

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

RONALDO LUÍS MACHADO RIBEIRO JUNIOR

**EXTRAÇÃO E APLICAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *SYZIGIUM CUMINI*
(JAMBOLÃO) E *HYMENAEA COURBARIL* (JATOBÁ) COMO BIOPESTICIDA NO
CONTROLE DE LARVAS DE *PLONOCOCCUS CITRI***

São Luís

2021

RONALDO LUIZ MACHADO RIBEIRO JÚNIOR

**EXTRAÇÃO E APLICAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *SYZIGIUM CUMINI*
(JAMBOLÃO) E *HYMENAEA COURBARIL* (JATOBÁ) COMO BIOPESTICIDA NO
CONTROLE DE LARVAS DE *PLONOCOCCUS CITRI***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Química do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Licenciatura em Química.

Orientador: Prof. Dr. Hilton Costa Louzeiro

São Luís

2021

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Ribeiro Junior, Ronaldo Luís Machado.

Extração e aplicação dos óleos essenciais de *Syzigium Cumini* jambolão e *Hymenaea Courbaril* jatobá como biopesticida no controle de larvas de *Plonococcus Citri* / Ronaldo Luís Machado Ribeiro Junior. - 2021.

45 p.

Orientador(a): Hilton Costa Louzeiro.

Monografia (Graduação) - Curso de Química,
Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.

1. Agrotóxicos. 2. Biolarvicidas. 3.
Bortifruticultura. I. Louzeiro, Hilton Costa. II. Título.

RONALDO LUIZ MACHADO RIBEIRO JUNIOR

**EXTRAÇÃO E APLICAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *SYZIGIUM CUMINI*
(JAMBOLÃO) E *HYMENAEA COURBARIL* (JATOBÁ) COMO BIOPESTICIDA NO
CONTROLE DE LARVAS DE *PLONOCOCCUS CITRI***

Aprovada em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Hilton Costa Louzeiro (orientador)

Doutor em Ciências

Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Núbia Fernanda Marinho Rodrigues

Doutora em Química

Universidade Federal do Maranhão

Profa. Ma. Francisca Socorro Nascimento Taveira

Mestra em Química

Universidade Federal do Maranhão

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu bom Deus (Javé) e a minha família.

RESUMO

O constante crescimento populacional origina uma demanda cada vez maior por alimentos, esse fato tem impulsionado o setor agrícola para o desenvolvimento de tecnologias visando o controle de pragas nas plantações, na maioria das vezes, os grandes produtores recorrem para o uso de agrotóxicos que são produtos químicos bastante tóxicos e eficientes na mortalidade das pragas agrícolas, porém devido à sua alta taxa de toxicidade, também, ocasionam danos ao ambiente e à saúde humana. Portanto, surge a necessidade do desenvolvimento de tecnologias ecológicas e sustentáveis para o controle de pragas, dentre as alternativas viáveis estão os óleos essenciais de plantas que apresentam potencial bactericida, fungicida, inseticida e larvicida, podendo ser aplicados como defensivos agrícolas naturais. O presente trabalho teve o objetivo de avaliar a atividade larvicida, em condições de laboratório, de óleos essenciais extraídos das plantas *Syzygium cumini* (jambolão) e *Hymanaea courbaril* (jâtobá) sobre larvas de cochonilha branca (*Planococcus citri*) para posteriormente serem testados em hortifruticulturas da agricultura familiar em comunidades tradicionais em Pinheiro-MA. Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação usando um extrator tipo Clevenger. Foram realizados teste de toxicidade dos óleos essenciais com efeito sobre *Artemia salina*. A composição química foi determinada por GC/MS. Para o estudo da atividade larvicida foram preparadas concentrações de 10, 20, 30, 40, 50, 70 e 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de cada óleo essencial em solução de DMSO 0,05%, avaliando a mortalidade em um tempo de 4h durante um teste piloto e, posteriormente, concentrações de 10, 25 e 40 $\mu\text{g mL}^{-1}$ pulverizando as soluções sobre as larvas de cochonilha contando um tempo fixo de 48 horas. Os óleos essenciais apresentaram os seguintes compostos majoritários: *Syzygium cumini* o isocariofileno (18,01%) e o *Hymanaea courbaril* o β -ocimene (23,33%). As espécies avaliadas neste estudo apresentaram efeito na mortalidade de 100% das larvas no teste piloto e se mostraram bastante eficazes como biolarvicidas na concentração de 40 $\mu\text{g mL}^{-1}$ no método de pulverização, além disso, não apresentaram toxicidade sobre as *Artemia salina*, podendo serem utilizados no controle de larvas de *Planococcus citri* em lavouras de hortifruticulturas cultivadas na agricultura familiar.

Palavras-chave: Agrotóxicos, Biolarvicidas, Hortifruticultura.

ABSTRACT

The constant population growth originates an increasing demand for food, this fact has driven the agricultural sector towards the development of technologies aiming at the control of pests in the plantations, most of the time the large producers resort to the use of pesticides, which are chemical products. quite toxic and efficient in the mortality of agricultural pests, however due to their high toxicity, they also cause damage to the environment and human health. Therefore, there is a need for the development of ecological and sustainable technologies for pest control, among the viable alternatives are essential oils from plants, which have potential bactericide, fungicide, insecticide and larvicide, so they can be applied as natural agricultural pesticides. The present work had the objective of evaluating the larvicidal activity, under laboratory conditions, of essential oils extracted from the plants *Syzygium cumini* (jambolão) and *Hymanaea courbaril* (jatobá) on larvae of white cochineal (*Planococcus citri*) to later be tested in horticultural crops of the family farming in traditional communities in Pinheiro-MA. The essential oils were extracted by hydrodistillation using a Clevenger extractor. Essential oils were tested for toxicity with an effect on *Artemia salina*. The chemical composition was determined by GC / MS. For the study of larvicidal activity, concentrations of 10, 20, 30, 40, 50, 70 and 100 µg mL⁻¹ of each essential oil in 0.05% DMSO solution were prepared, evaluating mortality in a time of 4h during a pilot test and, subsequently, concentrations of 10, 25 and 40 µg mL⁻¹ by spraying the solutions on cochineal larvae with a fixed time of 48 hours. The essential oils presented the following marjoritary compounds: *Syzygium cumini* o isocariofileno (18.01%) and *Hymanaea courbaril* o β-ocimene (23.33%). The species evaluated in this study had an effect on the mortality of 100% of the larvae in the pilot test and proved to be quite effective as biolarvicides in the concentration of 40 µg mL⁻¹ in the spraying method, in addition, they did not present toxicity on the *Artemia salina*, and can be used to control *Planococcus citri* larvae in horticultural crops grown in family farming.

Palavras-chave: Pesticides, Biolarvicides, Horticulture.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Árvore do <i>Hymenaea courbaril</i> L.....	19
Figura 2 – <i>H. courbaril</i> L. (jatobá), (a) frutos e flores	20
Figura 3 – Árvore <i>syzygium cumini</i>	21
Figura 4 – Fruto e semente do <i>Syzyguim cumini</i>	22
Figura 5 – Foto da <i>Plonococus citri</i>	24
Figura 6 – Aparelhagem experimental para hidrodestilação.....	26
Figura 7 – Cromatógrafo gasoso acoplado a espectrômetro de massas do NCCA/UFMA.....	27
Figura 8 – <i>Artemia salina</i> L.....	29
Figura 9 – Teste de toxicidade	30
Figura 10 – Gráfico log da concentração do óleo essencial de <i>H. courbaril</i> versus os acumulados de mortos e vivos, segundo o método Reed-Muench (1938).....	36
Figura 11 – Gráfico log da concentração do óleo essencial de <i>S. cumini</i> versus os acumulados de mortos e vivos, segundo o método Reed-Muench (1938).....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CL ₅₀	Concentração Letal de 50%
DMSO	Dimentilsulfóxido
PNDA	Programa Nacional de Defensivos Agrícolas
nD	Índice de Refração
OE	Óleo essencial
OE'S	Óleos essenciais
SE	Erro Padrão

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Determinação de parâmetros físico-químicos dos OE's <i>H. Courbaril L</i> e <i>S. cumini</i>	30
Tabela 2 - Compostos identificados no óleo essencial de <i>H. courbaril</i>	31
Tabela 3 - Compostos identificados no óleo essencial de <i>S. cumini</i>	33
Tabela 4 - Concentração Letal 50% para ação do OE frente <i>Artemia salina L.</i> e classificação dos óleos quanto a sua toxicidade pelo critério de Dolabella (1997).....	35
Tabela 5 – Concentração Letal 50% para ação do óleo essencial de <i>S. cumini</i> frente a <i>Artemia salina L.</i> e classificação dos óleos quanto a sua toxicidade pelo critério de Dolabella (1997).....	36
Tabela 6 - Quantificação de fenólicos totais (mg EAT g ⁻¹)	37
Tabela 7 - Mortalidade de 100% das larvas em todas as concentrações para os dois óleos essenciais.....	38
Tabela 8 - Atividade larvicida do óleo essencial de <i>H. courbaril</i> contra <i>Planococcus citri</i> em um período de 48 h.....	39
Tabela 9 - Atividade larvicida do óleo essencial de <i>S. cumini</i> contra <i>Planococcus citri</i> em um período de 48 h.	39

LISTA DE SÍMBOLOS

d	Densidade
m	Massa
V	Volume
nD	Luz amarela

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	Objetivo Geral.....	13
2.2	Objetivos específicos.....	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1	Agroecologia.....	14
3.2	Horticultura.....	14
3.3	Óleos essenciais.....	15
3.4	Bioinseticida.....	16
3.5	<i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá).....	18
3.6	<i>Syzygium cumini</i> (jambolão).....	20
3.7	<i>Planococcus citri</i> (Cochonilha-branca).....	22
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
4.1	Amostras dos vegetais.....	25
4.2	Determinação de parâmetros físico-químicos dos óleos.....	25
4.2.1	Cor e Aparência.....	25
4.2.2	Densidade.....	25
4.2.3	Índice de refração.....	25
4.3	Extração dos óleos essenciais.....	26
4.4	Determinação do perfil cromatográfico dos óleos essenciais.....	27
4.5	Fenólicos totais.....	27
4.6	Teste de toxicidade dos óleos essenciais.....	28
4.7	Teste de mortalidade das larvas de cochonilha branca com a aplicação dos óleos essenciais.....	29
4.8	Teste de mortalidade das larvas de cochonilha branca com a aplicação dos óleos essenciais – amostra de óleo pulverizada.....	29
5	RESULTADOS.....	30

5.1	Análise dos resultados físico-químicos dos óleos essenciais.....	30
5.2	Determinação da composição química dos óleos essenciais por cromatografia a gás.....	31
5.3	Toxicidade dos óleos essenciais.....	34
5.4	Fenólicos totais.....	37
5.5	Testes de mortalidade das larvas de cochonilha branca com aplicação dos óleos essenciais.....	37
5.5.1	Teste mortalidade.....	37
5.5.2	Teste com aplicação dos óleos essenciais via pulverização.....	38
6	CONCLUSÃO.....	39
	REFERÊNCIAS.....	

