

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS DOIS VIZINHOS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

GABRIELA OSOWSKI VARPECHOSKI

**SELETIVIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE MENTA E ALFAVACA A *Apis mellifera* L. (HYMENOPTERA: APIDAE)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS - PR

2020

GABRIELA OSOWSKI VARPECHOSKI

**SELETIVIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE MENTA E ALFAVACA A *Apis mellifera* L. (HYMENOPTERA: APIDAE)**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Bacharelado em Engenharia Florestal, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito para obtenção da aprovação na disciplina de Conclusão de Curso II.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dra. Michele Potrich

DOIS VIZINHOS – PR

2020



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### **Seletividade de óleos essenciais de menta e alfavaca a *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)**

por

Gabriela Osowski Varpechoski

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 24 de Setembro de 2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Michele Potrich  
Orientadora

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Paula Fernandes Montanher  
Membro titular (UTFPR)

---

Cristiane Lurdes Paloschi  
Ms. Engenheira Agrícola

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

## AGRADECIMENTOS

Gratidão a Deus por me permitir chegar até aqui e ter me sustentado todos os dias da minha vida, mesmo quando eu mesma acreditava que não conseguiria.

Agradeço principalmente a minha mãe e irmãos, por apoiarem todas as minhas escolhas e por toda confiança depositada em mim. Eu sei o quanto não foi fácil, mas vocês nunca mediram esforços para que eu concluísse minha graduação. Obrigada por toda compreensão, confiança, amor e incentivo em todos os momentos. Amo vocês!

Ao meu namorado e companheiro de vida, Vinícius Zanin pelo carinho, incentivo, compreensão e principalmente pela paciência e parceria. Obrigada por sempre acreditar em mim, muito mais do que eu mesma. Você foi essencial nessa etapa da minha vida. Te amo!

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Michele Potrich, por todo o ensinamento, preocupação e paciência. Obrigada pela excelente orientação durante esses anos, sem dúvidas não poderia ter escolhido melhor.

Às minhas amigas Raiza Abati e Gabriela Libardoni, por toda a ajuda nos experimentos, nas avaliações e até mesmo nas análises estatísticas. Obrigada pelos momentos de descontração e risadas.

Agradeço aos amigos que estão longe fisicamente, mas que durante todo esse período me incentivaram e apoiaram. Obrigada pela amizade, que independente da distância, sempre deram um jeitinho de se fazerem presente.

Por fim, mas não menos importante, agradeço aos meus amigos e companheiros de casa Júlia Osowski, Jackson Gabriel dos Santos e Camila Klein, o incentivo de vocês foi fundamental para que isso se tornasse possível.

A todos que me apoiaram, muito obrigada!

## RESUMO

**VARPECHOSKI, Gabriela Osowski. SELETIVIDADE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE MENTA E ALFAVACA A *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae).** Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

As abelhas *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) são insetos sociais, considerados úteis, devido sua importância para os ecossistemas, pois são responsáveis por mais de 80% da polinização de espécies vegetais cultivadas no mundo e são produtoras de mel, própolis, geleia real, cera e apitoxina. Porém, estão desaparecendo e, dentre os suspeitos, destacam-se os inseticidas químicos sintéticos. Assim, como alternativa, têm-se o controle alternativo de pragas, no entanto, os estudos sobre os efeitos dos óleos essenciais sobre as abelhas ainda são escassos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade dos óleos essenciais (OEs) de *Mentha arvensis* (menta), *Ocimum gratissimum* (alfavaca-cravo) e *Ocimum selloi* (alfavaca-anis), a 1%, sobre operárias de *A. mellifera*. Para isso, em laboratório, foram realizados dois bioensaios: 1) Bioensaio de contato de *A. mellifera* em superfície tratadas: as soluções dos OEs foram pulverizadas em placas de petri, posteriormente, grupos de 10 abelhas foram colocadas nas placas, onde permaneceram por duas horas, sendo posteriormente transferidas para gaiolas de PVC, com pasta cãndi e algodão embebido em água; 2) Bioensaio de ingestão: as abelhas foram anestesiadas e transferidas para gaiolas, onde receberam pasta Cãndi incorporada com os tratamentos. Ambos os bioensaios foram mantidos em sala climatizada ( $27 \pm 2^\circ\text{C}$ , U.R.  $60 \pm 10\%$ , fotofase 12h). Avaliou-se a longevidade das operárias de uma até 240 horas. O óleo essencial de *O. selloi* (alfavaca anis) reduziu a sobrevivência das operárias de *A. mellifera*, na concentração de 1%, quando ingeridos. O óleo de *O. gratissimum* (alfavaca cravo) reduziu a sobrevivência das operárias, quando estas entraram em contato, na concentração de 1%, em laboratório. O óleo essencial de *M. arvensis* (menta) foi considerado seletivo, pois não interferiu na sobrevivência de operárias de *A. mellifera*.

**Palavras-chave:** Organismo não-alvo, Abelha africanizada, Controle Alternativo

## ABSTRACT

**VARPECHOSKI, Gabriela Osowski. SELECTIVITY OF MINT AND BASIL ESSENTIAL OILS TO *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae).** Course Completion Work (Undergraduate in Forest Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

*Apis mellifera* Linnaeus, Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) honeybees are social insects, considered useful because of their importance to ecosystems. They are responsible for 80% of the pollination of cultivated plant species in the world and they are honey, propolis, royal jelly, wax and apitoxin producers. However, they are suffering from the disappearance and, among the suspects, stand out the synthetic chemical insecticides. As an alternative, there is the alternative control of pests, however, the researches of effects of essential oils on bees are still scarce. The objective of this work was to evaluate the selectivity of essential oils (OEs) *Mentha arvensis* (mint), *Ocimum gratissimum* (basil-harpsichord) e *Ocimum selloi* (basil-anise) at 1% on *A. mellifera* workers. For this, in the laboratory, two bioassays were performed: 1) Bioassay of contact of *A. mellifera* on treated surface: the solutions of OEs were sprayed in petri dishes, later, groups of 10 bees were placed on the plates, where they remained for 2 hours, being subsequently transferred to PVC cages, with candy and cotton soaked in water; 2) Bioassay of ingestion, the bees were anesthetized and transferred to the cages, where they received Candi paste incorporated with the treatments. Both bioassays were kept in climatized room ( $27 \pm 2^\circ \text{C}$ , R.H.  $60 \pm 10\%$ , photophase 12h). The workers' survival from one to 240 hours was evaluated. The essential oil of *O. selloi* (basil-anise) reduced the survival of the workers of *A. mellifera*, in the concentration of 1%, when ingested. The oil of *O. gratissimum* (clove lavender) reduced the survival of the workers, when they came into contact, at a concentration of 1%, in the laboratory. The essential oil of *M. arvensis* (mint) was considered selective, as it did not interfere in the survival of workers of *A. mellifera*.

**Keywords:** Non-target organisms, Africanized bee, Alternative control

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1-</b> Ciclo evolutivo em dias de rainhas, operárias e zangões de <i>Apis mellifera</i> .....	15
<b>Quadro 2</b> - Idade e funções o das operárias de <i>Apis mellifera</i> . .....	16

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - A) Bomba de pressão utilizada para realizar a pulverização dos tratamentos; B) Placas de petri dispostas em câmara de fluxo unidirecional laminar para a secagem – bioensaio de contato; C) Abelhas em contato com superfície vítrea pulverizada com os tratamentos; D) Operárias alocadas nas gaiolas de PVC.....	25
<b>Figura 2</b> - A) Pasta cândi incorporada com os tratamentos; B) Gaiolas de PVC para alocação das operárias de <i>A. mellifera</i> ; C) Gaiolas de PVC contendo pasta cândi incorporada com os tratamentos e algodão embebido em água; D) Gaiolas de PVC contendo as operárias, em sala climatizada ( $27 \pm 2$ °C, U.R. de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 12/12 horas C/E) .....	27
<b>Figura 3</b> - Análise de sobrevivência (horas) de <i>A. mellifera</i> , após contato com superfície pulverizada com óleos essenciais menta ( <i>M. arvensis</i> ), alfavaca-cravo ( <i>O.gratissimum</i> ), alfavaca-anis ( <i>O. selloi</i> ). Teste de sobrevivência Kaplan-Meier. ....	28
<b>Figura 4</b> - Análise de sobrevivência (horas) de <i>A. mellifera</i> , após contato com superfície pulverizada com óleos essenciais menta ( <i>M. arvensis</i> ), alfavaca-cravo ( <i>O.gratissimum</i> ), alfavaca-anis ( <i>O. selloi</i> ). Teste de sobrevivência Kaplan-Meier. ....	29
<b>Figura 5</b> - Análise de sobrevivência (horas) de operárias de <i>A. mellifera</i> após ingestão de pasta cândi incorporadas com os tratamentos menta ( <i>M. arvensis</i> ), alfavaca-cravo ( <i>O.gratissimum</i> ), alfavaca-anis ( <i>O. selloi</i> ). Teste de sobrevivência Kaplan-Meier. ....	30
<b>Figura 6</b> - Análise de sobrevivência (horas) de operárias de <i>A. mellifera</i> após ingestão de pasta cândi incorporadas com os tratamentos menta ( <i>M. arvensis</i> ), alfavaca-cravo ( <i>O.gratissimum</i> ), alfavaca-anis ( <i>O. selloi</i> ). Teste de sobrevivência Kaplan-Meier. ....	31

## SUMÁRIO

1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
2. <b>OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
3. <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
3.1 APICULTURA .....	13
3.2 ABELHA AFRICANIZADA <i>Apis mellifera</i> .....	13
3.2.1 Caracterização e biologia.....	14
3.2.2 Organização social.....	15
3.3 DESORDEM DO COLAPSO DAS COLÔNIAS E MORTALIDADE DAS ABELHAS .....	17
3.4 CONTROLE ALTERNATIVO .....	19
3.4.1 Óleos essenciais .....	20
3.4.2 <i>Mentha arvensis</i> .....	21
3.4.3 <i>Ocimum gratissimum</i> e <i>Ocimum selloi</i> .....	21
3.5 ÓLEOS ESSENCIAS SOBRE AS ABELHAS .....	22
4. <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
4.1 OBTENÇÃO DE <i>Apis mellifera</i> .....	24
4.2 BIOENSAIO I: CONTATO DE <i>A. mellifera</i> EM SUPERFÍCIE PULVERIZADA COM O ÓLEO ESSENCIAL DE <i>M. arvensis</i> , <i>O. gratissimum</i> E <i>O. selloi</i> .....	24
4.3 BIOENSAIO II: INGESTÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE <i>M. arvensis</i> , <i>O. gratissimum</i> e <i>O. selloi</i> INCORPORADOS A PASTA CÂNDI .....	26
5. <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	28
Bioensaio I: Contato de <i>A. mellifera</i> em superfície pulverizada com os óleos essenciais .....	28
Abelhas recém emergidas .....	28
Abelhas forrageiras .....	29
Bioensaio 2: Ingestão dos óleos essenciais incorporados em pasta cândi... ..	29
Abelhas recém emergidas .....	30
Abelhas forrageiras .....	30
6. <b>CONCLUSÃO</b> .....	35
7. <b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

## 1. INTRODUÇÃO

A produção global de alimentos depende essencialmente dos polinizadores, esses são importantes para a produção agrícola. As abelhas são um dos principais insetos polinizadores, podem polinizar mais de 80 % das espécies vegetais, elas se alimentam exclusivamente de pólen e néctar precisando visitar uma grande quantidade de flores para suprir suas necessidades (COSTA-MAIA; LINO-LOURENÇO; TOLEDO, 2010; ABELHA, 2015).

