



WALACE RODRIGO DE ALMEIDA RIBEIRO

ATIVIDADE LARVICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Hymenaea courbaril* L. (JATOBÁ) FRENTE AO *Aedes aegypti

WALACE RODRIGO DE ALMEIDA RIBEIRO

**ATIVIDADE LARVICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE
Hymenaea courbaril L. (JATOBÁ) FRENTE AO *Aedes aegypti***

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Audirene Amorim Santana

São Luís
2019

FICHA CATALOGRÁFICA

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

Ribeiro, Wallace Rodrigo de Almeida.

Atividade larvívora do óleo essencial de *Hymenaea courbaril* L. Jatobá frente ao *Aedes aegypti* / Wallace Rodrigo de Almeida Ribeiro. - 2019.

61 f.

Orientador(a): Audine Amorim Santana.

Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Maranhão, Auditório Pavilhão - PCQA (UFMA), 2019.

1. Larvicida. 2. Óleo essencial. 3. Toxicidade. I. Santana, Audine Amorim. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO**BANCA EXAMINADORA:**

Prof^a. Dr^a. AUDIRENE AMORIM SANTANA
Orientadora – COEQ/CCET/UFMA

Prof. Dr. VICTOR ELIAS MOUCHREK FILHO
DETEQ/CCET/UFMA

Prof^a. Dr^a. MARIA DA GLÓRIA ALMEIDA BANDEIRA
DETEQ/CCET/UFMA

18 de dezembro de 2019

DEDICATÓRIA

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por acreditar em mim e me ouvir quando mais preciso.

À minha orientadora, Prof^a. Audirene, por todo o apoio, conhecimento e carinho.

Aos meus pais, por acreditarem em mim, pelo apoio e por toda motivação.

Ao professor Victor Mouchrek e ao supervisor técnico Gustavo Oliveira Everton, por terem me recebido de braços abertos, por toda ajuda e conhecimento.

À toda a equipe do LEPEQ, e aos professores e amigos do Pavilhão Tecnológico.

RIBEIRO, W. R. D. A. Atividade larvicida do óleo essencial de *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá) frente ao *aedes aegypti*. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Química do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

RESUMO

Este estudo objetivou caracterizar físico-quimicamente, quantificar o teor de fenólicos totais, avaliar a toxicidade e a atividade larvicida do óleo essencial (OE) extraído das cascas do fruto de *Hymenaea courbaril* L. Foram utilizadas 597,5 g das cascas do fruto previamente secas em estufa de secagem de ar convectiva a 45 °C por 24h. Para extração do OE foi utilizada a técnica de hidrodestilação em um sistema extrator de Clevenger modificado. Os parâmetros físico-químicos foram realizados de acordo com a 5ª edição Farmacopeia Brasileira. O teor de fenólicos totais foi quantificado conforme a metodologia de Folin-Ciocalteu. Para o ensaio de toxicidade do OE foi utilizado o bioensaio de *Artemia salina* Leach para determinação da CL_{50} com classificação através de Dollabela. Para atividade larvicida submeteu-se larvas de *Aedes aegypti* a soluções do óleo essencial em concentrações de 10-100 mg L⁻¹, onde avaliou-se a mortalidade das larvas e determinou-se a CL_{50} a partir do método de Reed Muech. Através da extração obteve-se um rendimento de 0,46% (m/m) do OE. No ensaio de Folin-Ciocalteu foi possível quantificar o teor de fenólicos totais em 490,4 mg EAT g⁻¹. A CL_{50} para o ensaio de toxicidade foi quantificada em 354,8 mg L⁻¹ sendo considerado atóxico pelo critério adotado. Observou-se ação do OE como larvicida onde foi determinada a CL_{50} de 16,6 mg L⁻¹, sendo considerada eficiente de acordo com Cheng, que considera bons agentes larvicida CL_{50} inferior a 100 mg L⁻¹. Os resultados obtidos permitiram concluir que o OE estudado apresentou atividade larvicida eficiente contra as larvas de *Aedes aegypti*, sendo importante e incentivado seu uso e aplicação.

Palavras-chave: Óleo essencial. Larvicida. Toxicidade

RIBEIRO, W. R. D. A. Larvicidal activity of *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá) essential oil in front of *Aedes aegypti*. 2019. 63f. Completion work of chemical engineering course of the Center for Exact Sciences and Technology of the Federal University of Maranhão, São Luís, 2019.

ABSTRACT

This study aimed to characterize physicochemically, quantify the total phenolic content, evaluate the toxicity and larvicidal activity of essential oil (EO) extracted from the fruit peels of *Hymenaea courbaril* L. A total of 597.5 g of fruit shells previously dried in a convective air drying greenhouse at 45 °C per 24h were used. For extraction of eo, the hydrodistillation technique was used in a modified Cleverger extractor system. The physicochemical parameters were performed according to the 5th edition Brazilian Pharmacopoeia. The total phenolic content was quantified according to folin-ciocalteu methodology. The *Artemia salina* Leach bioassay was used for the EO toxicity assay to determine CL₅₀ with dollabela classification. For larvicidal activity, *Aedes aegypti* larvae were submitted to essential oil solutions at concentrations of 10-100 mg L⁻¹, where the larvae mortality was evaluated and CL₅₀ was determined from the Reed Muech method. Through extraction, a yield of 0.46% (m/m) of the EO was obtained. In the Folin-Ciocalteu assay it was possible to quantify the total phenolic content at 490.4 mg EAT g⁻¹. CL₅₀ for the toxicity assay was quantified in 354.8 mg L⁻¹ and was considered nontoxic by the adopted criterion. EO action was observed as larvicidal where CL₅₀ of 16.6 mg L⁻¹ was determined and is considered efficient according to Cheng, which considers good larvicidal agents CL₅₀ less than 100 mg L⁻¹. The results obtained allowed us to conclude that the eo studied presented efficient larvicidal activity against the larvae of *Aedes aegypti*, being important and encouraged their use and application.

Palavras-chave: Essential oil. Larvicidal. Toxicity

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – <i>Artemia salina</i> L..... | 6 |
| Figura 2 - Limoneno..... | 8 |
| Figura 3 – Eugenol (Fenilpropanóide) | 8 |
| Figura 4 – Aparelho Clevenger | 10 |
| Figura 5 – Árvore do <i>Hymenaea courbaril</i> L..... | 12 |
| Figura 6 - <i>H. courbaril</i> L. (jatobá), (a) frutos e cascas (b) fruto | 13 |
| Figura 7 - Casos de dengue no país entre o período de 30 de Dezembro de 2018 a 24 de Agosto de 2019..... | 16 |
| Figura 8 - Mosquito <i>Aedes aegypti</i> | 17 |
| Figura 9 - Ciclo de vida..... | 18 |
| Figura 10 - Cascas de Jatobá | 21 |
| Figura 11 - Extrator de Clevenger | 22 |
| Figura 12 - Armadilha utilizada para a coletas dos ovos do <i>Aedes aegypti</i> | 25 |
| Figura 13 - Larvas <i>Aedes aegypti</i> | 25 |
| Figura 14 - Gráfico do percentual de mortos versus logaritmo (log) da concentração, segundo o método de Pizzi (1950) | 30 |
| Figura 15 - Gráfico log da concentração versus os acumulados de mortos e vivos, segundo o método Reed-Muench (1938)..... | 30 |
| Figura 16 - Gráfico curva padrão ácido tânico..... | 32 |
| Figura 17 - Gráfico do percentual de mortos versus logaritmo (log) da concentração, segundo o método de Pizzi (1950) | 34 |
| Figura 18 - Gráfico log da concentração versus os acumulados de mortos e vivos, segundo o método Reed-Muench (1938)..... | 34 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Principais óleos essenciais presentes no mercado mundial | 9 |
| Tabela 2 - Parâmetros físico-químicos do óleo essencial (OE) de <i>H. Courbaril</i> L..... | 28 |
| Tabela 3 - Percentual de mortalidade da espécie de <i>Artemia salina</i> L. frente a ação do OE de <i>H. Cubaril</i> L. | 29 |
| Tabela 4 - Concentração Letal 50% para ação do OE frente a <i>Artemia salina</i> L. e classificação dos óleos quanto a sua toxicidade pelo critério de Dolabella (1997)..... | 31 |
| Tabela 5 - Quantificação de fenólicos totais (mg EAT g ⁻¹)..... | 32 |
| Tabela 6 - Percentual de mortalidade da espécie de <i>Artemia salina</i> L. frente a ação do OE de <i>H. courbaril</i> L..... | 33 |
| Tabela 7 - Concentração Letal 50% para ação do OE frente ao <i>Aedes egyptet</i> . e classificação dos óleos quanto a sua toxicidade..... | 35 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|------------------|----------------------------|
| CL ₅₀ | Concentração Letal de 50% |
| DMSO | Dimentilsulfóxido |
| Funasa | Fundação Nacional da Saúde |
| nD | Índice de Refração |
| OE | Óleo essencial |
| OE's | Óleos essenciais |
| SE | Erro Padrão |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----|-------------|
| d | Densidade |
| m | Massa |
| V | Volume |
| nD | Luz amarela |

SUMÁRIO

| | |
|--|--------------------------------------|
| FOLHA DE APROVAÇÃO..... | II |
| DEDICATÓRIA..... | III |
| AGRADECIMENTOS..... | IV |
| RESUMO..... | V |
| ABSTRACT..... | VI |
| LISTA DE FIGURAS..... | VII |
| LISTA DE TABELAS..... | VIII |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS..... | IX |
| LISTA DE SÍMBOLOS..... | X |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 OBJETIVOS..... | 3 |
| 2.1 Objetivo geral..... | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 4 |
| 3.1 Plantas medicinais..... | 4 |
| 3.2 Considerações sobre óleos essenciais..... | 6 |
| 3.3 História dos óleos essenciais..... | Erro! Indicador não definido. |
| 3.4 Aspectos gerais sobre <i>Hymenaea courbaril</i> L. (Jatobá)..... | 12 |
| 3.5 Aspectos gerais sobre o <i>Aedes Aegypti</i> (Linnaeus, 1762)..... | 14 |
| 3.5.1 Etiologia e ciclo de vida do <i>Aedes aegypti</i> | 16 |
| 3.5.2 Doenças relacionadas e combate ao <i>Aedes aegypti</i> | 19 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS..... | 21 |
| 4.1 Local da pesquisa..... | 21 |
| 4.2 Material..... | 21 |
| 4.3 Extração dos óleos essenciais da <i>Hymenaea courbaril</i> L. (Jatobá)..... | 22 |
| 4.4 Rendimento da extração do óleo essencial da <i>Hymenaea courbaril</i> L. (Jatobá)..... | 22 |
| 4.5 Caracterização físico-química..... | 23 |
| 4.5.1 Densidade..... | 23 |
| 4.5.2 Solubilidade em etanol (70%)..... | 23 |
| 4.5.3 Índice de refração..... | 23 |
| 4.5.4 Cor e Aparência..... | 23 |

| | |
|---|-----------|
| 4.6 Teste de Toxicidade..... | 23 |
| 4.7 Teste Larvicida | 24 |
| 4.8 Compostos Fenólicos Totais..... | 26 |
| 4.9 Análise estatística | 26 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 28 |
| 5.1 Avaliação dos parâmetros físico-químicos do óleo essencial das cascas da <i>Hymenaea courbaril</i> L. (Jatobá)..... | 28 |
| 5.2 Toxicidade | 29 |
| 5.3 Fenólicos Totais..... | 31 |
| 5.4 Larvicida..... | 33 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 36 |
| REFERÊNCIAS..... | 37 |

1 INTRODUÇÃO

As plantas medicinais têm atraído a atenção de pesquisadores do mundo inteiro, por suas propriedades medicinais e organolépticas. Estas possuem substâncias biologicamente ativas, podendo ser usadas para fins terapêuticos ou para fornecer precursores para a síntese química farmacêutica (BRASIL, 2014). O Brasil é o país com a maior diversidade genética do mundo, com aproximadamente 55 mil espécies vegetais catalogadas de um total estimado entre 350 e 550 mil espécies em todo o mundo (TELES, 2003).

Os OE's são misturas complexas de compostos naturais extremamente voláteis, com carácter hidrofóbico, caracterizadas por odores fortes e por possuírem ações terapêuticas. Os seus aromas característicos são provenientes da grande variedade desses compostos químicos (COSTA, 2008, CUNHA et al., 2009). Geralmente, ao serem extraídos apresentam-se incolores ou ligeiramente amarelados. No entanto, certos óleos fogem a essa regra, como por exemplo, o OE de camomila-romana e camomila-alemã apresentam uma tonalidade azul (CUNHA et al., 2012).

Os OE's exercem efeito antimicrobiano afetando a estrutura da parede celular do microrganismo desnaturando e coagulando proteínas. Podem também alterar a permeabilidade da membrana plasmática causando a interrupção de processos vitais, como transporte de elétrons, fosforilação e outras reações, resultando em perda do controle quimiosmótico, levando à morte celular (LORENZETTI, 2011). A utilização de OE's, isolados ou em combinação com outros métodos, poderá ter um importante papel no controle de fitopatógenos, contribuindo para a redução no uso de agrotóxicos e, conseqüentemente, um menor impacto ao ambiente (PERREIRA, 2014).

Estudos apontam que atividade inseticida, bactericida e fungicida dos OE's de algumas espécies de plantas tem mostrado bons resultados em pesquisas (LEMOS et al., 1990).

