

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E  
CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

Vandressa Damasceno Abreu

Caracterização fitoquímica e atividade biocida dos óleos fixo e essencial de *Caryocar  
brasiliense* (CARYOCARACEAE) sobre *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) e  
*Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae)

Juiz de Fora

2023

Vandressa Damasceno Abreu

Caracterização fitoquímica e atividade biocida dos óleos fixo e essencial de *Caryocar brasiliense* (CARYOCARACEAE) sobre *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) e *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ralph Maturano Pinheiro

Coorientador: Prof. Dr. Romézio Alves Carvalho da Silva

Juiz de Fora

2023

**VANDRESSA DAMASCENO ABREU**

**Caracterização fitoquímica e atividade biocida dos óleos fixo e essencial de *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) sobre *Musca domestica* (Diptera:Muscidae) e *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestra em Biodiversidade e Conservação da Natureza. Área de concentração: Comportamento, Ecologia e Sistemática.

Aprovada em 28 de abril de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Ralph Maturano Pinheiro** - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

**Prof. Dr. Romézio Alves Carvalho da Silva** - Coorientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

**Prof. Dr. Caio Márcio de Oliveira Monteiro**

Universidade Federal de Goiás

**Dra. Márcia Cristina Azevedo Prata**

Embrapa Gado de Leite

Juiz de Fora, 23/03/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Ralph Maturano Pinheiro, Professor(a)**, em 28/04/2023, às 13:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Márcia Cristina de Azevedo Prata, Usuário Externo**, em 28/04/2023, às 13:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Caio Márcio de Oliveira Monteiro, Usuário Externo**, em 28/04/2023, às 13:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Roméio Alves Carvalho da Silva, Usuário Externo**, em 29/04/2023, às 22:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uffj ([www2.uffj.br/SEI](http://www2.uffj.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1201246** e o código CRC **F45B8658**.

## RESUMO

Compostos de origem vegetal têm sido vistos como uma alternativa promissora no controle de pragas com o intuito de minimizar os impactos do uso de produtos sintéticos utilizados no controle convencional de pragas, o que promoveu o aumento de estudos na busca por óleos e compostos vegetais com ação biocida por serem mais seguros e menos agressivos ao homem, aos animais e ao meio ambiente. Neste sentido foi realizado um estudo de caracterização fitoquímica dos óleos fixo e essencial da polpa do fruto do pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) e também de avaliação da atividade biocida desses óleos sobre estágios imaturos da mosca doméstica (*Musca domestica*) e fêmeas ingurgitadas de carrapato dos bovinos (*Rhipicephalus microplus*), sendo este o primeiro estudo a abranger o efeito desses óleos sobre esses organismos. Os resultados da cromatografia gasosa e espectrometria de massas (CG/EM) evidenciaram o hexanoato de etila (91,83%) e o ácido oleico (61,38%) como constituintes majoritários do óleo essencial e fixo, respectivamente. Nos bioensaios com *M. domestica* para a avaliação da mortalidade larval foram feitas observações 48 h após o tratamento e acompanhamento das larvas sobreviventes até o estágio adulto, e estes índices foram incluídos na eficácia de tratamento larval. Para a eficácia de tratamento pupal de *M. domestica*, foram calculados a mortalidade pupal após seis dias do tratamento e o percentual de má formação dos adultos. Os bioensaios com *M. domestica* foram feitos por meio de testes *in vitro* onde foram testadas nove concentrações dos óleos, variando de 0,625 a 50,0 mg/mL. Verificou-se nos bioensaios com larvas e pupas de *M. domestica* que a mortalidade e, conseqüentemente, a eficácia do tratamento para ambas as substâncias em todas as concentrações testadas não diferiram significativamente dos seus respectivos grupos controles ( $p > 0,05$ ), indicando que não houve atividade larvicida e pupicida. Nos bioensaios com *R. microplus* para a avaliação da atividade sobre fêmeas ingurgitadas foi realizado o teste de imersão de adultos, utilizando seis concentrações dos óleos, variando de 2,5 a 60,0 mg/mL, sendo observado percentual de controle inferior a 50% em todos os tratamentos para o óleo fixo, enquanto o óleo essencial, apresentou atividade moderada, com percentual de controle de 82,0% na sua maior concentração testada (40,0 mg/mL). Assim, podemos concluir que os óleos nas concentrações testadas não tem atividade inseticida sobre os estágios imaturos de *M. domestica*, enquanto que o óleo essencial possui atividade acaricida sobre fêmeas ingurgitadas de *R. microplus*, sendo *C. brasiliense* uma planta promissora nos estudos com carrapatos-dos-bovinos.

**Palavras Chave:** pequi, mosca doméstica, carrapato-dos-bovinos, biocida, controle de pragas.

## ABSTRACT

Compounds of vegetable origin have been seen as a promising alternative in pest control in order to minimize the impacts of the use of synthetic products used in conventional pest control, which promoted the increase of studies in the search for oils and vegetable compounds with action biocidal because they are safer and less aggressive to humans, animals and the environment. In this sense, a phytochemical characterization study of the fixed and essential oils of the fruit pulp of *Caryocar brasiliense* was carried out and the evaluation of the insecticidal activity of these oils on immature stages of *Musca domestica* and on engorged females of *Rhipicephalus microplus*, this being the first study to cover the effect of these oils on these organisms. The results of gas chromatography and mass spectrometry (CG/EM) showed ethyl hexanoate (91.83%) and oleic acid (61.38%) as major constituents of the essential and fixed oil, respectively. In bioassays with *M. domestica* for the evaluation of larval mortality (ML), observations were made 48 hours after treatment and monitoring of surviving larvae until the adult stage, and these indices were included in the effectiveness of larval treatment (ETL). For pupal treatment efficacy (ETP) of *M. domestica*, pupal mortality (PM) after six days of treatment and the percentage of adult malformations (PMD) were calculated. Bioassays with *M. domestica* were performed using *in vitro* tests where nine oil concentrations were tested, ranging from 0.625 to 50.0 mg/mL. It was verified in the bioassays with larvae and pupae of *M. domestica* that the mortality and consequently the efficacy of the treatment for both substances in all tested concentrations, did not differ significantly from their respective control groups ( $p > 0.05$ ), indicating that there was no larvicidal and pupicidal activity. In the bioassays with *R. microplus* for the evaluation of the activity on engorged females, the adult immersion test was performed using six concentrations of oils, ranging from 2.5 to 60.0 mg/mL, with a control percentage of less than 50 % in all treatments for the fixed oil, while the essential oil showed moderate activity, with a control percentage of 82.0% at its highest concentration (40.0 mg/mL) tested. Thus, we can conclude that the oils at the tested concentrations do not have insecticidal activity on the immature stages of *M. domestica*, while the essential oil has acaricidal activity on engorged females of *R. microplus*, with *C. brasiliense* being a promising plant in studies with ticks -of- bovines.

**Keywords:** pequi, domestic fly, cattle tick, biocide, pest control

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Ciclo biológico de <i>Musca domestica</i> .....	14
<b>Figura 2</b> - Ciclo biológico de <i>Rhipicephalus microplus</i> .....	16
<b>Figura 3</b> - <i>Caryocar brasiliense</i> .....	19
<b>Figura 4</b> - Fórmulas estruturais dos componentes majoritários do óleo essencial do fruto de <i>Caryocar brasiliense</i> .....	20
<b>Figura 5</b> - Fórmulas estruturais dos componentes majoritários do óleo fixo do fruto de <i>Caryocar brasiliense</i> .....	21
<b>Figura 6</b> - Extração do óleo essencial de <i>Caryocar brasiliense</i> .....	23
<b>Figura 7</b> - Extração do óleo fixo de <i>Caryocar brasiliense</i> .....	24
<b>Figura 8</b> - Manutenção da colônia de <i>Musca domestica</i> .....	27
<b>Figura 9</b> - Desenvolvimento de larvas e pupas de <i>Musca domestica</i> para os experimentos.....	28
<b>Figura 10</b> - Testes <i>in vitro</i> com óleos de <i>Caryocar brasiliense</i> sobre larvas de <i>Musca domestica</i> .....	29
<b>Figura 11</b> - Testes <i>in vitro</i> com óleos de <i>Caryocar brasiliense</i> sobre pupas de <i>Musca domestica</i> .....	31
<b>Figura 12</b> - Testes de imersão de adultos com óleos de <i>Caryocar brasiliense</i> sobre fêmeas ingurgitadas de <i>Rhipicephalus microplus</i> .....	32
<b>Figura 13</b> - Cromatograma de íons totais do óleo essencial da polpa do fruto de <i>Caryocar brasiliense</i> obtido por CG-EM.....	34

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Composição química, índice de retenção da literatura (IRLit) , índice de retenção calculado (IRc) e percentual de compostos identificados do óleo essencial de *Caryocar brasiliense* ..... 35
- Tabela 2** - Composição química, número de carbonos e insaturação, percentual de compostos identificados no óleo fixo de *Caryocar brasiliense*\* obtido na literatura e o resultado encontrado..... 36
- Tabela 3** - Média ( $\pm$  desvio padrão) da mortalidade larval (ML), mortalidade de pupas recuperadas (MPR) e eficácia do tratamento larval (ETL) de larvas de *Musca domestica* tratadas com diferentes concentrações do óleo essencial e fixo de *Caryocar brasiliense*, em condições de laboratório ( $28\pm 2^\circ\text{C}$  e UR  $60\pm 10\%$ )..... 37
- Tabela 4** - Média ( $\pm$  desvio padrão) de mortalidade pupal (MP), percentual de má formação (PMF) e eficácia do tratamento pupal (ETP) de pupas de *Musca domestica* tratadas com diferentes concentrações do óleo essencial e fixo de *Caryocar brasiliense*, em condições de laboratório ( $28\pm 2^\circ\text{C}$  e UR  $60\pm 10\%$ )..... 38
- Tabela 5** - Média ( $\pm$  desvio padrão) do peso das fêmeas antes da postura (mg), peso da massa de ovos de fêmeas ingurgitadas, percentuais de eclosão larval e controle de *Rhipicephalus microplus*, tratadas com diferentes concentrações do óleo essencial e do óleo fixo de *C. brasiliense*, em condições de laboratório ( $27\pm 1^\circ\text{C}$  e UR  $80\pm 10\%$ )..... 39



## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

CG/EM - cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas

DMSO - dimetilsulfóxido

DL50- median lethal dose (dose letal mediana)

EI - ionização de elétrons

EV - energia de elétrons

IRC - índices retenção calculados

IR Lit - índices retenção da literatura

mg/mL - miligrama por mililitro

OE - óleo essencial

OEs - Óleos essenciais

TIA - Teste de Imersão de Adultos

CTI - Cromatograma Total de Íons

UR - Umidade relativa

V/V- Volume por volume

% - Porcentagem

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1 Família Muscidae .....	14
2.1.1 <i>Musca domestica</i> .....	14
2.2 Família Ixodidae .....	17
2.2.1 <i>Rhipicephalus microplus</i> .....	18
2.3 Formas de controle .....	19
2.3.1 Controle com inseticidas sintéticos .....	19
2.3.2 Controle com inseticidas de origem vegetal .....	20
2.4 Óleos extraídos de <i>Caryocar brasiliense</i> .....	22
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	25
3.1 Objetivo geral .....	25
3.2 Objetivos específicos .....	26
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
4.1 Material botânico e extração dos óleos de <i>Caryocar brasiliense</i> .....	26
4.2 Extrações dos óleos de <i>Caryocar brasiliense</i> .....	27
4.3 Análises químicas dos óleos de <i>Caryocar brasiliense</i> .....	29
4.4 Diluição dos óleos de <i>C. brasiliense</i> .....	31
4.5 Colônia de <i>Musca domestica</i> .....	32
4.6 Experimentos com larvas de <i>Musca domestica</i> .....	33
4.7 Experimentos com pupas de <i>Musca domestica</i> .....	35
4.8 Procedência das populações de <i>Rhipicephalus microplus</i> .....	36
4.9 Teste de Imersão de Adultos (TIA) com fêmeas ingurgitadas de <i>Rhipicephalus microplus</i> .....	37
4.10 Análises estatísticas .....	38
<b>5 RESULTADOS</b> .....	39
5.1 Composição química dos óleos essencial e fixo de <i>Caryocar brasiliense</i> .....	39

5. 2 Avaliação da atividade inseticida dos óleos sobre <i>Musca domestica</i> .....	41
5. 2. 1 Bioensaios com larvas de <i>Musca domestica</i> .....	41
5. 2. 2 Bioensaios com pupas de <i>Musca domestica</i> .....	42
5. 3 Avaliação da atividade acaricida dos óleos sobre <i>Rhipicephalus microplus</i> .....	43
5. 3. 1 Teste de imersão de adultos com fêmeas ingurgitadas .....	43
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	<b>45</b>
<b>7 CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	<b>49</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A mosca-doméstica, *Musca domestica* Linnaeus, 1758 (Diptera: Muscidae) é representante da família Muscidae e única espécie do gênero na América do Sul (CARVALHO, 2002). É uma espécie de distribuição cosmopolita, altamente sinantrópica e endofílica, sendo encontrada tanto em áreas urbanas quanto rurais, estando associada a ambientes de criação de animais de importância zootécnica, onde existe a produção de resíduos orgânicos e alta umidade, havendo assim, condições ideais para sua permanência e proliferação (MALIK et al., 2007; ALVES 2010). *M. domestica* se originou nas savanas da Ásia Central, e devido seus hábitos de alimentação e reprodução estarem associados a ambientes habitados pelo homem e por animais de criação, hoje está presente em todas as regiões do globo, com exceção dos polos, apresentando maior abundância nas regiões tropicais (KEIDING, 1986; SANCHEZ- ARROYO e CAPINERA, 2014). Este artrópode possui hábitos que o associa aos ambientes de condições precárias de saneamento e higiene, que favorecem a abundância e transmissão de patógenos para humanos e outros animais, atuando como vetor mecânico de vírus, bactérias, protozoários e helmintos (KEIDING, 1986; LIMA et al., 2014; DANGALLE, 2021). Estes aspectos prejudiciais enfatizam a necessidade da adoção de medidas de controle dessa espécie.

*Rhipicephalus microplus* (Canestrini, 1888) é um artrópode ectoparasito hematófago pertencente à família Ixodidae, que apresenta ampla distribuição geográfica e possui os bovinos como hospedeiros preferenciais, razão pela qual é chamado de carrapato-do-boi, mas pode ser encontrado em outros hospedeiros domésticos e silvestres (GUIMARÃES et al., 2001; PEREIRA, 2008; MATIAS et al., 2013; VIEIRA, 2020). É considerado um dos ectoparasitos mais prejudiciais da bovinocultura (GRISI et al., 2014). No Brasil, estima-se que esse carrapato é responsável por prejuízos econômicos acima de 3 bilhões de dólares anualmente (GRISI et al., 2014) que decorrem da perda de sangue do animal, estresse, predisposição a miíases, depreciação do couro, diminuição da produtividade, além de gastos com aquisição de equipamentos, medicamentos e mão de obra especializada para o tratamento dos animais (FURLONG et al., 2004, 2007; PEREIRA, 2008; AMARAL et al. 2011). Este carrapato também atua como vetor de diferentes patógenos como fungos, vírus, bactérias, protozoários e até mesmo nematóides (SONENSHINE; ROE, 2013; YU et al., 2015).

O controle convencional desses artrópodes é feito com o uso de produtos sintéticos à base de amidinas, organofosforados, piretróides dentre outros, que estão disponíveis comercialmente com formas de ação e maneiras de aplicação diferentes (FURLONG et al., 2004, 2007; MALIK et al., 2007). A partir da década de 1950, esses pesticidas começaram a ser fortemente desenvolvidos e utilizados (FLORES et al., 2004). O uso desses produtos de forma contínua, podem resultar na seleção de populações multirresistentes, além de ocasionar contaminação ambiental, intoxicação em humanos e mortalidade de organismos não alvos (MALIK et al., 2007; ACEVEDO et al., 2009; AMARAL et al., 2011; GEDEN, 2012). Os impasses decorrentes da utilização de pesticidas sintéticos apontam para a necessidade do desenvolvimento de novos tipos de materiais e tecnologias de controle, mais seletivos e menos agressivos ao homem e ao meio ambiente (KIM et al., 2003; GEDEN, 2012; SUBAHARAN et al., 2021).

Existem diversas plantas que possuem metabólitos secundários com atividade biocida, podendo ser preparadas e aplicadas na forma de pós, extratos e óleos (KIM et al., 2003). A utilização de substâncias de origem vegetal com potencial no controle de pragas se deve, sobretudo, ao desenvolvimento da resistência dos insetos a inseticidas organossintéticos, à contaminação por eles causada, à presença de resíduos químicos tóxicos destes produtos nos alimentos e à intoxicação de operários aplicadores de inseticida (ESTRELA et al., 2006). Desta forma, estudos com intuito de buscar alternativas para o controle de pragas, são relevantes no cenário atual como forma de obtenção de estratégias *eco-friendly* visando o menor impacto ao meio ambiente, bem como garantindo a segurança alimentar (DA SILVA, 2016).

*Caryocar brasiliense* Cambess. é uma planta frutífera da família Caryocaraceae, nativa do Cerrado brasileiro é conhecida popularmente como “pequizeiro”, sendo presente no Nordeste, Sudoeste e Centro-Oeste do Brasil (BARACHO, 2018). *C. brasiliense* é considerada uma espécie de grande interesse econômico, principalmente devido ao uso do seu fruto na culinária, além da extração de óleos para a fabricação de cosméticos e também de suas propriedades terapêuticas (DE CARVALHO et al., 2015). Seus óleos e extratos de diferentes partes (folha, fruto e caule) são investigados desde a década de 1980 quanto à composição fitoquímica. Tais estudos revelaram que a espécie é capaz de produzir diferentes classes de compostos bioativos, como alcaloides, flavonoides, triterpenos, saponinas e outras classes de metabólitos secundários, promissores no controle de pragas,

uma vez que algumas das substâncias destas classes apresentam potencial contra mosquitos vetores de agentes patogênicos, pragas em plantio, protozoários, bactérias e fungos e outros patógenos (ARAÚJO, 1995; PASSOS et al., 2002, PEREIRA et al., 2008; PAULA-JÚNIOR et al., 2006; SOUZA et al., 2018; BARACHO, 2018).

Nesse contexto, tendo em vista as propriedades tóxicas ou atividades biológicas de *C. brasiliense* sobre invertebrados, o presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo fitoquímico dos óleos essencial e fixo da polpa do fruto de *C. brasiliense*, além de investigar a existência de atividade biocida desses óleos sobre larvas e pupas de *M. domestica* e fêmeas ingurgitadas de *R. microplus* por meio de testes *in vitro*.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 - Família Muscidae

A família Muscidae (Diptera) é tida como cosmopolita por conta de sua presença em todas as regiões biogeográficas do mundo, sendo representada por mais de 5.300 espécies (EVENHUIS e PAPE, 2022). Destas, mais de 850 ocorrem na Região Neotropical (CARVALHO et al., 2005). A taxonomia dessa família é relativamente bem estudada a nível mundial em comparação com outros grupos de Diptera. Na região Neotropical, os estudos sobre sua distribuição e biogeografia ainda estão em expansão nas últimas décadas (LÖWENBERG-NETO, 2007; LÖWENBERG-NETO, 2009; HASEYAMA et al., 2015). Recentemente, estudos sobre a biogeografia da família têm avaliado até que ponto a hipótese do conservadorismo tropical pode explicar o desenvolvimento evolutivo dos Muscidae. Além disso, compara os padrões geográficos da estrutura filogenética dos muscóides com regiões biogeográficas que foram identificadas para insetos neotropicais (LÖWENBERG-NETO et al., 2011). Muscidae contém alguns gêneros sinantrópicos, como o gênero *Musca* (KEIDING, 1986) e algumas de suas espécies, como a *Musca domestica*, a mais representativa deste grupo, possui importância médica e veterinária por exercer o papel de vetor mecânico de diversos organismos patogênicos aos humanos e a outros animais (SMITH, 1973; KEIDING, 1986, KETTLE, 1995; PALACIOS et al., 2009; LIMA, 2014; FAYYAZ, 2022).