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Lei Federal nº 7.802, de 11 de Julho de 1989, agrotóxicos podem ser definidos como:

Os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos; substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento; componentes: os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins.

Desde o século XI, a ação de alguns compostos inorgânicos é conhecida. Era difundido as aplicações de compostos sulfurados, derivados de arsênio, cloreto de mercúrio e sais de cobre. Em paralelo, a utilização de compostos orgânicos com propriedades pesticidas era reduzida simplesmente na aplicação de inseticidas naturais. Em 1930, são introduzidos os primeiros pesticidas orgânicos sintéticos, os alquiltiocionatos. O pioneiro a demonstrar ampla eficiência inseticida foi diclorodifenil-tricloroetano (DDT), sintetizados em 1939. Posteriormente, outros fosforados e organoclorados foram sintetizados e utilizados durante algumas décadas (NUNES e RIBEIRO, 1999).

O aumento exponencial na aplicação de defensivos agrícolas industriais originou-se na Revolução verde, um grande marco na agricultura mundial que teve seu primórdio nos Estados Unidos, na década de 50. Essa revolução deu origem a um grande avanço e a modernização na agricultura com intuito de aumentar a produtividade nas lavouras. A modernização chegou no Brasil na década de 70, com a inauguração do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA). O Estado na época era um dos principais incentivadores do uso de Agrotóxicos, pois cedia créditos agrícolas por meio do programa para captar e utilizar essas substâncias (LOPES; ALBUQUERQUE, 2013).

Ao longo dos anos, diversos estudos científicos vêm alertando que os agrotóxicos causam danos ambientais e à saúde humana. Entretanto, é possível realizar um controle sustentável de pragas agrícolas como alternativas viáveis,

existem plantas cujos óleos essenciais apresentam atividades inseticidas (SÁ-STOOPEL; MAGALHÃES, 2004).

Os óleos essenciais são substâncias naturais, voláteis e complexas formadas, principalmente, por compostos terpênicos, como os mono e sesquiterpenos, além dos fenilpropanóides que são os principais constituintes dos óleos essenciais (MIRANDA *et al.*, 2016). Geralmente, os óleos essenciais não possuem classificação toxicológica, além de serem de rápida degradação no ambiente, sem efeitos colaterais e apresentam seletividade (LAGUNES; RODRIGUEZ, 1989; ENDERSBY, 1991). Dentre as espécies de plantas cujos óleos essenciais apresentam ação inseticida e larvicida promissoras citadas na literatura, destacam-se *Hymenaea courbaril* (jatobá) e o *Syzygium cumini* (jambolão).

A atividade biopesticida dos óleos essenciais podem contribuir para diminuir o número de insetos-pragas que atacam hortifruticulturas, que atualmente são os principais componentes dos alimentos básicos produzidos pela agricultura familiar, que no âmbito nacional é responsável pela produção de quase 70% dos alimentos básicos consumidos pelos brasileiros (SERENINI; MALYZS, 2015) e 90% da produção orgânica, desse modo, a agricultura orgânica no Brasil é a base da produção familiar, que contribui para a exploração de sistemas agrícolas sustentáveis e favorece a conservação de áreas verdes (SANTOS, 2012).

O presente estudo teve o objetivo de realizar a extração, através da técnica de hidrodestilação e avaliar a atividade larvicida, em condições de laboratório (*in vitro*), do óleo essencial das plantas: *Hymenaea courbaril* (jatobá) e o *Syzygium cumini* (jambolão) para, posteriormente, serem aplicados como biopesticidas na agricultura familiar no município de Pinheiro-MA.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral:

Desenvolver biolarvicidas a partir dos óleos essenciais das plantas *Hymenaea courbaril* (jatobá) e o *Syzygium cumini* (jambolão) para serem aplicados no controle de pragas da agricultura familiar em comunidades tradicionais localizadas na zona rural do município de Pinheiro-MA.

2.2. Objetivos Específicos:

Identificar espécies de plantas com atividade no combate e controle larvas de insetos-praga;

Analisar o perfil cromatográfico do óleo essencial das plantas *Hymenaea courbaril* (jatobá) e o *Syzygium cumini* (jambolão);

Determinar a toxicidade do óleo essencial das plantas *Hymenaea courbaril* (jatobá) e o *Syzygium cumini* (jambolão).

Avaliar a atividade larvívora do óleo essencial das plantas *Hymenaea courbaril* (jatobá) e o *Syzygium cumini* (jambolão) em larvas de *Planococcus citri*.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Agroecologia

Agroecologia é a ciência que tenta conciliar fundamentos ecológicos com a produção agrícola sustentável e conservação de recursos naturais. Disponibiliza condições para o desenvolvimento e adaptações de tecnologias no sistema produtivo do agricultor. Seus conhecimentos têm origens nos sistemas tradicionais de produção agrícola indígena e em tecnologias modernas de pequeno consumo de insumos responsáveis pela diversidade na produção.

A autonomia no uso das tecnologias do produtor é uma das características que fazem parte dessa ciência que busca parâmetros científicos, ambientais e culturais para uma produção progressiva aplicada aos ecossistemas e estratégias para manutenção econômica dessa nova forma de fazer agricultura sustentável. É uma atividade que estabelece uma produção sustentável com atividade biológica, biodiversidade e utilização dos ciclos biológicos. Os produtos alimentícios finais não utilizam nos seus processos fertilizantes químicos, herbicidas e pesticidas, ao invés, procura desenvolver uma rotação de cultura com solo fértil (PEDRO-SÁ, 2016).

3.2 Horticultura

Horticultura é a ciência responsável pelo cultivo de vários tipos de plantas em jardins, pomares, hortas ou estufas. A utilização dessas plantas abrange tanto a

necessidade alimentar humana quanto a estética. É classificada em duas vertentes: Oleicultura e fruticultura. Olericultura é o cultivo de verduras e legumes; fruticultura corresponde ao plantio de frutos (SEBRAE, 2017).

Seguindo o protocolo de segurança alimentar, a disponibilidade e acesso a uma variedade de alimentos de qualidade com abundância são características da produção em hortas. As hortaliças são alimentos ricos em vitaminas, minerais e substâncias, que são reguladoras e essenciais para manutenção do organismo. A maioria dos produtores que utilizam esse tipo de atividade, acabam garantindo uma fonte de renda ou complementando em pouco tempo de plantaço, cerca de 60 a 90 dias com um custo baixo de produço pela utilizaço insumos produzidos no próprio local (PEDROSA, 2016).

3.3 Óleos essenciais

Óleos essenciais são compostos aromáticos lipofílicos que são extraídos das plantas, na maioria das vezes, que tem como finalidade o uso industrial em diversos ramos: alimentar, cosmético, perfumaria, farmacêutico, dentre outras. Informações remontam aos antigos hierográficos egípcios e manuscritos chineses que utilizaram dessas essenciais na cura de algumas doenças (BUSATO, 2014).

Apesar de apresentarem aspecto oleoso, os óleos essenciais têm volatilidade em temperatura ambiente, que caracteriza sua principal diferença para os óleos vegetais que são misturas de ácidos graxos, retirados principalmente de sementes. São geralmente incolores ou pouco amarelados, baixa estabilidade na presença de luz e calor, sendo pouco solúveis em água (MORAIS, 2009). São encontrados nos rizomas, cascas, folhas, raízes, sementes e frutos. São produzidos e secretados por estruturas especializadas ou proveniente de hidrólise de heterósidos (SALES, 2015).

Os óleos essenciais se originam de metabólitos secundários, sua composição é complexa, sendo composto principalmente por hidrocarbonetos terpenóides e em menor quantidade por fenilpropanóides, álcoois simples, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, peróxidos, ácidos orgânicos, lactonas e compostos com enxofre (SANGWAN *et al.*, 2001).

Sua principal função nas plantas é como metabólito secundário que auxiliam na produço de metabólitos primários: hormônios, fito esteroides e carotenoides. Sua liberaço no meio natural tem por consequência uma resposta dos órgãos vegetativos

aos ataques de fitófagos, atração de agentes auxiliares na polinização e inibidores da germinação de plantas vizinhas (SALES, 2015).

A extração é feita por diversos processos, os mais utilizados são: destilação, solventes orgânicos, prensagem a frio, extração por alta pressão e extração por fluidos supercríticos (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009). Existe três diferentes formas de extração por destilação com água/vapor: destilação com água (hidrodestilação), destilação com água /vapor e destilação a vapor (BUSATO et al., 2014).

O desenvolvimento da destilação necessita que o material vegetal seja fragmentado para facilitar a remoção do óleo essencial dos tricomas glandulares do vegetal, variando conforme a estrutura da planta. Folhas, flores e outras parte finas e fibrosas não precisam ser fragmentadas. As sementes são esmagadas, caules, raízes e todo o material lenhoso são cortados em comprimentos pequenos (BUSATO et al., 2014)

3.4 Bioinseticida

Grandes perdas agrícolas e transmissões de doenças são geradas por grupos de insetos. O principal instrumento utilizado nas lavouras pela maioria dos agricultores para controle é o uso de substâncias químicas sintéticas. Os diversos problemas originados pelo uso em larga escala e contínuo tem sido rotineiramente relatado, como: degradação ambiental e intoxicação de seres humanos. Contudo, o uso de inseticidas biológicos tem sido uma alternativa sustentável e viável, visto que os insetos são provenientes do meio natural (OLIVEIRA-FILHO, 2008).

As plantas fornecem um amplo leque de substâncias bioativas de diferentes estruturas químicas e com atividade contra insetos. Os inseticidas de gênese natural foram muito utilizados contra proliferação de pragas agrícolas no século XX. Foram diversas substâncias, entre elas: nicotina proveniente da espécie *Nicotiana*; os piretroides piretrina e aletrina, isolados das flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium* e o rotenoide rotenona, isolado de espécies dos gêneros *Derris* e *Lonchocarpus*, mais recentemente, o limonoide azadiractina (GARCEZ, 2013).

