



**STEFANY AMORIM DE SOUZA**

**ATIVIDADE NEMATICIDA DE MÉIS DO BRASIL**

**LAVRAS- MG**

**2023**

**STEFANY AMORIM DE SOUZA**

**ATIVIDADE NEMATOCIDA DE MÉIS DO BRASIL**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Química, para a obtenção do título de Licenciado

Prof. Dr. Filipe Elias de Freitas Soares  
Orientador

**LAVRAS – MG**  
**2023**

**STEFANY AMORIM DE SOUZA**

**ATIVIDADE NEMATICIDA DE MÉIS DO BRASIL  
NEMATICIDAL ACTIVITY OF HONEYS FROM BRAZIL**

Monografia apresentada à Universidade Federal  
de Lavras, como parte das exigências do Curso de  
Química, para a obtenção do título de Licenciado

APROVADA EM: 01 DE DEZEMBRO DE 2023

M.Sc Adriane Toledo da Silva UFLA

M.Sc. Debora Castro de Souza UFLA

Prof. Dr. Filippe Elias de Freitas Soares UFLA

Prof. Dr. Filippe Elias de Freitas Soares  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2023**

*Á minha avó materna Marta Amorim, por sempre me apoiar em tudo, por providenciar meios que me possibilitaram estudar e ser quem eu sou hoje. Sem seu amor eu nada seria.*

*Dedico*

## **Agradecimentos**

Agradeço minha avó por todo apoio e incentivo.

Agradeço meus amigos que a UFLA me proporcionou, uma segunda família, por toda paciência e carinho durante todas as etapas da minha graduação.

Agradeço à Universidade Federal de Lavras pelo excelente curso de química licenciatura.

Agradeço ao meu orientador, prof. Dr. Filippe, por todos os ensinamentos e orientações ao longo do projeto e da graduação.

Agradeço aos meus colegas de laboratório por todo o suporte e auxílio.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Pró-reitoria de Assistência Estudantil (PRAEC) pelo apoio financeiro.

Muito obrigada a todos!

*“If I have seen further it is by standing on up shoulder of giants”*

*(Sir Isaac Newton)*

## Resumo

A extensa variedade de culturas e grupos sociais presentes no Brasil, incentiva a utilização de diversos recursos naturais para fins medicinais devido às suas propriedades etnofarmacológicas. O mel se destaca como um desses recursos por ser um alimento nutritivo e com diversas propriedades benéficas, incluindo ação anti-inflamatória, antioxidante, antimicrobiana e nematicida. No entanto, até o presente momento, não foram conduzidas pesquisas sobre o potencial nematicida dos diferentes tipos de mel produzidos no Brasil. Nesse contexto, o objetivo deste estudo consistiu em avaliar a eficácia dos méis provenientes de *Apis mellifera L.* (laranja, abacate, eucalipto, multifloral) e *Tetragonisca angustula* como possíveis agentes nematicidas sobre nematoides de vida livre, *Panagrellus sp.* Inicialmente para os ensaios, foram preparadas soluções dos méis em diferentes concentrações (3,0%, 1,5%, 0,75% e 0,50% m/v) para realizar os tratamentos. O grupo de controle foi preparado com água destilada, enquanto aos grupos tratados foram adicionadas as soluções de méis na proporção de 1:1 para a solução de nematoides (aproximadamente 40 a 50 a cada 15 µL). Os resultados revelaram que os tratamentos com concentração de 0,50% de mel de abacate e mel de abelha *T. angustula* apresentaram uma redução significativa nos nematoides, se comparado ao grupo controle (41,4% e 47,2%, respectivamente). Os resultados apontam, pela primeira vez, que o mel produzido pelas abelhas da espécie *A. mellifera L.* proveniente da floração do abacateiro e o mel advindo da espécie *T. angustula* apresentam atividade nematicida significativa de acordo com o teste de Tukey ( $p < 0.05$ ) sobre nematoides da espécie *Panagrellus sp.* (Amorim e Soares, 2023). Deste modo, após a pesquisa ser realizada e concluída, um artigo foi publicado na revista Research, Society and Development.

**Palavras-chave:** mel; nematicida; controle biológico.

## Abstract

The wide variety of cultures and social groups present in Brazil encourages the use of different natural resources for medicinal use due to their ethnopharmacological properties. Honey stands out as one of these resources because it is a nutritious food with several beneficial properties, including anti-inflammatory, antioxidant, antimicrobial and nematicidal action. However, until now, no research has been conducted on the nematicidal potential of the different types of honey produced in the Brazil. In this context, the objective of this study was to evaluate the effectiveness of honeys from *Apis mellifera* L. (orange, avocado, eucalyptus, multifloral) and *Tetragonisca angustula* as possible nematicidal agents against free-living nematodes, *Panagrellus* sp. Initially for the tests, honey solutions were prepared at different concentrations (3.0%, 1.5%, 0.75% and 0.50% m/v) to carry out the treatments. The control group was prepared with distilled water, while honey solutions were added to the treated groups in a ratio of 1:1 to the nematode solution (in media of 40 a 50 per  $\mu\text{L}$ ). The results revealed that the treatments with a concentration of 0.50% avocado honey and *T. angustula* bee honey showed a significant reduction of the nematodes, when compared to the control group (41.4% and 47.2%, respectively). The results show for the first time that the honey produced by the bees of the *A. mellifera* L. species from the flowering of the avocado tree and the honey from the *T. angustula* species have significant nematicidal activity according to the Tukey test ( $p < 0.05$ ) against nematodes of the species *Panagrellus* sp. (Amorim and Soares, 2023). In this way, after the research was carried out and concluded, an article was published, at the journal Research, Society and Development.

**Keywords:** honey; nematicidal; biological control.

## Sumário

Capítulo I- Atividade nematicida de méis do Brasil .....	5
1- Introdução .....	5
2- Referencial teórico: O mel.....	6
2.1- Definição .....	6
2.2- Composição.....	7
2.3- Classificação .....	7
2.4- Uso medicinal .....	8
2.5- Espécies de abelhas melíferas .....	9
2.6- Apicultura no Brasil .....	10
3-Nematoides.....	11
3.1- Prejuízos agrícolas e doenças .....	12
3.2- Agentes nematicida.....	13
3.3- Ação nematicida dos méis .....	13
4-Objetivos .....	14
4.1-Objetivo geral .....	14
4.2- Objetivos específicos .....	14
5- Metodologia .....	15
5.1- Obtenção do mel.....	15
5.2- Criação e manutenção semanal dos nematoides .....	15
5.3- Preparo de soluções do mel.....	15
5.4- Ensaio nematicida .....	16
6- Resultados .....	16
7- Discussão .....	19
8-Considerações finais .....	20
Capítulo II- Divulgação científica sobre a ação nematicida de méis brasileiros .....	21
1-Introdução .....	21
2-Proposta .....	21
3- Resultados esperados .....	31
4- Considerações finais .....	31
Referências bibliográficas	

## **Capítulo I- Atividade nematocida de méis do Brasil**

### **1- Introdução**

Os nematoides pertencem ao filo nematoda. Este filo é composto por invertebrados que possuem aspecto cilíndrico, alongado e com extremidades afinadas (Kaplan, 2019). Estes parasitas podem causar doenças em humanos, como por exemplo, ascaridíase e o bicho-geográfico (Pena,2022). Em plantas, os fitonematoides podem provocar doenças que levam a formação de galhas, que são alterações celulares causadas no interior dos tecidos (Ramiro, 2019).

O controle químico é um método empregado para tentar diminuir a presença destes parasitas. Utilizar somente este tipo de controle, pode resultar na seleção de nematoides resistentes. Além disso, a presença de resíduos químicos no meio ambiente e nos alimentos. Em meio a esses desafios é importante realizar estudos sobre meios de controle eficazes e amigáveis para o meio ambiente. (Amorim e Soares, 2023).

De acordo com a Sociedade Nacional de Nematologia (2021), foi 1/3 o prejuízo de cerca de R\$ 35 bilhões/ano causado pelos nematoides no agronegócio brasileiro. Há uma pressão feita pela sociedade para que haja uma agricultura que não prejudique tanto o meio ambiente. Portanto, a pesquisa para estudar métodos alternativos para o controle destas pragas é de suma importância (Costa, 2015 e Amorim e Soares, 2023).

Uma abordagem alternativa para enfrentar desafio, é o estudo de agentes nematocidas naturais, como por exemplo o mel, um produto natural, de fácil acesso e abundante no Brasil (Amorim e Soares, 2023).

O mel é um produto complexo, conhecido por sua textura viscosa e sabor normalmente adocicado. Sua composição química é resultado de um processo de coleta e transformação de néctar por abelhas melíferas. Existem diversos tipos de méis disponíveis, e suas características variam de acordo com a origem das flores que as abelhas visitam e a espécie de abelha envolvida na produção (Borsato, 2008).

As abelhas melíferas são responsáveis pela coleta do néctar das flores, uma solução açucarada secretada pelas plantas. Esse néctar é armazenado temporariamente em um compartimento interno das abelhas, onde é enriquecido com enzimas específicas para auxiliar na catálise da hidrólise das ligações glicosídicas dos açúcares presentes no mel. Posteriormente, as abelhas regurgitam o néctar enriquecido em sua colmeia, onde ocorre um processo de evaporação parcial da água presente no néctar (Campos, 2002).

A composição do mel varia de acordo com a região geográfica, tipo de solo, plantas da região, clima e espécie de abelha. Além dos açúcares, o mel também contém pequenas

quantidades de outros compostos, como vitaminas, minerais, aminoácidos, antioxidantes e compostos fenólicos. A presença desses compostos varia e pode influenciar o sabor, aroma, aspecto, etc (Sant'Ana et al, 2020).