A dengue é transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, vetor de quatro sorotipos do flavivírus, Dengue, Zika, Chikungunya e Febre Amarela. E precisa de água parada para se proliferar. O período do ano com maior transmissão são os meses mais chuvosos de cada região (BRASIL, 2019).

O método utilizado para combater o *Aedes aegypti* no Brasil, vem sendo o uso de

inseticidas sintéticos, o que gerou mosquitos resistentes (LIMA et al., 2003). Desta forma, este estudo objetivou caracterizar físico-quimicamente, quantificar o teor de fenólicos totais, avaliar a toxicidade e a atividade larvicida do OE extraído das cascas do fruto de *Hymenaea courbaril L.*

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a atividade larvicida do óleo essencial extraído das cascas do fruto de *Hymenaea courbaril* L. (jatobá) frente as larvas de *Aedes aegypti*.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar os parâmetros físico-químicos do óleo essencial de *H. courbaril* L.;
- Verificar a toxicidade do óleo essencial frente a *Artemia salina* Leach;
- Quantificar o teor de fenólicos totais presentes no óleo essencial;
- Avaliar atividade larvicida do óleo essencial frente às larvas do mosquito *Aedes aegypti*.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Plantas medicinais

Não é de hoje que a humanidade utiliza plantas com fins medicinais para o tratamento de doenças, fazendo com que os povos fossem transmitindo seus conhecimentos ao longo de gerações. Comunidades com baixo valor aquisitivo ver nas plantas medicinais a única alternativa para amenizar os efeitos ou encontrar a cura para muitas de suas enfermidades (ANTÔNIO et al., 2013; LACERDA et al., 2013). Civilizações primitivas perceberam o potencial das plantas na cura de suas enfermidades, demonstrando a estreita relação do uso de plantas e a própria evolução do homem. Muitos povos descreveram a utilização de ervas e outros vegetais como medicamento, registrando-os em seus manuscritos (DEVIIENNE; RADDI; POZETTI, 2004).

No Brasil, o uso das plantas medicinais foi impulsionado, principalmente, pela cultura indígena. Em nosso país, plantas medicinais são comercializadas em feiras livres, mercados populares e encontradas em quintais residenciais, tanto nas regiões mais pobres do país, quanto nas grandes cidades (MACIEL et al., 2002). O uso popular, mesmo que empiricamente, deu margem a observação dos efeitos das plantas na saúde da população, instigando os cientistas a buscar suas atividades farmacológicas (DEVIIENNE; RADDI; POZETTI, 2004).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1979), plantas medicinais são todas as plantas que contêm em um ou mais de seus órgãos substâncias que podem ser utilizadas com propósitos terapêuticos ou que sejam precursoras de semi-síntese químico-farmacêutica. No entanto, Lorenzi e Matos (2002) mencionam que, com os adventos da industrialização, da urbanização e dos avanços científicos, a fabricação de fármacos sintéticos no Brasil aumentou. Este fato favoreceu uma maior utilização desses medicamentos por grande parte da população brasileira. Em contrapartida, o tradicional conhecimento sobre as plantas medicinais ficou preterido, sendo muitas vezes considerado pela comunidade científica como atraso tecnológico.

Contudo, de acordo com Grams (1999), esse panorama começa a ser modificado, pois embora as drogas sintéticas ainda representem a maioria dos medicamentos utilizados pela

população, as plantas medicinais vêm ganhando cada vez mais adeptos das chamadas farmácias caseiras.

As drogas vegetais têm contribuído ao longo dos anos para obtenção de inúmeros fármacos que são comumente utilizados na prática clínica. Estudos objetivando avaliar o potencial terapêutico de plantas medicinais e de alguns de seus constituintes tem sido alvo de pesquisas científicas cujas ações farmacológicas já foram determinadas através de testes pré-clínicos com animais (CECHINEL FILHO; YUNES, 1998).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, 80% da população de países em desenvolvimento utiliza plantas na atenção primária à saúde. No Brasil, acredita-se que 90% da população já utilizou alguma planta medicinal. A rica biodiversidade brasileira e as heranças culturais de índios, negros e europeus contribuem para que as plantas sejam consideradas uma área estratégica para o desenvolvimento do país (BOAS; GADELHA, 2007; JOHARCHI; AMIRI, 2012).

No Brasil, Martins et al. (2000), mencionam que das 200.000 espécies vegetais que possam existir no país, pelo menos a metade pode ter alguma propriedade terapêutica útil à população, entretanto, nem um por cento dessas espécies em potencial tem recebido estudos e tratamentos adequados. O conhecimento popular de que plantas medicinais podem ser utilizadas indiscriminadamente por ser de origem natural, com isto reforçam a importância de ensaios de toxicidade. Estes estudos objetivam averiguar a segurança do uso de plantas na medicina popular, assim como extratos e outros insumos obtidos através de produtos naturais (MERINO et al., 2015; BEDNARCZUK et al., 2010).

Entre esses ensaios o de toxicidade em *Artemia salina* L., um microcrustáceo de água salgada (Figura 1), é largamente utilizado em pesquisas preliminares de atividade biológica de extratos e frações obtidos a partir de produtos naturais. Tem sido estabelecido como um método sensível, simples, prático e econômico, cujas aplicações se ampliam para investigação de fontes de toxicidade de amostras ambientais e misturas químicas, detecção de toxinas naturais em alimentos e produtos farmacêuticos, além de parâmetros de citotoxicidade (MEYER et al., 1982; PERSOONE; WELLS, 1987; SUBHAN et al., 2008).

Figura 1 – *Artemia salina* L.



Fonte: TEIXEIRA (2019)

3.2 Considerações sobre óleos essenciais

De acordo com a resolução - RDC nº 2, de 15 de janeiro de 2007 da ANVISA, óleos essenciais (OE's) são produtos voláteis de origem vegetal obtidos por processo físico (destilação por arraste com vapor de água, destilação a pressão reduzida ou outro método adequado). Além disto, podem se apresentar isoladamente ou misturados entre si, retificados (submetidos a um processo de destilação fracionada para concentrar determinados componentes), desterpenados (aqueles dos quais tenha sido retirada a quase totalidade dos terpenos) ou concentrados (parcialmente desterpenados) (BRASIL, 2007).

Para a conservação dos OE's devem ser dessecados com Na_2SO_4 anidro e livres de impurezas insolúveis. Seu armazenamento deve ser feito em frascos de pequeno volume, feitos de alumínio, aço inoxidável ou vidro âmbar, já que tais substâncias são opticamente ativas e podem sofrer variações quando expostos à luz, de preferência hermeticamente fechados e sua estocagem deve ser realizada a baixas temperaturas, preferencialmente em atmosfera de nitrogênio. O uso de recipientes plásticos, vedações de borracha ou couro devem ser evitadas, já que estes materiais podem liberar substâncias contaminantes ao produto, no caso o óleo, acarretando em uma perda significativa de seu valor comercial (SIMÕES; SPITIZER, 2004)

Os OE's podem são extraídos de plantas através da técnica de arraste a vapor, na grande maioria das vezes, e também pela prensagem do pericarpo de frutos cítricos, que no Brasil dominam o mercado de exportação. São compostos principalmente de mono e

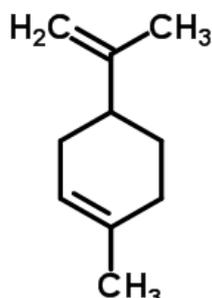
sesquiterpenos e de fenilpropanóides, metabólitos que conferem suas características organolépticas (BIZZO et al., 2009).

Estudos realizados comprovam que o meio ambiente no qual a espécie vegetal se desenvolve e o tipo de cultivo, influenciam diretamente a composição química dos óleos essenciais. Fatores como temperatura, umidade relativa, exposição ao sol e regime de ventos também exercem influência na composição, principalmente em espécies que possuem estruturas de estocagem superficiais (DE MORAIS et al., 2006) que podem estar localizadas em diferentes partes do material vegetal.

As flores, folhas, cascas, rizomas e frutos das plantas são matérias-primas para sua produção, a exemplo dos OE's de rosas, eucalipto, canela, gengibre e laranja, respectivamente. Possuem grande aplicação na perfumaria, cosmética, alimentos e como coadjuvantes em medicamentos. São empregados principalmente como aromas, fragrâncias e fixadores, em composições farmacêuticas e orais e comercializados na sua forma bruta ou refinada, fornecendo substâncias purificadas como o limoneno, citral, citronelal, eugenol, mentol e safrol (BIZZO et al., 2009).

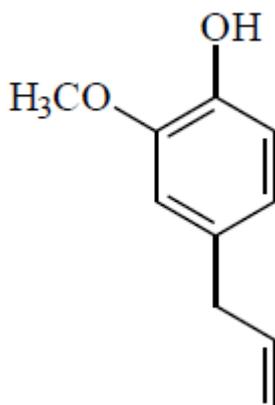
Os OE's se originam do metabolismo secundário das plantas e possuem composição química de enorme complexidade, destaca-se a presença de terpenos e fenilpropanóides. Sua produção está integrada a fisiologia de todo o vegetal, por isso sua composição fitoquímica e quantidade dependem de enzimas específicas que catalisam a produção de compostos voláteis em um órgão, do estágio de desenvolvimento e de estresses abióticos como a salinidade do solo, umidade e temperatura (GONÇALVES et al., 2003; SILVA et al., 2003).

De acordo com Alves (2018), os terpenos são formados pela associação de isoprenos, cadeias de cinco carbonos ligados uns aos outros, e os mesmos se diferenciam pelo número de unidades que se repetem. Monoterpenos e sesquiterpenos possuem uma pequena massa molecular e por isso são muito voláteis, explicando o aroma acentuado e característico dos OE's. Um exemplo um terpeno muito comum é o limoneno, que confere o odor característico do limão, podendo ser visualizada sua estrutura química na Figura 2.

Figura 2 - Limoneno

Fonte: AFFONSO et al. (2014)

Por sua vez, os fenilpropanóides (Figura 3) são uma classe de compostos fenólicos que apresentam três carbonos ligados a um anel benzoico, um dos compostos mais comuns dessa classe é o eugenol, que está presente, por exemplo, no OE de cravo-da-índia.

Figura 3 – Eugenol (Fenilpropanóide)

Fonte: AFFONSO et al. (2014)

Os OE's fazem parte do comércio de produtos *in natura* e juntos com produtos como mel, castanha de caju, erva mate, guaraná, frutos tropicais, cacau, café e soja abastecem o mercado brasileiro com exportação de produtos orgânicos, principalmente para a União Europeia e Estados Unidos da América (Tabela 1). O que faz com que o Brasil ocupe um lugar dentre os maiores produtores e fornecedores mundiais de óleos essenciais (BIZZO et al., 2009; ANTUNES et al., 2013).

Tabela 1 - Principais óleos essenciais presentes no mercado mundial

| Óleo essencial | Espécie |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| Menta japonesa (Índia) | <i>Mentha arvensis</i> |
| Eucalipto (tipo Cineol) | <i>Eucalyptus globulus Labill.</i> |
| Citronela | <i>Cymbopogon winterianus Jowitt</i> |
| Hortelã-pimenta | <i>Mentha x piperita L</i> |
| Limão | <i>Citrus limon (L.) N.L. Burm</i> |
| Eucalipto Citriodora | <i>Eucalyptus citriodora Hook.</i> |
| Cravo-da-índia | <i>Syzygium aromaticum (L.) Merr.</i> |
| Lima destilada (Brasil) | <i>Citrus aurantifolia</i> |

Fonte: Adaptado de BIZZO et al. (2009)

No Brasil, o ramo industrial responsável por consumir a maior parte dos OE's é o de perfumaria, do campo de cosméticos. Seguido pelas indústrias de produtos de limpeza, alimentos e medicamentos (SOUZA et al., 2010).

Outro aspecto importante, quanto ao uso dos OE's, refere se a forma de obtenção. Estes podem ser extraídos através de inúmeras técnicas e suas propriedades dependem do tipo de extração. Os métodos mais utilizados são: extração por arraste a vapor, hidrodestilação, prensagem a frio, extração por solventes orgânicos, extração por alta pressão e extração por CO₂ supercrítico (OKOH et al., 2010).

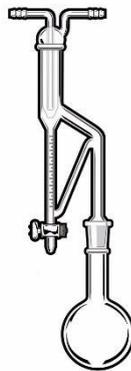
Em meio à competitividade do mercado de OE's, pesquisas envolvendo a extração desse material visam o aprimoramento de processos convencionais, como a extração com solvente orgânico e a hidrodestilação, bem como o uso de outras tecnologias, como a extração com fluido supercrítico. Buscando ampliar a quantidade, qualidade e valor comercial do produto obtido (COSTA et al., 2006).

A extração com solvente consiste em colocar a matéria prima em contato com um solvente previamente selecionado. As plantas são imersas neste solvente e após certo tempo, suficiente para que os constituintes solúveis da planta sejam transferidos, efetua-se a separação sólido-líquido. Na fase final o óleo é obtido pela evaporação do solvente da fase líquida. Este método, porém, apresenta algumas desvantagens como resíduos do solvente presente no óleo. Este resíduo pode causar alterações químicas nas moléculas e assim provocar efeitos tóxicos nos consumidores. Para a remoção de todo o solvente é necessário equipamento de alto custo (OLIVEIRA; JOSÉ, 2007; SILVEIRA et al., 2012).

Essa técnica é empregada porque algumas plantas não suportam o aumento de temperatura, por isso é usada a extração por solventes, de preferência, solventes orgânicos. Para esta extração é necessário que se conheça a polaridade da substância a ser extraída, para que se possa determinar o solvente ou a mistura de solventes usada para determinada extração (FERNANDES, 2012; SIMÕES et al., 2000).