Estima-se que exista no mundo mais de 20.000 espécies, destacando entre estas a espécie *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 são insetos classificados na ordem Hymenoptera, família Apidae (ABELHA, 2015). Estas abelhas são responsáveis pela polinização da maioria das espécies vegetais, pela produção de mel, geleia real e própolis (RAMOS; CARVALHO, 2007).

As abelhas são fundamentais para a manutenção da diversidade de espécies. Durante suas visitas nas flores, elas transferem o pólen de uma flor para outra, promovendo a polinização cruzada entre as espécies. As abelhas são agentes de preservação e manutenção de ecossistemas (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004).

Elas são de extrema importância para o setor florestal, devido à visitação que realiza em várias flores durante o dia. Com isto, aumenta a polinização de diversas espécies de valor comercial como: *Citrus* spp., *Eugenia uniflora* e *Eucalyptus* spp. (MARCHINI et al., 2001).

As abelhas promovem o cruzamento de indivíduos diferentes, sendo assim aumentam a produção de sementes. Segundo Silva (2003), as abelhas tem um papel significativo na polinização do eucalipto, devido a polinização cruzada, sendo que a presença de abelhas da espécie *A. mellifera* aumenta a produtividade em povoamentos florestais.

Porém, nos últimos anos os apicultores começaram perceber o desaparecimento e também a mortalidade das abelhas, sendo o uso de

inseticidas químicos sintéticos uma das principais causas desta mortalidade, por serem tóxicos aos insetos (PETTIS et al, 2012; BAPTISTA et al., 2009; LIBARDONI, 2017). Quando as operárias saem para forragear, elas podem entrar em contato com esses produtos que podem ocasionar mortalidade em massa das colônias (CARVALHO et al, 2009).

As abelhas quando em contato com esses produtos podem apresentar a redução da capacidade de orientação, redução da memória e da capacidade de aprendizagem, reduzindo sua eficiência de forragear e retornar para as colônias (WILLIAMSON; WRIGHT, 2013). Afetando a sobrevivência e o crescimento a longo prazo das colônias, acarretando diretamente o processo de polinização e a produção de produtos apícolas (COLLISON et al., 2016; LEVER et al., 2014).

Os inseticidas químicos sintéticos vêm sendo utilizados de forma indiscriminada, esses produtos são usados para o controle de insetos-praga (COSTA-MAIA; LINO-LOURENÇO; TOLEDO, 2010). Com uso excessivo de inseticidas químicos sintéticos para o controle de insetos praga tem-se diminuído a população de abelhas gerando muitos prejuízos para a agricultura e a apicultura. Com isso tem gerado a busca por agentes de controle alternativos, os quais podem substituir os inseticidas convencionais e serem seletivos aos organismos não-alvos, como as abelhas. Os óleos essenciais apresentam-se como uma estratégia viável para a redução das populações de insetos-pragas (CAVALCANTE et al, 2006), além disso, acredita-se que estes sejam seguros a organismos não-alvos.

Venâncio et al. (2006) testaram os óleos essenciais da espécie *Ocimum*, sobre lagartas de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae), e esse óleos apresentaram ação deterrente e reduziram o ganho de peso destas. Já os óleos essenciais de *Mentha arvensis*, *Mentha piperita* e *Mentha spicata* apresentaram toxicidade aguda sobre lagartas de 3º instar de *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) (MALAQUIAS, 2016). Neto (2016) também verificou o efeito dos mesmos óleos essenciais, sobre larvas de *Plutella xylostella* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Plutellidae). Esses óleos afetaram a eclosão e a viabilidade dos ovos.

Devido ao potencial dos óleos essenciais para o controle de insetos-praga e por serem uma método mais seguro e viável, esses óleos podem ser nocivos à organismos não-alvo, como as abelhas *A. mellifera*. Portanto, é necessário estudos para verificar os efeitos desses óleos. Alguns estudos já foram realizados a fim de verificar a toxicidade a *A. mellifera*.

Santos (2017) testou o óleo essencial de *Cymbopogon martinii* sobre as abelhas *A. mellifera*, e este não causou mortalidade e não limitou a capacidade de deslocamento das abelhas. Colombo (2019) testou os óleos essenciais de *Eugenia uniflora* e *Pogostemon cablin*, sendo estes tóxicos a *A. mellifera*, reduzindo a sobrevivência das operárias.

Devido a elevada quantidade de espécies de plantas disponíveis que produzem os óleos essenciais, sua eficácia no controle de insetos-praga e a diferença observada entre a segurança de cada óleo utilizado, destaca-se a importância de testá-los sobre as abelhas. Insetos estes considerados organismos não-alvos e que desempenham um papel fundamental na polinização das espécies vegetais.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a seletividade dos óleos essenciais de *M. arvensis*, *Ocimum gratissimum* e *Ocimum selloi* a operárias de *A. mellifera*.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a ação dos óleos essenciais incorporados a pasta cãndi sobre operárias forrageiras e recém emergidas de *A. mellifera*;
- Avaliar o efeito dos óleos essenciais quando em contato com as abelhas operárias forrageiras e recém emergidas de *A. mellifera*.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 APICULTURA

As abelhas são insetos pertencentes à ordem Hymenoptera e à família Apidae, destacam-se as abelhas da espécie *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. Essas são responsáveis pela polinização da maioria das espécies vegetais (RAMOS; CARVALHO, 2007; IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012a). As abelhas podem polinizar mais de 80% das espécies vegetais, sendo essenciais para a produção de sementes e frutos (ABELHA, 2015). Também ganham o destaque pelo seu desempenho na natureza, exemplo de organização e fabricação de produtos, como mel, geleia real, própolis, cera e apitoxina (COSTA-MAIA; LINO-LOURENÇO; TOLEDO, 2010)

Em relação a produção de mel, a apicultura vem proporcionando cada vez mais empregos e renda, através da oportunidade de aproveitamento da potencialidade natural e da capacidade produtiva (MAGALHÃES, 2000). A produção de mel vem se destacando na renda dos produtores, apresentando destaque na economia brasileira (ABEMEL, 2017).

O Brasil, em 2017, produziu 41.594 toneladas de mel. No Paraná, essa produção foi de 5.929 toneladas, sendo o segundo colocado no ranking nacional, em primeiro lugar está o Rio Grande do Sul, o qual produziu 6.318 toneladas de mel (SEAB, 2019). Nesse mesmo ano, 2017, o Brasil exportou 27.052.938 toneladas, envolvendo US\$ 121.298.088,00 (ABEMEL, 2017).

No primeiro semestre de 2020 o Paraná produziu 4.987 toneladas de mel. Nesse mesmo período o Brasil, exportou 20.262 toneladas de mel, gerando US\$ 30,478 milhões (AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS, 2020). A produção de mel teve aumento devido a africanização das abelhas do gênero *Apis* (PEREIRA et al., 2003).

#### 3.2 ABELHA AFRICANIZADA *Apis mellifera*

### 3.2.1 Caracterização e biologia

Doenças que surgiram em meados de 1950 acometeram diversas colmeias, dizimando cerca de 80% destas, diminuindo assim a produção de mel. Com isso, em 1956, o professor Warwick Estevan Kerr dirigiu-se à África, para selecionar rainhas africanas produtivas e resistentes. Entretanto, essas abelhas trazidas da África, enxamearam e cruzaram com espécies já existentes no Brasil, originando as abelhas africanizadas *A. mellifera* (PEREIRA et al., 2003).

As abelhas pertencem a classe Insecta, possuem exoesqueleto constituído de quitina e seu corpo é dividido em três partes: cabeça, tórax e abdome. Na cabeça estão localizados os olhos, as antenas e o aparelho bucal (PEREIRA et al., 2003). Nas antenas encontra-se estruturas para o olfato, tato e audição. O aparelho bucal é do tipo lambedor, composto por duas mandíbulas e a língua ou glossa. As mandíbulas são utilizadas para alimentar as larvas, limpar os favos e para defesa. E a língua serve para a coleta e transferência de alimento (PEREIRA et al., 2003; RAMOS; CARVALHO, 2007).

O tórax é composto por três segmentos, onde estão localizados os apêndices locomotores. No primeiro par de pernas existem pêlos que são utilizados para limpar as antenas, os olhos, a língua e a mandíbula. No segundo par contém um esporão, que auxilia na limpeza das asas e retirada do pólen (ABEA, 2018). As pernas posteriores apresentam uma estrutura denominada corbícula, que tem por função o transporte de pólen e resinas. As abelhas possuem dois pares de asas de estrutura membranosa (RAMOS; CARVALHO, 2007).

O abdome é formado por membranas flexíveis que auxiliam no movimento, nessa parte encontra-se os órgãos do aparelho digestivo, circulatório, reprodutor e o órgão de defesa (ferrão), presente apenas nas operárias e na rainha (RAMOS; CARVALHO, 2007). No aparelho digestivo, está localizado o papo ou vesícula nectarífera, esse órgão é responsável pelo transporte de água e néctar. Existem glândulas produtoras de ceras. A cera é secretada pelas glândulas ceríferas (PEREIRA et al 2003). No abdômen estão

presentes os órgãos reprodutores dos zangões e da rainha, e a glândula de odor que permite identificar as abelhas (ABEA, 2018).

Quanto ao desenvolvimento, as abelhas são insetos holometábolos, apresentam metamorfose completa durante seu ciclo de vida, passando pelas fases: ovo, larva, pupa e adulto (ABELHA, 2015). O ovo é cilíndrico e mede 1,6 mm de comprimento e 0,4 mm de altura. Após três dias da postura, ocorre a eclosão da larva, a qual possui coloração branca com formato vermiforme. A larva passa por cinco estágios de crescimento e durante esse estágio ela estoca alimento em seu corpo, antes da última troca, ela tece seu casulo. Na fase de pupa já pode se distinguir a cabeça, o tórax e o abdômen, pode-se visualizar os olhos, pernas, asas e antenas. A duração de cada fase é diferente para a rainha, operárias e zangões (GALLO et al., 2002) (Quadro 1).

**Quadro 1-** Ciclo evolutivo em dias de rainhas, operárias e zangões de *Apis mellifera*

<b>Tempo de desenvolvimento em dias</b>			
<b>Fases/Casta</b>	<b>Rainha</b>	<b>Operária</b>	<b>Zangão</b>
<b>Ovo</b>	3	3	3
<b>Larva</b>	5	6	6,5
<b>Pupa</b>	7	12	14,5
<b>Total</b>	15	21	24

Fonte: GALLO et al., 2002.

### 3.2.2 Organização social

As abelhas são insetos sociais e vivem em colônias organizadas, são divididas em três castas: rainha, operárias e zangões. Cada indivíduo possui funções bem definidas que visam à sobrevivência e manutenção da colônia.

