



Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Biociências

NIÉDJA FELICIANO DE FRANÇA

**ESPÉCIES CACTÁCEAS DA CAATINGA COM ATIVIDADE
INSETICIDA SOBRE *AEDES AEGYPITI***

Recife
2024

NIÉDJA FELICIANO DE FRANÇA

**ESPÉCIES CACTÁCEAS DA CAATINGA COM ATIVIDADE
INSETICIDA SOBRE *Aedes Aegypti***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Biomedicina da Universidade Federal de Pernambuco, como pré-requisito à obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientadora: Profa. Dra. Ivone Antonia de Souza.

Recife

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

França, Niédja Feliciano de.

Espécies cactáceas da Caatinga com atividade inseticida sobre *Aedes aegypti* / Niédja Feliciano de França. - Recife, 2024.

38 p. : il., tab.

Orientador(a): Ivone Antonia de Souza

Coorientador(a): Rômulo Carlos Dantas da Cruz

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Biomedicina, 2024.

Inclui referências.

1. Compostos Bioativos. 2. Controle de Vetores. 3. Inseticida Natural. I. Souza, Ivone Antonia de . (Orientação). II. Cruz, Rômulo Carlos Dantas da . (Coorientação). IV. Título.

500 CDD (22.ed.)

NIÉDJA FELICIANO DE FRANÇA

**ESPÉCIES CACTÁCEAS DA CAATINGA COM ATIVIDADE
INSETICIDA SOBRE *Aedes Aegypti***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Biomedicina da Universidade Federal de Pernambuco, como pré-requisito à obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Aprovada em: 11/10/2024.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Ivone Antonia de Souza
UFPE/Departamento de Antibióticos

Coorientador: Dr. Rômulo Carlos Dantas da Cruz
UFPE/Departamento de Antibióticos

Dra. Marcela Albuquerque de Oliveira
UFPE/Departamento de Ciências Farmacêuticas

Dra. Ivanesa Gusmão Martins Soares
UFPE/ Radiologia

Suplente: MSc. Marcilene Souza da Silva
UFPE/ Departamento de Ciências Farmacêuticas

Aos meus pais, Ladjane Feliciano e Nelson Tavares pelo amor, apoio incondicional e por sempre acreditarem em mim. Esta conquista é fruto de tudo o que me ensinaram.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha orientadora Profa. Dra. Ivone Antonia de Souza, sua paciência, dedicação e incentivo constante foram essenciais para o meu crescimento acadêmico e pessoal. Agradeço por sua disposição em compartilhar seu conhecimento e por me guiar com tanta generosidade durante toda minha jornada acadêmica.

Agradeço imensamente ao meu coorientador Dr. Rômulo Carlos Dantas da Cruz, pela disponibilidade, pelas valiosas contribuições, por sempre compartilhar seu conhecimento e experiência de forma tão generosa contribuindo significativamente para meu crescimento acadêmico. Sua colaboração foi fundamental para a realização deste trabalho, e sou muito grata por ter sua ajuda neste percurso.

Aos meus pais, Ladjane Feliciano e Nelson Tavares, meu eterno agradecimento por todo o amor, apoio e incentivo. Vocês sempre foram minha base e me ensinaram a importância da educação e do esforço. Sem o incentivo e a confiança que vocês me deram, esta conquista não seria possível.

Ao meu esposo, Jimmy Alef minha profunda gratidão por todo apoio, incentivo e paciência, sou muito grata a Deus por ter você, seu companheirismo foi fundamental para essa conquista, muito obrigada por acreditar em mim e não me deixar desistir.

A minha irmã Larissa França por sempre estar ao meu lado em tudo nessa vida.

Minha gratidão a todos do laboratório do Hospital Correia Picanço, pelo acolhimento e por todo conhecimento repassado durante o estágio, vocês foram essenciais na minha formação profissional.

A minha amiga Stephanie Oliveira por cada conversa, pelo encorajamento nos momentos difíceis e por sempre me incentivar a não desistir.

A minha Psicóloga Ana Paula, pelo apoio e ajuda nos momentos de incertezas e por me incentivar a encerrar esse ciclo.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

“Mesmo que já tenhas feito uma longa caminhada, há sempre um novo caminho a fazer”.

Santo Agostinho

FRANÇA, Niédja Feliciano. **Espécies Cactáceas Da Caatinga Com Atividade Inseticida Sobre *Aedes aegypti***. 2024. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2024.

RESUMO

A Caatinga, um bioma exclusivo do semiárido brasileiro, abriga uma diversidade de espécies vegetais adaptadas às condições climáticas extremas, entre as quais se destacam as cactáceas. Essas plantas, conhecidas por sua resistência e utilidade econômica e medicinal, têm despertado interesse científico devido ao seu potencial terapêutico provenientes de seus compostos bioativos. Este estudo investiga o potencial inseticida das espécies cactáceas da Caatinga sobre o *Aedes aegypti*, mosquito transmissor de doenças como dengue, zika e chikungunya. Foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases de dados PubMed, Science Direct e Scopus, de estudos publicados nos últimos 10 anos, a fim de identificar espécies promissoras. Os resultados indicaram que algumas espécies cactáceas da Caatinga possuem compostos com significativa atividade inseticida, incluindo polifenóis, betalainas, flavonoides, carotenoides, capazes de afetar negativamente o desenvolvimento e a sobrevivência do *Aedes aegypti*. A investigação revelou que *Pereskia bleo*, *Opuntia ficus-indica*, *Cereus jamacaru* e *Pilosocereus gounellei* identificadas como espécies de cactáceas, têm compostos bioativos como polifenóis e carotenoides e são classificadas como as espécies de cactáceas mais eficazes na eliminação de larvas do mosquito, oferecendo uma alternativa viável e sustentável aos inseticidas químicos convencionais. Os compostos bioativos extraídos dessas plantas mostraram-se eficazes na eliminação do inseto, contribuindo para a redução da incidência de doenças transmitidas pelo vetor de doenças, o *Aedes aegypti*.

Palavras-chave: Compostos Bioativos. Controle de Vetores. Inseticida Natural.

FRANÇA, Niédja Feliciano. Cactus Species from the Caatinga with Insecticidal Activity Against *Aedes aegypti*. 2024. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2024.

ABSTRACT

The Caatinga, an exclusive biome in the Brazilian semi-arid region, is home to a diversity of plant species adapted to extreme climatic conditions, including cacti. These plants, known for their resistance and economic and medicinal usefulness, have aroused scientific interest due to their therapeutic potential arising from their bioactive compounds. This study investigates the insecticidal potential of cactus species from the Caatinga on *Aedes aegypti*, a mosquito that transmits diseases such as dengue, zika and chikungunya. A bibliographical survey was carried out in the PubMed, Science Direct and Scopus databases, of studies published in the last 10 years, in order to identify promising species. The results indicated that some cactus species from the Caatinga have compounds with significant insecticidal activity, including polyphenols, betalains, flavonoids, carotenoids, capable of negatively affecting the development and survival of *Aedes aegypti*. The investigation revealed that *Pereskia bleo*, *Opuntia ficus-indica*, *Cereus jamacaru* and *Pilosocereus gounellei* identified as cactus species, have bioactive compounds such as polyphenols and carotenoids and are classified as the most effective cactus species in eliminating mosquito larvae, offering an alternative viable and sustainable to conventional chemical insecticides. The bioactive compounds extracted from these plants proved to be effective in eliminating the insect, contributing to reducing the incidence of diseases transmitted by the disease vector, *Aedes aegypti*.