Pensando em um agente nematicida natural Azim e Bilal (2012) iniciaram estudos sobre a atividade nematicida em méis no oriente médio e obtiveram resultados promissores. Eles avaliaram as substâncias presentes no mel de Acácia sobre nematoides modelo *Caenorhabditis elegans*. O ensaio nematicida ocasionou em reduções significativas, advindas de uma glicoproteína.

No Brasil, não há estudos sobre o efeito nematicida dos méis, portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar a ação nematicida sobre nematoides modelo *Panagrellus* sp. de méis (jataí, laranjeira, eucalipto, abacate e multifloral) provenientes do Brasil.

## **2-Referencial teórico- O mel**

### **2.1- Definição**

De acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2000) o mel é definido:

[...] produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia [...]

O mel apresenta características de viscosidade, alto teor de açúcares e no geral, um aroma atrativo. Nos primórdios da Grécia Antiga, era comumente usado para fins medicinais, alimentícios e também como parte de oferenda aos deuses. Há relatos de seu uso como medicação no Egito Antigo, em papiros que datam 1500 a.C, prescrevendo-o sua utilização interna e externamente, e também como oferenda para seus deuses. Também há vestígios de que o mel também servia para a conservação de monarcas e generais mortos em guerras, para que seus corpos pudessem ser levados aos seus respectivos funerais (Borsato, 2008).

O mel em si, é um produto bastante complexo. Durante sua criação, há diversas interferências de fatores que o homem não consegue controlar, como a florada, clima, outros insetos que se alimentam do néctar das flores, como insetos da ordem Lepidoptera entre outras

variáveis. As abelhas melíferas vão fazer o uso destes recursos ao dispor como uma fonte de açúcar e elaborar o mel (Campos, 2002).

Para se formar o mel, a abelha armazena o néctar coletado das flores em seu estômago, regurgitando-o quando chega na colmeia. O néctar então sofre duas modificações: uma química e outra física. A mudança física é resultante da perda de água do néctar, devido a temperatura elevada da colmeia. A mudança química é resultante da ação enzimática da invertase, que vai agir sobre o açúcar da sacarose e catalisar a quebra em glicose e frutose (Camargo, 1973).

## **2.2- Composição do mel**

O mel de abelha, contém em sua composição, aproximadamente 181 substâncias distintas: açúcares que estão em maior quantidade, cerca de 80% (principalmente glicose e frutose); água; uma mistura rica em enzimas, antioxidantes, vitaminas, ácidos orgânicos, pigmentos, carboidratos, aminoácidos, minerais (cálcio, ferro, magnésio, potássio e zinco), grãos de pólen e alguns compostos aromáticos. Também é possível encontrar a cera das abelhas, dependendo do método de extração (Borsato, 2008 e Sant'Ana et al, 2020).

Outro componente importante do mel são os compostos fenólicos, que têm propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. Esses compostos ajudam a proteger o corpo contra danos causados pelos radicais livres (que podem contribuir para o envelhecimento celular e o desenvolvimento de diversas doenças) e podem contribuir para a prevenção de doenças crônicas (Sousa et al., 2018).

## **2.3- Classificação do mel**

De acordo com Escobar (2013), o mel pode ser classificado em duas categorias: o mel verde, que consiste em um mel com pouca ação enzimática da invertase e rico em água; e o mel maduro, que consiste em um mel denso, com pouca água. A coloração do mel é influenciada pela flor de origem (onde a abelha realiza a coleta do néctar e do pólen), o clima da região e época do ano e a temperatura na colmeia durante o período de amadurecimento do mel. Quando o mel apresenta coloração mais clara, possui baixo valor de minerais e seu gosto e cheiro é mais suave, já um mel que apresenta coloração mais escura, possui alto valor de minerais e seu gosto e cheiro são mais intensos e acentuados.

A classificação mais comum do mel é baseada em sua origem floral. Isso significa que o mel é nomeado de acordo com o tipo de flores das quais as abelhas coletaram o néctar. Temos dois principais tipos: o monofloral como mel de flor de laranjeira, mel de eucalipto, mel de abacate entre outros, onde o néctar foi coletado a partir de uma única espécie de flor e o

multifloral, onde o néctar foi coletado a partir de duas ou mais espécies de flores (Possebon, 2019).

Outro critério importante na classificação é a cristalização do mel, que ocorre devido à separação da glicose, que possui uma solubilidade menor em água se comparada à frutose, sendo influenciada por fatores como a origem botânica das flores, a temperatura ambiente e a umidade. Quando o mel é submetido ao resfriamento, geralmente ocorre a cristalização em temperaturas de 25 a 26°C. Esse processo natural é um indicativo da pureza do mel, pois somente o mel genuíno apresenta essa característica. Importante destacar que a cristalização do mel não é um sinal de deterioração ou má qualidade, mas sim um fenômeno natural que pode ocorrer ao longo do tempo. (Venturini, 2017).

#### **2.4- Uso medicinal do mel**

A relação entre os seres humanos e o consumo do mel tem origens que datam desde o período do Paleolítico Superior. Nos primórdios da civilização, os humanos primitivos coletavam o mel de maneira rústica. Até o momento, não se conseguiu estabelecer de forma precisa quando exatamente as abelhas foram domesticadas. No entanto, ao longo da história da apicultura, as pessoas começaram a explorar racionalmente as abelhas por meio da utilização de troncos ocos de árvores, nos quais os enxames eram abrigados inicialmente. Com o passar do tempo, surgiram as primeiras colmeias artificiais, confeccionadas a partir de troncos ocos e cortiças. Posteriormente, aperfeiçoou-se a construção das colmeias, passando a utilizar materiais como argila e palhas. Essa evolução na criação de colmeias reflete a constante busca da humanidade em aprimorar suas práticas apícolas ao longo dos séculos (Santos, 2015).

Hussein (2001) estudou sobre a prática da apicultura no antigo Egito, onde várias representações desta época foram descobertas no templo Sol, que retratava homens extraíndo e armazenando mel. A prática da apicultura também era muito apreciada e importante na Grécia antiga, onde grandes nomes como Xenofonte, Aristóteles e o pai da medicina (Hipócrates) falaram sobre o uso medicinal e vários benefícios do mel. O nome apiarium veio de modelos de colmeias de Plínio, o velho, famosa figura histórica da Roma antiga (Crane, 2013).

Antigamente, o mel foi amplamente utilizado como um medicamento natural por civilizações egípcias, chinesas e romanas, que combinavam o mel com diversas plantas medicinais afim de curar feridas e aliviar doenças intestinais (Santos, 2015). Os gregos destacavam-se pelo uso terapêutico do mel, valorizando-o como substância medicinal, já que também era muito usado como adoçante natural. O mel era tão apreciado na Grécia, que de

acordo com a mitologia grega, Eros mergulhava suas flechas de amor em mel para contagiar os amantes desprevenidos (Hesíodo, VIII a.C).

Ainda na Grécia antiga, o mel era visto como um poderoso remédio, que continha grandes propriedades farmacológicas. Nesta época, o ilustre Hipócrates, conhecido como o pai da medicina, usava o mel de abelha em combinação com ervas para tratar doentes, um exemplo era o oxymel (vinagre mais mel) para tratar dores gerais e o famoso hidromel (água mais mel) para aliviar a sede (Zumla, 1989).

O filósofo Aristóteles afirmava que o mel detinha propriedades curativas, que faziam com que pomadas feitas de tal produto surtisse efeito na aceleração de cicatrização de feridas. Também acreditava que o mel era um bom remédio para aliviar dores oculares, aplicação esta que também era prescrita na Índia antiga (Carlson, 2015). Hoje em dia, o mel é comercializado para o tratamento de condições oftalmológicas (blefarite e conjuntivite), queimaduras térmicas e químicas, além de possuir ações anti-inflamatórias e anti bactericidas (Santos, 2015).

## **2.5- Espécies de abelhas melíferas**

A origem das primeiras abelhas ocorreu a partir das vespas. Esses insetos são frequentemente confundidos com abelhas, mas têm características notavelmente diferentes. A distinção primordial entre eles reside em suas preferências alimentares. Enquanto as vespas caçam outros insetos e aranhas para nutrir suas crias, as abelhas, com poucas exceções, alimentam suas proles apenas com produtos de origem vegetal, como pólen, néctar ou óleos coletados de flores (Freitas, 2003).

Quando as plantas surgiram, se encontrou no pólen uma ótima fonte de vitaminas, proteínas e minerais. Porém, ele era de difícil acesso para os insetos e animais da época, pois nenhum deles conseguia localizá-lo nas plantas. Desta forma, as flores foram evoluindo para se tornarem mais atrativas para os prováveis polinizadores, com perfumes, pétalas e cores. Com esta nova fonte de alimento, algumas vespas da família Sphecidae começaram a explorar o novo recurso, e com o passar dos anos e da evolução, se tornaram as primeiras abelhas (Bomfim, 2017).

O corpo das abelhas é dividido em três partes: cabeça, tórax e abdômen. No abdômen, ficam armazenados grande parte dos órgãos das abelhas, incluindo a vesícula melífera, local onde ocorre a transformação do néctar em mel e o transporte de água do campo para a colmeia. Este néctar que é coletado das flores, uma vez na vesícula melífera (ou papo) é misturado com substâncias provenientes das glândulas hipofaríngeas. Estas substâncias são em suma

enzimas como a invertase e catalase, que vão desencadear várias reações em cadeia, que vão converter o néctar em açúcares (Winston, 1987).

