oil against *Varroa destructor*. **Natural product communications**, v. 12, n. 1, p. 1934578X1701200138, 2017.
- LUCAS, A. M. **Estudo comparativo de extratos voláteis de eucaliptos geneticamente modificados e não geneticamente modificados. Dissertação de Mestrado.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Brasil. Porto Alegre, 2011.
- MORETTI, C. J.; COSTA, C. P.; & FRANCOY, T. M.. Wing morphometrics reveals the migration patterns of Africanized honey bees in Northeast Brazil. **Sociobiology**, v. 65, n. 4, 2018. 679-685. doi: 10.13102/sociobiology.v65i4.3403
- NARCISO, L.; TOPINI, M.; FERRAIUOLO, S.; IANIRO, G.; & MARIANELLI, C. Effects of natural treatments on the varroa mite infestation levels and overall health of honey bee (*Apis mellifera*) colonies. **Plos one**, v. 19, n. 5, p. e0302846, 2024.
- NASCIMENTO, Roberto Junior Teixeira. **Infestação de *Varroa Destructor* e Sua Relação com Comportamento Higiênico em Colônias de Abelhas Africanizadas no Campo das Vertentes-MG.** 2014. 49 f. Monografia (Especialização) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2014.
- NUNES, L. A.; ARAÚJO, E. D. D.; MARCHINI, L. C.; & MORETI, A. C. (2012). VARIATION morphogeometrics of Africanized honey bees (*Apis mellifera*) in Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, 102, 321-326. doi: 10.1590/S0073-47212012005000002
- Olinto, F. (2014). **Comportamento higiênico e identificação de patógenos em colmeias de *Apis mellifera* L. africanizadas no Sertão paraibano.** 2014. 62p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2014.
- OLIVEIRA, J. L.; CAMPOS, E. V.; BAKSHI, M.; ABHILASH P. C.; FRACETO, L. F. Application of nanotechnology for the encapsulation of botanical insecticides for sustainable agriculture: prospects and promises. **Biotechnology Advances**, v.32 p.1550–1561, 2014.
- PAVELA, R. Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: a review. **Industrial Crops and Products**, v.76, p.174–87, 2015.
- PÉREZ, Brenda Rubi Bautista. **Eficiência de três métodos: alternativo, biológico e químico, no controle do ácaro *Varroa destructor* Anderson e Trueman (2000) em *Apis mellifera* Linnaeus (1758).** 2016. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) – Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, São Carlos,

2016.

PINTO, M.A.; RUBINK, W.L.; PATTON, J.C.; COULSON, R.N.; JOHNSTON, J.S.

Africanization in the United States: replacement of feral European honey bees (*Apis mellifera* L.) by an African hybrid swarm. **Texas: Genetics**, n.170, p. 1653-1665, 2005.

QUEIROZ, G. S.; MOREIRA, S.; PAIVA, C. D. S.; PEREIRA, D.; de

HOLANDA-NETO, J. P. Avaliação do índice de infestação de ácaro *Varroa destructor* em apiário no município de Encanto, Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BAIANO DE APICULTURA E MELIPONICULTURA, 7.; SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRÓPOLIS E PÓLEN, 3.; SEMINÁRIO DE PRÓPOLIS DO NORDESTE, 8., 2015, Ilhéus. Anais... Ilhéus: CEPLAC, 2015.

RAZA, M.F.; HYDER, M.; ZHAO, C.; LI, W. GC-MS analysis and evaluation of essential oils as volatile biopesticides: assessing their acaricidal potential against *Varroa destructor*. **Agriculture**, v. 14, p. 940, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture14060940>.

Acesso em: 18 set. 2024

RODRÍGUEZ-DEHAIBES, S. R.; PARDÍO SEDAS, V. T.; LUNA-OLIVARES, G.;

VILLANUEVA-JIMENEZ, J. A. Two commercial formulations of natural compounds for *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) control on Africanized bees under tropical climatic conditions. *Journal of Apicultural Research*, v. 56, n. 1, p. 58–62, 2017.

Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1268323>.

Acesso em: 18 set. 2024.

RODRIGUES, V. S. **Toxicidade de inseticidas derivados do Nim, via pulverização direta, sobre *Apis Mellifera* (Hymenoptera: Apidae)**. 2022. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2022.

ROSENKRANZ, Peter; AUMEIER, Pia; ZIEGELMANN, Bettina. Biology and control of *Varroa destructor*. **Journal of invertebrate pathology**, v. 103, p. S96-S119, 2010.

SABAHI, Q.; GASHOUT, H.; KELLY, P. G. et al.

A liberação contínua de óleo de orégano controla eficaz e seguramente infestações de *Varroa destructor* em colônias de abelhas em um clima do norte. *Experimental and Applied Acarology*, v. 72, p. 263–275, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10493-017-0157-3>.

SAMMATARO, D.; DE GUZMAN, L. Honey bee management in the United States. In: **THE POLLINATION OF CULTIVATED PLANTS**. p. 173, 2018.

SILVA, E. K. S. **Toxicidade residual de extratos aquosos de nim sobre a abelha africanizada *Apis mellifera***. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) — Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2022.

SILVA, F. T.; ALAN, D. ã.; DE ALMEIDA, R. R. P.; DE MEDEIROS, A. C.; & MARACAJA, P. B.. Phytosociological and floristic analysis of caatinga biome in Aparecida, PB, Brazil. **Journal of Agroindustry Systems**, v.1, n. 01, p. 11-23, 2018.

SILVA, M. G.; DE ANDRADE, W. C.; DE MEDEIROS, W. P.; DA SILVA, G. V.; DE MOURA SILVA, K. J.; DA SILVA, R. A.; & MARACAJÁ, P. B.. Análise dos aspectos morfométricos de abelhas africanizadas em ambiente de Caatinga (Brasil). **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 2, n. 2, 2020.

SILVA, M. G.; DE MEDEIROS, A. C.; DA SILVA, R. A.; DANTAS, M. C. D. A. M.; NETO, F. D. C. B.; MAIA, A. G.; ... & MARACAJÁ, P. B.. Ocorrência de *Varroa destructor* em abelhas africanizadas em região semiárida do Brasil. *Caderno Pedagógico*, v.20, n.4, p.1003-1022, 2023.

SLEEM, A. S.; MELAKE, N. A.; EISSA, N. A.; & KESHK, T. F. Prevalence of multidrug-resistant bacteria isolated from patients with burn infection. *Menoufia Medical Journal*, v. 28, n. 3, p. 677-684, 2015.

SOUZA, A. C. P.; DE ALMEIDA, F. F. F.; DA SILVA, R. A.; DE MEDEIROS, A. C.; DE OLIVEIRA NETO, J. N.; GURJÃO, T. A.; ... & GOMES, N. B. M. R. O *Varroa*

- destructor* e suas implicações nas abelhas *Apis mellifera*: *Varroa destructor* and its implications for *Apis mellifera* bees. **Revista Coopex**, v. 14, n. 1, p. 209-250, 2023.
- TEIXEIRA, B.; MARQUES A.; RAMOS, C.; SARAIVA, J. A.; NUNES, M. L. Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. **Industrial Crops and Products**, V. 43, p.587–595. 2013.
- VIDAL, M. F. Mel Natural. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 7, n.219, abr. 2022. (Caderno Setorial Etene) Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1198/3/2022\\_CDS\\_219.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1198/3/2022_CDS_219.pdf). Acesso em: 6 setembro de 2024.
- YARSAN, E.; YILMAZ, F.; SEVIN, S. et al. Investigation of resistance against to flumethrin using against *Varroa destructor* in Türkiye. **Veterinary Research Communications**, v. 48, p. 1683–1696, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11259-024-10351-x>