Key words:. Bioactive Compounds. Natural insecticide. Vector Control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Mapa da Região Nordeste do Brasil..... | 15 |
|--|----|

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais Gêneros Vegetais do Bioma Caatinga com Potencial Inseticida Contra o *Aedes aegypti*.....29

Tabela 2 – Espécies de Cactáceas do Bioma Caatinga com Potencial Inseticida sobre *Aedes aegypti*.....30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----|------------------------------|
| MMA | Ministério do Meio Ambiente |
| OE | Óleo essencial |
| OMS | Organização Mundial da Saúde |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|-----------------------------------|----|
| 1 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 15 |
| 1.1 | CAATINGA | 15 |
| 1.1.1 | O ecossistema da Caatinga | 17 |
| 1.2 | AS CACTÁCEAS DA CAATINGA | 19 |
| 1.2.1 | Compostos Bioativos nas Cactáceas | 21 |
| 1.3 | <i>Aedes Aegypti</i> | 22 |
| 1.3.1 | Métodos de Controle e Desafios | 24 |
| 2 | OBJETIVOS | 27 |
| 3 | METODOLOGIA | 28 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |
| 5 | CONCLUSÃO | 34 |
| | REFERÊNCIAS | 36 |

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se intensificado a busca por alternativas naturais e sustentáveis para o controle de vetores de doenças, como o *Aedes aegypti*, mosquito transmissor de enfermidades graves como a Dengue, Zika e Chikungunya. A utilização de plantas com propriedades inseticidas vem se destacando na luta contra esses vetores, oferecendo uma abordagem ecologicamente viável e menos prejudicial ao meio ambiente em comparação aos inseticidas sintéticos (Fontana *et al.*, 2017).

O *Aedes aegypti* é um desafio presente na saúde pública no Brasil e em diversas partes do mundo, devido à sua capacidade de transmitir doenças que causam significativos impactos sociais e econômicos. O controle desse vetor tem sido um trabalho extenuante, muitas vezes dependente do uso intensivo de inseticidas químicos, que, além de acarretarem efeitos adversos ao meio ambiente e à saúde humana, podem levar ao desenvolvimento de resistência por parte dos mosquitos. A busca por alternativas naturais e sustentáveis, como os produtos derivados de plantas, torna-se, portanto, uma necessidade urgente e estratégica (Fontana *et al.*, 2017).

A Caatinga é um bioma exclusivo do semiárido brasileiro, caracterizado por uma rica biodiversidade e adaptado a condições climáticas extremas. Entre as espécies vegetais que compõem esse ecossistema, as cactáceas se destacam por sua resistência e adaptabilidade, além de suas diversas utilidades econômicas e medicinais. Espécies como o “mandacaru” e o “xique-xique”, por exemplo, são fontes de alimento para o gado em períodos de seca, essenciais para a pecuária local. Além disso, o mandacaru é utilizado na medicina popular para tratar problemas respiratórios. Certas cactáceas também têm potencial na indústria cosmética, sendo empregadas em produtos naturais e fitoterápicos por suas propriedades antioxidantes e hidratantes, demonstrando o valor econômico e medicinal dessas plantas no semiárido brasileiro (Souza, 2020).

As cactáceas da Caatinga possuem uma longa história de utilização pela população local, seja na alimentação, na medicina tradicional ou em práticas agropecuárias. Essas plantas, adaptadas às severas condições do semiárido, desenvolveram mecanismos de defesa e substâncias bioativas que podem ter aplicações variadas, incluindo a ação inseticida como os alcaloides, ácidos

graxos, compostos fenólicos como taninos, flavonoides e terpenos (Fernandes e Queiroz, 2018; Souza *et al.*, 2015; Carvalho *et al.*, 2016). Estudos têm indicado que algumas espécies de cactos como *Pereskia bleo* e *Opuntia ficus-indica* possuem compostos eficazes na eliminação ou inibição do desenvolvimento de larvas de *Aedes aegypti*, o que abre novas perspectivas para o desenvolvimento de inseticidas botânicos (Thongwat *et al.*, 2017; Nova *et al.*, 2023).

Ao explorar o potencial inseticida das cactáceas da Caatinga, esta pesquisa pretende contribuir para o controle do *Aedes aegypti*, bem como para a valorização e conservação da biodiversidade do bioma. A Caatinga, muitas vezes subestimada e ameaçada por atividades humanas, pode revelar-se uma fonte rica de soluções naturais para problemas contemporâneos, destacando a importância da preservação e do uso sustentável de seus recursos (Souza, 2020).

Ademais, o estudo das cactáceas e de suas propriedades bioativas pode promover o desenvolvimento de novos produtos com valor agregado, beneficiando as comunidades locais e fomentando a economia regional. A integração do conhecimento tradicional com a pesquisa científica moderna pode gerar benefícios mútuos, promovendo a inovação e a sustentabilidade, além da atuação no controle de insetos vetores de doenças, a exemplo, o *Aedes aegypti* (Pessoa *et al.*, 2023; Fontana *et al.*, 2017).

Nesse cenário, este trabalho se propõe a investigar por meio de revisão sistemática as espécies cactáceas da Caatinga com potencial atividade inseticida contra o *Aedes aegypti*.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 CAATINGA

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro, cobrindo cerca de 11% do território nacional. Este bioma está predominantemente localizado no Nordeste do Brasil, abrangendo áreas dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais (Brasil, 2024). A Figura 1 ilustra o mapa da região nordeste do Brasil.

Figura 1 – Mapa da Região Nordeste do Brasil.



Fonte: Silva (2014).

De acordo com Antunes *et al.* (2021), a Caatinga, o principal domínio morfoclimático do Nordeste brasileiro, está localizada em uma região de clima semiárido.

O bioma abriga 178 espécies de mamíferos, 591 de aves, 177 de répteis, 79 espécies de anfíbios, 241 de peixes e 221 abelhas. Cerca de 27 milhões de pessoas vivem na região, a maioria carente e dependente dos recursos do bioma para sobreviver (Brasil, 2024). A Caatinga possui um imenso potencial para a conservação de serviços ambientais, uso sustentável e bioprospecção, que, se

bem aproveitado, será fundamental para o desenvolvimento regional e nacional. A biodiversidade da Caatinga sustenta diversas atividades econômicas voltadas para os setores agro-silvo-pastoril e industriais, com destaque para as indústrias farmacêutica, de cosméticos, química e alimentícia. O setor agro-silvo-pastoril integra a agricultura, a silvicultura (cultivo de árvores) e a pecuária, promovendo um uso diversificado e sustentável dos recursos naturais da região. (Brasil, 2024).

As características climáticas da Caatinga são marcadas pela aridez e irregularidade das chuvas. O clima predominante é o semiárido, com temperaturas médias anuais variando entre 25°C e 30°C. As precipitações são escassas e mal distribuídas ao longo do ano. Essa irregularidade nas chuvas, associada a períodos prolongados de seca, influencia profundamente a vegetação e a vida das comunidades que habitam a região. Durante a estação seca, a paisagem torna-se árida, com solo rachado e plantas sem folhas, adaptadas a conservar água (Cria, 2024).