A rainha se diferencia das operárias pelo abdome avantajado, é no abdôme que ficam os óvulos e a espermateca. A rainha é responsável pela postura de ovos e manutenção da ordem social na colmeia. Ela faz o voo nupcial atraindo os zangões com a liberação de feromônios, a cópula ocorre durante o vôo. Uma rainha pode ser fecundada por até 17 zangões e o sêmen é armazenado na espermateca. A postura dos ovos acontece três a sete dias depois do acasalamento. A rainha é capaz de produzir ovos fertilizados, que dão origem às fêmeas e ovos não fertilizados que dão origem aos zangões (CAMARGO et al., 2002; ABELHA, 2015).

As larvas que são alimentadas com a geleia real se desenvolvem em rainhas e essas larvas se desenvolvem em um alvéolo maior (realeira), as larvas que se alimentam de geleia contendo menos açúcar, mais mel e pólen transformam-se em operárias (CAMARGO et al., 2002; REDE ITAGO, 2019).

Os zangões são os machos da colônia, não possuem ferrão e nascem a partir de ovos não fecundados pela rainha. Sua função é fecundar a rainha durante o vôo e realizar o aquecimento dentro da colmeia. Apresentam os olhos mais desenvolvidos e suas antenas possuem maior capacidade olfativa, características que auxiliam a localização das rainhas durante o vôo. Durante o acasalamento seu órgão genital fica preso no corpo da rainha e acaba se rompendo, ocasionando sua morte (ABELHA, 2015).

As operárias são responsáveis por todo o trabalho na colmeia, sendo a maioria dentro da colônia. São encarregadas da higiene da colmeia, coletam pólen, néctar, alimentam a rainha, produzem a cera, mel, geleia real e própolis (CICCO, 2007). Conforme a idade das operárias, elas apresentam funções distintas (Quadro 2).

**Quadro 2** - Idade e funções o das operárias de *Apis mellifera*.

IDADE	FUNÇÕES
1 a 3 dias	Faxineiras: fazem a limpeza e reforma, polindo os alvéolos.

3 a 7 dias	Nutrizes: alimentam com mel e pólen as larvas com mais de três dias.
7 a 14 dias	Alimentam as larvas com idade inferior a três dias com geleia real. Também algumas cuidam da rainha.
12 a 18 dias	Fazem a limpeza do lixo da colmeia.
18 a 20 dias	Engenheiras: segregam a cera e constroem os favos.
21 dias em diante	Operárias ou campeiras trazem néctar, pólen, água e própolis, até a morte.

Fonte: Ramos; Carvalho, 2007.

O pólen é a principal fonte de proteína na colônia, durante suas visitas nas flores elas transferem o pólen de uma flor para outra, promovendo a polinização entre as espécies (SOUZA; EVANGELISTA-RODRIGUES; PINTO, 2007). É durante esse forrageamento que as abelhas operárias podem se contaminar com os produtos que estão presentes no ambiente, causando o enfraquecimento da colônia (FRIES; CAMAZINE, 2001; CARVALHO et al., 2009).

### 3.3 DESORDEM DO COLAPSO DAS COLÔNIAS E MORTALIDADE DAS ABELHAS

Em 2006, a desordem do colapso das colônias (DCC) ou *Colony Collapse Disorder* (CCD), ficou conhecida mundialmente. Após o desaparecimento repentino e aparentemente sem causas específicas de milhares de colônias de *A. mellifera*. O primeiro caso registrado foi nos Estados Unidos, gerando muitos prejuízos para a agricultura (COSTA-MAIA; LINO- LOURENÇO; TOLEDO, 2010; WILLIAMS et al., 2010).

A DCC é a redução e o desaparecimento de populações de abelhas, causando a perda de indivíduos adultos das colônias. As abelhas saem para o

fORAGEAMENTO, para efetuar a coleta de néctar e pólen, e não retornam às colmeias (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012b). No inverno de 2006/2007, os apicultores dos EUA relataram uma perda de 30% das colônias. Estima-se que 13% foram atribuídas a DCC (RUCKER; TRUMAN, 2012).

A DCC foi identificada em diversos países como: EUA, Alemanha, Suíça, Portugal. Em 2008, em São Paulo, foi registrado o primeiro relato da DCC no Brasil. Nos estados do Paraná, Santa Catarina e em Minas Gerais também foram relatados perdas sem causas específicas de colônias (MESSAGE et al., 2011).

O desaparecimento das abelhas, pode estar ligada a perda de habitat causado pelo desmatamento, as mudanças climáticas, toxinas que podem estar presentes no meio ambiente e o aparecimento do ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman, 2000 (Parasitiformes: Varroidae) (COSTA-MAIA; LINO-LOURENÇO; TOLEDO, 2010; WILLIAMS et al., 2010). Outro fator que vem sendo estudado que pode ocasionar esse fenômeno é o uso indiscriminado dos inseticidas químicos sintéticos para o controle de insetos-praga (COSTA-MAIA; LINO-LOURENÇO; TOLEDO, 2010).

As abelhas não são o alvo desses produtos, mas elas são vulneráveis a contaminação, pois realizam o forrageamento e acabam se contaminando. Com o surgimento de insetos cada vez mais resistentes faz com que o uso de inseticidas químicos sintéticos seja cada vez maior, e as abelhas ficam mais expostas a essa contaminação (FREITAS; PINHEIRO, 2012). Quando em contato com esses produtos as abelhas podem apresentar a redução da capacidade de orientação, afetando seu retorno para as colônias, causando então o desaparecimento de tantas abelhas (WILLIAMS; WRIGHT, 2013) ou, quando conseguem retornar, acabam morrendo próximo às colmeias.

Os neonicotinoides e os pirazóis, são um dos principais inseticidas químicos responsáveis pelo desaparecimento e mortalidade das abelhas. Esses atuam no olfato podendo afetar o comportamento desses insetos dificultando a localização e retorno para as colmeias (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012b; FREITAS; PINHEIRO, 2012). Carvalho et al. (2009), testaram os inseticidas químicos a base de tiametoxam, metidotiona e abamctina, sobre as abelhas. Esses inseticidas foram tóxicos a *A. mellifera* reduzindo a longevidade. Bovi

(2013) realizou experimentos com abelhas forrageiras e verificou que os inseticidas acefato, carbaril, cipermetrina, deltametrina, fipronil e imidacloprido promoveram alterações significativas no comportamento das abelhas.

Em estudos realizados com pulverização direta sobre as abelhas *A. mellifera*, utilizando os inseticidas neonicotinoides: tiametoxam, imidaclopride, acetamipride pode-se observar que esses foram tóxicos para as abelhas. O inseticida tiametoxam após 1 hora, ocasionou 100 % de mortalidade. (ARAÚJO, 2015). Carmo et al. (2017) avaliaram que os inseticidas químicos bifentrina, espinetoram e o clorfenapir, apresentaram alta toxicidade a *A. mellifera*. Após 48 horas os inseticidas bifentrina, espinetoram e clorfenapir causaram mortalidade em 100%, 100% e 96,67% das abelhas, respectivamente.

Neste sentido, algumas técnicas são utilizadas para tentar minimizar ou evitar os efeitos DCC e a mortalidade das abelhas. O reflorestamento, a recuperação de áreas, o uso correto dos produtos químicos e a utilização de agentes de controle de insetos-praga que não sejam tão danosos ao ambiente, são algumas das alternativas (OLIVEIRA, 2015). O uso do controle biológico e dos métodos de controle alternativo são estratégias consideradas mais seguras ao ambiente quando comparados aos inseticidas químicos sintéticos (GALLO et al., 2002). Entretanto, nem todos os agentes biológicos e alternativos foram testados sobre organismos não-alvos, para se afirmar que sejam seguros.

### 3.4 CONTROLE ALTERNATIVO

As plantas apresentam um importante papel no controle alternativo de insetos-pragas. Os inseticidas produzidos através de plantas podem causar diversos efeitos sobre os insetos (HEDIN; WATZLA, 1994).

Esse método vem sendo cada vez mais estudado, pela segurança ao ser humano e aos animais. O controle alternativo pode ser tóxico a patógenos, pode causar a inibição da alimentação dos insetos, no desenvolvimento e reprodução, além da ação inseticida e de repelência (AGUIAR-MENEZES, 2005; RESTELLO;

MENEGATTI; MOSSI, 2009; VIZZOTTO, 2010). Esse método é proveniente de compostos do metabolismo secundário de plantas que possuem potencial inseticida (VIZZOTTO, 2010).

O controle alternativo, neste caso representado pelos inseticidas de origem vegetal, pode ser representado pelos extratos vegetais, caldas e óleos essenciais, que apresentam potencial para controle de insetos-praga (PINTO et al., 2002). Além dos efeitos desses compostos, suas moléculas são facilmente degradadas, causando baixo risco ao meio ambiente.

#### 3.4.1 Óleos essenciais

Os óleos essenciais são compostos aromáticos e voláteis que são derivados do metabolismo secundário de plantas, geralmente estão concentrados nas folhas, frutos ou casca (SILVEIRA et al., 2012). Eles podem ser obtidos através da destilação dessas partes (ANVISA, 2007).

Quando comparados com os inseticidas químicos sintéticos os óleos essenciais possuem algumas vantagens: fácil degradação, baixa toxicidade aos mamíferos e seletivos aos insetos-pragas. Como principal desvantagem estão a dificuldade de extração, pois é necessário grande quantidade de material vegetal (MARAGONI; MOURA; GARCIA, 2012). Mesmo sendo um produto natural extraído de plantas não se pode garantir que compostos presentes nesses materiais não apresentem algum riscos aos organismos não-alvo. Sendo necessário estudos a fim de verificar o efeito desses produtos, o efeito inseticida, repelência e a toxicidade a organismos não-alvo, como as abelhas e aos insetos-praga.

Garcia (2018) testou o óleo essencial de *O. gratissimum* sobre larvas de *S. frugiperda*. O óleo testado apresentou potencial inseticida no controle das larvas. Monteiro et al. (2019) testaram o óleo de *O. gratissimum* sobre larvas de *S. frugiperda* confirmando que este óleo essencial é tóxico as larvas.

Silva (2016) testou os óleos essenciais de orégano (*Origanum vulgare*), tomilho (*Thymus vulgaris*), menta (*M. arvensis*) e gengibre (*Zingiber officinale*),

sobre os ovos e lagartas de *Diaphania hyalinata* Linnaeus, 1767 (Lepidoptera: Ceambidae). O óleo de *M. arvensis* apresentou toxicidade sobre os ovos e lagartas de *D. hyalinata*.

#### 3.4.2 *Mentha arvensis*

O gênero *Mentha* pertence à família Lamiaceae. São ervas aromáticas perenes. Apresentam várias espécies importantes, pois produzem várias essências que são utilizadas, sendo reconhecidas comercialmente por seus óleos essenciais (MARTINS, 2002). *Mentha arvensis* (menta) é uma planta herbácea que pode chegar a 40 cm de altura, tem talos bem ramificados, apresentam folhas grandes e longas e suas flores são brancas (LORENZI; MATOS, 2008).