#### 2.1.1 - *Musca domestica*

A mosca doméstica, *Musca domestica* Linnaeus, 1758, é a principal representante da família Muscidae e única espécie do gênero encontrada no Brasil e América do Sul (CARVALHO, 2002). Possui distribuição cosmopolita por está presente desde regiões subpolares até as regiões tropicais. É altamente sinantrópica e relativamente mais abundante que outras espécies de muscóides em áreas habitadas pelo homem, estando também associada a animais de importância zootécnica (SMITH, 1973; KEIDING, 1986; MALIK et al., 2007).

A morfologia da mosca doméstica se distingue dos demais representantes da família Muscidae por possui um aparelho bucal sugador-lambedor adaptado para a absorção de

líquidos ou alimentos liquefeitos, região dorsal do tórax acinzentada e com quatro listras longitudinais negras, abdômen amarelo e com uma linha dorsal marrom escuro (HEWITT, 1916). Uma característica marcante é a veia  $M_1$  fortemente curvada para o ápice em um ângulo de  $90^\circ$ , e calíptera inferior larga (CARVALHO, 2002).

A mosca doméstica possui dimorfismo sexual observado através de uma linha frontal presente na cabeça. Nas fêmeas, essa linha separa os olhos (olhos dicópticos) e alcança o vertex que contém os três ocelos e fica no topo da cabeça. Nos machos, os olhos são estreitamente separados por essa linha fazendo com que eles se juntem na parte dorsal da cabeça (olhos holópticos). Os adultos medem de 6 a 7 mm de comprimento, sendo as fêmeas ligeiramente maiores que os machos (HEWITT, 1916).

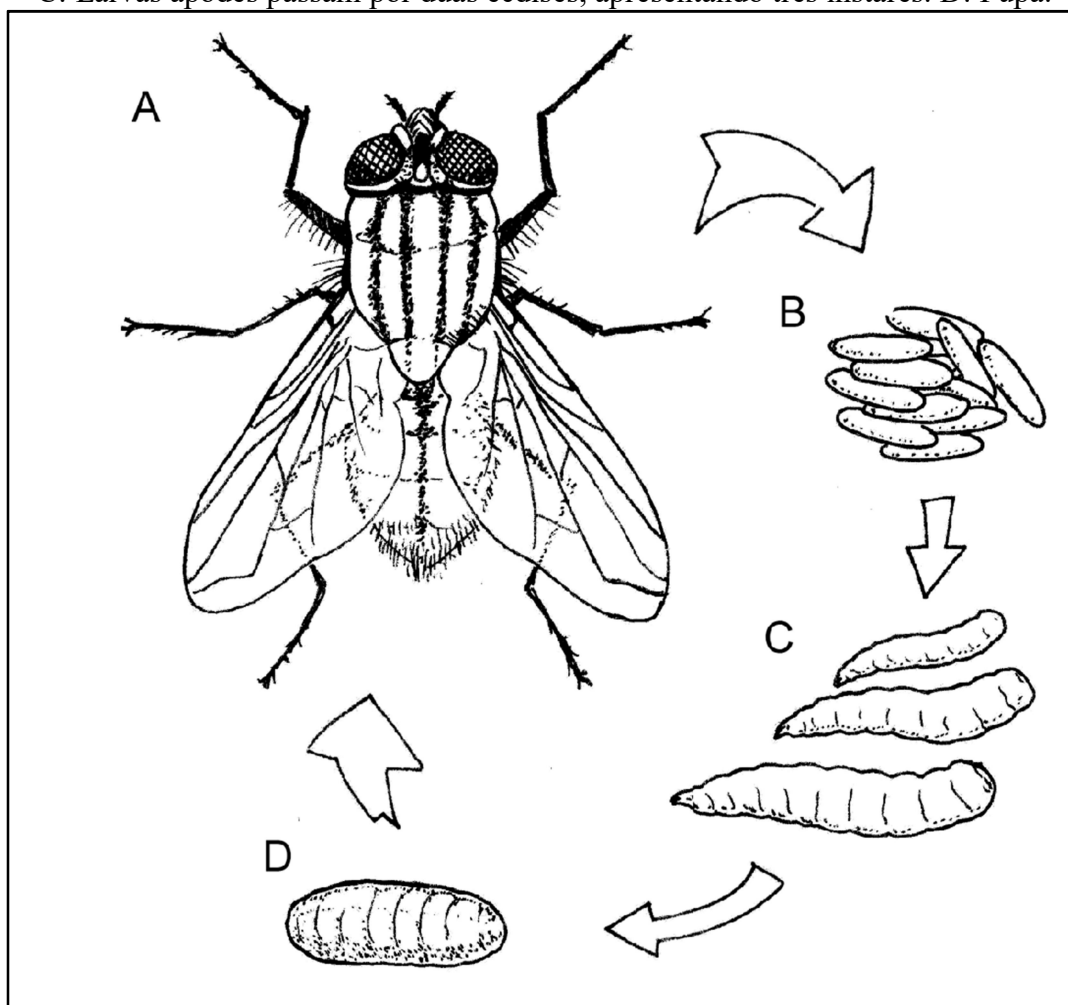
O ciclo de vida da *M. domestica*, de ovo ao adulto varia de acordo com as condições de temperatura e umidade, em condições ótimas ( $28 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $80 \pm 10\%$  UR) é relativamente rápido (SMITH, 1973) (Figura 1). Cada fêmea faz em média seis posturas durante sua vida, que dura de 2 a 4 semanas, sendo que cada postura contém cerca de 120 ovos que são depositados em matéria orgânica em processo inicial de fermentação. A eclosão larval ocorre de 8 a 24 horas após a deposição dos ovos e o desenvolvimento da larva dura cerca de 4 a 5 dias, passando por duas ecdises que separam os três instares larvais. Posteriormente, as larvas param de se alimentar e abandonam o meio à procura de um local fresco e seco, onde se abrigam para empupar. O desenvolvimento pupal dura de 4 a 5 dias e, a partir daí, já existe um adulto formado dentro do pupário que é rompido pela mosca por meio do saco frontal que infla funcionando como uma bomba. O adulto recém-emergido é cinza pálido, frágil e com asas contraídas, por essa razão, procura abrigo para que suas asas distendem, seu exoesqueleto enrijeça e se torne escuro (HEWITT, 1916; KEIDING, 1986).

A mosca doméstica é considerada vetor mecânico e hospedeiro intermediário de diversos organismos patogênicos como bactérias, protozoários, helmintos e vírus, os quais são adquiridos em fontes contaminadas e transferem a objetos e alimentos por meio do seu aparelho bucal, pernas, fezes e regurgitação (SMITH, 1973; KEIDING, 1986). Desta forma, várias infecções entéricas, intoxicação alimentar e doenças de pele são causadas pelos patógenos carregados por moscas domésticas (LIMA, 2014, FAYYAZ et al, 2022). Elas se adaptaram a ambientes antropizados, estando em contato com alimentos, resíduos orgânicos e fezes humanas e de animais para se alimentar ou reproduzir (KETTLE, 1995).



Devido a estes hábitos, a presença em grande quantidade destes dípteros é comumente associada a doenças e a condições de baixa sanitização (KETTLE, 1995; MELO, 2014; DA SILVA, 2016). Por esse motivo, possuem importância médico-veterinária, atuando como vetor mecânico de microrganismos que causam doenças como febre tifóide, disenteria, cólera e mastite bovina. Também são capazes de transportar ovos de helmintos como *E. vermicularis*, e cistos de protozoários e trofozoítos como *E. histolytica*, *Giardia lamblia* e algumas bactérias como *E. coli*, espécies de *Shigella* e *Salmonella*, além de vírus como da gripe aviária, que é uma ameaça para os seres humanos, aves e instalações pecuárias em todo o mundo. (LIMA, 2014; IQBAL et al., 2014; MARTINS, 2019).

**Figura 1** - Ciclo de vida de *Musca domestica*. A: Adulto (fêmea). B: Aglomerado de ovos. C: Larvas ápodes passam por duas ecdises, apresentando três instares. D: Pupa.



Fonte: Da Silva (2016).

## 2. 2 - Família Ixodidae

Os carrapatos são artrópodes hematófagos obrigatórios, pertencentes à subclasse Acari, superordem Parasitiformes e ordem Ixodida, que compreende aproximadamente 1.017 espécies atuais agrupadas em três famílias: Ixodidae, Argasidae, Nuttalliellidae (DANTAS-TORRES et al., 2019). Os carrapatos de maior importância zootécnica pertencem à família Ixodidae e ao gênero *Rhipicephalus* (GUGLIELMONE et al., 2009). Os membros dessa família são chamados de carrapatos duros ou verdadeiros por possuírem um escudo rígido na região dorsal do corpo e são caracterizados pelo nítido dimorfismo sexual (ZALDÍVAR, 2020).

### 2. 2.1 - *Rhipicephalus microplus*

O carrapato-do-boi, *Rhipicephalus microplus* (Canestrini, 1888), pertencente à família Ixodidae (SONENSHINE; ROE, 2013), é originário do continente asiático, possui ampla distribuição geográfica, e atualmente está presente tanto em regiões tropicais quanto subtropicais por conta do transporte de gado (ESTRADA-PEÑA et al., 2006; BURGER, 2014). No Brasil, sua presença é registrada em todos os estados da federação devido às condições climáticas serem extremamente favoráveis a sua sobrevivência, multiplicação e disseminação (OLIVEIRA,1993). Este ectoparasito tem os bovinos como principais hospedeiros, porém, em condições excepcionais, principalmente quando bovinos são mantidos com outras espécies, *R. microplus* pode ainda ser encontrado em outros animais domésticos, silvestres e até no homem, não significando que sejam hospedeiros naturais para dita espécie (PEREIRA, 2008; MATIAS et al., 2013).

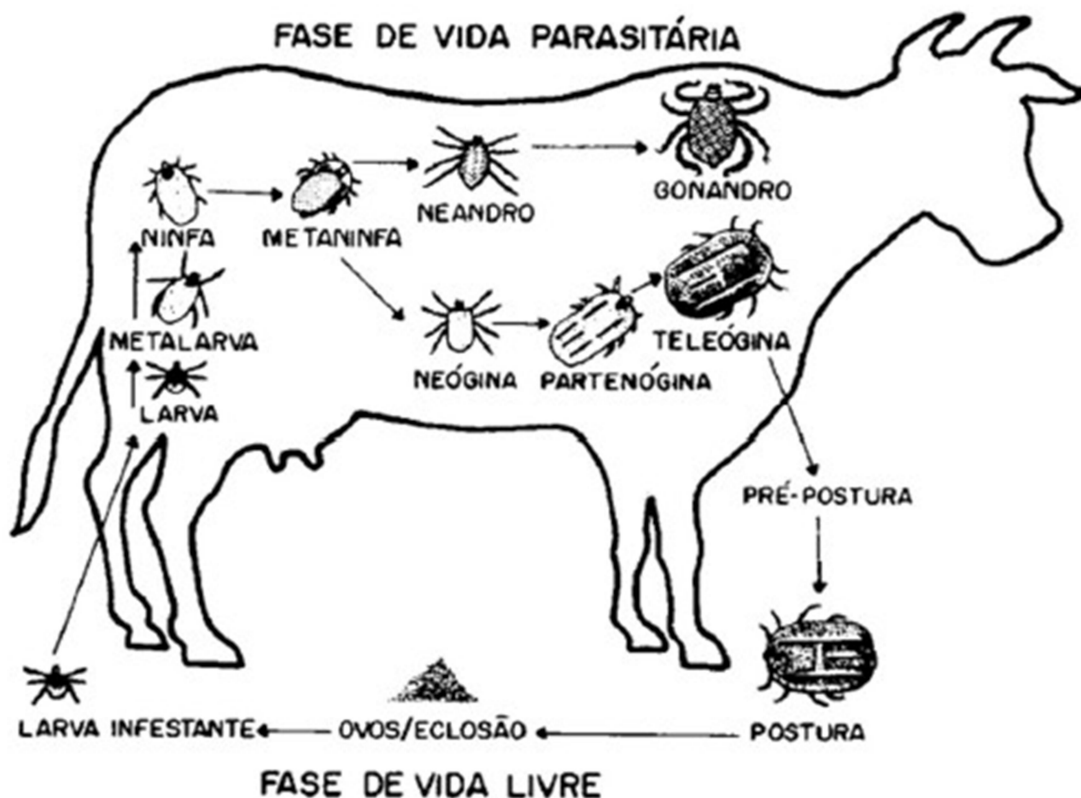
As principais características morfológicas do *R. microplus* são a base do gnatossoma hexagonal com rostro curto, a presença de olhos, o escudo sem ornamentação, a ausência de festões, palpos curtos, além dos peritremas de formato arredondado. Apresenta dimorfismo sexual, onde o adulto macho possui escudo recobrindo toda a região dorsal e ventral, enquanto que as fêmeas possuem um escudo incompleto que não recobre a região abdominal, o que confere a capacidade de ingurgitar (ONOFRIO et al, 2006).

O ciclo biológico de *R. microplus* divide-se em duas fases, a fase parasitária e a não parasitária (Figura 2). A fase parasitária tem início com a fixação das larvas no hospedeiro e dura até a queda das fêmeas ingurgitadas e morte dos machos. Assim, esse carrapato

apresenta ciclo monoxênico cujos estágios se completam em apenas um único hospedeiro, onde larvas, ninfas e adultos se desenvolvem, por um período de 18-22 dias. Já fase não parasitária tem início com a queda das fêmeas no ambiente e compreende o período de postura e incubação dos ovos, até o momento em que as larvas encontram um hospedeiro susceptível e iniciam o repasto sanguíneo (GUGLIELMONE et al., 2006).

*Rhipicephalus microplus* pode causar diversos prejuízos, tanto na pecuária leiteira, quanto na criação de gado de corte; sendo considerada uma limitação para o sucesso produtivo na pecuária bovina (LABRUNA; MACHADO, 2006; FURLONG et al., 2007). Além dos danos diretos causados pelo parasitismo, os carrapatos atuam como vetores de bactérias, protozoários e vírus, que podem causar diversas doenças nos animais (DE LA FUENTE et al., 2017; ISMAIL; MCBRIDE, 2017).

**Figura 2** - Ciclo biológico de *Rhipicephalus microplus*.



Fonte: GONZALES, 1995.

## 2.3 – Formas de controle

### 2.3.1 - Controle com inseticidas sintéticos

O controle convencional da mosca doméstica é realizado através do uso de inseticidas sintéticos que estão disponíveis comercialmente e que podem ser aplicados de diferentes formas como tópica, por fumigação ou através de iscas atrativas para os adultos (MALIK et al., 2007). Dentre essas estratégias de controle, é utilizado o (Z)-9-Tricosene (musculare), um análogo ao atrativo sexual muscamone, o feromônio das moscas, incorporado às formulações comerciais de inseticidas convencionais, forma pela qual apresentam eficiência por capturar machos e fêmeas de moscas domésticas em armadilhas ou em iscas impregnadas por estas substâncias (ALVES, 2010; FAGIOLLI, 2010; ZAHN et al., 2019). A utilização contínua e indiscriminada desses inseticidas sintéticos acarreta alguns problemas como o desenvolvimento de resistência aos princípios ativos levando a seleção de populações das moscas domésticas, além dos riscos de contaminação ambiental e intoxicação de animais e seres humanos (MALIK et al., 2007; PALACIOS et al., 2009).

Ao longo das últimas décadas as moscas domésticas se tornaram notórias por sua capacidade de desenvolver mecanismos de resistência a inseticidas químicos desenvolvidos a base de carbamatos, organoclorados, organofosforados e piretróides, à reguladores de crescimento como ciromazina e o diflubenzuron, além de apresentar resistência cruzada a mimetizadores de hormônios juvenis. A resistência aos inseticidas sintéticos é um problema global, atuando progressivamente sobre os mais atuais grupos químicos disponíveis comercialmente e sendo extensivamente documentada para a *M. domestica*. Para o manejo sustentável, é necessário entender os padrões de herança de resistência a inseticidas e os mecanismos bioquímicos e moleculares de resistência desses dípteros. (ACEVEDO et al., 2009; KHAN; SHAD, 2013; SHAH et al., 2016; MA et al., 2017).

Os impasses decorrentes da utilização dos inseticidas sintéticos apontam para a necessidade do desenvolvimento de novos tipos de materiais de controle, mais seletivos e menos agressivos ao homem e ao meio ambiente (KIM et al., 2003; SUBAHARAN et al., 2021). Uma das alternativas que tem se mostrado vantajosa é a utilização de substâncias de origem vegetal, produzidas por plantas em seu metabolismo secundário e utilizados como

mecanismo de defesa contra insetos. Essas substâncias estão presentes em grande parte nos óleos e extratos vegetais (KUMAR et al, 2011, PAWAR, 2013; WANG et al., 2017; AFZAL et al., 2020).

### 2.3.2 - Controle com inseticidas de origem vegetal

O uso indiscriminado de inseticidas sintéticos até a segunda metade do século XX produziu efeitos negativos ao meio ambiente e à saúde humana. Diante da necessidade de utilizar métodos de controle alternativos ao uso de inseticidas sintéticos, o uso de substâncias de origem vegetal, tais como óleos essenciais, extratos vegetais e substâncias isoladas, vêm sendo cada vez mais estudado no controle de pragas (KUMAR et al., 2014; BENELLI et al, 2018; SUBAHARAN et al., 2021).

A composição química de vegetais é determinada pelas inúmeras reações químicas que compõem o seu metabolismo, e são classificados em primário e secundário (CHAGAS, 2004). Os metabólitos primários são substâncias essenciais à sobrevivência das células e desenvolvimento fisiológico. O metabolismo secundário de espécies vegetais se refere à produção de compostos químicos que não estão envolvidos diretamente no seu crescimento e reprodução, mas esses produtos estão envolvidos em funções ecológicas como na atração de polinizadores e frugívoros, na alelopatia e na sinalização, assim a planta produz substâncias para interagir com outras espécies, garantindo sua sobrevivência e perpetuação (SIMÕES et al., 2007).

Os produtos naturais obtidos a partir do metabolismo secundário de plantas são uma excelente alternativa aos inseticidas sintéticos (MACIEL et al., 2010). Diversos estudos têm sido realizados na comunidade científica com variadas estruturas de espécies vegetais para a investigação da sua eficácia no controle de pragas. Muitos trabalhos comprovam a ação de extratos e de outras substâncias de origem vegetal sobre diferentes espécies e estágios de insetos e ácaros de importância médico-veterinária. A ação dessas substâncias é constatada pela ocorrência da morte desses artrópodes, redução de ovos produzidos, redução da viabilidade das larvas ou, de maneira geral, uma associação desses fatores (KUMAR et al., 2012; AHMED et al., 2015; AFZAL et al., 2020).

