



MIRIAM DOS SANTOS MAGALHÃES

DO CAJUEIRO AO CONTROLE VETORIAL

Extrato de *Anacardium Occidentale* como solução sustentável no combate a larvas de mosquito.

DO CAJUEIRO AO CONTROLE VETORIAL

Extrato de *Anacardium Occidentale* como solução sustentável no
combate a larvas de mosquitos





AVALIAÇÃO, PARECER E REVISÃO POR PARES

Os textos que compõem esta obra foram avaliados por pares e indicados para publicação.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecária responsável: Maria Alice Benevides CRB-1/5889

E26 Do cajueiro ao controle vetorial: extrato de Anacardium Occidentale como solução sustentável no combate a larvas de mosquitos. [recurso eletrônico] / Miriam dos Santos Magalhães. – 1.ed. – Curitiba-PR, Editora Bagai, 2025, 69 p.

Recurso digital.

Formato: e-book

Acesso em www.editorabagai.com.br

ISBN: 978-65-5368-662-5

1. Meio Ambiente. 2. Extrato vegetal.
3. Sustentabilidade.


I. Magalhães, Miriam dos Santos.

CDD 340
333.72

10-2025/70

Índice para catálogo sistemático:

1. Meio Ambiente: Extrato vegetal; Sustentabilidade. 333.72

 <https://doi.org/10.37008/978-65-5368-662-5.27.09.25>

Proibida a reprodução total ou parcial desta obra sem autorização prévia da Editora BAGAI por qualquer processo, meio ou forma, especialmente por sistemas gráficos (impressão), fonográficos, microfílmicos, fotográficos, videográficos, reproduções, entre outros. A violação dos direitos autorais é passível de punição como crime (art. 184 e parágrafos do Código Penal) com pena de multa e prisão, busca e apreensão e indenizações diversas (arts. 101 a 110 da Lei 9.610 de 19.02.1998, Lei dos Direitos Autorais).

Este livro foi composto pela Editora Bagai.



www.editorabagai.com.br



[/editorabagai](https://www.instagram.com/editorabagai)



[/editorabagai](https://www.facebook.com/editorabagai)



contato@editorabagai.com.br

Miriam dos Santos Magalhães

DO CAJUEIRO AO CONTROLE VETORIAL

Extrato de *Anacardium Occidentale* como solução sustentável no
combate a larvas de mosquitos



1.a Edição – Copyright© 2025 dos autores.
Direitos de Edição Reservados à Editora Bagai.

O conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade do(s) seu(s) respectivo(s) autor(es).
As normas ortográficas, questões gramaticais, sistema de citações e referencial bibliográfico são prerrogativas de cada autor(es).

<i>Editor-Chefe</i>	Prof. Dr. Cleber Bianchessi
<i>Revisão</i>	Os autores
<i>Capa</i>	Gemini
<i>Diagramação</i>	Luciano Popadiuk
<i>Conselho Editorial</i>	Dr. Adilson Tadeu Basquerote – UNIDAVI Dr. Anderson Luiz Tedesco – UNOESC Dra. Andréa Cristina Marques de Araújo – CESUPA Dra. Andréia de Bem Machado – UFSC Dra. Andressa Grazielle Brandt – IFC – UFSC Dr. Antonio Xavier Tomo – UPM – MOÇAMBIQUE Dra. Camila Cunico – UFPB Dr. Carlos Alberto Ferreira – UTAD – PORTUGAL Dr. Carlos Luís Pereira – UFES Dr. Claudino Borges – UNIPIAGET – CABO VERDE Dr. Cledione Jacinto de Freitas – UFMS Dra. Clélia Peretti – PUC-PR Dra. Dalia Peña Islas – Universidad Pedagógica Nacional – MÉXICO Dra. Daniela Mendes V da Silva – SEEDUCRJ Dr. Deivid Alex dos Santos – UEL Dra. Denise Rocha – UFU Dra. Elisa Maria Pinheiro de Souza – UEPA Dra. Elisângela Rosemeri Martins – UESCV Dra. Elnora Maria Gondim Machado Lima – UFPI Dr. Ernane Rosa Martins – IFG Dra. Flavia Gaze Bonfim – UFF Dr. Francisco Javier Cortazar Rodríguez – Universidad Guadalajara – MÉXICO Dr. Francisco Odécio Sales – IFCE Dra. Geuciane Felipe Guerin Fernandes – UENP Dr. Hélder Rodrigues Maiunga – ISCED-HUILA – ANGOLA Dr. Helio Rosa Camilo – UFAC Dra. Helisamara Mota Guedes – UFVJM Dr. Humberto Costa – UFPR Dra. Isabel Maria Esteves da Silva Ferreira – IPPortalegre – PORTUGAL Dr. João Hilton Sayeg de Siqueira – PUC-SP Dr. João Paulo Roberti Junior – UFRR Dr. Joao Roberto de Souza Silva – UPM Dr. Jorge Carvalho Brandão – UFC Dr. Jose Manuel Salum Tome, PhD – UCT – Chile Dr. Juan Eligio López García – UCF-CUBA Dr. Juan Martín Ceballos Almeraya – CUIJ-MÉXICO Dr. Juliano Milton Kruger – IFAM Dra. Karina de Araújo Dias – SME/PMF Dra. Larissa Warnavin – UNINTER Dr. Lucas Lenin Resende de Assis – UFLA Dr. Luciano Luz Gonzaga – SEEDUCRJ Dra. Luísa Maria Serrano de Carvalho – Instituto Politécnico de Portalegre/CIEP-UE – POR Dr. Luiz M B Rocha Menezes – IFTM Dr. Magno Alexon Bezerra Seabra – UFPB Dr. Marciel Lohmann – UEL Dr. Márcio de Oliveira – UFAM Dr. Marcos A. da Silveira – UFPR Dra. María Caridad Bestard González – UCF-CUBA Dra. Maria Lucia Costa de Moura – UNIP Dra. Marta Alexandra Gonçalves Nogueira – IPLEIRIA – PORTUGAL Dra. Nadja Regina Sousa Magalhães – FOPPE-UFSC/UFPeI Dr. Nicola Andrian – Associação EnARS, ITÁLIA Dra. Patricia de Oliveira – IF BAIANO Dr. Paulo Roberto Barbosa – FATEC-SP Dr. Porfirio Pinto – CIDH – PORTUGAL Dr. Rogério Makino – UNEMAT Dr. Reiner Hildebrandt-Stramann – Technische Universität Braunschweig – ALEMANHA Dr. Reginaldo Peixoto – UEMS Dr. Ricardo Caica Ferreira – UNITEL – ANGOLA Dr. Ronaldo Ferreira Maganhotto – UNICENTRO Dra. Rozane Zaionz – SME/SEED Dr. Samuel Pereira Campos – UEPA Dr. Stelio João Rodrigues – UNIVERSIDAD DE LA HABANA – CUBA Dra. Sueli da Silva Aquino – FIPAR Dr. Tiago Tendai Chingore – UNILICUNGO – MOÇAMBIQUE Dr. Thiago Perez Bernardes de Moraes – UNIANDRADE/UK-ARGENTINA Dr. Tomás Ratil Gómez Hernández – UCLV e CUM – CUBA Dra. Vanessa Freitas de Araújo – UEM Dr. Walmir Fernandes Pereira – FLSHEP – FRANÇA Dr. Willian Douglas Guilherme – UFT Dr. Yoissel López Bestard-SEUDUCRS