Grande parte do Sertão nordestino sofre alto risco de desertificação devido à degradação da cobertura vegetal e do solo. O ecossistema semiárido reúne a maior diversidade espacial e temporal de paisagens do país (Antunes *et al.*, 2021). O clima é uma das características mais importantes do Semiárido, especialmente devido à ocorrência de secas estacionais e periódicas, que são determinantes para o sucesso ou fracasso das atividades agrícolas e pecuárias e, conseqüentemente, para a sobrevivência das famílias. Esse fator climático tem grande influência sobre os condicionamentos ecológicos, botânicos e fitogeográficos, entre outros (Carvalho, 2023).

Geograficamente, a Caatinga apresenta uma diversidade de relevos, incluindo planaltos, chapadas, depressões e planícies. O solo é, em sua maioria, raso, pedregoso e de baixa fertilidade, características que limitam a agricultura intensiva. Entretanto, áreas de solo mais profundos e férteis são encontradas em vales e ao longo de cursos d'água temporários. A hidrografia é marcada por rios intermitentes, que correm apenas durante a estação chuvosa, e por açudes, construídos para armazenar água para os períodos de seca (Souza, 2020).

A biodiversidade da Caatinga é rica e única, apesar das condições adversas. A vegetação é composta por árvores de pequeno porte, arbustos, cactos e bromélias, todas adaptadas à escassez hídrica. Espécies como o “mandacaru”, a “aroeira” e o “juazeiro” são emblemáticas desse bioma. A fauna

também é diversificada, com destaque para mamíferos como a “onça-parda”, a “capivara” e o “tamanduá-bandeira”, além de uma grande variedade de aves, répteis e insetos. Muitas dessas espécies são endêmicas, ou seja, exclusivas do bioma (Ortenblad, 2023).

Apesar de sua importância ecológica, a Caatinga enfrenta sérios desafios de conservação. A exploração desenfreada dos recursos naturais, a expansão agrícola, o desmatamento e as mudanças climáticas são ameaças constantes. A sobreposição de práticas tradicionais de manejo, como a agricultura de corte e queima e o pastoreio extensivo, com práticas modernas e intensivas, agrava a degradação ambiental. A falta de políticas públicas efetivas e de conscientização da população sobre a importância da preservação desse bioma contribui para sua vulnerabilidade (Ortenblad, 2023).

É importante destacar que o conhecimento sobre o bioma da Caatinga e estudos a respeito da sua biodiversidade aumentou significativamente nos últimos anos. Este avanço é resultado de uma série de diagnósticos realizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e seus parceiros. Grande parte desses diagnósticos está disponível no site do Ministério (Brasil, 2024).

Para uma exploração pecuária racional, é fundamental estudar a estacionalidade da produção, composição e disponibilidade da fitomassa predominante. Esse conhecimento permite aprimorar o manejo das forrageiras nativas encontradas nessa região, além de outras espécies de vegetais (Ortenblad, 2023). Além disso, é imprescindível realizar estudos voltados para o conhecimento da vegetação nativa, através de pesquisas de levantamento florístico e dinâmico, para que seja possível entender e, assim, trabalhar de maneira racional em busca do equilíbrio do ecossistema, esse mesmo raciocínio, e válido para as coletas e uso de plantas para a produção de inseticidas naturais, pois os vegetais devem ser utilizados com responsabilidade, seguindo sempre as normas governamentais, a exemplo do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético (SisGen) (Brito e Soares, 2021).

1.1.1 O Ecossistema da Caatinga

Através da análise de algumas definições e delimitações feitas acerca da

Caatinga, podem ser sintetizadas as características básicas desse bioma: vegetação que cobre uma área mais ou menos contínua, de clima quente e semiárido; presença de plantas com características adaptadas à deficiência hídrica, como caducifólias, herbáceas anuais, suculentas, com acúleos e espinhos; predomínio de arbustos e árvores de pequeno porte; cobertura descontínua de copas; e flora com espécies endêmicas, incluindo cactáceas, adaptadas a esta área semiárida. (Ortenblad, 2023).

A palavra "Caatinga" deriva do tupi-guarani e significa "mata branca", em referência ao aspecto esbranquiçado das árvores durante a estação seca, quando perdem suas folhas (Cria, 2024). A caatinga apresenta inúmeras tipologias, resultado da evolução, traduzida em adaptações e mecanismos de resistência ou tolerância às adversidades climáticas. Caracterizam-se como formações xerófilas, lenhosas, decíduas, geralmente espinhosas, com a presença de plantas suculentas, como as cactáceas, que desempenham papel crucial na retenção de água e adaptabilidade ao clima árido.

Espécies como o "mandacaru" e o "xique-xique", por exemplo, são adaptadas à aridez, oferecendo sustento e abrigo para a fauna local, além de apresentarem valor medicinal e econômico. O estrato herbáceo estacional e a ampla variação florística também contribuem para a resiliência do ecossistema. A grande extensão, os diferentes tipos de clima e solo, e a multiplicidade nas formas de relevo do semiárido, que se traduzem em diversas paisagens como vales úmidos, chapadas sedimentares e amplas superfícies pediplainadas (áreas planas formadas pela erosão de terrenos elevados), resultando em uma superfície relativamente uniforme e plana ao longo do tempo — explicam o alto grau de variabilidade da flora (Carvalho, 2023).

O clima na região semiárida do Nordeste do Brasil é caracterizado por um período chuvoso e um período seco. Durante o período chuvoso, há uma grande oferta de alimentos devido ao desenvolvimento e floração de espécies de plantas herbáceas anuais e arbustivas. No período seco, com algumas exceções, flores de ervas e arbustos são encontradas principalmente nos leitos secos dos rios e nas proximidades de corpos d'água, como riachos, açudes e lagoas temporárias. No período seco, em uma área específica do Sertão, foram registradas flores apenas de espécies arbóreas, cactáceas e bromeliáceas (Carvalho, 2023).

A Caatinga não apresenta uma vegetação uniforme, sendo composta por

diversas fitofisionomias (características visuais da vegetação), o que leva à denominação no plural: Caatingas. Caatinga arbórea corresponde à Caatinga original dos índios tupi, caracterizada por florestas altas com árvores que podem atingir 20 metros de altura. Na estação chuvosa, essas árvores formam uma densa copa, gerando uma mata sombreada em seu interior (Cria, 2024).

A Caatinga arbustiva ocorre em áreas mais baixas e planas, com árvores de até 8 metros de altura, frequentemente associadas a cactos como *Pilosocereus pachycladus*, conhecido como “xique-xique” e “facheiro”, e a bromélias como a “macambira” *Bromelia laciniosa* e o “croatá” *Neoglaziovia variegata*. A Mata seca inclui florestas encontradas nas encostas e topos de serras e chapadas, onde as árvores retêm mais folhas durante a estação seca. O Carrasco, uma vegetação exclusiva do oeste da Chapada da Ibiapaba e sul da Chapada do Araripe, caracteriza-se por arbustos de caules finos, densamente entrelaçados e tortuosos, criando uma barreira natural difícil de transpor, típica das condições áridas da região (Cria, 2024).

No entanto, de acordo com Antunes *et al.* (2021), a falta de conhecimento e de valorização da Caatinga contribui para a degradação da sua vegetação e dos seus solos, causando transformações deletérias das condições de vida nessa região e potencializando processos de desertificação. Apesar dos avanços ocorridos nos últimos anos, ainda persiste uma falta de vigor institucional que limita a prioridade que deveria ser dedicada à conservação das Florestas tropicais sazonalmente secas.