Na década de 1950 a 1970, surgiram inseticidas de origem sintética que substituíram os inseticidas naturais. Exemplo desse compostos sintéticos são: DDT, BHC, Aldrin, Dieldrin e clordano 16. O primeiro foi o que fez mais sucesso no mercado: DDT(diclorodifeniltricloroetano), pois tinha atuação prolongada para controle de

vetores e ainda pendurava o efeito por vários meses, quando utilizado em paredes e tetos de casa. Algo que gerou um lado negativo no consumo do DDT foi que, além de atingir os vetores, ele atingia a fauna e a flora, prejudicando o meio ambiente (GARCEZ, 2013).

Compostos inorgânicos também começaram a ser utilizados desde antiguidade, os mais utilizados foram: arseniatos de chumbo e cálcio, enxofre em pó, cal, fluorsilicato de bário e sulfatos (VIEGAS-JÚNIOR, 2003). As plantas são os principais meios para a síntese de compostos bioativos tóxicos com estruturas química orgânicas diferentes e com várias atuações ativas contra insetos (GARCEZ, 2013).

Alcaloides, piretróides e rotenóides formam um grupo importante de inseticidas de origem natural. Os piretróides são extraídos das flores do pireto (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), os primeiros relatos do seu uso são da Pérsia em 1800 A.C e na antiga Iugoslávia. No grupo dos alcaloides existem diversas substâncias conhecidas no controle de pragas, como a nicotina e a nor-nicotina. Seu uso começou no século XVI com mais de 3 mil toneladas produzidas no ápice, no século XIX. Vem declinando a produção do sulfato de nicotina devido a toxicidade a mamíferos, alto custo de produção, odor desagradável e baixa atividade inseticida (VIEGAS-JÚNIOR, 2003).

Terpenóides, outra classe de produtos naturais com atividade inseticida é formada por monoterpenos e os sesquiterpenos. Os terpenos possuem variedades de compostos de origem vegetal com importância ecológica. São isolados e avaliados pela toxicidade frente a vários insetos, os mais comuns são: α -pineno, pineno, 3-careno, limoneno, mirceno, α -terpineno e canfeno. Os limonóides compõem o nível máximo da produção de terpenóides em plantas que não sofrem patologias por insetos. Outros monoterpenos com eficácia são: limoneno, o mirceno e a 1,2-epóxipulegona que apresentam funções de proteção aos vegetais que os produzem. Sua atuação ocorre na inibição da acetilcolinesterase, retardadores do crescimento, supressores de apetite e redução da capacidade reprodutiva, levando os insetos à morte por inanição ou toxicidade (VIEGAS-JÚNIOR, 2003).

Então, para qualificar um óleo essencial como praguicida, ele deve apresentar eficácia em pequenas concentrações, baixa toxicidade para mamíferos, biodegradabilidade e ausência de fitotoxicidade. São propriedades essenciais para todo inseticida, mas nem todos apresentam todas essas propriedades reunidas (ALVES, 2018).

3.5 *Hymenaea courbaril* (jatobá)

O grande gênero *Hymenaea*, pertence à família Leguminosae, subfamília Caesalpinoideae. Uma das espécies desse gênero é o *Hymenaea courbaril*, conhecido como jatobá ou jataí, representado na Figura 1, tem seu aspecto evolutivo importante, pois seus registros particulares, em âmbares produzidos pelas suas espécies, foram descobertas amostras fósseis desses âmbares datadas a partir do período Terciário (65 a 5,1 milhões de anos atrás). Sua concentração tem início nas florestas equatoriais africanas, entretanto, sofreu radiação adaptativa para praticamente todos os ecossistemas tropicais na América do Sul e Central (COSTA, 2004).

Figura 1 - Árvore do *Hymenaea courbaril*



Fonte: Canovas (2017)

Esse gênero tem sua ocorrência acentuada no Brasil e na América tropical (SOUZA, 2015). No Brasil, onde se encontra a maior diversidade de espécies (cerca de 80%), os representantes de *Hymenaea* estão distribuídos desde ambientes alagados no Pantanal ou na Amazônia até florestas sazonais secas, como Cerrado e Caatinga (PINTO, 2017). Ele ocorre em florestas pluviais, começando da Amazônia até a mata atlântica de São Paulo. Em florestas amazônicas, apresenta altura com variação entre 14 e 20 metros, com diâmetros com até 1 metro, caule reto, sem sapopemas e fustes de 24 metros. Além disso, apresenta folhas compostas de dois

folíolos brilhantes, de 6 a 14 cm de comprimento. Ocorre também do Piauí até o norte do Paraná em florestas semidecídua. É comum eles ocorrerem em mata ciliar ou de várzea, dando uma característica de espécie clímax e pertencente ao grupo dos indicadores acompanhantes, sujeito à inundação periódica (SOUZA et al, 2008).

Para o cultivo da espécie, o solo não precisa ser muito fértil e úmido. São concentradas em áreas bem drenadas, utiliza-se no reflorestamento heterogêneo e na arborização de jardins e grande parques. Outra peculiaridade dessa planta são as pouquíssimas solitudes hídricas e nutricionais pedidos pelo jatobá em locais naturais, popularizados em solos distróficos e bem drenados. A temperatura ideal para seu melhor desenvolvimento estar entre 19 a 28°C, com anseio hídrico entre 1000 a 2000 mm anuais de precipitação (NASCIMENTO et al., 2011).

Do jatobá (*H. courbaril* L.) podem ser isolados diversos produtos que agregam valor econômico e têm levado a sua extinção: óleos essenciais de seus frutos, folhas, resina, substâncias amargas, taninos, matérias resinosas, pécticas e açúcares podem ser obtidos a partir do fruto e da casca do tronco. Além disso, as espécies que fazem parte deste gênero fornecem boa madeira, frutos comestíveis e cascas taníficas. Outro produto importante é as resinas úteis, utilizada tanto para a fabricação de vernizes, quanto para fins medicinais. As resinas úteis são compostos isolados muito importantes, sua extração é feita por meio da escavação do solo que acumula certas quantidades provenientes da árvore ou por sangria do tronco. Esse composto é proveniente de vários processos químicos acumulados ao longo dos anos (SALES et al., 2014)

Os frutos do jatobá, representados na Figura 2, são comestíveis e produzem uma polpa farinácea que gera uma farinha com valor proteico proporcional ao fubá de milho, com utilização culinária e na alimentação animal. Outros compostos orgânicos são encontrados como terpenos, oligossacarídeos e polissacarídeos em suas sementes e folhas. Possui flores brancas ou avermelhadas hermafrodita, com os morcegos sendo o principal a gente polinizador (SOUZA et al., 2008). O período de amadurecimento dos frutos começa em junho e vai até dezembro. A reprodução inicia aos 10 anos de idade em plantios.

A sua madeira é de excelente qualidade para uso em marcenaria, carpintaria, indústria naval e os índios amazônicos utilizam as cascas que chegam a 4 cm de espessura para fabricação de canoas (COSTA, 2004). As sementes são dispersadas,

na maioria das vezes, pela água de rios, córregos e pelo mar. Em terra sua dispersão é zoofilia, sendo os roedores os principais vetores e mamíferos.

Figura 2 – *Hymanaea courbaril* (a) frutos e cascas e (b) flores do jatobá



Fonte: Karal (2006)

3.6 *Syzygium cumini* (jambolão)

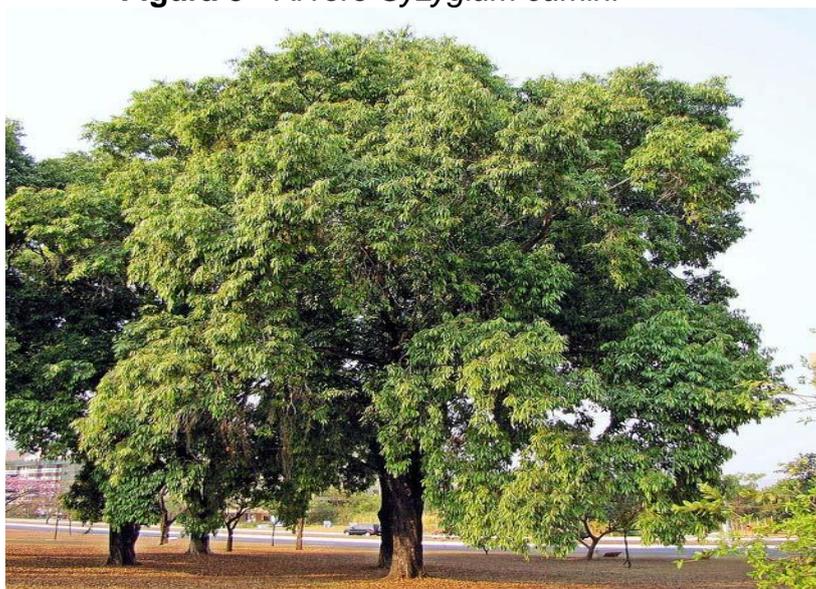
O *Syzygium cumini* L. (sinonímia: *Eugenia jambolana* L.) faz parte do gênero *Syzygium*, é uma planta nativa da china, indonésia e das Antilhas, mas é encontrada em diversos países. Faz parte da família da Myrtaceae. A planta foi inserida em vários países tropicais que fazem parte dos continentes africano e sul-americano. No Brasil, ela é encontrada em diversos estados das regiões Sudeste, Nordeste e Norte (MIGLIATO, 2006).

Esse gênero possui 14 espécies que incluem *Syzygium uniflora*, *Syzygium ponifolia*, *Syzygium jambos* (L) alst e *Eugenia jambolana* L, conhecido como *Syzygium cumini* (L) ou *Syzygium jambolanum*. *Syzygium jambos*, *Eugenia jambolana* e *Syzygium cumini* (L) *skeels* recebem o nome popular de jambolão (PEREIRA, 2011). *Eugenia jambolana* ou *Eugenia cumini* é o nome científico antigamente adotado do fruto que é conhecido popularmente por azeitona-da-terra, jambu, Jamelão, amora índiana, ameixa roxa, azeitona preta, cereja, jálão, kambol, azeitona-do-nordeste, umrta, guapê, Jambuí e baga de freira (QUEIROGA, 2018).