A principal abelha utilizada na apicultura é a *Apis mellifera*. Essa espécie não é nativa, pois surgiu a partir de um cruzamento acidental entre subespécies europeias de *A. mellifera* e a subespécie africana *Apis m. scutellata*. Com esse cruzamento, foram incorporadas características como a tolerância ao clima e a habilidade de enxameação das abelhas africanas. No entanto, também foi herdada a agressividade característica dessas abelhas, o que exigiu adaptações no sistema de manejo na apicultura (Freitas, 2003).

A *Tetragonisca angustula*, popularmente conhecida como abelha Jataí, é uma espécie de abelha sem ferrão encontrada em várias regiões do Brasil. Apesar de seu tamanho pequeno, ela é capaz de produzir de 0,5 a 1,5 litros de mel por ano. Embora a quantidade de mel produzida seja menor em comparação com a *A. mellifera*, a Jataí elabora um mel de alta qualidade com um aroma e doçura distintos, o que atrai consumidores dispostos a pagar altos valores por esse produto (Gonçalves, 2019).

## 2.6- Apicultura no Brasil

A Apicultura no Brasil foi oficialmente iniciada na primeira metade do século XIX. No entanto, existem registros que apontam para a introdução de abelhas *A. mellifera* no sul do país, por padres jesuítas, já no século XVII, na região dos Sete Povos das Missões, localizada no atual Estado do Rio Grande do Sul (Mirando, 2016).

Um dos responsáveis por trazer as primeiras abelhas europeias para o Brasil foi o Padre Antônio José Pinto Carneiro que instalou os primeiros apiários em 1839, autorizado pelo império. A finalidade destas abelhas importadas era a produção de cera para a fabricação de velas para a igreja (Souza, 2000).

Alguns anos depois, em 1868, o alemão Frederico Augusto Hannemann trouxe algumas práticas e invenções na área de criação de abelhas: gaiolas para rainhas, caixas gigantes, máquinas centrífugas para extração do mel e aproveitamento dos favos. Ele dedicou sua vida na apicultura e nos jardins floridos, por conta de seu trabalho, a fazenda Abelina foi reconhecida como o marco inicial da apicultura brasileira, onde eram realizadas pesquisas científicas (Schirmer, 1972).

Segundo Gonçalves (2006), um ponto importante da apicultura brasileira aconteceu em 1950, quando as abelhas africanas da espécie *A. mellifera scutellata* vieram importadas para o Brasil. Após 6 anos, num experimento do professor Warwick Kerr, houve um acidente e várias abelhas escaparam, isto gerou um acasalamento desta espécie com outras abelhas europeias,

dando origem a abelhas africanizadas, com maior resistência a doenças e aprimoradas na eficiência de produção de mel.

No contexto econômico, a apicultura se destaca pela necessidade de baixos investimentos iniciais e por exigir uma pequena extensão territorial para ser desenvolvida. Nos últimos anos, houve um aumento significativo na demanda por produtos apícolas, tanto no mercado interno quanto no externo. Esse fato tem contribuído para o crescimento da apicultura no Brasil, aproveitando a diversidade climática do país, o que possibilita o desenvolvimento dessa atividade ao longo do ano. No ano de 2020, a produção brasileira de mel atingiu a marca de 51,5 mil toneladas, indicando um crescimento de 12,5% em comparação com o ano anterior (Vidal, 2022).

### **3-Nematoides**

Para melhor entender a propriedade nematicida dos méis, é preciso entender o que são os nematoides.

O Filo Nematoda é uma ampla e variada categoria de animais metazoários, com diversas espécies que compartilham características morfológicas semelhantes, como um corpo alongado e cilíndrico, e a presença de um pseudoceloma. Apesar de sua aparente simplicidade morfológica, esses animais abrigam uma impressionante diversidade de estruturas especializadas em sua anatomia, como os aparelhos bucais e as ornamentações da cutícula. Essa riqueza de características está estreitamente ligada às suas diferentes necessidades biológicas e ecológicas. Dentro desse filo, encontramos uma ampla variedade de formas de vida, incluindo espécies que vivem livremente tanto em ambientes terrestres quanto aquáticos, bem como outras que são parasitas (Almenara, 2012).

Alguns nematoides se alimentam de seres como pequenas minhocas ou oligoquetas, tardígrados, rotíferos ou até mesmo de outros nematoides, atuando como predadores. Esses são denominados predadores entre os nematoides de vida livre. Além disso, há aqueles que se tornaram parasitas de plantas superiores, conhecidos como fitoparasitas, focando principalmente nos órgãos subterrâneos, como raízes, rizomas, tubérculos, bulbos ou frutos subterrâneos. Alguns fitoparasitas também passaram a parasitar órgãos aéreos, como caules, folhas, frutos e sementes (Kaplan, 2019).

No que diz respeito a morfologia deste filo, alguns nematoides de vida livre, possuem o corpo mais rijo, devido ao exagerado endurecimento da cutícula revestida de formações escamiformes. Eles possuem coloração branca ou amarela e na superfície do corpo tem estrias transversais com linhas longitudinais salientes (Travessos 1950 e Qing, 2019).

A forma mais básica de alimentação entre os nematoides é observada nos bacteriófagos. Eles têm um método de alimentação simples, onde ingerem diretamente células bacterianas vivas através de sua cavidade bucal, que geralmente é cilíndrica e estreita. Esses nematoides são comumente encontrados em associação com matéria orgânica em decomposição. Os nematoides micófagos têm um método alimentar específico (Pinto, 1976 e Mostafa, 2020). Primeiramente, eles penetram o estilete em uma célula de uma hifa, que é uma estrutura filamentosa dos fungos. Em seguida, através do estilete, eles injetam enzimas que são responsáveis pela digestão extracorporal do conteúdo celular da hifa. Após a digestão, o nematoide ingere esse conteúdo, obtendo seu alimento dessa maneira. Essa forma de alimentação é semelhante à utilizada pelos nematoides fitoparasitas (Kaplan, 2019).

### **3.1- Prejuízos agrícolas e doenças**

Os fitonematoides são pequenos invertebrados parasitas que vivem no solo e podem causar danos significativos à agricultura, afetando uma ampla variedade de culturas em todo o mundo. Eles se alimentam das raízes das plantas, causando lesões e destruição do sistema radicular, o que leva a uma redução na absorção de água e nutrientes pelas plantas, resultando em um crescimento debilitado, menor produção e, em casos mais graves, morte das plantas (Chitwood, 2002).

Atualmente no Brasil, especificamente, as perdas causadas por nematoides na agricultura são alarmantes, girando em torno de R\$ 35 bilhões (aproximadamente USD 71 bilhões). Essas perdas impactam significativamente a economia do país e, conseqüentemente, a segurança alimentar da população brasileira (Sociedade Brasileira de Nematologia, 2023).

De acordo com uma pesquisa da Syngenta adjunta a SBN em 2021, os resultados mostram que os prejuízos causados pelos nematoides atingiram R\$ 65 bilhões. Dessas perdas, R\$ 27,7 bilhões foram registrados especificamente na cultura da soja. Projeções indicam que, considerando várias culturas agrícolas, esses prejuízos podem alcançar a marca de R\$ 870 bilhões nos próximos 10 anos. Em outras palavras, a cada 10 safras, uma safra inteira é perdida devido à infestação de nematoides

Os nematoides parasitas de animais podem causar prejuízos econômicos significativos na indústria pecuária de diversas maneiras. Esses parasitas afetam a saúde e o desempenho dos animais, resultando em perdas na produção e na qualidade dos produtos derivados dos animais. Além disso, os custos associados ao tratamento e ao controle dos parasitas também representam um ônus para os produtores. Há diversas formas de prejuízo como: redução da produção de carne, leite e ovos; mortalidade dos animais; custo de tratamento e controle; perda de eficiência

alimentar; impacto na reprodução e custo de diagnóstico e monitoramento (Charlier e Vercruysse, 2014).

### **3.2- Agentes nematicidas**

Agentes nematicidas são substâncias ou organismos utilizados no controle de nematoides. Esses agentes desempenham um papel importante na busca por alternativas aos nematicidas químicos tradicionais, cujo uso pode ter impactos negativos no meio ambiente e na saúde humana. Ao optar por agentes nematicidas, os agricultores buscam maneiras mais sustentáveis de proteger suas plantações e garantir a produtividade (Chitwood, 2002).

Além dos microrganismos, como os fungos por exemplo, alguns extratos de plantas têm propriedades nematicidas e podem ser utilizados como agentes alternativos de controle. Esses extratos geralmente contêm compostos químicos naturais que afetam negativamente os nematoides, reduzindo sua capacidade de infectar e danificar as culturas. O uso de extratos de plantas como agentes nematicidas pode ser uma opção interessante, pois é menos tóxico para o ambiente e pode ser produzido localmente, o que pode ser benéfico para agricultores de pequena escala (Sasanelli et al., 2017).

Outra abordagem promissora é o uso de compostos naturais com propriedades nematicidas. Esses compostos podem ser obtidos de fontes naturais, como raízes de plantas ou resíduos orgânicos, e aplicados diretamente no solo para controlar a população de nematoides. Ao contrário dos nematicidas químicos sintéticos, os compostos naturais tendem a ser menos persistentes no ambiente e têm menor risco de causar efeitos negativos na biodiversidade do solo (Tariq-Kha et al., 2019).