*Mentha arvensis* é uma planta muito utilizada na medicina e na indústria, devido suas substâncias aromáticas e seu componente majoritário, o mentol, muito utilizado em indústria de bebidas alcoólicas, medicamentos e em pomadas. No óleo essencial encontra-se em maior concentração o mentol, acetato de metila, mentona e o 1,8 cineol (MOREIRA et al., 2010).

#### 3.4.3 *Ocimum gratissimum* e *Ocimum selloi*

O gênero *Ocimum* pertence à família Lamiaceae, tem aproximadamente 30 espécies, sendo que são muito utilizados como condimentos na culinária e fins medicinais. São espécies arbustivas, lenhoso perene e aromáticas (MESSIAS et al., 2015). *Ocimum gratissimum* é conhecido com alfavaca-cravo, sendo originário da África e Ásia, podendo ser encontrado no Brasil. É um arbusto que chega até 1 m de altura, possui folhas lanceoladas com pequenas flores roxas (COSTA et al., 2009). Uma espécie muito utilizada na medicina

popular e o óleo essencial extraído das suas folhas é usada no controle biológico de insetos e fitopatógenos (LORENZI; MATOS 2000).

No óleo essencial de *O. gratissimum* encontra-se em maior quantidade o eugenol, timol, cienol, entre outros, sendo conhecido por suas propriedades antioxidantes, bactericidas, inseticida natural e potencial de inibir o crescimento de bactérias. Possui propriedades inseticida devido ao seu composto eugenol (PEREIRA et al., 2004).

*Ocimum selloi* (alfavaca-anis) é uma espécie nativa do Brasil das regiões do sul e sudeste. É uma planta herbácea que pode atingir 1,20 m de altura, que floresce o ano todo, com flores roxo ao róseo. Utilizada como antidiarreico, anti-inflamatório e atividade repelente de insetos (LORENZI; MATOS, 2003). Possui folhas aromáticas, e os principais constituintes do óleo essencial são: metil-chavicol, metil eugenol, trans-anetol, devido esses composto é considerado inseticida aos insetos (FACANALI, 2008; COSTA et al., 2009).

### 3.5 ÓLEOS ESSENCIAS SOBRE AS ABELHAS

Os óleos essenciais são considerados como método alternativo para o controle de insetos-praga. Esse controle é considerado mais vantajoso, geralmente são menos tóxicos a organismos não alvos, ao meio ambiente e aos seres humanos. Por possuírem rápida degradação ou volatilização, desaparecem rapidamente das folhas das plantas, sendo assim minimizam o contato residual a polinizadores (ISMAN, 2000). Apesar de serem de origem natural, algumas substâncias presentes nas plantas são repelentes ou tóxicas as abelhas (CARAYON et at., 2014).

O óleo essencial de *Origanum majorana* (manjerona), que pertencente à família Lamiaceae, apresentou efeito tóxico sobre operárias de *A. mellifera* (GASHOUT e GUZAMÁN-NOVOA, 2009). Os óleos de *Eugenia uniflora* e *Pogostemon cablin* foram considerados tóxicos a *A. mellifera*, reduzindo a sobrevivência das abelhas (COLOMBO, 2019).

Ao contrário dos estudos citados, Vieira et al., (2011) testaram os óleos de anis (*Illicium verum*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), canela (*Cinnamomum spp.*), eucalipto (*Eucalyptus spp.*), cravo (*Syzygium aromaticum*) e menta (*Mentha spp.*) sobre as abelhas *A. mellifera* e estes não ocasionaram a mortalidade significativa das operárias. Santos (2017) verificou que o óleo essencial de *Cymbopogon martinii* sobre as abelhas, não causou mortalidade e não limitou a capacidade de deslocamento destas. Assim, verifica-se a diversidade dos óleos essenciais e a necessidade de avaliá-los quanto a segurança a organismos não alvos, inclusive utilizando a abelha *A. mellifera* como modelo animal para estes testes.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná –Câmpus Dois Vizinhos (UTFPR-DV), na Unidade de Ensino e Pesquisa de Apicultura (UNEPE Apicultura) e no Laboratório de Controle Biológico I.

### 4.1 OBTENÇÃO DE *Apis mellifera*

Para os bioensaios I e II foram utilizadas operárias de *A. mellifera* com aproximadamente 24h de vida na fase adulta e abelhas operárias forrageiras. As operárias de 24h de *A. mellifera* foram obtidas por meio de favos de cria operculada, provenientes do Apiário Experimental da UNEPE Apicultura da UTFPR-DV. Posteriormente estes quadros foram acondicionados em sacos de papel Kraft (60 cm x 70 cm com gramatura 50 mm), e alocados em câmara climatizada ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$ , U.R de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas), no Laboratório de Controle Biológico, por 48 horas, para emergência uniforme das operárias.

As abelhas forrageiras foram obtidas na entrada de cada colônia. Essas abelhas estavam saindo para forragear ou retornando da atividade. As abelhas foram coletas com auxílio de gaiolas de PVC (20 cm de altura x 15 cm de Ø), que foram colocadas na entrada da colônia, posteriormente, essas gaiolas foram então cobertas com tecido *voil* e transportadas para o Laboratório de Controle Biológico. No mesmo dia da coleta foram realizados os experimentos.

Os tratamentos utilizados nos bioensaios 1 e 2 foram: Tratamento 1: água destilada esterilizada + Tween 80<sup>®</sup> (0,01%) (testemunha); Tratamento 2: Menta (*M. arvensis* 1%); Tratamento 3: Alfavaca-cravo (*O. gratissimum* 1%); Tratamento 4: Alfavaca- anis (*O. selloi* 1%).

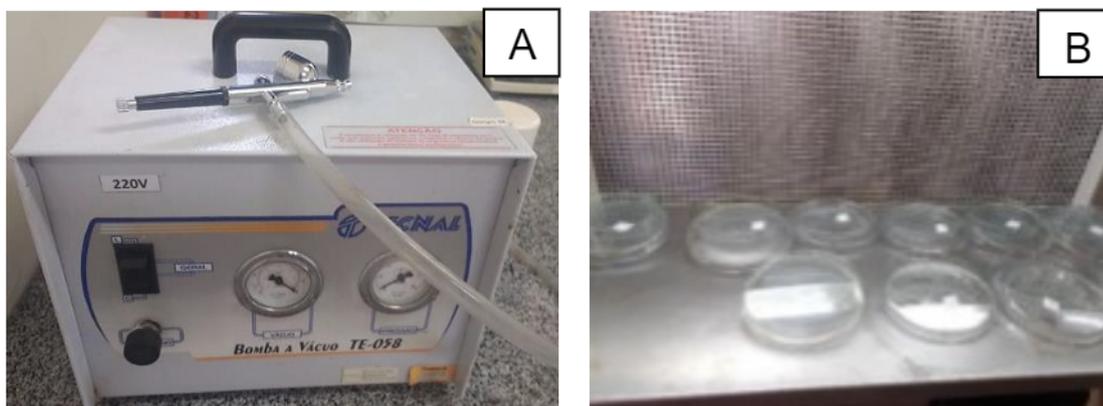
### 4.2 BIOENSAIO I: CONTATO DE *A. mellifera* EM SUPERFÍCIE PULVERIZADA COM O ÓLEO ESSENCIAL DE *M. arvensis*, *O. gratissimum* E *O. selloi*.

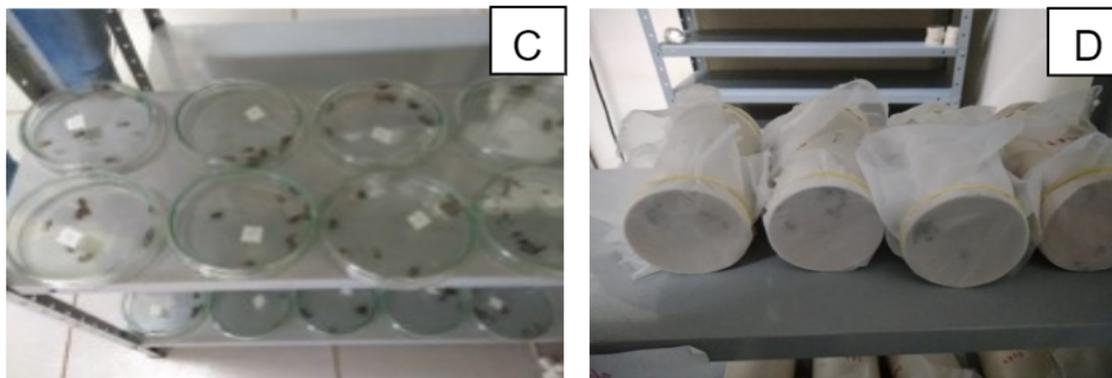
Nos bioensaios I e II foram utilizadas operárias de *A. mellifera* com, aproximadamente, 24h e abelhas operárias forrageiras (que já estavam em trabalho de forrageamento no campo). Foram pulverizados 290  $\mu$ L dos tratamentos em placas de petri de vidro (15 cm de diâmetro  $\times$  1,5 cm de altura). Para a pulverização, utilizou-se um aerógrafo Pneumatic Sagyma<sup>®</sup> acoplado a uma bomba Tecnal<sup>®</sup> de pressão constante (1,2 kgf/cm). Posteriormente, essas placas foram dispostas em câmara de fluxo laminar, para a evaporação da água.

Na sequência, as abelhas foram anestesiadas por até 120 segundos com CO<sub>2</sub>. Grupos contendo 10 abelhas foram colocadas nas placas de petri, onde permaneceram por duas horas em contato com a superfície contendo os tratamentos. Na sequência, as abelhas foram transferidas para gaiolas de PVC (20 cm de altura  $\times$  15 cm de  $\varnothing$ ), onde cada gaiola recebeu 20 abelhas, sendo cada gaiola considerada uma repetição, totalizando cinco repetições por tratamento.

As gaiolas foram cobertas com tecido *voil*, e sobre este foi fornecido alimentação composta por pasta cãndi e algodão embebido em água destilada esterilizada. As gaiolas foram acondicionadas em sala climatizada (27  $\pm$  2°C, U.R. de 60  $\pm$  10%, fotoperíodo 12h). A avaliação da mortalidade foi realizada uma, duas, três, quatro, cinco, seis, nove, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 42, 48, 60, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 216 até 240 horas após o contato com a superfície tratada, realizando a contagem dos insetos mortos (metodologia adaptada de Baptista et al., 2009).