Como exemplo de estudo com uso de compostos vegetais, temos Ahmed et al. (2015) que avaliaram o efeito de extratos aquosos de sete plantas diferentes no ciclo de

vida de *Musca domestica*, onde foram misturados ao meio larval como estimulante/dissuasor da oviposição e promotor/ inibidor do crescimento larval de mosca doméstica e, dentre esses extratos, constataram que *Nicotiana tabacum* é prejudicial para o desenvolvimento da mosca doméstica ocasionando mortalidade larval, redução do número de ovos e do potencial biótico. Em outro estudo, Wang et al. (2017) relataram atividades inseticidas dos compostos extraídos e isolados de *Myosotis stolonifera* sobre *M. domestica*. Posteriormente, Benelli et al. (2019) relatam eficácia inseticida do óleo essencial de jambú (*Acmella oleracea* (L.) sobre fêmeas adultas de *M. domestica*, detectaram alta toxicidade aguda atingindo valor de LD50 de 44,3 µg adulto<sup>-1</sup> e valor de LD90 de 87,5 µg adulto<sup>-1</sup>.

No estudo de Marchesini (2020) foram observados percentuais de controle acima de 95% para os óleos essenciais da casca de *Cinnamomum zeylanicum* (canela), do caule de *Eremanthus erythropappus* (candeia) e de seus compostos majoritários isolados o (*E*)-cinamaldeído e o  $\alpha$ -bisabolol para fêmeas ingurgitadas de *R. microplus*. Em outro estudo também com óleos vegetais, Duque et al. (2021) constataram que os óleos essenciais de *Leptospermum scoparium* (Myrtaceae), *Origanum vulgare* (Lamiaceae) e *Litsea cubeba* (Lauraceae) apresentam atividade acaricida sobre *R. microplus*, bem como as frações derivadas do óleo essencial de *L. scoparium*.

O potencial inseticida de produtos de origem vegetal pode sofrer algumas variações entre diferentes estudos pela influência de fatores como o método de extração utilizado, período de coleta, tipo de solvente utilizado na extração e eluição, concentrações utilizadas e estágio de desenvolvimento do organismo- alvo (SIMÕES et al., 2007; MALIK et al., 2007; KISS et al., 2012).

#### 2.4. Óleos extraídos de *Caryocar brasiliense*

*Caryocar brasiliense* Cambess. é uma planta frutífera arbórea da família Caryocaraceae, nativa do Cerrado brasileiro e também conhecida popularmente como “pequizeiro”, sendo presente no Nordeste, Sudoeste e Centro-oeste do Brasil. Considerada como uma das espécies de maior interesse econômico, principalmente devido ao uso do

seu fruto, o pequi, na culinária, na extração de óleos para a fabricação de cosméticos e por suas propriedades terapêuticas (DE CARVALHO et al., 2015) ( Figura 3).

A importância socioeconômica e cultural de *C. brasiliense* advém principalmente das diversas propriedades nutricionais e minerais presentes na polpa e na amêndoa do fruto. O interesse pela espécie resultou em diversos estudos realizados em diferentes estados do Brasil que apresentam o pequi como um alimento rico em lipídeos, proteínas, carboidratos, fibras alimentares, compostos fenólicos, carotenóides e vitaminas, além de minerais como fósforo, potássio, manganês, cálcio, cobre, ferro e zinco (DE LIMA et al., 2007; GEÖCZE et al., 2013; BAILÃO et al., 2015).

**Figura 3** – *Caryocar brasiliense*



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Alguns estudos mostram a existência de potencial ação biocida de óleos e extratos de *C. brasiliense*, como, por exemplo, os trabalhos de Santos et al. (2016) e Souza et al. (2018) que relataram toxicidade de produtos extraídos do pequi sobre *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), praga de lavouras de milho. Em outro estudo, extratos preparados a partir de folhas e cascas de *C. brasiliense* mostraram-se

tóxicos aos flebotomíneos da espécie *Lutzomyia longipalpis* (Lutz e Neiva, 1912) (Diptera: Psychodidae), principal vetor da leishmaniose visceral no Brasil (BARACHO, 2018). Já o óleo fixo do fruto foi apontado como um potencial defensivo natural do feijão-caupi contra o coleóptero *Callosobruchus maculatus* (Fabr, 1775) (Coleoptera: Bruchidae) (PEREIRA et al., 2008; LIMA, 2018). Avelino et al. (2019) constataram que o óleo fixo de *C. brasiliense* reduzem a quantidade de ninfas de *Aphis craccivora* (Koch, 1854) (Hemiptera: Aphididae) em cultivares de feijão-fava (*Phaseolus lunatus L.*). No estudo de Zaldivar (2020), foi observado que extratos etanólicos das folhas de *C. brasiliense* apresentaram atividade deletéria sobre larvas de *R. microplus*.

A composição química do pequi indica seu grande potencial antioxidante e farmacológico (MIRANDA-VILELA, 2009; MACHADO et al., 2013; JÚNIOR et al., 2020). Óleos essenciais e extratos de diferentes partes de *C. brasiliense* são investigados desde a década de 1980 quanto a sua composição fitoquímica, e a espécie revelou ser capaz de produzir diferentes classes de compostos bioativos (ARAÚJO, 1995; ASCARI et al., 2010). Dentre os numerosos estudos estão apresentadas importantes propriedades desta espécie como ação anti-inflamatória, antialérgica, antiulcerogênica, antiviral, antimicrobiana, antitumoral, larvicida, expectorante e moluscicida (BEZERRA et al., 2002; PAULA-JÚNIOR et al., 2006; LOPES et al., 2011; BEZERRA et al., 2015; BARACHO, 2018; RIBEIRO et al., 2018; JÚNIOR et al., 2020). Estes estudos abrem margem para a investigação de outras atividades biológicas, pois permite inferir que os extratos de pequi apresentam efeitos sobre vários grupos de organismos.

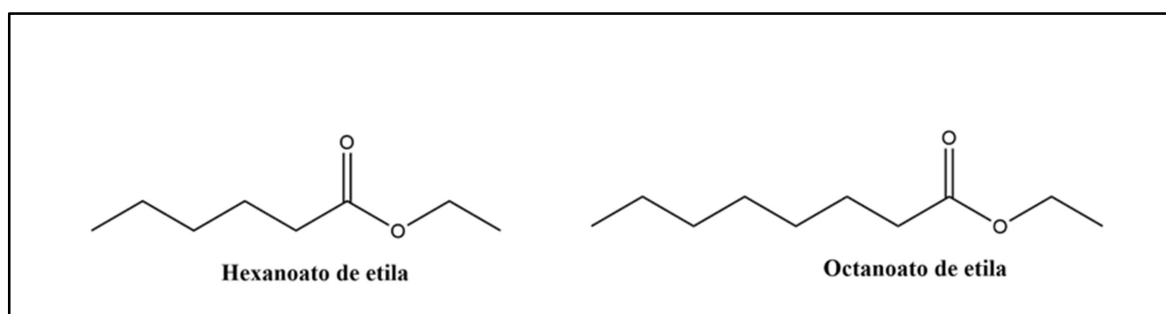
A maioria dos estudos referente a caracterização química de *C. brasiliense*. aponta que os compostos encontrados em maior quantidade ou proporção no óleo essencial da polpa do fruto são: os ésteres etílicos hexanoato de etila e octanoato de etila (DAMIANI et al. 2009; MAIA et al., 2008; GEOCZE, 2011) (Figura 4). Esses compostos são utilizados comercialmente como aromatizantes (NASCIMENTO, 2007).

O óleo fixo de *C. brasiliense* se assemelha quanto à composição de ácidos graxos a outras oleaginosas de grande valor comercial e nutricional como buriti, coco, xiriri e babaçu (DE LIMA et al., 2007; GEOCZE, 2011; SANTOS, 2019). Esse óleo tem ainda um variado número de aplicações nas indústrias de cosméticos e de produtos alimentícios. Na medicina popular, é bastante disseminada a utilização do óleo da polpa do pequi adicionado ao mel de abelha contra gripes e bronquites (ALMEIDA; SILVA, 1994;



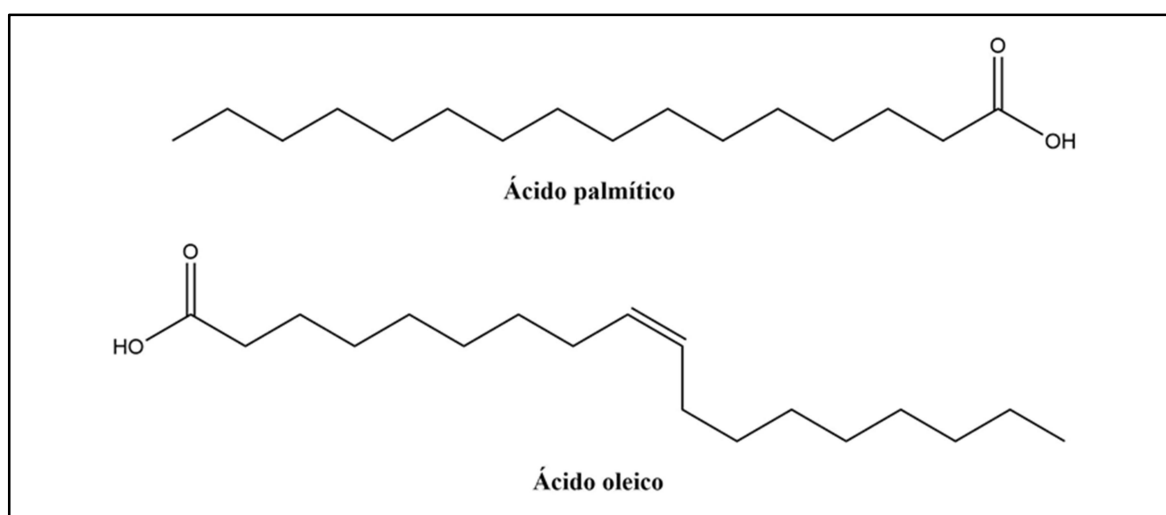
BEZERRA et al. 2015). Nos estudos envolvendo a investigação da composição química do óleo fixo da polpa de *C. brasiliense* revelam a presença do ácido oleico e ácido palmítico como os seus principais constituintes (ARAÚJO, 1995; FACIOLI, GONÇALVES, 1998; GARCIA et al., 2007; GEOCZE, 2011) (Figura 5).

**Figura 4** - Fórmulas estruturais dos componentes majoritários do óleo essencial de *Caryocar brasiliense*



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

**Figura 5** - Fórmulas estruturais dos componentes majoritários do óleo fixo de *Caryocar brasiliense*



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 - Objetivo geral

Realizar a caracterização fitoquímica do óleo fixo e do óleo essencial da polpa do fruto de *C. brasiliense*, além de investigar a existência de atividade biocida desses óleos sobre larvas e pupas de *M. domestica* e sobre fêmeas ingurgitadas de *R. microplus* em testes *in vitro*.

#### 3.2 - Objetivos específicos

- Realizar a identificação dos constituintes químicos dos óleos fixo e essencial extraídos da polpa de frutos de *C. brasiliense* coletados, na microrregião de Gato preto na zona rural do município de Grajaú-MA;
- Testar a atividade larvicida e pupicida de diferentes concentrações dos óleos fixo e essencial de *C. brasiliense* sobre *M. domestica*;
- Avaliar, em diferentes concentrações, se os óleos fixo e essencial de *C. brasiliense* possuem atividade acaricida sobre de fêmeas ingurgitadas de *R. microplus*;

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 - Material botânico e extração dos óleos de *Caryocar brasiliense*

Os frutos de *C. brasiliense* foram coletados na microrregião denominada Gato preto (05°37'30" S 45°07'30" W), município de Grajaú, Estado do Maranhão, no mês de janeiro de 2022. O processo de coleta foi efetuado em matrizes de pequizeiros distribuídos dentro do território selecionado, das quais foram coletados frutos após a queda natural no estágio maduro que forneceram a matéria prima para a extração dos óleos (fixo e essencial). Amostras do espécime vegetal passaram por um processo de identificação no Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí, onde foi depositado um exemplar testemunha no Herbário Graziela Barroso (TEPB) com o número de tombo 32.532. Os frutos selecionados foram lavados com detergente neutro e água corrente para a retirada das sujidades superficiais provenientes do campo e sanificados em solução de hipoclorito de sódio 300 mg L<sup>-1</sup>, por 15 minutos, como proposto por Vilas Boas et al. (2013). Após a coleta, os frutos foram acondicionados em caixas térmicas com gelo e transportados para o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI.

### 4.2 - Extrações dos óleos de *Caryocar brasiliense*

O preparo do material botânico e a extração dos óleos foram realizados no Laboratório de Química Orgânica, Bioquímica e Produtos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI *Campus* Teresina Central e as análises químicas foram feitas no Laboratório de Geoquímica Orgânica - LAGO da Universidade Federal do Piauí - UFPI *Campus* Petrônio Portela, em Teresina-PI. Para os bioensaios o óleo essencial e o óleo fixo de *C. brasiliense* foram obtidos, respectivamente, por hidrodestilação e extração a frio (com uso de hexano).

Para a obtenção do óleo essencial de *C. brasiliense*, foi utilizado o mesocarpo interno (polpa) dos frutos. Os frutos foram despulpados manualmente, utilizando-se de luvas de látex e facas de aço inoxidável. Uma porção de 200 g da polpa do fruto ainda fresca foi homogeneizada por trituração e misturada com 500 mL de água destilada, depois foi submetida à técnica de hidrodestilação utilizando um aparato do tipo *Clevenger*

modificado acoplado a um balão com capacidade de 1,0 L, durante 3 horas. Ao final de cada processo, os óleos essenciais foram recolhidos juntamente com o hidrolato e a separação dos constituintes voláteis do hidrolato foi feita por partição com diclorometano. A fase orgânica foi seca com sulfato de sódio anidro, filtrada e concentrada em um evaporador rotativo, para a eliminação do excesso de solvente (Figura 6), resultando em 3,18 g de óleo essencial que foi depositado em um frasco de vidro e mantido sob refrigeração a temperatura de aproximadamente -18 °C até o momento dos experimentos e análises, conforme descrito por Damiani et al. (2009).

**Figura 6** - Extração de óleo essencial de *Caryocar brasiliense*



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Para a extração do óleo fixo foi utilizado 2,0 kg de polpa fresca em lascas em um recipiente de vidro (com capacidade de 5,0 L) e foram adicionados aproximadamente 3,0 L de hexano, o suficiente para cobrir toda a quantidade de polpa de pequi contida no recipiente. Após agitar bem esse preparo com o recipiente já vedado, o material foi guardado num local protegido da luz, e periodicamente agitado uma a duas vezes por dia. Após o período da extração, que durou 72 horas, retirou-se a parte líquida e o solvente foi recuperado utilizando um evaporador rotativo sob pressão reduzida. Foram obtidos 131,5 g de óleo fixo, o óleo foi acondicionado em um recipiente de vidro protegido por papel alumínio e mantido em temperatura ambiente até o momento dos experimentos e análises (Figura 7).

**Figura 7** - Extração de óleo fixo de *Caryocar brasiliense*



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

#### 4.3 - Análises químicas dos óleos de *Caryocar brasiliense*

A análise química do óleo essencial foi realizada como descrito por Cordeiro *et al.* (2013) por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria quadrupolar de massas (CG/EM) em um equipamento QP5050A (Shimadzu), utilizando-se de uma coluna capilar de sílica fundida J&W Scientific DB-5 HT (30 m x 0,25 mm x 0,1  $\mu\text{m}$ ) da Agilent, mantendo-se um fluxo de 1,0 mL  $\text{min}^{-1}$  de hélio como gás de arraste, e aquecimento com temperatura programada (60 até 246  $^{\circ}\text{C}$  com um gradiente de 3  $^{\circ}\text{C min}^{-1}$ ). A energia de ionização de 70 eV, sendo o volume de injeção da amostra de 0,8-1,0 mL diluída em hexano. A análise qualitativa foi conduzida no modo varredura, com um intervalo de massas de 40-400 Da, com uma divisão de fluxo de 1:20 e a uma velocidade de 1,0 varredura  $\text{s}^{-1}$ . As temperaturas do injetor e da interface foram mantidas em 220  $^{\circ}\text{C}$  e 240  $^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. A análise quantitativa foi obtida pela integração do Cromatograma Total de Íons (CTI). Os constituintes voláteis foram identificados por comparação dos espectros de massas obtidos com os registros da biblioteca computacional Wiley 229, bem como pela comparação dos respectivos índices de retenção (IR) conferidos com os espectros de massas disponíveis na literatura original (ADAMS, 2007), aplicando-se uma série homóloga de *n*-alcanos nas mesmas condições usadas para a injeção da amostra. Como descrito na fórmula abaixo:

$$IR = 100i [tr(x) - tr(HA) / tr(HD) - tr(HA)] + 100N$$

Onde:

tr (X): tempo de retenção da substância não identificada;

tr (HA): tempo de retenção do hidrocarboneto que elui antes do compostos (X);

tr (HD): tempo de retenção do hidrocarboneto que elui depois do composto (X);

i = diferença do número de carbonos entre os hidrocarbonetos que eluem antes e depois;

N = número de C do hidrocarboneto que elui antes do composto (X).

Para a análise química do óleo fixo de *C. brasiliense* foi realizada uma etapa de derivatização (metilação), identificação e quantificação, tanto do teor de óleo quanto da sua composição. A derivatização foi realizada em duas etapas que incluem a saponificação catalisada por uma base (usualmente NaOH ou KOH) e a metilação catalisada por ácido (HCl ou H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) na presença de metanol. Na primeira etapa, são formados sais de cadeia longa de metais alcalinos (saponificação), os quais, em uma segunda etapa, são convertidos nas formas voláteis (ésteres metílicos) para análise por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM) (SILVA, 2016).

Para a reação de derivatização, foi utilizado um sistema de refluxo e a mistura reacional (10,0 g de óleo fixo, 80 mL de MeOH e 10,0 g de KOH) permaneceu por 1 h, após o início da ebulição. Após o tempo reacional, o sistema foi resfriado em temperatura ambiente e, em seguida, foi adicionado 240 mL de H<sub>2</sub>O destilada ao balão volumétrico. A solução hidroalcoólica alcalina foi submetida a extração com hexano (3 x 50 mL) em funil de decantação. As fases orgânicas foram reunidas, secas com Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e concentradas sob pressão reduzida, originando os insaponificáveis como um sólido amarelo claro (1,38 g). A fase hidroalcoólica foi acidificada com HCl 20% até pH 3–4 e então submetida à extração com AcOEt (3 x 50 mL). As fases orgânicas foram reunidas, secas com Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anidro e concentradas sob pressão reduzida, fornecendo os saponificáveis como um sólido esbranquiçado (7,83 g). Foi transferido 2,0 g da amostra saponificável para um balão de fundo redondo, adicionou-se 20 mL de MeOH e 1,0 mL de HCl concentrado e a mistura foi refluxada durante 1 hora. Após resfriamento à temperatura ambiente foi adicionado H<sub>2</sub>O (10 mL), a mistura reacional foi submetida a

extração com CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (3 x 10 mL) e as fases orgânicas foram reunidas e secas com Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anidro. A concentração sob pressão reduzida forneceu o produto metilado (1,54 g) que foi, então, purificado em coluna cromatográfica de gel de sílica usando hexano, misturas de hexano/CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> e misturas de hexano/AcOEt como eluentes. A fração que apresentou a maior pureza em CCD foi submetida à análise por CG/EM.