A hidrodestilação em aparelho de Clevenger (Figura 4), é um método onde ocorre o aquecimento da amostra embebida em água, que atinge cerca de 100°C, temperatura maior que o ponto de ebulição dos componentes do OE, volatilizando-o. Após a volatilização, vapor d'água e compostos do OE passa por um condensador. Como a água é imiscível com o OE, formam-se duas fases (óleo e água), sendo a mistura recebida no frasco separador (ABDELLATIF; HASSANI, 2015). Sendo esse processo bastante eficiente para obter informações referentes ao processo industrial de destilação por arraste de vapor (SARTOR, 2009). A diferença entre a hidrodestilação e a destilação por arraste de vapor d'água, é que na primeira, a massa vegetal está submersa na água, já na segunda, o vapor passa pela matéria-prima (CHAVEZ, 2007).

Figura 4 – Aparelho Clevenger



Fonte: SP (2019)

Substâncias de origem vegetal apresentam ser uma alternativa promissora no controle de vetores, pois, as plantas são fontes naturais de inseticidas, que são produzidas pelo vegetal em resposta a um ataque patogênico (SIMAS et al., 2004).

O emprego de essências começou nas antigas civilizações, quando o homem descobriu o fogo e percebeu que ao queimar determinados arbustos e resinas, estas exalavam um aroma intenso (JAKIEMI, 2008). Durante séculos, centenas de culturas desenvolveram atos simbólicos e religiosos onde plantas aromáticas eram queimadas nos altares dos templos,

oferecidas como sacrifícios, em busca de favores dos deuses. Com o passar dos anos as plantas passaram a fazer parte de técnicas de prevenção e de tratamento das doenças, principalmente de feridas e contusões, como mostram documentos chineses e indianos com mais de 5.000 anos (PALHINHA, 2013).

Os antigos persas e egípcios conheciam os OE's de Terebintina (madeira de pinheiro) e resina de mastique (*Pistacia lentiscus*), sem dúvida o primeiro OE obtido a partir da destilação a seco. Vasos de alabastro, encontrado em antigas tumbas de faraós, possuíam OE e datavam de mais de 6.000 anos (PRICE, 1994).

Mas foram os persas que inventaram o aparelho de destilação, sendo esse o primeiro equipamento a obter um OE puro. Os romanos se beneficiaram muito dos conhecimentos gregos quanto à aplicação dos perfumes e dos óleos aromatizados que normalmente eram aplicados após o banho. Acreditavam nas virtudes dos banhos aromatizados com plantas, que usavam para restaurar o vigor sexual e diminuir os efeitos do vinho tomado em excesso (COSTA, 2010).

Os OE's eram empregados pelos egípcios, também, em massagens de embelezamento, para proteger a pele do clima árido e evitar a decomposição de seus mortos, demonstrando que conheciam suas propriedades antissépticas. Essas informações difundiram-se para os antigos gregos e deles para os romanos (DE LA CRUZ, 1997).

Em 1920, o químico francês Maurice René de Gattefossé apresentou a denominação aromaterapia pela primeira vez, impulsionada por uma experiência pessoal, visto que se acidentou em seu laboratório de perfume ao queimar seu braço e, na tentativa de apagar o fogo, ele mergulhou o braço em um barril de líquido que estava próximo contendo óleo de lavanda. Rapidamente ocorreu o alívio da dor sem sinais e sintomas detectados habitualmente em queimaduras, como vermelhidão, calor, inflamação, bolhas e cicatrizes, sendo a queimadura curada (LICHTINGER, 2006).

Com o advento da segunda guerra mundial e o desenvolvimento tecnológico da indústria farmacêutica, a terapia através dos OE's e a fitoterapia foram praticamente renegadas e esquecidas, posto, era o auge dos antibióticos. No entanto, a perda dos efeitos curativos de muitos princípios ativos sintéticos, devido ao surgimento de microrganismos cada vez mais resistentes, levou a indústria farmacêutica a sintetizar outros bem mais potentes e por vezes com efeitos adversos ainda mais indesejáveis; esse fato reacendeu o interesse pelas terapias que fazem uso de OE's (LAVABRE, 1997).

A indústria dos OE's iniciou as suas atividades no Brasil em 1927, quando começou a extrair o OE de pau-rosa (*Aniba dukei* K.) para substituir a produção franco-guianense. Mas foi só no final da década de 30, com a ocorrência da Segunda Guerra Mundial, que a indústria nacional passou a se desenvolver. Isto ocorreu porque a guerra afetou e desorganizou todo o comércio europeu, fazendo com que as empresas daquela região buscassem novos fornecedores. O Brasil então apareceu como uma alternativa; nosso país chamava a atenção por sua enorme riqueza natural. A partir daí, novas culturas começaram a ser exploradas e passamos a disponibilizar no mercado uma variedade maior de OE's, como sassafrás, menta, laranja e eucalipto (AZAMBUJA, 2019).

3.3 Aspectos gerais sobre *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá)

O jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) pertence à família Fabaceae e subfamília Caesalpinoideae. O termo jatobá vem do tupi e significa: “fruto de casca dura”. É encontrado em todo o continente americano, em margens de rios e áreas de mata (FARIAS et al., 2006; SILVA JÚNIOR, 2005; SOUSA et al., 2012).

Conhecida popularmente pelos nomes de jatobá, jataí, jataí-amarelo, jataí-peba, imbiúva, dentre outros, é uma árvore que alcança de 15-20 m de altura, possuindo folhas compostas e fruto do tipo legume indeiscente (Figura 5). Cada fruto possui de duas a quatro sementes (LORENZI, 2002).

Figura 5 – Árvore do *Hymenaea courbaril* L.



Fonte: Cánovas (2017)

A espécie, *H. courbaril* L. possui no Brasil, uma ampla distribuição, ocorrendo desde a floresta amazônica até a floresta estacional semidecidual no sudeste do país, atualmente são aceitos duas seções e 14 espécies, distribuídas do México à América do Sul e uma na costa leste da África (LEWIS et al., 2005); 13 ocorrem no Brasil uma delas é *H. courbaril*, (COSTA et al., 2011). Tem importância florestal e ambiental pelo potencial que possui como planta fixadora e armazenadora de carbono (MELO; PÓLO, 2007).

Os frutos contêm uma polpa que origina uma farinha muito nutritiva, consumida pelo homem e pelos animais silvestres (LORENZI, 2006), além de produzir sementes com abundância e regularidade sendo espécie com possibilidade de uso comercial (VELOSO, 1991) (Figura 6). Além disso, segundo Agarez (1997), apresenta indicação como medicinal, produzindo óleo essencial, taninos, materiais resinosos e pécticos, amido e açúcares, sendo as cascas e folhas utilizadas no tratamento de diarreias, cólicas intestinais, cistite, tosses, bronquite e asma, infecções de bexiga e verminoses (OLIVEIRA et al., 2006).

A madeira é muito dura, resistente e bastante comercializada, assim como os frutos (GRISI, 2008). Pode ser plantado desde a condição de bordas e clareiras até fechamento de dossel. Em razão dos frutos desta espécie serem muito procurados pela fauna, ela é extremamente útil nos plantios de áreas degradadas destinadas à recomposição da vegetação arbórea (LORENZI, 2006).

Figura 6 - *H. courbaril* L. (jatobá), (a) frutos e cascas (b) fruto



Fonte: Figuras disponíveis em: <<https://www.arvores.brasil.nom.br/new/jatoba/index.htm>> Acesso em: 13/10/2019

A espécie *H. courbaril* vem sendo foco de várias pesquisas, grande parte delas associadas a estudos agronômicos e fitoquímicos, pois além de sua madeira de qualidade,

seus frutos apresentam substâncias com propriedades biológicas, como os taninos (NOGUEIRA et al., 2001).

Para estudos que enaltecem o potencial gastronômico e o valor nutritivo do jatobá, apresenta-se aqui o realizado por Silva et al. (2001), os quais investigaram a aplicação de farinhas de jatobá adicionadas à farinha de trigo na elaboração de biscoitos. Neste estudo, a farinha de jatobá apresentou alto teor de fibra alimentar total e os biscoitos realizados com esta farinha ficaram isentos de açúcares e com boa qualidade tecnológica (SILVA et al., 2001), demonstrando o grande valor nutritivo e gastronômico do jatobá.

Dentre os estudos que registram os valores medicinais do jatobá, enaltecem-se aqui os realizados por Sales et al. (2014), os quais investigaram o efeito antimicrobiano do OE extraído da casca de frutos de *Hymenaea courbaril*. Neste estudo, os resultados encontrados mostram que o OE extraído da casca de frutos possui uma boa atividade antimicrobiana sobre a espécie Gram-positiva (*Staphylococcus aureus*), revelando o seu efeito antibiótico.

Outro estudo de grande importância que evidencia o potencial medicinal do jatobá, foi o realizado por Cavazzana Júnior et al. (2015), os quais verificaram que extratos de flores e folhas de jatobá se mostraram tóxicos ao protozoário *Trypanosoma cruzi*, causador da doença de Chagas, realizando a paralisação desse protozoário.

Estudos de cunho tecnológico também são apresentados na literatura científica como este realizado por Castelli et al. (2016), os quais analisaram o uso de extrato de *Hymenaea courbaril* no processo de fermentação etanólica.

Estudos *in vitro* para indústria de alimentos demonstraram que a fibra do fruto do jatobá pode efetivamente neutralizar radicais livres e outras substâncias reativas, apresentando assim uma atividade antioxidante que só poderia ser demonstrada de forma limitada em outras fontes de fibra alimentar (HABER, 2003; PEDAUYÉ, 2007).

3.4 Aspectos gerais sobre o *Aedes Aegypti* (Linnaeus, 1762)

A ocorrência do *Aedes aegypti* foi primeiramente descrita no Egito por Linnaeus, em 1762 (CHRISTOPHERS, 1960), estando o mosquito presente nos trópicos e subtropicais em praticamente todo o continente americano, no Sudeste da Ásia, e em toda a Índia (KRAEMER et al., 2015). Suspeita-se que a introdução dessa espécie no Brasil tenha ocorrido no período colonial, entre os séculos XVI e XIX, durante o comércio de escravos.

(CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; FORANTTINI, 2002). Com a destruição dos habitats naturais, devido às pressões antrópicas, uma parte da população silvestre sofreu um processo seletivo que favoreceu a disseminação e sobrevivência da espécie em aglomerados humanos (CHRISTOPHERS, 1960; CROVELLO; HACKER 1972).

No início do século XX, o mosquito *Aedes aegypti* foi identificado como transmissor da febre amarela urbana e em 1955, ocorre a sua erradicação no Brasil, no entanto, houve a reintrodução por meio de deslocamentos humanos marítimos ou terrestres (BRAGA; VALLE, 2007; PERES, 2016).

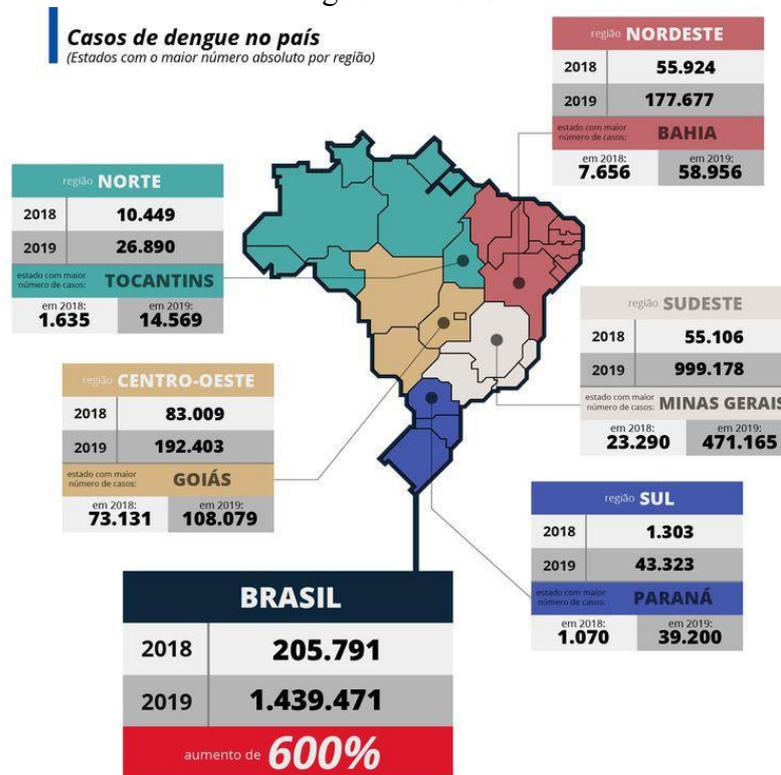
Na segunda metade do século XX, a partir de 1981, ocorreu na cidade de Boa Vista/RR, o primeiro registro epidêmico da arbovirose dengue, estendendo-se posteriormente, para outros estados. Na década de 90, a dispersão do vetor atingiu grande parte do país ocasionando vários surtos nos grandes centros urbanos das regiões Sudeste e Nordeste (SANTOS, 2012).

Observam-se recorrentes epidemias de dengue em todo o globo, na qual países de clima tropical, com temperatura e umidade favoráveis, têm apresentado elevados níveis de infestação por *Aedes aegypti*. Ressalta-se que as principais causas dessas epidemias têm sido a grande capacidade de adaptação do vetor, que favorece a re-emergência da doença, após intensas ações de controle (TAUIL, 2002).

