



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM BIOTECNOLOGIA EM
SAÚDE HUMANA E ANIMAL
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM BIOTECNOLOGIA EM SAÚDE
HUMANA E ANIMAL

JOÉLIO PEREIRA DA SILVA

DESENVOLVIMENTO DE CREME REPELENTE NATURAL À BASE DA PLANTA
COMMIPHORA LEPTOPHLOEOS* COMO REPELENTE AO MOSQUITO *AEDES
AEGYPTI

FORTALEZA - CEARÁ

2022

JOÉLIO PEREIRA DA SILVA

DESENVOLVIMENTO DE CREME REPELENTE NATURAL À BASE DA PLANTA
COMMIPHORA LEPTOPHLOEOS COMO REPELENTE AO MOSQUITO *AEDES*
AEGYPTI

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial a obtenção do grau de mestre em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal.

Orientador: Prof. Dr. Eridan Orlando Pereira Tramontina Florean

Coorientador: Prof. Dr. Rondenelly Brandão Silva

FORTALEZA – CEARÁ

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Estadual do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Silva, Joelio Pereira da.
Desenvolvimento de creme repelente natural à base da planta Commiphora leptophloeos como repelente ao mosquito Aedes Aegypti [recurso eletrônico] / Joelio Pereira da Silva. - 2022.
60 f. : il.

Dissertação (MESTRADO PROFISSIONAL) - Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Veterinária, Curso de Programa de Pós-graduação Em Biotecnologia Em Saúde Humana E Animal Nível Mestrado, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Eridan Orlando Pereira Tramontina Florian.

1. Commiphora leptophloeos. 2. Repelente natural. 3. Creme. 4. Aedes aegypti. I. Título.

JOÉLIO PEREIRA DA SILVA

DESENVOLVIMENTO DE CREME REPELENTE NATURAL À BASE DA PLANTA
COMMIPHORA LEPTOPHLOEOS COMO REPELENTE AO MOSQUITO *AEDES*
AEGYPTI

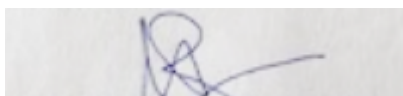
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial a obtenção do grau de mestre em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal.

Aprovada em: 20 de abril de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Eridan Orlando Pereira Tramontina Florean (Orientador)
Universidade Estadual do Ceará – UECE



Prof^a. Dra. Marina Bucar Bajurd
Faculdade de Floriano – FAESF/ Universidad CEU San Pablo



Prof. Dr. Maurício Fraga van Tilburg
Universidade Estadual do Ceará - UECE

Aos meus pais, José Antônio e Ernestina, pelo amor incondicional e pelos incentivos em todas as etapas da minha vida. Vocês me ensinaram que com determinação e perseverança sempre conseguimos alcançar os nossos sonhos. Minha base forte!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida e por estar sempre presente nas minhas conquistas e por ser meu apoio em todos os momentos.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais, José Antônio e Ernestina, que tenho muita admiração, por me incentivar e se alegrarem com as minhas conquistas. Amo vocês para sempre!

A meus orientadores, Prof^o Dr. Eridan Orlando e Prof^o Dr. Rondenelly Brandão, pela paciência, disponibilidade e grandiosas orientações, a vocês gratidão pela condução da pesquisa.

A todos os professores do PPGBIOTEC polo focal Piauí, pelos conhecimentos adquiridos e suporte no esclarecimento de dúvidas. Gratidão!

Aos professores avaliadores que aceitaram o convite para compartilharem os seus saberes nas defesas de qualificação e conclusão, na certeza de que as considerações serão de grande valia e engrandecimento profissional.

Agradeço a Faculdade de Floriano (FAESF), no nome das professoras Elza Bucar e Elda Bucar por me acolherem desde a minha graduação e hoje docente, e pela grande oportunidade de desenvolver meus experimentos no Laboratório de Bioquímica, Biotecnologia e Bioprodutos, fundamentais contribuições nas etapas da pesquisa. Ao Laboratório de Indústrias Farmacêuticas Sobral pela valiosa etapa e fase da pesquisa.

Aos meus amigos e colegas de turma, por incentivo, paciência e por estar ao meu lado, me ouvindo e sendo apoio essencial naqueles momentos em que parecia impossível conciliar Mestrado e Trabalho.

Agradeço imensamente aos meus amigos e colaboradores pela contribuição desta pesquisa. Murilo, Silvia, Érica Maria, Yara Duarte, os melhores! Agradeço o empenho e dedicação de cada um.

Gratidão sempre!

“O universo sempre conspira a seu favor quando você possui um objetivo claro e uma disponibilidade de crescimento”.

(Paulo Coelho)

RESUMO

O uso de repelentes contra insetos é um dos métodos utilizados na prevenção e minimização da incidência de doenças transmitidas por artrópode, como é o caso da dengue, Zika e Chikungunya, cujo agente transmissor do vírus é o mosquito *Aedes aegypti*. Em muitas situações, o uso de repelentes representa uma das formas capaz de impedir a transmissão da doença, sabendo que uma única picada por mosquito infectado é capaz de contaminar o indivíduo. A *Commiphora leptophloeo* é vista como um repelente natural e ecológico, devido repelir os insetos sem matá-los. Sendo assim, se torna uma maneira de afastar a doença sem prejudicar a natureza, uma vez que o *Aedes aegypti* faz parte do ecossistema e não pode ser extinto sob a pena de causar um desequilíbrio ambiental. Portanto, esse estudo teve como objetivo avaliar um creme repelente formulado através do óleo essencial da planta *Commiphora leptophloeo*, no processo de combate do mosquito *Aedes aegypti*. O óleo essencial extraído a base da planta *Commiphora leptophloeo* tem efeito de repelência ao mosquito *Aedes aegypti*, não podendo esquecer que as propriedades desta planta como opção terapêutica são de grande importância à saúde das pessoas. A formulação foi preparada a base do óleo e em seguida passou por análise físico-químico e da eficácia em aplicação tópica. A repelência de mosquitos foi testada determinando os parâmetros de dissuasão após exposição do produto e aplicabilidade a pele de voluntários contra uma cultura de 4 a 5 dias de mosquitos *Aedes aegypti*. A análise em experimentação foi comparada à de um repelente comercial de mosquitos. A propriedade básica da formulação a base do óleo apresentada em forma de gel creme da *Commiphora leptophloeo* se mostrou eficaz no primeiro teste quanto à repelência.

Palavras-chave: *Commiphora leptophloeo*. Repelente natural. Creme. *Aedes aegypti*.

ABSTRACT

The use of repellents against insect bite is one of the methods used to prevent and to minimize the incidence of arthropod-borne diseases, such as dengue, whose virus-transmitting agent is the *Aedes aegypti*, Zika, Chikungunya. In many situations, the use of repellents represents the only way capable of preventing the transmission of the disease, knowing that a single bite by an infected mosquito is capable of contaminating the individual. *Commiphora leptophloeos* is as a natural and ecological repellent, because it repels insects without killing them. Therefore, it becomes an alternative way of avoid the disease without harming nature, since *A. aegypti* is part of the ecosystem and cannot be extinct under the risk of causing an environmental imbalance. Therefore, this study had as the objective the evaluation of a repellent cream formulated using the essential oil of the plant *C. leptophloeos*, in the process of fighting against *A. aegypti*. The essential oil extracted from the base of the plant *C. leptophloeos* has a repellency effect against *A. aegypti*, it cannot be forgot that the properties of this plant as a therapeutic option are of great importance to people's health. The formulation was prepared through the oil base and then it was physical-chemically analyzed to verify its effectiveness in topical application. Mosquitoes repellency was tested by determining deterrence parameters after applicability, after exposure of the product applied to a volunteer skin against a four to five days culture of *A. aegypti*. Experimental analysis was compared to that of a commercial mosquito repellent. The basic property of the oil-base formulation presented in the form of a cream gel from *C. leptophloeos* proved to be effective in the first test in terms of repellency.

Keywords: *Commiphora leptophloeos*. Natural repellent. Cream. *Aedes aegypti*

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

| | |
|-------|--|
| ACE | Agente de Combate a Endemias |
| ACS | Agente Comunitário de Saúde |
| CAB | Campus Arudar Bucar |
| DCQL | Departamento de Controle de Qualidade |
| FAESF | Faculdade de Floriano |
| IFPI | Instituto Federal do Piauí |
| LBBB | Laboratório de Bioquímica, Biotecnologia e Bioprodutos |
| LBBM | Laboratório de Biotecnologia e Biologia Molecular |
| LIFS | Laboratório Industrial Farmacêutico Sobral |
| OMS | Organização Mundial de Saúde |
| PEAa | Plano de Erradicação de <i>Aedes aegypti</i> |
| PIACD | Plano de Identificação das Ações de Controle da Dengue |
| PNCD | Plano Nacional de Controle da Dengue |
| UECE | Universidade Estadual do Ceará |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|-----------|
| Gráfico 1 - Gráfico da viscosidade do creme à base de semente de <i>Commiphora leptophloeo</i> em função da velocidade de rotação..... | 38 |
| Quadro 1 - Formulação do Creme..... | 34 |
| Quadro 2 - Resultado das análises (Densidade, pH e Viscosidade)..... | 37 |
| Quadro 3 - Resultado das Análises Microbiológicas..... | 39 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|--------------------|--|-----------|
| Figura 1 - | Estruturas químicas de alguns compostos encontrados em espécies do gênero <i>Commiphora</i>..... | 18 |
| Figura 2 - | <i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) JB Gillett: A (árvore adulta); B (caule)..... | 19 |
| Figura 3 - | <i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) JB Gillett: A (inflorescência); B (folhas e frutos)..... | 20 |
| Figura 4 - | Espécie de <i>Commiphora leptophloeo</i> utilizada no estudo; coleta manual das sementes..... | 29 |
| Figura 5 - | Preparação de material para identificação e classificação botânica do indivíduo em estudo e confecção exsicatas..... | 30 |
| Figura 6 - | Sementes de <i>Commiphora leptophloeo</i> – Umburana..... | 31 |
| Figura 7 - | Pesagem da amostra de sementes de <i>Commiphora leptophloeo</i> trituradas; preparação de cartucho com papel filtro para extração do óleo..... | 31 |
| Figura 8 - | Sistema de extração Soxhlet (manta aquecedora, balão volumétrico de 500ml, extrator, condensador, mangueiras, garras e suporte), extração do óleo de <i>Commiphora leptophloeo</i>. LBBQB da FAESF..... | 32 |
| Figura 9 - | Processo de evaporação de solvente (hexano) remanescente, presente no resíduo-LBBQB da FAESF, Chapa Aquecedora TECNAL..... | 32 |
| Figura 10 - | Composto final obtido através do processo de extração..... | 33 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 2 | OBJETIVOS..... | 16 |
| 2.1 | Geral..... | 16 |
| 2.2 | Específicos..... | 16 |
| 3 | REVISÃO DE LITERATURA..... | 17 |
| 3.1 | <i>Commiphora Leptophloeos</i>..... | 17 |
| 3.1.1 | A Família Burseraceae..... | 17 |
| 3.1.2 | O gênero <i>Commiphora</i> | 17 |
| 3.1.3 | A espécie <i>Commiphora Leptophloeos</i> (MART.) Jb Gillett..... | 19 |
| 3.2 | <i>Aedes Aegypti</i>..... | 22 |
| 3.2.1 | Programas de controle do <i>A. Aegypti</i> No Brasil..... | 23 |
| 3.2.2 | Produtos naturais da <i>Commiphora Leptophloeos</i> para o controle do <i>Aedes Aegypti</i> | 25 |
| 4 | METODOLOGIA..... | 28 |
| 4.1 | Tipo de estudo..... | 28 |
| 4.2 | Cenário da pesquisa..... | 28 |
| 4.3 | População/ amostra..... | 29 |
| 4.3.1 | Coleta do material vegetal..... | 29 |
| 4.4 | Procedimentos..... | 30 |
| 4.4.1 | Manipulação e processo de extração do óleo de semente da <i>Commiphora Leptophloeos</i> | 30 |
| 4.4.2 | Formulação e preparo do creme a base do extrato obtido do óleo de semente da <i>Commiphora Leptophloeos</i> | 33 |
| 4.4.3 | Análise físico-químico e microbiológico do creme a base de óleo de semente da <i>Commiphora Leptophloeos</i> | 34 |
| 4.4.4 | Teste de repelência da formulação creme obtido do óleo de semente da <i>Commiphora Leptophloeos</i> | 35 |
| 4.5 | Análise estatística..... | 36 |
| 4.6 | Aspectos éticos..... | 36 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 37 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 41 |

| | |
|--|-----------|
| REFERÊNCIAS..... | 42 |
| APÊNDICE A – ARTIGO: RELATIONSHIP OF THE SPECIES COMMIPHORALEPTOPHLOEOSWITH AEDESAEGYPTI: A REVIEW - PUBLICADO NA REVISTA RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT - ISSN 2525-3409..... | 48 |

1 INTRODUÇÃO

O mosquito *Aedes aegypti* é uma das mais de 500 espécies do gênero *Aedes*, considerado o principal vetor responsável pela transmissão de doenças virais como Febre Chikungunya, Zika e Dengue. Entre as patologias acometidas através da picada do mosquito, a dengue é a mais grave, e por isso, ocupa uma posição de destaque entre as grandes preocupações na saúde pública dos países tropicais e subtropicais. Devido às temperaturas e os fatores climáticos são preponderantes para a sua propagação, é a espécie de mosquito mais dependente do ambiente urbano, com maior incidência nos locais com concentração humana e ambientes propícios à sua reprodução (BENELLI, 2015).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que, entre 50 a 100 milhões de pessoas, se infectem com o mosquito, anualmente, em mais de 100 países. Cerca de 550 mil doentes necessitam de hospitalização e 20 mil morrem em decorrência das complicações da dengue. O ano de 2016 apresentou um número elevado de casos novos de dengue, registrados naquele ano, batendo o recorde da transmissão, considerado um dos maiores registros com 73.872 casos no país, um crescimento de 48,2% em relação às 49.857 notificações do mesmo período de 2015. Após essas estatísticas houve decréscimo nos registros, diminuindo a incidência de casos graves e mortes. Já em 2017, nos três primeiros meses do ano, registraram 70.843 casos prováveis de dengue no país, com uma incidência de 34,4 casos/100 mil habitantes (BRASIL, 2015a; BRASIL, 2015b; BRASIL, 2016a; BRASIL, 2017).

O Nordeste brasileiro está representado por diversas regiões áridas com território ocupado quase totalmente por espécies que apresentam recursos florestais com características fisiológicas especiais, dentre essas características encontra-se o ecossistema Caatinga, por possuir diversas espécies de vegetais, com características peculiares ao clima (MEIADO *et al.*, 2012). Representa a única região natural brasileira em maiores dimensões cujos limites estão inteiramente restritos ao território nacional e, proporcionalmente, a menos estudada, é na caatinga que se encontra uma das espécies representativas deste ecossistema é *Commiphora leptophloeos*, popularmente conhecida como imburana-de-cambão ou imburana-de-espinho uma árvore resinosa, de comportamento decíduo, heliófita, pioneira e xerófita. Seus indivíduos medem entre seis e nove metros de altura e até 60 cm de diâmetro a 1,30 m do solo (SIQUEIRA FILHO *et al.*, 2012).

As plantas medicinais representam opção terapêutica de grande importância para a manutenção das condições de saúde das pessoas, especialmente para a população de baixa renda. A diferença entre planta medicinal e produto fitoterápico reside no fato de que para ser considerado fitoterápico deve ser elaborada uma formulação específica da planta medicinal. Além da comprovação da ação terapêutica de várias plantas utilizadas popularmente, a fitoterapia representa parte importante da cultura de um povo, sendo também parte de um saber utilizado e difundido pelas populações ao longo de várias gerações (BRASIL, 2009).