As análises realizadas por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM) dos produtos metilados foram efetuadas em aparelho Shimadzu GC-2010 acoplado a um espectrômetro de massa GCMS-QP2010SE equipado com coluna Rtx®-5MS (95% dimetilpolisiloxano e 5% difenil) de 30 m, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura do filme da fase fixa. Condições: 80 °C (3 min) para 280 °C (5 min) a 5 °C min<sup>-1</sup>, então 20 °C min<sup>-1</sup> até 300 °C (5 min) usando He como gás de arraste com vazão de 1,7 mL min<sup>-1</sup>; temperatura do injetor de 250 °C e do detector de 300 °C. A análise com o detector de massa foi no modo *scan* com tempo de análise em 40 min; o registro dos espectros de massa foi na faixa de 35 a 500 Daltons por impacto de elétrons com energia de ionização de 70 eV (voltagem de 1,5 KV), analisador do tipo quadrupolo e fonte de íons a 240 °C. A identificação dos ácidos graxos foi realizada através da interpretação dos espectros de massas e as confirmações foram feitas por meio de comparação visual das fragmentações *m/z* com a literatura.

Nas etapas de extração dos lipídios e subsequentes reações de derivatização foram utilizados solventes e reagentes de grau analítico (PA) comerciais (Synth, Vetec e Merck). Nas análises cromatográficas, empregou-se solvente (fase móvel) de grau cromatográfico. Os padrões ésteres metílicos usados foram da marca Sigma-Aldrich (99,9% de pureza).

#### 4. 4 - Diluição dos óleos de *C. brasiliense*

Para os bioensaios o óleo essencial e fixo de *C. brasiliense* foram diluídos em Dimetilsulfóxido (DMSO) a 3%. Nos bioensaios com larvas e pupas de *M. domestica* foram utilizadas as concentrações de 0,625; 1,25; 2,5; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0 e 30,0 mg/mL, sendo acrescida a concentração de 50,0 mg/mL nos testes realizados com o óleo fixo. Nos bioensaios com fêmeas ingurgitadas de *R. microplus* foram utilizadas as concentrações de 2,5; 5,0; 10,0; 20,0 e 40,0 mg/mL, sendo acrescida a concentração de 60,0 mg/mL nos

testes realizados com o óleo fixo. Essas concentrações foram escolhidas com base em estudos desenvolvidos no Laboratório de Artrópodes Parasitos (LAP) da Universidade Federal de Juiz de Fora em testes inseticidas e acaricidas, mesmo local onde os bioensaios foram conduzidos (ex. DAEMON et al., 2012; SENRA et al., 2013a,b; DA SILVA et al., 2020; DUQUE et al., 2021).

#### 4. 5 - Colônia de *Musca domestica*

O cultivo e manutenção de colônia de *M. domestica* para os experimentos foram realizados conforme a metodologia descrita por Da Silva et al. (2020) e conduzidos no Laboratório de Artrópodes Parasitos (LAP) da Universidade Federal de Juiz de Fora ( SISBIO 63457-4), localizado em Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil (Figura 8). Adultos silvestres de *M. domestica* foram coletados em janeiro de 2022 com auxílio de rede entomológica em áreas rurais dos municípios de Juiz de Fora (21°44'52.2"S 43°09'01.6"W), Minas Gerais e Duas Barras (22°07'37.4"S 42°32'59.7"W), Rio de Janeiro, Brasil, e mantidos em gaiolas entomológicas plásticas com telas laterais (35 × 35 × 50 cm ). Essas gaiolas foram mantidas em sala com temperatura (28±2°C), umidade relativa (UR) (60±10%) e sem controle de fotoperíodo. Foram oferecidos diariamente às moscas adultas, água e alimento constituído de mistura de leite em pó, açúcar cristal e água na proporção de 1:1:2 (v/v); tanto a água quanto o alimento foram acondicionados em placas de Petri (9 x 1,5 cm) individuais preenchidas com algodão.

**Figura 8** - Manutenção da colônia de *Musca domestica*.



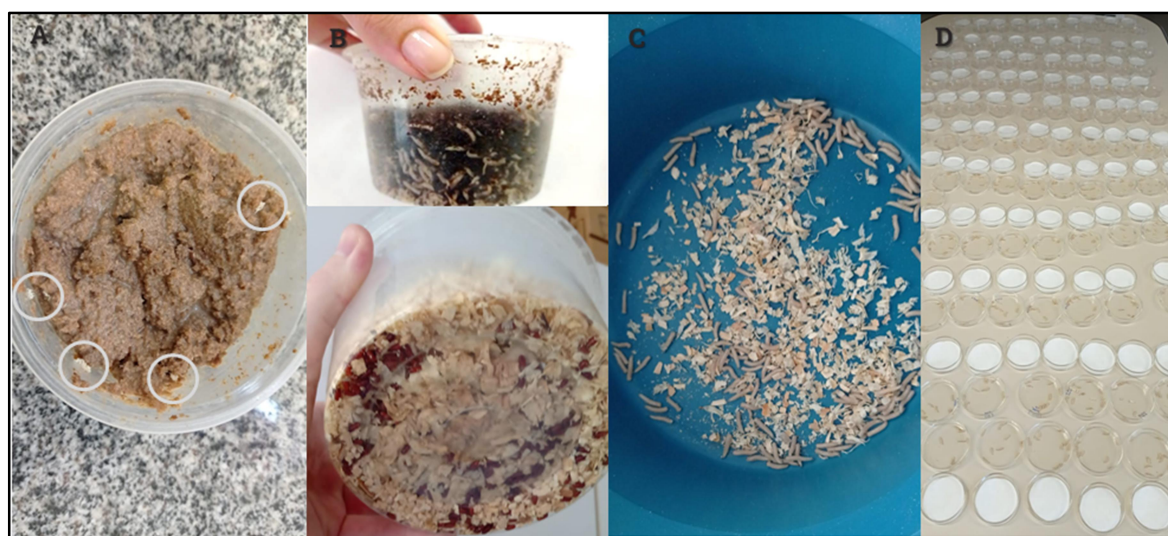
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).



Para a oviposição, foram colocados nas gaiolas potes cilíndricos de polipropileno (8 x 6 cm) contendo mistura previamente fermentada por três dias em câmara climatizada ( $28 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $60 \pm 10\%$  UR) composta de farelo de trigo, leite em pó e água (1:1:1 v/v). O alimento, a água para as moscas adultas e o meio fermentado utilizado como alimento pelas larvas foram fornecidos *ad libitum* e trocados diariamente para evitar contaminação por fungos. Após a ovipostura, foi feita a transferência dos potes para o interior de potes plásticos maiores (40 x 7 x 27 cm) forrados com serragem para que as larvas (L3) que abandonassem o meio de criação pudessem iniciar o processo de pupação. Esses potes foram fechados com tecido tipo tule fixado às bordas da tampa, e em seguida foram acondicionados em câmara climatizada ( $28 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $60 \pm 10\%$  UR). Posteriormente, a serragem foi peneirada e as larvas L3 e pupas foram separadas para a utilização nos experimentos (Figura 9). Nos bioensaios, foram utilizadas larvas e pupas de terceira e quarta gerações.

**Figura 9** - Desenvolvimento de larvas e pupas de *Musca domestica* para os experimentos.

A: massas de ovos. B: larvas e pupas após 6-7 dias da postura. C: larvas de 3º ínstar. D: larvas separadas para testes.



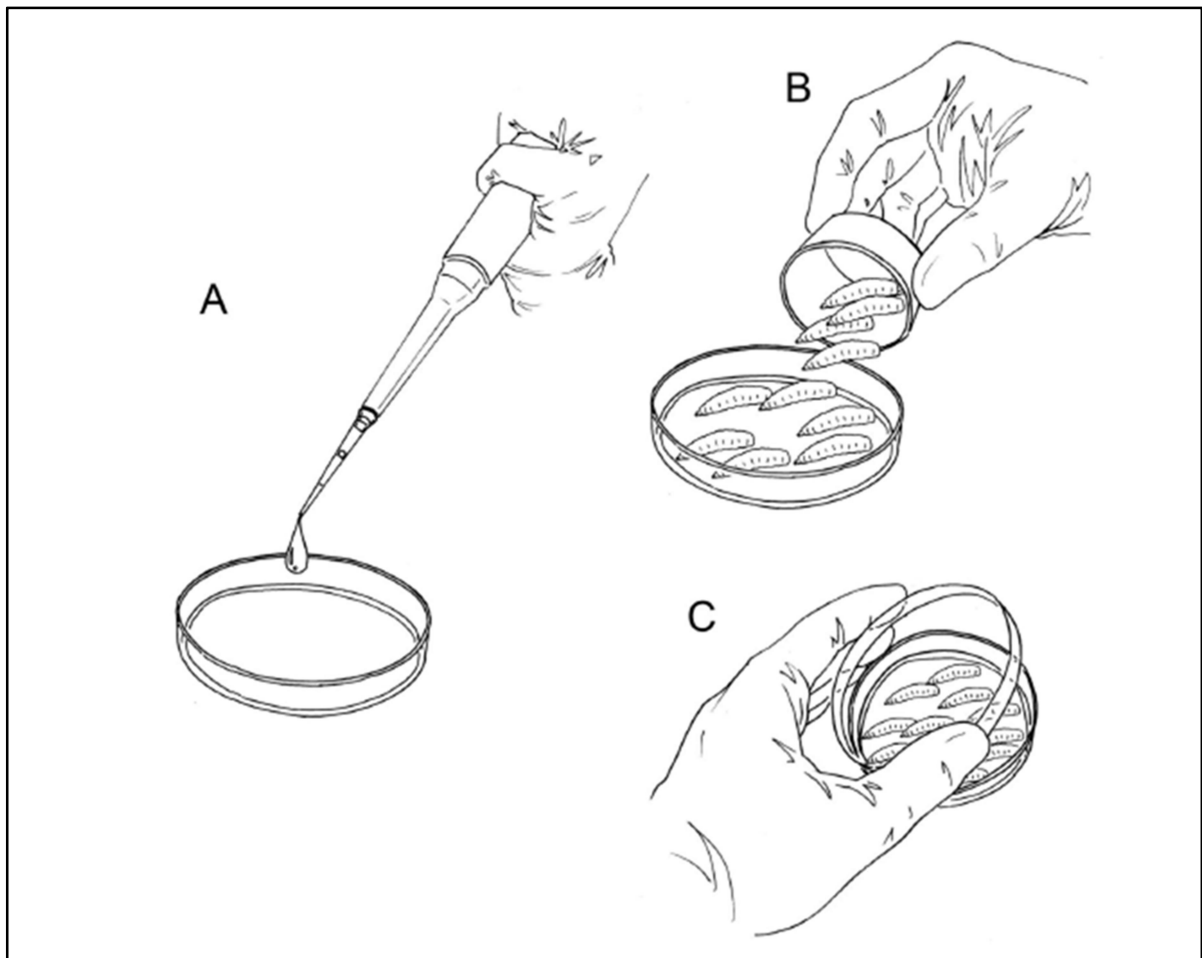
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

#### 4.6 - Experimentos com larvas de *Musca domestica*

Para os experimentos com larvas foi seguida a metodologia de aplicação descrita por Da Silva et al. (2020) (Figura 10). Para cada tratamento, foram utilizadas placas de Petri de (6 x 1,5 cm) forradas com duas camadas de papel filtro, sobre as quais foram aplicados

500  $\mu\text{L}$  da solução da substância testada. Após a aplicação, as placas foram mantidas abertas por 10 minutos para permitir a volatilização do solvente sob condições ambientais ( $23 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 10\%$  UR). Em seguida, 10 larvas de terceiro instar foram adicionadas em cada placa, as quais foram fechadas e mantidas em câmaras climatizadas ( $28 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $60 \pm 10\%$  UR). Foram utilizados dois grupos controle, um contendo apenas água destilada e outro contendo solvente (DMSO a 3%). Os grupos tratados foram acondicionados em câmara climatizada diferente dos grupos controles. Para cada grupo (tratamento e controle), foram feitas 10 réplicas.

**Figura 10** - Teste *in vitro* com óleos de *C.brasiliense* sobre larvas de *Musca domestica*. A: aplica-se 500  $\mu\text{L}$  do óleo sobre o papel filtro dentro da placa de Petri e aguarda-se o tempo determinado para a volatilização. B: 10 larvas de terceiro instar são adicionadas à placa. C: A placa Petri é fechada e mantida em condições controladas de temperatura e umidade.



Fonte: DA SILVA, 2016.

A avaliação da mortalidade das larvas tratadas foi realizada após 48 h. As larvas sobreviventes e, por conseguinte, que empuparam, foram mantidas nas placas de Petri por seis dias até a emergência dos adultos. Após esse tempo, uma nova avaliação foi feita para calcular a taxa de mortalidade das pupas recuperadas de acordo com cada substância e concentração testadas. Considerou-se viável toda pupa que originou um indivíduo adulto. A partir dessas avaliações foi calculada a eficácia do tratamento larval de acordo com cada concentração, utilizando-se a fórmula proposta por Da Silva (2020):

Eficácia do tratamento larval (%ETL) =  $ML + [(1 - ML) \times MPR]$ , sendo ML a mortalidade larval e MPR a mortalidade das pupas recuperadas.

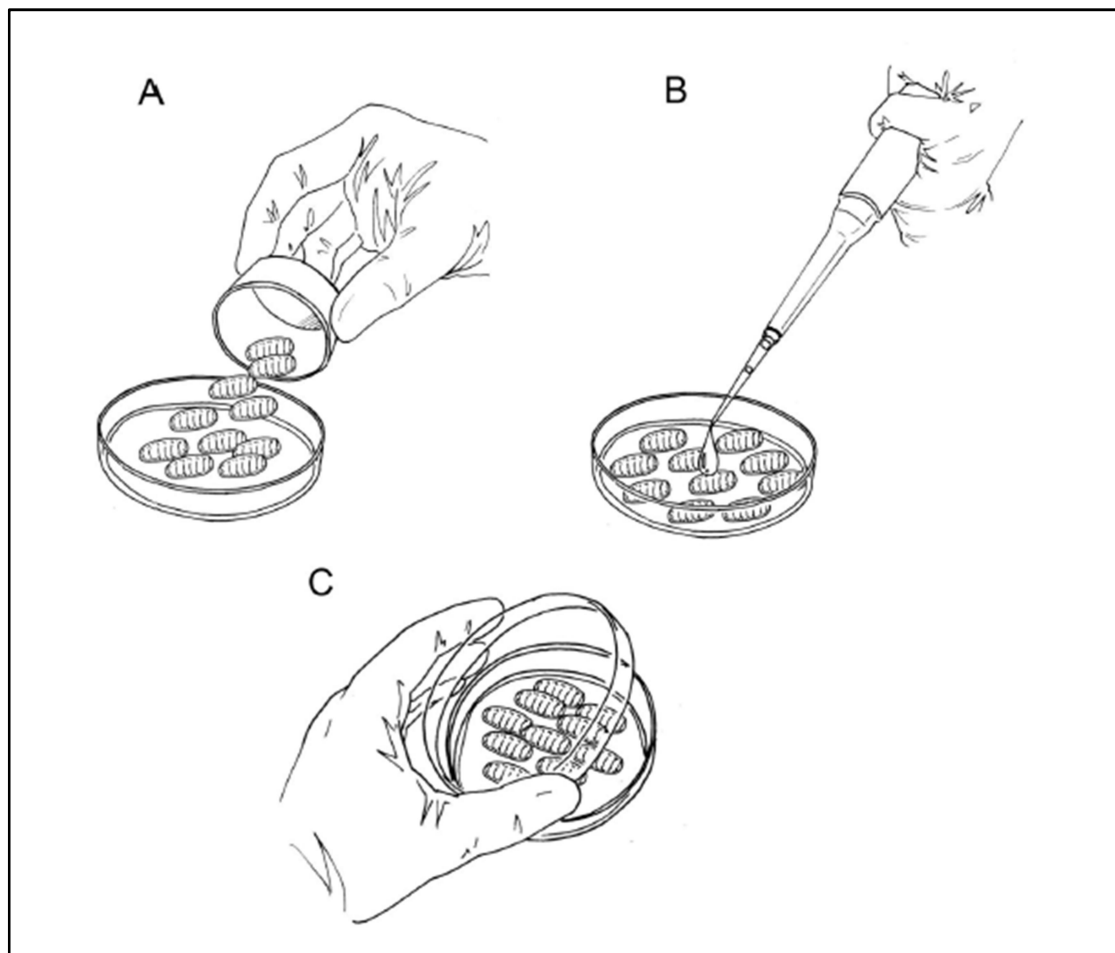
#### 4.7 - Experimentos com pupas de *Musca domestica*

De acordo com a metodologia proposta por Da Silva (2020), foram utilizadas placas de Petri (9 x 1,5 cm) contendo papel filtro. Em cada placa foram colocadas 10 pupas com um a dois dias de formação e sobre cada pupa foram aplicados, com o auxílio de uma micropipeta, 50 µL da solução a ser testada. Assim como na metodologia de aplicação em larvas, as placas foram mantidas abertas por 10 minutos, para permitir a volatilização da substância testada nas mesmas condições ambientais dos experimentos com larvas; em seguida foram fechadas e colocadas em câmaras climatizadas nas mesmas condições do bioensaio com larvas. Foram feitas 10 repetições para cada tratamento e controle (Figura 11).

A avaliação da mortalidade pupal nos grupos experimentais foi feita após seis dias dos experimentos. Considerou-se viável toda pupa que originou um indivíduo adulto que emergiu completamente do pupário. Entretanto, para os adultos que emergiram completamente do pupário e apresentaram sinais de mau desenvolvimento foi realizada uma segunda avaliação. A partir dessa segunda avaliação foi calculado o percentual de mau desenvolvimento dos adultos. Sendo assim, foi calculada a eficiência do tratamento pupal de acordo com cada concentração, através da seguinte fórmula:

Eficácia do tratamento pupal (%ETP) =  $MP + [(1 - MP) \times PMD]$ , sendo MP a mortalidade pupal e PMD o percentual de mau desenvolvimento dos adultos.

**Figura 11** - Teste *in vitro* com óleos de *C. brasiliense* sobre pupas de *Musca domestica*. A: 10 pupas de um a dois dias são adicionadas a uma placa Petri coberta com papel filtro. B: Sobre cada pupa são pipetadas 50  $\mu$ L do óleo a ser testado e aguarda-se o tempo determinado para a volatilização. C: A placa de Petri é fechada e mantida em condições controladas de temperatura e umidade.



Fonte: DA SILVA, 2016.