Na tentativa de manter a incidência da enfermidade sob controle, são destinadas, sucessivamente, quantias significativas de recursos para programas de combate ao vetor, porém surtos de epidemias são constantes. Esse fato decorre de fatores relacionados à biologia e ao comportamento do vetor, somados a problemas típicos dos centros urbanos (GADELHA; TODA, 1985; ISHAK 1987; MARZOCHI; MONATH, 1994).

De acordo com o Ministério da Saúde no período de 30 de dezembro a 24 de agosto, foram registrados 1.439.471 casos de dengue em todo o país (Figura 7). A média é de pouco mais de 6 mil casos por dia. O número de registros representa um aumento de 599,5%, na comparação com 2018. Minas Gerais é, até o momento, o estado com o maior número de ocorrências, com um total de 471.165. Um ano antes, os municípios mineiros registravam 23.290 casos. São Paulo (437.047) aparece em segundo lugar, sendo, ainda, a unidade federativa em que a incidência da doença mais cresceu (3.712%), no intervalo de análise. Em 2018, foram reportados 11.465 casos (BOLD, 2019).

Figura 7 - Casos de dengue no país entre o período de 30 de Dezembro de 2018 a 24 de Agosto de 2019



Fonte: BOLD (2019)

Também são destaque negativo no balanço Goiás (108.079 casos), Espírito Santo (59.318) e Bahia (58.956). Quando o critério é a variação por região do país, o quadro mais crítico se encontra no Sul (3.224,9%), que contrasta com o do Centro-Oeste (131,8%). Além disso, nota-se que apenas dois estados apresentaram queda na prevalência da dengue: Amazonas, que diminuiu o total de 1.962 para 1.384 (-29,5%), e Amapá, onde houve redução de 608 para 141 (-76,8%). Atualmente, a taxa de incidência da dengue no país é 690,4 casos a cada 100 mil habitantes (BOLD, 2019).

3.4.1 Etiologia e ciclo de vida do *Aedes aegypti*

A etiologia do *Aedes aegypti* beneficia sua ampla dispersão, favorecida nos ambientes urbanos, preferencialmente no intra e no peridomicílio humano. Raramente são encontrados em ambientes semi silvestres ou onde não há presença intensa do homem. Seus criadouros preferenciais são recipientes artificiais, tanto aqueles abandonados a céu aberto, que servem como reservatório de água de chuva, como os utilizados para armazenar água para uso

doméstico. A presença dos criadouros em ambiente de convívio com o homem favorece a rápida proliferação da espécie, por dois aspectos: condições ideais para reprodução e fontes de alimentação (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994).

Caracteristicamente, o *Aedes aegypti* é um mosquito de hábito diurno e que possui coloração preta, com listras e manchas brancas, adaptado ao ambiente urbano (TAVEIRA et al., 2001). Ao longo de sua trajetória evolutiva essa espécie desenvolveu um comportamento estritamente sinantrópico e antropofílico, sendo reconhecido entre os mosquitos da família Culicidae como a espécie mais associada ao homem (NATAL, 2002) (Figura 8).

Figura 8 - Mosquito *Aedes aegypti*



Fonte: Brasil (2016)

Somente as fêmeas são hematófagas, sendo muito ágil ao picar e, quando perturbada durante a ingestão de sangue, interrompe o processo, voa e logo após, estará novamente apta a ser atraída ao mesmo ou outro hospedeiro, para completar sua refeição (NATAL, 2002).

Essa alimentação se restringe ao horário diurno e seus picos de atividade são ao amanhecer e ao final da tarde. Os machos costumam seguir as fêmeas no ambiente domiciliar para copular e se alimentar de substâncias açucaradas de plantas (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998).

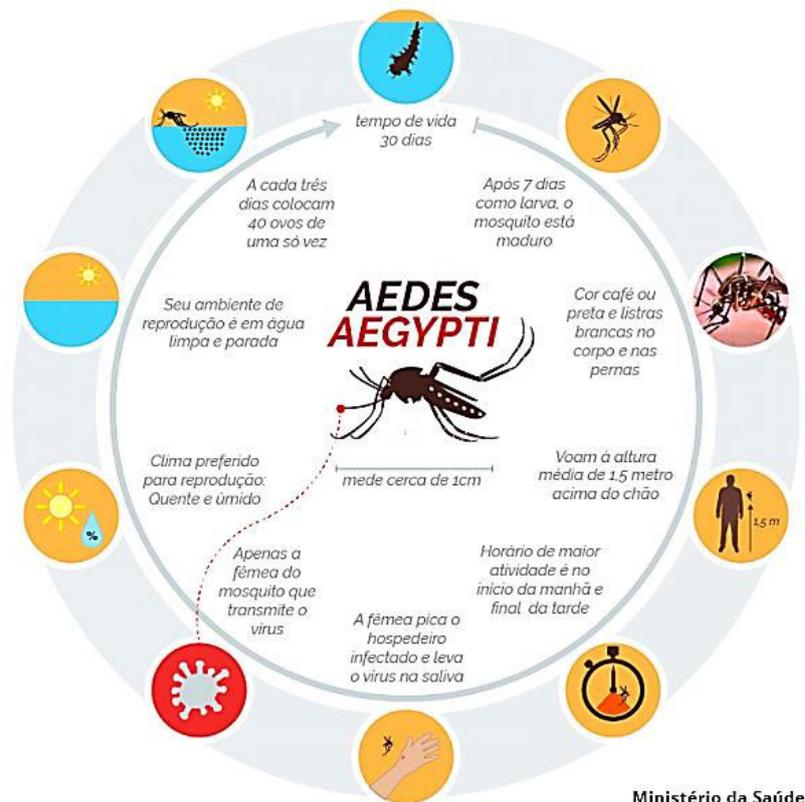
Por picarem, na maioria das vezes, no intradomicílio, em voos próximos ao solo, em ambientes com pouca luz e "vestidos" com uma camuflagem, representada pelas listras e manchas claras em fundo escuro, suas investidas são dificilmente notadas, e quando se percebe, a fêmea ingurgitada já voou, e deixou no local da picada a reação às proteínas

estranhas de sua saliva, na marca de um pequeno prurido (NATAL, 2002). É durante a picada que o mosquito transmite o vírus da dengue, através da saliva que inocula no hospedeiro.

O *Aedes aegypti* está entre os mosquitos que possuem uma rápida fase imatura. O ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti* compreende quatro fases: ovo, larva, pupa e adulto (BRASIL, 2019).

Segundo Nelson (1986) o período de desenvolvimento de ovo a adulto pode durar de cinco a sete dias, como apresentado na Figura 9, sendo influenciado principalmente pela temperatura. Particularmente a fêmea do *Aedes aegypti* deposita os ovos nas paredes de pequenos artefatos que acumulam água (NATAL, 2002), o que possibilita o fácil encontro de locais adequados para a criação na convivência próxima ao homem. Esses ovos ficam aderidos na parede dos recipientes e podem resistir a dessecação por até um ano e meio. Uma vez que entrem em contato com a água inicia-se a fase aquática do desenvolvimento (PREZOTO, 2016).

Figura 9 - Ciclo de vida



Fonte: Brasil (2019)

Após a emergência a fêmea do mosquito copula e inicia a procura por um hospedeiro para se alimentar e assim iniciar o ciclo reprodutivo colocando cerca de 30 a 100 ovos, cerca

de três dias após a alimentação, em diferentes criadouros, compostos preferencialmente por recipientes artificiais, abandonados pelo homem a céu aberto e preenchidos com água das chuvas (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998). Esses criadouros são na maioria das vezes pneus, latas, vidros, pratos de vasos, xaxins, vasos de cemitério, caixas d'água, tonéis, cisternas destapadas, lagos artificiais, piscinas e aquários abandonados, sempre com a condição de que a água armazenada seja limpa (não turva), pobre em matéria orgânica em decomposição e em sais, acumulada principalmente em locais sombreados e de fundo ou paredes escuras (PREZTO, 2016).

3.4.2 Doenças relacionadas e combate ao *Aedes aegypti*

Além do vírus da dengue, a espécie *Aedes aegypti* também transmite o vírus da febre amarela urbana, chikungunya e zika. O vírus da febre amarela pertence à família Flaviviridae, gênero Flavivirus e tem caráter endêmico em regiões tropicais da África e da América Latina, representando um grave risco à saúde pública. Apesar da disponibilidade de vacina para a prevenção desta doença seu ressurgimento é significativo em algumas regiões da África e das Américas (MASCHERETTI et al., 2013).

O vírus da febre chikungunya pertence à família Togaviridae, gênero Alphavirus e possui sintomas similares ao da dengue, porém esta doença tem caráter agudo e crônico com alta taxa de morbidade devido à artralgia prolongada. Sua recente presença nas Américas alerta os governantes para a execução de medidas preventivas já que ainda não há vacinas ou medicação específica para o tratamento. Além disso, as semelhanças clínicas entre febre chikungunya e dengue podem dificultar o diagnóstico em casos onde há infecção por ambas arboviroses (NSOENSIE et al., 2016; DONALÍSIO; FREITAS, 2015).

Por último, têm-se as recentes epidemias ocasionadas pelo zika vírus (família Flaviviridae, gênero Flavivirus) em diversas regiões do mundo. O zika vírus foi isolado pela primeira vez em 1948 de um macaco da floresta Zika, na Uganda. Este vírus teve sua emergência, em 2007, nas ilhas do pacífico e desde então tem se disseminado por todo o globo devido à grande facilidade de adaptação e migração do seu vetor *Aedes aegypti*.

O Brasil passou por uma epidemia de zika vírus ao final de 2015, o que foi inesperado para a sociedade pela falta de conhecimento acerca do vírus e da doença. Durante a epidemia houve a suspeita de que o zika vírus teria associação com os surtos de microcefalia e Síndrome de Guillain-Barré, que ocorreram na mesma época. Ressalta-se que a infecção

por zika vírus pode ser assintomática, o que oferece maiores riscos e dificuldades relacionadas ao diagnóstico e tratamento. Tal fato levou o Ministério da Saúde a declarar estado de emergência no país (BRASIL, 2015) e a OMS a declarar estado de emergência em saúde pública internacional no início de 2016 (OMS, 2016). E deste então estudos têm sido desenvolvidos para melhor compreensão da doença e do vírus para novas opções de prevenção à doença (VOROU, 2016).

O método utilizado para combater o *Aedes aegypti* no Brasil, são os inseticidas sintéticos (piretróides, fosforados e os organoclorados), e com o passar do tempo foram gerando resistência aos mesmo, assim fomentando a busca por inseticidas de origem vegetal (LIMA et al., 2003). E por apresentarem compostos biodegradáveis, produtos não tóxicos e potencialmente larvicida (AMER; MEHLHORN, 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local da pesquisa

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Pesquisa e Aplicação de Óleos Essenciais (PCQA-UFMA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

4.2 Material

A coleta do material vegetal utilizado nesta pesquisa foi realizada em outubro de 2019, em um único lote. Esse material foi coletado na região de Palmeiras - MA. As cascas do fruto, conforme mostra a Figura 10, foram identificadas pelo Herbário Ático Seabra da Universidade Federal do Maranhão, sob o registro de nº 1079. Após a coleta, a espécie vegetal foi transportada para o Laboratório de Pesquisa e Aplicação de Óleos Essenciais (PCQA-UFMA), onde foi submetido à estufa de secagem de ar convectiva a 45 °C por 24 horas, e posteriormente, triturada em moinho de facas.

Figura 10 - Cascas de Jatobá



Fonte: Autor (2019)

4.3 Extração do óleo essenciais da *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá)

Para a extração do óleo essencial foi empregado o processo por hidrodestilação, utilizando-se um sistema de Clevenger modificado, em vidro acoplado a um balão de fundo redondo de 6000 mL, com uma manta aquecedora controlando-se a temperatura a 100 °C/3h, como demonstra a Figura 11. Para a extração, foram utilizados 597,5 g da amostra de casca de jatobá com a proporção 1:10 de água destilada. O óleo extraído foi seco por meio da percolação com Na₂SO₄ (Sulfato de sódio anidro) e centrifugado, armazenado em um coletor de vidro envolto em papel alumínio sob refrigeração, a fim de evitar perdas de constituintes voláteis.

Figura 11 - Extrator de Clevenger



Fonte: Autor (2019)

4.4 Rendimento da extração do óleo essencial da *Hymenaea courbaril* L. (jatobá)

O cálculo do rendimento da extração foi expresso em percentagem, na relação massa/massa pela medida da densidade, observando o volume máximo obtido de cada óleo por massa (g) dos vegetais em estudo, conforme Equação 1 (FARMACOPEIA, 2010).

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

onde:

V = volume total do óleo extraído (mL)

d = densidade do óleo (g/mL)

m = massa do vegetal (g)

4.5 Caracterização físico-química

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

4.5.1 Densidade

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

4.5.2 Solubilidade em etanol (70%)

Para se determinar a solubilidade, foi colocado um volume constante do óleo e foram adicionados volumes proporcionais da solução alcoólica previamente preparada a 70% (v/v) até solubilização total (FARMACOPEIA, 2010).

4.5.3 Índice de refração

A determinação do índice de refração foi realizada com auxílio de uma pipeta de Pasteur de vidro para adicionar as amostras do óleo diretamente sobre o prisma do refratômetro de ABBE, a uma temperatura de 25 °C, fazendo-se, então, as leituras (FARMACOPEIA, 2010).

4.5.4 Cor e Aparência

A técnica utilizada foi visual, em que, sob um fundo branco, se comparou a cor do óleo com cores conhecidas e para a aparência se fez uma inspeção do óleo no que diz respeito a sua transparência ou limpidez (IAL, 1985).