Com copa frondosa e densa, esse vegetal é perenifólia de 14 a 20 metros de altura com tronco tortuoso, conforme a Figura 3. É uma árvore bastante rústica e com peculiaridade de clima quente e úmido, originando uma adaptação em diversos tipos de solos, inclusive em solos onde a maior de outras fruteiras não conseguem proliferação. A idade a qual atingem o ápice do seu tamanho é, geralmente, aos 40

anos, alcança altura de 10 metros e 3 a 4,5 m de diâmetro de projeção da copa, com inúmeros ramos, folhas, ranhuras escuras e cicatrizes foliares evidentes. As folhas são simplórias, ligantes pecíolos, lanceoladas e com margem ondulada (PEREIRA, 2011).

Figura 3 - Árvore *Syzygium cumini*



Fonte: Rocha (2018)

O consumo do fruto do jambolão é normalmente feito juntamente com a casca, dando um alto rendimento, porque 80% desta é comestível. É uma fruta pequena e formato ovoide, com casca-fina e lustrosa, quando madura adquire uma cor roxa-escura de polpa carnosa, pouco caldosa, delimitando um caroço único. A presença de antocianinas é responsável pela coloração roxa-escura do fruto, que em misturas aquosas apresentam alta solubilidade como vantagem. O jambolão é muito rico em diversas substâncias e minerais (cálcio e potássio) que acabam dando grande destaque à espécie. Substâncias com flavonoides, ácidos fenólicos e taninos hidrolisáveis, que acabam dando um sabor adstringente. Além disso, o jambolão apresenta diversas propriedades medicinais, sendo utilizado diversas partes da planta no tratamento de doenças, como exemplo, a diabetes (QUEIROGA, 2018).

As sementes de *Syzygium cumini*, representada na Figura 4, possuem em comparação ao fruto, valores superiores em carotenoides, compostos fenólicos e atividade antioxidante. As diversas partes da planta que são usadas como as cascas do caule têm aplicação no tratamento da diabetes e atividades antimicrobiana, hipoglicemiante, hipotensiva, adstringente, diurética, antiinflamatória, hemorrágica,

estimulante do sistema nervoso central, antipirética, anticonvulsivante, carminativa e na tiescorbútica (QUEIROGA, 2018).

As flores são de coloração branca a creme são uma planta hermafroditas com forma de panículas mirceóides. Contém androceu dialistêmone e polistêmone, formando anteras globosas (MIGLIATO et al., 2007).

Figura 4 - Fruto e semente do *Syzyguim cumini*



Fonte: Vizzotto (2008)

3.7 *Planococcus citri* (Cochonilha-branca)

Dentre os insetos-pragas comuns na hortifruticultura, a espécie *Planococcus citri* (Cochonilha-branca) tem destaque no Brasil por estar distribuída em todas as regiões e por ser um inseto polífono, que pode atacar várias espécies vegetais, sendo relatada nas culturas de anonáceas (pinha, fruta do conde, atemóia, etc.), cafeeiro, soja, goiabeira, algodoeiro, videira, figueira, mangueira, bananeira, carambola, coqueiro, macadâmia, em citros, figueira e plantas cultivadas em estufas como antúrios, orquídeas, cactáceas e bromeliáceas. Faz parte de uns dos mais importantes grupos de insetos pragas que atuam em diversas lavouras, destruindo vegetais silvestres e cultivadas (CORREA et al., 2011).

As cochonilhas pertencem à superfamília Coccoidea (Hemiptera: *Sternorrhyncha*) inclui mais de 7700 espécies compreendidas em 34 famílias distribuídas em todas regiões zoogeográficas do mundo, exceto a Antártica. Para o Brasil são registradas

529 espécies, sendo somente cinco registradas para o estado do Maranhão (RAMOS, 2015).

Existe 3 grupos de famílias que fazem parte da superfamília Coccoidea: coccidae, pseudococcidae e diaspididae. A *Planococcus citri* faz parte da família pseudococcidae, na qual a *Planococcus citri* tem grande destaque na horticultura Brasileira (RAMOS, 2015). Conhecida por cochonilha-branca, cochonilha-dos-citros ou cochonilha-da-rosetado-cafeeiro, apresentam o corpo recoberto por uma secreção, parecendo uma cobertura por farinha, como mostra na Figura 5 (CORREA, 2008).

A identificação é complexa, pois grande parte das espécies apresentam tamanho reduzido (menos de 5 mm) e ainda podem apresentar superfícies muito parecidas. São utilizados todo um aparato de preparações microscópicas e familiaridade com informações cuticulares pequenas (CORREA, 2008). As cochonilhas se alimentam pela sucção de seiva das plantas. Os danos são provenientes não apenas da remoção de seiva, mas também da injeção de toxinas e do honeydew que é liberado ao sugarem a seiva, o qual favorece a incidência do fungo da fumagina, reduzindo a fotossíntese e dificultando a respiração das plantas (CORREA, 2008).

A reprodução desse gênero é sexuada, sendo poucas espécies partenogênicas. As fêmeas colocam os ovos no interior de um ovissaco branco e filamentosos, que servem para proteção, fazendo uma estrutura lanuginosa branca que fica no corpo. A capacidade de ovoposição é de 400 ovos, com média de 6 dias para nascerem as ninfas. O período de ninfa das fêmeas é de 28 dias e dos machos de 24 dias, completando o ciclo de 20 a 44 dias (CORREA et al., 2011).

Algumas das espécies da *Planococcus* apresentam características particulares quanto ao tipo de hospedeiros para família de plantas, e até mesmo gênero. Foram divididas em grupos as espécies desse gênero: características morfológicas e suas plantas hospedeiras. Podem ser encontradas em quase todas as partes da planta hospedeira, mas muitas espécies localizam-se em locais característicos. Muitas vivem debaixo de cascas de árvores, na bainha das folhas, nas brácteas, debaixo de cálices, raízes, botões florais e frutos (SANTA-CECÍLIA et al., 2002).

Essas cochonilhas podem se manter móveis por toda sua vida, caminhando por todas as superfícies. Entretanto, a maneira mais eficiente de disseminação por maiores distâncias é através do vento, que desloca as ninfas ambulantes por toda a cultura e entre culturas vizinhas (GRAVENA, 2003).

Figura 5 - Foto da Plonococcus citri



Fonte: Davidson (2016)

As fêmeas desses insetos apresentam uma morfologia de formato oval, recoberto por uma secreção pulverulenta de cera branca, uma coloração castanho-amarelada e uma lista mediana no dorso, característica da espécie. Seu comprimento em média é de 1,6-3,2 mm e largura de 1,0-2,0 mm. Apresentam 18 pares de cerários nas margens do corpo, contendo cada cerário duas setas cônicas. As pernas são alongadas, com poros translúcidos aparentes sobre as coxas e as tíbias posteriores e há presença de ostíolos com margens moderadamente esclerotizadas (CORREA, 2008).

Por outro lado, os machos quando ninfas são fixos em plantas, enquanto adultos são alados e possuem um par de asas desenvolvidos. Contém 3 pares de olhos simples, sem peças buscais e não se alimentam. Eles ainda apresentam clara visão, ao contrário das fêmeas; com tórax e abdômen que tem uma foz prolongada estiliformes e suas antenas têm de 10 a 24 segmentos (CORREA, 2008).

É possível utilizar os óleos essenciais do jatobá e do jambolão como biolarvidas sobre larvas de cochonilha branca, que ataquem a produção da agricultura familiar e dessa forma estimular para a implementação das ações da segurança alimentar e nutricional, o que tem se mostrado relevante para aumentar a produção de alimentos através do fortalecimento da agricultura familiar sustentável, livre de agrotóxicos e de acordo com os critérios inseridos na agroecologia.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Amostras dos vegetais

As cascas do fruto do *Hymenaea courbaril* (jatobá) foram coletadas na cidade de Santa Rita–MA em outubro de 2019 , as folhas de *Syzygium cumini* foram coletadas no campus Bacanga–UFMA. Foram transportados para o Laboratório de Pesquisa e Aplicação de Óleos Essenciais do Pavilhão Tecnológico da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), onde foram secas em temperatura ambiente, trituradas em moinho de facas e, em seguida, armazenadas para extração dos óleos essenciais.

4.2 Determinação de parâmetros físico-químicos dos óleos

As propriedades físico-químicas do óleo essencial analisadas foram: cor, aparência, densidade, índice de refração e solubilidade em etanol (70% v/v).

4.2.1 Cor e Aparência

A visualização da cor ocorre sobre um fundo branco feito de papel, e comparação de cores. Aparência é feita analisando sua transparência ou limpidez (IAL,1985).

4.2.2 Densidade

Densidade do óleo essencial e determinada utilizando um picnômetro de 0,5 mL, onde foi adicionada a amostras à 25 °C, pesando-as em seguida (IAL, 1985).

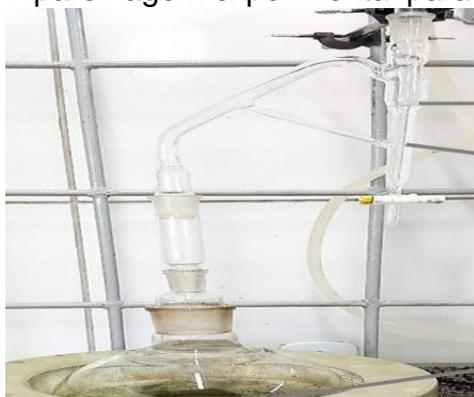
4.2.3 Índice de refração

O índice de refração é determinado realizando somas de amostras do óleo diretamente sobre o prisma do refratômetro de ABBE, a uma temperatura de 25 °C, com uma pipeta de Pasteur de vidro (FARMACOPEIA, 2010).

4.3 Extração dos óleos essenciais

A técnica de hidrodestilação foi escolhida para obtenção dos óleos essenciais, com aparelho de extração tipo Clevenger. Para cada processo de extração dos óleos essenciais foram medidas as massas de *H. courbaril* (jatobá) = 200 g das cascas do fruto; *Syzygium cumini* (jambolão) = 200 g das folhas, posteriormente, foi adicionado água destilada na proporção de 1:10 e colocadas em um balão de fundo redondo acoplado ao sistema extrator, como na Figura 6. Em relação a hidrodestilação, as condições utilizadas foram de 100 °C por 3,5 h, recolhendo-se o óleo essencial extraído de cada material vegetal. Logo após, os óleos essenciais foram secos com sulfato de sódio anidro (Na₂SO₄). Sobre essas operações foram realizadas em triplicatas e as amostras armazenadas em ampolas de vidro âmbar sob refrigeração de 4 °C para evitar possíveis perdas de constituintes voláteis. Metodologia adaptada descrita pela Farmacopeia Brasileira (2010).