Além disso, a espécie é fundamental no equilíbrio do ecossistema, pois fornece pólen e néctar para as abelhas. Geralmente, suas árvores possuem cavidades em seus troncos e galhos, o que permite a nidificação das abelhas nativas. Assim, a imburana-de-cambão é considerada a espécie mais utilizada para a construção de ninhos (NOVAIS *et al.*, 2010).

Por fim, Leite, Fraga Neto e Palomino (2009) corroboram ao destacar que um outro uso atribuído a essa espécie é a sua aplicação como matéria-prima para a produção artesanal de esculturas religiosas, pois, a madeira da imburaninha é leve e homogênea, o que a torna apropriada para os artesãos que a utilizam na produção de esculturas.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Desenvolver um creme repelente formulado através do óleo essencial da planta *Commiphora leptophloeo*, no processo de combate do mosquito *Aedes aegypti*.

2.1 Específicos

- a) Determinar a composição do óleo extraído da planta *Commiphora leptophloeo* e possíveis efeitos repelentes contra o mosquito *Aedes aegypti*;
- b) Verificar a eficiência da composição de forma quantitativa através dos constituintes da formulação do composto a base de extratos naturais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 *Commiphora Leptophloeos*

3.1.1 A Família Burseraceae

A família Burseraceae possui cerca de 750 espécies em 19 gêneros, possuindo uma distribuição pantropical. Compõe uma parte importante das florestas úmidas e secas de muitas partes dos trópicos, e por possuírem canais resiníferos em suas cascas, são conhecidas como fonte de resinas. A família está dividida nas tribos Canarieae, Protieae e Bursereae e pertence à ordem Sapindales (DALY; FINE; MARTÍNEZ-HABIBE, 2012).

As resinas hidrofóbicas exsudadas da casca de várias espécies de Burseraceae, comumente são usadas como componentes na preparação de vernizes e são conhecidas como Elemi. O gênero *Protium* é um dos mais heterogêneos da família e suas resinas são utilizadas na medicina popular para curar feridas, como antissépticos, e a inalação da fumaça como analgésico (RÜDIGER; SIANI; JUNIOR, 2007).

Neste sentido, algumas resinas encontradas na família também possuem caráter hidrofílico, a Mirra do gênero *Commiphora* e o Olíbano (incenso) do gênero *Boswellia* são produtos resinosos utilizados na medicina e em cosméticos (SHEN *et al.*, 2012). No Líbano, por exemplo, o incenso obtido de *Boswellia neglecta* e *B. ogadensis*, a mirra obtida de *Commiphora myrrha*, *C. truncata* e *C. borensis* e o Agar obtido de *C. africana*, contribuem para cerca de 32.6% da renda anual das famílias, ficando em segundo lugar, após a pecuária no sustento geral doméstico (LEMENIH; ABEBE; OLSSON, 2003).

3.1.2 O gênero *Commiphora*

O gênero *Commiphora* Jacq. possui cerca de 190 espécies, sendo aproximadamente 150 espécies de origem africana distribuídas no deserto e em regiões secas. Fora do continente Africano, sua distribuição ocorre em ambientes similares como em Madagascar, Oriente Médio, Índia, Siri Lanka e América do Sul (WEEKS; SIMPSON, 2007).

De acordo com Becerra (2003) as análises filogenéticas sugerem que *Bursera* é um gênero monofilético intimamente relacionado ao gênero *Commiphora*. O autor sugere a necessidade de avaliar as diferenças entre ambos os gêneros, indicando a presença de

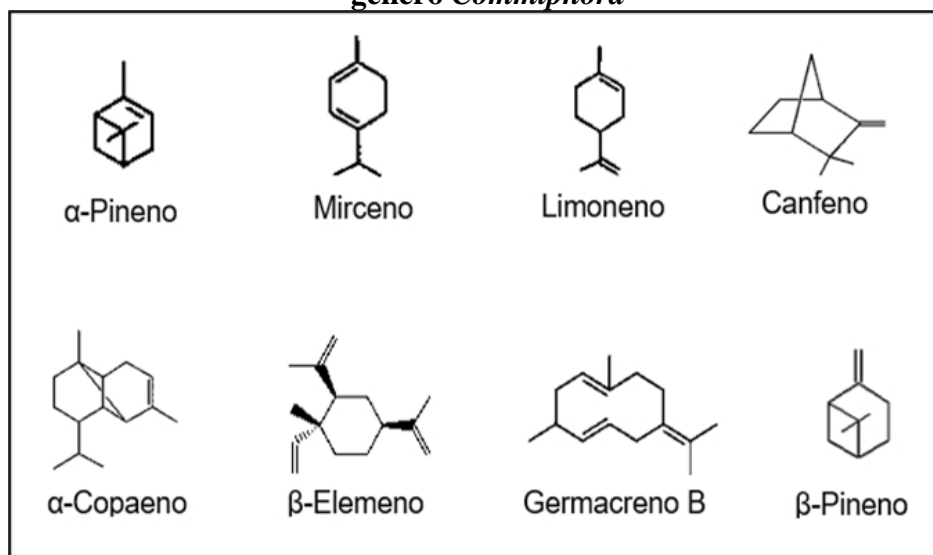
Commiphora na América do Sul e transferindo *Bursera leptophloeos* para *Commiphora leptophloeos*.

A transferência de gênero pôde ser confirmada através de análises filogenéticas utilizando-se sequências das regiões *ITS*, *5S-NTS* e *ETS* de DNA ribossomal nuclear, indicando que *Bursera leptophloeos* na verdade estaria dentro do gênero *Commiphora* (BECERRA, 2003).

Dessa forma, muitas resinas exsudadas do gênero *Commiphora* são habitualmente utilizadas como perfumes, incensos ou pomadas, e suas propriedades medicinais também são bastante exploradas por comunidades tradicionais. Numerosos canais secretores são encontrados na casca das árvores do gênero, formando cavidades das quais as resinas fluem a partir de um ferimento. A mirra, por exemplo, é uma resina produzida por várias espécies do gênero *Commiphora*. Existem relatos de que a mirra era utilizada nos processos de mumificação, e queimada dentro dos templos para perfumar as múmias no Egito (LANGENHEIM, 2003).

De acordo com o estudo realizado por Shen *et al.*, (2012) mais de 300 moléculas já foram identificadas para o gênero, e dentre os mono e sesquiterpenos, alguns compostos estão distribuídos amplamente entre as espécies, como α -pineno, canfeno, β -pineno, mirceno, limoneno, β -elemeno, α -copaeno, germacreno B e outros, comumente encontrados em óleos voláteis (Figura 1).

Figura 1 - Estruturas químicas de alguns compostos encontrados em espécies do gênero *Commiphora*



Fonte: Adaptado da Revista Química Nova Escola, 2017.

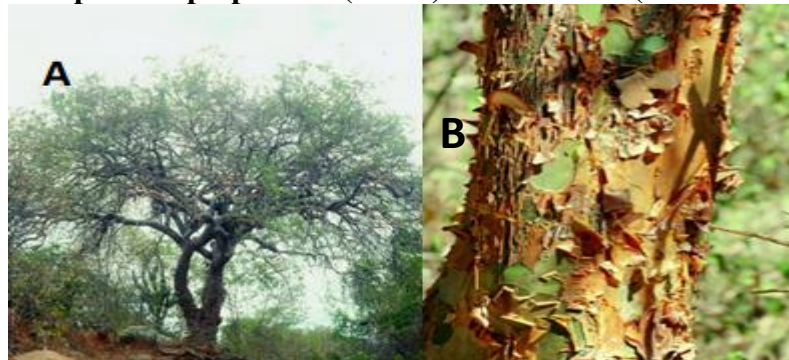
Sendo assim, existem diversos usos medicinais de espécies de *Commiphora*, dentre eles: usos tradicionais como no tratamento de dores, fraturas, inflamações, reumatismo, infecções, congestão nasal, dor de garganta, febre, repelente de pragas em animais; e usos farmacológicos como antitumorais, antiinflamatório, analgésico, antimicrobiano, hipotensivo, antiparasitário e outros. Além disso, em um dos estudos desenvolvidos, foi comprovada a atividade anticâncer, antiinflamatória, antimicrobiana, antioxidante e não citotóxica de várias espécies de *Commiphora* que ocorrem na África do Sul (PARASKEVA, 2008).

3.1.3 A espécie *Commiphora leptophloeos* (MART.) Jb Gillett

A *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett, popularmente conhecida como Imburana ou Umburana, é uma angiosperma decídua, ocorrendo na caatinga e cerrado do Brasil, pertencente à família Burseraceae. Seu uso para a restauração de áreas degradadas colabora para meliponicultura, além de ser empregado amplamente a fins medicinais. Através da decocção de sua casca, um xarope é produzido, sendo utilizado no tratamento de gripes, tosses e bronquites (MAIA-SILVA, 2012.; AGRA *et al.*, 2007).

No que tange a descrição botânica, a forma biológica e estacionalidade é arbórea (arvoreta a árvore), de comportamento decíduo. As árvores maiores atingem dimensões próximas a 12 m de altura e 60 cm de DAP (diâmetro à altura do peito, medido a 1,30 m do solo), na idade adulta (Figura 2a). Tronco: é tortuoso e muito esgalhado, dotado de espinhos agudos e fortes. A ramificação é cimosa. A copa é ampla e irregular. A sua casca mede até 0,63 cm de espessura, onde a casca externa ou ritidoma é lisa, lustrosa, desprendendo-se em lâminas delgadas, revolutas, muito irregulares e características (Figura 2b). Todavia, a casca característica não deve ser confundida com a do cumaru (*Amburana cearensis*), desprovida de espinhos e com forte cheiro de cumarina (CARVALHO, 2009).

Figura 2 - *Commiphora leptophloeos* (Mart.) JB Gillett: A (árvore adulta); B (caule)

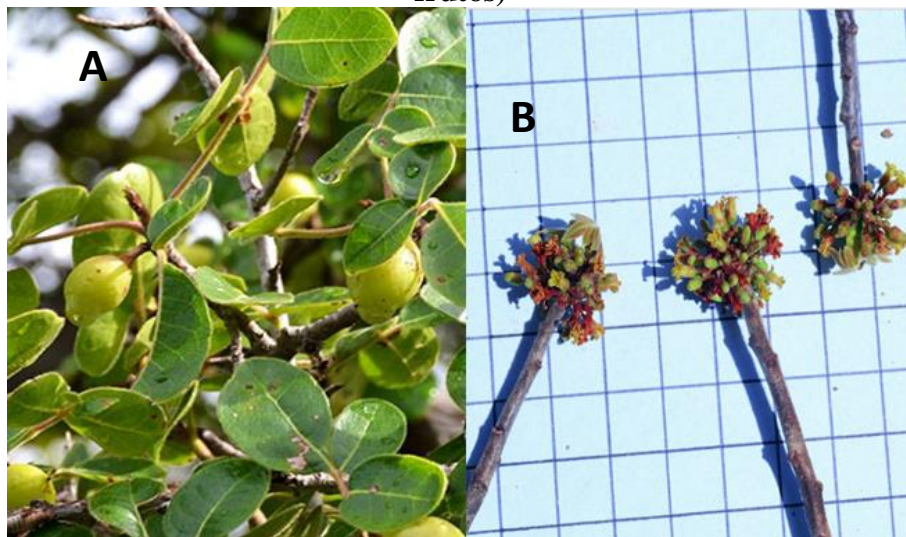


Fonte: Banco de Dados de Plantas do Nordeste, 2008.

As folhas são alternas, de coloração verde clara-rosadas quando bem jovens, compostas, imparipinadas, com três a nove folíolos ovais, medindo de 1,5 cm a 3,5 cm de comprimento, inteiros na margem, com leve cheiro de resina quando machucadas (Figura 2a). A inflorescência apresenta-se em panículas axilares, onde as flores são pequenas, medindo de 3 mm a 4 mm de comprimento, de coloração verde bem clara, isoladas ou reunidas em pequenos grupos (Figura 2b) (CARVALHO, 2009).

O seu fruto é um drupóide do tipo filotrimídio, de cor verde, medindo cerca de 1,5 cm de diâmetro (Figura 2a). Sob insolação, o fruto abre no meio, liberando uma única semente. A Semente é rígida, rugosa, com diâmetro maior que 1 cm, negra – salvo na base, onde se torna branca, revestida na base por um arilo vermelho (CARVALHO, 2009).

Figura 3 - *Commiphora leptophloeos* (Mart.) JB Gillett: A (inflorescência); B (folhas e frutos)



Fonte: Centro Nordestino de Informações sobre Plantas, 2008

Diversos estudos relatam sobre os usos etnobotânicos de *C. leptophloeos*, como por exemplo, o seu potencial no tratamento de doenças como gripe, tosse, bronquite, dor de estômago, problemas renais, inflamações em geral, cólicas, diarreia, dor de dente, disфонia e outras aplicações (FERREIRA JÚNIOR *et al.*, 2011).

Assim, dentre as formas de preparação empregadas, estão a decocção e o xarope, para ingerir ou passar sobre a área afetada, e a casca e o caule estão entre as partes da planta mais utilizadas (CARTAXO; SOUZA; ALBUQUERQUE, 2010). Para Lucena *et al.*, (2012) na comunidade de Barrocas e Cachoeira, Paraíba, observaram que *C. leptophloeos* estava dentre as plantas com maior valor de uso geral, havendo citações para as categorias medicinal, veterinária, tecnológica, construção e combustível.

Segundo o estudo de Trentin *et al.*, (2011) foi comprovada a atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus epidermidis* do extrato aquoso da casca e do caule de *C. leptophloeos*, obtendo umas das menores taxas de formação de biofilme e nenhum crescimento bacteriano no teste de crescimento planctônico a 4 mg/mL dentre as plantas estudadas.

O estudo de Coutinho *et al.*, (2009) demonstrou que o extrato de *Nasutitermes corniger* quando crescido sobre *C. leptophloeos* apresentou um efeito sinérgico ou aditivo junto ao antibiótico gentamicina e neomicina reduzido a MIC no combate à *Escherichia coli*, evidenciando a importância do substrato de crescimento na atividade antimicrobiana de *N. corniger*.

Ressalta-se, que a *C. leptophloeos* é caracterizada pela baixa densidade da madeira, caule suculento e com floração durante a estação seca, sendo considerada de sucessão ecológica secundária e de difícil propagação, devido à baixa produção de sementes (MAIA, 2012).

A propagação da imburaninha pode ser feita por sementes, no entanto, apresentam germinação intermitente e com baixas porcentagens. A espécie tem boa capacidade de rebrota, tornando-a adequada para cercas vivas, não havendo a necessidade de substituir as velhas estacas por novas (MAIA, 2012).

De acordo com Lima (2010), esta espécie apresenta aspectos funcionais e fenológicos diferenciados, como, por exemplo, mecanismos de florescimento e frutificação durante a estação seca. Estes aspectos são considerados de grande importância para a manutenção das populações de polinizadores e dispersores de sementes, que necessitam de recursos durante o período em que há escassez de alimentos. Pode ser utilizada para revegetação da Caatinga, pois apresenta crescimento rápido e poucas exigências, bem como possui risco de extinção devido ao desenvolvimento lento e limitada quantidade de sementes.

Além disso, a espécie é fundamental no equilíbrio do ecossistema, pois fornece pólen e néctar para as abelhas. Geralmente, suas árvores possuem cavidades em seus troncos e galhos, o que permite a nidificação das abelhas nativas. Assim, a imburana-de-cambão é considerada a espécie mais utilizada para a construção de ninhos (NOVAIS *et al.*, 2010).

Por fim, Leite, Fraga Neto e Palomino (2009) corroboram ao destacar que um outro uso atribuído a essa espécie é a sua aplicação como matéria-prima para a produção artesanal de esculturas religiosas, pois, a madeira da imburaninha é leve e homogênea, o que a torna apropriada para os artesãos que a utilizam na produção de esculturas.

3.2 *Aedes Aegypti*

A ocorrência do *Aedes aegypti* foi primeiramente descrita no Egito por Linnaeus, em 1762, estando o mosquito presente nos trópicos e subtropicais – em praticamente todo o continente americano, no Sudeste da Ásia, e em toda a Índia. 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). 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.