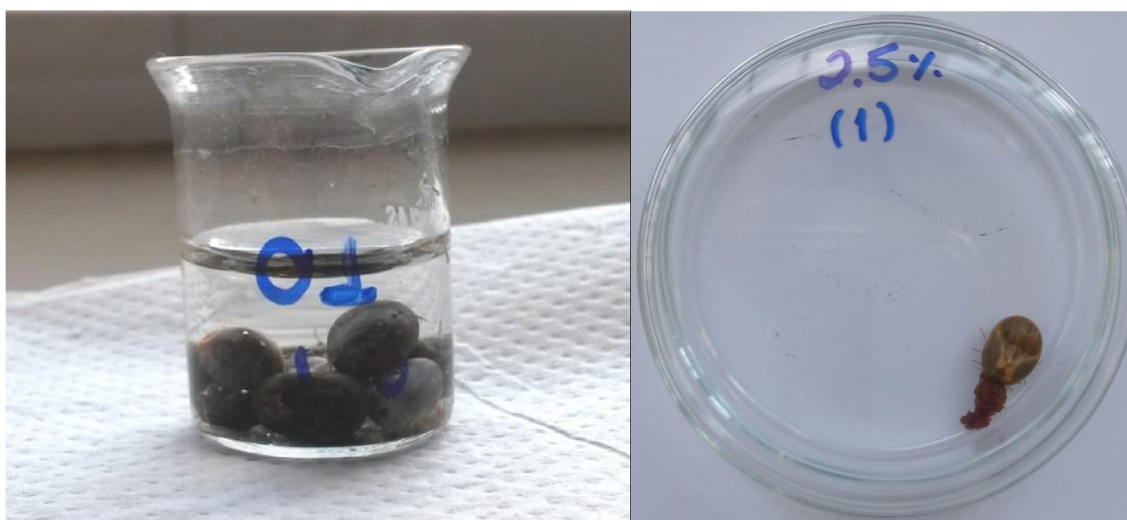
#### 4. 8 - Procedência das populações de *Rhipicephalus microplus*

Para a realização dos experimentos foram utilizados carrapatos fêmeas recém-desprendidas que foram coletadas de bovinos, naturalmente infestados, cedidos pelo Laboratório de Parasitologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa Gado de Leite, localizada em Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. Procedimento registrado no Comitê de Ética no Uso de Animais da Embrapa CEUA – 3590070717; Sisgen – AEC 2108; Sisbio – 46660 (coleta) e 46662 (manutenção).

#### 4. 9 - Teste de Imersão de Adultos (TIA) com fêmeas ingurgitadas de *Rhipicephalus microplus*

Para avaliação da atividade dos óleos sobre *R. microplus* foi realizado o teste de imersão de adultos (TIA) utilizando a metodologia proposta por Drummond et al. (1973) (Figura 12), no qual grupos com 10 fêmeas ingurgitadas (cada fêmea = 1 unidade experimental), com pesos previamente homogêneos ( $p > 0,05$ ), foram imersos por cinco minutos nas soluções dos óleos testados em concentrações que variaram entre 2,5 a 60,0 mg/mL e, após esse tempo, as fêmeas foram colocadas sobre folhas de papel filtro para retirada do excesso da solução. Além desses tratamentos, foram realizados dois grupos controles (DMSO 3% e água destilada). Após a imersão, cada fêmea foi pesada individualmente e acondicionada em placas de Petri (6 x 6 cm), individuais, para realização de oviposição, as quais foram fechadas e mantidas em câmaras climáticas ( $28 \pm 1$  °C e  $80 \pm 5\%$  UR) por quinze dias. Após esse período, a massa de ovos de cada fêmea foi pesada, colocada em uma seringa de plástico individual (10 mL), com extremidade distal cortada, sendo fechada com algodão hidrófilo e levada à câmara climatizada, nas mesmas condições citadas anteriormente para incubação dos ovos, por cerca de vinte dias. Após essa etapa, foi realizada a leitura do percentual de eclosão das larvas utilizando o método proposto por (FIGUEIREDO et al., 2018).

**Figura 12** - Teste de imersão de adultos com fêmeas de *Rhipicephalus microplus*



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Por fim, os parâmetros, peso da fêmea antes da oviposição (mg), peso da massa de ovos (mg) e percentual de eclosão de larvas (%) foram avaliados durante o experimento. A

partir desses resultados, foi feito o cálculo do percentual de controle (%) de acordo com cada concentração, utilizando-se a fórmula proposta por Drummond et al. (1973):

ER (eficácia reprodutiva) = (peso do ovo × % eclosão × 20000) / Peso inicial das fêmeas

EP (eficácia do produto) = (grupo de controle ER - grupo tratado com ER) / grupo de controle ER × 100.

#### 4. 10 - Análises estatísticas

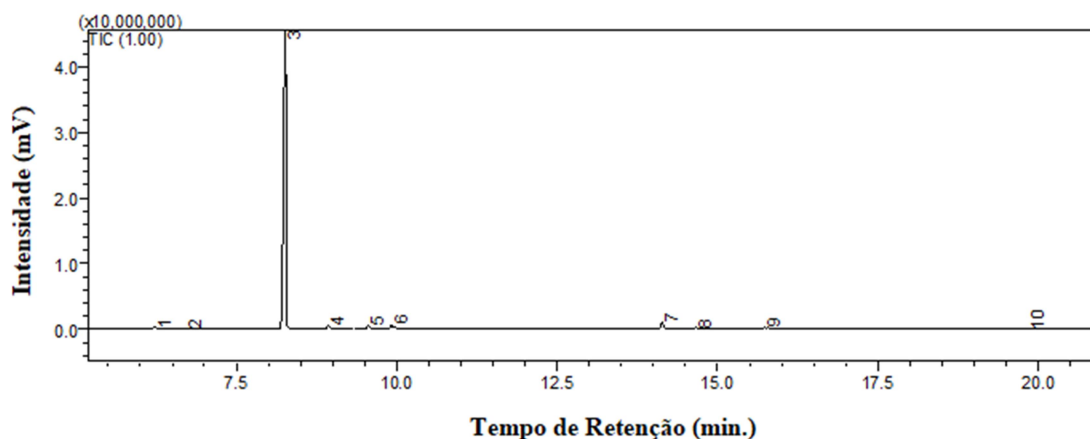
A análise estatística foi realizada com o auxílio do software R-Studio (4.1.3). Os valores percentuais foram transformados em  $\sqrt{\text{arcoseno } x}$  e foi realizado o teste de normalidade para avaliar a distribuição dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. Para dados que apresentaram distribuição normal, os valores médios dos tratamentos foram comparados por teste Anova seguido do teste de Tukey. No caso de distribuição não paramétrica, os valores foram comparados pelos testes Kruskal-Wallis e Student-Newman-Keuls considerando nível de significância de 5%.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 - Composição química dos óleos essencial e fixo de *Caryocar brasiliense*

A análise em CG/EM do óleo essencial da polpa de *C. brasiliense* investigado neste trabalho possibilitou a identificação de seus constituintes químicos, suas porcentagens, índices de retenção da literatura (IRLit) e índices de retenção calculados (IRc) em uma coluna DB-5HT. O óleo essencial da polpa de *C. brasiliense* é uma notável mistura de ésteres, ácidos graxos saturados, hidrocarbonetos saturados de cadeia longa e terpenos. O cromatograma de íons totais do óleo essencial (Figura 13) e os constituintes correspondentes aos seus picos estão relacionados na Tabela 1.

**Figura 13** - Cromatograma de íons totais do óleo essencial da polpa do fruto de *Caryocar brasiliense* obtido por CG-EM



Entre os compostos identificados, o componente majoritário encontrado na amostra foi o hexanoato de etila (91,83%), seguido de pequenas quantidades de octanoato de etila (1,90%), 2-metilpropanoato de isopentila (1,14%), butanoato de 1-metilbutila (0,96%), hex-2-enoato de etila (0,92%), hexanoato de isopentila (0,55%), hexanoato de metila (0,51%), decanoato de etila (0,28%), hexanoato de pentila (0,25%) e acetal de acroleína (0,24%) (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição química, índice de retenção da literatura (IR<sub>Lit</sub>), índice de retenção calculado (IRc) e percentual de compostos identificados do óleo essencial da polpa do fruto de *Caryocar brasiliense*\*

Picos	Constituintes	IR <sub>Lit</sub> <sup>*</sup>	IRc	%
1	Hexanoato de metila	927 <sup>C</sup>	1090	0,51
2	Acetal de acroleína	ne	1107	0,24
3	Hexanoato de etila	998 <sup>C</sup>	1157	91,83
4	Butanoato de 1-metilbutila	1012 <sup>F</sup>	1179	0,96
5	Hex-2-enoato de etila	1044 <sup>C</sup>	1199	0,92
6	2-metilpropanoato de isopentila	1013 <sup>E</sup>	1209	1,14
7	Octanoato de etila	1195 <sup>A</sup>	1323	1,90
8	Hexanoato de pentila	971 <sup>D</sup>	1000	0,25
9	Hexanoato de isopentila	1250 <sup>B</sup>	1364	0,55
10	Decanoato de etila	1395 <sup>C</sup>	1471	0,28
<b>Total identificado</b>				<b>98,68</b>

\*Valores de Índice de Retenção, obtidos na literatura: ADAMS (1995)<sup>A</sup>; MAIA et al. (2004)<sup>B</sup>; ADAMS (2007)<sup>C</sup>; DAMIANI(2009)<sup>D</sup>; ZOGHBI et al.(2002)<sup>E</sup>; SHIOTA(1993)<sup>F</sup>  
ne – não encontrado na literatura, em coluna tipo DB5.

Na análise do óleo fixo da polpa do fruto de *C. brasiliense*, realizada também por CG/EM, foi observado o predomínio de ácidos graxos insaturados (65,15%). Esse óleo apresentou em sua constituição o ácido oleico em maior quantidade (61,38%), sendo seguido pelo ácido palmítico (31,87%). Em quantidades inferiores foram identificados os ácidos linoléico (2,95%) e esteárico (1,62%); e identificados como traços estão os ácidos linolênico (0,82%) e mirístico (0,60%) (Tabela 2).



Tabela 2 – Composição química, número de carbonos e insaturação, percentual de compostos identificados no óleo fixo de *Caryocar brasiliense*\* obtido na literatura e o resultado do encontrado.

Ácidos graxos	Número de Carbonos: insaturação	(%) <sup>A</sup>	(%) <sup>B</sup>	(%) <sup>C</sup>	(%) <sup>D</sup>	Resultado (%)
Mirístico	C14:0	nd	0,20	0,13	nd	0,60
Palmítico	C16:0	40,2	41,1	35,17	34,10	31,87
Esteárico	C18:0	2,30	1,90	2,25	1,70	1,62
Oleico	C18:1 n-9	53,9	54,0	55,87	55,80	61,38
Linoleico	C18:2 n-9,12	1,50	0,90	1,53	1,80	2,95
Linolênico	C18:3 n-9,12,15	0,70	nd	0,45	nd	0,82
Saturados						34,09
Insaturados						65,15
<b>Total identificado</b>						<b>99,24</b>

\*Percentuais dos ácidos graxos, obtidos na literatura: FACIOLI E GONÇALVES (1998)<sup>A</sup>; GARCIA et al (2007)<sup>B</sup>; DE LIMA et al. (2007)<sup>C</sup>; DE FIGUEIREDO et al. (2016)<sup>D</sup>  
nd – não detectado na amostra.

## 5.2 - Avaliação da atividade inseticida dos óleos sobre *Musca domestica*

### 5.2.1 Bioensaios com larvas de *Musca domestica*

Os resultados da avaliação larvicida dos óleos essencial e fixo de *C. brasiliense* estão representados na Tabela 3. O presente estudo mostrou que a média de mortalidade e consequentemente da eficácia do tratamento larval para ambas as substâncias em todas as concentrações testadas, não diferiram significativamente dos seus respectivos grupos controles ( $p > 0,05$ ).

Tabela 3 – Média ( $\pm$  desvio padrão) da mortalidade larval (ML), mortalidade de pupas recuperadas (MPR) e eficácia do tratamento larval (ETL) de larvas de *Musca domestica* tratadas com diferentes concentrações do óleo essencial e fixo de *Caryocar brasiliense*, em condições de laboratório ( $28 \pm 2$  °C e UR  $60 \pm 10\%$ ).

Tratamentos	Concentrações (mg/mL)	ML (%)	MPR (%)	ETL (%)
Óleo essencial de <i>Caryocar brasiliense</i>	Controle1	0 <sup>a</sup> $\pm$ 0	6 <sup>a</sup> $\pm$ 10,7	6 <sup>a</sup> $\pm$ 10,7
	Controle2	1 <sup>a</sup> $\pm$ 3,1	6 <sup>a</sup> $\pm$ 6,9	6,9 <sup>a</sup> $\pm$ 8,0
	0,625	1 <sup>a</sup> $\pm$ 3,1	10 <sup>a</sup> $\pm$ 8,1	10,8 <sup>a</sup> $\pm$ 9,5
	1,25	5,5 <sup>a</sup> $\pm$ 5,2	13,3 <sup>a</sup> $\pm$ 8,6	16,2 <sup>a</sup> $\pm$ 11,6
	2,5	0 <sup>a</sup> $\pm$ 0	10 <sup>a</sup> $\pm$ 10	9 <sup>a</sup> $\pm$ 9,9
	5,0	2,2 <sup>a</sup> $\pm$ 4,4	17,7 <sup>a</sup> $\pm$ 10,9	17,4 <sup>a</sup> $\pm$ 13,6
	10,0	1,1 <sup>a</sup> $\pm$ 3,3	14,4 <sup>a</sup> $\pm$ 7,2	13,8 <sup>a</sup> $\pm$ 9,3
	15,0	1,1 <sup>a</sup> $\pm$ 3,3	13,3 <sup>a</sup> $\pm$ 7,0	12,8 <sup>a</sup> $\pm$ 9,1
	20,0	13,3 <sup>a</sup> $\pm$ 28,2	28,8 <sup>a</sup> $\pm$ 34,0	30,2 <sup>a</sup> $\pm$ 36,0
	30,0	4,4 <sup>a</sup> $\pm$ 5,2	12,2 <sup>a</sup> $\pm$ 8,3	16,2 <sup>a</sup> $\pm$ 8,4
Óleo fixo de <i>Caryocar brasiliense</i>	Controle1	0 <sup>a</sup> $\pm$ 0	10 <sup>a</sup> $\pm$ 9,4	10 <sup>a</sup> $\pm$ 9,4
	Controle2	0 <sup>a</sup> $\pm$ 0	21 <sup>a</sup> $\pm$ 14,4	21 <sup>a</sup> $\pm$ 14,4
	0,625	3 <sup>a</sup> $\pm$ 6,7	22 <sup>a</sup> $\pm$ 10,3	24 <sup>a</sup> $\pm$ 13,2
	1,25	2,2 <sup>a</sup> $\pm$ 4,4	23,3 <sup>a</sup> $\pm$ 8,6	26,3 <sup>a</sup> $\pm$ 8,9
	2,5	1,1 <sup>a</sup> $\pm$ 3,3	26,6 <sup>a</sup> $\pm$ 11,1	28,8 <sup>a</sup> $\pm$ 1
	5,0	3,3 <sup>a</sup> $\pm$ 7,0	27,7 <sup>a</sup> $\pm$ 13,0	27,7 <sup>a</sup> $\pm$ 16,1
	10,0	5,5 <sup>a</sup> $\pm$ 11,3	34,4 <sup>a</sup> $\pm$ 7,2	34,2 <sup>a</sup> $\pm$ 15,6
	15,0	0 <sup>a</sup> $\pm$ 0	22,2 <sup>a</sup> $\pm$ 13,9	22 <sup>a</sup> $\pm$ 13,1
	20,0	3,3 <sup>a</sup> $\pm$ 5	22,2 <sup>a</sup> $\pm$ 10,9	23,4 <sup>a</sup> $\pm$ 11,2
	30,0	3,3 <sup>a</sup> $\pm$ 5	27,7 <sup>a</sup> $\pm$ 19,2	29,7 <sup>a</sup> $\pm$ 19,7
	50,0	6,6 <sup>a</sup> $\pm$ 11,1	28,8 <sup>a</sup> $\pm$ 11,6	34,2 <sup>a</sup> $\pm$ 14,7

Não foi observada diferença significativa entre as médias.  
 Controle 1: água destilada; Controle 2: DMSO 3%.

### 5.2.2 Bioensaios com pupas de *Musca domestica*

Nos resultados da avaliação pupicida do óleo essencial e do óleo fixo de *C. brasiliense* através do teste *in vitro*, foi observado que a mortalidade pupal para ambas as substâncias testadas não diferiu significativamente dos seus respectivos grupos controle ( $p>0,05$ ) (Tabela 4). Para ambas as substâncias não foram observadas atividade pupicida.

Tabela 4 – Média ( $\pm$  desvio padrão) de mortalidade pupal (MP), percentual de má formação (PMF) e eficácia do tratamento pupal (ETP) de pupas de *Musca domestica* tratadas com diferentes concentrações do óleo essencial e fixo de *Caryocar brasiliense*, em condições de laboratório ( $28\pm 2^\circ\text{C}$  e UR  $60\pm 10\%$ ).

Tratamentos	Concentrações (mg/mL)	MP (%)	PMF (%)	ETP (%)
<b>Óleo essencial de <i>Caryocar brasiliense</i></b>	Controle1	2,0 <sup>a</sup> $\pm$ 4,2	0 <sup>a</sup> $\pm$ 0	2,0 <sup>a</sup> $\pm$ 4,2
	Controle2	2,0 <sup>a</sup> $\pm$ 4,2	1 <sup>a</sup> $\pm$ 3,1	3,0 <sup>a</sup> $\pm$ 4,8
	0,625	8,0 <sup>a</sup> $\pm$ 10,3	2 <sup>a</sup> $\pm$ 4,2	9,9 <sup>a</sup> $\pm$ 10,4
	1,25	2,8 <sup>a</sup> $\pm$ 7,5	4,2 <sup>a</sup> $\pm$ 5,3	5,0 <sup>a</sup> $\pm$ 7,0
	2,5	12,8 <sup>a</sup> $\pm$ 13,8	1,4 <sup>a</sup> $\pm$ 3,7	9,7 <sup>a</sup> $\pm$ 14,2
	5,0	17,1 <sup>a</sup> $\pm$ 9,5	2,8 <sup>a</sup> $\pm$ 4,8	13,7 <sup>a</sup> $\pm$ 12,3
	10,0	18,5 <sup>a</sup> $\pm$ 6,9	7,1 <sup>a</sup> $\pm$ 7,5	17,2 <sup>a</sup> $\pm$ 13,0
	15,0	12,8 <sup>a</sup> $\pm$ 16,0	7,1 <sup>a</sup> $\pm$ 7,5	12,8 <sup>a</sup> $\pm$ 18,6
	20,0	14,2 <sup>a</sup> $\pm$ 9,7	4,2 <sup>a</sup> $\pm$ 5,3	12,7 <sup>a</sup> $\pm$ 11,2
	30,0	18,5 <sup>a</sup> $\pm$ 15,7	7,1 <sup>a</sup> $\pm$ 7,5	17,3 <sup>a</sup> $\pm$ 16,9
<b>Óleo fixo de <i>Caryocar brasiliense</i></b>	Controle1	9,0 <sup>a</sup> $\pm$ 9,9	0 <sup>a</sup> $\pm$ 0	9 <sup>a</sup> $\pm$ 9,9
	Controle2	8,0 <sup>a</sup> $\pm$ 10,3	0 <sup>a</sup> $\pm$ 0	8 <sup>a</sup> $\pm$ 10,3
	0,625	16,0 <sup>a</sup> $\pm$ 10,7	3,0 <sup>a</sup> $\pm$ 4,8	18,7 <sup>a</sup> $\pm$ 9,
	1,25	10,0 <sup>a</sup> $\pm$ 8,6	5,5 <sup>a</sup> $\pm$ 5,2	13,6 <sup>a</sup> $\pm$ 9,1
	2,5	18,8 <sup>a</sup> $\pm$ 9,2	0 <sup>a</sup> $\pm$ 0	18,9 <sup>a</sup> $\pm$ 8,7
	5,0	14,4 <sup>a</sup> $\pm$ 8,8	3,3 <sup>a</sup> $\pm$ 5,0	16,6 <sup>a</sup> $\pm$ 9,1
	10,0	13,3 <sup>a</sup> $\pm$ 18,7	3,7 <sup>a</sup> $\pm$ 5,1	14,9 <sup>a</sup> $\pm$ 17,1

15,0	11,1 <sup>a</sup> ±7,8	2,2 <sup>a</sup> ±4,4	11,9 <sup>a</sup> ±7,7
20,0	13,3 <sup>a</sup> ±12,2	5,5 <sup>a</sup> ±7,2	17,7 <sup>a</sup> ±10,0
30,0	13,3 <sup>a</sup> ±10,0	3,3 <sup>a</sup> ±5,0	14,5 <sup>a</sup> ±12,1
50,0	28,0 <sup>a</sup> ±10,3	1,0 <sup>a</sup> ±3,1	28,6 <sup>a</sup> ±11,2

---

Não foi observada diferença significativa entre as médias.