Figura 6 – Aparelhagem experimental para hidrodestilação



Fonte: Autor (2020)

O rendimento da extração foi expresso pelo cálculo da percentagem, utilizando a densidade para encontrar a massa do óleo na relação massa/massa, observando o volume máximo obtido de cada óleo por massa (g) dos vegetais em estudo. A equação 1 demonstrada (FARMACOPEIA, 2010).

$$\% R = \frac{V \cdot d}{m} \quad (1)$$

4.4 Determinação do perfil cromatográfico dos óleos essenciais

Os constituintes do óleo essencial foram identificados por cromatografia a gás acoplado à espectrometria de massas (CG-EM), marca: Shimadzu, Figura 7. Foi dissolvido 1,0 mg da amostra em 1000 μL de diclorometano (pureza 99,9%). As condições de análise foram as seguintes: Método : Volume injetado: 0,3 μL ; Coluna : Capilar HP-5MS (5% difenil, 95% dimetil-polisiloxano) (Equivalente DB-5MS ou CP-Sil 8CB LB/MS), nas dimensões (30 m x 0,25 mm x 0,25 μm); Gás de arraste: He (99,9995); 1,0 mL/min; Injetor: 280 $^{\circ}\text{C}$, modo Split (1:10); Forno: 40 $^{\circ}\text{C}$ (5,0 min.) até 240 $^{\circ}\text{C}$ numa taxa de 4 $^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$, de 240 $^{\circ}\text{C}$ até 300 $^{\circ}\text{C}$ (7,5 min) numa taxa de 8 $^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$; tT = 60,0 min; Detector: EM1; EI (70 eV); Modo varredura (0,5 seg/scan); Faixa de massas: 40 – 500 daltons (uma); Linha transferência: 280 $^{\circ}\text{C}$.; Filamento: desligado 0,0 a 4,0 min; Espectrômetro de massas tipo quadrupolo linear. A quantificação foi realizada por normalização das áreas dos picos, e a identificação através da Biblioteca do Equipamento NIST08 (National Institute of Standards and Technology).

Figura 7 - Cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas do Núcleo de Combustíveis, Catálise e Ambiental (NCCA)UFMA



Fonte: Autor (2020)

4.5 Fenólicos totais

O método de Folin-Ciocalteu, com adaptação, foi utilizado para determinar compostos fenólicos (WATERHOUSE, 2012). Foi gasto 5 mg do óleo essencial diluído em 1 mL de etanol, sendo adicionado mais 3 mL de água destilada na solução, 500 μL do reagente Folin-Ciocalteu e 2,0 mL de carbonato de sódio a 20%. A solução formada e

levada ao banho-maria a 50 °C por 5 min, retirada e deixada para esfriar; e, então, foi realizada a leitura em espectrofotômetro manual, em comprimento de 760 nm. A curva padrão foi expressa em mg L⁻¹ de ácido tânico.

4.6. Teste de toxicidade dos óleos essenciais

Utilizando um recipiente retangular, com divisórias contendo orifícios de 0,02 cm de espessura com 0,5 cm e distribuídos semelhantemente, adicionaram-se soluções salinas artificiais (60 g de sal marinho/1L de água destilada). O recipiente foi acrescentado em uma incubadora iluminada por uma lâmpada fluorescente, com aeração. De um lado deste recipiente, foram adicionados cerca de 64 mg de cistos de *Artemia salina* (Figura 8), mas não cruzaram a divisória. Uma parte do sistema com cistos da *Artemia salina* tapado com papel alumínio, pois quando nascer são atraídos pela luz do outro lado do sistema, forçando-os a atravessar a partição. Este procedimento visa homogeneizar as condições físicas dos organismos de teste. O período de incubação foi 48 h e com temperatura monitorada.

Para a avaliação da letalidade de *Artemia salina* Leach, foi preparada uma solução salina estoque de cada óleo essencial na concentração de 10.000 mg L⁻¹ e 0,02 mg de Tween 80 (tensoativo). Alíquotas de 5, 50 e 500 µL desta foram transferidas para recipientes e completados com solução salina já preparadas anteriormente até 5 mL, obtendo-se no final concentrações de 10, 100 e 1000 mg.L⁻¹, respectivamente. Todos os ensaios foram realizados em triplicatas, onde dez larvas na fase náuplio foram transferidas para cada um dos recipientes. Para o controle do branco utilizou-se 5 mL da solução salina e para o controle negativo 5 mL de uma solução 4 mgL⁻¹ de Tween 80. Após 24 horas de exposição, realizou-se a contagem das larvas vivas, considerando-se mortas aquelas que não se movimentaram durante a observação e nem com a leve agitação do frasco.

Figura 8 - *Artemia salina* após 36h de eclosão



Fonte: Autor (2020)

4.7. Teste de mortalidade das larvas de cochonilha branca com a aplicação dos óleos essenciais

Foram preparadas cinco diluições nas concentrações 10, 20, 30, 40, 50, 70 e 100 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de uma solução dos óleos essenciais diluídos em (DMSO) 0,05%. A cada concentração foram adicionadas 10 larvas na proporção 1 mL por larva, figura 9. Após 4h de exposição, as larvas foram removidas das soluções e foram realizados a contagem de larvas vivas e mortas.

Figura 9 - Teste de toxicidade



Fonte: Autor (2020)

4.8. Teste de mortalidade das larvas de cochonilha branca com a aplicação dos óleos essenciais – amostra de óleo pulverizada

Para este ensaio seguiu-se a metodologia descrita por Lopes e colaboradores (2009) com adaptações. Foram aplicadas, através de um pulverizador manual de

capacidade de 500 mL (tipo spray), soluções do óleo essencial diluído em DMSO 0,05% nas concentrações de 10-50 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Após 48 horas de exposição, as larvas foram separadas por agrupamentos e considerando o número de colônias mortas e vivas.

5 RESULTADOS

5.1 Análise dos resultados físico-químicos dos óleos essenciais

A qualidade dos óleos essenciais depende dos parâmetros físico-químicos, pois avalia-se sua qualidade e pureza da matéria-prima do vegetal. Os resultados são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Determinação de parâmetros físico-químicos dos OE's

Parâmetros\OE	<i>H. courbaril</i>	<i>S. cumini</i>
Densidade (g/mL^{-1})	0,9182	0,8512
Índice de refração (nD 25°)	1,5000	1,485
Solubilidade EtOH 70% (v/v)	1:7	1:3
Cor	Amarelo	Amarelo
Aparência	Límpido	Límpido
Rendimento (m m^{-1}) (%)	0,46	0,50

Fonte: Autor (2020)

Pode ser observado na Tabela 1, que o rendimento dos óleos essenciais foi calculado a partir do volume (mL) de óleo essencial obtido após a extração do óleo por massa (g) de material vegetal, foi utilizado 200g de cada planta, relacionando os valores pela relação m/m. O óleo essencial do *Hymenaea courbaril* de coloração amarela, aparência límpida, solubilidade de 1:7 em etanol e um rendimento de 0,46%. O valor encontrado no rendimento da hidrodestilação do *Hymenaea* nas folhas foram de 1,12% em Mercês (2015).

O óleo essencial extraído das folhas do jambolão, apresentou-se líquido, de coloração amarelada e odor intenso. O valor do rendimento foi de 0,50%. O teor de rendimento foi de 0,12 % (v/p), de acordo com Xavier (2019) e o 0,05% por Saroj et al. (2015). De acordo com Xavier (2019), vários fatores como: tempo, método de extração e órgãos vegetais podem influenciar no rendimento da extração dos óleos, demonstrando esta variação no rendimento obtido.

A medida da densidade do óleo estar relacionada com o grau de ligações duplas ou triplas. Quando o nível for baixo, menor o peso molecular. Diante dos valores: *H. courbaril* 0,9182 e *S. cumini* 0,8512, a densidade dos óleos essenciais é menor que água destilada de 1 g/mL⁻¹ (RIBEIRO, 2019).

O índice de refração obtido foi de 1,5000 nD pra *H.coubaril* e 1,485 nD para *S. cumini*, é característico para cada tipo de óleo. Ele está ligado com grau de saturação das ligações, sofrendo alterações pelo teor de ácidos graxos, oxidação e tratamento térmico (IAI, 2008).

5.2. Determinação da composição química dos óleos essenciais por cromatografia a gás

O perfil químico do óleo essencial do *H. courbaril* analisado por cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas pode ser observado na Tabela 2. Ao todo foram encontrados 25 compostos monoterpênicos, os principais constituintes do jatobá são: β-ocimeno (23,33%), d-limoneno (13,51%), α-pineno (12,33%), β-pineno (11,79%) e β-myrceno (11,38%).

Tabela 2 - Compostos identificados no óleo essencial de *H. courbaril*

Picos	RT (min)	Constituintes NIST08	Teor %
1	6,697	(E)-2-hexenal	0,90
2	6,760	(Z)-hex-3-en-1-ol	0,44
3	8,823	α-pineno	12,33
4	9,196	Canfeno	4,31
5	9,843	β-pineno	11,79
6	10,118	β-mirceno	11,38
7	10,427	(E) 3-hexen-1-ol	0,08
8	10,816	Ocimeno	3,36
9	10,925	d-limoneno	13,51

10	10,976	Eucaliptol	0,20
11	11,085	β -ocimeno	23,33
12	11,261	β -cis-ocimeno	10,59
13	11,466	γ -terpineno	0,20
14	11,745	epóxido α -pineno	0,36
15	11,958	δ -careno	0,56
16	12,122	óxido de α -pineno	0,26
17	12,207	Linalool	0,25
18	12,576	2-fencanol	0,14
19	12,706	1-noneno-3-ino	0,20
20	12,875	Oxirano	0,17
21	13,201	Canfenilanol	0,15
22	13,596	p-ment-1-en-4-ol	0,16
23	13,826	α -terpineol	1,56
24	14,173	acetato de fenila	0,48
25	15,179	borneol	0,63

Fonte: Autor (2020)

A análise de Sales (2014) do OE das folhas do *H. courbaril* revelou a presença de 23 compostos, todos pertencendo a classe dos sesquiterpenos, sendo o germacreno-D (17,61%), o (Z)- β -cariofileno (17,56%) e o óxido de cariofileno (14,65%) como os constituintes majoritários. Segundo Aguiar (2010), as duas amostras de óleos analisadas das cascas da fruta, um total de 47 compostos foram identificados, todos os quais eram sesquiterpenos, representando 86,1% e 93,3% dos óleos. O α -Copaeno (11,1%), espatulenol (10,1%), β -selineno (8,2%), γ -muroleno (7,9%) e cariofileno-óxido (6,9%) foram os principais constituintes identificados no óleo essencial da casca da fruta madura.