APRESENTAÇÃO

O estudo é resultado da dissertação de mestrado de Miriam dos Santos Magalhães, desenvolvido no curso de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), sob orientação do professor Dr. Raimundo Nonato Picanço Souto e Coorientado pelo Professor Dr. Jesus Rafael Rodrigues Amado. A pesquisa avalia o potencial do extrato hidroalcoólico de *Anacardium occidentale* Linn (juqueira) como larvicida natural contra insetos vetores de doenças, como *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus*, transmissores da dengue. A pesquisa destaca a importância de encontrar alternativas sustentáveis aos inseticidas químicos, que podem levar à resistência dos insetos e causar danos ambientais. O uso de plantas medicinais, como a juqueira, surge como uma opção promissora devido às suas propriedades anti-inflamatórias e antibacterianas, provenientes de polifenóis, taninos e flavonoides.

O trabalho envolveu a elaboração e caracterização do extrato hidroalcoólico a 70% da casca de castanha de caju (*Anacardium occidentale* Linn), seguido da avaliação de sua atividade larvicida. A coleta dos frutos de caju foi realizada em um sítio em Macapá, estado do Amapá, e a casca da castanha foi separada manualmente. O extrato foi preparado utilizando uma proporção de 3 mL de álcool 70% para cada grama de casca, agitado diariamente por três dias e, posteriormente, decantado e filtrado.

A caracterização físico-química do extrato hidroalcoólico incluiu a determinação do pH, cinzas totais, resíduo de evaporação e polifenóis totais. As análises foram conduzidas no Laboratório de Pesquisa em Fármacos da UNIFAP, seguindo as normas do Instituto Adolfo Lutz. A avaliação dos polifenóis totais foi realizada por meio de espectrofotometria de absorção atômica, com a construção de uma curva de calibração para determinar a concentração na amostra. Ressalta-se que através da pesquisa publicou-se artigo em revista internacional (Revista Cubana de Química) denominado “Composición química y actividad larvicida de um extracto de marañon frente a larvas de mosquitos”.

Os bioensaios para avaliar a atividade larvicida foram realizados com larvas de *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus*, utilizando diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico. As leituras de mortalidade foram

verificadas em intervalos de três, seis, 24 e 48 horas após a exposição das larvas às soluções. A análise dos dados foi realizada por meio de análise Probit para determinar os valores de CL_{50} e verificar a dependência do tempo de contato das larvas com extrato.

Os resultados demonstraram que o extrato apresenta potencial para ser utilizado no controle de larvas de mosquitos, especialmente em áreas de pequenos cultivos. Nesse contexto exarado acima, esta obra contribui significativamente para área, formentando reflexões e novas pesquisas. Desejo a todos uma leitura proveitosa e enriquecedora.

Miriam dos Santos Magalhães

Mestra em Ciências Farmacêuticas (UNIFAP)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
1	
A ESPÉCIE <i>ANACARDIUM OCCIDENTALE</i> LINN	12
1.1 Atividade larvicida de espécies vegetais	16
1.2 A resistência aos inseticidas químicos	22
2	
DENGUE E ELEFANTÍASE: PROBLEMÁTICAS MUNDIAIS	25
2.1 Conhecendo a dengue	25
2.2 Conhecendo a Filariose Linfática (FL)	29
3	
MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Material Vegetal	33
3.2 Caracterização do extrato do fruto do caju	34
3.2.1 Determinação dos parâmetros organolépticos	34
3.2.2 Determinação da densidade relativa do extrato	34
3.2.3 Determinação do pH	35
3.2.4 Determinação do Teor de Cinzas Totais	35
3.2.5 Determinação do Resíduo de Evaporação	36
3.2.6 Determinação da composição mineral	36
3.3 Determinação de polifenóis Totais pelo Método Folin-Ciocalteu	37
3.3.1 Preparação da solução padrão de ácido pirogálico 0,025 mg/mL	37
3.3.2 Preparação da curva de calibração	37
3.3.3 Preparação da amostra	38
3.3.4 Determinação dos Polifenóis totais em porcentagem	38
4	
AValiação DA ATIVIDADE LARVICIDA	40
4.1 Obtenção das Larvas	40
4.2 Desenho experimental para o ensaio biológico	40
5	
RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
5.1 Caracterização preliminar do extrato hidroalcóolico 70% da casca da castanha de caju	42