Controle 1: água destilada; Controle 2: DMSO 3%.

### 5.3 Avaliação da atividade acaricida dos óleos sobre *Rhipicephalus microplus*

#### 5.3.1 – Teste de imersão de adultos com fêmeas ingurgitadas

Nos resultados para o teste de fêmeas ingurgitadas de *R. microplus*, não foram observadas diferenças estatísticas ( $p>0,05$ ) quanto à quantidade e a viabilidade de ovos produzidos pelas fêmeas entre os tratamentos dos grupos controle (água e solvente), desta forma foi utilizado os dados de biologia reprodutiva do grupo controle solvente para o cálculo do percentual de controle dos demais tratamentos (óleo essencial e óleo fixo de *C. brasiliense*) (Tabela 5).

Nos grupos onde as fêmeas foram tratadas com óleo essencial de *C. brasiliense* não foram observadas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) para o peso da massa de ovos (PMO) entre as concentrações testadas e o grupo controle. O percentual de eclosão de larvas (PEL) do tratamento com a menor concentração testada (2,5 mg/mL) do OE foi de 80,4% e no grupo controle (DMSO) foi de 86,2%, não sendo observada uma diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre esses grupos. Nas maiores concentrações (5,0 a 40,0 mg/mL), foi observado percentual de eclosão larval inferior ( $p<0,05$ ) em relação aos grupos controle. O maior percentual de controle (PC) foi observado na concentração de 40,0 mg/mL (82,0%), enquanto nas concentrações 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0 mg/mL o percentual de controle foi de 9,8; 48,7; 49,6 e 52,3%, respectivamente (Tabela 5).

Nos tratamentos com óleo fixo de *C. brasiliense* ao analisar a viabilidade dos ovos, não foi observada diferença ( $p>0,05$ ) entre o peso médio da massa de ovos das fêmeas do grupo controle (água e solvente) em relação aos grupos tratados nas concentrações de 2,5 a 20,0 mg/mL. No entanto, foram observadas as menores médias de peso de postura, nas duas maiores concentrações (40,0 e 60,0 mg/mL) apresentando diferenças ( $p<0,05$ ) em comparação aos grupos controle. O menor percentual de eclosão larval foi observado na

concentração de 60,0 mg/mL (32,7%). Nenhum dos tratamentos resultou em percentual de controle superior a 50%, chegando ao máximo de 49,9% na concentração de 60,0 mg/mL (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores referente a média do peso das fêmeas antes da postura (mg), peso da massa de ovos de fêmeas ingurgitadas e percentuais de eclosão larval e controle de *Rhipicephalus microplus*, tratadas com diferentes concentrações do óleo essencial e do óleo fixo de *C. brasiliense*, em condições de laboratório (27±1 °C e UR 80±10%) (Média ± desvio padrão).

Tratamentos	Concentrações (mg/mL)	Peso da fêmea antes da postura (mg)	Peso da massa de ovos (mg)	Percentual de eclosão de larvas (%)	Percentual de controle (%)*
	Controle1	201,2 <sup>a</sup> ±18,6	109,7 <sup>a</sup> ±16,1	88,4 <sup>a</sup> ±5,0	
	Controle2	200,8 <sup>a</sup> ±18,6	97,0 <sup>a</sup> ±25,9	86,2 <sup>a</sup> ±5,3	
<b>Óleo essencial de <i>Caryocar brasiliense</i></b>	2,5	201,4 <sup>a</sup> ±23,6	108,9 <sup>a</sup> ±9,5	80,4 <sup>a</sup> ±8,1	9,8
	5,0	201,5 <sup>a</sup> ±13,4	83,1 <sup>a</sup> ±43,0	59,9 <sup>b</sup> ±15,6	48,7
	10,0	200,7 <sup>a</sup> ±17,7	110,2 <sup>a</sup> ±15,5	44,2 <sup>b</sup> ±36,8	49,6
	20,0	200,8 <sup>a</sup> ±24,2	102,3 <sup>a</sup> ±40,1	39,0 <sup>b</sup> ±19,2	52,3
	40,0	200,8 <sup>a</sup> ±12,2	69,8 <sup>a</sup> ±44,1	22,5 <sup>b</sup> ±20,4	82,0
	Controle1	218,3 <sup>a</sup> ±25,6	128,3 <sup>a</sup> ±25,6	81,2 <sup>a</sup> ±6,5	
	Controle2	218,4 <sup>a</sup> ±41,2	121,2 <sup>a</sup> ±41,2	80,5 <sup>a</sup> ±7,9	
<b>Óleo fixo de <i>Caryocar brasiliense</i></b>	2,5	216,6 <sup>a</sup> ±17,3	120,9 <sup>a</sup> ±17,3	57,0 <sup>a</sup> ±31,1	33,3
	5,0	218,9 <sup>a</sup> ±23,2	114,7 <sup>a</sup> ±23,2	51,7 <sup>a</sup> ±34,7	43,2
	10,0	218,0 <sup>a</sup> ±25,4	119,2 <sup>a</sup> ±25,4	52,5 <sup>a</sup> ±28,1	39,8
	20,0	215,4 <sup>a</sup> ±27,9	115,0 <sup>a</sup> ±27,9	49,2 <sup>a</sup> ±36,5	41,2
	40,0	213,2 <sup>a</sup> ±29,1	84,7 <sup>b</sup> ±29,1	47,2 <sup>a</sup> ±31,9	41,1
	60,0	210,0 <sup>a</sup> ±14,9	87,2 <sup>b</sup> ±14,9	32,7 <sup>b</sup> ±38,4	49,9

Controle 1: água destilada; Controle 2: DMSO 3%.

## 6 DISCUSSÃO

A busca por novos produtos naturais seguros para serem utilizados no controle de pragas tem levado a um aumento no número de estudos com óleos e compostos extraídos de plantas nas últimas décadas (GEDEN, 2012; PAVELA, 2013; KUMAR et al., 2014; BENELLI et al., 2018; BENELLI et al., 2019). No presente estudo foi realizada a caracterização fitoquímica e avaliada a atividade biocida do óleo essencial e do óleo fixo da polpa de *C. brasiliense* sobre estágios imaturos de *M. domestica*, os efeitos secundários no desenvolvimento deste díptero e sobre biologia reprodutiva de fêmeas ingurgitadas de *R. microplus*, por meio da análise quanto à viabilidade de ovos e larvas, sendo o primeiro estudo a abranger o efeito desses óleos sobre esses organismos.

A caracterização fitoquímica do óleo essencial do fruto de *C. brasiliense* já foi realizada em diferentes estudos (MAIA et al., 2008; DAMIANI et al., 2009; GEÓCZE, 2011; CORDEIRO et al., 2013), porém, diferenças quantitativas e/ou qualitativas da composição química foram observadas nos resultados desses estudos. Nos resultados do presente trabalho, foram observados dois ésteres etílicos, o hexanoato de etila, em maior proporção, seguido do octanoato de etila; sendo estes resultados semelhantes aos dados encontrados por Maia et al (2008) e Geócze (2011). Entretanto, nos estudos de Cordeiro (2013), às análises químicas revelaram que o (*E*)- $\beta$ -Ocimeno foi o segundo maior componente em abundância, ao invés do octanoato de etila. Essas diferenças na quantidade e constituição química dos óleos essenciais para uma mesma espécie podem estar relacionadas ao local de origem da planta, genótipo/linhagem, a época de colheita ou até mesmo a parte da planta utilizada para obtenção do óleo (PAVELA; BENELLI, 2016). Em comparação com estes estudos os principais fatores que diferenciam e influenciam o perfil químico das amostras de óleos utilizados no presente estudo são o local de origem da planta e a época de coleta, já que a frutificação da planta varia de acordo com a região no Brasil.

O hexanoato de etila é considerado um dos constituintes químicos “chave” do aroma do pequi (MAIA et al., 2008). No presente estudo verifica-se que o hexanoato de etila corresponde a mais de 90% da constituição química da amostra do óleo essencial do pequi utilizada nos experimentos. Esta substância é um líquido incolor, apresenta um forte odor frutado, presente em muitas frutas, sendo um importante composto utilizado como

flavorizante na indústria alimentícia e cosmética (SURBURG; PANTEN, 2006). O segundo constituinte mais abundante na amostra do óleo essencial de *C. brasiliense*, o éster octanoato de etila, é um líquido de odor frutado floral, encontrado nos óleos essenciais de muitas frutas e em bebidas alcoólicas obtidas de frutas. Também muito empregado na indústria alimentícia como flavorizante (SURBURG; PANTEN, 2006). Pode-se, portanto, sugerir que estas duas substâncias- os ésteres hexanoato de etila e octanoato de etila- conferem a amostra de óleo essencial do pequi características relacionadas diretamente ao aroma e sabor, não sendo encontrada na literatura nenhuma propriedade inseticida ou acaricida para estes compostos especificamente.

Em relação ao óleo fixo do pequi, este foi apontado por Pereira et al. (2008) como um potencial defensivo natural do feijão-caupi contra o coleóptero *C. maculatus*. Estes autores verificaram que não houve mortalidade significativa dos adultos na concentração máxima testada de 50 µL/20 g correspondendo a 45%, por outro lado, observaram efeito deletério sobre ovos e larvas, ocasionando inibição total da emergência de adultos. Em estudo posterior, Lima (2018) também investigou o efeito do óleo fixo de *C. brasiliense* sobre a mesma espécie de caruncho-do-feijão-caupi e relatou mortalidade de 100% na concentração 167,0 mg/20 g sobre a fase adulta. Santos et al. (2016) avaliaram a atividade do óleo fixo não diluído de *C. brasiliense* por meio da aplicação tópica sobre ovos e lagartas de terceiro ínstar de *S. frugiperda*, espécie de lagarta que ataca lavouras de milho, e verificaram percentual de atividade ovicida com 81% de eficiência, apresentando assim uma atividade inseticida moderada contra os ovos da espécie.

A análise fitoquímica do óleo fixo de *C. brasiliense* revelou que o ácido oleico (61,38%), um ácido graxo monoinsaturado, é o seu composto majoritário, seguido pelo ácido palmítico (31,87%), como observado também em outros estudos disponíveis na literatura (GARCIA et al., 2007; DE LIMA et al., 2007; DE SÁ COUTINHO et al., 2020). Desses estudos, embora ocorram algumas divergências, pode-se verificar que os pesquisadores são praticamente unânimes no fato de que os ácidos graxos majoritários nos triacilglicerídios da polpa do pequi são o ácido oleico e palmítico, sendo detectados outros ácidos graxos em menores proporções.

Essa composição química do óleo fixo da polpa de pequi, constituído de ácidos palmítico e oleico, confere, ao mesmo, características nutracêuticas singulares para uso alimentício, entre outras potencialidades (GEÓCZE, 2011). O ácido oleico tem

comprovada atividade antibacteriana, anti-inflamatória, hipolipidêmica e cicatrizante (HINTON; INGRAM, 2000; FERREIRA et al., 2011; DE FIGUEIREDO et al., 2016; PIRES et al., 2020). O ácido palmítico imprime, ao óleo fixo da polpa de pequi, uma melhor estabilidade oxidativa e aumenta a temperatura de fusão do mesmo (GEÓCZE, 2011). A presença do ácido palmítico nos tecidos vegetais é essencial para o seu crescimento e desenvolvimento. (BONAVENTURE et al., 2003).

O ácido oleico e o ácido palmítico apresentam citotoxicidade, alteram a viabilidade de macrófagos, por meio de mecanismos que incluem a despolarização mitocondrial, causando alterações no tamanho das células, granularidade, integridade da membrana e fragmentação do DNA (LIMA et al., 2006). Carrillo et al (2012) relatou que o ácido oleico pode afetar a proliferação celular e ocasionar a morte de células cancerígenas comprovando seu efeito antitumoral, pois a apoptose destas células é induzida pelo aumento de espécies reativas de oxigênio e redução nas atividades das enzimas antioxidantes que está associado a presença de ácidos graxos. Desta forma estudos adicionais devem ser conduzidos para elucidar os possíveis modos de ação do óleo fixo da polpa e de seus compostos majoritários, sua ação para outras espécies e estágios de moscas, além da realização de novos testes de toxicidade e desenvolvimento de formulações para reavaliação.

Nos resultados obtidos nos bioensaios com *M. domestica* do presente estudo, foi observado que diferentes concentrações dos óleos de *C. brasiliense* testados (óleo essencial e fixo) não apresentaram atividade inseticida sobre os estágios imaturos de *M. domestica*, indicando que não houve impacto direto no desenvolvimento e na mortalidade de larvas e pupas, embora outros autores já terem relatado a atividade biocida de extratos e óleos de diferentes partes do pequi sobre alguns artrópodes (ex. *L. Longipalpis*, *S. frugiperda* e *Aphis craccivora*) de importância agrícola e médica veterinária (PAULA-JÚNIOR et al., 2006; LOPES et al., 2011; SANTOS et al, 2016; SOUZA et al., 2018, ZALDÍVAR, 2020). No entanto, fatores como a concentração do óleo, o estado do material coletado, época de coleta, teor do princípio ativo ou diferença na sensibilidade dos organismos entre populações estudadas aos óleos, são alguns dos diversos fatores que podem causar divergência na atividade inseticida de óleos em experimentos distintos (SOUZA et al., 2018).



Os resultados obtidos nos testes com fêmeas ingurgitadas de *R. microplus*, expostas a diferentes concentrações do óleo essencial de *C. brasiliense*, apresentaram taxas de eclosão larval inferiores aos grupos controle nos tratamentos com concentrações de 10 a 40 mg/mL, resultando em percentual de controle de 82,0% na maior concentração (40 mg/mL) testada em virtude da diminuição da viabilidade dos ovos produzidos pelas fêmeas. Tal fato leva a supor a interferência ou sinaliza um possível mecanismo de ação do óleo essencial de *C. brasiliense* durante a fase de embriogênese, ou mesmo no órgão de Gené, impedindo a correta proteção química contra condições abióticas, sendo eficaz na redução do sucesso reprodutivo de *R. microplus*, hipótese esta que merece investigações futuras. Desta forma, foi observado nos resultados do presente estudo a existência de atividade do óleo essencial de *C. brasiliense* sobre *R. microplus*, sendo este o primeiro relato de ação deste óleo sobre carrapatos. Esses resultados são importantes, pois levam à redução do número de indivíduos da próxima geração. Como relatado anteriormente, o óleo essencial de *C. brasiliense*, composto majoritariamente por ésteres, tendo o hexanoato de etila como composto majoritário, teve atividade sobre as fêmeas ingurgitadas. Matos et al. (2020) avaliaram o efeito do timol, monoterpene presente em alguns óleos essenciais, na biologia reprodutiva de fêmeas ingurgitadas de *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato e as alterações morfológicas no órgão de Gené e observaram que as células das glândulas tubulares e acessórias do órgão de Gené apresentavam sinais de lesão: irregular coloração de eosina, ruptura e deformação do limite celular, presença de núcleos fragmentados, alteração da homogeneidade citoplasmática e áreas com deformação na região basal. Vários estudos já correlacionaram a ação de óleos essenciais de diferentes espécies de plantas às funções reprodutivas do ovário e órgão de Gené de carrapatos (ARNOSTI et al., 2011; NOVATO et al., 2015; KONIG et al., 2019; SOUZA et al., 2019; MATOS et al., 2020).

Em relação às atividades dos óleos, pode-se afirmar que o potencial biocida do óleo fixo de *C. brasiliense* tem sido evidenciado em alguns estudos para diversos organismos como bactérias, fungos e insetos (PASSOS, 2002; PEREIRA, 2008; FERREIRA et al., 2011; LIMA, 2018; BARACHO, 2018). No presente estudo foi observada redução da massa de ovos produzidos pelas fêmeas de *R. microplus* expostas ao óleo fixo de *C. brasiliense*, e somente na maior concentração testada (60,0 mg/mL) foi observada média de eclosão larval inferior ao grupo controle, resultando em percentual de controle de 49,9%, não possuindo uma diferença significativa com relação aos demais grupos de

tratamento e controle. Desta forma, os tratamentos com o óleo fixo de *C. brasiliense* não apresentaram atividade acaricida sobre *R. microplus* nas concentrações testadas. Além disso, na literatura disponível a ação do óleo fixo de *C. brasiliense* ainda não foi relatada sobre carrapatos. Ainda há poucos estudos na literatura científica que têm avaliado a utilização de óleos fixos contra *R. microplus*. Um dos trabalhos que avaliaram a atividade de óleo fixo contra *R. microplus* é o realizado por Santos (2019), avaliou os efeitos acaricidas de óleos fixos dos frutos do buriti (*Mauritia flexuosa*) e do xiriri (*Mauritiella armata*) sobre *R. microplus*; ambos os óleos foram efetivos, com redução de eclodibilidade de larvas e apresentaram eficácias acaricidas superiores a 90%. O óleo fixo destes frutos possuem compostos químicos em comum (ácidos palmítico, oleico, mirístico, esteárico e linoleico) com o óleo fixo do fruto de *C. brasiliense*. Nos testes com as fêmeas ingurgitadas, Santos (2019) verificou que o óleo fixo de *M. armata* foi mais efetivo que o óleo de *M. flexuosa* na redução da eclodibilidade larval. Já o óleo de xiriri apresentou o 9-oxononanoato de metila, Octanodioato de dimetila, nonanodioato de dimetila e (9Z, 11E)-octadeca – 9,12 dienoato de metila na sua composição, componentes esses que não foram detectados no óleo de *M. flexuosa*, o que poderiam ter proporcionado esses melhores efeitos. Esses componentes também não são encontrados no óleo fixo de *C. brasiliense*, o que pode ajudar a explicar os resultados obtidos no presente trabalho já que estas outras plantas possuem composição química semelhante à espécie utilizada no presente estudo.