A etologia do *A. aegypti* beneficia sua ampla dispersão, favorecida nos ambientes urbanos, preferencialmente no intra e no peridomicílio humano. Raramente são encontrados em ambientes semissilvestres 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.

O *Aedes aegypti* é um mosquito de grande importância epidemiológica por ser o vetor conhecido da dengue e febre amarela. Está distribuído nas áreas tropicais e subtropicais do globo, sendo o principal vetor dos quatro sorotipos do vírus da dengue.

Cerca de 2,5 bilhões de pessoas estão sobre o risco de contrair as doenças transmitidas pelo *A. aegypti*. Dentre essas doenças, é estimado que aproximadamente 50 milhões de pessoas sejam infectadas anualmente em mais de 100 países somente pela dengue, sendo estimado que 500 mil pessoas são infectadas com casos severos e 2,5% desses casos são levados ao óbito (WHO, 2012).

A temperatura e o fator climático são preponderantes para o seu desenvolvimento, onde a precipitação pluviométrica atua diretamente na abundância do mosquito por aumentar a densidade de criadouros artificiais. Por ser um mosquito antropofílico, os locais de maior incidência são onde há maior concentração humana, onde os ambientes são propícios à sua reprodução (BESERRA *et al.*, 2006).

Para Silva e Silva (1999) as adaptações do *A. aegypti* permitiram que se tornassem abundantes nas cidades e fossem facilmente levados para outras áreas pelos meios de transporte, o que aumentou sua competência vetorial, ou seja, a sua habilidade em tornar-se infectado por um vírus, replicá-lo e transmiti-lo.

A fêmea consegue fazer ingestões múltiplas de sangue durante um único ciclo gonadotrófico, o que amplia a sua capacidade de se infectar e de transmitir os vírus. Este comportamento torna o *A. aegypti* um vetor eficiente. A quiescência dos ovos permite a manutenção do ciclo na natureza durante as variações climáticas sazonais, uma vez que a viabilidade dos ovos de *A. aegypti* chega até 492 dias na seca, eclodindo após contato com a água (CARVALHO; OLIVEIRA; BRAGA, 2014)

No tocante ao comportamento de oviposição os Aedini, tribo que contempla o gênero *Aedes*, possuem um comportamento diferenciado dos outros culicídeos, depositando seus ovos próximos a água ou em locais potencialmente inundáveis. Essa característica permite que seus ovos depositados fora da água tenham a capacidade de entrar em um estado quiescente antes de serem inundados (BESERRA *et al.*, 2009).

3.2.1 Programas de controle do *A. Aegypti* No Brasil

A partir de 1996, o Ministério da Saúde colocou em prática o Plano de Erradicação do *A. aegypti* (PEAa), que preconizava a atuação multissetorial e previa um modelo descentralizado com a participação das três esferas de governo, cujo principal objetivo se concentrava na redução dos casos de dengue hemorrágica. Mesmo com esforços para a estruturação do combate ao vetor nos municípios, o PEAa não conseguiu a necessária atuação multissetorial, o que pode ser apontado como um dos fatores responsáveis pelo insucesso na contenção do aumento do número de casos de dengue e pelo avanço da infestação do *A. Aegypti* (BRAGA, 2007; BRASIL, 2009).

Assim, no ano de 2001, o governo desistiu da meta de erradicar o mosquito e passou a considerar o controle do vetor, com a implantação do Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue (PIACD), priorizando ações em municípios com maior transmissão de dengue. Em 2002, o Plano Nacional de Controle da Dengue (PNCD) foi elaborado em função do aumento do risco de epidemias, ocorrência de casos graves de dengue e reintrodução e rápida disseminação do sorotipo 3 no país (FIGUEIRÓ *et al.*, 2010).

Devido à ausência de vacinas disponíveis para prevenção das doenças transmitidas pelo *A. aegypti*, as medidas de combate e monitoramento são voltadas para a eliminação do vetor. Dessa forma, lança-se mão de três linhas, o saneamento do meio ambiente, as atividades educacionais para redução de criadouros e o combate direto através de agente químicos, físicos e biológicos. A vigilância entomológica visa, entre outros fatores, monitorar a presença do

vetor, os índices de infestação e a eficiência dos métodos de controle, mapeando áreas de risco (BRAGA; VALLE, 2007).

Dessa forma, com apoio do Ministério da Saúde e dos estados, as secretarias municipais de saúde passaram a gerir e a executar as ações do PNCD, que envolviam dez componentes principais: vigilância epidemiológica, combate ao vetor, assistência aos pacientes, integração com atenção básica, ações de saneamento ambiental, ações integradas de educação em saúde, comunicação e mobilização social, capacitação de recursos humanos, legislação, sustentação político-social e acompanhamento e avaliação do PNCD (BRASIL, 2002).

Verifica-se então, que o Programa deixou de ser exclusivamente direcionado ao combate do vetor e sugeriu adequações condizentes com as especificidades locais, inclusive com a possibilidade de elaboração de planos sub-regionais.

Ressalta-se ainda, que no Brasil, os Agentes Comunitários de Saúde (ACS) e Agentes de Combate a Endemias (ACE), em parceria com a população, são responsáveis por promover o controle mecânico e químico do vetor, cujas ações são centradas em detectar, destruir ou destinar adequadamente reservatórios naturais ou artificiais de água que possam servir de depósito para os ovos do *Aedes*. Outra estratégia complementar preconizada pelo Ministério da Saúde é a promoção de ações educativas durante a visita domiciliar pelos Agentes Comunitários, com o objetivo de garantir a sustentabilidade da eliminação dos criadouros pelos proprietários dos imóveis, na tentativa de romper a cadeia de transmissão das doenças (BRASIL, 2009).

Destaca-se, que nessa tarefa, é possível a utilização de basicamente três tipos de mecanismos de controle: mecânico, biológico e químico. O controle mecânico consiste na adoção de práticas capazes de eliminar o vetor e os criadouros ou reduzir o contato do mosquito com o homem. As principais atividades de controle mecânico envolvem a proteção, a destruição ou a destinação adequada de criadouros, drenagem de reservatórios e instalação de telas em portas e janelas (MANRIQUE-SAIDE *et al.*, 2015).

Já o controle biológico é baseado na utilização de predadores ou patógenos com potencial para reduzir a população vetorial. Entre as alternativas disponíveis de predadores estão os peixes e os invertebrados aquáticos, que comem as larvas e pupas, e os patógenos que liberam toxinas, como bactérias, fungos e parasitas (SHULSE; SEMLITSCH; TRAUTH, 2013).

Enquanto, que o controle químico consiste no uso de produtos químicos, que podem ser neurotóxicos, análogos de hormônio juvenil e inibidores de síntese de quitina, para matar larvas e insetos adultos. É um tipo de controle recomendado mediante uso racional e seguro

para o meio ambiente e para a população, complementar às ações de vigilância e manejo ambiental, devido à possibilidade de seleção de vetores resistentes aos produtos e da geração de impactos ambientais (BRAGA; VALLE, 2007).

O Methoprene é o mais utilizado e indicado pela Organização Mundial de Saúde para o controle de *A. aegypti*, sua ação atua na inibição da emergência de adultos e pode ser uma boa alternativa desde que acompanhada de uma avaliação de campo capaz de estimar a densidade larvária (BRAGA; VALLE, 2007). O controle biológico com organismos capazes de predação ou parasitar mosquitos ou alguma de suas fases também vem sendo estudado. A bactéria *Bacillus thuringiensis israelensis* possui elevada atividade larvicida devido à produção de algumas toxinas que destroem o epitélio do estômago das larvas levando-as à morte (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994).

3.2.2 Produtos naturais da *Commiphora leptophloeos* para o controle do *Aedes Aegypti*

Como uma alternativa de controle químico, alguns compostos naturais, como óleos essenciais de plantas, têm sido investigados para constatação de atividade larvicida contra o *A. aegypti*. As características de determinados grupamentos químicos estruturais desses compostos ou a combinação entre eles podem conferir aumento ou redução da atividade larvicida (PEREIRA *et al.*, 2014).

Todavia, é importante destacar que, além do efeito larvicida, esses novos compostos devem demonstrar um efeito residual prolongado nos depósitos onde são aplicados. Essa é uma característica importante para a adoção de um determinado composto em atividades de campanha de saúde pública.

A fim de amenizar a proliferação do mosquito, tem sido feito o uso de inseticidas e armadilhas de captura, porém o surgimento de cepas resistentes aos inseticidas e larvicidas tem se mostrado um dos principais obstáculos no que diz respeito ao seu controle. Essa resistência resulta no aumento da frequência de aplicação e aumento das dosagens, que podem refletir em efeitos colaterais em plantas, humanos e danos ambientais (SIMAS *et al.*, 2004).

Testes realizados por Navarro *et al.*, 2003 revelaram que o óleo essencial de *Commiphora leptophloeos* apresenta atividade larvicida frente *A. aegypti*. O estudo foi realizado utilizando-se uma adaptação do método recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2003). Dessa forma, a mortalidade das larvas foi determinada após 48h de incubação a $27 \pm 0,5$ °C. As larvas foram consideradas mortas quando as mesmas não

responderam a estímulos ou não subiram a superfície da solução. Os resultados promissores demonstraram CL_{50} na concentração de 99,4 ppm (AUTRAN *et al.*, 2009).

Para Simões e Spitzer (1999) comumente os derivados de terpenóides constituem a maior parte dos compostos dos óleos essenciais, sendo os monoterpenos e os sesquiterpenos as classes mais frequentes. A composição dos óleos essenciais varia bastante entre as espécies de *Commiphora*. Dentre os monoterpenos o α -Pineno, Canfeno, β -Pineno, Mirceno e Limoneno já foram encontrados. Entre os sesquiterpenos, compostos como β -Elemeno, α -Copaeno, α -Humuleno, β -Selineno e Germacreno B são amplamente distribuídos entre diferentes espécies do gênero *Commiphora* (SHEN *et al.*, 2012).

Os testes comportamentais para avaliar a atividade deterrente de oviposição do óleo essencial de *C. leptophloeos* frente às fêmeas grávidas de *A. aegypti*, mostraram que esse óleo essencial foi significativamente ativo nas concentrações de 100, 50 e 25 ppm, apresentando um menor número de ovos deixados nos recipientes contendo as soluções de teste em comparação com a solução controle (KHANDAGLE *et al.*, 2011).

Dessa maneira, verifica-se com base na literatura revisada, que a ação deterrente do óleo essencial de *C. leptophloeos* é capaz de inibir em cerca de 63% a quantidade de ovos depositada no recipiente contendo a solução de teste na concentração de 25 ppm.

Neste sentido, Bissinger e Roe (2010) afirmam que algumas espécies de *Commiphora* são apontadas por apresentarem atividade repelente sobre insetos. *C. erythrae*, *C. holtziana* e *C. swynnertonii* apresentam atividade repelente contra diferentes espécies de carrapatos. Porém a análise da influência no comportamento de oviposição do óleo essencial de espécies de *Commiphora* sobre mosquitos vetores de doenças é escasso, sendo difícil a avaliação de estudos comparativos.

Campbell *et al.*, (2011) analisaram em seus estudos as respostas eletrofisiológicas de *A. aegypti* a vários óleos essenciais por detecção cromatográfica-eletroantegráfica acoplada a gás (GC-EAD), durante o período de busca por alimento. O resultado demonstrou a detecção de 42 componentes, incluindo o α -Felandreno, α -Pineno e β -Pineno, α -Terpineol e Germacreno D, compostos presente no óleo de *C. leptophloeos*. O trans-Cariofileno também foi descrito por estimular as antenas de *A. aegypti*, composto que faz parte do óleo de *C. leptophloeos* e que também estimulou a antena das fêmeas grávidas de *A. aegypti*.

Destaca-se, que a atividade deterrente do óleo de *C. leptophloeos* pode ser atribuída a sua presença em proporção significativa no óleo ou a atividade sinérgica deste composto com outros constituintes presentes no óleo, como o α -Humuleno, o qual também apresentou resposta deterrente significativa na concentração de 5 ppm. Ambos foram capazes de repelir

em cerca de 60% e 70% o número de ovos no recipiente teste respectivamente. Nesse contexto, por ser um composto amplamente distribuído e por induzir um comportamento de deterrencia frente à oviposição de *A. aegypti*, o trans- Cariofileno pode ser considerado uma alternativa acessível ao combate do mosquito, assim como o α -Humuleno (GALDINO *et al.*, 2012).

4 METODOLOGIA

4.1 Tipo de estudo

O estudo foi desenvolvido em duas fases com abordagem metodológica quali-quantitativa e de forma experimental. Na primeira fase de obtenção do extrato foi elaborada uma formulação na forma de creme, utilizando matéria-prima constituída pelo princípio ativo presente na semente de *Commiphora leptophloeo*, em seguida foram aplicados métodos analíticos obtendo as características físico-químicas do produto. Na segunda fase foram realizados os testes de ação repelente do creme ao mosquito *Aedes aegypti*, caracterizando um estudo experimental.

4.2 Cenário da pesquisa

A primeira etapa do estudo foi conduzida no Laboratório de Bioquímica, Biotecnologia e Bioprodutos da Faculdade de Floriano/ Campus Arudar Bucar (LBBB/FAESF/CAB), que fica localizado no município de Floriano-PI. O referido município está situado na zona do Médio Parnaíba a 240 km da capital do estado, Teresina, com uma população de estimada em 65 mil habitantes. Floriano tem um clima tropical. No inverno existe muito menos pluviosidade que no verão apresentando média anual de 1060mm e média de temperatura 27.7°C.

A produção e análise do bioproduto foram realizadas no Laboratório Industrial Farmacêutico Sobral (LIFS), possui 105 anos de existência e é referência na fabricação de medicamentos, sendo único Laboratório Industrial existente no estado do Piauí, no referido local foi desenvolvida a formulação do creme repelente em colaboração com o Departamento de Controle de Qualidade (DCQL) do Laboratório Farmacêutico Sobral, onde foram aplicados métodos analíticos físico-químicos analisando e caracterizando os compostos do produto.

A segunda etapa do estudo foi realizada no Laboratório de Biotecnologia e Biologia Molecular da Universidade Estadual do Ceará – UECE (LBBM/UECE), foram realizados testes verificando a ação repelente através da obtenção da formulação creme, de acordo com parâmetros previamente determinado por Martins et al., (2012). Após a aplicabilidade da formulação foi observada a eficácia em forma de repelência através de testes utilizando a metodologia descrita por Oyedele et al. (2002). Os mosquitos *Aedes aegypti* foram reproduzidos no (LBBM/UECE).

4.3 População/ amostra

4.3.1 Coleta do material vegetal

As sementes da planta *Commiphora leptophloeo* foram adquiridas de um único indivíduo na comunidade Salinas, pertencente ao município de Itaueira - PI, em Junho de 2019. As coletas das sementes foram realizadas no solo, sendo consideradas para este estudo apenas sementes recém-dispersadas, as quais ainda apresentavam coloração viva e a presença do pseudoarilo (figura 3). As sementes foram transportadas em sacos de polietileno preto até o Laboratório de Bioquímica, Biotecnologia e Bioprodutos (FAESF/CAB).

Na (Figura 4) é possível visualizar algumas das etapas da coleta das sementes de *Commiphora leptophloeo*. A localização da região está inserida no perímetro rural da referida cidade, com coordenadas 7°32'21.42"S 43°4'35.85"W. Nesse período foi coletado material do vegetal para a confecção da exsicata.

Figura 4 - Espécie de *Commiphora leptophloeo* utilizada no estudo; coleta manual das sementes



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Através do método de comparação a exsicata do material botânico foi identificada pelas Professoras Odivette Soares e Viviane Nunes da Silva, Biólogas do Instituto Federal do Piauí – IFPI, Campus Floriano. O material testemunho encontra-se depositado na coleção de referência do herbário, no laboratório de Botânica/IFPI (Figura 2).

Figura 5 - Preparação de material para identificação e classificação botânica do indivíduo em estudo e confecção exsicatas



Fonte: Arquivo da pesquisa.