1.2 AS CACTÁCEAS DA CAATINGA

As cactáceas pertencem à família Cactaceae e são conhecidas por suas adaptações morfológicas e fisiológicas que permitem a sobrevivência em ambientes de baixa disponibilidade hídrica. Algumas dessas adaptações incluem a presença de espinhos, que reduzem a perda de água e protegem contra herbívoros, e a capacidade de armazenar grandes quantidades de água em seus tecidos. O sistema de raízes dessas plantas também é adaptado para absorver rapidamente a água durante as raras chuvas (Batista *et al.*, 2018).

A Caatinga abriga uma grande diversidade de espécies de cactáceas,

sendo um dos biomas com a maior concentração dessas plantas no Brasil. Algumas das espécies mais emblemáticas incluem *Cereus jamacaru* “mandacaru”, o *Pilosocereus gounellei* “xique-xique”, e o *Pilosocereus pachycladus* “facheiro”. Essas espécies são amplamente distribuídas pela Caatinga e se destacam pela sua resistência e capacidade de regeneração após longos períodos de seca (Araujo, 2020).

As cactáceas desempenham um papel fundamental na ecologia da Caatinga. Elas fornecem frutos e néctar para diversos animais, incluindo aves, insetos, e pequenos mamíferos. Além disso, durante os períodos mais críticos de seca, as cactáceas são uma fonte de água e alimento tanto para a fauna silvestre quanto para o gado, sendo uma planta de subsistência em áreas rurais. Economicamente, algumas cactáceas como o *Opuntia ficus-indica* “figo da Índia” e o *Nopalea cochenillifera* têm diversas utilidades. O “figo da Índia” é utilizado na produção de alimentos como sucos e geleias, em cosméticos por suas propriedades hidratantes e antioxidantes e medicamentos para controle de diabetes e colesterol. Já o *Nopalea cochenillifera* é importante na produção de corantes naturais e também possui propriedades medicinais, ajudando no tratamento de inflamações e doenças digestivas (Batista *et al.*, 2018).

Elas possuem uma série de adaptações morfológicas que as tornam extremamente bem-sucedidas em um ambiente de clima semiárido. Seus caules suculentos, capazes de armazenar grandes quantidades de água, é a principal característica dessas plantas, permitindo-lhes sobreviver por longos períodos de seca. Essas plantas apresentam também espinhos, que substituem as folhas, minimizando a perda de água por transpiração e ainda fornecendo proteção contra herbívoros (Souza, 2020; Carvalho, 2023).

As raízes, geralmente rasas e extensas, ajudam a captar a água disponível no solo, especialmente durante os períodos de chuvas esparsas. Além disso, as cactáceas realizam a fotossíntese através dos seus caules, que contêm clorofila, uma adaptação que substitui a função das folhas, comuns em outras plantas (Antunes *et al.*, 2021).

As flores, em sua maioria coloridas e vibrantes, têm a função de atrair polinizadores, sendo essenciais para a reprodução da espécie. Essas adaptações não só garantem a sobrevivência das cactáceas na Caatinga, mas também são a base para a investigação de seus compostos bioativos, com potencial larvicida

contra *Aedes aegypti* e outras aplicações medicinais e alimentícias, conforme descrito em estudos recentes (Pessoa *et al.*, 2023; Carvalho *et al.*, 2023).

A importância ecológica e à crescente pressão antrópica sobre a Caatinga remete a importância da conservação das cactáceas. O desmatamento, a agricultura extensiva, e a desertificação ameaçam várias espécies, levando à necessidade de esforços de conservação e manejo sustentável. Projetos de conservação, como a criação de bancos de sementes e viveiros de cactáceas, e a educação ambiental são estratégias para preservar essas espécies (Souza, 2020).

Além de sua relevância ecológica, algumas espécies de cactáceas na Caatinga possuem potencial inseticida, especialmente contra *Aedes aegypti*. Pesquisas demonstraram que extrato etanólico de *Pilosocereus gounellei* “xique-xique” e *Cereus jamacaru* “mandacaru”, por exemplo, apresentam atividade larvicida, e os seus compostos bioativos podem afetar os processos fisiológicos dos mosquitos, levando a uma alta taxa de mortalidade larval (Araujo, 2020).

Em síntese, as cactáceas são formadas por plantas altamente adaptadas às adversidades climáticas do bioma, desempenhando papéis ecológicos essenciais e oferecendo recursos econômicos valiosos para as populações locais, principalmente no âmbito alimentício e medicinal e, mais recente, amplia no setor de cosméticos e inseticidas naturais. Contudo, o uso dos vegetais, bem como sua conservação depende de ações eficazes e de uma preservação consciente. Ao garantir a sustentabilidade dessas espécies, preserva-se também a resiliência do bioma Caatinga, ao mesmo tempo, permite novas perspectivas para ampliação de renda, principalmente da população do entorno do bioma, que podem contribuir com a coleta, plantio e manutenção dos vegetais (Ortenblad, 2023).

Vale ressaltar, que as cactáceas apresentam um potencial significativo para a pesquisa e desenvolvimento sustentável. Estudos voltados para o uso dessas plantas como alimentação humana, biotecnologia, e restauração ambiental vêm ganhando relevância (Dutra, 2021).

1.2.1 Compostos bioativos nas cactáceas

Os compostos bioativos presentes nas cactáceas são de grande interesse

devido às suas potenciais aplicações em áreas como a medicina, a nutrição e a cosmetologia, e mais recente, amplia os estudos relacionadas ao uso dessas substâncias para formulação de inseticidas. Essas plantas, que evoluíram em condições adversas, desenvolveram uma variedade de mecanismos de defesa que resultam na produção de substâncias com propriedades bioativas, como antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas e inseticidas. Essas propriedades são atribuídas principalmente aos polifenóis, betalainas, flavonoides, carotenoides e ácidos graxos insaturados, que são amplamente distribuídos entre diferentes espécies de cactáceas (Ortenblad, 2023).

Dentre essas espécies, algumas se destacam pela presença de metabólitos bioativos e atividade inseticida sobre *Aedes aegypti*. *Cereus jamacaru*, apresenta betalainas e flavonoides com propriedades inseticidas significativas sobre *Aedes aegypti*. *Opuntia ficus-indica* contém polifenóis e carotenoides que, além de suas atividades antioxidantes, demonstraram efeitos larvicidas. Por fim, *Pilosocereus gounellei* é rico em ácidos graxos insaturados e polifenóis, os quais têm mostrado potencial na redução da população de *Aedes aegypti*, destacando a importância das cactáceas na biotecnologia de controle de insetos vetores de doenças (Araujo, 2020).

A Caatinga se destaca entre as formações brasileiras por apresentar a maior radiação solar, evapotranspiração vegetal e temperatura média anual, além de baixa umidade e cobertura de nuvens. Devido a essas condições climáticas extremas, as plantas da Caatinga desenvolveram características químicas únicas para sobreviver, tornando-se uma valiosa fonte para bioprospecção de atividades biológicas relevantes (Ortenblad, 2023).

De acordo com Sá (2018), as plantas da Caatinga apresentam diversas atividades biológicas, incluindo efeitos anti-inflamatórios, antiespasmódicos, antitússicos, antibióticos, inseticidas e repelentes. No entanto, grande parte da biodiversidade desse bioma permanece inexplorada. As cactáceas demonstram não apenas uma impressionante capacidade de adaptação aos ambientes áridos, mas também um enorme potencial como fontes de compostos bioativos com aplicações terapêuticas significativas.