5.1.2 Propriedades físico-químicas.....	44
5.1.3 Avaliação da composição mineral	45
5.1.4 Avaliação dos polifenóis.....	46
5.2 Avaliação da atividade larvícida do extrato hidroalcólico	
70% da casca da castanha de caju.....	47
5.2.1 Avaliação da influência do tempo de exposição na mortalidade da espécie <i>Culex quinquefasciatus</i>	47
5.2.2 Avaliação da atividade larvícida da espécie <i>Culex quinquefasciatus</i>	49
5.2.2.1 Determinação da CL50 para a espécie <i>Culex quinquefasciatus</i>	49
5.2.3 Avaliação da influência do tempo de exposição na mortalidade da espécie <i>Aedes aegypti</i> (linhagem Macapá)	51
5.2.4 Avaliação da atividade larvícida para a espécie <i>Aedes aegypti</i> (linhagem Macapá)	52
5.2.4.1 Determinação da CL50 para a espécie <i>Aedes aegypti</i> (linhagem Macapá)	52
5.2.5 Avaliação da influência do tempo de exposição na mortalidade para a espécie <i>Aedes aegypti</i> (linhagem Rockefeller)	54
5.2.6 Avaliação da atividade larvícida para a espécie <i>Aedes aegypti</i> (linhagem Rockefeller).....	55
5.2.6.1 Determinação da CL50 para a espécie <i>Aedes aegypti</i> (linhagem Rockefeller).....	55
CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS	60
SOBRE A AUTORA	67
ÍNDICE REMISSIVO	68

INTRODUÇÃO

Muitos estudos apontam o interesse pela utilização de plantas medicinais para fins terapêuticos. O conhecimento de benefícios das espécies vegetais para o tratamento de diversas patologias é conhecido desde o período de colonização no Brasil. Dessa forma, efeitos sobre os insetos, tais como a repelência e a mortalidade (inseticida) podem ser ocasionados por diversos derivados botânicos. Os pesticidas de origem natural, dependendo da espécie vegetal e do tipo de utilização, podem ser usados, dentre outros, sob forma de substâncias isoladas, pós ou extratos.

Dequech *et al.* (2008) lembram que extratos vegetais possuidores de atividade inseticida representam uma alternativa importante de controle de insetos-praga em pequenas áreas de cultivo, tais como as hortas, situação na qual a produção de extratos torna-se viável. O Brasil, em se tratando de biodiversidade, detém em seu território grande parte da Floresta Amazônica. A Amazônia brasileira mantém uma grande diversidade de ecossistemas e a maior reserva de biodiversidade do mundo. Das 100 mil espécies de plantas existentes em toda a América Latina, 30 mil estão na região com 2,5 mil espécies de árvores (Eletronorte, 2001)

Assim, as plantas tornam-se uma fonte próspera de potenciais agentes eficientes para o controle de mosquitos transmissores de patologias. Esta enorme diversidade de espécies vegetais existentes no país deve ser vista como vantagem no sentido de tê-las territorialmente e, se obter resultados promissores e relevantes que vêm sendo obtidos nas pesquisas que visam a busca de substâncias com atividade larvicida contra estes insetos.

No Brasil, os organofosforados (OP) e os piretróides (P) destacam-se nos programas que visam a controlar insetos transmissores de doenças. Tais inseticidas químicos requerem monitoramento constante (Luna, 2004), uma vez que há o desenvolvimento de resistência. Portanto, a dengue é uma doença viral transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti* causadora de epidemias em todo o mundo. Apesar de pesquisas avançadas no intuito do desenvolvimento de vacinas contra o vírus, o método ainda se encontra em fase de experimento.

A patologia emerge rapidamente em muitas partes do mundo. Atualmente os continentes Americano, Sudeste da Ásia e regiões Ocidentais do pacífico são as mais afetadas. Sua incidência tem aumentado significativamente nos últimos 50 anos. A estimativa prevista é que entre 50 a 100 milhões de infecções aconteçam, anualmente, em mais de 100 países endêmicos colocando em risco quase metade da população do planeta (Who, 2013).

No Brasil, com relação ao número de casos, retrospectivamente, no ano de 2011 foram notificados 344.715 casos. Em 2012 estes diminuíram para 190.294 registros, ambos no período de Janeiro a Março. Já em 2013, no mesmo período, somente os Estados de Rondônia, do Acre, do Amazonas, Tocantins, espírito Santo, Rio de Janeiro, Paraná, mato Grosso do Sul, Mato Grosso, de Minas Gerais e Goiás contabilizaram um índice que abrange de 304, 9 a 3.105 casos da doença por 100 mil habitantes (Fundação Osvaldo Cruz, 2013).

A filariose bancroftiana, também conhecida por elefantíase, é causada pela *Wuchereria bancrofti*, sendo prevalente em 83 países de climas tropical e subtropical (Mattos *et al.*, 2008). No Brasil a bancroftose é transmitida pelo vetor conhecido no Nordeste por muriçoca, mosquito da espécie *Culex quinquefasciatus* (Mattos *et al.*, 2008). Mais de 120 milhões sofrem da doença, sendo que mais de 40 milhões se encontram gravemente incapacitados ou apresentam deformações. Dos infectados, um terço vive na Índia, um terço na África e o restante na Ásia, Pacífico Ocidental e nas Américas. No Brasil, Recife é a cidade com maior número de casos do país (Fundação Osvaldo Cruz, 2015).

A ampla utilização de inseticidas químicos sintéticos no controle de vetores e em larga escala, também, na área da saúde ocasiona problemas. Tal fato torna-se preocupante, pois o uso contínuo tem provocado prejuízos ambientais como a contaminação do solo e da água, bem como malefícios ao homem, a exemplo as epidemias por não controle do vetor e os danos causados aos alimentos, além do surgimento de populações resistentes ocasionando dificuldades no combate ao mosquito.

Dessa forma, o uso de substâncias menos agressivas à saúde humana e ao meio ambiente, tem se mostrado uma alternativa viável e promissora no controle de *Aedes aegypti*. Assim, tais compostos apresentam baixo teor

tóxico, maior biodegradabilidade e risco reduzido de impactos ecotoxicológicos, configurando-se como estratégia relevante frente às limitações associadas aos inseticidas sintéticos.

O uso de plantas para o controle de vetores transmissores de diversas doenças tem sido muito estudado. Inúmeras espécies vegetais têm demonstrado potencial atividade larvicida aliado aos benefícios ambientais e humanos. A espécie *Anacardium occidentale* Linn (Cajueiro) tem evidenciado um potencial extraordinário na solução e/ou amenização de problemas frente a mosquitos veiculadores de doenças.