### **3.3- Ação nematicida dos méis**

De acordo com os estudos de Sajid e Azim (2019) o mel de Acácia possui uma forte atividade nematicida contra várias fases do invertebrado e sugere que as abelhas possuem um conjunto de mecanismos de defesa eficazes contra parasitas helmintos. Embora ainda não tenham sido identificados os constituintes específicos do mel responsáveis por essa propriedade naquele estudo, se especulou que peptídeos presentes no mel poderiam ser os candidatos mais prováveis

Posteriormente, Sajid e Azim (2012) conduziram diversos experimentos para investigar a ação nematicida do mel natural, utilizando o nematoide *Caenorhabditis elegans* como modelo experimental. Os resultados foram bastante claros, evidenciando a capacidade do mel em

combater os nematoides. A análise microscópica revelou que os constituintes do mel causaram apoptose/necrose nas células intestinais e nas gônadas do nematoide. Além disso, observou-se que o efeito nematicida do mel estava relacionado a falhas na reprodução dos nematoides. É importante ressaltar que os principais componentes açucarados do mel não demonstraram atividade nematicida. Através de um processo de fracionamento do mel guiado pela atividade biológica e posterior caracterização estrutural, foi possível identificar um glicoconjugado específico responsável pela ação nematicida observada.

Azim e Bilal (2018) desenvolveram estudos sobre a ação nematicida da geleia real e, de forma geral, as descobertas do estudo trouxeram várias conclusões significativas. As proteínas do mel natural, incluindo as glicoproteínas, apresentaram uma notável atividade antinematóide contra o *C. elegans*, com uma dose letal (LD50) de 100ng de proteínas/ $\mu$ L. Além disso, quando essas proteínas do mel foram separadas por cromatografia, também exibiram uma forte atividade nematicida. Foram identificados complexos de glicoproteínas do mel com atividade nematicida, e esses complexos foram compostos por agregados que continham principalmente a proteína de geleia real 1 (MRJP1). Essa proteína MRJP1 foi encontrada em diferentes estados de glicosilação nos referidos complexos. A exposição ao mel e às suas proteínas glicosiladas causou uma regulação significativa na transcrição de genes envolvidos em diversas vias biológicas, tais como o ciclo do ácido cítrico (Ciclo de Krebs), citoesqueleto, morfogênese corporal, desenvolvimento embrionário e segregação cromossômica meiótica.

## **4-Objetivos**

### **4.1-Objetivo geral**

O objetivo deste estudo foi avaliar a ação de méis de *A. mellifera L.* de diferentes plantas com flores nativas do Brasil e de *T. angustula* sobre os nematoides modelos *Panagrellus sp.*

### **4.2-Objetivos específicos**

Analisar a eficácia das diferentes fontes de méis (*A. mellifera L.* e *T. angustula*) na inibição do crescimento e reprodução do nematoide *Panagrellus sp.*;

Avaliar as características químicas e físicas dos méis de *A. mellifera L.* e *T. angustula* correlacionando esses atributos com a capacidade de ação nematicida do nematoide modelo *Panagrellus sp.*

Comparar a nematicidade dos méis provenientes do Brasil com os méis provenientes do Oriente Médio, advindos dos ensaios de Bilal e Azim (2012).

## 5- Metodologia

O trabalho em questão adota uma abordagem quali-quantitativa (Pereira et al, 2018) e foi conduzida no Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras, situado no município de Lavras, Minas Gerais, Brasil.

### 5.1-Obtenção dos méis:

Os méis utilizados neste estudo foram obtidos no mercado local, abrangendo variedades de *A. mellifera L.* provenientes de distintas plantas nativas do Brasil, como abacate (*Persea americana*), laranja (*Citrus sp*), eucalipto (*Eucalyptus grandis*) e multifloral. Adicionalmente, o mel de *T. angustula* foi adquirido comercialmente e incorporado ao estudo.

### 5.2-Criação e manutenção semanal dos nematoides:

Para a criação dos nematoides de vida livre *Panagrellus sp.*, seguiu-se a metodologia proposta por Sufiate et al. (2017), consistindo na adição de aveia com água em placas de Petri. Posteriormente, os nematoides foram mantidos em um ambiente escuro a aproximadamente 25 °C, com renovação semanal dos meios de cultura.

### 5.3-Preparo de soluções de mel:

As atividades nematicidas dos méis puros foram avaliadas empregando quatro concentrações distintas: 3, 1,5, 0,75 e 0,5% (m/m) (Sajid and Azim, 2012). As diluições foram realizadas utilizando água destilada e pesado a massa de mel (quadro 5.1 abaixo) e completado com a água até atingir 1 mL.

Quadro 5.1- massa em gramas de mel de abacate, eucalipto, jataí, laranjeira e multifloral e respectivas diluições em mL para elaboração das soluções estoque

TIPOS DE MEL	CONCENTRAÇÃO <sup>(m/v)</sup>							
	3		1,50		0,75		0,50	
	Massa (g)	Diluição (ml)	Massa (g)	Diluição (ml)	Massa (g)	Diluição (ml)	Massa (g)	Diluição <sup>(ml)</sup>
<b>Abacate</b>	0,032	0,968	0,014	0,986	0,006	0,994	0,004	0,996
<b>Eucalipto</b>	0,031	0,969	0,017	0,983	0,007	0,993	0,006	0,994
<b>Jataí</b>	0,031	0,969	0,014	0,986	0,008	0,992	0,006	0,994
<b>Laranjeira</b>	0,031	0,969	0,016	0,984	0,008	0,992	0,006	0,994
<b>Multifloral</b>	0,029	0,971	0,015	0,985	0,007	0,993	0,006	0,994

Fonte: Da autora 2023

#### 5.4-Ensaio nematicida:

Para os ensaios nematicida, foram constituídos seis grupos em microtubos de 1 mL, sendo que cinco grupos foram tratados com os respectivos méis (em cada uma das concentrações mencionadas acima), e um grupo foi designado como controle. Para cada grupo, foram realizadas 6 réplicas. O experimento completo foi repetido por três vezes. Aproximadamente 40 juvenis de *Panagrellus* sp. foram adicionados em microtubos contendo os méis. Os grupos de controle apresentavam o mesmo número de juvenis. Os microtubos foram incubados a 25°C por 24 horas. Após esse intervalo de tempo, o número total de juvenis vivos presentes em cada tubo dos grupos foi contado por meio de microscopia óptica. A mortalidade dos juvenis foi verificada pela integridade da composição da cutícula e do conteúdo corporal do nematoide, além do movimento do mesmo.

Para calcular a taxa de redução foi efetuado o teste de Tukey pelo programa BioEstat 3.0, cuja fórmula é:

$$\% \text{Redução} = \frac{(\text{Número médio de juvenis do controle} - \text{Número médio de juvenis do tratamento}) \times 100}{\text{Número médio de juvenis do controle}}$$

#### 6- Resultados

Os primeiros resultados são representados pela tabela abaixo, onde foram analisadas as amostras com mel de jataí e laranjeira realizados com 6 repetições cada uma das concentrações (tabela 6.1):

Tabela 6.1- Solução controle e soluções de mel de Jataí e laranjeira e suas respectivas concentrações por média da quantidade de nematoides vivos.

<b>Solução</b>	<b>Média da quantidade de nematoides vivos</b>
Controle	66
Jataí 3%	34
Jataí 1,5%	39
Jataí 0,75%	44
Jataí 0,5%	28

Laranjeira 3%	54
Laranjeira 1,5%	73
Laranjeira 0,75%	51
Laranjeira 0,5%	42

Fonte: Da autora 2023

Para melhor comparação dos resultados, o quadro abaixo (6.1) foi elaborado, com todas as semanas de análises das soluções e respectivas concentrações (m/v) de todos os méis, iniciadas na semana de 13/06/2022 até a semana de 30/08/2022, totalizando dois meses de experimento. As soluções foram feitas em 6 repetições representadas abaixo com a média de nematoides vivos:

Quadro 6.1- Média dos *Panagrellus* vivos relacionados com as soluções de mel e suas respectivas concentrações por semana de experimento.

Média de <i>Panagrellus</i> /Semana do ensaio	Solução controle	Solução Jataí	Solução laranjeira	Solução eucalipto	Solução multifloral	Solução abacate	Concentração
13/06/2022	13	50	18	33	17	20	3%
22/06/2022	23	20	17	17	25	20	1,5%
29/06/2022	9	18	2	7	17	9	0,75%
06/07/2022	40	28	27	30	32	31	0,5%
13/07/2022	31	21	28	23	34	23	3%
20/07/2022	29	28	37	32	37	25	1,5%
28/07/2022	55	37	63	64	45	50	0,75%
03/08/2022	55	50	30	42	31	34	0,5%
09/08/2022	37	27	26	28	32	31	3%
16/08/2022	37	34	22	38	34	33	1,5%
23/08/2022	30	18	16	24	19	16	0,75%
30/08/2022	55	23	47	27	41	25	0,5%

Fonte: Da autora 2023

Na primeira semana, foram feitas novas análises, uma repetição de todos os méis na concentração de 3%, a fim de observar se os resultados se manteriam. Na semana seguinte, foi feito o experimento de todos os méis na concentração de 1,5%, para comparar com os resultados dos méis 3%. Todos os méis na concentração de 0,75% foram analisados na semana seguinte. Seguindo o padrão, na quarta semana foi analisado todos os méis na concentração de 0,5%.

Para a segunda repetição, foi preparado novas soluções de concentração 3% de todos os méis, deixado refrigerar de um dia para o outro e feito as análises. Após o preparo das amostras, as soluções de mel eram descartadas. Uma semana depois, foram preparadas novas soluções de todos os méis nas concentrações de 1,5% para a segunda repetição. As soluções foram armazenadas na geladeira e no dia seguinte foram feitas novas análises.