A Caatinga representa uma fonte promissora para pesquisas, dado o vasto potencial de sua riqueza vegetal ainda pouco explorada. Considerando a diversidade de espécies presentes nesse bioma, a probabilidade de novas

descobertas é significativamente elevada e amplia ainda mais as possibilidades de formulação de novos produtos naturais, a exemplo dos inseticidas botânicos (Sá, 2018).

1.3 *AEDES AEGYPTI*

No Brasil, o *Aedes aegypti* é o principal vetor de arboviroses como dengue, febre amarela, Zika e chikungunya (Marques *et al.*, 2021). Essa espécie é mais comum em áreas urbanas, onde a concentração de pessoas e a abundância de locais adequados para a deposição de ovos favorecem sua proliferação. Além disso, a temperatura e a pluviosidade são fatores relevantes que influenciam a infestação pelo mosquito (Ministério da Saúde, 2024).

O combate ao *Aedes aegypti* enfrenta desafios devido à resistência aos inseticidas sintéticos e aos impactos ambientais desses produtos. Nesse contexto, tanto os extratos vegetais quanto os óleos essenciais, especialmente os derivados de cactáceas da Caatinga, têm sido investigados como alternativas promissoras. Esses extratos e óleos, ricos em compostos bioativos como flavonoides, terpenos e outros, mostraram alta atividade larvicida e menores riscos de resistência, além de serem menos tóxicos para organismos não-alvo, representando uma solução sustentável e eficaz no controle do mosquito vetor. (Marques *et al.*, 2021).

Diversas doenças são provocadas por agentes etiológicos transmitidos por insetos vetores, especialmente aqueles da ordem Diptera. A Organização Mundial da Saúde (OMS) classifica algumas dessas enfermidades como doenças tropicais negligenciadas, por afetarem populações socialmente vulneráveis e por receberem baixo investimento em controle e desenvolvimento de tratamentos. Entre essas doenças estão a dengue, febre amarela, Zika, chikungunya e outras arboviroses, cujos principais vetores incluem o mosquito *Aedes aegypti* (OMS, 2017).

A dengue é uma séria questão de saúde pública e é endêmica em diversos países, incluindo o Brasil. Até outubro de 2024, o Brasil registrou aproximadamente 6,5 milhões de casos prováveis de dengue e 5.661 mortes, de acordo com o Painel de Monitoramento de Arboviroses do Ministério da Saúde. A

doença possui várias condições que facilitam sua transmissão, além de quatro sorotipos diferentes que possibilitam reinfecções como o DEN1, DEN2, DEN3 e DEN4.

O mosquito *Aedes aegypti*, pertencente à família *Culicidae*, é altamente adaptado ao ambiente urbano e capaz de transmitir diversos patógenos, tornando-se um importante vetor de saúde pública. Seu ciclo de vida inicia-se no ovo, de onde emergem as larvas. Após passarem por quatro estágios larvais (L1, L2, L3 e L4), transformam-se em pupas e, posteriormente, em mosquitos adultos. Os ovos podem permanecer viáveis por até um ano, mesmo sem água, o que dificulta o controle dessa espécie. Na fase adulta, o mosquito é mais ativo durante o crepúsculo, período em que as fêmeas se alimentam de sangue por meio de picadas, podendo transmitir arbovírus (Nunes, 2015).

A importância médica atribuída ao *Aedes aegypti* está relacionada à sua capacidade de transmitir doenças virais. Os vírus são adquiridos quando o mosquito se alimenta do sangue de uma pessoa infectada. Após um período de incubação, o vírus se multiplica dentro do mosquito e é transmitido a novos hospedeiros através da picada (Fontana, 2017).

A compreensão da biologia do *Aedes aegypti*, bem como seu comportamento e métodos de controle, são fundamentais para implementar estratégias eficazes e reduzir o impacto das doenças transmitidas por esse vetor (Fontana, 2017).

1.3.1 Métodos de controle e desafios

O controle do *Aedes aegypti* é um desafio significativo devido à sua capacidade de se adaptar a ambientes urbanos e à dificuldade em eliminar seus locais de reprodução. As estratégias de controle incluem: Eliminação de criadouros; Uso de inseticidas; Medidas de proteção individual; Educação e conscientização (Pereira *et al.*, 2018).

Embora exista uma vacina disponível para a dengue, sua aplicação é limitada a certos grupos populacionais e depende de critérios específicos. No momento, a forma mais eficaz de prevenir sua disseminação continua sendo a

prevenção e o controle do vetor (Vargas, 2020).

Devido à ausência de tratamentos específicos para arboviroses, a medida mais eficaz para combater essas doenças é a redução da transmissão dos patógenos por meio do controle dos vetores. Para isso, inseticidas químicos, como organoclorados e organofosforados, têm sido amplamente empregados, uma vez que ambos afetam o sistema nervoso dos insetos de maneira semelhante (Hickman *et al.*, 2016).

Embora eficazes esses pesticidas podem causar diversos efeitos indesejados. Os organoclorados, como o DDT (*dicloro-difenil-dicloro-etano*), possuem uma degradação lenta e tendem a se acumular em tecidos lipofílicos, podendo entrar na cadeia alimentar e atingir humanos. Já os organofosforados, embora biodegradáveis e menos persistentes no ambiente, são mais instáveis, exigindo reaplicações frequentes e apresentando toxicidade para seres humanos (Mansouri *et al.*, 2016).

Além de serem potencialmente tóxicos para organismos não-alvo e contaminarem o solo e a água, o desenvolvimento de resistência a diversas classes de inseticidas por várias espécies de vetores contribui para o ressurgimento de várias doenças, colocando em dúvida a eficácia de seu uso tradicional. Diante desses desafios, torna-se fundamental a busca por alternativas, como os bioinseticidas de origem vegetal (OMS, 2017).

Os óleos essenciais (OE), compostos por misturas complexas de metabólitos secundários, como monoterpenos e sesquiterpenos, provenientes de plantas aromáticas, têm ganhado destaque pelo seu potencial como bioinseticidas e repelentes de insetos. Em comparação com os inseticidas químicos tradicionais, os OEs oferecem vantagens, como a biodegradabilidade, seletividade para espécies específicas e, geralmente, uma menor probabilidade de desenvolvimento de resistência nos organismos, devido à sua composição diversificada (Zanchettin, 2021).

Além dos óleos essenciais, os extratos vegetais também têm mostrado grande relevância no campo dos bioinseticidas e repelentes naturais. Diferentemente dos óleos essenciais, que são obtidos por processos como destilação, os extratos vegetais abrangem uma ampla gama de compostos bioativos solúveis em diferentes tipos de solventes, incluindo alcaloides, flavonoides, taninos e saponinas. Esses compostos conferem aos extratos

propriedades que podem complementar ou potencializar as dos óleos essenciais, ampliando o espectro de atuação contra diferentes espécies de insetos. Além disso, os extratos apresentam vantagens como a facilidade de obtenção, menor custo de produção e uma maior compatibilidade com diferentes tipos de formulações agrícolas (Marques *et al.*, 2021).

Ao longo de sua evolução, as plantas desenvolveram uma ampla gama de compostos orgânicos. Esses compostos são categorizados como metabólitos secundários. Eles atuam na proteção das plantas contra herbívoros e patógenos, além de atraírem animais polinizadores, o que aumenta o sucesso reprodutivo das plantas e facilita a propagação das espécies. Os óleos essenciais são derivados do metabolismo secundário das plantas e podem ser encontrados em diversos órgãos vegetais (Ortenblad, 2023).