Neste cenário, o *Anacardium occidentale* Linn vem se destacando como planta medicinal graças à potente ação anti-inflamatória e antibacteriana de seus metabólitos secundários, notadamente aos polifenóis, taninos e flavonóides. Atualmente o cajueiro faz parte do elenco de plantas que estão validadas como medicinais. Isto se deve às suas propriedades farmacológicas serem tão bem conhecidas (Filho *et al.*, 2010; Melo *et al.*, 1998; Olajide *et al.* 2004; Vieira *et al.*, 2011).

A atividade larvicida desta espécie vegetal tem sido relatada na literatura, podendo-se destacar o potencial larvicida do LCC (líquido da castanha de caju), principal produto do cajueiro depois da castanha de caju, sobre insetos transmissores de doenças com ausência de sinais de toxicidade evidenciado em pesquisas. Neste contexto, o extrato hidroalcolólico 70% da casca da castanha de caju apresenta excelente alternativa frente às larvas de *A. aegypti* e *Culex quinquefasciatus*. No entanto, até este momento, não foram encontrados dados que indicam a avaliação desta atividade por este extrato.

Portanto, considerando o contexto supracitado, optou-se por elaborar, caracterizar e avaliar a atividade larvicida do extrato hidroalcolólico a 70% da casca da castanha de caju (*Anacardium occidentale* Linn.).

A ESPÉCIE *ANACARDIUM OCCIDENTALE* LINN

Pouco se conhece sobre a ampla diversidade de espécies vegetais presentes na flora brasileira, e ainda mais limitado é o conhecimento acerca de suas aplicações potenciais. Nesse sentido, a valorização do saber tradicional, especialmente por meio da medicina popular, representa um ponto de partida relevante para a investigação científica e para o reconhecimento das propriedades bioativas de plantas nativas, como *Anacardium occidentale* L.

A espécie *Anacardium occidentale* L. é popularmente conhecida como cajueiro (Figura 1). Pertencente à família Anacardiaceae, é a única espécie cultivada e a de maior dispersão no território brasileiro Lima *et al.*, 2006). No Brasil, ocorrem 15 gêneros e aproximadamente 70 espécies (Souza; Lorenzi, 2005; Montanari, 2010). Acredita-se que o cajueiro seja originário do Brasil, especialmente das regiões Norte e Nordeste, espalhando-se posteriormente para outros países como Índia, Angola, Moçambique e Quênia (Alcântara *et al.*, 2009).

O cajueiro, quando presente em solos secos e arenosos do sertão, caracteriza-se por ser uma árvore de pequeno porte, com ramos tortuosos e, por vezes, quase rasteira. Em contrapartida, em solos mais férteis, pode atingir até 20 metros de altura. Sua casca apresenta propriedades adstringentes e ação antidiabética, sendo tradicionalmente empregada por comunidades locais na preparação de loções e gargarejos para o tratamento de aftas e infecções na garganta. Por incisão, exsuda uma goma-resina amarelada e endurecida, `qual são atribuídas propriedades expectorantes e depurativas (Corrêa, 1926; Agra *et al.*, 2007; Chaves *et al.*, 2010).

O cajueiro (Figura 1) é amplamente utilizado na medicina tradicional, sobretudo na região Nordeste do Brasil. Diversos efeitos terapêuticos têm sido relatados, incluindo alívio de dores dentárias, tratamento de inflamações na gengiva e na garganta, além de aplicações em casos de artrite, bronquite, hemorroidas, icterícia, cólicas intestinais, diabetes,

asma e como estimulante sexual (Silva; Almeida (2013); Agra *et al.*, 2007; Filho *et al.*, 2010).

O caju, popularmente conhecido pela parte succulenta e aromática do cajueiro, é, na realidade, um pseudofruto, resultante do desenvolvimento hipertrofiado do pedicelo floral. De coloração geralmente avermelhada ou amarelada, essa estrutura carnosa não corresponde ao verdadeiro fruto, mas desempenha importante papel na disseminação da espécie e alimentação humana. É largamente utilizado *in natura*, sendo processado na forma de sucos e doces (Montanari, 2010).

O principal produto do *Anacardium occidentale* L. é a castanha, fruto propriamente dito da espécie, classificado botanicamente como aquênio, da qual se extrai um óleo rico em ácido anacárdico (90%) e dois fenóis (10%), bastante empregado nas mais diversas indústrias, como a de plásticos (Moura, 2001; Alcântara *et al.*, 2009). Esse óleo, denominado de Líquido da Castanha de Caju (LCC), ou *Cashew Nut Shell Liquid* (CNSL), está presente no verdadeiro fruto da planta, de comprimento e largura variáveis, com casca coriácea e lisa. O mesocarpo é alveolado e encontra-se impregnado pelo LCC, substância de coloração escura, cáustica e inflamável (Mazzetto *et al.*, 2009).

A castanha é composta por três partes principais: casca, película e amêndoa (Paiva *et al.*, 2000; Moraes, 2009):

- Casca: formada por um epicarpo coriáceo, atravessado por um mesocarpo esponjoso, cujos alvéolos são preenchidos pelo LCC.
- Película: também denominada tegumento da amêndoa.
- Amêndoa: parte comestível da castanha, composta por dois cotilédones de coloração marfim.

Figura 1. Cajueiro (*Anacardium occidentale* Linn)



Fonte: Acervo da autora (2014).

Diversos estudos têm explorado o aproveitamento das diferentes partes do *Anacardium occidentale* L., com o intuito de identificar suas potencialidades nas mais diversas aplicações. Os resultados evidenciam o valor agregado da espécie, sobretudo pela presença de compostos bioativos e pela versatilidade de seus subprodutos.

É relevante salientar que menos de 7% das espécies conhecidas da família Anacardiaceae foram investigadas quanto à composição fitoquímica e à atividade biológica. Ainda assim, duas classes de substâncias são recorrentes nessa família: os flavonoides, especialmente os biflavonoides, lipídios fenólicos. A variedade de metabólitos e as propriedades biológicas observadas justificam o crescente interesse científico por essas espécies (Correia *et al.*, 2006).