4.4 Procedimentos

O método escolhido para extração do óleo foi extração por Soxhlet. A extração por Soxhlet consiste em refluxo contínuo pela reação de uma solvente sobre uma determinada material vegetal ou animal, submetido a sua temperatura de ebulição e condensação (BRUM *et al.*, 2009).

A técnica de extração com solvente (Soxhlet) é particularmente útil no caso em estudo, pois o composto apresenta grau de pureza, parcialmente solúvel em um solvente e as impurezas não, apresentando baixo teor de óleo. A técnica é de fácil execução e baixo custo financeiro apresentando resultados satisfatórios no final do processo (SILVA, 2019).

4.4.1 Manipulação e processo de extração do óleo de semente da *Commiphora Leptophloeo*

As sementes foram armazenadas dentro de garrafa PET, em temperatura ambiente e protegidas da luz, foram encaminhadas ao LBBQB da FAESF. No primeiro momento, as sementes passaram por processo de limpeza e de secagem em estufa a uma temperatura de 110°C por 24 horas.

Figura 6 - sementes de *Commiphora leptophloeo* – Umburana



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Após a secagem das sementes, essas foram trituradas em liquidificador industrial formando uma massa em farinha. O rompimento dos tecidos das sementes facilita a extração de óleo por aumentar a superfície de contato dos solventes extratores (BARRALES, 2015).

Em balança analítica foram pesados 25g da amostra preparadas em cartucho confeccionado com papel de filtro, alimentando o extrator (figura 7).

Figura 7 - Pesagem da amostra de sementes de *Commiphora leptophloeo* trituradas; preparação de cartucho com papel filtro para extração do óleo



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Em um balão de 500 mL foram adicionados 250 mL de hexano, sendo aquecido por manta-aquecedora a uma temperatura de 70 °C, permanecendo sob refluxo por quatro horas. O processo consiste na evaporação do solvente arrastando as partículas orgânicas presentes na

amostra, condensando-se sobre o material sólido resfriado por um fluxo de água, sendo depositado no balão (figura 8).

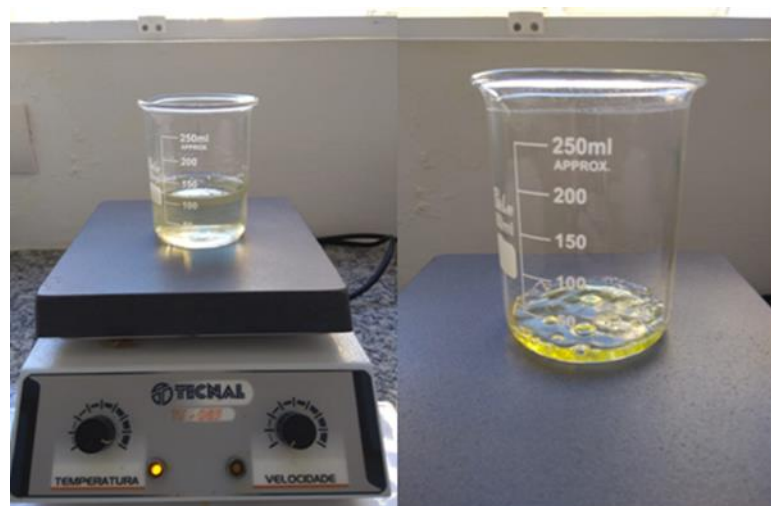
Figura 8 - Sistema de extração Soxhlet (manta aquecedora, balão volumétrico de 500ml, extrator, condensador, mangueiras, garras e suporte), extração do óleo de *Commiphora leptophloeo*. LBBQB da FAESF



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Após completar o ciclo de extração o material obtido foi submetido a processo de evaporação em chapa aquecedora (TECNAL-TE-085), para finalizar o processo de eliminação do solvente presente na amostra (figura 9).

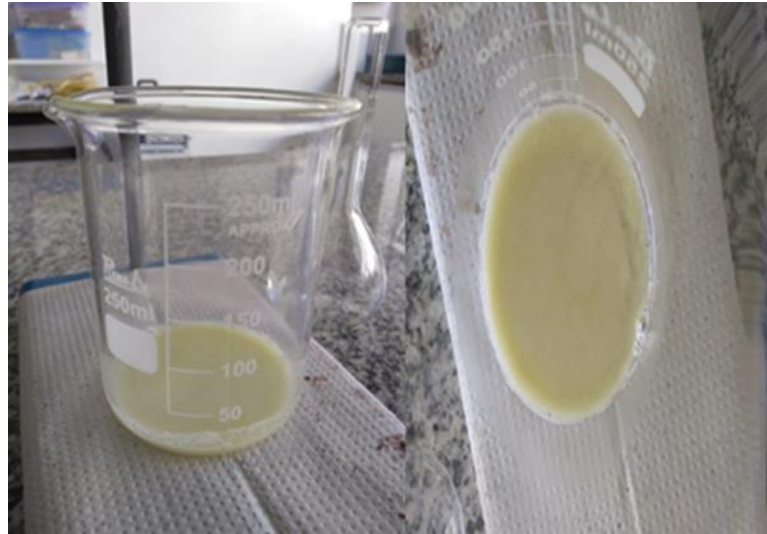
Figura 9 - processo de evaporação de solvente (hexano) remanescente, presente no resíduo-LBBQB da FAESF, Chapa Aquecedora TECNAL



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Ao final do processo de extração, obteve-se um resíduo de cor branco amarelado de cheiro característico e aspecto levemente resinoso, em uma quantidade de 20ml (figura 10).

Figura 10 - Composto final obtido através do processo de extração



Fonte: Arquivo da pesquisa.

4.4.2 Formulação e preparo do creme a base do extrato obtido do óleo de semente da *Commiphora Leptophloe*

O extrato obtido foi armazenado em frasco âmbar à temperatura ambiente, protegido da luz. Os excipientes utilizados no preparo do creme foram cedidos pelo (DCQL) do Laboratório Farmacêutico Sobral, tendo todos eles sido analisados e aprovados pelo Controle de Qualidade do mesmo.

A elaboração do creme se deu a partir de duas fases, descrita abaixo:

Fase aquosa: primeiramente misturou-se, sob aquecimento (70°C a 75°C), água purificada (800,6 mL), metabissulfito de sódio (1g), fosfato de sódio dibásico(2g), metilparabeno (1g) e propilparabeno (0,34g), agitando-se por 10 minutos e em seguida adicionou-se 20ml do extrato de óleo da semente de *Commiphora leptophloe* agitando-se por mais 5 minutos.

Fase oleosa: ainda sob agitação e temperatura entre 70°C e 75°C, adicionou-se à fase aquosa oleato de decila (21,75g) e polawax (130g), deixando agitar até completa fusão dos excipientes. Completada a fusão, deixou-se a mistura em agitação por 20 minutos. Finalizando o processo, adicionou-se propilenoglicol (23,31g), continuando a agitação por mais 5 minutos. Desligou-se o aquecimento e foi dado início à etapa de resfriamento do creme em temperatura

ambiente, deixando o material estabilizar. Em seguida o creme foi submetido a testes de controle de qualidade, sendo envasado em bisnagas. A preparação final obtida correspondeu a 2% de óleo do referido vegetal.

Quadro 1 - Formulação do Creme

| FORMULAÇÃO DO CREME A BASE DE ÓLEO DA SEMENTE DE <i>Commiphora Leptophloe</i> | | | |
|--|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| COMPONENTES | FUNÇÃO | CONCENTRAÇÃO 20mg | QUANTIDADE 20g |
| Cera emulsificante aniônica – Polawax | Emulsificante | 130 mg | 130 g |
| Propilenoglicol | Umectante | 0,0225 mL | 22,5mL * 1,036 = 23,31g |
| Oleato de Decila - Cetiol V | Emoliente | 0,025 mL | 25 mL* 0,87 =21,75 g |
| Metilparabeno | Conservante Antifúngico | 1 mg | 1 g |
| Propilparabeno | Conservante Antifúngico | 0,34 mg | 0,34 g |
| Metabissulfito de Sódio | Antioxidante | 1 mg | 1 g |
| Fosfato de sódio Dibásico | Agente tampão Antioxidante | 2 mg | 2 g |
| Água Purificada STA | Solvente | 1 g | 800,6 g |

Fonte: Arquivo da pesquisa.

4.4.3 Análise físico-químico e microbiológico do creme a base de óleo de semente da *Commiphora Leptophloe*

O produto (creme) foi submetido à análise no DCQ do Laboratório Farmacêutico Sobral com objetivo de identificar e caracterizar as propriedades físico-químicas e microbiológicas. Os testes preliminares foram adaptados, seguindo como base o Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (BRASIL, 2004), Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos (BRASIL, 2007) e protocolo para ensaios físico-químicos recomendados para cosméticos (MOUSSAVOU; DUTRA, 2012).

A formulação foi avaliada segundo suas propriedades organolépticas através da visualização e do olfato, observando qualquer alteração da coloração, odor ou viscosidade, comparado com um padrão (creme base não iônico) (BRASIL, 2004). Apesar de sua subjetividade, a análise das características organolépticas é um método prático e rápido e

fornece informações importantes quanto à aceitação do produto pelo consumidor, além de permitir a análise de indícios de instabilidade das formulações (PEREIRA, 2012).

A determinação do aspecto foi realizada transferindo-se 2,0 g da amostra para placa de Petri, após prévia homogeneização, observou-se seu aspecto, homogeneidade, brilho, maciez, cor e cheiro e capacidade de espalhamento da formulação. Através dos testes realizados, foi possível caracterizar a cor, a uniformidade e a textura da preparação.

A determinação do pH da formulação, foi realizada em amostra (20g) dispersa em água destilada (20%, m/v), a 25 °C, em pHmetro, sendo calibrado com soluções pH 4,0 e 7,0 (BRASIL, 2004). A determinação do valor do pH está relacionada a compatibilidade dos componentes da formulação, eficácia e segurança de uso, constituindo um parâmetro importante a ser avaliado nos estudos de estabilidade (DECCACHE, 2006).

A viscosidade aparente do creme foi determinada em viscosímetro de Brookfield, aparelho utilizado na caracterização reológica precisa de fluidos, sendo muito utilizado nos laboratórios de controle de qualidade de indústrias químicas, alimentícias e de cosméticos. O teste de densidade aparente do creme foi realizado através a técnica utilizando, picnômetro de vidro, nesse teste podem ser utilizados Diversos equipamentos para medição da densidade, como o picnômetro metálico, densímetro, densímetro digital e até mesmo com uma proveta é possível determinar a densidade isso varia de acordo com produto a ser analisado (MOUSSAVOU; DUTRA, 2012).

Para os testes microbiológicos foram aplicadas técnicas de crescimento em meio de cultura, a amostra (10g) foi diluída em água destilada e semeada em placas de petri, contendo meios de cultura específicos para o crescimento de microorganismos como: Bactérias viáveis totais, fungos e leveduras, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonelal sp.*

4.4.4 Teste de repelência da formulação creme obtido do óleo de semente da *Commiphora Leptophloeo*

A amostra foi encaminhada ao LBBM da UECE para a realização da aplicabilidade da formulação em mosquitos onde foi observado a eficácia em forma de repelência através de testes utilizando a metodologia descrita por Oyedele et al., (2002). De acordo com a metodologia aplicada, foram disponibilizados 100 mosquitos adultos, criados através de alimentação regular por 4 a 5 dias, dividido em dois grupos, um grupo para observar a repelência e outro grupo para teste controle para produtos de uso comercial em gaiolas

separadas. Em seguida deixando-os separados sem alimentação e disponibilizado apenas água nas 48H que antecederam o teste de repelência.

A amostra do teste foi aplicada finamente na pele de voluntários não identificados, na proporção de 1ml por 650 cm² de área de superfície da pele. A taxa de ataque de picadas dos mosquitos do teste foi determinada em experimento triplicado de 3 minutos na exposição da pele disponibilizada aos insetos. O número de mosquitos que picaram no tempo de 3 minutos foi contado e comparado com a picada de grupo controle, alcançando uma a duas mordidas em um teste de 3 minutos, seguindo de uma ou mais mordidas em um segundo. Após 30 minutos o teste de repelência foi encerrado. Uma segunda gaiola de mosquitos foi usada para grupo controle de positivo e negativo. O resultado dos testes comparados a bases de formulação branda com controle negativo, e contra repelente de uso comercial com controle positivo.

4.5 Análise estatística

Os dados serão demonstrados como médias \pm desvios padrão (DP). Para analisar a significância das diferenças entre os resultados será utilizado a Análise de Variância (ANOVA), sendo considerado significativo $p < 0.05$.

4.6 Aspectos éticos

A formulação do creme em gel e as análises físico-químicas de acordo com a ANVISA e Boas Práticas de Fabricação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a extração do óleo essencial da *Commiphora leptophloeo*, obteve-se o volume de 20 ml de óleo, o que conferiu um rendimento de 5%, (o cálculo foi realizado em proporção da razão da massa) valor considerável em relação aos citados em literaturas sobre rendimentos de óleos essenciais dos principais produtos mais industrializados.

O rendimento do óleo da *Commiphora leptophloeo* foi superior ao esperado com relação às demais extrações realizadas anteriormente, assim, seguiu-se o estudo para a etapa de produção do creme e análise de controle de qualidade.

Com os resultados obtidos nos testes físico-químicos o creme apresentou como aspectos: cor branca, cheiro característico, proveniente da semente in natura de Umburana de cheiro, composto homogêneo e uniforme, com bom potencial de espalhamento cutâneo. Estas análises são chamadas de organolépticas e caracteriza-se em bons indicativos para avaliar se as formas farmacêuticas apresentam ou não alterações na qualidade do produto (MOUSSAVOU; DUTRA, 2012). O estudo buscou ainda, avaliar e analisar do pH, densidade e viscosidade do creme, no quadro a seguir, estão descritos os resultados das análises realizadas para o controle de qualidade.

Quadro 2 - Resultado das análises (Densidade, pH e Viscosidade)

| RESULTADOS DAS ANÁLISES | | |
|-----------------------------|-----|----------------|
| DENSIDADE g/cm ³ | pH | VISCOSIDADE cP |
| 0,9006 g/cm ³ | 6,2 | 1712,5 cP |

Fonte: Arquivo da pesquisa.

O ensaio de densidade teve como resultado um valor 0,9006 g/cm³. Esta análise é importante para a garantia da qualidade e manutenção das características do produto, durante seu prazo de validade. A densidade relativa é definida pela relação entre a densidade absoluta de uma substância e a densidade absoluta de outra substância estabelecida como padrão, como no caso, a água. (BRASIL, 2008).

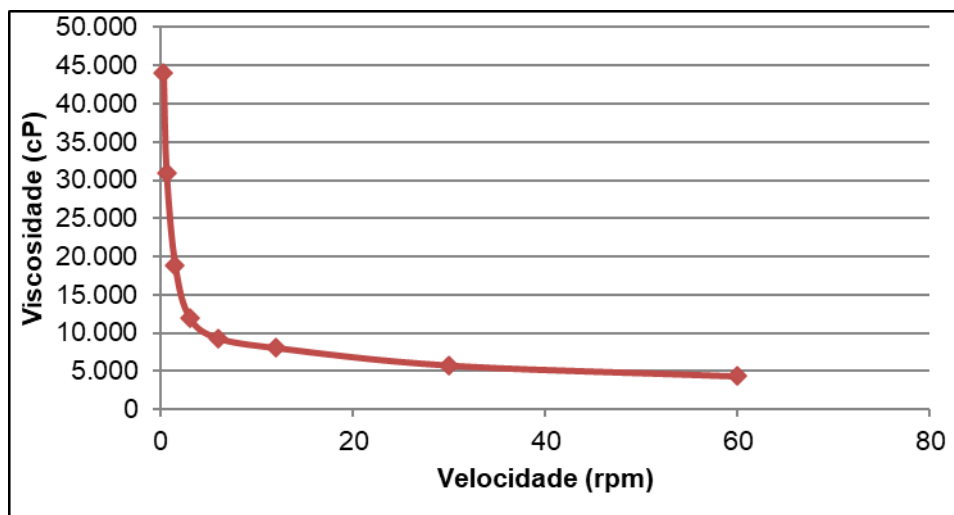
O pH da formulação ficou determinado em 6,2 apresentando-se dentro do estipulado para o produto, esse resultado aproxima-se do pH fisiológico da pele que é de (4,0 - 6,5), tornando assim, um produto seguro para o uso, sem ocasionar danos a pele (BRASIL, 2004). A medida do pH em produtos dermatológicos é de grande importância, pois eles não devem alterar o pH cutâneo. Além disso, o pH também interfere na conservação e estabilidade

das formulações. Os considerados bons produtos são aqueles que esse fator não se altera com o tempo, mesmo em longos períodos de armazenagem (MOUSSAVOU; DUTRA, 2012).