De acordo com Mercês (2015), foram identificados 36 compostos representando 96,68% dos constituintes do óleo. Essa análise revelou também que os compostos majoritários foram: Caryophyllene oxide (21,77%), β -caryophyllene (17,32%) e Junipene (14,26%). Enquanto Sales (2015) revelou que os compostos majoritários foram: Caryophyllene oxide (21,77%), β -Caryophyllene (17,32%) e Junipene (14,26%). No presente estudo, averigou-se 55% de sesquiterpenos e 45% de monoterpenos. O óleo volátil de várias espécies do gênero *Hymenaea* tem sido

caracterizado pela predominância de constituintes químicos da classe dos monoterpenos e sesquiterpenos.

Segundo Pereira (2007), o percentual de terpenos e terpenoides no óleo essencial depende do tipo de órgão vegetal da extração e dos aspectos ambientais como: ciclo vegetativo, processo de obtenção do óleo, tipo de cultivo, umidade relativa, quantidade de água e nutrientes no solo cultivado. Essa dependência da composição do óleo essencial das condições ambientais pode ser verificada ao se comparar a composição e o rendimento de óleos essenciais extraídos em diferentes locais e partes da planta.

Na análise cromatográfica do óleo essencial do *S.cumini* (Tabela 3), a maioria dos compostos químicos são monoterpenos e sesquiterpenos, dando um total de 28 compostos. O monoterpeno mais abundante é β -pineno (9,81%) e o sesquiterpeno é Isocariofileno (18,01%).

Tabela 3 - Compostos identificados no óleo essencial de *S. cumini*

Picos	RT (min)	Constituents NIST08	Teor %
1	7,523	1-(1-metil-2-ciclopenten-1-il)-etanona	0,28
2	8,798	β -pineno	9,61
3	9,817	α -sabineno	0,33
4	10,896	d-Limoneno	0,29
5	15,910	p-ment-3-eno	1,50
6	16,079	α -cubebeno	1,50
7	16,411	α -copaeno	1,07
8	16,500	β -copaeno	3,21
9	16,665	guaia-10 (14), 11-dieno	3,44
10	16,913	4-aromadendreno	0,70
11	17,120	Isocariofileno	18,01
12	17,240	Sesquiterpeno	1,68
13	17,285	α -guaiano	0,49
14	17,365	espatulenol	1,40
15	17,489	isogermacreno D	0,22
16	17,591	α -humuleno	2,62
17	17,805	γ -cadineno	8,28
18	17,860	naphtaleno (isômero)	1,44
19	17,913	naphtaleno (isômero)	17,37
20	18,029	Viridifloreno	3,79
21	18,080	longifoleno (V4)	11,65
22	18,298	(+) - δ -cadineno	2,79
23	18,339	(+) - δ -cadineno (sômero)	2,41
24	18,394	Calameneno	0,59
25	18,810	Nerolidol	0,54

26	18,901	γ -elemeno	1,78
27	19,110	dietiltalato	2,35
28	19,190	Óxido de cariofileno	0,66

Fonte: Autor (2020)

No trabalho de Urcker (2016), observa-se os compostos majoritários: β -cariofileno, seguido de α -cariofileno, β -pineno e α -pineno. Diferente na composição percentual do β -pineno, o isômero mais encontrado foi α -Pineno (19,56%), D-limoneno (6,02%) e isocariofileno (16,92%) em Xavier (2019), Ruggiero (2004) e Almeida (2019). Os trabalhos consultados apresentam diferenças nos valores percentuais dos componentes e composição diferente, algo que é justificado porque depende da natureza genética da planta, tempo de colheita, condições geográficas e luminosidade.

Segundo Almeida (2019), foram identificados 19 componentes que são responsáveis por 95,71% da composição total do material analisado. Os compostos em maior percentual: α -pineno (10,72%), (Z)- β -Ocimeno (27,98%), (E)- β -Ocimeno (15,48%) e β -Cariofileno (13,79%). De acordo com Riggiero (2004), foram identificados 13 compostos, sendo os majoritários Alfa-pineno (36,54%), terpineol e β -pineno (12,74%), diferente dele, o seguinte resultado não apresentou o alfa-pineno.

Segundo Saroj (2015), um total de 93,6% dos constituintes identificados atribuídos 69,8% de classe mono e 23,8% de sesquiterpenóides. Constituintes como α -pinene (17,2%), β -pinene (8,6%), β -myrcene (5,4%), limoneno (4,3%), (Z)- β -ocimene (10,9%) e (E)- β -ocimene (9,6%) .

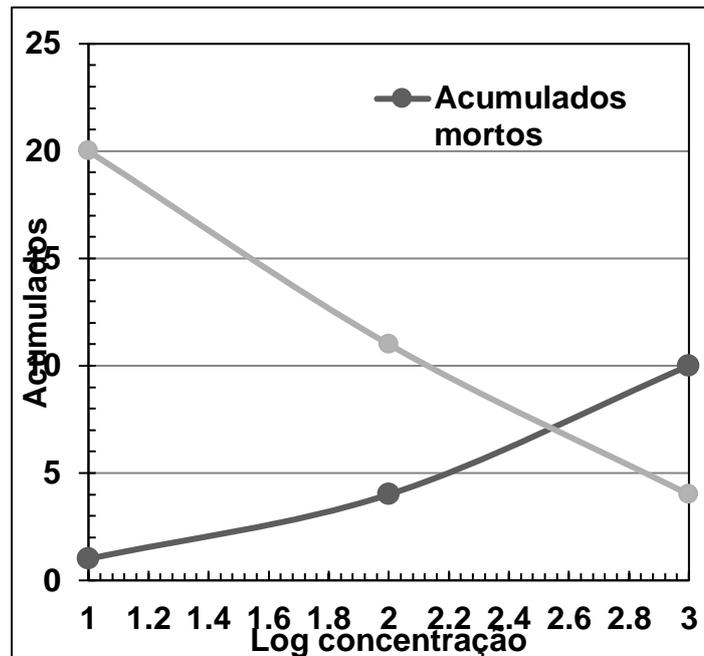
5.3 Toxicidade dos óleos essenciais

Para determinar a toxicidade dos óleos essenciais foi adotado o critério estabelecido por Dolabela (1997) para classificação da toxicidade, considerando produto altamente tóxico quando $CL_{50} \leq 80 \mu\text{g mL}^{-1}$, moderadamente tóxico para concentrações na faixa de $80 \text{ mg L}^{-1} \leq CL_{50} \leq 250 \mu\text{g mL}^{-1}$ e levemente tóxico ou atóxico quando $CL_{50} \geq 250 \mu\text{g mL}^{-1}$.

Nas Figura 10 e 11 estão apresentados os gráficos log da concentração versus os acumulados de mortos e vivos, segundo o método Reed-Muench (1938), frente

Artemia salina L. Nas Tabelas 4 e 5 é apresentada a CL₅₀ referente à ação dos óleos essenciais calculada através do log da interseção das curvas apresentadas.

Figura 10 - Gráfico log da concentração do óleo essencial de *H. courbaril* versus os acumulados de mortos e vivos, segundo o método Reed-Muench.



Fonte: Autor (2020)

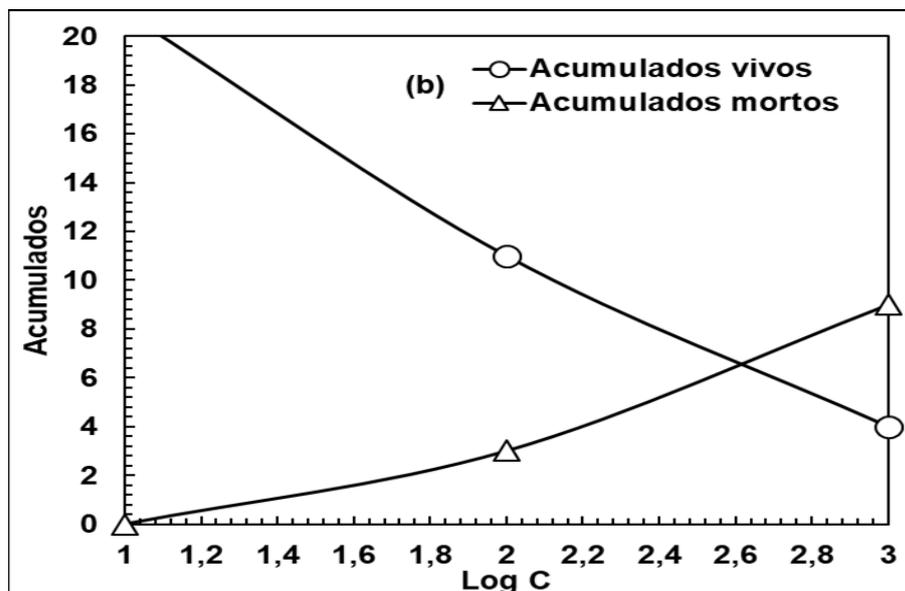
Tabela 4 – Concentração Letal 50% para ação do óleo essencial de *H. courbaril* frente a *Artemia salina* L. e classificação dos óleos quanto a sua toxicidade pelo critério de Dolabela (1997).

Log da intersecção das curvas	CL ₅₀ (mg L ⁻¹)	Classificação
2,55	354,8	Atóxico

Fonte: Autor (2020)

O gráfico da Figura 10, mostra uma curva para o acúmulo de animais vivos em cada concentração e a outra curva para o acúmulo de animais mortos. O ponto de interseção entre as curvas é a concentração 50% (CL₅₀). Encontra-se o log da interseção de 2,55 e de CL₅₀ igual a 354,8 mg L⁻¹. Com o valor da CL₅₀ sendo maior que 250 mg L⁻¹, garantindo que o óleo é atóxico segundo a metodologia de Dolabela (1997). Não há na literatura estudos do *H. courbaril* sobre *Artemia salina* para comparação.