Dessa forma, com o objetivo de identificar alternativas eficazes no tratamento de diversas patologias, o uso de *A. occidentale* L. tem sido relatado por suas propriedades farmacológicas. Entre suas atividades destacam-se as ações antifúngica (Rajesh Kannan *et al.*, 2009), antimicrobiana (Chabi, *et al.*, 2014), antioxidante (Doss; Thangavel, 2011), inseticida (Porto *et al.*, 2013) e antidiabética (Ukwenya *et al.*, 2012).

Além de seu valor medicinal e industrial, o cajueiro possui expressiva importância cultural e socioeconômica no Brasil, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, onde é bastante cultivado e utilizado. No

entanto, seu cultivo também se estende a outras partes do mundo, com esforços crescentes para a melhoria de sua produção em escala global (Gomathi; Sivamanis, 2014).

De acordo com Mazzetto *et al.* (2009), praticamente todas as partes da planta são aproveitadas. As folhas jovens, por exemplo, quando cozidas e aplicadas sobre feridas, atuam de maneira eficaz no processo de cicatrização. A madeira é empregada na fabricação de pequenos barcos, ferramentas, cabos e na construção civil. A casca do tronco, por sua vez, contém uma substância de coloração vermelho-escuro empregada tradicionalmente no tingimento de tecidos. Já a amêndoa, após o devido processamento, é incorporada à alimentação humana e exportada para diversos países. O mesocarpo, no que lhe concerne, é a principal fonte do Líquido da Castanha de Caju (LCC), utilizado amplamente nas indústrias e na área medicinal.

O LCC destaca-se como uma das mais ricas fontes naturais de lipídios fenólicos, sendo composto majoritariamente por cardanol, cardol, 2-metilcardolácido e ácido anacárdico. Este último, ao ser submetido a temperaturas em torno de 180° C, converte-se em cardanol e originando o denominado LCC técnico (Guissoni *et al.*, 2013).

Em razão dessa ampla variedade de aplicações e propriedades comprovadas, o *A. occidentale* L. tem sido objeto de numerosos estudos científicos ao longo dos últimos anos. Cunha (2011), a saber, desenvolveu um hidrogel produzido a partir do extrato alcoólico da casca do caule da planta e investigou sua aplicação em modelos pré-clínicos dérmicos e oculares em coelhos, além de realizar testes de toxicidade clínica de fase I por via dérmica em seres humanos. Os resultados indicaram que a formulação, nas condições testadas, pode ser considerada segura para uso tópico, uma vez que não foram observadas alterações relevantes nos parâmetros avaliados.

Complementando essa perspectiva terapêutica, Monteiro (2006) avaliou o potencial de um filme polimérico elaborado com o polissacarídeo extraído da goma do cajueiro no processo de reparação tecidual. Seus resultados evidenciaram a eficácia do material como curativo oclusivo, favorecendo a restauração do tecido. Na mesma linha, Mendes (2013) reforçou o poder de cicatrização da goma, ao confirmar sua ação terapêutica na regeneração de feridas, apontando para a viabilidade do desenvolvimento de formulações naturais com fins cicatriciais.

Assim, observa-se que diferentes partes do *A. occidentale* L. Vêm sendo exploradas sob distintas abordagens- do aproveitamento tradicional às aplicações biomédicas contemporâneas-, consolidando-se como um recurso vegetal de elevado valor multifuncional.

1.1 ATIVIDADE LARVICIDA DE ESPÉCIES VEGETAIS

A utilização de substâncias de origem vegetal para o controle de pragas remonta à antiguidade. Por volta de 400 A.C., já se registrava o uso do chamado o “pó da pérsia”, conhecido como piretro, substância derivada do crisântemo (*Chrysanthemum cineraria folium*) que exerceu papel relevante no manejo de vetores e insetos nocivos.

Ao longo da história, outras substâncias botânicas foram incorporadas a esse arsenal natural, como a nicotina (*Nicotiana tabacum*), a rianodina (*Ryania speciosa*), a sabadina e outros alcalóides extraídos de *Schoenocaulon officinale*, além das piretrinas extraídas do *C. cinerariae folium* e da rotenona (*Derris* spp e *Lonchocarpus* spp) (Rodriguez; Lagunes, 1992; Roel, 2001). Essas moléculas vegetais inauguraram uma trajetória de exploração sistemática das propriedades inseticidas dos metabólitos secundários.

A partir da segunda metade do século XVIII, vale ressaltar a elaboração, sob responsabilidade da Universidade de Coimbra, da primeira farmacopéia do reino português no ano de 1794. Intitulada *Pharmacopeia geral para o Reino e Domínios de Portugal*, a obra era composta por dois volumes assim designados: *Elementos de natureza e Medicamentos simples, preparados e compostos* (Brandão et al., 2006; Santos; Pinto, 2012). A exploração da colônia enriquecia Portugal com a imensidão de vegetais que o Brasil poderia proporcionar ao desenvolvimento da farmacologia que tinha de ser revelada (Santos; Pinto, 2012).

Já na segunda metade do século XX, consolidou-se um renovado interesse científico na prospecção de produtos naturais, com ênfase na identificação de compostos bioativos com potencial terapêutico, especialmente no combate ao câncer e às inflamações (Pinto et al., 2003; Feliu, 2011). Esse movimento de redescoberta dos ativos vegetais ampliou também as investigações sobre sua eficácia como agentes larvicidas, inseticidas e reguladores biológicos, reforçando o valor estratégico das plantas medicinais e aromáticas na saúde pública e no controle ambiental.

A maior parte dos ativos sintéticos atualmente comercializados por grandes indústrias farmacológicas tem por base substâncias de origem vegetal. Exemplos desses compostos são o ácido acetil-salicílico, princípio ativo da Aspirina (isolado inicialmente de uma Salicaceae) e a escopolamina (isolado de Solanaceae), modificada posteriormente para constituir o princípio ativo do Buscopan, medicamento analgésico (Feliu, 2011).