Na semana posterior, novas soluções de concentração 0,75% de todos os méis foram feitas para a segunda repetição, refrigeradas de um dia para o outro e feito as amostras para análise.

Para a última análise, foram feitas soluções novas de todos os méis com a concentração de 0,5%, deixadas na geladeira e feito as amostras no dia seguinte, para a segunda repetição.

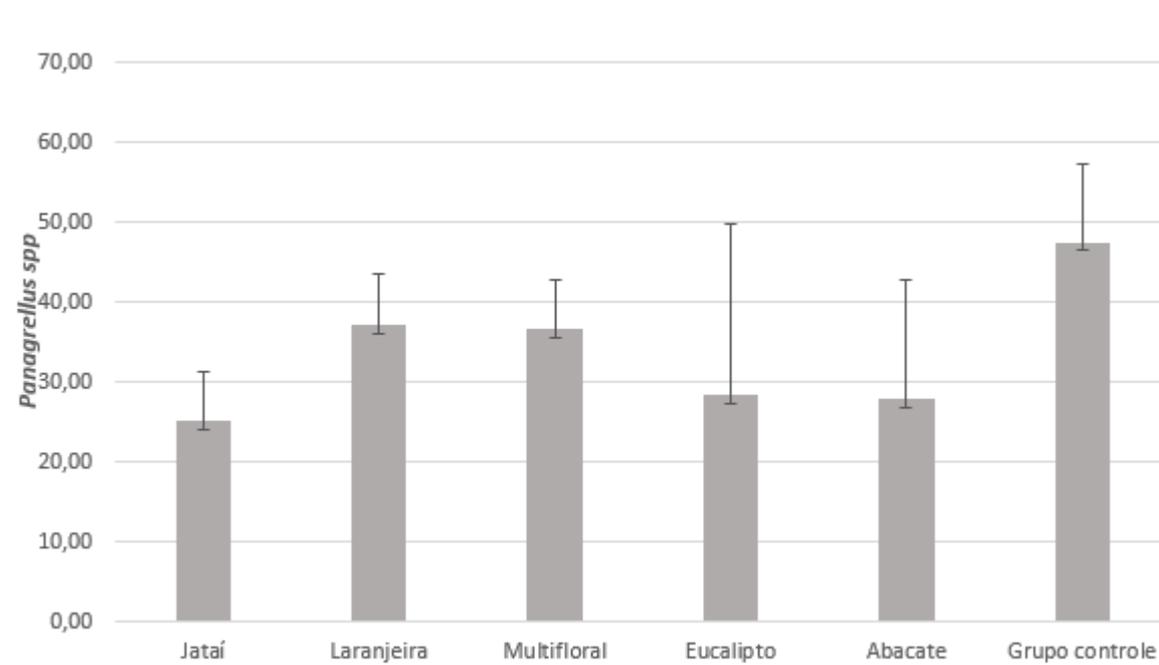
Todos estes resultados foram compilados e foi realizado o teste de Tukey com variância de 5% de probabilidade. Este teste foi feito no programa BioEstat 3.0.

Os valores obtidos indicavam a redução significativa de apenas dois méis: Jataí e abacate nas concentrações de 0,5% ambos. A redução significativa foi de 41,4% para o mel de abacate e 47,2% para o mel de Jataí.

De acordo com a figura 6.1 (Amorim e Soares, 2023), é possível visualizar a redução significativa dos juvenis de *Panagrellus* sp. pela ação dos méis de abacate e jataí:

Figura 6.1- Número médio e desvio padrão (barras) de juvenis de *Panagrellus* sp. provenientes dos ensaios. Cinco grupos foram tratados com mel de *Tetragonisca angustula* e méis de *Apis mellifera* L. de laranja, multifloral, eucalipto, abacate, e um grupo controle (água destilada) na concentração de 0,5% respectivamente. Nas concentrações de 3, 1,5 e 0,75%, não houve diferença significativa entre os grupos avaliados. Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre

os grupos tratados com mel de *Apis mellifera L.* de abacate e mel de *Tetragonisca angustula*, e o grupo controle, conforme o teste de Tukey.



Fonte: Amorim e Soares 2023 (adaptado)

Com estes resultados, foi publicado um artigo científico em 06/04/2023 na revista Research, Society and Development.

## 7- Discussão

O mel é um alimento natural produzido pelas abelhas a partir do néctar das flores. Além de ser uma fonte nutritiva e saborosa, o mel tem sido usado tradicionalmente como remédio em diversas culturas ao redor do mundo, principalmente devido às suas propriedades medicinais (Santos, 2015). Uma das ações medicinais do mel que tem recebido atenção é sua atividade nematicida (Amorim e Soares 2023).

A ação nematicida do mel se refere à capacidade de combater e controlar nematoides, que são invertebrados microscópicos que podem ser parasitas de plantas, animais e até mesmo de seres humanos (Sajid e Azim, 2009). Não há publicações científicas sobre os méis de *A. mellifera L.* e *T. angustula* nativos do Brasil. Portanto, o presente estudo é pioneiro, sendo o primeiro a avaliar a ação nematicida dos méis de *A. mellifera L.* provenientes de diferentes plantas nativas no Brasil e de *T. angustula* contra nematoides.

Um dos principais prejuízos agrícolas causados pelos nematoides é a diminuição da absorção de nutrientes pelas plantas. Quando esses vermes se alimentam das raízes, eles causam danos mecânicos e liberam substâncias tóxicas que afetam o sistema radicular da

planta. Isso leva a um comprometimento na capacidade da planta de absorver água e nutrientes essenciais, resultando em um crescimento deficiente e até mesmo na morte das plantas em casos mais severos (Jones *et al*, 2013). Os prejuízos causados pelos nematoides não se restringem apenas ao âmbito agrícola. Em animais e seres humanos, algumas espécies de nematoides podem ser parasitas causadores de doenças (Chitwood, 2002).

O controle de nematoides nas atividades agrícolas é um desafio, e as medidas de manejo geralmente envolvem o uso de pesticidas nematicidas, rotação de culturas, utilização de variedades de plantas resistentes, adubação equilibrada e práticas de manejo integrado de pragas. Portanto, a busca por alternativas para controlar esses parasitas é extremamente importante. Aqui, foi demonstrado que o mel de *T. angustula* tem potencial para ser utilizado no controle de nematoides, uma vez que apresentou ação nematicida *in vitro* em *Panagrellus* sp. Assim, uma atividade nematicida significativa contra esses organismos aponta para um grande potencial de utilização.

A ação nematicida dos méis já foi descrita na literatura por Azim e Sajid (2009), Sajid and Azim (2012) e Bilal and Azim (2018). No entanto, esses autores utilizaram apenas o mel proveniente de abelhas (*A. mellifera* L.) e de flores nativas do Paquistão. Por outro lado, eles demonstraram que a ação nematicida dos méis estava relacionada às suas porções proteicas. Sajid and Azim (2012) relataram que um glicoconjugado de 5,5 kDa era o principal componente nematicida do mel avaliado. No entanto, Bilal and Azim (2018) observaram que complexos glicoproteicos do mel (com massas moleculares de 260 kDa e 160 kDa), constituídos por agregados contendo a principal proteína da geleia real 1, apresentaram forte atividade nematicida. Essas glicoproteínas causaram a regulação de transcritos gênicos envolvidos no metabolismo e na fisiologia primária do nematoide. Portanto, as glicoproteínas podem ser uma das possíveis substâncias responsáveis pela ação nematicida observada no presente estudo.

Os resultados apresentados salientam a eficácia da ação nematicida dos méis brasileiros de abacate e jataí analisados. Este estudo tem potencial de ser continuado, para descobrir a molécula ou substância que possui esta ação nematicida.

## **8-Considerações finais**

Os resultados discutidos demonstram, de forma inédita, que o mel de *A. mellifera* L. feito da flor do abacate e o mel de *T. angustula* apresentaram uma atividade nematicida significativa contra os nematoides modelo *Panagrellus* sp. e, portanto, abre-se a necessidade de estudos adicionais para a identificação deste componente nematicida, assim como outros

trabalhos envolvendo a utilização destes méis em outros modelos de nematoides e, a utilização de outros tipos de floradas de *A. mellifera L.* e de *T. angustula* no modelo de nematoide *Panagrellus sp.*

## **Capítulo II- Divulgação científica sobre a ação nematicida de méis brasileiros**

### **1 -Introdução**

A divulgação científica no modo geral, tem um papel muito importante na sociedade, permitindo a disseminação do conhecimento científico e promovendo o engajamento do público nas áreas de ciências. Assim, a divulgação científica contribui para a democratização do acesso ao conhecimento, tornando a ciência mais acessível e compreensível para um público de fora das universidades, independente de idade e individualidades. Ela ajuda a combater a desinformação e os equívocos, promovendo uma visão baseada em evidências e no método científico (Bubelis, 2015).

A divulgação científica feita pelas universidades promove um conhecimento científico para a comunidade. Desta forma, o público tem um acesso às pesquisas universitárias e avanços na área de tecnologia e ciência, compreendendo melhor as contribuições e impactos destes estudos na sociedade. É importante dizer que pela divulgação científica é possível atrair os estudantes de todas as idades a seguirem uma carreira acadêmica e auxiliar a desenvolver pesquisas no meio científico, formando novos pesquisadores e fomentando a pesquisa científica (Holliman, 2009).

### **2-Proposta**

Pensando numa melhor forma de divulgar a pesquisa realizada, foram criados dois posts para a rede social Instagram, visando atingir um público alvo mais jovem, a partir de 18 anos, para conseguir entender o assunto e se interessar pela pesquisa desenvolvida.