**Figura 1** - A) Bomba de pressão utilizada para realizar a pulverização dos tratamentos; B) Placas de petri dispostas em câmara de fluxo unidirecional laminar para a secagem – bioensaio de contato; C) Abelhas em contato com superfície vítrea pulverizada com os tratamentos; D) Operárias alocadas nas gaiolas de PVC





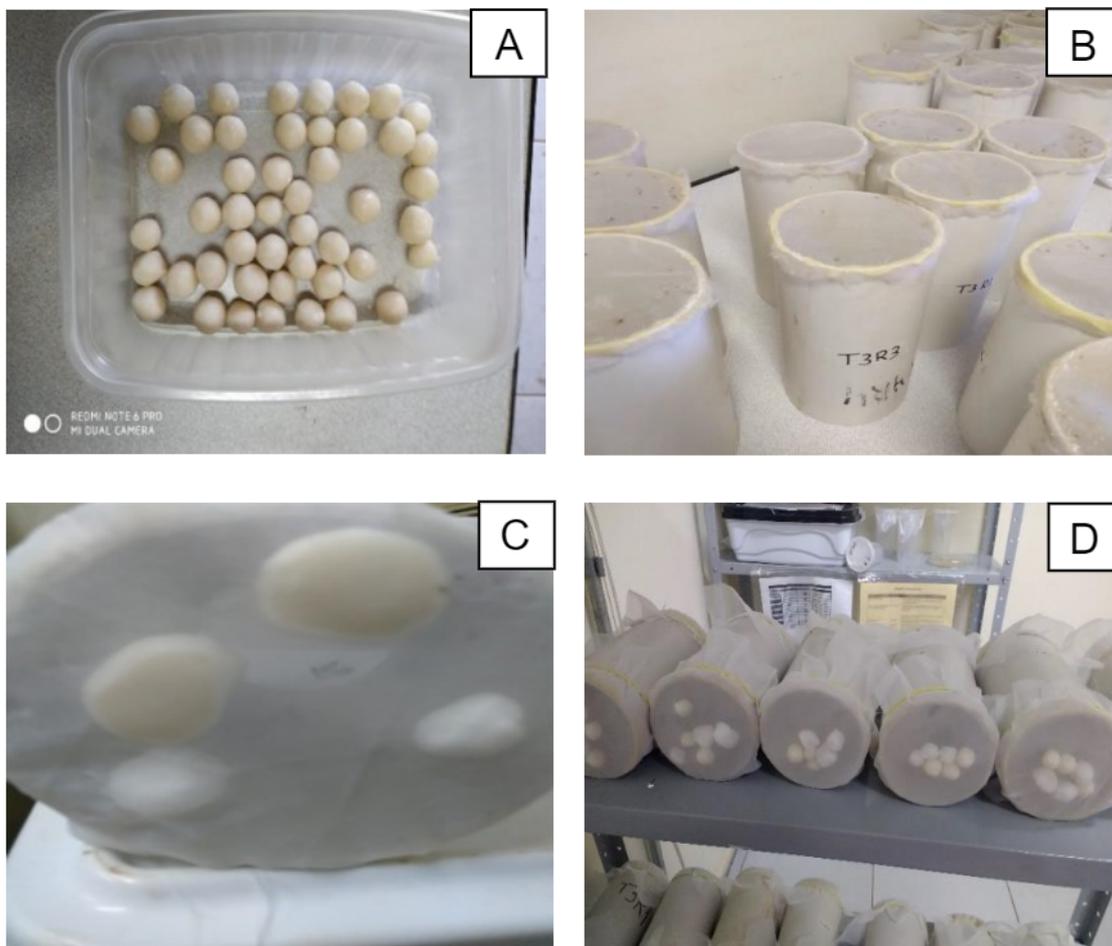
Fonte: Autora, 2020.

#### 4.3 BIOENSAIO II: INGESTÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *M. arvensis*, *O. gratissimum* e *O. selloi* INCORPORADOS A PASTA CÂNDI

Foram anestesiadas com CO<sub>2</sub> por até 120 segundos, vinte operárias de *A. mellifera*, essas foram acondicionadas em gaiolas de PVC (20 cm de altura x 15 cm de Ø), posteriormente essas gaiolas foram cobertas com tecido voil. Cada gaiola foi considerada uma repetição, totalizando cinco repetições por tratamento. Foi fornecido algodão embebido em água destilada esterilizada e na pasta cândi foi incorporado os óleos essenciais, na concentração de 1%. Como testemunha utilizou-se a pasta Cândi pura (sem adição dos tratamentos). As condições experimentais e os parâmetros avaliados foram os mesmos descritos no Bioensaio 1.

Os dados dos bioensaios 1 e 2 foram submetidos à análise de sobrevivência pelo teste de Kaplan-Meier. Os tratamentos foram comparados usando o teste de Logrank, com auxílio do software estatístico R<sup>®</sup> (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018).

**Figura 2** - A) Pasta cândi incorporada com os tratamentos; B) Gaiolas de PVC para alocação das operárias de *A. mellifera*; C) Gaiolas de PVC contendo pasta cândi incorporada com os tratamentos e algodão embebido em água; D) Gaiolas de PVC contendo as operárias, em sala climatizada ( $27 \pm 2$  °C, U.R. de  $60 \pm 10\%$  e fotoperíodo de 12/12 horas C/E)



Fonte: Autora, 2020.

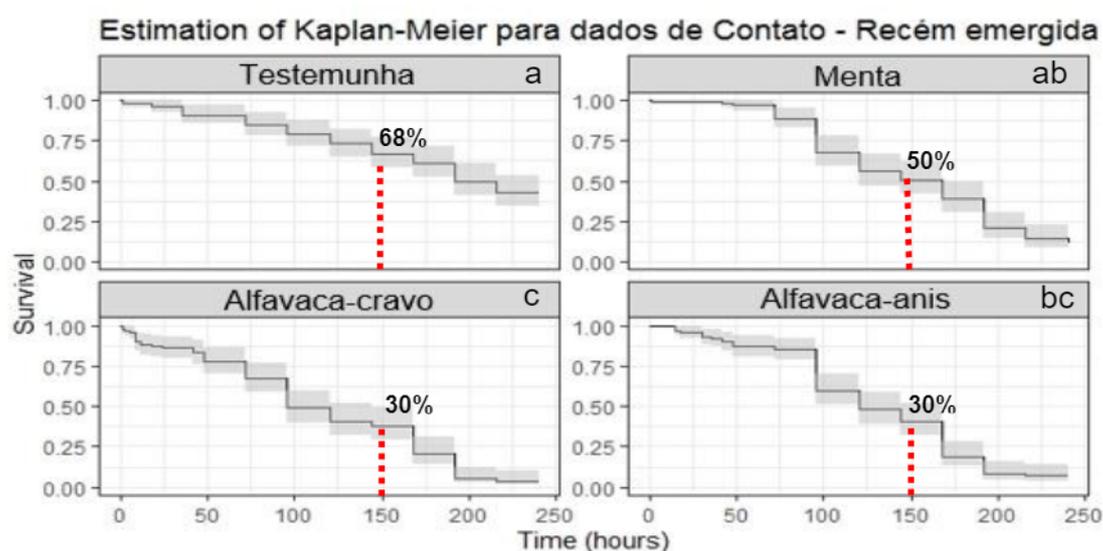
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Bioensaio I: Contato de *A. mellifera* em superfície pulverizada com os óleos essenciais

Abelhas recém emergidas

Pode-se observar a redução na taxa de sobrevivência das operárias de *A. mellifera* após o contato com a superfície tratada com os óleos essenciais de menta (*M. arvensis*), alfavaca-cravo (*O. gratissimum*) e alfavaca-anis (*O. selloi*), quando comparadas às operárias provenientes do tratamento testemunha (Figura 3). Verificou-se que, em 150 horas de experimento, havia cerca de 68% de operárias vivas no tratamento testemunha, enquanto no tratamento com óleo de menta havia 50%, com alfavaca- cravo e alfavaca-anis tinham 30% vivas.

**Figura 3** - Análise de sobrevivência (horas) de *A. mellifera*, após contato com superfície pulverizada com óleos essenciais menta (*M. arvensis*), alfavaca-cravo (*O. gratissimum*), alfavaca-anis (*O. selloi*). Teste de sobrevivência Kaplan-Meier.



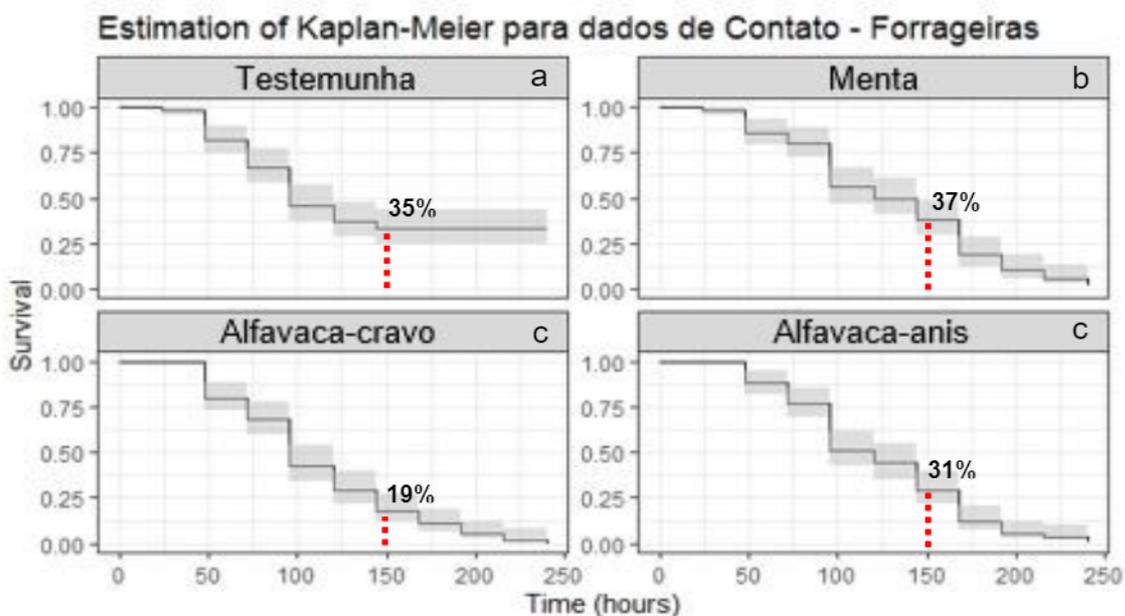
Letras iguais indicam que não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Autora, 2020

## Abelhas forrageiras

Pode-se observar a redução na taxa de sobrevivência das operárias forrageiras de *A. mellifera* após o contato com a superfície tratada com os óleos essenciais (Figura 4). Verificou-se que, em 150 horas de experimento, havia cerca de 35% operárias vivas no tratamento testemunha, enquanto no tratamento com óleo de menta havia 37%, alfavaca- cravo tinha 19 % da abelhas vivas e alfavaca-anis tinha 31% de abelhas vivas.

**Figura 4** - Análise de sobrevivência (horas) de *A. mellifera*, após contato com superfície pulverizada com óleos essenciais menta (*M. arvensis*), alfavaca-cravo (*O.gratissimum*), alfavaca-anis (*O. selloi*). Teste de sobrevivência Kaplan-Meier.