4.6 Teste de Toxicidade

Para a avaliação da letalidade de *Artemia salina* Leach, foi empregada a metodologia de Meyer et al. (1982), onde foi preparada uma solução salina estoque de cada OE (óleo essencial) na concentração de 10.000 mg. L⁻¹ e 0,02 mg de Tween 80 (tenso ativo). Aliquotas de 5, 50 e 500 µL desta foram transferidas para tubos de ensaio 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 tubos de ensaio.

Para o controle do branco utilizou-se 5 mL da solução salina, para o controle positivo foi usado o dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇) e para o controle negativo 5 mL de uma solução 4 mg. L⁻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. Adotou-se o critério estabelecido por Dolabella (1997) para classificação da toxicidade dos OE's, sendo considerado altamente tóxico quando $CL_{50} \leq 80$ mg. L⁻¹, moderadamente tóxico para $80 \text{ mg. L}^{-1} \leq CL_{50} \leq 250 \text{ mg. L}^{-1}$ e levemente tóxico ou atóxico quando $CL_{50} \geq 250 \text{ mg L}^{-1}$.

4.7 Teste Larvicida

Os ovos foram coletados na Universidade Federal do Maranhão, Campus Bacanga em São Luís/MA, através de armadilhas denominadas ovitrampas (Figura 12). Estas consistem de baldes marrons (500 mL), de polietileno, com 1 mL de levedura de cerveja e 300 mL de água corrente e inserida duas palhetas de Eucatex para a ovoposição do mosquito. As armadilhas foram inspecionadas semanalmente para a substituição das palhetas e recolhimento dos ovos e encaminhados para o Laboratório de Pesquisa e Aplicação de Óleos Essenciais (PCQA-UFMA) do Pavilhão Tecnológico da Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

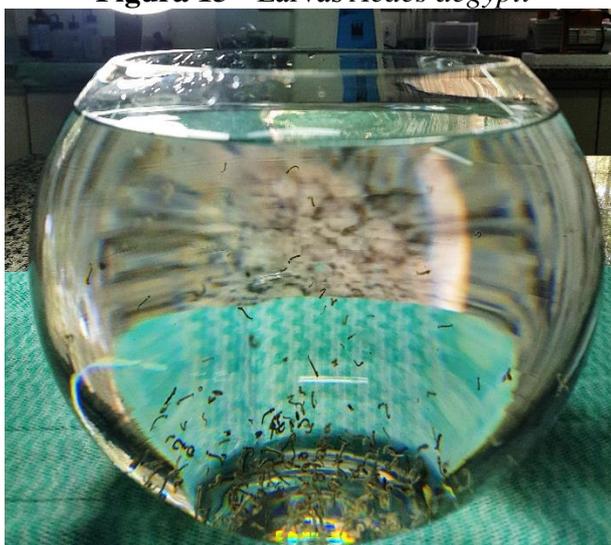
Figura 12 - Armadilha utilizada para a coletas dos ovos do *Aedes aegypti*



Fonte: Autor (2019)

Inicialmente, os ovos do *Aedes aegypti* foram colocados para eclodir a temperatura ambiente em um aquário circular de vidro contendo água mineral como apresentado na Figura 13. A identificação da espécie seguiu a metodologia proposta por Forattini (1962). As larvas obtidas foram alimentadas com ração de gato conforme a metodologia de Silva (1995) até atingirem o terceiro e quarto estágio, idade em que foram feitos os experimentos.

Figura 13 - Larvas *Aedes aegypti*



Fonte: Autor (2019)

Os ensaios para atividade larvicida foram realizados de acordo com a metodologia adaptada proposta por SILVA (2006). Inicialmente, foi preparada uma solução mãe de 100

mg L⁻¹ do OE diluída em solução de Dimetilsulfóxido 10% (DMSO). Desta solução, foram preparadas cinco diluições nas concentrações 10, 20, 50, 70 e 100 mg L⁻¹. A cada concentração foram adicionadas 10 larvas na proporção 1 mL larva⁻¹.

Todos os testes foram realizados em triplicatas e como controle negativo foi utilizado uma solução formada de DMSO 10%, e como controle positivo, uma solução de temefós (O,O,O',O'- tetrametil O,O'-tiodi-p-fenileno bis (fosforotioato) a 100 ppm, equivalente a concentração utilizada pela fundação nacional de saúde (Funasa) para o controle larvicida do vetor, além do Novaluron (\pm -1-[3-cloro-4-(1-1-3-trifluoro-2-trifluoromethoxyethoxy) phenyl-3-(2,6-difluorobenzoyl) urea a 0,02 mg/L, dose adotada pelo ministério da Saúde, que indica pelo OMS no intervalo de 0,01 a 0,05mg/L.

Após 24h foram realizou-se a contagem de vivas e mortas, sendo que foram consideradas mortas, as larvas que não reagiram ao toque após 24 horas do início do experimento. Para quantificação da eficiência do OE foi aplicado o teste estatístico de Reed & Muench (1938) com cálculo do intervalo de confiança por Pizzi (1950).

4.8 Compostos Fenólicos Totais

A determinação dos compostos fenólicos totais do OE foi realizada com adaptação do método de Folin-Ciocalteu (WATERHOUSE, 2012). Utilizou-se 5 mg do OE diluído em 1 mL de etanol. A esta solução foi adicionado 3 mL de água destilada, 500 μ L do reagente Folin-Ciocalteu e 2,0 mL de carbonato de sódio a 20%. A solução formada foi 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.

4.9 Análise estatística

De acordo com método de Reed & Muench (1938), foi realizada análise estática, em que tem como princípio, se um animal sobrevive a uma certa concentração, também irá sobreviver em concentrações menores. Então, o animal que morrer a uma certa concentração, irá morrer em concentrações maiores. A partir dos dados de mortalidade é construído um gráfico, em que apresenta uma curva para o acúmulo de animais mortos e outra para o acúmulo de animais vivos. O ponto de intercessão entre as curvas é a Concentração Letal

50% (CL₅₀), ou seja, nesse ponto o número de animais mortos é igual ao número de animais vivos (COLEGATE; MOLYNEUX, 1993).

Segundo o método de Pizzi (1950), foi calculado o intervalo de confiança, em que se constrói um gráfico de percentual de mortos versus logaritmo da concentração. Então, determina-se o valor de R, que é a diferença entre o log que mata 75% e o log da dose que mata 25% das larvas. Posteriormente, encontra-se a variável H, que é a média das diferenças dos valores de log das concentrações. Obtendo-se esses dados, encontra-se o log do erro padrão (SE), através da Equação 2. Para calcular o intervalo de confiança, aplica-se o valor de SE encontrado na expressão 2×10^{SE} .

$$(SE)^2 = 0,79 * H * \frac{R}{20} \quad (2)$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação dos parâmetros físico-químicos do óleo essencial das cascas da *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá)

Os parâmetros físico-químicos dos OE's são importantes não apenas para determinação da qualidade, como também para o controle de sua pureza. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros físico-químicos do óleo essencial (OE) de *H. Courbaril* L

| Parâmetros físico-químicos | OE <i>H. Courbaril</i> |
|---------------------------------|------------------------|
| Densidade (g mL ⁻¹) | 0,9182 |
| Solubilidade (EtOH 70%) | 1:9 |
| Aparência | Límpido |
| Cor | Amarelo |
| Índice de refração (nD 25°C) | 1,500 |
| Rendimento (% m/m) | 0,46 |

Fonte: Autor (2019)

O rendimento da extração foi calculado, a partir da Equação 1, a partir de uma massa de 597,5 g do material vegetal. Foi obtido um volume de 3 mL, sendo o rendimento m/m de 0,46%. De acordo com Mercês (2014) o valor de rendimento da hidrodestilação das cascas de *H. courbaril* L. encontradas neste trabalho estão condizentes com a literatura que especifica a faixa de 0,003 a 0,6% para a espécie em estudo.

Conforme pode-se verificar na Tabela 2, o óleo estudado teve aparência límpida, cor amarelada, solubilidade em etanol 70% na proporção 1:9 e a densidade foi de 0.9182 g mL⁻¹. De acordo com Ribeiro & Seravalli (2004), a medida de densidade do óleo está relacionada ao grau de ligações duplas ou triplas, ou seja, quanto menor for o peso molecular do óleo, maior é o grau de insaturações. Ao comparar o valor obtido de densidade, o OE em relação à água destilada, cujo peso específico é de 1 g mL⁻¹ a 20 °C, nota-se que o OE é menos denso (SANTOS et al., 2014). Durante a hidrodestilação, esta característica já havia sido notada uma vez que se verificou uma nítida separação de fases, ficando o óleo na parte superior do tubo coletor.

O índice de refração obtido foi de 1,500 nD, que é característico para cada tipo de óleo, dentro de certos limites, sendo relacionado ao grau de saturação das ligações, mas é afetado por outros fatores tais como: oxidação e tratamento térmico (IAL, 1985).

5.2 Toxicidade

O ensaio de toxicidade frente ao microcrustáceo *Artemia salina* L. foi realizado no OE de *H. courbaril* L., e os dados obtidos são apresentados na Tabela 3. Observou-se que a maior taxa de mortalidade foi encontrada na concentração de 1000 mg L⁻¹ com 60% em 24h.

Tabela 3 - Percentual de mortalidade da espécie de *Artemia salina* L. frente a ação do OE de *H. Courbaril* L.

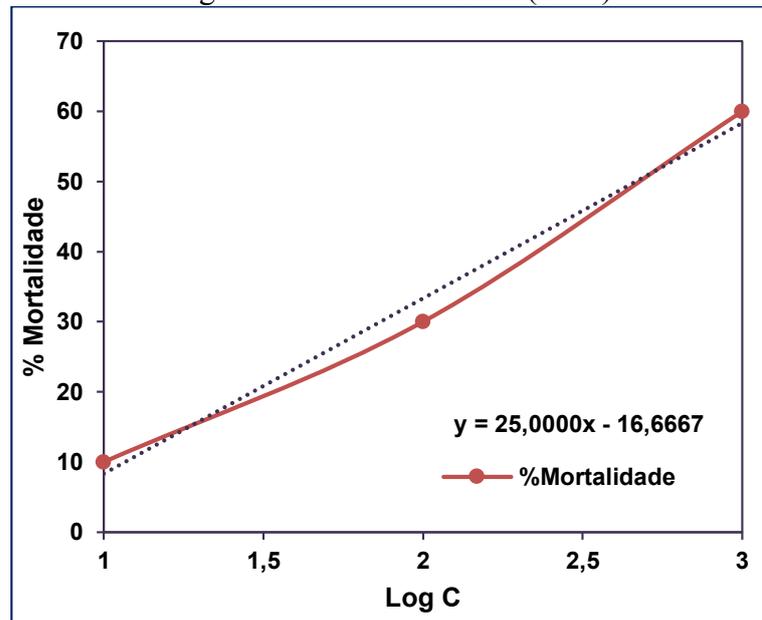
| [C] (mg L ⁻¹) | LOG [C] | ACUMULADOS | | | | MORTALIDADE (%) |
|------------------------------|---------|------------|-------|-------|--------|--------------------|
| | | MORTOS | VIVOS | VIVOS | MORTOS | |
| 1000 | 3 | 6 | 4 | 4 | 10 | 60 |
| 100 | 2 | 3 | 7 | 11 | 4 | 30 |
| 10 | 1 | 1 | 9 | 20 | 1 | 10 |

Fonte: Autor (2019)

Para o cálculo do intervalo de confiança, foi utilizado do método de Pizzi (1950), no qual foi construído um gráfico do percentual da mortalidade *versus* logaritmo (log) da concentração como apresentado na Figura 14.

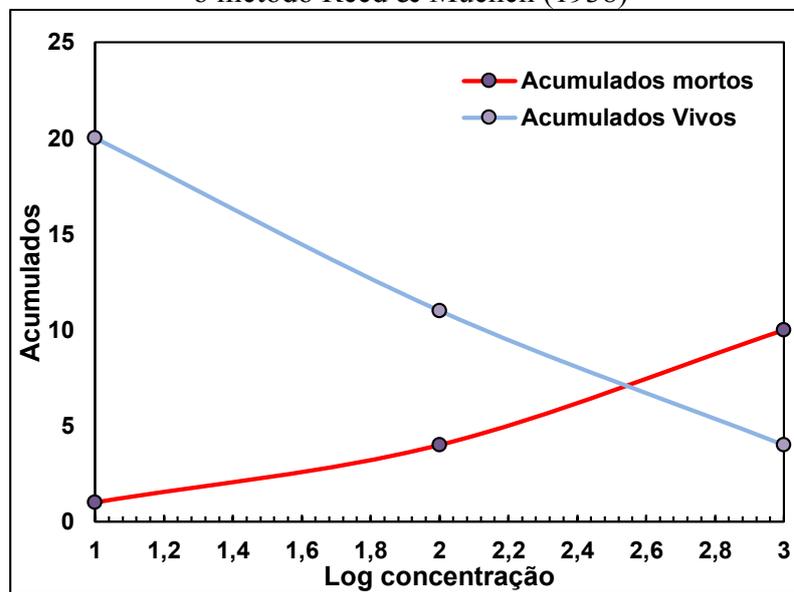
Na Tabela 3, encontra-se os dados de mortalidade para as três concentrações (1000, 100, 10 mg L⁻¹), sendo assim construído um gráfico onde se observa uma curva para o acúmulo de animais vivos em cada concentração e outra curva para o acúmulo de animais mortos como apresentado na Figura 15. O ponto de intercessão entre as curvas é a Concentração Letal 50% (CL₅₀).