Primeiramente será mostrado as quatro primeiras imagens (Figuras 2.1; 2.2; 2.3 e 2.4), criadas pela autora, que explicam um pouco sobre a parte benéfica do mel na saúde humana.

Será uma publicação com quatro fotos.

Figura 2.1- Primeira imagem do post para Instagram de divulgação científica



Fonte: Da autora 2023

Figura 2.2- Segunda imagem do post para Instagram de divulgação científica



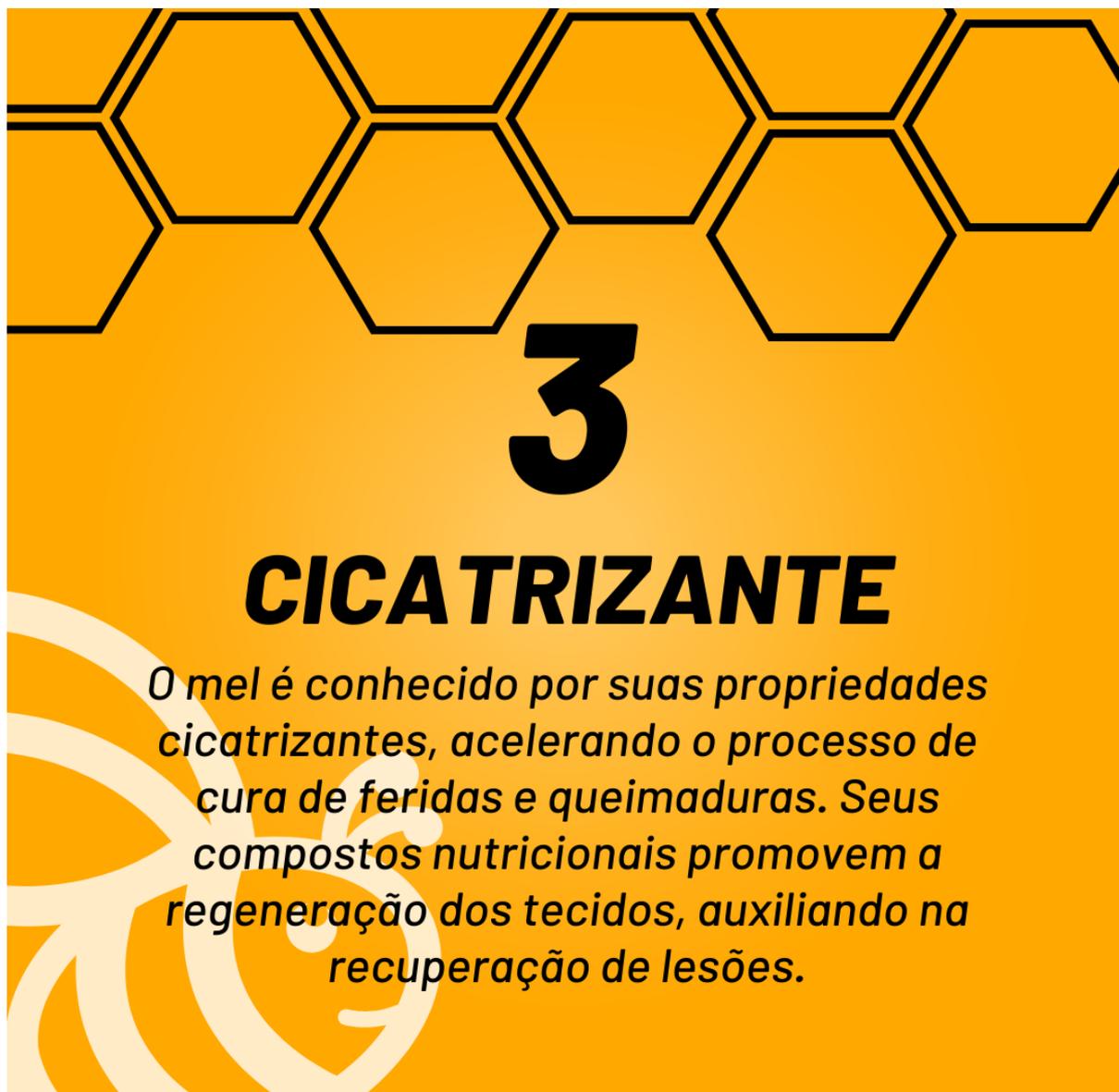
Fonte: Da autora 2023

Figura 2.3- Terceira imagem do post para Instagram de divulgação científica



Fonte: Da autora 2023

Figura 2.4- Quarta imagem do post para Instagram de divulgação científica



Fonte: Da autora 2023

Seguem as legendas elaboradas para acompanhar as fotos:

Você conhece os benefícios do mel na saúde humana? Saiba mais:

Imagem 1:

O mel possui propriedades antibacterianas e antifúngicas, o que o torna um aliado no combate a infecções respiratórias. Além disso, seu consumo regular ajuda a aliviar a tosse e a dor de garganta, promovendo a saúde das vias respiratórias.

Imagem 2:

Rico em antioxidantes, o mel contribui para fortalecer o sistema imunológico, prevenindo doenças. Seus compostos naturais ajudam a combater os danos causados pelos radicais livres e a reduzir a inflamação no organismo, favorecendo a saúde geral.

Imagem 3:

O mel é conhecido por suas propriedades cicatrizantes, acelerando o processo de cura de feridas e queimaduras. Suas propriedades antimicrobianas ajudam a prevenir infecções, enquanto seus compostos nutricionais promovem a regeneração dos tecidos, auxiliando na recuperação de lesões.

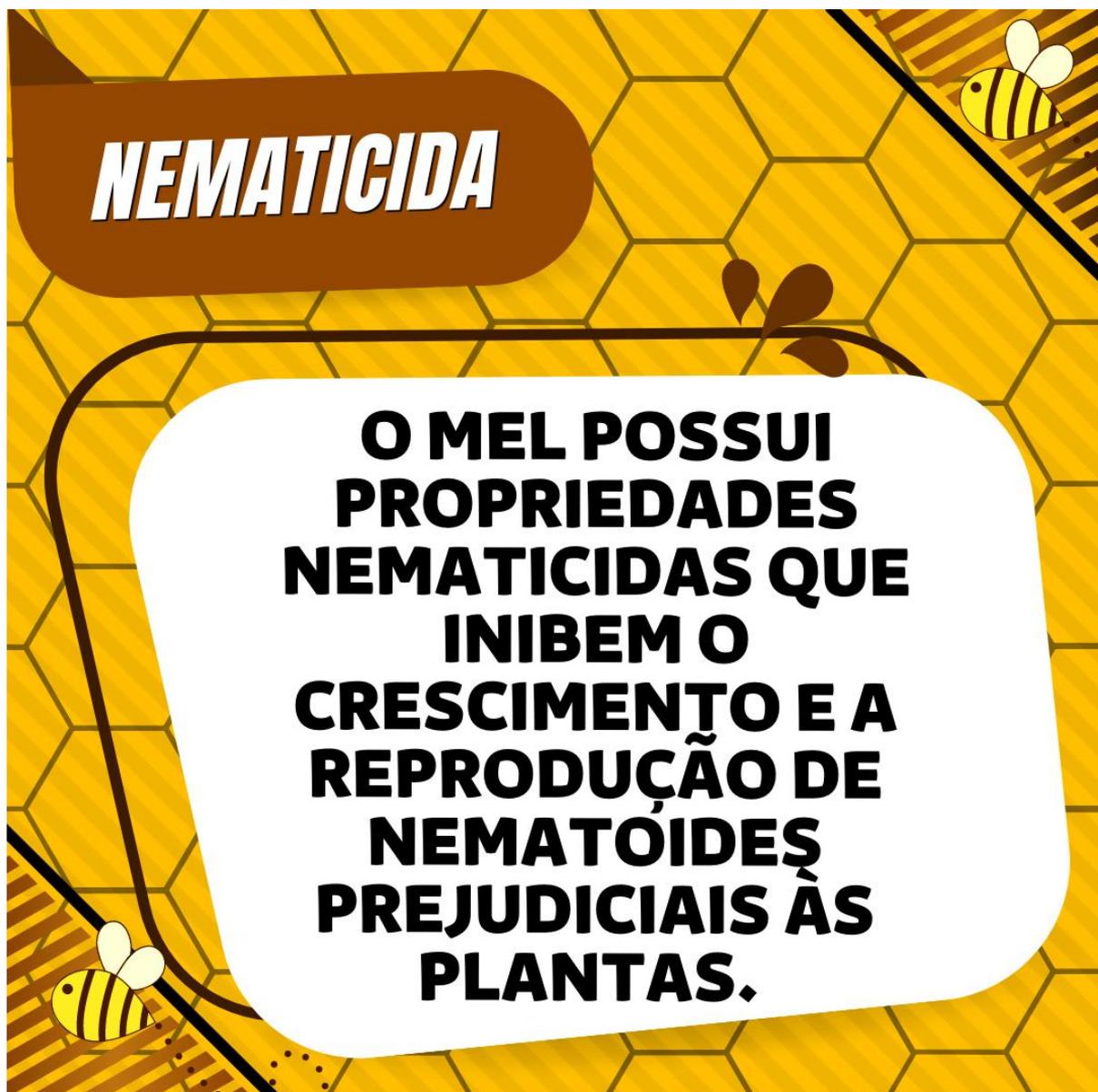
Após esta breve introdução dos benefícios do mel, será feito um segundo post, com três imagens, criadas pela autora (Figura 2.5; 2.6; 2.7 e 2.8).