Dessa forma, os inseticidas botânicos podem atuar de várias maneiras, especialmente quando um complexo de substâncias é responsável por sua ação sobre o inseto. Em geral, pode-se distinguir três tipos de mecanismos de ação de uma substância de origem vegetal sobre os insetos, a saber:

- Ação tóxica, repelente e/ou alimentar.

Exemplificando, os extratos com ação inseticida atuam causando a morte do inseto por intoxicação. Tal ação tóxica interfere na transmissão sináptica ou axônica dos impulsos nervosos nos insetos. Com sua ação repelente, os extratos fazem com que os insetos se afastem da planta, prevenindo a alimentação ou oviposição; ou agem como antialimentares, inibindo o inseto de iniciar a alimentação (Kathrina; Antônio, 2004; Menezes, 2005).

- Ação sobre órgãos ou moléculas-alvo

Certos inseticidas botânicos podem agir sobre o sistema neuroendócrino, interferindo nos processos normais de troca de tegumento (ecdise) e/ou metamorfose, ou ainda interferir no metabolismo respiratório das células, afetando a síntese de energia (Kathrina; Antonio, 2004; Menezes, 2005).

- Ação por contato ou ingestão

As substâncias que atuam por contato afetam o sistema nervoso central, o qual é acessível às substâncias com ação inseticida, atingindo toda a superfície do corpo do inseto ou suas vias respiratórias, causando assim, sua morte. Já as substâncias que atuam por ingestão (caracteriza o modo de ação de um inseticida que age e penetra no organismo por via oral), afetam o sistema digestório, o de biossíntese dos hormônios da ecdise ou a formação da camada de quitina da cutícula do inseto. Como exemplo, a salanina (presente nos extratos de nim) provoca uma diminuição do peristaltismo (movimentos intestinais) resultando em acentuada perda de apetite, o que pode levar à morte do inseto por inanição (Kathrina; Antonio, 2004; Menezes, 2005).

Os problemas ocasionados pelo uso dos inseticidas químicos no combate a insetos vetores necessitam ser amenizados e/ou solucionados. Nessa perspectiva, buscam-se alternativas de controle contra o arbovírus, com destaque para os estudos que investigam com potencial para fornecer substâncias no combate a esses insetos.

De acordo com Porto *et al.* (2008), o potencial de determinadas plantas proporciona o uso de biomoléculas com atividade específica no combate a vetores de enfermidades, diminuindo, assim, os riscos de desenvolvimento de resistência pelos insetos e os danos ao meio ambiente. Esse enfoque também, favorece a incorporação de estratégias sustentáveis ao manejo integrado de pragas, alinhando-se às demandas contemporâneas por tecnologias menos agressivas ao ecossistema.

As plantas, seres suscetíveis às variações e influências do ambiente, produzem metabólitos secundários, compostos resultantes do metabolismo secundário, que atuam como mecanismos naturais de proteção e defesa contra fatores adversos do meio externo. (Dewick, 2009; Garcez *et al.*, 2013). Os autores destacam que esses compostos desempenham papel crucial em sua sobrevivência ecológica, conferindo resistência a patógenos, insetos e condições ambientais adversas.

O estudo da fitoquímica analisa os produtos provenientes do metabolismo secundário das plantas e envolve as etapas de isolamento, purificação e a determinação da estrutura desses metabólitos (Croteau; Kutchan; Lewis, 2000; Garcez *et al.*, 2013). Esse estudo, aliado a ensaios específicos, permite identificar extratos e frações bioativas, bem como caracterizar as substâncias presentes em uma determinada espécie, responsáveis por esta bioatividade (Garcez, 2013).

Assim sendo, materiais vegetais são extraídos das plantas e suas partes- caule, folhas, entre outras-, fracionados e testados com o intuito de se descobrir novos compostos com potencial bioativo. Esse processo dá continuidade à caracterização fitoquímica, permitindo a identificação de substâncias com propriedades específicas que podem ser exploradas no desenvolvimento de agentes inseticidas.

Dessa forma, as solanáceas são citadas como controladoras de insetos por apresentarem metabólitos secundários com expressiva toxicidade. Como exemplo, tem-se a *Nicotiana tabacum* L., que pode ser empregada

no controle de diversas espécies de insetos (Dequech *et al.*, 2008). Assim, o autor defende que a eficácia dessa espécie vegetal está associada à presença de alcalóides com ação neurotóxica, o que reforça sua viabilidade no desenvolvimento de bioinseticidas naturais.

Estudos realizados por Rafael *et al.* (2008) comprovam que o dilapiol, extraído das folhas de *Piper aduncum*, pode reduzir a sobrevivência e reprodução de *Aedes*, ratificando seus efeitos citotóxicos, assim como o surgimento de alterações nucleares que podem inibir a divisão celular, comprometer o sucesso reprodutivo ou provocar anomalias.

Cavalca *et al.* (2010) constataram que o óleo essencial *Eucalyptus cinerea* é altamente promissor por apresentar expressivo poder larvicida, podendo ser utilizado como alternativa no controle do vírus transmissor da dengue em programas de saúde pública. Neste estudo os autores relatam ainda o efeito homeopático do *E. cinerea* (dinamização em 30CH), sugerindo a diminuição no número médio de fêmeas adultas do mosquito.

Plantas contendo óleos essenciais que apresentem elevada concentração de sesquiterpenos- como nerolidol e farnesol-, monoterpenos- como α e β -pineno, carvona e geraniol-, e fenilpropanóides- como safrol, eugenol e aldeído cinâmico- configuram-se como alternativas promissoras para o controle de larvas do mosquito *Aedes* (Simas *et al.*, 2004). Aqui se destaca que a combinação dessas substâncias pode intensificar os efeitos larvicidas, ampliando o espectro de ação e oferecendo possibilidades viáveis para formulações naturais de combate ao vetor.