Figura 14 - Gráfico do percentual da mortalidade versus logaritmo (log) da concentração, segundo o método de Pizzi (1950)



Fonte: Autor (2019)

Figura 15 - Gráfico log da concentração versus os acumulados de mortos e vivos, segundo o método Reed & Muench (1938)



Fonte: Autor (2019)

Na Tabela 4 é apresentada a CL_{50} referente a ação do OE *H. cubaril* L. frente a *Artemia salina* L. e sua posterior classificação segundo o critério de Dollabela (1997).

Tabela 4 - Concentração Letal 50% para ação do OE frente a *Artemia salina* L. e classificação dos óleos quanto a sua toxicidade pelo critério de Dolabella (1997)

| Log da intersecção das curvas | Concentração (CL ₅₀) mg L ⁻¹ | Classificação |
|-------------------------------|---|---------------|
| 2,55 | 354,8 ± 2,02 | Atóxico |

Fonte: Autor (2019)

Encontrou-se o log da intersecção de 2,55 e de CL₅₀ igual a 354,8 mg L⁻¹. O óleo analisado apresentou valor de CL₅₀ ≥ 250 mg L⁻¹, indicando assim, ser atóxico de acordo com a metodologia de referência utilizada para o teste (DOLABELLA, 1997). Não tendo na literatura toxicidade frente *Artemia Salina* L. do OE de *H. Courbaril* L. para fins comparativos.

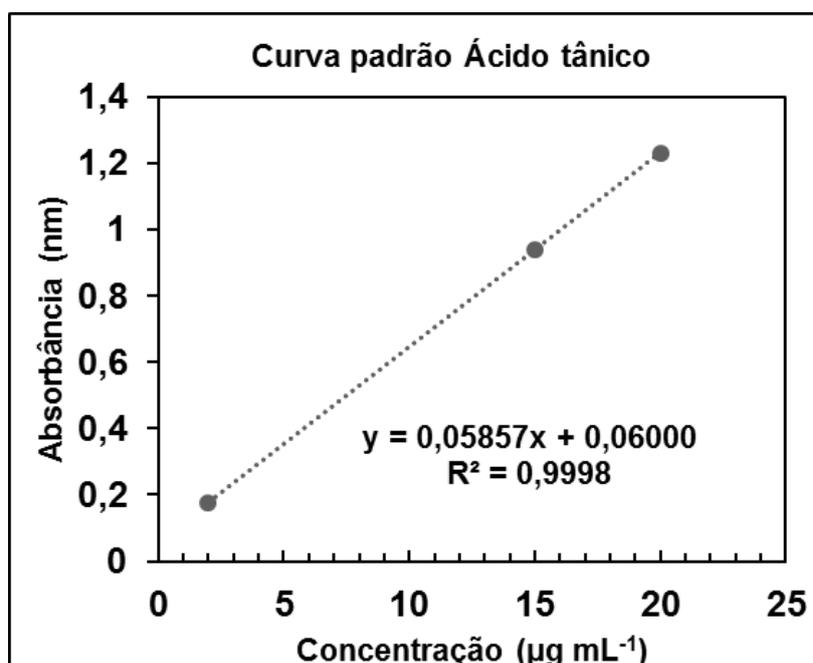
Em geral, os compostos bioativos são tóxicos às larvas de *A. salina*. Assim, a letalidade a este microcrustáceo pode ser utilizada como um teste preliminar rápido e simples durante o isolamento de produtos naturais (RAHMAN et al., 2001).

A toxicidade de uma planta é tida como a capacidade do produto estudado causar algum desequilíbrio, um dano grave ou mesmo levar a morte (ALVES, 2014). Ensaios com produtos naturais têm revelado atividades biológicas relevantes. Um ensaio que pode demonstrar tais atividades é o bioensaio utilizando *Artemia salina*. Existem inúmeras vantagens em se utilizar o mini crustáceo em ensaios científicos, as principais delas incluem o baixo custo, rapidez, fácil manutenção e a utilização de pouca amostra (SAYFELD, 2010).

5.3 Fenólicos Totais

A curva padrão de ácido tânico obtida experimentalmente é apresentada na Figura 16. A equação da reta é apresentada no gráfico, juntamente com o coeficiente de determinação, demonstrando uma boa linearidade da curva.

Figura 16 - Gráfico curva padrão ácido tânico



Fonte: Autor (2019)

A equação da reta obtida foi $y = 0,05857x + 0,06000$ ($R^2 = 0,9998$), onde y representa a absorbância e x a concentração equivalente de ácido tânico. A Tabela 5 apresenta a quantidade de fenólicos totais do OE *H. Courbaril* L.

Tabela 5 - Quantificação de fenólicos totais (mg EAT g⁻¹)

| Fenólicos totais | OE <i>H. courbaril</i> L |
|------------------|--------------------------------|
| | 490,353 mg EAT g ⁻¹ |

Fonte: Autor (2019)

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 335,0 mg EAT g⁻¹ mostrando que o resultado encontrado no estudo está de acordo com a literatura.

Os compostos fenólicos estão relacionados com a quantidade de antioxidantes das plantas, por isso a quantificação dos mesmos é importante (SILVA et al., 2010). Estes compostos englobam moléculas simples e também moléculas com alta polimerização, presentes em vegetais na forma livre ou ligados a açúcares ou proteínas. Já foram encontrados mais de 8000 tipos diferentes em plantas e estão classificados em pouco ou altamente distribuídos na natureza. Dentre os de pouca distribuição estão os fenóis simples, o

pirocatecol, a hidroquinona, o resorcinol, taninos, lignina e também aldeídos derivados de ácidos benzóicos que estão presente em alguns óleos essenciais. No grupo dos altamente distribuídos estão os flavonóides e derivados e os ácidos fenólicos e cumarinas (SILVA, 2010; SOARES, 2002).

Estes compostos agem como antioxidantes, pois além de fornecerem elétrons ou hidrogênio, também ocorre a formação de radicais intermediários estáveis durante a reação com os radicais livres. São caracterizados como moléculas que possuem anel benzênico ligado a um ou mais grupos hidroxila (SILVA et al., 2010; JARDINI, 2010; BARREIROS; DAVID; DAVID, 2006).

5.4 Larvicida

A atividade larvicida do OE da *H. courbaril* L. com os dados obtidos referentes ao número de larvas vivas e de larvas mortas foram encontrados através de uma média das três repetições para cada uma das seis concentrações testadas como apresenta a Tabela 6.

Tabela 6 - Percentual de mortalidade frente ao *Aedes aegypti*. frente a ação do OE de *H. courbaril* L.

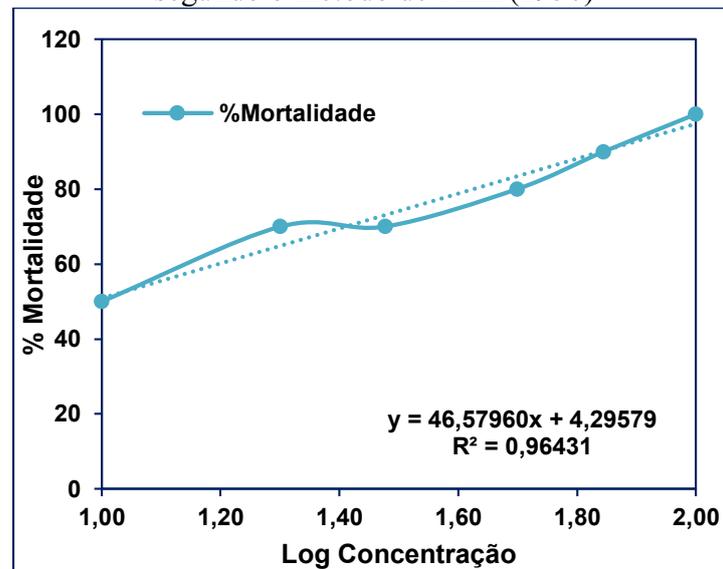
| [C](mg.L ⁻¹) | LOG [C] | ACUMULADOS | | | | MORTALIDADE% |
|--------------------------|---------|------------|-------|-------|--------|--------------|
| | | MORTOS | VIVOS | VIVOS | MORTOS | |
| 100 | 2,00 | 10 | 0 | 0 | 46 | 100 |
| 70 | 1,85 | 9 | 1 | 1 | 36 | 90 |
| 50 | 1,70 | 8 | 2 | 3 | 27 | 80 |
| 30 | 1,48 | 7 | 3 | 6 | 19 | 70 |
| 20 | 1,30 | 7 | 3 | 9 | 12 | 70 |
| 10 | 1,00 | 5 | 5 | 14 | 5 | 50 |

Fonte: Autor (2019)

Conforme apresentado na Tabela 6, a concentração de 10 mg L⁻¹ do OE da *H. courbaril* L. apresentou uma baixa atividade larvicida, matando 5 larvas e correspondendo a 50% de mortalidade. A concentração de 30 mg L⁻¹ apresentou uma mortalidade de 80%. A partir da concentração de 50 mg L⁻¹ do OE a atividade larvicida começou a crescer exponencialmente, até chegar na concentração de 100 mg L⁻¹, onde ocasionou a morte de 100% das larvas.

A taxa de porcentagem da mortalidade das larvas frente o OE é mostrada na Figura 17, na qual a concentração é diretamente proporcional a mortalidade, ou seja, conforme aumenta-se a concentração, aumenta a mortalidade.

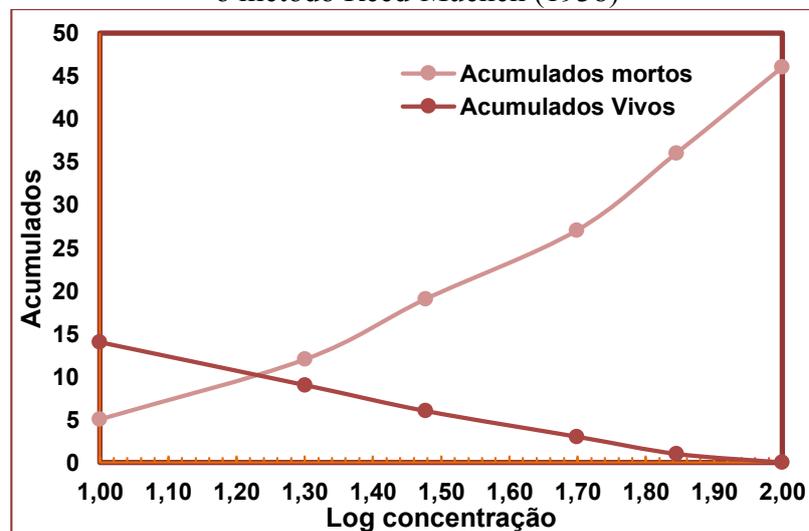
Figura 17 - Gráfico do percentual da mortalidade versus logaritimo (log) da concentração, segundo o método de Pizzi (1950)



Fonte: Autor (2019)

A Figura 18 apresenta o gráfico da Concentração Letal 50% (CL₅₀), concentração em que cinquenta por cento das larvas testadas morrem, foi encontrada próximo ao Log da concentração de 1,22.

Figura 18 - Gráfico log da concentração versus os acumulados de mortos e vivos, segundo o método Reed-Muench (1938)



Fonte: Autor (2019)

A CL_{50} para o OE de *H. courbaril* L. foi calculada através da interseção das curvas de indivíduos acumulados vivos e indivíduos acumulados mortos da Tabela 6, tendo como resultado a CL_{50} de $16,60 \text{ mg L}^{-1}$ com um intervalo de confiança de $3,20 \text{ mg L}^{-1}$ apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Concentração Letal 50% para ação do OE frente ao *Aedes egypti* e classificação dos óleos quanto a sua toxicidade.

| Log da intersecção das curvas | Concentração (CL_{50}) mg L^{-1} |
|-------------------------------|---|
| 1,22 | 16,60 ± 3,20 |

Fonte: Autor (2019)

A CL_{50} obtida qualifica o OE como um agente larvicida em potencial (CHENG et al., 2003), que considera bons agentes larvicidas as substâncias com valor de CL_{50} inferior a 100 mg L^{-1} . De acordo com a literatura, Aguiar (2010), o valor da CL_{50} foi de $14,8 \pm 0,4 \text{ mg L}^{-1}$, podendo ser considerado semelhantes ao do estudo.

Estudos apontam que os componentes terpênicos, álcoois e aldeídos dos OE's são responsáveis pela atividade inseticida ou larvicida contra o *Aedes aegypti* (LUCIA et al., 2007; LIMA, 2009; LEITE, 2009).

Diversas substâncias extraídas da casca, do caule, das folhas e dos frutos de diversos vegetais têm demonstrado propriedades larvicidas e de repelência no controle de diversos culicídeos, em especial para o *Aedes aegypti* (SILVA et al., 2002; KAUSHIK; SAINI, 2008; BAGAVAN; RAHUMAN, 2011; SIVAKUMAR et al., 2011; EL-SHEIKH et al., 2012).

De acordo com Aguiar (2010) a composição química do OE das cascas dos frutos de *H. courbaril* L. é constituída por sesquiterpenos que representam 86,1% do OE. Na amostra os autores identificaram α - copaeno (11,1%), espatulenol (10,1%), β - selineno (8,2%), γ -muurolene (7,9%) e óxido de cariofileno (6,9%) como os conculintes majoritários da amostra. A estes são atribuídas as propriedades larvicidas para o OE em estudo. A ação observada também pode ser justificada pela maior concentração de sesquiterpenos oxigenados (28,6%), principalmente espatulenol, presente no óleo essencial a partir das cascas do fruto (AGUIAR, 2010).