Outros estudos disponíveis na literatura apresentam a evidência de compostos bioativos em outras partes do fruto como a casca e folhas de *C. brasiliense*. O extrato hidroetanólico da casca do pequizeiro rico em taninos condensados foi tóxico ao flebotomíneo, *L. longipalpis*, alcançando 93,3% de mortalidade em 72 h na concentração de 400 mg/mL e para o extrato hidroetanólico das folhas, a concentração de 100 mg/mL apresentou taxa de mortalidade de 81,1% após 72 h de experimento (BARACHO, 2018). O extrato alcoólico das cascas e folhas de *C. brasiliense* foi altamente tóxico para o molusco *Biomphalaria glabrata*, com mortalidade de 90% a 100 ppm após 24 h em imersão, a presença de taninos condensados nestes extratos foi responsável pela atividade moluscicida (BEZERRA et al., 2002). Souza et al. (2018) relatam a toxicidade do extrato aquoso da casca do fruto de *C. brasiliense* para adultos de *S. frugiperda*. Assim, esses estudos evidenciam em comum a presença de algumas classes de compostos como taninos condensados e hidrolisáveis, flavonóides e terpenóides que fornecem a explicação para a

atividade tóxica da espécie sobre os organismos testados. Portanto, substâncias de extratos e óleos de outras partes de *C. brasiliense* não exploradas neste estudo, podem ser investigadas para elucidar melhor as atividades de *C. brasiliense* sobre *M. domestica* e *R. microplus*.

## 7 CONCLUSÕES GERAIS

A partir dos resultados obtidos, foi concluído que os óleos fixo e essencial da polpa do fruto de *C. brasiliense* não apresentam atividade inseticida sobre larvas e pupas de *M. domestica* nas concentrações testadas, enquanto que nos testes com o óleo essencial e fixo sobre fêmeas ingurgitadas de *R. microplus* evidenciaram a capacidade de redução na viabilidade e na quantidade dos ovos produzidos respectivamente, apresentando atividade deletéria para esta espécie de carrapato. Tal achado contribui para o conhecimento das atividades biológicas desses óleos sobre essas espécies de artrópodes. Além disso, os resultados obtidos, por meio das análises fitoquímicas dos óleos fixo e essencial da polpa do fruto de *C. brasiliense*, contribuem para o fortalecimento dos registros já existentes na literatura referente à elucidação química, principalmente por apontar os seus constituintes químicos majoritários e suas atividades biológicas.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O interesse em pesquisar novas alternativas de controle de pragas com uso de produtos naturais pela comunidade científica tem aumentado. Compostos de origem vegetal apresentam consideráveis vantagens econômicas, assim como redução do impacto ao meio ambiente e a organismos não-alvos. Os resultados dos testes realizados para a avaliação do potencial inseticida dos óleos extraídos da polpa do fruto de *C. brasiliense* sobre *M. domestica* e *R. microplus* indicaram a existência de atividade de compostos presentes no óleo essencial que podem ser prejudiciais ao desenvolvimento de *R. microplus*. Enquanto que para *M. domestica* tanto o óleo essencial quanto o óleo fixo não apresentaram atividade inseticida. Apesar de que, alguns estudos relatam a atividade inseticida do óleo fixo e das propriedades toxicológicas de seus compostos majoritários sobre outras espécies de insetos. Assim, a realização de novos testes, com alterações na metodologia, são necessários para melhor elucidar a atividade dos óleos ou confirmar a ausência da atividade inseticida destes sobre *M. domestica*. Os resultados do presente estudo contribuem com a busca de substâncias de origem vegetal com fins de formulação de um inseticida botânico, pois indicam que os óleos da polpa do fruto do pequi podem conter princípios bioativos.

Desta forma, concluímos que o óleo essencial da polpa do fruto de *C. brasiliense* apresenta potencial acaricida sobre fêmeas ingurgitadas de *R. microplus*, já que nos testes foi observada uma redução do percentual de eclosão larval, enquanto que para o óleo fixo foram observadas as menores médias de peso de postura, ou seja uma redução da massa de ovos, enfatizando a necessidade de mais investigações, pois os resultados encontrados neste trabalho revelam que *C. brasiliense* é uma planta promissora como fonte de princípios ativos e pode ser investigada de forma mais profunda e sistemática na busca por compostos naturais com atividade acaricida.

A redução na eficácia dos produtos sintéticos promove uma reflexão a respeito do desenvolvimento de resistência a fármacos e o quanto essa modificação influencia na suscetibilidade dos artrópodes a compostos de origem vegetal. Por isso a importância de estudos *in vitro* para buscar compostos com potencial inseticida para diferentes estágios e espécie de artrópodes de importância médico-sanitária e zootécnica, no entanto, nem sempre os resultados obtidos em laboratório conseguem ser reproduzidos nos testes *in*

*vivo*. Dessa forma, é necessário intensificar os estudos em campo, desde que as etapas *in vitro* tenham sido efetuadas a contento e promover o desenvolvimento de formulações, de forma a elucidar os mecanismos de ação desses compostos vegetais, verificar sua toxicidade sobre outros organismos não alvo para tornar o controle de pragas mais seguro para os aplicadores de biocidas sintéticos, hospedeiros e o ambiente. Em adicional, uma análise comparativa sobre os custos, facilidade de obtenção e aplicação se faz necessário a fim de se eleger compostos que propiciem melhor custo benefício.

## REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, G.R.; ZAPATER, M.; TOLOZA, A.C. Insecticide resistance of house fly, *Musca domestica* (L.) from Argentina. **Parasitology Research**, v. 105, n. 2, p. 489-93, 2009.
- ADAMS, R.P. Identification of Essential Oils Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. **Allured Publishing Corporation**: Carol Stream, IL, USA, 2007.
- ALMEIDA, S.P.; SILVA, J.A. **Piqui e buriti- importância alimentar para a população dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA- Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1994.
- ALVES, C.M. **Manejo de *Musca domestica* em Indústria de Alimentos**. 2010. Dissertação. (Mestrado em Biologia). 59p. Universidade do Vale do Rio Sinos; São Leopoldo, 2010.
- AMARAL, M.A.Z.D.; ROCHA, C.M.B.M.D.; FACCINI, J.L.; FURLONG, J.; MONTEIRO, C.M.D.O.; PRATA, M.C.D.A. Perceptions and attitudes among milk producers in Minas Gerais regarding cattle tick biology and control. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 20, n. 3, p. 194-201, 2011.
- ARAÚJO, F.D. A review of *Caryocar brasiliense* (caryocaraceae)- an economically valuable species of the central Brazilian cerrados. **Economic Botany**, v. 49, p. 40-48, 1995.
- ARNOSTI, A.; BRIENZA P.D.; FURQUIM K.C.S.; CHIERICE G.O.; CLARO NETO S.; BECHARA G.H.; SAMPIERI B.R.; CAMARGO-MATHIAS M.I. Effects of *Ricinus communis* oil esters on salivary glands of *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). **Experimental Parasitology**, v.127, n.2, p. 569-574, 2011.
- ASCARI, J.; TAKAHASHI, J. A.; BOAVENTURA, M. A. D. Phytochemical and biological investigations of *Caryocar brasiliense* Camb. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v.9, n.1, p. 20 – 28, 2010.
- AVELINO, L.D.; PORTELA, G.L.F.; FILHO, J.E.G.; JÚNIOR, L.C.M. Repellency of essential oils and vegetables on black aphid *Aphis craccivora* Koch in the bean (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 21-26, 2019.
- BAILÃO, E.F.L.C.; DEVILLA, I.A.; DA CONCEIÇÃO, E.C.; BORGES, L.L. Bioactive Compounds Found in Brazilian Cerrado Fruits. **International Journal of Molecular Sciences**, v.16, n.10, p. 23760-23783, 2015.

BARACHO, A.O. **Avaliação do potencial inseticida de extratos de *Caryocar brasiliense* (CARYOCARACEAE) sobre *Lutzomyia longipalpis* (DIPTERA: PSYCHODIDAE).** 2018. Dissertação. (Mestrado em Biologia Animal). 59p. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Diamantina, 2018.

BENELLI, G.; PAVELA, R.; GIORDANI, C.; CASETTARI, L.; CURZI, G.; CAPPELLACCI, L.; MAGGI, F. Acute and sub-lethal toxicity of eight essential oils of commercial interest against the filariasis mosquito *Culex quinquefasciatus* and the housefly *Musca domestica*. **Industrial Crops and Products**, v. 112, p. 668-680, 2018.

BENELLI, G.; PAVELA, R.; DRENAGGI, E.; MAGGI, F. Insecticidal efficacy of the essential oil of jambú (*Acmella oleracea* (L.) R.K. Jansen) cultivated in central Italy against filariasis mosquito vectors, houseflies and moth pests. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 229, p. 272-279, 2019.

BEZERRA, J.C.B.; SILVA, I.A.; FERREIRA, H.D.; FERRI, P.H.; SANTOS, S.C. Molluscicidal activity against *Biomphalaria glabrata* of Brazilian Cerrado medicinal plants. **Fitoterapia**, v.73, n.5, p.428-430, 2002.

BEZERRA, N. K. M. S., BARROS, T.L. & COELHO, N.P.M.F. A ação do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) no processo cicatricial de lesões cutâneas em ratos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, supl. 2, p. 875-880, 2015.

BONAVENTURE, G.; SALAS, J.J.; POLLARD, M.R.; OHLROGGE J.B. Disruption of the FATB Gene in Arabidopsis Demonstrates an Essential Role of Saturated Fatty Acids in Plant Growth. **The Plant Cell**, v. 15, n. 4, p. 1020–1033, 2003.

BURGER, T.D.; SHAO, R.; BARKER, S.C. Phylogenetic analysis of mitochondrial genome sequences indicates that the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, contains a cryptic species. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, in press, 2014.

CARVALHO, C. J. B. Muscidae (Diptera) of the Neotropical Region: taxonomy. Editora UFPR, 2002.

CARVALHO, C.J.B. de, COURI M. S.; PONT A. C.; PAMPLONA D. & LOPES S. M. A Catalogue of the Muscidae (Diptera) of the Neotropical Region. **Zootaxa 860**: p.1-282. 2005.

CARRILLO C.; CAVIA M. Del M.; ALONSO-TORRE S.R. Antitumor effect of oleic acid; mechanisms of action: a review. **Nutricion hospitalaria**, v.27, n.6, p. 1860-1865, 2012.

CHAGAS, A. C. S. Controle de parasitas utilizando extratos vegetais. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 13: 156-160, 2004.

CORDEIRO, M. W. S.; CAVALLIERI, J.L.F.; NAVES, M.M.V.; FERRI, P.H. Características físicas, composição químico-nutricional e dos óleos essenciais da polpa de



*Caryocar brasiliense* nativo do estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1127-1139, 2013.

DAEMON, E.; MATURANO, R.; MONTEIRO, C.M.O.; SCORALIK, M.G.; MASSONI, T. Acaricidal activity of hydroethanolic formulations of thymol against *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae) and *Dermacentor nitens* (Acari: Ixodidae) larvae. **Veterinary Parasitology**, v. 186, p. 542-545, 2012.

DANTAS-TORRES, F.; MARTINS T.F.; MUÑOZ-LEAL, S.; ONOFRIO, V.C.; BARROS-BATTESTI, D.M. Ticks (Ixodida: Argasidae, Ixodidae) of Brazil: Updated species checklist and taxonomic keys. **Ticks Tick Borne Diseases**, v. 10, 101252, 2019.

DAMIANI C.; VILAS BOAS E.V.B.; FERRI, P.H.; PINTO D.M.; RODRIGUES, L.J. Volatile compounds profile of fresh-cut pequi fruit stored under different temperatures. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 435-439, 2009.

DANGALLE, C.D. Insect vectors of human viral diseases: can they transmit COVID-19?. **Sri Lankan Journal of Biology**, v. 6, n. 1, p. 3-14, 2021.

DA SILVA B.C. **Avaliação da toxicidade de quatro solventes e um surfactante, e dos fenilpropanóides eugenol e (E)-cinamaldeído sobre larvas e pupas de *Musca domestica* LINNAEUS, 1758 (DIPTERA: MUSCIDAE)**. 2016. Dissertação. Minas Gerais: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2016.

DA SILVA, B.C.; MELO, D.R.; FRANCO, C.T.; MATURANO, R.; FABRI, R.L.; DAEMON, E. Evaluation of Eugenol and (E)-Cinnamaldehyde insecticidal activity against larvae and pupae of *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Journal of medical entomology**. v. 57, n.1, p.181-186, 2020.

DE CARVALHO, L.S.; PEREIRA K.F.; DE ARAUJO E.G. Características botânicas, efeitos terapêuticos e princípios ativos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense*). **Arquivo de Ciências da Saúde UNIPAR**, v. 19, n. 2, p. 147-157, 2015.

DE FIGUEIREDO, P.R.; OLIVEIRA, I.B.; NETO, J.B.S.; OLIVEIRA, J.A.; RIBEIRO, L.B.; VIANA, G.S.B. et al. *Caryocar coriaceum* Wittm. (Pequi) fixed oil presents hypolipemic and anti-inflammatory effects in vivo and *in vitro*, **Journal of Ethnopharmacology**, v.191, p.87-94, 2016.

DE LA FUENTE, J.; ANTUNES, S.; BONNET, S.; CABEZAS-CRUZ, A.; DOMINGOS, A.G.; ESTRADA-PENA, A.; JOHNSON, N.; KOCAN, K.M.; MANSFIELD, K.L.; NIJHOF, A.M.; PAPA, A.; RUDENKO, N.; VILLAR, M.; ALBERDI, P.; TORINA, A.; AYLLON, N.; VANCOVA, M.; GOLOVCHENKO, M.; GRUBHOFFER, L.; CARACAPPA, S.; FOOKS, A.R.; GORTAZAR, C.; REGO, R.O.M. Tick-Pathogen Interactions and Vector Competence: Identification of Molecular Drivers for Tick-Borne Diseases. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 7, p. 114, 2017.

DE LIMA, A et al. Chemical composition and bioactive compounds in the pulp and

almond of pequi fruit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 695-698, 2007.

DE SÁ COUTINHO, D.; PIRES, J.; GOMES, H.; POHLMANN, A. R.; GUTERRES, S. S.; RODRIGUES E SILVA, P.M.; MARTINS, M.A.; FERRARINI, S.R.; BERNARDI, A. Pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess)- Loaded Nanoemulsion, Orally Delivered, Modulates Inflammation in LPS-Induced Acute Lung Injury in Mice. **Pharmaceutics**, v. 12, n. 11, p.1075, 2020.

DRUMMOND, R.O.; ERNST, S.E.; TREVINO, J.L.; GLADNEY, W.J.; GRAHAM, O.H. *Boophilus annulatus* and *Boophilus microplus*: laboratory test of insecticides. **Journal of Economic Entomology**, v. 66, p. 130-133, 1973.

DUQUE, L. S.; M, PAULA.; M, CAIO.; GOMES, G. A.; RODRIGUES T.H.S.; MESQUITA, D. M.; TEIXEIRA, A. L. C.; SILVA, F. L. V.; MARRETO, L.C.N.L.; MATURANO, R. Acaricidal activity of the essential oils from *Leptospermum scoparium*, *Origanum vulgare* and *Litsea cubeba* on *Rhipicephalus microplus*: Influence of the solvents and search for fractions with higher bioactivity. **Veterinary Parasitology**, v.300, 2021.

ESTRADA-PEÑA, A.; BOUATTOUR, A.; CAMICAS, J.L.; GUGLIELMONE, A.; HORAK, I.; JONGEJAN, F.; LATIF, A.; PEGRAM, R.; WALKER, A.R. A distribuição conhecida e as preferências ecológicas do carrapato subgênero *Boophilus* (Acari: Ixodidae) na África e na América Latina. **Experimental and Applied Acarology**, v.38, p.219-235, 2006.

ESTRELA, J.L.V.; FAZOLIN, M.; CATANI, V.; ALÉCIO, M.R, LIMA, M.S. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 217-222, 2006.

EVENHUIS, N.L, & PAPE T. System Dipterorum. In O. Bánki, O., Roskov, Y., Döring, M., Ower, G., Vandepitte, L., Hobern, D., et al., *Muscidae in Catalogue of Life Checklist*. Version 3.8.

FAYYAZ, A.; ZAHOR, M.K.; ASHRAF, A.; ZAHOR, M.A.; RASUL, A.; MAJEED, H.N. et al. House Fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) Acts as a Mechanical Vector for Newcastle Disease of Poultry in Faisalabad. **Pakistan Journal of Zoology**, v.54, n. 4, p. 1943-1946, 2022.

FACIOLI, N.L.; GONÇALVES, L.A.G. Modificação por via enzimática da composição triglicéridica do óleo de piqui (*Caryocar brasiliense* Camb). **Química Nova** [online]. v. 21, n. 1, pp. 16-19, 1998.

FAGIOLLI, M.C. **Revisão bibliográfica das metodologias utilizadas no controle de *Musca domestica* L.** 40p. 2010. Monografia. (Especialização em Entomologia Urbana)- Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2010.

FERREIRA, B.S.; DE ALMEIDA, C.G.; FAZA, L.P.; DE ALMEIDA, A.; DINIZ, C.G.; SILVA V.L.; GRAZUL, R.M.; HYARIC, M. Comparative Properties of Amazonian Oils Obtained by Different Extraction Methods. **Molecules**, v.16, n.7, p.5875-5885, 2011.

FIGUEIREDO, A.; AGNOLON, I.C.; LOPES, L.G.; GIGLIOTI, R.; CHAGAS, A.C.S. Comparative study of hatching estimation methods of *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus* eggs. **Veterinary Parasitology**, v. 264, p. 35-38, 2018.

FLORES, A.V.; RIBEIRO, J.N.; NEVES, A.A.; QUEIROZ E.L.R. Organoclorados: um problema de saúde pública. **Ambiente & Sociedade**, v.7, n. 2, p. 111-124, 2004.

FURLONG, J.; MARTINS, J.R.S.; PRATA, M.C.A. Controle estratégico do carrapato dos bovinos. **A Hora Veterinária**, v. 23, p. 53-56, 2004.

FURLONG, J.; MARTINS, J.R.; PRATA, M.C.A. O carrapato dos bovinos e a resistência: temos o que comemorar? **A Hora Veterinária**, v. 27, p. 1-7, 2007.

GARCIA, CC.; FRANCO, P.I.B.M.; ZUPPA, T.O et al. Thermal stability studies of some cerrado plant oils. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v.87, n.3, p.645-648, 2007.

GEDEN, C.J. Status of biopesticides for control of house flies. **Journal of Biopesticides**, v.5 (Complementary): p.1-11, 2012.

GEÓCZE, K.C. **Análise exploratória de carotenóides, óleos essenciais e triacilglicerídios do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de municípios brasileiros situados no bioma cerrado**. 167p. 2011. Tese (Doutorado em agroquímica)- Programa de Pós Graduação em Agroquímica da Universidade Federal de Viçosa, MG, 2011.

GEÓCZE, K.C.; BARBOSA, L.C.A.; FIDÊNCIO, P.H.; SILVÉRIO, F.O.; LIMA, C.F.; BARBOSA, M.C.A.; ISMAIL, F.M.D. Essential oils from pequi fruits from the Brazilian Cerrado ecosystem, **Food Research International**, v. 54, ed. 1, p. 1-8, 2013.

GONZALES, J.C. **O controle dos carrapatos do boi**. 2. ed. Porto Alegre: Edição do Autor, 1995.

GRISI, L.; LEITE, R.C.; MARTINS, J.R.; BARROS, A.T.; CANCADO, P.H.D. Reassessment of economic impact by cattle parasites in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 23, p. 150-156, 2014.