Furtado *et al.* (2005) compararam o efeito larvicida de dez óleos essenciais de espécies vegetais. O óleo essencial de *Vanillosmopsis arborea* Baker destacou-se por apresentar a mais elevada atividade larvicida contra o *Aedes* e é utilizado na cultura popular contra mosquitos por lhe ser conferida propriedade repelente. Tal característica também é atribuída a *Cymbopogon winterianus* Jowitt. Já a espécie *Ocimum gratissimum* demonstrou o menor efeito larvicida entre os extratos analisados. Os autores atribuem essas diferenças à composição química de cada óleo.

Por serem uma mistura complexa de substâncias, os óleos essenciais não apresentam um mecanismo larvicida precisamente definido (Cavalca *et al.*, 2010). Sugere-se que, dentre os mecanismos envolvidos, estejam a inibição das enzimas, a desestabilização de membranas e a desnaturação de

proteínas, com possível interação entre os componentes do óleo, o que pode resultar em sinergismo e/ou antagonismo (Janssen, 1989, apud Cavalca *et al.*, 2010). Essa multiplicidade de ações pode justificar a variabilidade observada nos efeitos larvicidas relatados em diferentes espécies.

Estudos realizados por Garcez *et al.* (2013) versaram sobre substâncias com atividade larvicida provenientes de diversas espécies vegetais. Esses compostos foram obtidos a partir de 18 de espécies da família Fabaceae, 13 da Rutaceae, 11 da Piperaceae e oito da Boraginaceae. Ao concluir, os autores mencionam ainda outras substâncias bioativas distribuídas em 16 famílias adicionais, entre as quais se destacam a Meliaceae e Annonaceae, reforçando a ampla variedade botânica com potencial larvicida.

Diversos estudos têm abordado a atividade inseticida frente aos inúmeros insetos existentes no planeta, com o objetivo de sanar ou amenizar o desenvolvimento de resistência, além de reduzir os impactos sobre o ser humano e o meio ambiente. Nesse contexto, intensifica-se a busca por alternativas mais seguras e sustentáveis, com destaque para o uso de espécies vegetais com propriedades inseticidas promissoras, conforme evidenciado pela diversidade botânica já investigada em pesquisas anteriores.

É neste contexto que a espécie *Anacardium occidentale* L., pertencente à família Anacardiaceae, tem sido amplamente estudada com o objetivo de investigar suas múltiplas atividades biológicas. Entre elas, sobressai a ação larvicida, frequentemente mencionada tanto na literatura científica brasileira quanto na internacional, o que reforça sua eficácia como alternativa no controle de vetores.

Assim, no Brasil, Guissoni *et al.* (2012) em seu estudo intitulado *Atividade larvicida de Anacardium occidentale como alternativa ao controle de Aedes aegypti e sua toxicidade em Rattus norvegicus*, relataram o potencial larvicida do LCC (líquido da castanha de caju) sobre larvas de *Aedes aegypti*. Concluíram, ainda, ausência de toxicidade do LCC e suas frações para *Rattus norvegicus*, dentro dos parâmetros analisados. Tal constatação é relevante, considerando-se a necessidade de produtos que não provoquem danos ao ser humano, ou que estes sejam minimizados ao máximo.

Da mesma forma, Farias *et al.* (2009) avaliaram a atividade inseticida do *Anacardium occidentale*, isolado do LCC, sobre ovos, larvas (terceiro estágio) e pupas de *Aedes aegypti*, bem como sua toxicidade em ratos. Os

resultados foram promissores, uma vez que, mesmo sob uma dose considerada elevada (0,3g/Kg de peso corporal) do líquido da castanha de caju, o composto não apresentou qualquer reação adversa nos roedores, além de demonstrar toxicidade significativa sobre os diferentes estágios do vetor.

Porto *et al.* (2013) investigaram a atividade larvicida do líquido da castanha de caju (LCC) frente ao *A. Aegypti*, com o objetivo de verificar a manutenção de sua eficácia tanto na forma recém- produzida quanto após armazenamento sob refrigeração a 4° C por um período de 6 meses. Os resultados obtidos em ambos os testes se revelaram interessantes, indincando mortalidade larval em torno de 70% mesmo em concentrações de até 0,1 mg, o que demonstra a preservação do perfil tóxico do LCC, independentemente das condições de conservação.

Na Índia, Mukhopadhyay *et al.* (2010) observaram atividade larvicida do líquido da castanha de caju em larvas e pupas de *Aedes aegypti* e *Anopheles subpictus*. As as espécies apresentaram suscetibilidade ao LCC, com concentrações efetivas de 12 ppm para larvas e pupas de *A. aegypti* e de 38 ppm para os estágios correspondentes de *A. albipictus*, indicando uma variação na sensibilidade entre os insetos analisados.

Também, Nnamani *et al.* (2011) evidenciaram atividade larvicida do extrato aquoso das folhas, das amêndoas e da casca do caule de *A. occidentale* sobre larvas da espécie *A. gambiae*. Observa-se que os autores testaram diferentes partes do cajueiro, buscando explorar de forma abrangente as propriedades inseticidas da planta frente ao mosquito transmissor da malária.

Assim, Lomonaco *et al.* (2009) confirmaram que o LCC técnico e seus principais constituintes, extraídos de *A. occidentale*, possuem excelente ação frente ao mosquito *Aedes aegypti*. Os autores reforçam, portanto, o valor científico da espécie como fonte promissora de substâncias bioativas, apontando o LCC como alternativa viável no desenvolvimento de produtos menos nocivos ao ambiente e à saúde humana.

Shaalam *et al.* (2005), em seu estudo intitulado *Uma revisão de fitoquímicos botânicos com potencial mosquiticidal*, revelam que larvas de diferentes mosquitos apresentam suscetibilidades distintas aols mesmos fitoquímicos. Os autores acrescentam que, de modo geral, as larvas de *Aedes* tendem a ser menos suscetíveis a inseticidas derivados de extratos

botânicos do que as larvas de *Culex*, o que reforça a necessidade de se identificar compostos com eficácia específica frente a cada espécie.

Fauziah *et al.* (2014) relataram que o LCC apresenta atividade larvicida eficaz contra larvas de *Culex quinquefasciatus*. Tal constatação amplia o espectro de ação do LCC, sugerindo que seus compostos bioativos não se restringem a um único gênero de mosquito, o que dialoga com as observações de Shaalam *et al.* (2005) sobre a variabilidade de suscetibilidade entre as espécies vetoras.