Figura 11 - Gráfico log da concentração do óleo essencial de *S. cumini* versus os acumulados de mortos e vivos



Fonte: Autor (2020)

Tabela 5 – Concentração Letal 50% para ação do óleo essencial de *S. cumini* frente a *Artemia salina* L. e classificação dos óleos quanto a sua toxicidade pelo critério de Dolabela.

EO	CL ₅₀ mg L ⁻¹	Classificação
<i>S. cumini</i>	412,10 ± 5,25	Atóxico

O gráfico da Figura 11, mostra uma curva para o acúmulo de animais vivos em cada concentração e outra curva para o acúmulo de animais mortos. O ponto de intersecção encontrado entre as curvas é a concentração 50% (CL 50). Encontra-se o log da intersecção de 2,6 e de CL50 igual a 412,10 mg L⁻¹. Com o valor da CL50 sendo maior que 250 mg L⁻¹, garantindo que o óleo é atóxico segundo a metodologia de Dollabela (1997). O resultado de Bitencourt *et al.* (2016) demonstra sua classificação como atóxico.

O ensaio de toxicidade de substâncias bioativas é realizado com *Artemia salina*. É um crustáceo que pode ser encontrado em quase todos os lagos de água e salinas em todo mundo. O ensaio de toxicidade com sua utilização é muito comum, porque é um teste preliminar, rápido, fácil, eficiente, baixo custo e precisa de uma pequena quantidade de amostra dos produtos bioativos da planta (SIQUEIRA, 1998).

5.4 Fenólicos totais

Os compostos fenólicos estão relacionados com as quantidades de antioxidantes das plantas, por isso sua quantificação é importante. São metabólitos secundários que possuem capacidade de agir contra radicais livres, logo os antioxidantes eliminam moléculas reativas do organismo, contribuindo para o equilíbrio na produção e remoção (VECANTO et al., 2016).

A equação da reta obtida foi $y = 0,05857x + 0,06000$ ($R^2 = 0,9998$), onde y representa a absorvância e x a concentração equivalente de ácido tânico. Na Tabela 6, é apresentado a quantidade de fenólicos totais do OE *H. courbaril* e *S. cumini*.

Tabela 6 - Quantificação de fenólicos totais (mg EAT g⁻¹)

OE <i>H. courbaril</i>	OE <i>S. cumini</i>
490,353	415,22

Fonte: Autor (2020)

A quantidade de fenólicos totais encontrada no OE em estudo foi de 490,353 mg EAT g⁻¹. O valor encontrado por Veggi et al. (2014) foi de 335,00 mg EAT g⁻¹ e Vecanto et al. (2016) com 516,89 mg EAT g⁻¹, mostrando que o resultado encontrado no estudo está de acordo com a literatura. O valor encontrado para *S. cumini* foi de 415 mg GAE g⁻¹, valor superior ao 286,69 mg GAE g⁻¹ encontrado por Nerys (2018) e 237,52 mg EAG 100 g⁻¹ de Veber (2015).

5.5 Testes de mortalidade das larvas de cochonilha branca com aplicação dos óleos essenciais

5.5.1 Teste mortalidade

Os dados da Tabela 7, apresentam a mortalidade das larvas das cochonilhas com a aplicação dos óleos essenciais. Os resultados obtidos indicam o potencial larvicida referente às suas concentrações letais, os óleos foram sendo eficazes em todas as concentrações referentes as larvas das cochonilhas, no teste piloto, no qual as larvas foram postam em contato com as amostras dos óleos essenciais nas concentrações de 10 a 100 µg mL⁻¹ em DMSO 0,05 %. De acordo

com os resultados obtidos o $CL_{50} \leq 80 \mu\text{g mL}^{-1}$, sendo os óleos essenciais, portanto, altamente tóxicos para larvas de cochonilha branca.

Tabela 7 - Mortalidade de 100% das larvas em todas as concentrações para os dois óleos essenciais.

Concentração ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Mortalidade (%) Agrupamento 1 n=10 amostras	Mortalidade (%) Agrupamento 2 n=10 amostras	Mortalidade (%) Agrupamento n 3 n=10 amostras
10	100%	100%	100%
20	100%	100%	100%
30	100%	100%	100%
40	100%	100%	100%
50	100%	100%	100%
70	100%	100%	100%
100	100%	100%	100%
Controle positivo		Todas as amostras inativas (Mortalidade 100%)	
Controle negativo		Todas as amostras ativas (Mortalidade 0%)	
Branco		Todas as amostras ativas (Mortalidade 0%)	

Fonte: Autor (2020)

5.5.2. Teste com aplicação dos óleos essenciais via pulverização

Analisando os dados das Tabela 8 e 9, observamos que os resultados foram semelhantes para os óleos essenciais das duas espécies estudadas, tanto que apresentaram um elevado índice de mortalidade em todas as concentrações utilizadas após 48 h de exposição, mostrando um resultado mais eficiente na concentração de $40 \mu\text{g mL}^{-1}$, entretanto, ainda houve atividade larvicida na concentração mais diluída ($10 \mu\text{g mL}^{-1}$). Portanto, é possível afirmar que os óleos essenciais das espécies estudadas apresentaram ação larvicida quanto mortalidade sobre *Planococcus citri*, isto é, um fator positivo frente ao controle desse inseto-praga.

Tabela 8 - Atividade larvicida do óleo essencial de *H. courbaril* contra *Planococcus citri* em um período de 48 h.

Concentração ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Mortalidade média (n mortas/ n total)
40	300/300
20	255/300
10	220/300
Controle positivo	Todas as amostras inativas (Mortalidade 100%)
Controle negativo	Todas as amostras ativas (Mortalidade 0%)
Branco	Todas as amostras ativas (Mortalidade 0%)

Fonte: Autor (2020)

Tabela 9 - Atividade larvicida do óleo essencial de *S. cumini* contra *Planococcus citri* em um período de 48 h.

Concentração ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	Mortalidade média (n mortas/ n total)
40	300/300
25	250/300
10	210/300
Controle positivo	Todas as amostras inativas (Mortalidade 100%)
Controle negativo	Todas as amostras ativas (Mortalidade 0%)
Branco	Todas as amostras ativas (Mortalidade 0%)

Fonte: Autor(2020)

6 CONCLUSÃO

O resultado da análise química da composição das cascas do fruto do *Hymenaea courbaril* (jatobá) e das folhas do *Syzygium cumini* (jambolão) indicaram seu potencial biolarvicida, com a presença majoritária de composto β -ocimene (*Hymenaea courbaril*) e do isocariofileno (*Syzygium cumini*).

A determinação dos resultados físico-químicos dos óleos essenciais apresentou uma boa solubilidade dos compostos e um aspecto límpido de cor após a secagem, foi possível obter um rendimento de acordo com o relatado na literatura científica.

Ambos os óleos essenciais estudados foram atóxicos frente à *Artemia salina*, não apresentando, portanto, impactos negativos ao ambiente ou à saúde humana, caso venham a ser aplicados no controle de pragas na produção agrícola hortifruticulturas

A partir dos resultados obtidos, é possível concluir que os óleos essenciais das plantas estudadas apresentaram toxicidade sobre as larvas espécie *Planococcus citri* (cochonilha branca), inseto-praga bastante comum em hortifruticulturas, podendo ser aplicados como biolarvidas na produção orgânica da agricultura familiar.

REFERÊNCIAS

ALVES, S. B.; MASCARIM, G.; GUARÍN, J.H.; PAULI, G. Suscetibilidade *Planococcus citri* (Hemiptera: Coccoidea) a fungos entomopatogênicos In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 10, 2007, Brasília. **Anais**. Brasília: SEB, 2007.1 CD-ROM.

ALVES, T. J. S. **Identificação de Moléculas com potencial biotecnológico a partir das interações naturais**: parasitoide-hospedeiro e interação inseto-planta. 2018. Tese (doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2018.

ALMEIDA, S. C. **Composição Química do óleo essencial das folhas da azeitona roxa (*Syzygium cumini*)**. TCC (trabalho de conclusão de curso) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2019.

BIZZO, H; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Quím. Nova**, v. 32, n. 3, p 588-594, 2009.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de Julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 11 jul. 1989.

Brasil. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências [documento on-line]. **Diário Oficial da União**. Brasília, 8 jan. 2002. Disponível em: <http://e-legis.bvs.br/leisref/publi c/showAct.php?i d=2848>. Acesso em: 4 abr. 2021.

BRASIL. **Agrotóxicos**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agrotoxicos>. Acesso em: 10 mar. 2021.

BRASIL. **Farmacopeia Brasileira IV**. 5. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2010,1 .320 p.

BUSATO, N. V. *et al.* Estratégias de modelagem da extração de óleos essenciais por hidrodestilação e destilação a vapor. **Ciência Rural**, v.44, n.9, set, 2014. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.9, p.1574-1582, set, 2014.

COSTA, P. M. F. **Efeitos da alta concentração de CO₂ sobre o crescimento e o estabelecimento de plântulas do jatobá de mata *Hymenaea courbaril* L. VAR. *stilbocarpa*.** Campinas, SP:[s.n.],2004.

CORREA, L.R.B.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; PRADO, E.; SOUZA, B.; ALCANTRA, E. Desenvolvimento da cochonilha-branca *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em cafeeiros. In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 2006, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte: EP AMIG, 2006.

CORRÊA, Lilian Roberta Batista. **Especificidade hospedeira e análises morfológicas de cochonilhas do gênero *Planococcus* (Hemiptera: *Pseudococcidae*).** 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

CORREA, L.R.B; SOUZA B.; SANTA-CECILIA L.V.C. Estudos Biológicos de Cochonilhas do gênero *Planococcus* (Hemiptera: pseudococcidae) em diferentes hospedeiros. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.78, n.2, p.233-240, abr./jun., 2011.

DOLABELA, M. **Triagem in vitro para atividade antitumoral e anti *Trypanosoma Cruzi* de extratos vegetais, produtos naturais e substâncias sintéticas.** Master's Degree dissertation, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil ,1997.

EVERTON, G. O. *et al.* Óleo essencial das cascas descartadas do fruto de Courbaril de *Hymenaea*L como larvicida frente *Aedes aegypti*. **Research, Society na d Development**, v. 9, n. 10, 2020.