Figura 2.5- Primeira imagem do post para Instagram de divulgação da pesquisa científica



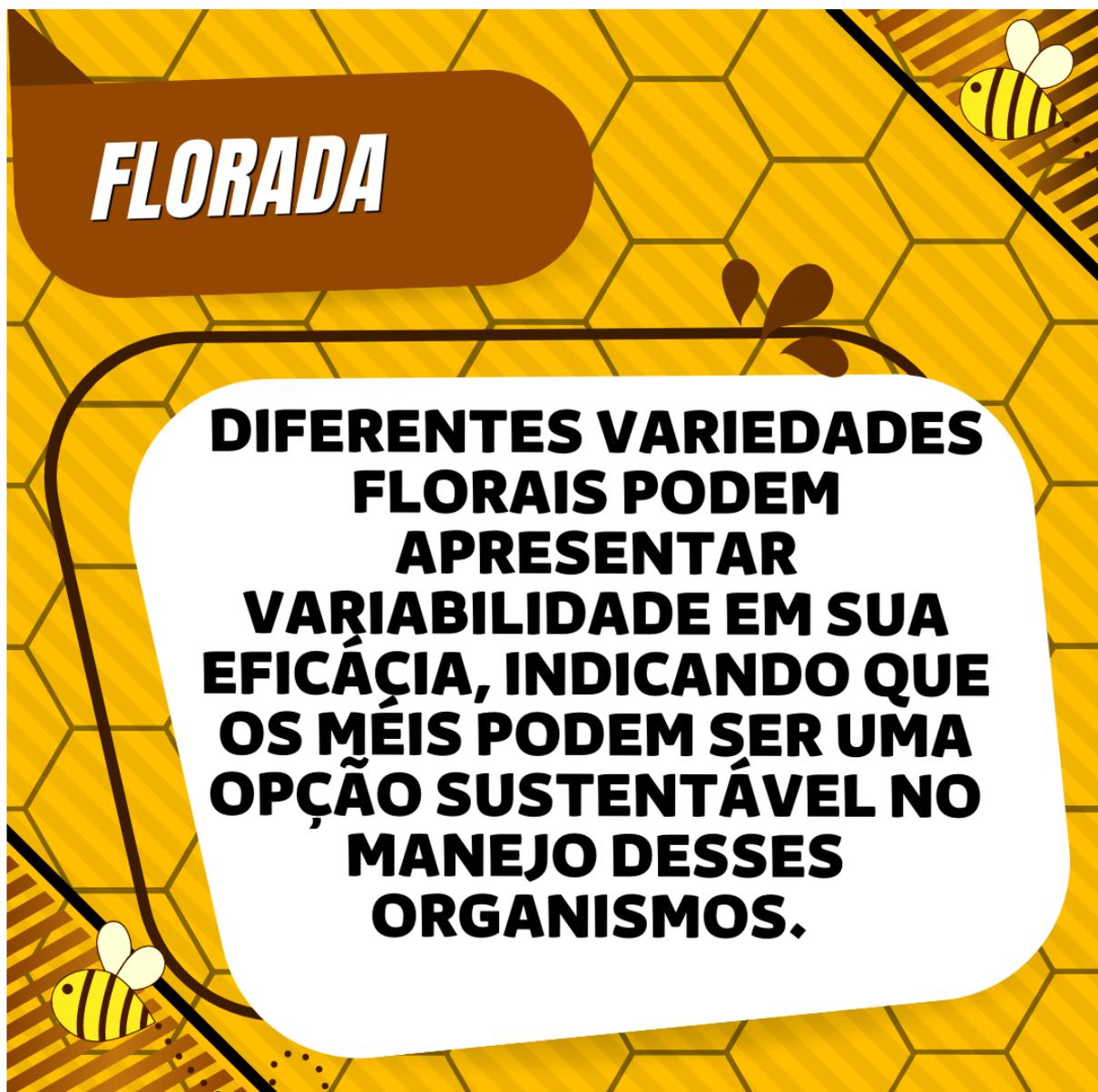
Fonte: Da autora 2023

Figura 2.6- Segunda imagem do post para Instagram de divulgação da pesquisa científica



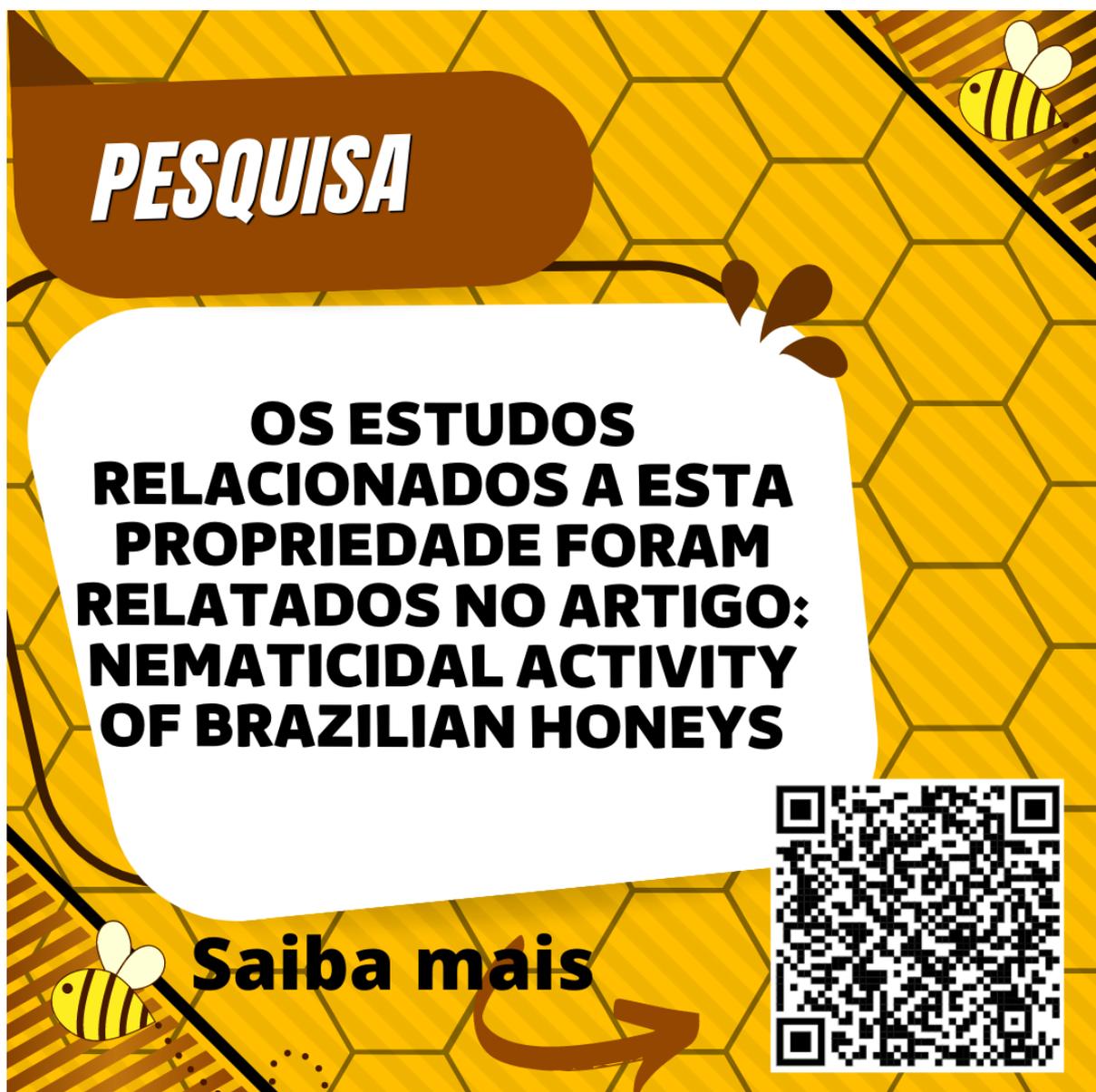
Fonte: Da autora 2023

Figura 2.7- Terceira imagem do post para Instagram de divulgação da pesquisa científica



Fonte: Da autora 2023

Figura 2.8- Quarta imagem do post para Instagram de divulgação da pesquisa científica



Fonte: Da autora 2023

Na última imagem será divulgado um Qr Code que direciona o leitor do post ao artigo escrito. Caso o leitor não consiga escanear o Qr Code, também será disponibilizado na legenda da publicação o link para a leitura do artigo científico.

Legenda elaborada para o post:

Os méis são uma alternativa promissora aos nematicidas sintéticos no controle de nematoides em sistemas agrícolas. Eles possuem atividade nematicida, interferindo no desenvolvimento e reprodução dos nematoides, além de serem produtos naturais e seguros do

ponto de vista ambiental. Este estudo sobre a atividade nematicida nos méis brasileiros foi desenvolvido pela estudante de graduação Stefany Amorim, na orientação do professor Dr. Fillipe Elias, na Universidade Federal de Lavras, no ano de 2023. Caso não consiga acessar o Qr Code, acesse pelo link: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/40989>. O acesso ao pdf é gratuito, boa leitura.

### **3- Resultados esperados**

Com os posts publicados e a devida divulgação nos stories da rede social, é esperado que os jovens se interessem pelo assunto. Para melhor avaliar se a divulgação científica surtiu efeito, é proposto uma caixinha de perguntas nos stories, perguntando sobre possíveis dúvidas e comentários sobre a pesquisa realizada. Também é possível avaliar com base nos comentários das publicações e número de acessos ao artigo.