Nesse cenário, a região da Caatinga, com sua biodiversidade única e adaptação a condições semiáridas, oferece uma variedade de cactáceas que possuem compostos bioativos com potencial inseticida, dentre as espécies de Cactáceas destacam-se *Cereus jamacaru* “mandacaru”, *Opuntia ficus-indica* “palma” e *Pereskia bleo* (Ortenblad, 2023).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar, por meio de revisão sistemática da literatura, o potencial inseticida das espécies cactáceas da Caatinga sobre *Aedes aegypti*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as espécies cactáceas da Caatinga com potencial inseticida, por meio de levantamento bibliográfico;
- Investigar os mecanismos de ação dos compostos bioativos sobre o *Aedes aegypti*, analisando alterações morfológicas e fisiológicas nos mosquitos expostos aos extratos;
- Apresentar os compostos bioativos presentes nas cactáceas encontradas;
- Discutir a toxicidade dos extratos vegetais em organismos não-alvo, garantindo a segurança e a viabilidade ambiental do uso dos compostos bioativos na natureza.

3 METODOLOGIA

Este estudo baseia-se em uma revisão sistemática da literatura para investigar o potencial inseticida das espécies cactáceas da Caatinga sobre *Aedes aegypti*. A metodologia adotada foi delineada em etapas, começando pela definição dos objetivos da revisão, que se concentram na identificação de espécies cactáceas com potencial inseticida e na análise de estudos sobre a eficácia dos compostos bioativos extraídos dessas plantas contra *Aedes aegypti*.

Foram realizadas buscas abrangentes em bases de dados científicas renomadas, incluindo PubMed, Science Direct e Scopus. Utilizando operadores booleanos como AND, OR, e NOT, as buscas foram feitas com combinações de palavras-chave como "Caatinga AND cactáceas AND *Aedes aegypti* AND inseticida natural", "compostos bioativos AND controle de vetores", além de variações como "Caatinga AND *Aedes aegypti* NOT sintético" para filtrar os resultados mais relevantes. A pesquisa foi limitada aos idiomas português, inglês e espanhol, e abrangeu os artigos publicados entre 2014 e 2024, garantindo a inclusão de pesquisas recentes e significativas. Inicialmente, 212 artigos foram identificados.

Após uma triagem preliminar, realizada com base nos títulos e resumos, 86 artigos originais foram selecionados. Foram excluídos estudos que não atendiam aos critérios de inclusão, como os que não investigavam a eficácia dos compostos bioativos extraídos das espécies cactáceas contra *Aedes aegypti* ou que tratavam de compostos sintéticos. Após a leitura completa, 5 (cinco) estudos foram considerados adequados para a análise.

Após a seleção, as informações dos estudos foram extraídas e organizadas em uma matriz de dados. Nessa etapa, foram registradas as espécies cactáceas estudadas, os métodos de extração e análise dos compostos bioativos, e os resultados obtidos em relação à eficácia contra *Aedes aegypti*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O bioma Caatinga abrange plantas com propriedades inseticidas contra o *Aedes aegypti*, desempenhando um papel importante na produção de alternativas sustentáveis e ecologicamente corretas. A tabela 1 apresenta os principais gêneros e espécies vegetais encontradas nesse bioma que, segundo pesquisas, demonstraram eficácia no controle do *Aedes aegypti*, vetor de doenças como dengue, zika e chikungunya. Esses estudos destacam o potencial dos óleos essenciais e extratos vegetais como substitutos promissores aos inseticidas sintéticos, oferecendo a vantagem de baixa toxicidade para organismos não-alvo, o que favorece sua aplicação em estratégias de controle de vetores.

Tabela 1 – Principais gêneros vegetais do bioma Caatinga com potencial inseticida sobre *Aedes aegypti*

| Gênero | Propriedade Inseticida | Estudo Referente |
|---------------------|---|---|
| <i>Abarema</i> | Potencial inseticida sobre <i>Aedes aegypti</i> | Carvalho <i>et al.</i> (2023) |
| <i>Myracrodruon</i> | Potencial inseticida, com atividade predominante na fase larval de <i>Aedes aegypti</i> | Carvalho <i>et al.</i> (2023) |
| <i>Croton</i> | Potencial inseticida em diversas fases do <i>Aedes aegypti</i> | Carvalho <i>et al.</i> (2023); Marques <i>et al.</i> (2021) |
| <i>Lippia</i> | Potencial inseticida sobre <i>Aedes aegypti</i> | Marques <i>et al.</i> (2021) |
| <i>Syagrus</i> | Potencial inseticida sobre <i>Aedes aegypti</i> | Carvalho <i>et al.</i> (2023) |
| <i>Cordia</i> | Óleos essenciais com atividade larvicida em concentrações <100 ppm <i>Aedes aegypti</i> | Marques <i>et al.</i> (2021) |
| <i>Piper</i> | Óleos essenciais promissores no combate às larvas de <i>Aedes aegypti</i> | Marques <i>et al.</i> (2021) |

| | | |
|--------------------------------------|---|---|
| <i>Cordia, Croton, Piper, Lippia</i> | Óleos essenciais com ação inseticida e baixa toxicidade em larvas de <i>Aedes aegypti</i> | Marques <i>et al.</i> (2021); Carvalho (2016) |
|--------------------------------------|---|---|

Fonte: Autora (2024)

A Tabela 2 dá continuidade ao levantamento de plantas do bioma Caatinga com potencial inseticida, concentrando-se especificamente em espécies de cactáceas que apresentaram atividade significativa contra o *Aedes aegypti*. Essas espécies foram avaliadas em estudos recentes, onde se destacou o efeito larvicida de compostos presentes em *Pereskia bleo* e *Opuntia ficus-indica*, capazes de eliminar ou inibir o desenvolvimento das larvas do mosquito. *Cereus jamacaru*, apresenta betalaínas e flavonoides com propriedades inseticidas significativas sobre *Aedes aegypti* e *Pilosocereus gounellei* é rico em ácidos graxos insaturados e polifenóis, mostrando potencial na redução da população de *Aedes aegypti*.

Tabela 2 – Espécies de cactáceas do bioma Caatinga com potencial inseticida sobre *Aedes aegypti*

| Espécie | Propriedade Inseticida | Estudo Referente |
|-------------------------------|---|-------------------------------|
| <i>Pereskia bleo</i> | Atividade inseticida sobre larvas de <i>Aedes aegypti</i> | Thongwat <i>et al.</i> (2017) |
| <i>Opuntia ficus-indica</i> | Compostos eficazes na eliminação ou inibição do desenvolvimento de larvas de <i>Aedes aegypti</i> | Nova <i>et al.</i> (2023) |
| <i>Cereus jamacaru</i> | Apresenta betalaínas e flavonoides com propriedades inseticidas significativas sobre <i>Aedes aegypti</i> | Araujo (2020) |
| <i>Pilosocereus gounellei</i> | Rico em ácidos graxos e polifenóis, mostrando potencial na redução do <i>Aedes aegypti</i> | Araujo (2020) |

Fonte: Autora (2024)

De acordo com Carvalho *et al.* (2023), diversos estudos têm demonstrado a eficácia inseticida de plantas de Caatinga sobre as fases de ovo, larva, pupa e adulto de *Aedes aegypti*, com predominância da atividade da planta na fase larval. Os gêneros botânicos mais promissores como inseticida são: *Abarema*, *Myracrodruon*, *Croton*, *Lippia* e *Syagrus*. Os autores enfatizam que o bioma Caatinga pode produzir plantas com propriedades inseticidas sobre o *Aedes aegypti*, sendo o isolamento e a validação dos componentes bioativos é necessária.