Avaliando o resultado da viscosidade foi possível estabelecer o comportamento reológico da preparação. A reologia é o estudo das condições de fluidez e de deformação da matéria, a consistência do produto deve ser compatível com a aplicação além de ser fator estético determinante quando se trata de alimentos, cosméticos e fármacos dermatológicos. A importância da viscosidade deve-se à necessidade de os produtos apresentarem suavidade e consistências aceitáveis pelos consumidores estando diretamente relacionada com a formulação do produto (MOUSSAVOU; DUTRA, 2012).

Para avaliar a viscosidade do creme, foi realizada a velocidade de cisalhamento, após a tensão de cisalhamento e para finalizar a viscosidade. Avaliando, com os resultados da viscosidade observa-se que o creme apresentou 1712,5 cP, mostrando uma queda acentuada de viscosidade com o aumento do gradiente de velocidade, o que, o caracteriza como um fluido não-Newtoniano pseudoplástico de comportamento tixotrópico (COSTA, 2007).

Gráfico 1 - Gráfico da viscosidade do creme à base de semente de *Commiphora leptophloeo* em função da velocidade de rotação



Fonte: Arquivo da pesquisa.

A queda na viscosidade quando submetida a testes de rotação, ocorre porque vários fluídos aparentam ser homogêneos, mas na verdade são formados por diversas partículas que quando em repouso, mantêm uma organização interna irregular que lhes fornece a característica de uma alta viscosidade. Com o aumento da tensão de cisalhamento, essas partículas podem se

orientar, se estirar ou se deformar na direção do fluxo ou ainda, induzir a quebra de agregados, o que faz com que esse fluido escoe de com facilidade (SILVEIRA, 1991).

Os resultados microbiológicos foram satisfatórios, apresentando ausência para *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonelal sp.* e baixos níveis de bactérias viáveis totais, fungos e leveduras, sendo <10 UFC/g. Os resultados estão registrados no quadro 3 a seguir. Os produtos oriundos das indústrias farmacêuticas devem apresentar ausência de microorganismo que possam causar patologias aos seres humanos e que não interfiram na qualidade do produto (BRASIL, 2010).

Quadro 3 - Resultado das Análises Microbiológicas

| RESULTADO - ANÁLISE MICROBIOLÓGICA | | |
|---|----------------------------|------------------|
| Contagem em UFC/g | | |
| Microrganismo | Especificação UFC/g | Resultado |
| Bactérias viáveis totais | ≥ 1000 UFC/g | <10UFC/g |
| Fungos e leveduras | ≤ 100 UFC/g | <10UFC/g |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Ausência em 1g | Ausente |
| <i>Escherichia coli</i> | Ausência em 1g | Ausente |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | Ausência em 1g | Ausente |
| <i>Salmonelal sp.</i> | Ausência em 1g | Ausente |

Fonte: Arquivo da pesquisa.

A partir deste estudo destaca-se a efetividade dos produtos naturais e suas vantagens e aplicabilidade na saúde do homem. Com a pesquisa pode-se produzir creme/repelente natural através do óleo extraído da semente de *Commiphora leptophloeo* (Umburana de cheiro). Por ser obtido de recursos renováveis e demandar baixo custo de produção, torna-se uma importante alternativa no combate ao mosquito *Aedes aegypti* e que não existe atualmente a sua composição veiculada em cremes com ação repelente de forma comercial.

Com a pesquisa, foi possível avaliar as características do creme à base de semente de Umburana de cheiro, através das análises: aspecto, pH, densidade e viscosidade. Seguindo a Farmacopeia Brasileira 5ª edição (2010). Estas análises são chamadas de organolépticas sendo bons indicativos para avaliar se as formas farmacêuticas apresentam ou não alterações na qualidade do produto. Além de permitirem rapidamente o estado que se encontra a amostra (BRASIL, 2008). Os resultados das análises foram considerados satisfatórios, pois, através das mesmas, o produto obteve a garantia de qualidade e segurança necessária para o seu uso.

De acordo com Bernard (2005), existem diversos protocolos descritos na literatura para a avaliação de repelentes de mosquitos. Entretanto, os resultados dessas avaliações podem ser afetados por diversos fatores, incluindo: absorção, penetração, modificação química do

repelente na pele, ou ainda pela evaporação, a abrasão e o suor, entre outros fatores. Ainda assim, esses testes simples servem para se obter informações suficientes para selecionar novos compostos para avaliação toxicológica e ensaio de campo.

Sendo assim, a formulação do creme foi avaliada quanto à repelência de mosquitos em uma aplicação tópica. A repelência de mosquitos foi testada determinando os parâmetros de dissuasão após aplicabilidade e os efeitos de repelir os mosquitos após a exposição do produto aplicado a pele de voluntários contra uma cultura de 4 a 5 dias de mosquitos *Aedes aegypti*. A análise em experimentação foi comparada à de um repelente comercial de mosquitos. A propriedade básica da formulação a base do óleo apresentada em forma de creme da *Commiphora leptophloeo* mostrou sua eficácia com a propriedade de repelência.

Embora essas observações tenham demonstra o potencial qualitativo do creme formulado com o óleo provenientes da *C. leptophloeo*, novos experimentes serão necessários para que a concentração ideal do produto possa ser quantificada, assim como a avaliação da durabilidade do produto.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado da formulação do creme à base de óleo da semente de *Commiphora leptophloeo* (Umburana de cheiro) ficou dentro das expectativas, sendo assim considerado, com potencial aplicabilidade na indústria farmacêutica.

De acordo com as análises físico-químicas: pH, densidade e viscosidade o creme apresentou-se resultado satisfatórios, apresentando características de pH próximo ao fisiológico da pele e comportamento de pseudoplasticidade o que lhe confere uma boa absorção quando aplicado sobre a pele. Além disso, outro ponto importantíssimo na formulação é o aspecto, e este se apresentou bastante homogêneo, uniforme e com cor padrão de outros produtos disponibilizado no mercado uma das características essenciais para comercialização do produto.

O teste microbiológico mostrou resultados satisfatórios, referente à contaminação do creme por microorganismos com potencial patógeno ao ser humano, apresentando ausência para bactérias e fungos, garantindo sua utilização nos testes de repelência. O resultado final da pesquisa, obteve resultados surpreendentes de forma satisfatória, entretanto o teste de repelência ao mosquito *Aedes aegypti* foi positivo mostrando a eficácia do produto, o que mostra uma boa apresentação para que o produto possa realmente atingir o mercado.

À realização de estudos e experimentos que comprovem seu mecanismo de ação, assim como toxicidade, efeitos colaterais e testes de estabilidade para garantir sua eficácia, segurança e qualidade serão de suma importância. No mais, o presente estudo também serviu como base para futuros trabalhos que possam ser realizados na temática dos bioprodutos.

REFERÊNCIAS

- AUTRAN, E. S. *et al.* Chemical composition, oviposition deterrent and larvicidal activity against *Aedes aegypti* of essential oils from *Piper marginatum*. **Jacq. Bioresource Technol.**, [s. l.], v. 100, n. 7, p. 2284-2288, jul. 2009.
- AGRA, M. F. *et al.* Medicinal and poisonous diversity of the flora of “Cariri Paraibano”, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, Dublin, v. 111, n. 2, p. 383-395, fev. 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17236731>. Acesso em: 11 abr. 2018.
- BARRALES, F. M.; VIGANÓ, J.; CORREA, R. G.; MARTÍNEZ, J. Extração de compostos bioativos de sementes de maracujá-azedo (*passiflora edulis*) utilizando líquidos pressurizados. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 1-7, out. 2015.
- BECERRA, J. X. Evolution of Mexican *Bursera* (Burseraceae) inferred from ITS, ETS, and 5S nuclear ribosomal DNA sequences. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, [s. l.], v. 26, n. 2, p.300-309, fev. 2003. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12565038>. Acesso em: 11 abr. 2018.
- BESERRA, E. B.; FREITAS, E. M.; SOUSA, J.T.; FERNANDES, C. R. M.; SANTOS, K. D. Ciclo de vida de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera, Culicidae) em águas com diferentes características. **Iheringia, Sér. Zool.**, Campina Grande, v. 99, n. 3, p. 1-5, set. 2009.
- BISSINGER, B. W.; ROE, R. M. Tick repellents: past, present, and future. **Pestic. Biochem, Phys.**, [s. l.], v. 96, v. 2, p. 63-79, fev. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048357509001412>. Acesso em: 13 abr. 2018.
- BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. **Epidemiol Serv Saude**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 113-118, jun. 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Diretrizes nacionais para a prevenção e controle de epidemias de dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos**. Brasília: Anvisa, 2004. 87 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos**. 2. ed. Brasília: Anvisa, 2007. 100 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos, Farmacopéia**. 2. ed. Brasília: Anvisa, 2008. 120 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos Farmacopéia-2010**. 5. ed. Brasília: Anvisa, 2010.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD)**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002. 32 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portal da saúde. **Dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2015a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, v. 46, n. 5, p. 1-13, maio 2015b.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, v. 47, n. 6, p. 1-64, jun. 2016a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, v. 48, n. 9, p. 1-15, set. 2017.

BRUM, A. A. S.; ARRUDA, L. F.; BISMA, M. A. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Quím. Nova**, [s. l.], v. 32, n. 4, 849-854, São Paulo, out. 2009.

COSTA, F. Q. **Viabilidade de uso de um misturador para a análise de propriedades reológicas de produtos alimentícios**. 2007. 115 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2007. Disponível em: http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90668/costa_fq_me_botfca.pdf?sequence=1 Acesso em: 18 nov. 2018.

CAMPBELL, C. *et al.* Forty-two compounds in eleven essential oils elicit antennal responses from *Aedes aegypti*. **Entomol. Exp. Appl.**, [s. l.], v. 138, n. 1, p. 21-32, jan. 2011.

CARVALHO, P. E. R. **Imburana-de-Espinho *Commiphora leptophloeos***. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

CARTAXO, S. L.; SOUZA, M. M. A.; ALBUQUERQUE, U. P. Medicinal plants with bioprospecting potential used in semi-arid northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 131, n. 1, p. 326-342, jan. 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20621178>. Acesso em: 11 abr. 2018.

COUTINHO, H. D. M. *et al.* Termite usage associated with antibiotic therapy: enhancement of aminoglycoside antibiotic activity by natural products of *Nasutitermes corniger* (Motschulsky 1855). **Bmc. Complementary & Alternative Medicine**, [s. l.], v. 17, n. 9, p. 9-35, set. 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19761599>. Acesso em: 11 abr. 2018.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/th/pdf/consoli-8585676035.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2018.

DALY, D. C. B.; FINE, P. V. A.; MARTÍNEZ-HABIBE, M. C. Burseraceae: a model for studying the Amazon flora. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 63, n. 1, p. 21-30, mar. 2012.

DECCACHE, Daniela Soares. **Formulação dermocosmética contendo DMAE glicolato e filtros solares: desenvolvimento de metodologia analítica, estudo de estabilidade e ensaio biometria cutânea**. 152 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de

Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/59/teses/670780.pdf>
Acesso em: 02 nov. 2018.

FERREIRA JÚNIOR, W. S.; SIQUEIRA, C. F. Q.; ALBUQUERQUE, U. P. Plant stem bark extractivism in the northeast semiarid region of Brazil: a new aport to utilitarian redundancy model. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, Nova York, v. 2012, n. 1, p. 1-11, jan. 2012. Disponível em:
<https://www.hindawi.com/journals/ecam/2012/543207/>. Acesso em: 11 abr. 2018.

FIGUEIRÓ, A. C. *et al.* Análise da lógica de intervenção do Programa Nacional de Controle da Dengue. **Rev Bras Saude Matern Infant**, Recife, v. 10, n. 1, p. 93-106, nov. 2010.

GALDINO, P. M. *et al.* The anxiolytic-like effect of an essential oil derived from *Spiranthera odoratissima* A. St. Hil. Leaves and its major component, β -Caryophyllene, in male mice. **Prog. Neuro-Psychoph.**, [s. l.], v. 38, n. 2, p.276-284, fev. 2012. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22542869>. Acesso em: 13 abr. 2018.

KHANDAGLE, A. J. *et al.* Bioactivity of essential oils of *Zingiber officinalis* and *Achyranthes aspera* against mosquitoes. **Parasitol. Res.**, [s. l.], v. 109, n. 2, p. 339-343, fev. 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21311910>. Acesso em: 13 abr. 2018.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico: Procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

LANGENHEIN, J. H. **Plant resins: chemistry, evolution, ecology, and ethnobotany**. Cambridge: Timber Press, 2003.

LEITE, A. A. M.; FRAGA NETO, A. F.; PALOMINO, R. C. Conhecimento, inovação e sustentabilidade no setor tradicional: o caso dos artesãos de Petrolina - PE. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 158-171, jan. 2009.

LEMENIH, M.; ABEBE, T; OLSSON, M. Gum and resin resources from some *Acacia*, *Boswellia* and *Commiphora* species and their economic contributions in Liban, south-east Ethiopia. **Journal of Arid Environments**, [s. l.], v. 55, n. 3, p. 465-482, mar. 2003.

LIMA, A. L. A. **Tipos funcionais fenológicos em espécies lenhosas da Caatinga, Nordeste do Brasil**. 2010. 116 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Departamento de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

LUCENA, R. F. P. *et al.* Uso de recursos vegetais da Caatinga em uma comunidade rural no Curimataú Paraibano (Nordeste do Brasil). **Polibotânica**, Cidade do México, v. 1, n. 34, p. 217-238, jan. 2012.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza: Printicolor Gráfica e Editores, 2012, 413 p.

MAIA-SILVA, C. *et al.* **Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga.** Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 2012.

MANRIQUE-SAIDE, P. *et al.* Use of insecticide-treated house screens to reduce infestations of dengue virus vectors, Mexico. **Emerg Infect Dis.**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 308-311, fev. 2015. Disponível em: https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/21/2/14-0533_article. Acesso em: 12 abr. 2018.

MARTINS, V. E. P. *et al.* Occurrence of Natural Vertical Transmission of Dengue-2 and Dengue-3 Viruses in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Fortaleza, Ceará, Brazil. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 7, n. 7, p. 1-9, jan. 2012. Disponível em: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0041386>. Acesso em: 20 nov. 2018.

MOUSSAVOU, Ulrich Privat Akendengué; DUTRA, Verano Costa. **Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos.** Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-technico/downloadsDT/NjExMw==> Acesso em: 01 nov. 2018.

MEIADO, M. V.; SILVA, F. F. S.; BARBOSA, D. C. A.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Diásporos da Caatinga: uma revisão. In: SIQUEIRA FILHO, J. A. (Org.). **Flora das Caatingas do Rio São Francisco: História Natural e Conservação.** Brasília: Autores Associados, 2012. cap. 9, p. 308-364.

NAVARRO, D. M. A. F. *et al.* The potential attractant or repellent effects of different water types on oviposition in *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). **J. Appl. Entomol.**, [s. l.], v. 127, n. 1, p. 46-50, jan. 2003.

NOVAIS, J. S.; LIMA, L. C. L.; SANTOS, F. A. R. Bee pollen loads and their use in indicating flowering in the Caatinga region of Brazil. **Journal of Arid Environments**, Washington, v. 74, n. 1, p. 1355-1358, jan. 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/223947585_Bee_pollen_loads_and_their_use_in_indicating_flowering_in_the_Caatinga_region_of_Brazil. Acesso em: 21 set. 2018.