Letras iguais indicam que não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

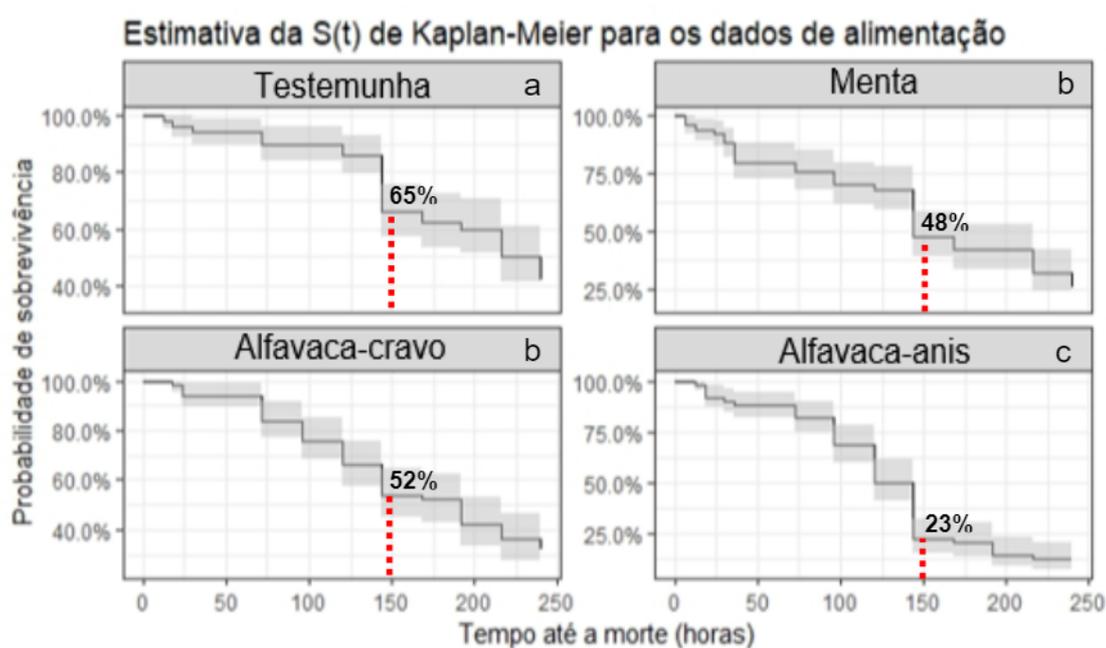
Fonte: Autora, 2020.

Bioensaio 2: Ingestão dos óleos essenciais incorporados em pasta cândi

## Abelhas recém emergidas

Em 150 horas após ingestão de pasta cândi incorporada com os tratamentos, 65% das abelhas oriundas da testemunha estavam vivas, enquanto das abelhas oriundas dos tratamentos contendo óleo essencial de menta (*M. arvensis*), alfavaca-cravo (*O. gratissimum*) e alfavaca-anis (*O. selloi*), 48%, 52% e 23% das abelhas estavam vivas, respectivamente (Figura 5).

**Figura 5** - Análise de sobrevivência (horas) de operárias de *A. mellifera* após ingestão de pasta cândi incorporadas com os tratamentos menta (*M. arvensis*), alfavaca-cravo (*O. gratissimum*), alfavaca-anis (*O. selloi*). Teste de sobrevivência Kaplan-Meier.



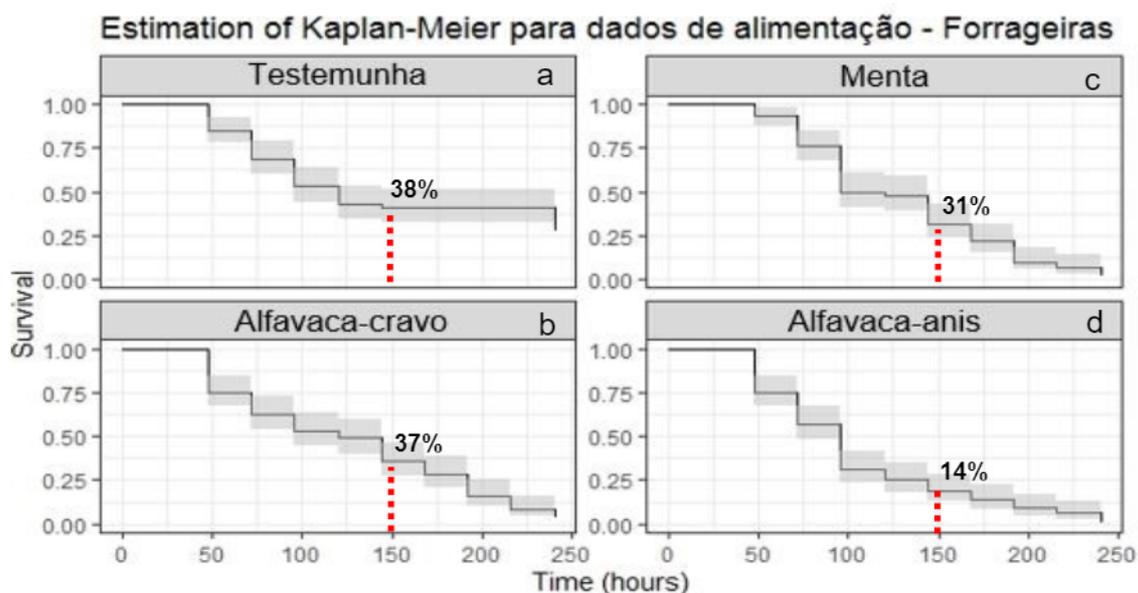
Fonte: Autora, 2020.

## Abelhas forrageiras

Em 150 horas após ingestão de pasta cândi incorporada com os tratamentos, 38% das abelhas oriundas da testemunha estavam vivas, 31% das operárias forrageiras oriundas do tratamento com óleo essencial de menta, 37%

oriundas do tratamento com alfavaca-cravo e, aproximadamente, 14% oriundas do tratamento com alfavaca-anis estavam vivas (Figura 6).

**Figura 6** - Análise de sobrevivência (horas) de operárias de *A. mellifera* após ingestão de pasta cãndi incorporadas com os tratamentos menta (*M. arvensis*), alfavaca-cravo (*O. gratissimum*), alfavaca-anis (*O. selloi*). Teste de sobrevivência Kaplan-Meier.



Letras iguais indicam que não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Autora, 2020.

A utilização de bioinseticidas botânicos no controle de insetos pragas possui vantagens. No entanto, esses produtos podem ser tóxicos ou repelir os insetos não-alvo, portanto é necessário a avaliação sobre estes, em especial sobre as abelhas (PEDROSO et al., 2016).

Xavier (2009) testou os inseticidas botânicos de rotenona ( $C_{23}H_{22}O_6$ ) andiroba (*Carapa guianensis*), extrato de alho (*Allium sativum*), óleo essencial de neem (*Azadirachta indica*), citronela (*Cymbopogon witerianus*) e eucalipto (*Corymbia citriodora*) sobre as larvas e abelhas forrageiras de *A. mellifera*. Foi constatado o efeito tóxico e repelente de todos os óleos essenciais testados sobre estas.

Ao contrário do verificado em outros trabalhos, em estudos realizados em bioensaio de contato com soluções dos óleos essenciais de orégano (*Origanum vulgare*), tomilho (*Thymus vulgaris*), menta (*M. arvensis*) e gengibre (*Zingiber officinale*) sobre *A. mellifera*, foi observado que o óleo de orégano e o de tomilho foram os mais tóxicos, e o óleo de menta e o gengibre apresentaram baixa toxicidade (SILVA et al., 2020). Segundo os mesmos autores, a baixa toxicidade do óleo essencial de menta em contato está atribuída aos compostos majoritários, sendo o mentol o menos tóxico. Dados semelhantes aos observados no presente trabalho, onde o óleo essencial de menta pouco afetou a sobrevivência de operárias de *A. mellifera*.

Alguns óleos possuem efeito repelente, causando possivelmente a redução na longevidade das operárias nos bioensaios de ingestão de pasta cândi incorporada com os óleos essenciais. Sendo assim, fazendo com que as abelhas não tenham ingerido, de fato, o alimento (CARDOSO; LIMA 2007; ROCHA et al., 2018) e podem ter morrido por inanição.

Abelhas forrageiras de *A. mellifera* alimentadas com xarope contendo o óleo essencial de Alecrim pimenta (*Lippia sidoides*) não apresentaram mortalidade significativa quando comparada com a testemunha (PINHEIRO et al.; 2019).

Fávero (2014) avaliou a ação de repelência em alimentadores a campo com os óleos essenciais de alecrim (*Rosmarinus officinalis*), capim limão (*Cymbopogon citratus*), tomilho (*Thymus vulgaris*), cedro (*Juniperus virginiana*), cravo (*Syzygium aromaticum*) e hortelã (*Mentha piperita*) sobre abelhas forrageiras *A. mellifera*. O óleo de capim limão, hortelã e cravo apresentaram o maior efeito repelente, inibindo quase completamente a visitação das abelhas aos alimentadores contendo os tratamentos. Destaca-se que o mesmo pode ter ocorrido no presente trabalho, especialmente quando da utilização do óleo essencial *O. selloi* (alfavaca-anis), esse óleo possui propriedades repelentes, sendo assim, as abelhas podem não ter ingerido, de fato, o alimento.

Rocha (2017) testou a toxicidade dos óleos capim limão (*Cymbopogon citratus*), citronela (*Cymbopogon winterianus*), erva doce (*Foeniculum vulgare*), erva-cidreira (*Lippia alba*), alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*), menta (*Mentha*

*arvensis*), manjeriçã-branco (*Ocimum basilicum*), alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), alfavaca-galinha (*Ocimum micranthum*) e alfavaca-anis (*Ocimum selloi*) a operárias de *A. mellifera*. Todos os óleos essenciais testados mostraram-se tóxicos para as operárias, tanto por contato quanto por ingestão, as 24 e 48h. Resultados semelhantes também foram encontrados no presente trabalho, onde o óleo de *O. gratissimum* (alfavaca-cravo) e *O. selloi* (alfavaca-anis), foram tóxicos as operárias de *A. mellifera*

Em estudos realizados com os extratos vegetais de chapéu-de-couro (*Echinodorus grandiflorus*), camomila (*Matricaria chamomilla*), manjerona (*Origanum majorana*) e romã (*Punica granatum*), sobre *A. mellifera*. O extrato aquoso de *O. majorana* (Lamiaceae), mesma família dos óleos essenciais testados no presente trabalho, apresentou toxicidade sobre operárias de *A. mellifera*, além de reduzir a longevidade das abelhas (POTRICH et al., 2020).

Resultado semelhante foram encontrados no presente trabalho, no qual o óleo essencial de menta apresentou menor toxicidade as operárias de *A. mellifera*. Neste sentido, este óleo é uma alternativa para controlar os insetos praga, como verificado por Malaquias (2016), Neto (2016) e Avelino et al. (2018), além de serem seletivos a organismos não-alvo.

O controle de insetos pragas é basicamente realizado com inseticidas químicos sintéticos, porém o uso abusivo desses produtos pode causar a contaminação do ambiente e serem prejudiciais a organismos não-alvo, como os polinizadores e os inimigos naturais. Esses organismos são benéficos para a natureza, controlando insetos-pragas e realizando a polinização de plantas. Em especial as abelhas, que são os principais insetos polinizadores de culturas agrícolas e florestais.

As abelhas quando saem para realizar o forrageamento e ficam expostas aos produtos químicos sintéticos acabam se contaminando e levando esses produtos para dentro da colônia, podendo assim, causar a morte de inúmeras abelhas. Sendo assim, o uso de produtos alternativos é de extrema importância para tentar minimizar os efeitos causados pelos produtos químicos sintéticos.