### **4- Considerações Finais**

A pesquisa científica sobre a ação nematicida de méis brasileiros desempenha um papel crucial na busca por soluções sustentáveis e eficazes no controle de nematoides na agricultura. O conhecimento gerado através desses estudos pode abrir novas perspectivas para o desenvolvimento de métodos de manejo de pragas mais seguros e ecologicamente responsáveis, reduzindo a dependência de pesticidas químicos prejudiciais ao meio ambiente e à saúde. Além disso, a divulgação científica desse tipo de pesquisa é fundamental para disseminar o conhecimento gerado para agricultores, agrônomos e demais profissionais do setor agrícola, promovendo a adoção dessas práticas inovadoras. A colaboração entre pesquisadores, instituições de pesquisa, empresas e órgãos governamentais é essencial para incentivar e financiar estudos nessa área, impulsionando a produção de conhecimento e contribuindo para uma agricultura mais sustentável, produtiva e alinhada com as demandas da sociedade e do meio ambiente.

### **Referências bibliográficas:**

ALMENARA, D. P.; NEVES, M. R. de C.; KAMITANI, F. L.; WINTER, C. E. Nematoides entomopatogênicos: as duas faces de uma simbiose. *Revista da Biologia, [S. l.]*, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2018.

AMORIM, S. A. de; SOARES, F. E. de F. Nematicidal activity of Brazilian honeys. *Research, Society and Development, [S. l.]*, v. 12, n. 4, p. e15712440989, 2023.

AZIM, M. K.; SAJID, M. Evaluation of nematocidal activity in natural honey. *Pakistan Journal of Botany*, volume 41, p. 6, 2009.

BILAL, B.; AZIM, M. K. Nematicidal activity of 'major royal jelly protein'-containing glycoproteins from Acacia honey. *Experimental Parasitology*, volume 192, p. 52-59, 2018.

BUBELIS, William S. Science communication and its discontents: from the public understanding of science to the public engagement with science. *Science, Technology, & Human Values*, v. 40, n. 6, p. 1057-1078, 2015.

BOMFIM, I. G. A.; OLIVEIRA, M. O.; FREITAS, B. M. Curso Técnico em Apicultura - Biologia das Abelhas. Fortaleza: Funece, 2017.

BORSATO, D. M. Avaliação de méis com indicação monofloral, comercializados na região dos Campos Gerais – PR. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2008

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. Regulamento Técnico de identidade e qualidade do mel. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/das/dipoa/anexointrnorm11.htm>. Acesso em: maio, 2023.

CAMARGO, J. M. F. A abelha: *Apis mellifera* Linnaeus. 2. ed. São Paulo: EDART, 1973.

CAMPOS, G. et al. Classificação do mel em floral ou mel de melato. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 2003.

CARLSON, R. D. The honey bee and apian imagery in classical literature. Washington: University of Washington, 2015. 71 p.

CHARLIER, J.; HOSTE, H.; VERCRUSSE, J. The economic impact of worms in cattle. *Veterinary Research*, v. 45, n. 1, p. 75, 2014.

CHITWOOD, D. J. Nematicides. In: Encyclopedia of Agrochemicals, v. 3, pp. 1151-1160, 2002.

COSTA, M. Ap da. Biocontrole de nematoides com fungos. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - UNESP, São Paulo, 2015.

CRANE, E. E. The world history of beekeeping and honey hunting. New York: Routledge, 2013.

ESCOBAR, A. L. S.; XAVIER, F. B. Propriedades fitoterápicas do mel de abelhas. Revista Uningá, Maringá, 2013.

FREITAS, B. M. Conhecendo as abelhas. Apostila extraída de material CD-ROM- A vida das abelhas. Universidade Federal do Ceará, 2003.

GONÇALVES, L. S. Meio século de apicultura com abelhas africanizadas no Brasil. FFCLRP. USP. Departamento de Biologia Ribeirão Preto. SP. Brasil. Revista Mensagem Doce, n. 88, p. 1-5, jul, 2006.

GONÇALVES, L. M. Comparação físico-química entre amostras de mel de *Apis mellifera* africanizada e *Tetragonisca angustula*. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.

HOLLIMAN, R; SCANLON, E; WHITELEGGE, D. Investigating science communication in the information age: Implications for public engagement and popular media. Oxford: Oxford University Press, 2009.

HUSSEIN, M. H. Beekeeping in Africa: I - North, east, northeast and West African countries. Apimondia, n. 10, Nov., 2001, p. 1.

JONES, J. T.; HAEGEMAN, A.; DANCHIN, E. G.; GAUR, H. S.; HELDER, J.; JONES, M. G.; KIKUCHI, T.; MANZANILLA-LÓPEZ, R.; PALOMARES-RIUS, J. E.;

WESEMAEL, W. M. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology*, v. 14, n. 9, p. 946-961, 2013.

KAPLAN, R. M. (Ed.). *Nematode Parasites of Domestic Animals: A Diagnostic Manual*. CRC Press, 2019.

MIRANDA, R. C. *Apicultura: uma alternativa para a promoção do desenvolvimento rural sustentável*. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais). Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, 2016.

MOSTAFA, M., SALEHIM, S. M. N., & Al-Imran. Molecular detection of a soil nematode (*Panagrellus redivivus*) in artificial culture media. *Journal of Fundamental and Applied Life Sciences (JFLS)*, 2020

PENA Júnior, D. S., ALMEIDA, C. A., SANTOS, M. C. F., FONSECA, P. H. V., MENEZES, ... & Royo, V. D. A. Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Minas Gerais (Brazil). *Plos One*, 17(1), e0262038, 2022

PEREIRA, A. S., SHITSUKA, D. M., PARREIRA, F. J., & Shitsuka, R.. *Metodologia da pesquisa científica*. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 2018

PINTO, R. M.; FABIO, S. P.; NORONHA, D.; ROLAS, F. J. T. *Novas considerações morfológicas e sistemáticas sobre os proclamallanus brasileiros (Nematoda Camallanoidea)*. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 1976.

POSSEBON, G. *Análise voltamétrica cíclica: uma ferramenta para a análise qualitativa do mel*. UTFPR, 2019.

QING, X., & BERT, W. Family Tylenchidae (Nematoda): an overview and perspectives. *Organisms Diversity & Evolution*, 2019

RAMIRO, J. *Nematoides: conheça os prejuízos que esses vermes causam e descubra como controlá-los*. Disponível em: <https://boaspraticasagronicas.com.br/artigos/nematoides/>. Acesso em: 07/10/2023.

SAJID, M.; AZIM, M. K. Characterization of the nematocidal activity of natural honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 60, p. 30, 2012.

SANT'ANA, R. S.; CARVALHO, C. A. L.; ODA-SOUZA, M.; SOUZA, B. A.; DIAS, F. S. Characterization of honey of stingless bees from the Brazilian semi-arid region. *Food Chemistry*, 2020.

SANTOS, J. O. Um estudo sobre a evolução histórica da apicultura. Orientador: Prof. Dsc. Patrício Borges Maracajá. 2015. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, 2015.

SASANELLI, N.; GRECO, N.; LAMBERTI, F. Nematicidal activity of plant extracts. In: *Integrated management of diseases caused by fungi, phytoplasma and bacteria*, p. 331-339. Springer, Cham, 2017.

SCHIRMER, B. A apicultura no Brasil. *A Colmeia*, ano 1, n. 1, Santa Maria-RS, 01 de agosto de 1972.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEMATOLOGIA (SBN). Disponível em: <http://www.nematologia.com.br/>. Acesso em: 14/07/2023.

SOUZA, A. V. B. de; RODRIGUES JÚNIOR, F. das C.; SANTOS, G. M. dos; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. do R.; PORTO, R. G. C. L. Determinação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante da cajuína e do mel produzidos no estado do Piauí. *Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente*, 2018.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA (SNA). Nematoides: microscópios causam prejuízo de R\$ 3,5 bilhões por ano ao agro brasileiro. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/nematoides-microscopios-causam-prejuizo-de-r-35-bilhoes-por-ano-ao-agro-brasileiro/#:~:text=Os%20nematoides%20podem%20atacar%20o,desses%20organismos%20é%20muito%20dif%C3%ADcil>. Acesso em: 02/06/2023.

SOUZA, P. V. ABC do apicultor. Porto Alegre: Palmas, 2000.

SUFIAE, B. L., SOARES, F. E. F., MOREIRA, S. S., GOUVEIA, A. S., MONTEIRO, T. S. A., de FREITAS, L. G., & QUEIROZ, J. H. Ação nematicida de metabólitos de *Pleurotus eryngii*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 12, 216-219, 2017

SYNGENTA. Nematoides: prejuízos podem chegar a R\$ 27,7 bilhões por ano na cultura da soja. Disponível em: <https://portal.syngenta.com.br/noticias/nematoides-prejuizos-podem-chegar-a27-7-bilhoes-por-ano-na-cultura-da-soja/>. Acesso em: 13/07/2023.

TARIQ-KHAN, M.; FAZAL, S. Plant-derived natural nematicides: an alternative approach for the control of plant-parasitic nematodes. *Natural Product Research*, v. 33, n. 4, p. 561-573, 2019.

TRAVESSOS, L. Introdução ao estudo de helmintologia. *Revista Brasileira de Biologia*, 1950, p. 33-35.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características do mel. UFES - Boletim Técnico, 2007.

VIDAL, M. F. Mel natural. Caderno Setorial ETENE, 2022.

WINSTON, M. L. The biology of the honey bee. Harvard, 1987, p. 33-38.

ZUMLA, A.; LULAT, A. Honey: a remedy rediscovered. *J Royal Soc Med.*, v. 82, 1989, p. 385.