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos através dos experimentos realizados do OE das cascas da *H.courbaril* L. permitiram concluir que:

O rendimento do OE de *H. courbaril* L foi de 0,46% indo de encontro a literatura que apresenta uma faixa de 0,003% a 0,6%.

Os parâmetros físico-químicos foram determinados e tiveram dentro dos parâmetros esperados.

O OE de *H. courbaril* L. apresentou atividade larvicida eficiente contra as larvas de *Aedes aegypti*. onde o critério utilizado considera bons agentes larvicidas as substâncias com valor de CL_{50} inferior a 100 mg L^{-1} . Evidenciando, assim a sua potencialidade e sendo uma alternativa no controle das larvas de *Aedes aegypti*.

A toxicidade frente *Artemia Salina* L. do OE apresentou uma CL_{50} de $354,8 \text{ mg L}^{-1}$ de acordo com o descrito na literatura, sendo este classificado como atóxico pelo critério utilizado. É preciso que se conheça não somente as propriedades biológicas dos produtos naturais, mas também os seus respectivos potenciais tóxicos para se possa aplicá-los de modo seguro.

Por fim, o teor de fenólicos totais obtidos auxilia na avaliação do potencial do OE por Cromatografia Gasosa acoplada a espectrometria de massas.

REFERÊNCIAS

ABDELLATIF, F.; HASSANI, A. Chemical composition of the essential oils from leaves of *Melissa officinalis* extracted by hydrodistillation, steam distillation, organic solvent and microwave hydrodistillation. **Journal of Materials and Environmental Science**, Algeria, v.1, n.6, p. 207-213, 2015.

AFFONSO, R.S.; LESSA, B.; SLANA, G. B. C. A.; BARBOZA, L.L.; ALMEIDA, F. V. de; LIMA, A. L. S.; SOUZA, F. R. de; FRANÇA, T. C. C. Quantificação e Caracterização dos Principais Componentes do Extrato Etanólico de Cravo-da-Índia *Syzygium aromaticum* [L] Merr. et Perry. **Revista Virtual de Química**, V. 6, nº. 5, 2014, p. 1316-1331.

AGAREZ, F.V.; RIZZINI, C.M.; PEREIRA, C. **Botânica: taxonomia, morfologia e reprodução dos angiosperma e: chaves para determinação das famílias**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, p-198-199, 1994.

AGUIAR, J. C. D.; SANTIAGO, G. M. P.; LAVOR, P. L.; VERAS, H. N. H., FERREIRA, Y. S.; LIMA, M. A. A., BRAZ-FILHO, R. Chemical constituents and larvicidal activity of *Hymenaea courbaril* fruit peel. **Natural product communications**, v. 5, n. 12, p, 2010.

ALVES, B. **Óleo essencial de Lavanda (*Lavandula angustifolia*) no tratamento da ansiedade**. Monografia. São João Del-Rei (Mg): Universidade Federal de São João Del-Rei, 2018.

ALVES, W. F.; SOUZA, M. C.; ALMEIDA, A. N. S.; OLIVEIRA, S. S. O.; RIBEIRO, I. L. R. **Características físico-químicas de óleos essenciais de plantas da região do Vale do Juruá**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v11 n.22; p. 534-546, 2015.

AMER, A. & MEHLHORN, H. Larvicidal effects of various essential oils against *Aedes*, *Anopheles* and *Culex* larvae (Diptera, Culicidae). **Parasitology Research** 99: 466-472. 2006.

ANTONIO, G.D.; TESSER, C.D.; MORETTI-PIRES, R.O. Contribuições das plantas medicinais para o cuidado e a promoção da saúde na atenção primária. v.17, n.46. p.615-33, jul./set. 2013.

AZAMBUJA, Wagner. **Óleos essenciais: O início de sua história no Brasil.Leosessenciais**. RG. Disponível em: <<http://oleosessenciais.org/>>. Acesso em: 12 out de 2019.

BAGAVAN A.; RAHUMAN, A. Abdul. Evaluation of larvicidal activity of medicinal plant extracts against three mosquito vectors. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**. 29-34. 2011.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. **Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo**. Quim. Nova, Vol. 29, No. 1, 113-123, 2006.

BEDNARCZUK, V. O.; VERDAM, M.C. S; MIGUEL, M.D; MIGUEL, O.G. Testes in vitro e in vivo utilizados na triagem toxicológica de produtos naturais. **Visão Acadêmica**, v. 11, n. 2, 2010.

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

BOAS, G. de K.V.; GADELHA, C.A.G. Oportunidades na indústria de medicamentos e a lógica do desenvolvimento local baseado nos biomas brasileiros: bases para a discussão de uma política nacional. **Caderno de Saúde Pública**.v.23, n.4, p.179-293, 2007.

BOND, L. Em um ano, incidência da dengue no país aumenta 600%. Agência Brasil. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2019-09/em-um-ano-incidencia-da-dengue-no-pais-aumenta-600>> .2019. Acessado em: 27 Out. 2019.

BRAGA, I.A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.16, n.2, p.113-118, 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. **Resolução - RDC nº 2, de 15 de janeiro de 2007**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 13 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 26, de 13 de maio de 2014. **Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos e o registro e a notificação de produtos tradicionais fitoterápicos**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder executivo, Brasília, DF.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Combate ao Aedes Aegypti: prevenção e controle da Dengue, Chikungunya e Zika**.2019. Disponível em: < <http://saude.gov.br/saude-de-a-z/aedes-aegypti>>. Acessado em: 17out. 2019

BRASIL. Portal da Saúde – SUS. **Orientação e prevenção sobre o Aedes aegypti**. 2016. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/links-de-interesse/301-dengue/14610-curiosidades-sobre-o-aedes-aegypti>>. Acessado em: 17 out. 2019.

BRASIL. Portaria nº 1.813, de 11 de novembro de 2015. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 12 de nov. 2015.

CANOVAS, R. 2017. **Hymenaea courbaril** | Jardim Cor. Disponível em: <http://www.jardimc-or.com/catalogo-de-especies/hymenaea-courbaril/>>. Acessado em: 9 out. 2019.

CASTELLI, L. A.; BERNARDO, A. S.; CARVALHO, M. R.; NENÊ, R. V.; MADALENO, L. L.; FRIGIERI, M. C. Aplicação do extrato de *Hymenaea courbaril* no processo de fermentação etanólica. **Ciência & Tecnologia: Fatec-JB**, v. 8, p. 175-179, 2016.

CAVAZZANA, J. M.; PEREIRA, M. H.; SILVA, F. B. B.; EHENDO, K. M. S. Ação de extratos vegetais sobre *Trypanosoma cruzi*. **Cuid Arte Enfermagem**, v. 9, n. 2, p. 117-121, 2015.

CECHINEL FILHO, V.; YUNES, R.A. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química nova**, v.21, n.1, p.99-105, 1998.

CHAVEZ, M.G.C. **Hidrodestilación de aceites esenciales: modelado y caracterización**. Valladolid. 36 f. Tese (Doutorado) –Faculdade de Ciências, Universidade de Valladolid. 2007.

CHENG, S.S; CHANGA, H.T; CHANG, S.T; TSAIB, K.H; CHEN, W.J. Bioactivity of selected plant essential oils against the yellow fever mosquito *Aedes aegypti* larvae, **Bioresource Technology**, 2003.

CHRISTOPHERS S.R. *Aedes aegypti* (L.): the yellow fever mosquito: its life history, bionomics and structure. London: Cambridge University Press; 750 p. 1990

COLEGATE, S. M.; MOLYNEUX, R. J. Bioactive natural products: detection, isolation and structure elucidation. CRC Press, Boca Raton, Edition, v. 2, p. 15-18, 1993.

CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CUIDADOS PRIMÁRIOS DE SAÚDE. Resolução Alma-Ata, set. de 1978. **Cuidados primários de saúde**, relatório, Alma-Ata, OMS, 1979. p. 64.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. 225p. 1998.

CONSOLI, R.A.G.B.; OLIVEIRA, R.L. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: **FioCruz**; 228 p. 1994.

COSTA, A. G. **Desenvolvimento vegetativo, rendimento e composição do óleo essencial de Patchouli após adubação nitrogenada**. 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17977/13753>>. Acessado: 12 nov. 2019

COSTA, J. G. M.; RODRIGUES, E. C.; SILVA, M. R.; MOTA, M. L.; SANTOS, N. K. A.; CARDOSO, A. L. H.; LEMOS, T. L. G. Estudo químico-biológico dos óleos essenciais de

Hyptis martiusii, Lippia sidoides e Syzigium aromaticum frente às larvas do Aedes aegypti. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 4, p. 304-309, 2005.

COSTA, T. S.; PELAIS, A. C. A.; CORRÊA, N. C. F.; FRANÇA, L. F.; MARQUES, M. O. M. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Botucatu, v.08, n. 4, p. 100-103. 2006.

COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, Supl.1, p.15-19, 2010.

CROVELLO, T. J; HACKER, C. S; Evolutionary strategies in life table characteristics among feral and urban strains of *Aedes aegypti* (L.). **Evolution**. jun;26(2):185-96. 1972.

CUNHA, A. P., et al. Fármacos aromáticos (Plantas aromáticas e óleos essenciais). In: Cunha, A. P. d. (ed.) **Farmacognosia e Fitoquímica**. 2ª ed. Lisboa Fundação Caloust Gulbenkian pp.339 - 401. 2009.

CUNHA, A. P., et al. **Plantas Aromáticas e Óleos Essenciais Composição e Aplicações**, Lisboa. 2012.

D.L.R. SIMAS, S.H.B.M. AMORIM, J.M. OLIVEIRA, D.S. ALVIANO AND A.J.R. SILVA, Characterization of essential oils of citrus fruits. **Citrus Research & Technology**,36(1), 5–26. 2015.

DE LA CRUZ, M.G.F. **Plantas medicinais utilizadas por raizeiros uma abordagem etnobotânica no contexto da saúde e doença**. Dissertação de Mestrado. Cuiaba (MG): Universidade Geral do Mato Grosso, 1997.

DE MORAIS, S. M. et al. Atividade antioxidante de óleos essenciais de espécies de *Croton* do nordeste do Brasil. **Química Nova**, v. 29, n. 5, p. 907, 2006.

DEVIIENNE, K. F.; RADDI, M. S. G.; POZETTI, G. L. Das plantas medicinais aos fitofármacos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Brasil, v.6, p.11-14, 2004.

DOLABELLA, M.E. **Triagem in vitro para a atividade antitumoral e anti-*T. cruzi* de extratos vegetais, produtos naturais e sintéticos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 128, 1997.

DONALISIO, M.; GLASSER, C. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. **Rev Bras Epidemiol**, São Paulo, v.5, n.3, p.259-279, dez. 2002.

El-Sheikh; TAREK, M.Y, et al. Larvicidal and repellent effect of some *Tribulus terrestris*L., (Zygophyllaceae) extracts against the dengue fever mosquito, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Journal of Saudi Chemical Society**. Saudi Arabia. 2012.

FARIAS, D.C; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M; DUARTE, M.E.M; LIMA, A.K.V. deO. Qualidade fisiológica de sementes de jatobá submetidas a diferentes temperaturas criogênicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.1, p.67-74, 2006.

FARMACOPEIA BRASILEIRA IV – PARTE 1. 5. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2010,1.320 p.

FERNANDES, H. C. P. **Extração do óleo essencial da casca da laranja**. 46p. Trabalho de conclusão de Curso (Química Industrial) – Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA/Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA. 2012

FORATTINI O.P. **Entomologia Médica**. Faculdade de Higiene e Saúde Pública, São Paulo, volume I, 1962.

FORATTINI, O.P. **Culicidologia médica: identificação, biologia e epidemiologia**. São Paulo: EDUSP; 2002. 864 p.

GADELHA, D.P.; TODA, A.T. **Biologia e comportamento do Aedes aegypti**. Rev. Bras. Malariol.37: 29-36.1985.

GONÇALVES, A. L.; ALVES FILHO, A.; MENEZES, H. Produção e composição do óleo essencial de alfavaquinha (*Ocimum selloi* Benth) em resposta a dois níveis de radiação solar. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 6, n. 1, p. 8-14, 2003.

GRAMS, W.F.M.P. **Plantas medicinais de uso popular em cinco distritos da ilha de Santa Catarina** – Florianópolis, SC. Dissertação. Curitiba (PR): Setor de Ciências Biológicas da UFPR; 1999.

GRISI, P.U. et al. Desenvolvimento inicial de *Hymenaea courcaril* L. (Leguminosae-Caesalpinioideae). In: **SÍMPOSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., e SIMOSIO NACINAO CERRADO PARLA MUNDI**, Brasília, DF. 2008.

HABER, B. Fibra de Algarroba: mucho más que fibra alimentaria. **Alimentación, Equipos y Tecnología**, p. 95-99, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v.1.:**Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**, 3. ed. São Paulo: IMESP, p.245-246. 1985.

ISMAN, M.B. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology** 51: 45-46. 2006.

JAKIEMIU, E.A.R. **Uma contribuição ao estudo do óleo essencial e do extrato de tomilho (Thymus vulgaris L.)**. 2008. 89p. Dissertação. Universidade Federal do Paraná, 2008.

JARDINI, F. A. **Atividade dos compostos fenólicos antioxidantes da romã (*Punica granatum L.*) – avaliação in vivo e em culturas de células**. Doutorado. Universidade de São Paulo Faculdade de Ciências Farmacêuticas –São Paulo, 2010.