Deve-se destacar que *A. mellifera*, além de produzir mel, pólen, cera entre outros produtos, contribuem para os serviços ecossistêmicos, sendo essencial

para a manutenção da maioria das plantas. Além de exímias polinizadoras, as abelhas são consideradas bioindicadores ecológicos, por serem sensíveis ao estresse ambiental, causado pelo desmatamento, queimadas e pelo uso indiscriminado de produtos químicos sintéticos (QUIGLEY et al., 2019). Sem as abelhas polinizando, várias espécies vegetais podem ser extintas, sendo assim é necessário a preservação desta espécie (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012a). Ressalta-se ainda, que as abelhas são essenciais para vários dos setores da economia do país, em especial na polinização das espécies agrícolas e florestais (BBC NEWS, 2017).

Mesmo que os óleos testados reduziram discretamente a longevidade das abelhas, essa redução é mínima quando comparada aos inseticidas químicos sintéticos (ARAÚJO 2015; LIBARDONI 2017; CATAE et al. 2018), sendo assim, a utilização de óleos essenciais pode ser uma alternativa no controle de insetos-praga e na preservação das abelhas. Sugere-se futuros testes de pulverização direta, análises histológicas, de efeito subletal e análises moleculares a fim de complementar estes biensaíais.

## 6. CONCLUSÃO

O óleo essencial de *O. selloi* (alfavaca anis) reduziu a sobrevivência das operárias de *A. mellifera*, na concentração de 1%, quando ingeridos. O óleo de *O. gratissimum* (alfavaca cravo) reduziu a sobrevivência das operárias, quando estas entraram em contato, na concentração de 1%, em laboratório. O óleo essencial de *M. arvensis* (menta) foi considerado seletivo, pois não interferiu na sobrevivência de operárias de *A. mellifera*.

## 7. REFERÊNCIAS

ABEA - Associação Brasileira de Estudos das Abelhas, 2018. Disponível em: <https://abelha.org.br/anatomia-das-abelhas/> Acesso em: 23 abr. 2020.

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS DO PARANÁ. Paraná se destaca como líder nacional nas exportações de mel. 2020. Disponível em: <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=108041&tit=Parana-se-destaca-como-lider-nacional-nas-exportacoes-de-mel>>. Acesso em: 20 set. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **ANVISA**. Resolução da diretoria colegiada – RDC nº 2, 2007. Disponível em: <[http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/resolu%C3%A7%C3%A3o-2\\_2007.pdf](http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/resolu%C3%A7%C3%A3o-2_2007.pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2020.

AGUIAR-MENEZES, Elen DE L. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola**. Seropédica, 2005.

ARAÚJO, Whalamys L. de. **Toxicidade de neonicotinóides sobre abelhas (*Apis mellifera*)**. 2015. 49 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DAS ABELHAS- **ABELHA**. Disponível em:<<https://www.abelha.org.br/publicacoes/ebooks/Agricultura-e-Polinizacao.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE MEL – ABEMEL. **Setor Apícola Brasileiro em Números**. Fev. 2018. Disponível em: <<https://www.brazilletsbee.com.br/INTELIG%C3%8ANCIA%20COMERCIAL%20ABEMEL%20-%20JANEIRO2018.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2020.

AVELINO, Larisse D.; PORTELA, Gilson L. F.; FILHO, José E. G.; JUNIOR, Luiz C. de M. Repelência de óleos essenciais e vegetais sobre pulgão-preto *Aphis craccivora* Koch na cultura do feijão (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**. 2018.

BAPTISTA, Ana P. M.; CARVALHO, Geraldo A.; CARVALHO Stephan M.; CARVALHO César F.; BUENO FILHO Júlio S. de S. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados em citros para *Apis mellifera*. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4. 2009.

BBC NEWS. **Por que desaparecimento das abelhas seria uma catástrofe – e o que você pode fazer para evitar isso**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/geral-40220606>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BOVI, Thaís de S. **Toxicidade de inseticidas para abelhas *Apis mellifera* L.** 2013. 69 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista. Botucatu. 2013.

CAMARGO, Ricardo C. R. de.; PEREIRA, Fábila de Mello.; LOPES, Maria T. do R. Produção de mel. **Embrapa Meio-Norte**. Teresina, v.138. 2002.

CARAYON, Jean L.; TÉNÉ, Nathan.; BONNAFÉ, Elsa.; ALAYRANGUES, Juie.; HOTIER Lucie.; ARMENGAUD, Catharine.; TREILHOU, Michel. Thymol as an alternative to pesticides: persistence and effects of Apilife Var on the phototactic behavior of the honeybee *Apis mellifera*. **Environmental Science and Pollution Research**. 2014.

CARDOSO, Milton G.; LIMA, Rydley K. Lamiaceae Family: Important Essential Oils with Biological and Antioxidant Activity. **Revista Fitos Eletrônica**. 2007.

CARMO, Daiane das G. do.; JÚNIOR, Alberto L. M.; COSTA, Thiago L.; FARIAS Elizeu de S.; RIBEIRO, Arthur Vi.; PICAÇO, Marcelo C. **Toxicidade de inseticidas comerciais, por ação de contato, para *Apis mellifera***. 2017. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1083971/1/CNPTID44241.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2020.

CARVALHO, Stephan M.; CARVALHO, Geraldo A.; CARVALHO, César F.; BUENO FILHO, Júlio S. de S. Toxicidade de acaricidas/inseticidas empregados na citricultura para a abelha africanizada *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera: Apidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n.4. 2009.

CATAE, Aline. F.; SILVA, Anally M. da.; PRATAVIEIRA, Marcel; PALMA, Mario S.; MALASPINA, Osmar; ROAT, Thaisa C.. MALDI-imaging analyses of honeybee brains exposed to a neonicotinoid insecticide. **Pest Management Science**, p. 1–8, 2018.

CAVALCANTE, Gianni M.; MOREIRA, Albert F. C.; VASCONCELOS. Simão D. Potencialidade inseticida de extratos aquosos de essências florestais sobre mosca branca. **PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA**, Brasília, v. 41, n.1, 2006.

CICCO, Lúcia H. S. de. **As abelhas e a história**. Disponível em: <<http://www.saudeanimal.com.br/abelha0.htm>>. Acesso em: 11 abr. 2020.

COLOMBO, Fernanda C. **Seletividade de fungos entomopatogênicos e óleos essenciais a *Apis mellifera* L. (HYMENOPTERA: APIDAE)**. 2019. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Câmpus Dois Vizinhos. 2019.

COSTA, Larissa C. B.; PINTO, José E. B P.; BERTOLUCCI, Suzan K. V.; ALVES, Péricles B.; EVANGELINO, Tamara S. Variação no rendimento e composição química do óleo essencial de folhas de atoveran (*Ocimum selloi* Benth.) inteiras e moídas sob condições de armazenamento. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 1, p. 43-48, 2009.

COSTA, Vanessa B. S.; Corrêa, Priscila G.; DUTRA, Milena.; CHAGAS, Maria das G. S. das.; PIMENTEL, Rejane M. de M. Anatomia da Folha e do Caule de *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae) sob condições naturais. **IX Jornada de Ensino, pesquisa e extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, 2009.

COSTA-MAIA, Fabiana M.; LINO-LOURENÇO, Daniela A.; TOLEDO, Vagner de Alencar A. **Aspectos econômicos e sustentáveis da polinização por abelhas. Sistemas de produção agropecuária** (Ciências Agrárias, Animais e Floresta), Editora UTFPR, Dois Vizinhos, v 1, n. 1. 2010.

FACANALI, R. Estudo da biologia reprodutiva, diversidade Genética e química de populações de *Ocimum selloi* Benth. Tese (Doutorado em Agronomia-Horticultura). Universidade estadual paulista, 2008.

FÁVERO, Rafael. **Estudo de repelência com diversos produtos de origem natural em operárias de *Apis mellifera* em semi-campo**. 2014. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Rio Claro. 2014.

FREITAS, Breno M.; PINHEIRO, José N. **Polinizadores e pesticidas: princípios e manejo para os agroecossistemas brasileiros**. Brasília: MMA, 2012.

FRIES, Ingemar; CAMAZINE, Scott. Implications of horizontal and vertical pathogen transmission for honey bee epidemiology. **Apidologie**, Londres, 2001.

GALLO, Domingues.; NAKANO, Octavio.; NETO, Sinval. S.; CARVALHO, Ricardo. P. L.; BAPTISTA, Gilberto. C. de.; FILHO, Evoneo. B.; PARRA, José. R. P.; ZUCCHI, Roberto. A.; ALVES, Sérgio. B.; VENDRAMIM, José. D.; MARCHINI, Luís. C.; LOPES, João. R. S.; OMOTO, Celso. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, v. 10, 2002.

GARCIA, Nayara Z. T. **Óleos essenciais de erva cidreira brasileira (*Lippia alba* MILL.) N. E. BR. (VERBANACEAE) e Alfavaca (*Ocimum gratissimum* LINN.) (Lamiaceae) sobre a Lagarta-do-Cartucho (*Spodoptera frugiperda*) (J. E. SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2018. 101 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional) – Universidade Anhaguera-Uniderp, Campo Grande. 2018.

GASHOUT, Hanan A.; GUZMÁN-NOVOA, Ernesto. Acute toxicity of essential oils and other natural compounds to the parasitic mite, *Varroa destructor*, and to larval and adult worker honey bees (*Apis mellifera* L.). **Journal of Apicultural Research**, v. 48, n. 4. 2009.

HEDIN, Robert; WATZLA, George. The effects of anoxic limestone drains on mine water chemistry. **America Society Of Mining And Reclamation**, [s. l.], v. 5, n. 8, p.185-194, abr. 1994. Disponível em:

<<http://www.asmr.us/Portals/0/Documents/Conference-Proceedings/1994-Volume-1/0185-Hedin.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2020.

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L. Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização. 2004.

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L.; CANHOS, Dora A. Lange; ALVES, Denise de Araújo; SARAIVA, Antônio M. **Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012a.

IMPERATRIZ-FONSECA, Vera L.; GONÇALVES, Lionel S.; FRANCOY, Tiago M.; NUNES-SILVA, Patrícia. O Desaparecimento das Abelhas Melíferas (*Apis mellifera*) e as Perspectivas do Uso de Abelhas Não Melíferas na Polinização. **Embrapa Semi-Árido**, Petrolina, v. 249, p. 220-233, 2012b.

ISMAN, Murray B. Plant essential oils for pest and disease management. **Crop Protection**. 2000.

LEVER, Jelle J.; VAN NES, Egbert H.; SCHEFFER, Marten; BASCOMPTE, Jordi. The sudden collapse of pollinator communities. **Ecology Letters**, v. 17, p. 350–359, 2014.

LIBARDONI, Gabriela. **Efeito de *Bacillus thuringiensis* e produtos fitossanitários sintéticos, na longevidade de operárias *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

LORENZI, Harri.; MATOS, F.J.A. Plantas medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**, 2003.

LORENZI, Harri.; MATOS, Francisco J. A. Plantas medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas. 2 ed. Nova Odessa-SP. **Instituto Plantarum**. 2008.