GARCEZ, W. S. *et al.* Substâncias de Origem Vegetal com Atividade Larvicida Contra *Aedes aegypti*. **Rev. Virtual Quim.**, v. 5, n. 3,363-393, 2013

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas Medicinais: Fatores de Influência no Conteúdo de Metabólitos Secundários. **Quim. Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GARCÍA, M. *et al.* A Literature-based model of scale insect biology and systematics. **ScaleNet**. 2015. Disponível em: <http://scalenet.info>. Acesso em: 2 ago. 2020.

GRAVENA, S. Cochonilha Branca: descontrolada em 2001. **Laranja**, v.24, n.1, p.71-82, 2003.

GRAVENA, S. **Manual prático de manejo ecológico de pragas dos citros.** Jaboti cabal, SP. 372 p., 2003.

GRAMOLELLI, F; PAOLETTI, L; OLIVEIRA, L. Extração de óleos essenciais e verificação da atividade antifúngica. **Revista das Faculdades de Educação, Ciências e Letras e Psicologia Padre Anchieta**, Jundiaí -SP. Ano 8, n 14, p 49-54, maio, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 3. ed. São Paulo: IMESP, p. 245-246. 1985.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, p. 1020.

LAGUNES, T. A.; RODRÍGUEZ, H. C. **Busqueda de tecnologia apropiada para el combate de plagas del maíz almacenado en condiciones rústicas.** Chapingo: [s. n.], 1989. 150 p. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=scinlinks&ref=000083&pid=S1413-7054200300060000400010&lng=pt> Acesso em: 15 jan. 2021.

LIMA, E. *et al.* Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue – Atividade larvívora de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides. **Quím. Nova**, v. 27, n. 1, p 46-49, 2004.

LOPES, C. V. A; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde Debate**, Rio De Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518-534, abr/jun. 2018.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2 ed. São Paulo: Plantarum, 1992, 352p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Instituto Plantarum, Nova Odessa -SP, 1. ed. , v. 3, 2009.

MIGLIATO, K.F *et al.* Açãoarmacológica de *Syzygium cumini* (L.) Skeels Acta. **Farm Bonaerense**, ano 25, p. 310-304, 2006.

MIRANDA, C. A. S. F *et al.* Óleos essenciais de folhas de diversas espécies: propriedades antioxidantes e antibacterianas no crescimento espécies patogênicas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 1, p. 213-220, jan/mar, 2016.

MARTINELLI, S. *et al.* Eficácia do indoxacarbono para o controle de pragas em hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, p. 501-505, jul/set., 20 03. MEIRELLES, L. **Soberania alimentar e a construção de mercados locais para produtos da agricultura familiar.** Dom Pedro de Alcântara: Centro Ecológico do Núcleo Litoral Norte, 2008.

MERCES, P. F. F. **Varição da composição química e da atividade antifitopatogênica dos óleos essenciais das folhas e frutos de *Hymenaea courbaril* L. var. *courbaril* (Fabaceae) coletadas em área de extrema importância biológica para a conservação.** 2015. 101 f. Dissertação (Mestrado Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

MIGLIATO, K. F. *et al.* Controle da qualidade do fruto de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 94-101, 2007.

NASCIMENTO, H. H. *et al.* Análise do crescimento de mudas de jatoba (*Hym enaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, ed. Especial, p.617-626, 2011.

NUNES, G. S.; RIBEIRO, M. L. Pesticida: uso, legislação e controle. **Pesticida: R. Ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, v. 9, p.31-44, jan./dez., 1999.

OLIVEIRA-FILHO, C. E. Avaliação da Periculosidade Ambiental de Bioinseticidas como uma Nova Perspectiva para a Ecotoxicologia no Brasil J. **Braz. Soc. Ecotoxicol.**, v. 3, n. 1, 2008.

OLAHAR, F *et al.* Chemical Composition and Larvicidal Activity of *Rollinia lep topetala* (Annonaceae) J. **Braz. Chem. Soc.**, v. 20, n. 2, p. 375-378, 2009.

PEDROSA, R. A; PEREIRA, Z. V. A agroecologia como Opção para a Produção de Hortaliças na Agricultura Familiar no Município de Ivinhema, Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 11, n. 2, 2016.

PEREIRA, R. J. **Composição centesimal, aspectos fitoquímicos, atividade e antio xidante, hipoglicemiante e anti-hiperlipidêmica de frutos do gênero *Syzygium***. 2011. 156 f. Tese (Doutorado em Ciência dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

PEREIRA, C. K. *et al.* **Composição química, atividade antimicrobiana e toxicidade do óleo essencial de *Hymenaea courbaril* (jatobá)**. In: 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, SBD Águas de Lindoia-SP, 2007.

PINTO, R. B. **PinSystematic studies in the *Hymenaea* clade and a taxonomic revision of the genus *Hymenaea* L. (Leguminosae, Detarioideae)**. Campinas, SP: [s.n.], p. 658, 2017.

QUEIROGA, A. P. R. **Capacidade antioxidante e teor de compostos fenólicos em nativa de lactobacilos e polpa de jambolão**. 2018. Monografia (Graduação em Química industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa -PB, 2018.

RAMOS, A. S. J. C. **Diversidade de cochonilhas e parasitoides associados a fruteiras tropicais na ilha de São Luís, Maranhão, Brasil**. 2015. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia)- Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2015.

RIBEIRO, W. R. A. **Atividade larvicida do óleo essencial de *Hymenaea courbaril* I. (jatobá) frente ao *Aedes aegypti***. 2019. Monografia (Graduação em Engenharia Química), Universidade de Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

RUGGIERO, A. A. **Estudo farmacognóstico do jambolao *Syzygium cumini* (L.) Sk eels Myrtaceae**. 2004. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Fármaco e Medicamentos) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SAMPAIO, M; SHIRLEN, R. C. Influência de diferentes substratos associados a métodos de superação de dormência na germinação e emergência de sementes de

jatobá. (*Hymenaea courbaril* L.). **R. FAROCIÊNCIA**, Porto Velho, v. 2, n. 1, jan./jun., 2015.

SANTOS, A. B. **Atividade larvicida e toxicidade do óleo essencial *Cinnamomum zeylanicum* B. frente ao *Aedes aegypti***. Ciências tecnológicas, exatas e da terra e seu alto grau de aplicabilidade, Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

SANTOS, C. F. et al. Agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XVII, n. 2, p. 33-52, abr-jun., 2014.

SALES, G. et al. Efeito Antimicrobiano e modulador do óleo essencial extraído da casca de frutos da *Hymenaea courbaril* L. **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl**, v 35, n 4, p. 709-715, 2014.

SANGWAN, N.S. et al. Regulation of essential oil production in plants. **Plant Growth Regulation**, v.34, p.3-21, 2001.

SERENINI, M. J; MALYZS, S. T. **A importância da agricultura familiar na produção de alimentos**. São Tomé, 2015.

SILVA, E. **Biological activity of neosergeolide and isobrucein B (and two semi-synthetic derivatives) isolated from the Amazonian medicinal plant *Picrolemma sprucei* (Simaroubaceae)**. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 104, n 1, p 48-55, February, 2009.

SILVA, V. P. et al. Chemical composition and in vitro leishmanicidal, antibacterial and cytotoxic activities of essential oils of the Myrtaceae family occurring in the Cerrado biome. **Industrial Crops & Products**. v. 123, p. 638-645, 2018.

SOUZA, P.F. et al. Germinação e crescimento inicial entre matrizes de duas espécies do gênero *Hymenaea*. **Seropédica Floresta Ambiental**, v. 22, n. 4, out/dez, 2015.

SOARES, C. G. **Dinâmica de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) na cultura de tomateiro com adubação mineral e orgânica em ambiente protegido**. 2012. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2012.

SILVA, T.S.A. et al. Potencial inseticida de plantas medicinais encontradas na Amazônia Central contra o pulgão-da-couve *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae). **Entomo Brasilis**, v.10, n. 2, p.106-111, 2017.

SIMAS, N et al. Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue e atividade larvicida de *myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides fenilpropanóides. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p 46-49, 2004.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C; REIS, P. R.; SOUZA, J. C. Sobre a nomenclatura das espécies de cochonilhas-farinentas do cafeeiro nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 333-334, 2002.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C. *et al.* **Cochonilhas-farinhas em cafeeiros: bioecologia, danos e métodos de controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002.

SÁ-STOPPELLI, I. M. B; MAGALHÃES, C. P. Saúde e segurança alimentar: a questão dos agrotóxicos. **Ciência e saúde**, v. 10, p. 91-100, 2005.

SOUZA, P.F. *et al.* Germinação e Crescimento inicial entre matrizes de duas espécies do gênero *Hymenaea*. **Floresta e ambiente**. v. 4, n. 22, p. 532-540, 2015.

SALES, H.J.S.P. Lavandula L. - aplicação da cultura in vitro à produção de óleos essenciais e seu potencial económico em Portugal. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.4, supl. II, p.992-999, 2015.

SIQUEIRA, J.M. *et al.* Estudo fitoquímico de *Unonopsis lindmanii* – Anno naceae, biomonitorado pelo ensaio de toxicidade sobre a *Artemia salina* leach. **Química Nova**, v. 21, n 5, p. 557-9, 1998.

SAROJ, V. S. A. *et al.* **Atividade anti-fitopatogênica de óleo essencial *Syzygium cumini*, frações de hidrocarbonetos e seus novos constituintes**. Ind. Crop Prod., v. 74, p. 327-335, 2015.

UCKER, C. D. L. **Óleo Essencial de Sementes e Folhas de *Syzygium cumini* e Óleo desodorizado de *Melaleuca alternifolia*: Potencial Antimicrobiano e Antioxidante**. 2016. 167 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

VEGGI, P. C. *et al.* Obtaining phenolic compounds from jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) bark by supercritical fluid extraction. **The Journal of supercritical fluids**, v. 8 9, p. 68-77, 2014.

VENCATO, S. B. Avaliação do perfil fitoquímico e potencial antioxidante do extrato aquoso de *Hymenaea courbaril*. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, n.14, 2 016.

VEBER, J. *et al.* Determinação dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante de extratos aquosos e etanólicos de Jambolão (*Syzygium cumini* L.). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.2, p.267-273, 2015.

VIZZOTTO, M.; FETTER, M. R. **Jambolão: o poderoso antioxidante**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. **Caracterização das propriedades funcionais do jambolão**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008, 26 p.

XAVIER, L. D. **Avaliação da atividade antifúngica do óleo essencial de *Syzygium cumini***. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheira de Alimentos)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Medianeira-PR, 2019.