OYEDELE, A. O.; GBOLADE, A. A.; SOSAN, M. B.; ADEWOYIN, F. B.; SOYELU, O. L.; ORAFIDIYA, O. O. Formulation of an effective mosquito-repellent topical product from Lemongrass oil. **Phytomedicine**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 259-262, jan. 2002.

PARASKEVA, M. P. *et al.* The *in vitro* biological activity of selected South African *Commiphora* species. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 119, n. 3, p. 673-679, out. 2008. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18640253>. Acesso em: 11 abr. 2018.

PEREIRA, A. I. S. *et al.* Atividade antimicrobiana no combate às larvas do mosquito *Aedes aegypti*: homogeneização dos óleos essenciais do linalol e eugenol. **Educ Química**, [s. l.], v. 25, n. 4, p. 446-449, abr. 2014. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X14700655>. Acesso em: 13 abr. 2018.

RÜDIGER, A. L.; SIANI, A. C.; VEIGA JUNIOR, V. F. The chemistry and pharmacology of the South America genus *Protium* Burm. f. (Burseraceae). **Pharmacognosy Review**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 93-104, maio 2007.

SAMPAIO, E. V. S. B. Uso das plantas da caatinga. *In*: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGINIO, C. F. L. (Eds.). **Vegetação e flora da Caatinga**. Recife: EMBRAPA, 2002. p. 49-90. Disponível em: [https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22GAMARRA-ROJAS,%20C.%20F.%20L.%20\(Ed.\).%22](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22GAMARRA-ROJAS,%20C.%20F.%20L.%20(Ed.).%22). Acesso em: 10 abr. 2018.

SILVEIRA, Carlos Alberto da. Uso do viscosímetro de Brookfield em determinações reológicas. **Polímeros: Ciência e tecnologia**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 41-43, dez. 1991. Disponível em: <https://revistapolimeros.org.br/journal/polimeros/article/5883712f7f8c9d0a0c8b4787> Acesso em: 11 nov.2018.

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

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. *In*: SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, 1999. p. 467-495.

SILVA, L. A.; SCARIOT, A. Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional decidual sobre afloramento de calcário no Brasil central. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 69-75, jan. 2004.

SHEN, T. *et al.* The genus *Commiphora*: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. **J. Ethnopharmacol.**, [s. l.], v. 142, n. 2, p. 319-330, jul. 2012. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22626923>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SHULSE, C. D.; SEMLITSCH, R. D.; TRAUTH, K. M. Mosquitofish dominate amphibian and invertebrate community development in experimental wetlands. **J Appl Ecol.**, [s. l.], v. 50, n. 5, p. 1244-1256, jun. 2013. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/1365-2664.12126>. Acesso em: 12 abr. 2018.

TOMAZZONI, M. I.; NEGRELLE, R. R. B.; CENTA, M. L. Fitoterapia popular: a busca instrumental enquanto prática terapêutica. **Texto Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 115-121, jan. 2006.

TANU, P. A.; ADHOLEYA, A. Effect of different organic manures/composts on the herbage and essential oil yield of *Cymbopogon witerianus* and their influence on the native AM population in a marginal alfisol. **Bioresource Technology**, [s. l.], v. 92, n. 1, p. 311-319, jan. 2004.

TRENTIN, D. S. *et al.* Potential of medicinal plants from the Brazilian semi-arid region (Caatinga) against *Staphylococcus epidermidis* planktonic and biofilm lifestyles. **J. Ethnopharmacol.**, [s. l.], v. 137, n. 1, p. 327-335, set. 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21651970>. Acesso em: 11 abr. 2018.

WEEKS, A.; SIMPSON, B. B. Molecular phylogenetic analysis of *Commiphora* (Burseraceae) yields insight on the evolution and historical biogeography of an “impossible” genus. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 62-79, jan. 2007.
Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16904915>. Acesso em: 11 abr. 2018.

APÊNDICE A – ARTIGO: RELATIONSHIP OF THE SPECIES
 COMMIPHORALEPTOPHLOEOSWITH AEDESAEGYPTI: A REVIEW -
 PUBLICADO NA REVISTA RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT - ISSN
 2525-3409¹

Research, Society and Development, v. 11, n. 3, e48611326680, 2022
 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26680>

Relationship of the species *Commiphora leptophloeos* with *aedes aegypti*: a review

Relação da espécie *Commiphora leptophloeos* com *aedes aegypti*: uma revisão

Relación de la especie *Commiphora leptophloeos* con *aedes aegypti*: una revisión

Received: 02/07/2022 | Reviewed: 02/14/2022 | Accept: 02/23/2022 | Published: 03/04/2022

Joêlio Pereira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8182-2000>
 State University of Ceará, Brazil
 E-mail: joeliops@hotmail.com

Eridan Orlando Pereira Tramontina Florean

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5033-8670>
 State University of Ceará, Brazil
 E-mail: eridanpereira@gmail.com

Rondenelly Brandão Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6004-2478>
 Floriano College, Brazil
 E-mail: rondenelly@gmail.com

Yara Duarte Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9697-6213>
 Floriano College, Brazil
 E-mail: yaraduasantos16@hotmail.com

Murilo Madelman Silva Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4837-7267>
 Floriano College, Brazil
 E-mail: murilomadelman.bio@gmail.com

Laryssa Roque da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6701-0268>
 State University of Piauí, Brazil
 E-mail: laryssaroques@gmail.com

Abstract

Commiphora leptophloeos (Burseraceae) is a plant belonging to the genus *Commiphora* popularly known as imburana or umburana. It found in the caatinga and cerrado of Brazil. The species belonging to the genus *Commiphora* are used in folk medicine as anti-inflammatory, antimicrobial and in the treatment of several diseases. In recent decades, cases of diseases caused by the *Aedes aegypti* mosquito have increased considerably, making it necessary to seek alternative measures to combat the vector. The present study aimed to analyze, through bibliographic review, *Commiphora leptophloeos* regarding aspects of family, genus and species; and describe the relationship of this species with *Aedes aegypti*, highlighting natural products in the control. The findings indicate repellent activity of species of the genus *Commiphora* on insects, in addition to the presence of some mono and sesquiterpenes compounds, widely distributed in the genus, among them α -pinene, camphene and β -pinene. Studies also confirm the ethnobotanical uses of *C. leptophloeos*, as well as its potential in the treatment of diseases. The analyzed literature indicates the antimicrobial activity of the aqueous extract of the bark and stem of *C. leptophloeos* against *Staphylococcus epidermidis*. Other data reveal that the essential oil of this species has larvicidal and deterrent activity against *A. aegypti*. The revised literature suggests the importance of natural products, their advantages as biopesticides, as well as the effectiveness of *C. leptophloeos* in combating the *A. aegypti* mosquito, stressing the need for further studies and tests to isolate the compounds present in this species.

Keywords: *Commiphora leptophloeos*; *Aedes aegypti*; Control; Natural products; Biopesticide; Repellent activity.

Resumo

Commiphora leptophloeos (Burseraceae) é uma planta pertencente ao gênero *Commiphora* e é conhecida popularmente como imburana ou umburana. É encontrada na caatinga e cerrado do Brasil. As espécies pertencentes ao gênero *Commiphora* são utilizadas na medicina popular como anti-inflamatórios, antimicrobianos e no tratamento de diversas doenças. Nas últimas décadas, os casos de doenças causadas pelo mosquito *Aedes aegypti* aumentaram consideravelmente, tornando necessário buscar medidas alternativas de combate ao vetor. O presente trabalho teve como objetivo analisar por meio de revisão bibliográfica a *Commiphora leptophloeos* quanto aos aspectos da família, gênero e espécie; e descrever a relação desta espécie com o *Aedes aegypti*, destacando os produtos naturais no controle. Os achados apontam atividade repelente de espécies do gênero *Commiphora* sobre insetos, além da presença de compostos mono e sesquiterpenos, distribuídos amplamente no gênero, dentre eles α -pineno, canfeno e β -pineno. Estudos confirmam também os usos etnobotânicos de *C. leptophloeos*, como o seu potencial no tratamento

¹ Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/26680>

de doenças. A literatura analisada indica a atividade antimicrobiana do extrato aquoso da casca e do caule de *Commiphora leptophloeos* contra *Staphylococcus epidermidis*. Outros dados revelam que o óleo essencial desta espécie apresenta atividade larvívica e deterrente frente *A. aegypti*. A literatura revisada sugere a importância dos produtos naturais, suas vantagens como biopesticidas, bem como a efetividade de *Commiphora leptophloeos* no combate ao mosquito *A. aegypti*, salientando a necessidade de outros estudos e testes, para isolar os compostos presentes nesta espécie.

Palavras-chave: *Commiphora leptophloeos*; *Aedes aegypti*; Controle; Produtos naturais; Biopesticida; Atividade repelente.

Resumen

Commiphora leptophloeos (Bursaceae) es una planta perteneciente al género *Commiphora* conocida popularmente como imburana o umburana. Se encuentra en la caatinga y el cerrado de Brasil. Las especies pertenecientes al género *Commiphora* se utilizan en la medicina popular como antiinflamatorio, antimicrobiano y en el tratamiento de diversas enfermedades. En las últimas décadas, los casos de enfermedades causadas por el mosquito *Aedes aegypti* han aumentado considerablemente, por lo que es necesario buscar medidas alternativas para combatir el vector. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar, a través de una revisión bibliográfica, *Commiphora leptophloeos* en cuanto a aspectos de familia, género y especie; y describir la relación de esta especie con *Aedes aegypti*, destacando los productos naturales en el control. Los hallazgos muestran actividad repelente de especies del género *Commiphora* sobre insectos, además de la presencia de algunos compuestos mono y sesquiterpénicos, ampliamente distribuidos en el género, entre ellos α -pineno, canfeno y β -pineno. Los estudios también confirman los usos etnobotánicos de *C. leptophloeos*, como su potencial en el tratamiento de enfermedades. La literatura analizada indica la actividad antimicrobiana del extracto acuoso de corteza y tallo de *C. leptophloeos* frente a *Staphylococcus epidermidis*. Otros datos revelan que el aceite esencial de esta especie tiene actividad larvívica y disuasoria contra *A. aegypti*. La literatura revisada sugiere la importancia de los productos naturales, sus ventajas como bioplaguicidas, así como la efectividad de *C. leptophloeos* en el combate del mosquito *A. aegypti*, destacando la necesidad de más estudios y pruebas para aislar los compuestos presentes en esta especie.

Palabras clave: *Commiphora leptophloeos*; *Aedes aegypti*; Control; Productos naturales; Biopesticida; Actividad repelente.

1. Introduction

The use of medicinal plants as a therapeutic option is of great importance for maintaining people's health conditions, especially for the low-income population. According to Brasil (2004) the difference between medicinal plant and herbal medicine lies in the fact that to be considered a herbal medicine, a specific formulation of the medicinal plant must be elaborated. In addition to proving the therapeutic action of various plants used popularly, phytotherapy represents an important part of the culture of a people, and is also part of a knowledge used and disseminated by populations over several generations (Brasil, 2004).

Observation of the behavior of animals and the empirical verification of the effects of eating vegetables on the human organism played an important role in discovering the cure of diseases through medicinal plants. This popular practice has contributed to scientific research and dissemination of therapeutic properties, validating or not the use of certain medicinal plants (Tomazzoni et al., 2006).

It is noteworthy that the environmental conditions of the semi-arid determined a unique vegetation, with elements that express anatomy, morphology and physiological mechanisms appropriate to local conditions, usually with low and twisted trees and shrubs, with dry appearance, with small leaves and deciduous and roots very developed, thick and penetrating. Thus, a large part of the caatinga plant species is used in the supply of edible fruits, fodder, firewood, coal, wood for the construction of fences, carpentry, handicrafts and other uses (Sampaio, 2002).

In general, nature produces most of the known organic substances, with secondary metabolites being the compounds that played a fundamental role in the development of modern synthetic organic chemistry. These organic compounds, in turn, can potentially be studied for the development of drugs of natural origin or even bioinsecticides less toxic to mammals and the environment.

In order to know, protect and sustainably use the natural resources of the vegetation of the Caatinga biome, it is necessary to increase the number of floristic and phytosociological surveys, on a continuous and regular basis. Knowing the Caatinga, it will be possible, then, to establish actions that preserve its genetic heritage and its use in a rational way, in order to promote economic return (Araújo Filho et al., 1997).

The species *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillet (Burseraceae) is one of the most representative species of the Caatinga biome popularly known as imburana-de-cambão, imburaninha or imburana-de-espinho. Presents decisiveness, with heliophile, pioneer and xerophilic behavior. It is worth mentioning that this Brazilian species is not endemic to the Caatinga, being, for example, also found in Goiás State, Brazil; which has Cerrado Biome predominately (Silva et al., 2004).

For Lima (2010) the species *C. leptophloeos* presents different functional and phenological aspects, such as, for example, mechanisms of flowering and fruiting during the dry season. These aspects are considered of great importance for the maintenance of populations of pollinators and seed dispersers, which need resources during the period when food is scarce. It can be used for revegetation of the Caatinga, as it has fast growth and few requirements, as well as extinction risk due to the slow development and limited amount of seeds.

Thus, the relevance of this study lies in the fact that it contributes to the rescue and maintenance of the traditional botanical knowledge of the Caatinga in northeastern Brazil, the popular knowledge about plants and their uses, in addition, the information described here will serve as a basis for new studies to be carried out in communities and ecosystems associated with the Caatinga biome.

In this context, the objective of the present study was to analyze, by means of bibliographic review, *Commiphora leptophloeos* regarding aspects of family, genus and species; and describe the relationship of this species with *Aedes aegypti*, highlighting natural products in the control.

2. Methodology

The present study uses as a method the narrative review of the descriptive literature, which aims to gather and concentrate the scientific knowledge already produced on the relationship of the species *Commiphora leptophloeos* with *Aedes aegypti* through the use of active methodologies, providing the opportunity to search and the synthesis of evidence contained in the literature to contribute to the development of knowledge on the subject. The general objective of a narrative review of research literature is to gather knowledge about a subject, in order to support a meaningful study for nursing, being considered one of the best ways to start a study, where one looks for the similarities and differences in the articles found (de Sousa LMM et al 2017; Souza, Silva & Carvalho, 2010).

3. Results and Discussion

The results were divided into *Commiphora leptophloeos* and *Aedes aegypti* in order to inform about the species and use that knowledge to relate them

3.1 *Commiphora leptophloeos*

3.1.1 The Burseraceae family

The Burseraceae family has about 750 species in 19 genera, with a pantropical distribution. It makes up an important part of the wet and dry forests of many parts of the tropics, and because they have resinous channels in their bark, they are known as a source of resins. The family is divided into the Canarieae, Protieae and Bursereae tribes and belongs to the order Sapindales (Daly et al., 2012).

The hydrophobic resins exuded from the bark of several species of Burseraceae are commonly used as components in the preparation of varnishes and are known as Elemi. The *Protium* genus is one of the most heterogeneous in the family and its resins are used in folk medicine to heal wounds, as antiseptics, and smoke inhalation as an analgesic (Rüdiger, Siani & Junior, 2007).

In this sense, some resins found in the family also have a hydrophilic character, Myrrh of the genus *Commiphora* and *Frankincense* (incense) of the genus *Boswellia* are resin products used in medicine and cosmetics (Shen T et al., 2012). In Lebanon, for example, the incense obtained from *Boswellia neglecta* and *B. ogadensis*, the myrrh obtained from *Commiphora myrrha*, *C. truncata* and *C. borensis* and the agar obtained from *C. africana*, contribute to about 32.6% of the annual income of families, being in second place, after the livestock in the general domestic support (Lemenih et al., 2003).

3.1.2 The genus *Commiphora*

The genus *Commiphora* Jacq. it has about 190 species, approximately 150 species of African origin distributed in the desert and in dry regions. Outside the African continent, its distribution occurs in similar environments such as Madagascar, the Middle East, India, Sri Lanka and South America (Weeks et al., 2007).