GUIMARÃES, J. H.; TUCCI, E. C.; BARROS-BATESTI, D. M. Ectoparasitos de Importância Médico Veterinária. São Paulo: Plêiade/FAPESP, São Paulo, 2001.

GUGLIELMONE, A.A.; SZABO, M.P.J.; MARTINS, J.R.S; ESTRADA-PENA, A. Capítulo 7: Diversidade e importância de carrapatos na sanidade animal. In: Barros-

Battesti, D. M.; Arzua, M.; Bechara, G. H. **Carrapatos de importância médico veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies.** Vox/ICTTD-3/Butantan, São Paulo, p. 115-138, 2006.

GUGLIELMONE, A. A., ROBBINS, R.G., APANSAKEVICH, D. A., PETNEY, T. N., ESTRADA-PEÑA, A., HORAK, I. G. Comments on controversial tick (Acari: Ixodida) species names and species described or resurrected from 2003 to 2008. **Experimental and Applied Acarology**. v.48, supl(4): p.311-27, 2009.

HASEYAMA, K.L.F., PEREIRA-COLAVITE, A., de CARVALHO, C.J.B. New distribution records for Muscidae (Insecta: Diptera) in Latin America. **Check List**, v.11(6), p.1810, 2015.

HEWITT, C. G. The house-Fly, *Musca Domestica* Linn. Its structure, habits, development, relation to disease and control. *The American Journal of the Medical Sciences*, v. 151, n. 2, p. 278, 1916.

HINTON, J.R.A.; INGRAM, K. D. Use of oleic acid to reduce the population of the bacterial flora of poultry skin. **Journal of food protection**, v.63, n.9, p.1282-1286, 2000.

IQBAL, W.; MALIK, M. F.; SARWAR, M. K.; AZAM, I.; IRAM, N.; RASHDA, A. Role of housefly (*Musca domestica*, Diptera; Muscidae) as a disease vector; a review. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v.2, n.2, p. 159-163, 2014.

ISMAIL, N.; MCBRIDE, J.W. Tick-Borne Emerging Infections: Ehrlichiosis and Anaplasmosis. **Clinics in Laboratory Medicine**, v. 37, n. 2, p. 317-340, 2017.

KHAN, H.A.A.; AKRAM, W.; SHAD, S.A. Resistance to conventional insecticides in Pakistani populations of *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae): a potential ectoparasite of dairy animals. **Ecotoxicology**, v. 22, p.522–527, 2013.

KEIDING, J. The housefly: biology and control. **World Health Organization Vector Control Series 63 (WHO/VBC/86.937)**. Geneva, 1986.

KETTLE, D.S. **Medical and Veterinary Entomology**. International centre for agriculture and biosciences. 2 ed, Singapore, 1995.

KIM, S.I.; ROH, J.Y.; KIM, D.H.; LEE, H.S.; AHN, Y.J. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *Journal of Stored Products Research*, v.39, p.293-303, 2003.

KISS, T.; CADAR, D.; SPÎNU, M. Tick prevention at a crossroad: new and renewed solutions. **Veterinary Parasitology**, 187: 357-366, 2012.

KONIG, I.F.M.; GONÇALVES, R.R.P.; OLIVEIRA, M.V.S.; SILVA, C.M.; THOMASI, S.S.; PECONICK, A.P.; REMEDIO, R.N. Sublethal concentrations of acetylcarvacrol strongly impact oocyte development of engorged female cattle ticks *Rhipicephalus*

*microplus* (Canestrini, 1888) (Acari: Ixodidae). *Ticks and tick-borne diseases*, v.10, n.4, p. 766-774, 2019.

KUMAR, P.; MISHRA, S.; MALIK, A.; SATYA, S. Biocontrol potential of essential oil monoterpenes against housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.100, p. 1-6, 2014.

LABRUNA, M.B.; MACHADO, R.Z. Agentes transmitidos por carrapatos na região neotropical. In: Barros-Battesti, D.M.B.; Arzua, M.; Bechara, G.H (eds). Carrapatos de importância médico-veterinária da Região Neotropical. Um guia ilustrado para a identificação de espécies. São Paulo: **Instituto Butantan**. pp. 155-164, 2006.

LIMA, T.M.; CURY-BOAVENTURA, M.F.; GIANNOCCO, G.; NUNES, M.T. e CURI, R. Comparative toxicity of fatty acids on a macrophage cell line (J774). **Clinical Science**, v.111, n.5, p. 307-317, 2006.

LIMA, T.M.; CURY-BOAVENTURA, M.F.; GIANNOCCO, G.; NUNES, M.T. e CURI, R. Comparative toxicity of fatty acids on a macrophage cell line (J774). **Clinical Science**, v.111, n.5, p. 307-317, 2006. [https://doi: 10.1042/CS20060064](https://doi.org/10.1042/CS20060064).

LIMA, M.S.C.S.; SOARES, M.R.A.; PEDERASSI, J.; AGUIA, B.C.G.; PEREIRA, C.A.S.; The housefly *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) as a paratenic host in the city of Bom Jesus - Piauí, Brazil. **Comunicata Scientiae**, v.5, n.3, p. 349-355, 2014.

LIMA, E.A. **Efeito do óleo de pequi *Caryocar brasiliense* como defensivo natural sobre o *Callosobruchus maculatus* em feijão armazenado**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2018.

LOPES, T.C.; GONÇALVES, J.R.S.; SOUZA, N.S.; MORAES, D.F.C.; AMARAL, F.M.M.; ROSA, I.G. Avaliação moluscicida e perfil fitoquímico das folhas de *Caryocar brasiliense* Camb. **Cadernos de Pesquisa**, v.18, n. 3, p. 23-30, 2011.

LÖWENBERG-NETO, P. **Biogeografia de Muscidae (Diptera, Insecta) nas regiões andina e neotropical**. 2007. Dissertação. (Mestrado em Ciências Biológicas)- Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas. 72p. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2007.

LÖWENBERG-NETO, P. **Hipótese de conservação tropical explica a evolução de Muscidae (Insecta: Diptera) na América do Sul**. 2009. Tese. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2009.

LÖWENBERG-NETO, P.; CARVALHO, C.J.B.; HAWKINS, B.A. Tropical niche conservatism as a historical narrative hypothesis for the Neotropics: a case study using the fly family Muscidae. **Journal of Biogeography**, v.38, p. 1936-1947, 2011.

MA, Z.; LI, J.; ZHANG, Y.; SHAN, C.; GAO, X. Inheritance mode and mechanisms of resistance to imidacloprid in the house fly *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) from China. **PLoS ONE**, v. 12, n.12, 15p, 2017.

MACHADO, M. T. C.; MELLO, B. C. B. S.; HUBINGER, M. D. Study of alcoholic and aqueous extraction of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) natural antioxidants and extracts concentration by nanofiltration. **Journal of Food Engineering**, v. 117, p. 450–457, 2013.

MACIEL, M.V.; MORAIS, S.M.; BEVILAQUA, C.M.L.; AMÓRA, S.S.A. Extratos vegetais usados no controle de dípteros vetores de zoonoses. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.12, n.1, p.105-112, 2010.

MAIA, J.G.S.; ANDRADE, E. H. A.; SILVA, M. H. L. Aroma volatiles of pequi fruit (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n.7, p.574-576, 2008.

MALIK, A.; SINGH, N.; SATYA, S. House fly (*Musca domestica*): a review of control strategies for a challenging pest. **Journal of environmental science and health. Part. B**, v. 42, n.4, p. 453-469, 2007.

MARTINS, I.V.F. **Parasitologia veterinária** [recurso eletrônico]- 2. ed. - Vitória: EDUFES, 2019. 320 p.

MARCHESINI, P.B.C. Potencial dos óleos essenciais de *Eremanthus erythropappus* e *Cinnamomum zeylanicum* e compostos isolados  $\alpha$ -bisabolol e (*E*)-cinamaldeído para o controle de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). 2020. Tese. (Doutorado em )- Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

MATIAS, J.; KOLLER, W. W.; GARCIA, M. V. Classificação, distribuição geográfica, ciclo biológico e importância econômica das principais espécies de carrapatos no Brasil. In: Andreotti, R.; Koller, W.W. **Carrapatos no Brasil: Biologia, Controle e Doenças transmitidas**. 1. ed. Campo Grande: Embrapa, 2013.

MATOS, R.S.; DE OLIVEIRA, P.R.; COELHO L.; PAULA L.G.F.; ZERINGOTA V.; MONTEIRO C.M.O.; DAEMON, E.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. Thymol: Effects on reproductive biology and Gene's organ morphology in *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato engorged females (Acari: Ixodidae). **Ticks and tick-borne diseases**, v. 11, n.1, 101308, 2020.

MELO, D. R. **Atividade do óleo essencial de *Lippia sidoides* (VERBENACEAE) e dos monoterpenos timol e carvacrol sobre larvas e pupas de *Musca domestica* LINNAEUS, 1758 (DIPTERA: MUSCIDAE)**. 2014. Dissertação. (mestrado em

Comportamento e Biologia Animal) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2014.

MIRANDA-VILELA, A.L. **Avaliação dos efeitos antigenotóxicos, antioxidantes e farmacológicos do extrato da polpa do fruto do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. 2009. Tese. Brasília: Instituto de Ciências Biológicas- Universidade de Brasília, 2009.

NADAF, M.; HALIMI, M.; MORTAZAVI, M. Identification of nonpolar chemical composition *Spartium junceum* flower growing in Iran by GC-MS. **Middle East Journal of Scientific Research**, v.11, n.2, p.221-224, 2012.

NASCIMENTO, E.S. **Ésteres em aguardente de cana: seu perfil**. 2007. Dissertação. 150 p. (Mestrado em química analítica) - Universidade de São Paulo, SP, 2007.

NOVATO, T.P.L.; ARAÚJO, L.X.; MONTEIRO, C.M.O.; MATURANO, R.; SENRA, T.O.S.; MATOS, R.S.; GOMES, G.A.; DE CARVALHO, M.G.; DAEMON, E. Evaluation of the combined effect of thymol, carvacrol and (*E*)-cinnamaldehyde on *Amblyomma sculptum* (Acari: Ixodidae) and *Dermacentor nitens* (Acari: Ixodidae) larvae. **Veterinary Parasitology**, v. 212, n. 3-4, p.331-335, 2015.

OLIVEIRA, P.R. **Controle estratégico do *Boophilus microplus* (canestrini, 1887) em bovinos de propriedades rurais dos municípios de Lavras e Entre Rios de Minas - Minas Gerais**. Dissertação.1993. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária; Belo Horizonte, MG, 1993.

ONOFRIO, V. C.; VENZAL, J. M.; PINTER, A.; SZABÓ, M. P. J. Família Ixodidae: características gerais, comentários e chave para gêneros. In: Barros-Battesti, D.M. Arzua, M.; Bechara, G. H. (Ed.). **Carrapatos de Importância Médico-Veterinária da Região Neotropical: um guia ilustrado para a identificação de espécies**. São Paulo: Vox/ICTTD-3/Butantan, São Paulo, p. 29-39, 2006.

PALACIOS, S. M.; BERTONI, A.; ROSSI, Y.; SANTANDER, R.; URZÚA, A. Insecticidal activity of essential oils from native medicinal plants of Central Argentina against the house fly, *Musca domestica* (L.). **Parasitology Research**, v. 106, p. 207 - 212, 2009.

PASSOS, X.S.; SANTOS, S.C.; FERRI, PH.; FERNANDE, O.F.L.; PAULA, T.F.; GARCIA, ACF. Atividade antifúngica de *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) sobre *Cryptococcus neoformans*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.35, n.6, p.623-627, 2002.

PAULA-JUNIOR, W.; ROCHA, F.H, DONATTI, L.; FADELL-PICHETH, C.M.T, WEFFORT- SANTOS, A.M. Leishmanicidal, antibacterial, and antioxidant activities of *Caryocar brasiliense* Cambess leaves hydroethanolic extract. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 16(suppl), 2006.

PAWAR, R. Effect of *Curcuma longa* (Turmeric) on biochemical aspects of House Fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **International Journal of Scientific and Research Publications**, v. 3, n. 5, 2013.

PAVELA, R. Efficacy of naphthoquinones as insecticides against the house fly, *Musca domestica* L. **Industrial Crops and Products**, v. 43, n.0, p.745-750, 2013.

PAVELA, R.; BENELLI. G. Essential oils as eco-friendly biopesticides? Challenges and constraints. **Trends in Plant Science**, v. 21, p. 1000-1007, 2016.

PEREIRA, M. C. Introdução. In: PEREIRA, M.C.; LABRUNA, M.B.; SZABÓ, M.P.J.; KLAFKE, G.M. (eds) ***Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: Biologia, Controle e Resistência**. São Paulo: MEDVET. pp.1-5, 2008.

PEREIRA, A.C.R.L.; OLIVEIRA, J.V.; JUNIOR, M.G.C.G.; CÂMARA, C.A.G. Atividade inseticida de óleos essenciais e fixos sobre *Callosobruchus maculatus* (FABR., 1775) (Coleoptera: Bruchidae) em grãos de caupi [*Vigna unguiculata* (L.) WALP.]. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.3, p.717-724, 2008.

PIRES, J.; CARGNIN, S.T.; COSTA, S.A.; SINHORIN, V.D.G.; DAMAZO, A.S.; SINHORIN AP. et al. Healing of dermal wounds property of *Caryocar brasiliense* oil loaded polymeric lipid-core nanocapsules: formulation and in vivo evaluation. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v.150, p. 1-9, 2020.

REY, L. Parasitologia. Rio de Janeiro, **Editora Guanabara Koogan**. 4. ed.930p. 2008.

RIBEIRO, I.C.O.; MARIANO, E.G.A.; CARELI, R.T.; MORAIS-COSTA, F.; SANT'ANNA, F.M.; PINTO, M.S.; SOUZA, M.R.; DUARTE, E.D. Plants of the Cerrado with antimicrobial effects against *Staphylococcus* spp. and *Escherichia coli* from cattle. **BMC Veterinary Research**, v.14, p. 32, 2018.

SANCHEZ-ARROYO H, CAPINERA JL. House fly, *Musca domestica* Linnaeus (Insecta: Diptera: Muscidae). **The Institute of Food and Agricultural Sciences**, v.47: p.1-7, 2014.

SANTOS, A.C.V.; FERNANDES, C.C.; LOPES, L.M.; SOUSA, A.H. Insecticidal oils from amazon plants in control of fall armyworm. **Revista Caatinga**, v. 29, n.3, p. 642-647, 2016.

SANTOS, S.C.S. **Efeitos de óleos fixos dos frutos e extratos de folhas de buriti e xiriri em Teleóginas e larvas de *Rhipicephalus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae)**. 2019. Dissertação. (Mestrado em Produção Animal) - Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG, 2019.

SENRA, T.O.S.; CALMON, F.; ZERINGOTA, V.; MONTEIRO, C.M.O.; MATURANO, R.; MATOS, R.; MELO D, GOMES G, CARVALHO M, DAEMON E. Investigation of activity of monoterpenes and phenylpropanoids against immature stages of *Amblyomma*



cajennense and *Rhipicephalus sanguineus* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, v.112, n.10, p.3471-3476, 2013a.

SENRA, T.O.S.; ZERINGOTA, V.; MONTEIRO, C.M.O.; CALMON, F.; MATURANO, R.; GOMES, G. A.; FAZA, A.; CARVALHO, M.G.; DAEMON, E. Assessment of the acaricidal activity of carvacrol, (E)- cinnamaldehyde, trans-anethole, and linalool on larvae of *Rhipicephalus microplus* and *Dermacentor nitens* (Acari: Ixodidae). **Parasitology Research**, v.112, n.4, p.1461-1466, 2013b.

SHAH, R.M., SHAD, S.A. AND ABBAS, N. Methoxyfenozide resistance of the housefly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae): cross-resistance patterns, stability and associated fitness costs. **Pest Management Science**, 73, p. 254-261, 2017.

SILVA, R.A.C. **Plantas medicinais do nordeste do Brasil - *Ximenia americana* Linn: investigação química dos grãos e seu uso como biocatalisador**. 2016. Tese. (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2016.

SIMÕES, C. M. O.; SHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, Florianópolis: Editora da UFSC, p.403-433, 2007.

SMITH, K.G.V. **Insects and other arthropods of medical importance**. The Trustees of the British Museum (Natural History) London, 1 ed., p. 261-267, 1973.

SONENSHINE, D.E; ROE, R.M. **Biology of Ticks**, New York, 2013.

SURBURG, H.; PANTEN, J. Common Fragrance and Flavor Materials.Preparation, Properties and Uses. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. 5.ed. 325p. 2006.

SOUZA, M.D.C.; GIUSTOLIN, T.A.; ALVARENGA, C.D.; COSTA, J.N.J.; ASPIAZÚ, I. Aqueous extract of pequi fruit to control *Spodoptera frugiperda* in corn. **Archives of the Biological Institute**, v.85, p.1-5, 2018.

SOUZA, J.R.L.; OLIVEIRA, P.R.; ANHOLETO, L.A.; ARNOSTI, A.; DAEMON, E.; REMEDIO, R.N.; CAMARGO-MATHIAS, M.I. Effects of carvacrol on oocyte development in semi-engorged *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato females ticks (Acari: Ixodidae). **Micron**, v.116: p.66-72, 2019.

SUBAHARAN, K.; SENTHOORAJA, R.; MANJUNATH, S.; THIMMEGOWDA, G.G.; PRAGADHEESH, V.S.; BAKTHAVATSALAM, N. et al. Toxicity, behavioral and biochemical effect of *Piper beetle* L. essential oil and its constituents against housefly, *Musca domestica* L. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.174, p. 1-10, 2021.

VIEIRA, L.S. **Comparação dos métodos de controles estratégico e seletivo na carga parasitária de *Rhipicephalus microplus* em rebanhos bovinos leiteiros.** 2020. Dissertação. ( Mestrado em Ciência Animal). 52p.Universidade Federal de Goiás, 2020.

VILAS BOAS, B. M.; ALVES, A. P.; ALVES, J. A.; RODRIGUES, L. J.; ALVES, T. C.; VILAS BOAS, E. V. B. Physical, chemical, and biochemical characterization of pequi fruit harvested at different stages of development. **Ciência Rural**, v.43, n.12, p.2285-2290, 2013.

WANG, X. G.; LI, Q.; JIANG S. R.; LI, P.; YANG, J. Z. Chemical composition and insecticidal property of *Myrsine stolonifera* (Koidz.) walker (Family: Myrsinaceae) on *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Acta Tropica**, v. 170, p. 70-78, 2017.

YU, Z.J.; WANG, H.; WANG, T.H.; SUN, W.Y.; YANG, X.L.; LIU, J.Z. Tick-borne pathogens and the vector potential of ticks in China. **Parasites Vectors**, v. 8, n 24, 2015.

ZAHN, L.K. **Flight Behavior of the House Fly (*Musca domestica*) Under Field Conditions in Southern California.** 180p. 2019. Tese (Doctor in Entomology)-University of California Riverside, 2019.

ZALDÍVAR, M.F. **Resistência a acaricidas no carrapato bovino *Rhipicephalus microplus* (Canestrini 1887): identificação de mutações e desenvolvimento de novos métodos de controle.** 2020. Tese. (Doutorado em Ciências)- Programa de Pós-graduação em Parasitologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2020.