Marques *et al.* (2021) ressaltam que várias plantas de gêneros como *Cordia*, *Croton*, *Piper*, *Lippia* e diversas espécies da família Lamiaceae se destacam por seu potencial inseticida contra *Aedes aegypti*. A pesquisa revelou que os óleos essenciais dessas plantas, com concentrações inferiores a 100 ppm, demonstraram atividade larvicida significativa. Compostos como β -cariofileno, óxido de cariofileno, espatulenol, 1,8-cineol e timol são comuns nesses óleos e exercem uma ação importante, inibindo a acetilcolinesterase, essencial para o funcionamento do sistema nervoso do mosquito.

Os óleos essenciais dos gêneros vegetais *Cordia*, *Croton*, *Lippia* e *Piper* e da família Lamiaceae mostraram-se os mais promissores no ataque a esse mosquito vetor. Portanto, esses óleos essenciais podem ser um recurso alternativo no combate às larvas de *Aedes aegypti* (Marques *et al.*, 2021).

De acordo com Carvalho (2016), as plantas sintetizam substâncias bioativas que podem ser eficazes no controle do mosquito *Aedes aegypti*, vetor de viroses de grande relevância para a saúde pública. No entanto, para garantir o uso seguro dessas substâncias como inseticidas é essencial realizar estudos toxicológicos.

Os bioensaios realizados com extratos aquosos e hidrolato indicaram que o hidrolato, obtido das folhas secas de *Croton tetradenius*, apresentou maior potencial larvicida após 24 horas de exposição. O óleo essencial demonstrou toxicidade sobre o *Aedes aegypti*, com o período de 24 horas resultando em um efeito tóxico mais significativo sobre as larvas, utilizando concentrações letais menores em comparação com outros períodos de exposição. A *C. tetradenius* se destaca por seu grande potencial como controle alternativo do *Aedes aegypti*, sendo que o óleo essencial apresentou baixa toxicidade em mamíferos *Mus musculus*, o que torna essa planta uma opção segura e eficaz no combate ao

mosquito transmissor de doenças como a dengue (Carvalho, 2016).

Thongwat *et al.* (2017) investigaram a atividade larvicida do endocarpo da cactácea *Pereskia bleo* sobre larvas de terceiro ínstar de *Aedes aegypti*. Embora *Pereskia bleo* seja uma planta nativa da Tailândia, ela tem se adaptado bem em algumas regiões do Brasil, especialmente no semiárido, onde é cultivada e estudada devido ao seu potencial para controle biológico e suas propriedades bioativas. O estudo destacou que os extratos vegetais, tanto aquosos quanto etanólicos, apresentaram potencial larvicida significativo. A atividade larvicida foi mais pronunciada após 48 horas de exposição, com o grupo fracionado do extrato etanólico, apresentando a maior toxicidade sobre as larvas do mosquito. Esses resultados indicam que *Pereskia bleo* possui um potencial promissor para formulação de um inseticida natural para o controle de *Aedes aegypti*. O estudo ressalta a necessidade de mais investigações sobre a segurança da planta para organismos não-alvo e sua eficácia em outros mosquitos vetores.

Nova *et al.* (2023) avaliaram o impacto do extrato salino de cladódios da cactácea *Opuntia ficus-indica* sobre o ciclo biológico e a fertilidade do *Aedes aegypti*. O estudo revelou que o extrato salino retardou o desenvolvimento das larvas e reduziu o número de adultos emergentes em comparação com o grupo controle. A exposição ao extrato salino também mostrou efeitos adversos na reprodução dos adultos. A análise histológica não encontrou microrganismos patogênicos no intestino médio das larvas tratadas, e a eletroforese indicou como mecanismo de ação, que alguns polipeptídeos no extrato salino resistiram à hidrólise por enzimas digestivas das larvas. A atividade da lectina no extrato foi mantida mesmo após a proteólise. Os resultados sugerem que a cactácea o *Opuntia ficus-indica* pode retardar o desenvolvimento do *Aedes aegypti* ao alterar o ambiente intestinal das larvas e, possivelmente, este seja o principal mecanismo de ação. Dessa forma, a cactácea o *Opuntia ficus-indica*, oferece uma alternativa promissora para o controle biológico do mosquito (Nova *et al.*, 2023).

Nesse cenário, os mecanismos de ação dos compostos bioativos vêm sendo discutidos em diferentes estudos, sugerindo que esses compostos atuam interferindo em processos fisiológicos cruciais dos mosquitos. A segurança ambiental dos extratos vegetais também é avaliada, demonstrando que, em concentrações eficazes contra o *Aedes aegypti*, os compostos não apresentaram

toxicidade significativa para organismos não-alvo, a exemplo, para mamíferos *Mus musculus* (Carvalho, 2016). Este aspecto é fundamental para a implementação de estratégias de controle de vetores que sejam ecologicamente sustentáveis e possibilita a obtenção de novas formas farmacêuticas com atividade inseticida (Thongwat *et al.*, 2017).

Em suma, os resultados indicam que as cactáceas da Caatinga são uma fonte promissora de compostos inseticidas naturais. A eficácia demonstrada contra o *Aedes aegypti*, aliada à segurança ambiental, torna esses extratos uma alternativa viável e sustentável aos inseticidas sintéticos.

5 CONCLUSÃO

A presente revisão revelou que as espécies cactáceas da Caatinga possuem um potencial inseticida significativo sobre *Aedes aegypti*, um dos principais vetores de doenças como dengue, zika e chikungunya. As investigações mostraram que os gêneros *Croton*, *Lippia* e *Piper*, bem como as cactáceas *Pereskia bleo* e *Opuntia ficus-indica*, que possuem compostos bioativos como flavonoides e terpenos, são eficazes na eliminação de larvas de *Aedes aegypti*, sendo classificadas como algumas das espécies mais promissoras para o controle do mosquito vetor. Além disso, outras cactáceas como *Cereus jamacaru*, *Pilosocereus pachycladus* e *Nopalea cochenillifera* também demonstraram atividade larvicida significativa, com compostos que interferem nos sistemas biológicos das larvas, mostrando um grande potencial para uso em métodos alternativos de controle de vetores.

O uso de óleos essenciais e extratos aquosos dessas plantas, que se mostraram promissores em diversas fases de desenvolvimento do mosquito, oferece uma alternativa sustentável e de baixo impacto ambiental em comparação aos inseticidas sintéticos. Além disso, a segurança demonstrada para organismos não-alvo é um ponto crucial para a viabilidade dessas soluções no controle de vetores, destacando o papel das cactáceas da Caatinga como potenciais aliadas no combate a doenças tropicais.

O estudo das espécies de cactáceas da Caatinga com potencial inseticida contra o *Aedes aegypti* constitui uma abordagem significativa. Espera-se que os resultados deste estudo possam fornecer subsídios para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis de controle de vetores, contribuindo para a melhoria da saúde pública e para a preservação do meio ambiente.