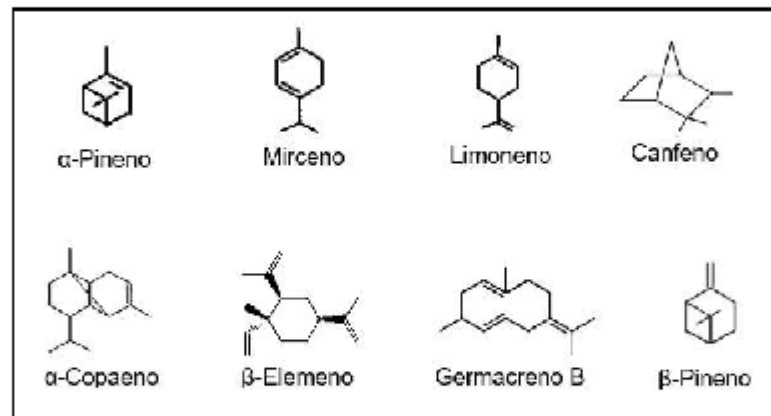
According to Becerra (2003) phylogenetic analyzes suggest that *Bursera* is a monophyletic genus closely related to the genus *Commiphora*. The author suggests the need to evaluate the differences between both genders, indicating the presence of *Commiphora* in South America and transferring *Bursera leptophloeos* to *Commiphora leptophloeos*.

The gender transfer could be confirmed through phylogenetic analyzes using sequences from the ITS, 5S-NTS and ETS regions of nuclear ribosomal DNA, indicating that *Bursera leptophloeos* would actually be within the genus *Commiphora* (Becerra, 2003).

In this way, many exudates resins of the genus *Commiphora* are usually used as perfumes, incense or ointments, and their medicinal properties are also widely explored by traditional communities. Numerous secretory channels are found in the bark of trees of the genus, forming cavities from which resins flow from a wound. Myrrh, for example, is a resin produced by several species of the genus *Commiphora*. There are reports that myrrh was used in mummification processes, and burned inside temples to perfume mummies in Egypt (Langenheim, 2003; Latha et al., 2021).

According to the study by Shen et al., (2012) more than 300 molecules have already been identified for the genus, and among mono and sesquiterpenes, some compounds are widely distributed among species, such as α -pinene, camphene, β -pinene, myrcene, limonene, β -elemene, α -copene, germacrene B and others, commonly found in volatile oils (Figure 1).

Figure 1 - Chemical structures of some compounds found in species of the genus *Commiphora*.



Source: Adapted from Revista Química Nova Escola (2017).

Thus, there are several medicinal uses of *Commiphora* species, among them: traditional uses such as in the treatment of pain, fractures, inflammation, rheumatism, infections, nasal congestion, sore throat, fever, pest repellent in animals; and pharmacological uses such as antitumor, anti-inflammatory, analgesic, antimicrobial, hypotensive, antiparasitic and others. In addition, in one of the studies developed, the anticancer, anti-inflammatory, antimicrobial, antioxidant and non-cytotoxic activity of several species of *Commiphora* that occur in South Africa was proven (Paraskeva MP et al, 2008).

3.1.3 The species *Commiphora leptophloeos* (Mart.) JB Gillett

Commiphora leptophloeos (Mart.) J.B.Gillett, popularly known as Imburana or Umburana, is a deciduous angiosperm, occurring in the caatinga and cerrado of Brazil, belonging to the Burseraceae family. Its use for the restoration of degraded areas contributes to meliponiculture, in addition to being widely used for medicinal purposes. Through the decoction of its bark, a syrup is produced, used in the treatment of flu, coughs and bronchitis (Maia-Silva C et al, 2012; Agra MDF et al., 2007).

Regarding the botanical description, the biological form and seasonality is arboreal (tree-shaped), of deciduous behavior. Larger trees reach dimensions close to 12 m in height and 60 cm in DBH (diameter at breast height, measured at 1.30 m from the ground), in adulthood (Figure 2a). Trunk: it is tortuous and very tufted, with sharp and strong spines. The branch is jerky. The canopy is wide and irregular. Its bark measures up to 0.63 cm thick, where the outer bark or rhytidoma is smooth, glossy, loosening into thin, revolute, very irregular and characteristic blades (Figure 2b). However, the characteristic bark should not be confused with that of the coumaru (*Amburana caerensis*), devoid of thorns and with a strong coumarin smell (Carvalho, 2009).

Figure 2 - *Commiphora leptophloeos* (Mart.) JB Gillett: A (adult tree); B (stem).



Source: Northeast Plant Database (2008).

The leaves are alternate, pale green-pink when very young, composed, dispassionate, with three to nine oval leaflets, measuring 1.5 cm to 3.5 cm long, whole at the margin, with a slight resin smell when bruised (Figure 2a). The inflorescence presents itself in axillary panicles, where the flowers are small, measuring from 3 mm to 4 mm in length, of a very light green color, isolated or gathered in small groups (Figure 2b) (Carvalho, 2009).

Its fruit is a phyllotrimid drupid, green in color, measuring about 1.5 cm in diameter (Figure 2a). Under heat stroke, the fruit opens in the middle, releasing a single seed. The seed is rigid, rough, with a diameter greater than 1 cm, black - except at the base, where it becomes white, covered at the base by a red aryl (Carvalho, 2009).

Figure 3 - *Commiphora leptophloeos* (Mart.) JB Gillett: A (inflorescence); B (leaves and fruits).



Source: Northeastern Plant Information Center (2008).

Several studies report on the ethnobotanical uses of *C. leptophloeos*, such as its potential in the treatment of diseases such as flu, cough, bronchitis, stomach pain, kidney problems, inflammation in general, colic, diarrhea, toothache, dysphonia and other applications (Ferreira Júnior et al., 2011).

Thus, among the forms of preparation used are decoction and syrup, to ingest or pass over the affected area, and the bark and stem are among the most used parts of the plant (Cartaxo et al., 2010). For Lucena et al., (2012) in the community of Barrocas and Cachoeira, Paraíba-Brazil, they observed that *C. leptophloeos* was among the plants with the highest value for general use, with citations for the medicinal, veterinary, technological, construction and fuel categories.

According to the study by da Silva Trentin et al., (2011) the antimicrobial activity against *Staphylococcus epidermidis* from the aqueous extract of the bark and stem of *C. leptophloeos* was proven, obtaining one of the lowest rates of biofilm formation and no bacterial growth in the growth test planktonic at 4 mg/mL among the plants studied.

The study by Coutinho HD et al., (2009) demonstrated that the *Nasutitermes corniger* extract when grown on *C. leptophloeos* had a synergistic or additive effect with the antibiotic gentamicin and neomycin reduced to MIC in the fight against *Escherichia coli*, showing the importance of the substrate of growth in the antimicrobial activity of *N. corniger*.

It should be noted that *C. leptophloeos* is characterized by the low density of the wood, succulent stem and flowering during the dry season, being considered of secondary ecological succession and difficult to propagate, due to the low seed production (Maia, 2012).

The spread of imburaninha can be done by seeds, however, they show intermittent germination and with low percentages. The species has good ability to regrowth, making it suitable for hedges, with no need to replace the old cuttings with new ones (Maia, 2012).

According to Lima (2010), this species has different functional and phenological aspects, such as mechanisms of flowering and fruiting during the dry season. These aspects are considered of great importance for the maintenance of populations of pollinators and seed dispersers, which need resources during the period when food is scarce. It can be used for revegetation of the Caatinga, as it has fast growth and few requirements, as well as extinction risk due to the slow development and limited amount of seeds.

In addition, the species is fundamental to the balance of the ecosystem, as it provides pollen and nectar to bees. Generally, their trees have cavities in their trunks and branches, which allows native bees to nest. Thus, the imburana-de-cambão is considered the most used species for the construction of nests (de Novais et al., 2010).

Finally, Leite et al. (2009) corroborate it by pointing out that another use attributed to this species is its application as a raw material for the handmade production of religious sculptures, because the wood of the imburaninha is light and homogeneous, which makes it suitable for artisans who use it in the production of sculptures.

3.2 *Aedes aegypti*

The occurrence of *Aedes aegypti* was first described in Egypt by Linnaeus, in 1762, with the mosquito being present in the tropics and subtropics - in practically the entire American continent, in Southeast Asia, and throughout India. It is suspected that the introduction of this species in Brazil occurred in the colonial period, between the 16th and 19th centuries, during the slave trade (Consoli & Oliveira, 1994). With the destruction of natural habitats, due to anthropic pressures, part of the wild population underwent a selective process that favored the spread and survival of the species in human settlements.

The ethology of *A. aegypti* benefits from its wide dispersion, favored in urban environments, preferably in the intra and peridomicile areas. They are rarely found in semi-wild environments or where there is no intense presence of man. Its preferred breeding sites are artificial containers, both those abandoned in the open, which serve as a rainwater reservoir, as well as those used to store water for domestic use. The presence of breeding sites in an environment of interaction with man favors the rapid proliferation of the species, for two aspects: ideal conditions for reproduction and sources of food.

A. aegypti is a mosquito of great epidemiological importance as it is the known vector of dengue and yellow fever. It is distributed in tropical and subtropical areas of the globe, being the main vector of the four serotypes of the dengue virus.

About 2.5 billion people are at risk of contracting diseases transmitted by *A. aegypti*. Among these diseases, it is estimated that approximately 50 million people are infected annually in more than 100 countries by dengue alone, with an estimated 500,000 people being infected with severe cases and 2.5% of these cases being led to death (WHO, 2012).

The temperature and the climatic factor are preponderant for its development, where the pluviometric precipitation acts directly on the mosquito abundance by increasing the density of artificial breeding sites. Because it is an anthropophilic mosquito, the places with the highest incidence are where there is the greatest human concentration, where environments are conducive to their reproduction (Beserra et al., 2006).

For Silva and Silva (1999) the adaptations of *A. aegypti* allowed them to become abundant in cities and to be easily taken to other areas by means of transport, which increased their vectorial competence, that is, their ability to become infected by a virus, replicate and transmit it.

The female is able to make multiple ingestions of blood during a single gonadotrophic cycle, which increases her ability to become infected and to transmit viruses. This behavior makes *A. aegypti* an efficient vector. The quiescence of eggs allows the maintenance of the cycle in nature during seasonal climatic variations, since the viability of *A. aegypti* eggs reaches up to 492 days in the dry season, hatching after contact with water (Carvalho et al., 2014).

With regard to oviposition behavior, the Aedini, a tribe that contemplates the genus *Aedes*, have a different behavior from other culicids, depositing their eggs near water or in potentially flooded places. This characteristic allows their eggs deposited out of the water to have the ability to enter a quiescent state before being flooded (Foster et al., 2019).

3.2.1 Control programs for *A. aegypti* in Brazil

As of 1996, the Ministry of Health put into practice the *A. aegypti* Eradication Plan (PEAa), which advocated multisectoral action and provided for a decentralized model with the participation of the three spheres of government, whose main objective was to in reducing cases of hemorrhagic dengue. Even with efforts to structure the fight against the vector in the municipalities, the PEAa did not achieve the necessary multisectoral action, which can be pointed out as one of the factors responsible for the failure to contain the increase in the number of dengue cases and for the advance of the disease infestation of *A. Aegypti* (Braga et al., 2007; Brasil, 2009).

Thus, in 2001, the government gave up the goal of eradicating the mosquito and started to consider vector control, with the implementation of the Intensification Plan for Dengue Control Actions (PIACD), prioritizing actions in municipalities with greater transmission of dengue. In 2002, the National Dengue Control Plan (PNCD) was developed due to the increased risk of epidemics, the occurrence of serious cases of dengue and the reintroduction and rapid spread of serotype 3 in the country (Figueiró et al., 2010).

Due to the absence of vaccines available for the prevention of diseases transmitted by *A. aegypti*, the measures for combating and monitoring are aimed at eliminating the vector. In this way, three lines are used: environmental sanitation, educational activities to reduce breeding sites and direct combat through chemical, physical and biological agents. Entomological surveillance aims, among other factors, to monitor the presence of the vector, infestation rates and the efficiency of control methods, mapping risk areas (Braga et al., 2007; Juarez et al., 2021).

Thus, with the support of the Ministry of Health and the states, the municipal health departments started to manage and execute the PNCD actions, which involved ten main components: epidemiological surveillance, combating the vector, patient care, integration with primary care, environmental sanitation actions, integrated health education actions, communication and social mobilization, human resources training, legislation, political and social support and monitoring and evaluation of the PNCD (Brasil, 2002).

It turns out, then, that the Program is no longer exclusively aimed at combating the vector and suggested adjustments consistent with local specificities, including the possibility of preparing sub-regional plans.

It should also be noted that in Brazil, Community Health Agents (ACS) and Endemic Combat Agents (ACE), in partnership with the population, are responsible for promoting the mechanical and chemical control of the vector, whose

actions are centered on detect, destroy or properly dispose of natural or artificial water reservoirs that can serve as deposits for *Aedes* eggs. Another complementary strategy advocated by the Ministry of Health is the promotion of educational actions during home visits by Community Agents, with the aim of ensuring the sustainability of the elimination of breeding sites by property owners, in an attempt to break the chain of disease transmission (Brasil, 2009).

It is noteworthy that, in this task, it is possible to use basically three types of control mechanisms: mechanical, biological and chemical. Mechanical control consists of adopting practices capable of eliminating the vector and breeding sites or reducing the contact between mosquitoes and humans. The main mechanical control activities involve the protection, destruction or proper destination of breeding sites, drainage of reservoirs and installation of screens on doors and windows (Manrique-Saide et al., 2015).

Biological control is based on the use of predators or pathogens with the potential to reduce the vector population. Among the available alternatives for predators are fish and aquatic invertebrates, which eat larvae and pupae, and pathogens that release toxins, such as bacteria, fungi and parasites (Shulze et al., 2013).

Whereas, chemical control consists of using chemicals, which can be neurotoxic, juvenile hormone analogs and chitin synthesis inhibitors, to kill adult larvae and insects. It is a type of control recommended through rational and safe use for the environment and for the population, complementary to the actions of surveillance and environmental management, due to the possibility of selecting vectors resistant to the products and the generation of environmental impacts (Braga et al., 2007).

Methoprene is the most used and recommended by the World Health Organization for the control of *A. aegypti*, its action acts in inhibiting the emergence of adults and can be a good alternative since it is accompanied by a field assessment capable of estimating larval density (Braga et al., 2007). Biological control with organisms capable of preying or parasiting mosquitoes or any of their phases has also been studied. The bacterium *Bacillus thuringiensis israelensis* has a high larvicidal activity due to the production of some toxins that destroy the larval stomach epithelium leading to death (Consoli et al., 1994).

3.3 *Commiphora leptophloeos* natural products for the control of *Aedes aegypti*

As an alternative to chemical control, some natural compounds, such as essential oils from plants, have been investigated for evidence of larvicidal activity against *A. aegypti*. The characteristics of certain structural chemical groups of these compounds or the combination between them can confer an increase or reduction in larvicidal activity (Pereira et al., 2014; Rocha, et al., 2022).

However, it is important to note that, in addition to the larvicidal effect, these new compounds must demonstrate a prolonged residual effect in the deposits where they are applied. This is an important characteristic for the adoption of a certain compound in public health campaign activities.

In order to mitigate the proliferation of mosquitoes, insecticides and capture traps have been used, but the emergence of strains resistant to insecticides and larvicides has proved to be one of the main obstacles with regard to their control. This resistance results in an increased frequency of application and an increase in dosages, which may reflect on side effects on plants, humans and environmental damage (Simas et al., 2004).

Tests carried out by Navarro et al., 2003 revealed that the essential oil of *Commiphora leptophloeos* has larvicidal activity against *A. aegypti*. The study was carried out using an adaptation of the method recommended by the World Health Organization (WHO, 2003). Thus, larval mortality was determined after 48 hours of incubation at 27 ± 0.5 ° C. Larvae were considered dead when they did not respond to stimuli or did not rise to the surface of the solution. The promising results demonstrated LC50 at a concentration of 99.4 ppm (Autran et al., 2009).