LORENZI, Harri; MATTOS, Francisco J. A. Plantas medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas. São Paulo: **Instituto Plantarum**, 2000.

MAGALHÃES, Ediney de O. Apicultura – Alternativa de Geração de Emprego e Renda. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC. 2000.

MALAQUIAS, Heidíne J. S. Ação **insetistática de óleo essencial de três espécies de menta**. 2016. 39 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional. Universidade Anhanguera- Uniderp. Campo Grande. 2016.

MARANGONI, Cristiane.; MOURA, Neusa F. de; GARCIA, Flávia R. M. Utilização De Óleos Essenciais E Extratos De Plantas No Controle De Insetos. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 6, n. 2. 2012.

MARCHINI, L. C. et al. Plantas visitadas por abelhas africanizadas em duas localidades do estado de São Paulo. **Scientia Agrícola**, v.58, n.2. 2001.

- MARTINS, Maria B.G. Optical microscopy studies and scanning electron microscopy in leaf the *Mentha spicata* and *Mentha spicata x suaveolens* (Lamiaceae). **Bragantia** [online], vol.61, n.3. 2002.
- MESSAGE, Dejair; GUIDUGLI-LAZZARINI, Karina R.; FREITAS, Nayara H.; SIMÕES, Zilá L.; SILVA, Izabel C.; TEIXEIRA, Érica W. Colapso de colônias de abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) no Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 59, 2011.
- MESSIAS, Maria C.T.B.; MENEGATTO, M. F.; PRADO, A. C.; SANTOS, B. R.; GUIMARÃES, M. F.M. Uso popular de plantas medicinais e perfil socioeconômico dos usuários: um estudo em área urbana em Ouro Preto, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Planta Medicinal**, 2015.
- MONTEIRO, Ildenice N.; Gonzales, Luis O.; MONTEIRA, Odair dos S. FERNANDES, Yan M. L.; JACINTO, Gislayne S. S.; FÁVERO, Sílvio. Potencial inseticida do óleo essencial das folhas de *Ocimum gratissimum* L. e de seu componente majoritário no controle de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1897) (Lepidoptera: Noctuidae). **10º Simpósio Brasileiro de Óleos Essenciais. Out. 2019**. Brasília. 2019.
- MOREIRA, Ana L. M.; PEREIRA, Rita C. A.; CASTRO, Jean C. M. BEZERRA, Fred C. Cultivo de *Mentha x villosa* Huds. na região litorânea do Ceará. Congresso Brasileiro de Olericultura, 50, **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, pp-3569-3572. 2010.
- NETO, Antônio de A. P. **Potencial inseticida dos óleos essenciais das espécies de *Mentha* para o controle de *Plutella xylostella* (L.). (Lepidoptera: Plutellidae)**. 2016. 68 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2016.
- OLIVEIRA, Mikail O. de. Declínio populacional das abelhas polinizadoras de culturas agrícolas. **ACTA Apícola Brasileira**, Pombal, Paraíba, v. 3, n. 2, p. 01-06, dez. 2015.
- PEDROSO, Júlio C. M.; OLIVEIRA, Maria E. C.; CHAGAS, Thiago X.; ZANUNCIO, José C.; RIBEIRO, Genésio T. **Effects of Plant Extracts on Developmental Stages of the Predator *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae)**. BioOne. 2016.
- PEREIRA, Fábria; LOPES, Maria T.; CAMARGO, Ricardo C. R.; VILELA, Sérgio L. O. **Produção de mel**. Embrapa Meio Norte, Sistema de Produção, v. 3, jul. 2003.
- PEREIRA, Rogério S.; SUMITA, Tânia C.; FURLAN, Marcos R.; JORGE, Antonio C.; UENO, Mariko. Atividade antibacteriana de óleos essenciais em cepas isoladas de infecção urinária. **Revista Saúde Pública**, 2004.
- PETTIS, Jeffery S.; ENGELSDORP Dennis.; JOHNSON Josephine.; DIVELY Galen. Pesticide exposure in honeybees results in increased levels of the gut pathogen Nosema. **Naturwissenschaften**, v. 99, n.2. 2012.

PINHEIRO Izabella, M. C.; LUZ João, H.; SOUZA Luis, F. N.; OLIVEIRA Ana, C.; OLIVEIRA Eugênio, E.; AGUIAR Raimundo, W.; SANTOS Gil, R.; FERREIRA Talita, P.; TSCHOEKE Marcela, C. S.; TSCHOEKE Paulo, H. Effects of *Lippia sidoides* Cham. (Verbenaceae) essential oils on the honey bees, *Apis mellifera* (Apidae: Hymenoptera), foraging. **Revista de Ciências Agrícolas**, 36, 31-41. 2019.

PINTO, Angelo C.; SILVA, Dulce H. S.; BOLZANI, Vanderlan da S.; Lopes, Noberto P.; EPIFANIO, Rosângela de A. Produtos naturais: Atualidade, desafios e perspectivas. 2002 Disponível em <<https://www.scielo.br/pdf/qn/v25s1/9413.pdf>>. Acesso em: 03 mai. 2020.

POTRICH, Michele.; SILVA, Rita T. L.; MACIEL, Rodrigo M. A.; COSTA-MAIA, Fabiana M.; LOZANO, Everton R.; ROSSI, Robson M.; MARTINS, Jackelinny R.; DALLACORT, Sidinei. Are plant extracts safe for honey bees (*A. mellifera*)?. **Journal of Apicultural Research**. 2020.

QUIGLEY, Tyler P.; AMDAM Gro, V.; HARWOOD Gyan, H. Honey bees as bioindicators of changing global agricultural landscapes. **Current Opinion in Insect Science**. 35. 2019.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: **R Foundation for Statistical Computing**, 2018. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>.

RAMOS, Juliana M.; CARVALHO, Naiara C. Estudo morfológico e biológico das fases de desenvolvimento de *Apis mellifera*. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, São Paulo, v. 6, n. 10, 10 ago. 2007. Disponível em: <[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/h4KxXMNL19aD Cab\\_2013-4-26-15-37-3.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/h4KxXMNL19aD Cab_2013-4-26-15-37-3.pdf)>. Acesso em: 11 abr. 2020.

REDE ITAGO. **Apicultura**. Governo de Goiás. 2019. Acesso em: 22 abr. 2020.

RESTELLO, Rozane M.; MENEGATT, Cristiane.; MOSSI, Altemir. J. Efeito do óleo essencial de *Tagetes patula* L. (Asteraceae) sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 2, p. 304–307, 2009.

ROCHA, Ana G.; MELO, Carlos R. A.; SAMPAIO, Tais S.; BLANK, Arie F.; LIMA, Antonnyo P. D.; NUNES, Rogéria de S.; ARAÚJO, Ana P. A.; BACCI, Leandro. Lethal Effect and Behavioral Responses of Leaf-Cutting Ants to Essential Oil of *Pogostemon cablin* (Lamiaceae) and Its Nanoformulation. 2018.

ROCHA, Francisca N. B. **Parâmetro toxicológicos de óleos essenciais utilizados no combate as pragas da cultura do cajueiro (*Anacardium Occidentale*) para o seu polinizador, a abelha *Apis mellifera* L.** 2017. 44 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2017.

RUCKER, Randal R.; THURMAN, Walter, N. Colony collapse disorder: the market response to bee disease. **PERC Policy Series**, Bozeman, Montana, Estados Unidos da América, n. 50, jan. 2012.

SANTOS, Ane C. C. **Óleo essencial de *Cymbopogon martinii* e seu constituinte majoritário geraniol: influência na mortalidade e comportamento de *Apis mellifera* (Apidae)**. 2017. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade). Universidade Federal de Sergipe. 2017.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO (**SEAB**). 2018. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2019-09/apicultura\\_20\\_setembro\\_2019.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/apicultura_20_setembro_2019.pdf)>. Acesso: 16 abr. 2020.

SILVA Isabel, M.; ZANUNCIO José, C.; BRUGGER Bruno, P.; soares Marcus, A.; ZANUNCIO Antônio, J. V.; WILCKEN Carlos, F.; TAVARES Wagner, S.; SERRÃO José, E.; SEDIYAMA Carlos, S. Selectivity of the botanical compounds to the pollinators *Apis mellifera* and *Trigona hyalinata* (Hymenoptera: Apidae). **Scientific Reports** **10**. 2020.

SILVA, Isabel M. **Óleos essenciais no controle de praga e seletividade a organismos não alvo**. 2016. 82 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2016.

SILVA, José C.; OLIVEIRA, José T. da S. O eucalipto e a apicultura. **REVISTA DA MADEIRA** n.75, ago, 2003. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=393&subject=Apicultura&title=O](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=393&subject=Apicultura&title=O)>. Acesso em: 15 mai. 2020.

SILVEIRA, Sheila M.; CUNHA Anildo J.; SCHEUERMANN Gerson N.; SECCHI Fábio L.; VERRUCK Silvani.; KROHN Marisete.; VIEIRA, Rosana W. Composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de *Cymbopogon winterianus* (citronela), *Eucalyptus paniculata* (eucalipto) e *Lavandula angustifolia* (lavanda). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 3. 2012.

SOUZA, Darlê Luiza; EVANGELISTA-RODRIGUES, Adriana; PINTO, Maria do Socorro C. As abelhas como agentes polinizadores. **REDVET: Revista Electrónica de Veterinária**, Málaga, Espanha, v. 8, n. 3, mar. 2007. Acesso em: 24 abr. 2020.

VENÂNCIO, Lídia; PRADO-MARINHO, Jeanne S.; MORAIS, Lilia A. S.; PALOMO, Yandra I. F. A.; GARCIA, Pamela T. M. O efeito deletério de óleos essenciais ao desenvolvimento de *Anticarsia gemmatalis*. **10º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica- CIIC 2016**. Campinas. São Paulo. 2016.

VIEIRA, Gustavo H. da C.; ANDRADE, Wagner da P.; NASCIMENTO, Daniele M. do. **Uso de óleos essenciais no controle do ácaro *Varroa destructor* em**

***Apis mellifera***. 2012. Disponível em: <  
<https://www.scielo.br/pdf/pat/v42n3/a10v42n3.pdf>>. Acesso em: 22 mai. 2020.

VIZZOTTO, Marcia. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. Embrapa Clima Temperado. 2010.

WILLIAMS, Geoffrey R.; TARPY, David R.; VanENGELSDORP, Dennis.; CHAUZAT, Marie P.; COX-FOSTER, Diana L.; DELAPLANE, Keith S.; NEUMANN, Petter; PETTIS, Jeffery S.; ROGERS, Richard E. L.; SHUTLER, Dave Colony Collapse Disorder in contexto. **Journal BioEssays**, EUA, s. 32, p 845–846, 2010.

WILLIAMSON, Sally M.; WRIGHT, Geraldine A. Exposure to multiple cholinergic pesticides impairs olfactory learning and memory in honeybees. **The Journal of Experimental Biology**, v. 213. 2013.

XAVIER, Vânia Maria. Impacto de inseticidas botânicos sobre *Apis mellifera*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae). 2009. 43 f. Dissertação (Magister Scientiae), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.