JAYAPRAKASHA, G.K.; PATIL, B.S. In vitro evaluation of the antioxidant activities in fruit extracts from citron and blood orange. **Food Chemistry**, v.101, n.1, p.410-418, 2007.

JOHARCHI, M.R.; AMIRI, M.S. Taxonomic evaluation of misidentification of crude herbal drugs marked in Iran. **Avicenna Journal of Phytomedicine**, v.2, n.2, p.105-112, 2012.

KAUSHIK, R.; SAINI, P. Larvicidal activity of leaf extract of *Millingtonia hortensis* (Family: Bignoniaceae) against *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti*. **Journal of Vector Borne Diseases**.45: 66-69. 2008.

KRAEMER, M.U.G.; SINKA, M.E.; DUDA, K.A.; MYLNE, A.; SHEARER, F.M.; BARKER, C.M.; et al. **The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus***. *Elife*. 2015.

LACERDA, J.R.C; SOUSA, J.S; SOUSA, L.C.F.S; BORGES, M.G.B; FERREIRA, R.T.F.V; SALGADO, A.B; SILVA, M.J.S. **Conhecimento popular sobre plantas medicinais e sua aplicabilidade em três segmentos da sociedade no município de Pombal-PB**. AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO - ISSN 1808-6845. V. 9, n. 1, p. 14-23, jan-mar, 2013.

LEITE, A.M; LIMA, E.O; SOUZA, E.L; DINIZ, M.F.F.M; LEITE S.P.; XAVIER, A.L; MEDEIROS, I.A. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.19 (4), p. 842-846, out./dez. 2009.

LEMOS, T. L. G. et al. Antimicrobial activity of essential oils of Brazilian plants. **Phytotherapy Research**, v. 4, n. 2, p. 82-84, 1990.

LEWIS. G. et al. **Legumes of the world**. Kew: Kew Publishing, p.33-41. 2005.

LICHTINGER, R. **Aromatherapy and Spirituality an article in the “Aromascents”**, Issue 36, Winter 2006.

LIMA, J.B.P.; PEREIRA-DA-CUNHA, M.; SILVA-JÚNIOR, R.C.; GALARDO, A.K.R.; SOARES, S. D. S.; RAGA, I.A.; RAMOS, R.P. & Valle, D. 2003. Resistance of *Aedes aegypti* to organophosphates in several Municipalities in the State of Rio de Janeiro and Espírito Santo, Brazil. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**. 68 (3): 329-333, 2003.

LIMA, R. K.; CARDOSO, M, G.; MORAES, J. C.; MELO, B. A.; RODRIGUES, V. G.; GUIMARÃES, P.L. Atividade inseticida do óleo essencial de pimenta longa (*piper*

hispidinervum) sobre lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1979) (Lepidoptera: Noctuidae) **Acta Amazônia**. V. 39 (2), p. 377-382, 2009.

LORENZETTI, E.R. et al. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.13, especial, p.619-627, 2011.

LORENZI, H, MATOS FJA. **Plantas medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. São Paulo: Instituto Plantarum, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002.

LORENZI, H. **Plantas Mediciniais no Brasil**: nativas e exóticas. Nava Odessa: Plantarum, 2006.

LUCIA, A.; GONZÁLEZ, A. P.; SACCACINI, E.; LICASTRO, S.; ZERBA, E.; MASUH, H. Larvicidal effect of *Eucalyptus grandis* essential oil and turpentine and their major components on *Ae. Aegypti* larvae. **J Am Mosq Control Assoc**, n. 23, p. 293-303, 2007.

MARTINS, E.R.; CASTRO, D.M.; CASTELLANI, D.C.; DIAS, J.E. **Plantas medicinais**. Viçosa: Ed. UFV; 2000.

MARZOCHI K.B.F. Dengue in Brazil- Situation, transmission and control - a proposal for ecological control. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**. 89: 235-245, 1994.

MASCHERETTI, M. et al. Febre amarela silvestre: reemergência de transmissão no estado de São Paulo, Brasil, 2009. **Rev Saúde Pública**, São Paulo, v. 47, n. 5, p. 881-889, out. 2013.

MELO, N.C.; PÓLO, M. Sobrevivência e Germinação de sementes de *Hymenaea courbaril* L. In: **CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL**, 2007, Caxambu. Resumos... Caxambu, 2007.

MERCÊS, P. F. F. D. **Variação 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**. Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2015.

MERINO, F.J.Z; OLIVEIRA, V.B; PAULA, C.S; CANSIAN, F.C; SOUZA, A.M; ZUCHETTO, M; HIROTA, B.C.K; DUARTE, A.F.S; KULIK, J.D; MIGUEL, M.D., & MIGUEL, O.G. Análise fitoquímica, potencial antioxidante e toxicidade do extrato bruto etanólico e das frações da espécie *Senecio westermanii* Dusén frente à *Artemia salina*. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 17, n. 4, supl. 3, p. 1031-1040, 2015.

MEYER, B. N., et al. Brine Shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. **Planta Médica**, v.45, p.31-34, 1982.

MORGAN, R. **Enciclopédia das ervas e plantas medicinais**. São Paulo: Hemus, 1994.

MURUGAN, K.; MURUGAN, P.; NOORTHEEN, A. Larvicidal and repellent potential of *Albizzia amara* Boivin and *Ocimum basilicum* Linn against dengue vector, *Aedes aegypti* (Insecta:Diptera:Culicidae). **Bioresource Technology**, v.98, p. 198–201, 2007.

NATAL, D. Bioecologia do *Aedes aegypti*. **Biológico**. 64(2): 205-207. 2002.

NELSON, Michel. ***Aedes aegypti*: biologia e ecologia**. Pan American Health Organization. 1986.

NSOESIE, E. et al. Global distribution and environmental suitability for chikungunya virus, 1952 to 2015. **Euro Surveill**. 2016; 21(20).

OKOH, O. O.; SADIMENKO, A. P.; AFOLAYAN, A. J. Comparative evaluation of the antibacterial activities of the essential oils of *Rosmarinus officinalis* L. obtained by hydrodistillation and solvent free microwave extraction methods. **Food Chemistry**, v. 120, p. 308-312, 2010.

OLIVEIRA, P.R.A. de. **Plantas Medicinais: aprendendo tecnicamente: do plantio ao uso adequado as 100 plantas medicinalmente mais importante**. Gráfica Elisa, Rondonópolis, p. 163, 2006.

OLIVEIRA, Sonia Maria Marques de; JOSE, Vera Lucia Age. Processos de extração de óleos essenciais. In: **Dossiê Técnico**. Serviço Brasileiro de respostas técnicas. Paraná, 2007, 29p.

PALHINHA, R.T. Plantas aromáticas de Portugal. **Brotéria**, v. 15, p.97-113. 2013.

PEDAUYÉ, J. Harina de algarroba y garrofin. **España: Región de Murcia Digital**, 2007.

PEREIRA, Á. I. S. et al. Atividade antimicrobiana no combate as larvas do mosquito *Aedes aegypti*: Homogeneização dos óleos essenciais do linalol e eugenol. **Educação química** [online], vol.25, n.4, pp. 446-449, 2014.

PERES, A. C. *Aedes*: ampliando o foco. **Comunicação e Saúde Revista Radis**. Escola Nacional de Saúde Pública. -ENSP Fiocruz, n.161, fev., 2016.

PERSOONE, G.; WELLS, P. G. **Artemia in aquatic toxicology: a review**. Universa Press, Volume 1. Belgium, 1987.

PINHEIRO, A.M.; FERNANDES, A.G.; FAI, A.E.C.; PRADO, G.M.; SOUSA, P.H.M.; MAIA, G.A. Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.1, p.98-103, 2006.

PIZZI, M. Sampling variation of the fifty percent end-point, determined by the Reed-Muench (Behrens) method. **Human Biology**, 22: 151-191, 1950.

PREZOTO, F. *Aedes Aegypti*: aspectos científicos e diálogo com universitários. **ces revista**, Juiz de Fora, v. 30, n. 1. p. 267-271, jan./jul. 2016.

PRICE, J. **Praktische aromatherapie**. Neuhaussen Suíça: Urania, 1994.

RAHMAN, A.; CHOUDHARY, M.I.; THOMSON, W. J. **Bioassay techniques for drug development**, Harwood academic publishers, 2001.

Reed, L.J.; Muench, H. A Simple Method of Estimating Fifty Percent Endpoints. **American Journal of Hygiene**, 27, 493-497, 1938

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**, 2004. p.194.

SALES, G. W. P.; BATISTA, A. H. M.; ROCHA, L. Q.; NOGUEIRA, N. A. P. Efeito antimicrobiano e modulador do óleo essencial extraído da casca de frutos da *Hymenaea courbaril*. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 35, n. 4, p. 708- 715, 2014.

SANTOS, M.S.; SOUSA, K.A.P.; MENEZES, L.C.; VALE, R.C.; VANSCONCELOS, A.F.F. **Extração e caracterização físico-química do óleo essencial do capim limão (*Cymbopogon citratus*)**. 54º Congresso Brasileiro de Química – Natal/RN, 2014.

SANTOS, S. L. *et al.* Percepção sobre o controle da dengue: uma análise a partir do discurso coletivo. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, Recife, v. 03, n. 02, 2015.

SARTOR, R.B. **Modelagem, Simulação e Otimização de uma unidade industrial de extração de óleos essenciais por arraste a vapor**. Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 99f. 2009.

SEYFRIED, M. **Triagem da atividade antitumoral de extratos vegetais utilizando ensaios de toxicidade in vivo sobre artemia salina e in vitro sobre células da linhagem hela**. Monografia. Universidade Federal do Paraná, 2010.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics: souces, chemistry, effects and applications**. 1 ed. Lancaster: Technomic Publishing Co, Inc., 331p. 1995.

SILVA JÚNIOR, M.C. **100 Árvores do Cerrado: guia de campo**. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, p. 279, 2005.

SILVA, H.H.G.; SILVA, I.G.; ELIAS, C.N.; LEMOS, S.P.S.; ROCHA, A.P. Idade fisiológica de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae). **Rev. Pat. Trop.**, 24:269-273, 1995.

SILVA, Jr. J. B., et al. Dengue in Brazil: current situation and control activities. **Epidemiological Bulletin**. 23(1): 3-6. 2002.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R.S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010.

SILVA, M. R.; SILVA, M. S.; MARTINS, K. A.; BORGES, S. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 176-182, 2001.

SILVA, N. C. C. **Estudo comparativo da ação antimicrobiana de extratos e óleos essenciais de plantas medicinais e sinergismo com drogas antimicrobianas**. Dissertação (Mestrado). Botucatu (SP): Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, 2003.

SILVEIRA, J. C; BUSATO, N. V; COSTA, A. O. S; JUNIOR, E. F. C. Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p.2038, 2012.

SIMÕES, C. M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R.; **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 2ª ed.; UFRGS: Porto Alegre/ Florianópolis, 2000.

SIMÕES, C.M.O.; SPTIZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, et al. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 5ed. Porto Alegre: UFSC, 467-495. 2004.

SIVAKUMAR, R. et al. Larvicidal and repellent activity of tetradecanoic acid against *Aedes aegypti*(Linn.) and *Culex quinquefasciatus*(Say) (Diptera:Culicidae). **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**. 706-710. 2011.

SOARES, Sergio Eduardo. **Ácidos fenólicos como antioxidantes**. Rev. Nutr., Campinas, V. 15, N. 1 P.71-81, jan./abr., 2002.

SOUSA, C. DE M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JR., G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química nova**, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

SOUSA, E.P.; SILVA, L.M.M.; SOUSA, F.C.; FERRAZ, R.R.; FAÇANHA, L.M. Caracterização Físico-Química da Polpa Farinácea e Semente do Jatobá. **Revista Verde**, Campina Grande. v.7, n. 2, p. 117-121, 2012.

SOUZA, S. A. M.; MEIRA, M. R.; FIGUEIREDO, L. S.; MARTINS, E. R. Óleos essenciais: aspectos econômicos e sustentáveis. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.10, 2010.

SUBHAN, N. et al. Bioactivity of *Excoecaria agallocha*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.4, p.521-526, 2008.

TAVEIRA, Lúcia Antonia. et al. **Manual de diretrizes e procedimentos no controle do *Aedes aegypti***. Ribeirão Preto: Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto. 108p. 2001.

TEIXEIRA, S. **Artêmia salina: alimento viável na criação de peixes ornamentais**. 2019. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-criacaodepeixes/artigos/artemia-salina-alimento-viavel-na-criacao-de-peixes-ornamentais>>. Acessado em: 29 nov. 2019

TRANCOSO, M.D. Projeto Óleos Essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano. **Revista Práxis**: Rio de Janeiro, n. 9, p. 89-96, jun. 2013.

VEGGI, P. C.; PRADO, J. M.; BATAGLION, G. A.; EBERLIN, M. N.; MEIRELES, M. A. A. Obtaining phenolic compounds from jatoba (*Hymenaea courbaril* L.) bark by supercritical fluid extraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, 89, 68-77, 2014.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, **Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais**, p.124, 1991.

VOROU, R. Zika virus, vectors, reservoirs, amplifying hosts, and their potential to spread worldwide: what we know and what we should investigate urgently. **Int J Infect Dis**, v. 48, p. 85-90, jul. 2016.

WHO. WHO statement on the first meeting of the International Health Regulations (IHR 2005). **Emergency Committee on Zika virus and observed increase in neurological disorders and neonatal malformations**. 2005