According to Simões (1999), terpenoid derivatives commonly constitute the majority of essential oil compounds, with monoterpenes and sesquiterpenes being the most frequent classes. The composition of essential oils varies widely between

species of *Commiphora*. Among the monoterpenes α -Pineno, Canfeno, β -Pineno, Mirceno and Limoneno have already been found. Among sesquiterpenes, compounds such as β -Elemene, α -Copaeno, α -Humulene, β -Selinene and Germacrene B are widely distributed among different species of the genus *Commiphora* (Shen et al., 2012).

The behavioral tests to evaluate the deterrent activity of oviposition of the essential oil of *C. leptophloeos* against pregnant females of *A. aegypti*, showed that this essential oil was significantly active in concentrations of 100, 50 and 25 ppm, presenting a smaller number of eggs left in the containers containing the test solutions compared to the control solution (Khandagle et al., 2011).

Thus, it is verified based on the reviewed literature, that the deterrent action of the essential oil of *C. leptophloeos* is able to inhibit by about 63% the amount of eggs deposited in the container containing the test solution at a concentration of 25 ppm.

In this sense, Bissinger & Roe (2010) state that some species of *Commiphora* are pointed out for presenting insect repellent activity. *C. arythraea*, *C. holtziana* and *C. swynnertonii* have repellent activity against different tick species. However, the analysis of the influence on the oviposition behavior of the essential oil of *Commiphora* species on disease-carrying mosquitoes is scarce, making it difficult to evaluate comparative studies.

Campbell et al., (2011) analyzed in their studies the electrophysiological responses of *A. aegypti* to various essential oils by gas-chromatographic-electroantennographic detection (GC-EAD), during the period of searching for food. The result demonstrated the detection of 42 components, including α -Felandreno, α -Pineno and β -Pineno, α -Terpineol and Germacrene D, compounds present in the oil of *C. leptophloeos*. Trans-Karyophyllene has also been described to stimulate the antennae of *A. aegypti*, a compound that is part of the oil of *C. leptophloeos* and which also stimulated the antenna of pregnant females of *A. aegypti*.

It is noteworthy that the deterrent activity of *C. leptophloeos* oil can be attributed to its presence in a significant proportion in the oil or the synergistic activity of this compound with other constituents present in the oil, such as α -Humulene, which also presented a deterrent response significant at a concentration of 5 ppm. Both were able to repel the number of eggs in the test container by 60% and 70% respectively. In this context, because it is a widely distributed compound and induces a deterrent behavior towards the oviposition of *A. aegypti*, trans-Karyophyllene can be considered an accessible alternative to combat mosquitoes, as well as α -Humulene (Galdino et al., 2012).

4. Final Considerations

The great social and economic dependence of the Northeast region of Brazil in relation to the forest resources of the caatinga is associated with the supply of wood and non-wood products that this vegetation provides.

The essential oil of *Commiphora leptophloeos* leaves is rich in compounds derived from terpenoids and has compounds clearly recognized by pregnant women of *A. aegypti* through CG-DEA. The essential oil has deterrent oviposition activity between concentrations of 100 to 25 ppm, and α -Humulene and trans-Karyophyllene have been confirmed in the literature, as active ingredients of this oil, and can be used in oviposition sites to inhibit oviposition of *A. aegypti* female. In addition, the essential oil also showed potential larvicide, which can help control the spread of mosquitoes in urban areas.

Thus, it is possible to highlight the effectiveness of natural products and their advantages as biopesticides, as they are rapidly degraded, obtained from renewable resources and demand low production costs, becoming an important line of combat against *A. aegypti*.

It should also be noted that the control of dengue points to the need for greater investments in appropriate methodologies, to sensitize the population about the need for behavioral changes that aim to control the vector, in addition to

environmental management. For future works, it is suggested that it should include expanding the focus of rational vector control actions, to minimize the use of insecticides and, thus, ensure greater sustainability to the actions.

References

- Aratijo Filho, J. D., & Carvalho, F. D. (1997). Desenvolvimento sustentável da caatinga. *Embrapa Caprinos*.
- Autran, E. S., Neves, I. A., Da Silva, C. S. B., Santos, G. K. N., Da Câmara, C. A. G., & Navarro, D. M. A. F. (2009). Chemical composition, oviposition deterrent and larvicidal activities against *Aedes aegypti* of essential oils from *Piper marginatum* Jacq. (Piperaceae). *Bioresource technology*, *100*(7), 2284-2288.
- Agra, M. D. F., Baracho, G. S., Nurit, K., Bastião, I. J. L. D., & Coelho, V. P. M. (2007). Medicinal and poisonous diversity of the flora of "Cariri Paraíba", Brazil. *Journal of ethnopharmacology*, *111*(2), 383-395.
- Barnett, J. R. (2004). Langensheim, JH Plant resins: chemistry, evolution, ecology and ethnobotany.
- Becerra, J. X. (2003). Evolution of Mexican *Bursaria* (Bursaraceae) inferred from ITS, ETS, and 5S nuclear ribosomal DNA sequences. *Molecular phylogenetics and evolution*, *26*(2), 300-309.
- Beserra, E. B., Castro-Junior, F.P., Dos Santos, J. W., Santos, T. S. & Fernandes, C. R. M. (2006). Biology and thermal requirements of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) from four bioclimatic regions of Paraíba. *Neotropical Entomology* *35*(6):853-860.
- Bissinger, B. W., & Roe, R. M. (2010). Tick repellents: past, present, and future. *Pesticide biochemistry and physiology*, *96*(2), 63-79.
- Braga, I. A., & Valle, D. (2007). *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiologia e serviços de saúde*, *16*(2), 113-118.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD). Brasília: Ministério da Saúde, 2002.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. Brasília, 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Diretrizes nacionais para a prevenção e controle de epidemias de dengue. Brasília, 2009.
- Campbell, C., Gries, R., & Gries, G. (2011). Forty-two compounds in eleven essential oils elicit antennal responses from *Aedes aegypti*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, *138*(1), 21-32.
- Carvalho, P. E. R. (2009). Imburana-de-Espinho-*Commiphora leptophloea*. *Embrapa Florestas-Comunicado Técnico*.
- Carvalho, R. G., Oliveira, L. R., Braga, I. A. (2014). Updating the geographical distribution and frequency of *Aedes albopictus* in Brazil with remarks regarding its range in the Americas. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, *109*(6):787-96.
- Cartaxo, S. L., de Almeida Souza, M. M., & de Albuquerque, U. P. (2010). Medicinal plants with bioprospecting potential used in semi-arid northeastern Brazil. *Journal of ethnopharmacology*, *131*(2), 326-342.
- Consoli, R. A., & Oliveira, R. L. D. (1994). *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. Editora Fiocruz.
- Coutinho, H. D., Vasconcelos, A., Lima, M. A., Almeida-Filho, G. G., & Alves, R. R. (2009). Termitic usage associated with antibiotic therapy: enhancement of aminoglycoside antibiotic activity by natural products of *Nasutitermes corniger* (Motschulsky 1835). *BMC Complementary and Alternative Medicine*, *9*(1), 1-4.
- Daly, D. C. D. B., Fins, P. V. A., & Martinez-Habibe, M. C. (2012). Bursaraceae: a model for studying the Amazon flora. *Rodriguésia*, *63*(1), 021-030.
- da Silva Trentin, D., Giorlani, R. B., Zimmer, K. R., Da Silva, A. G., Da Silva, M. V., dos Santos Correia, M. T., ... & Macedo, A. J. (2011). Potential of medicinal plants from the Brazilian semi-arid region (Caatinga) against *Staphylococcus epidermidis* planktonic and biofilm lifestyles. *Journal of Ethnopharmacology*, *137*(1), 327-335.
- de Novaes, J. S., & Lima, L. C. L., & dos Santos, F. D. A. R. (2010). Bee pollen loads and their use in indicating flowering in the Caatinga region of Brazil. *Journal of arid environments*, *74*(10), 1355-1358.
- de Sousa, L. M. M., Marques-Visira, C. M. A., Severino, S. S. P., & Antunes, A. V. (2017). A metodologia de revisão integrativa da literatura em enfermagem. *Nº21 Série 2-Novembro 2017*, 17.
- do Nordeste, A. P. (2011). Centro Nordeste de Informações sobre Plantas. Planos de manejo florestal sustentado na Caatinga. Recife, [2011]. <http://www.cnp.org.br/planos_manejo.html>.
- Felipe, L. O., & Bicas, J. L. (2017). Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. *Química Nova na Escola*, *39*(2), 120-130.
- Ferreira Junior, W. S., Siqueira, C. F. Q., & de Albuquerque, U. P. (2012). Plant stem bark extractivism in the Northeast semiarid region of Brazil: A new sport to utilitarian redundancy model. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2012.
- Figueró, A. C., Sôter, A. P., Braga, C., Hartz, Z. M. D. A., & Samico, I. (2010). Análise da lógica de intervenção do Programa Nacional de Controle da Dengue. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, *10*, s93-s106.

- Foster, W. A., & Walker, E. D. (2019). mosquitos (Culicidae). In *Medical and veterinary entomology* (pp. 261-325). Academic press.
- Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD). Ministério da Saúde; 2002. 32 p.
- Galdino, P. M., Nascimento, M. V. M., Florentino, I. F., Lino, R. C., Fajamirova, J. O., Chaubub, B. A., & Costa, E. A. (2012). The anxiolytic-like effect of an essential oil derived from *Spiranthera odoratissima* A. St. Hil. leaves and its major component, β -caryophyllene, in male mice. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 38(2), 276-284.
- Juarez, J. G., Chaves, L. F., Garcia-Luna, S. M., Martin, E., Badillo-Vargas, I., Medeiros, M.C.I., Hamer, G. L. (2021). Variable coverage in an Autocidal Gravid Ovitrap intervention impacts efficacy of *Aedes aegypti* control. *Journal of Applied Ecology*, 58, 2075-2086.
- Khandajog, A. J., Tara, V. S., Raut, K. D., & Morey, R. A. (2011). Bioactivity of essential oils of *Zingiber officinalis* and *Achyranthes aspera* against mosquitoes. *Parasitology research*, 109(2), 339-343.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. D. A. (2001). *Do trabalho científico*. Atlas.
- Latha, S., Selvamani, P., Prabha, T. (2021). Pharmacological uses of the plants belonging to the genus *Commiphora*. *Essential Journal on Cardiovascular & Hematological agents*, 101-117.
- Leito, A. A. M., & Neto, A. F. F. (2009). Conhecimento, inovação e sustentabilidade no setor tradicional: o caso dos artesãos de petrolina-pa. *Revista Gestão Industrial*, 3(ESPECIAL).
- Lemsenh, M., Abebe, T., & Olsson, M. (2003). Gum and resin resources from some *Acacia*, *Boswellia* and *Commiphora* species and their economic contributions in Liban, south-east Ethiopia. *Journal of Arid Environments*, 55(3), 465-482.
- Lima, A. L. A. (2010). *Tipos funcionais fenológicos em espécies lenhosas da caatinga, Nordeste do Brasil* (Doctoral dissertation, Tese (Doutorado)). Recife, UFRPE.
- Lucena, R. F. P. D., Soares, T. D. C., Vasconcelos Neto, C. F. A. D., Carvalho, T. K. N., Lucena, C. M. D., & Alves, R. R. D. N. (2012). Uso de recursos vegetais da Caatinga em uma comunidade rural no Curimatã Paraibano (Nordeste do Brasil). *Poltbotânica*, (34), 237-258.
- Maia, G. N. (2012). Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades (413p). *Fortaleza: Prtut color*.
- Maia-Silva, C., Silva, C. D., Hincir, M., Quisroz, R. D., & Imperatriz-Fonseca, V. L. (2012). Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga. *Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão*, 196.
- Manrique-Saide, P., Cho-Mendoza, A., Barrera-Perez, M., Guillermo-May, G., Herrera-Bojorquez, J., Drul-Manzanilla, F., & Arredondo-Jimenez, J. I. (2015). Use of insecticide-treated house screens to reduce infestations of dengue virus vectors, Mexico. *Emerging infectious diseases*, 21(2), 308.
- Navarro, D. M. A. F., De Oliveira, P. E. S., Potting, R. P. J., Brito, A. C., Fital, S. J. F., & SanfAna, A. G. (2003). The potential attractant or repellent effects of different water types on oviposition in *Aedes aegypti* L. (Dipt., Culicidae). *Journal of Applied Entomology*, 127(1), 46-50.
- Paraskeva, M. P., Van Vuren, S. F., Van Zyl, R. L., Davids, H., & Viljoen, A. M. (2008). The in vitro biological activity of selected South African *Commiphora* species. *Journal of Ethnopharmacology*, 119(3), 673-679.
- Pereira, A. I. S., Pereira, A. D. G. S., Sobrinho, O. P. L., Cantanheda, E. D. K. P., & Siqueira, L. F. S. (2014). Atividade antimicrobiana no combate as larvas do mosquito *Aedes aegypti*: homogeneização dos óleos essenciais do linalol e eugenol. *Educación química*, 25(4), 446-449.
- Rocha, M. M., Rodrigues, R. D. S., Guimarães, P. H. V., Gonçalves, J. K. M. da C. (2022). Larvicide potential of essential oils from Brazilian plants against *Aedes aegypti*. *Research, Society and Development*, 11(2), e53211226140.
- Rödiger, A. L., Siani, A. C., & Junior, V. V. (2007). The chemistry and pharmacology of the South America genus *Protium* Burm. f. (Burseraceae). *Pharmacognosy reviews*, 1(1), 93-104.
- Sampaio, E. V. S. B. (2002). Uso das plantas da caatinga. *Sampaio, EVS B; Guillett, A. M; Virginio, J. & Gamarra-Rojas, CFL. Vegetação e flora da caatinga. Recife*, 49-90.
- Simas, N. K., Lima, E. D. C., Conceição, S. D. R., Kuster, R. M., Oliveira Filho, A. M. D., & Laga, C. L. S. (2004). Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue: atividade larvívica de *Myroxylon balsamum* (óleo vermelho) e de terpenóides e feniopropanóides. *Química nova*, 27, 46-49.
- Simões, C. (1999). SPITZER. V. Óleos voláteis. *Simões, cmo, schenkel, ep, gosman, g., mello, jcp, mentz, la, petrovick, pr Farmacognosia: da planta ao medicamento*, 2, 387-415.
- Silva, H. H. G., Silva, I. G. (1999). Influência do período de quiescência dos ovos sobre o ciclo de vida de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) em condições de laboratório. *Rev Soc Bras Med Trop* 32(4):349-55.
- Silva, L. A. D., & Scariot, A. (2004). Composição e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta estacional decidual sobre afloramento calcário no Brasil Central. *Revista Arvore*, 28, 69-75.
- Shen, T., Li, G. H., Wang, X. N., & Lou, H. X. (2012). The genus *Commiphora*: a review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of ethnopharmacology*, 142(2), 319-330.
- Shelso, C. D., Samlitsch, R. D., & Trauth, K. M. (2013). Mosquitofish dominate amphibian and invertebrate community development in experimental wetlands. *Journal of Applied Ecology*, 50(5), 1244-1256.
- Souza, M. T. D., Silva, M. D. D., & Carvalho, R. D. (2010). Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein*, 8, 102-106.

Tomazoni, M. L., Negrelle, R. R. B., & Costa, M. D. L. (2006). Fitoterapia popular: a busca instrumental enquanto prática terapêutica. *Texto & Contexto-Enfermagem*, 15, 115-121.

Weeks, A., & Simpson, B. B. (2007). Molecular phylogenetic analysis of *Commiphora* (Burseraceae) yields insight on the evolution and historical biogeography of an "impossible" genus. *Molecular phylogenetics and evolution*, 42(1), 62-79.

World Health Organization. (2004). *WHO guidelines on safety monitoring of herbal medicines in pharmacovigilance systems*. World Health Organization.

World Health Organization. (2012). *WHO Weekly epidemiological record Relevé épidémiologique hebdomadaire*.