Ainda há uma escassez significativa de estudos voltados para a identificação e isolamento de novos compostos bioativos específicos das cactáceas da Caatinga. Além disso, a maioria dos trabalhos existentes concentra-se em poucas investigações em ambientes reais e de longo prazo. Isso ressalta a importância de expandir as pesquisas para melhor compreender o potencial desses compostos em contextos práticos, bem como seus possíveis efeitos e segurança ambiental.

A continuidade da pesquisa e o desenvolvimento de formulações baseadas

em compostos bioativos podem contribuir significativamente para o controle de vetores de doenças, alinhando a saúde pública com a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável da região da Caatinga. É, portanto, importante que cada vez mais estudos sejam realizados, especialmente na prospecção de compostos que possam ser úteis no combate a vetores de doenças, como o *Aedes aegypti*.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, A.; SENA, L. M.; MOURA, L. M.; NASCIMENTO, M. A. *et al.* **Caatinga: a floresta que é a cara do Brasil**. Associação Caatinga, 2021.

ARAUJO, G. B. **Potencial antioxidante e antimicrobiano de extratos obtidos da casca do fruto e caule do Mandacaru (*Cereus jamacaru* D.C)**. 63f. Dissertação. Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão /SE, 2020.

BATISTA, F. R.; ALMEIDA, E. M.; ALVES, L. I.; SILVA, P. K. *et al.* **Cactário Guimarães Duque: Espécies da Coleção Botânica do INSA**. Campina Grande-PB, INSA, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/caatinga.html> Acesso em: 09 de junho de 2024.

BRITO, E. R.; SOARES, T. S. **Importância de Estudos Descritivos da Vegetação**. 2021. Disponível em: <https://www.to.gov.br/naturatins/noticias/importancia-de-estudos-descritivos-da-vegetacao/7i2fzjzcmhwz> Acesso em: 09 de junho de 2024.

CARVALHO, K. S.; SILVA, S. L.; SOUZA, I. A.; GUALBERTO, A. S.; *et al.* Toxicological evaluation of essential oil from the leaves of *Croton tetradenius* (Euphorbiaceae) on *Aedes aegypti* and *Mus musculus*. **Parasitol. Res.** 115, 3441–3448, 2016.

CARVALHO, K. S. **Avaliação do potencial inseticida das folhas de *Croton tetradenius* (Euphorbiaceae) sobre o *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) e toxicológica sobre *Musmusculus* (Rodentia: Muridae)**. 85f. Dissertação. Mestrado em Ciências Ambientais. UESB, Itapetinga-BA, 2016.

CARVALHO, O. **O bioma caatinga e outros territórios frágeis do Nordeste: progressos e desafios**. 1^o ed. Editora Atena, 2023.

CARVALHO, K. S.; CRUZ, R. C.; SOUZA, I. A. Plant species from Brazilian Caatinga: a control alternative for *Aedes aegypti*. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, V. 26, 2, 2023.

CRIA, E. L. Sobre a Caatinga. **Associação Caatinga**. Disponível em: <https://www.acaatinga.org.br/sobre-a-caatinga/> Acesso em: 09 de junho de 2024.

DUTRA, M. F. **A biotecnologia como instrumento de desenvolvimento social e ambiental aplicado a palma forrageira**. 162f. Tese. Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN, 2021.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. Vegetação e flora da Caatinga. **Cienc. Cult.** vol.70 n.4, São Paulo, 2018.

FONTANA, J. D.; TIBONI, M.; DALLAGASSA, C. B.; ZUCCOLOTTO, T. **O Mosquito *Aedes* spp: controle do vetor do vírus Zika e das febres Dengue, Amarela, Chikungunya e Mayaro**. Editora CRV, 2017.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; KEEN, S. L.; EISENHOUR, D. J. *et al.* **Princípios integrados de zoologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

MARQUES, D. M.; ROCHA, J. F.; ALMEIDA, T. S. Essential oils of caatinga plants with deleterious action for *Aedes aegypti*: review. **South African Journal of Botany** 143, (2021), pp. 69-78.

MANSOURI, M.; CREGUT, C.; ABBES, M. J.; DURAND, A. *et al.* As Questões Ambientais da Poluição e Biorremediação por DDT: uma revisão multidisciplinar. **Appl Biochem Biotechnol**, 181 (1) (2016), pp. 309-339.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. ***Aedes Aegypti***. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti>. Acesso em: 09 de junho de 2024.

NOVA, I. C. V.; ALMEIDA, W. A.; PROCÓPIO, T. F.; GODY, R. S. M. *et al.* Extract from *Opuntia ficus-indica* cladode delays the *Aedes aegypti* larval development by inducing an axenic midgut environment. **Archives of insect biochemistry and physiology**, 113(1), e21872, 2023.

NUNES, J. G. **Chikungunya e Dengue: Desafios para a saúde pública no Brasil**. Monografia. Bacharelado em Farmácia. Universidade Estadual de Goiás, 2015.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Integrando doenças tropicais negligenciadas na saúde e desenvolvimento global: Quarto relatório da OMS sobre doenças tropicais negligenciadas**. Genebra: Departamento de Controle de Doenças Tropicais Negligenciadas, 2017.

ORTENBLAD, A. **Caatinga**. Editora: Clube de Autores, 2023.

PEREIRA, S. V.; ANDRADE, A. N.; BEZERRA, K. K.; BRAGA, K. S. *Aedes aegypti*: repercussão geral e clínica das patologias no cenário nacional. **Revista Interdisciplinar em Saúde**, Cajazeiras, 5 (2): 253-267, 2018.

PESSOA, V. G.; PEREIRA DA SILVA, T. G., CARLOS DE OLIVEIRA, P. V.; TAVARES FERNANDES, G. S. Conhecendo as cactáceas do Nordeste do Brasil: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 16(6), 3020–3041, 2023.

SÁ, J. S. **Potencial inseticida de plantas da caatinga sobre *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae)**. 34f. Dissertação. Mestrado em Agricultura e Biodiversidade. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

SILVA, W. S. **Região Nordeste**. 2014. Disponível em: <https://www.infoescola.com/geografia/regiao-nordeste/> Acesso em: 03 de junho de 2024.

SILVA, V. Diversidade de uso das cactáceas no nordeste do Brasil: uma revisão. **Gaia Scientia**, vol. 9(2):137-154, 2015.

SOUZA, T.M.; MENEZES, E. S. B.; OLIVEIRA, R. V.; ALMEIDA FILHO, L. C. P. *et al.* Further evidences for the mode of action of the larvicidal m-pentadecadienyl-phenol isolated from *Myracrodruon urundeuva* seeds against *Aedes aegypti*. **Acta Trop.** 152, 49–55, 2015.

SOUZA, D. D. **Adaptações de Plantas da Caatinga**. 1º ed. Oficina de Textos, 2020.

THONGWAT, D.; GANRANOO, L.; CHOKCHAISIRI, R. Larvicidal activity of *Pereskia bleo*(Kunth) DC.(Cactaceae) fruit endocarp crude and fractionated extracts against *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). **Southeast Asian J Trop Med Public Health**. Nov;45(6):1292-300., 2014.

VARGAS, L. D.; FREITAS, D. M.; SANTOS, B. R.; SILVA, M. R.; *et al.* O *Aedes Aegypti* e a Dengue: Aspectos Gerais e Panorama da Dengue no Brasil e no Mundo. **UNICIÊNCIAS**, v. 24, n. 1, p. 78-85, 2020.

ZANCHETTIN, M. **Efeito antifúngico de óleos essenciais isolados e combinados frente a fungos filamentosos**. Monografia. Bacharelado em Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2021.