Por fim, Tripathy *et al.* (2011) realizaram um estudo com larvas de três espécies de mosquitos (*Aedes aegypti*, *Anopheles stephensi* e *Culex quinquefasciatus*), utilizando extratos de duas espécies vegetais, entre elas *Anacardium occidentale*. Os resultados comprovaram que o extrato dessa planta apresenta atividade larvicida eficaz sobre todas as espécies testadas, reafirmando sua notável aplicabilidade no controle de organismos disseminadores de doenças.

1.2 A RESISTÊNCIA AOS INSETICIDAS QUÍMICOS

Um desafio importante para o investimento em novos ingredientes ativos e formulações é não ter um caminho claro para os padrões industriais a serem seguidos, portanto, o mercado de inseticidas para o controle do vetor da dengue é complexo e fragmentado (Who, 2012). Essa dinâmica é agravada pela crescente resistência dos mosquitos aos inseticidas sintéticos comumente utilizados.

Os inseticidas sintéticos podem causar uma série de impactos negativos ao ser humano e ao meio ambiente. Entre os efeitos maléficos estão o ressurgimento de pragas-alvo, o surgimento de pragas secundárias em decorrência dos efeitos tóxicos sobre os inimigos naturais, o desenvolvimento de resistência por parte das pragas, intoxicações dos produtores rurais, contaminação da água e do solo, prejuízos a organismos não-alvo e presença de resíduos tóxicos nos alimentos (Flint; Van den bosch, 1981; Menezes, 2005; Van den bosch, 1978). Portanto, há um caminho extenso, porém promissor, a ser trilhado na busca por soluções eficazes para os desafios relacionados ao controle da dengue.

A dengue é uma enfermidade que acomete populações em regiões tropicais e subtropicais ao redor do mundo, com uma taxa de letalidade esti-

mada em cerca de 2,5% dos indivíduos infectados (Who, 2013). O controle eficaz das epidemias exige o comprometimento conjunto do setor público, da iniciativa privada e da população, coordenadas de combate á doença.

De acordo com Furtado *et al.* (2005), o controle do mosquito, por meio do uso de inseticidas como o temephos, malathion e fenitrothion (organofosforados), constitui a principal medida adotada pelos programas de saúde pública. Além desses compostos, também são empregados os piretróides, como a deltametrina e a cipermetrina, frente aos quais o mosquito já demonstrou resistência (Brasil, 2006; Luna *et al.*, 2004; Rafael *et al.*, 2008).

Em virtude disso, inúmeros casos de resistência têm sido relatados em diversas partes do mundo por espécies de mosquitos, em particular o *Aedes aegypti* no Brasil (Lima *et al.*, 2006). O surgimento dessa resistência aos inseticidas químicos sintéticos, aliado às falhas operacionais de controle da enfermidade, evidencia a necessidade urgente de revisão nas estrtégias de combate e no uso contínuo desses produtos (Porto *et al.*, 2008). Importante observar que, diante da adaptação cescente dos vetores, medidas tradicionais tornam-se cada vez menos eficazes, exigindo abordagens inovadoras e sustentáveis.

Braga e Valle (2007) mencionam que resistência é definida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como a capacidade de uma população de insetos tolerar uma dose de inseticida que, em condições normais, seria letal. Trata-se de uma condição de origem genética. Assim sendo, populações de insetos, ácaros e outros artrópodes podem, de forma natural, apresentar uma proporção de indivíduos portadores de alelos que lhes conferem resistência a determinado produto químico.

Outrossim, resistência pode ser definida como um processo de evolução acelerada de uma comunidade que responde a uma intensa pressão seletiva, permitindo a sobrevivência dos indivíduos que possuem alelos que lhes conferem resistência (Braga; Valle, 2007). Os autores chamam a atenção para o fato de uq essa adaptação não ocorre de forma aleatória, mas como consequência direta do uso continuado de inseticidas, que atuam como força seletiva sobre as populações expostas.

Desta forma, o grau de resistência de insetos vetores depende da quantidade e da frequência de inseticidas empregados, pois o rápido

desenvolvimento dessa capacidade de mecanismo de defesa, sobressaindo-se aos indivíduos suscetíveis, como o *Aedes*, é favorecido por características inerentes ao seu ciclo de vida, como sua curta duração e alta taxa de proliferação (Laranja *et al.*, 2006). O mesmo autor observa que os organofosforados são quimicamente instáveis, exigindo reaplicações em curtos intervalos. Tal fato, gera grande preocupação e tem impulsionado o interesse na descoberta de meios mais eficazes para o combate ao mosquito.

Simas *et al.*, (2004) relatam ser a resistência um obstáculo significativo ao controle de insetos-praga de importância médica e agrícola. Essa resistência resulta, ainda, no aumento da frequência de aplicação de inseticidas, assim como no uso de doses mais elevadas, o que acarreta baixos rendimentos, prejuízos ambientais e o aparecimento de patologias, especialmente quando os vetores deixam de ser controlados de forma adequada.

Diante desse panorama, os autores alertam para a perda da eficácia dos produtos químicos não apenas compromete o sucesso das ações de controle, mas também impõe sérias consequências à saúde pública e à sustentabilidade das atividades agrícolas, especialmente quando esses insetos deixam de ser controlados.

Além disso, pode ocorrer um fenômeno denominado de “resistência cruzada”, que consiste na proteção contra mais de um inseticida por meio de um único mecanismo de ação, sendo algo comum entre os piretroides. Tal fenômeno, dependendo do mecanismo de ação, pode ainda favorecer o desenvolvimento de resistência a substâncias pertencentes a outras classes químicas, o que dificulta a substituição do produto (Barreto, 2005; Cruz, 2002).

Diante do exposto, os autores alertam para o risco de seleção múltipla, em que a resistência se estende a diferentes classes químicas, tornando o controle químico cada vez mais restrito e exigindo novas abordagens de manejo integrado. A seleção cruzada, nesse contexto, reduz significativamente as alternativas viáveis de controle, ampliando os desafios no combate a populações resistentes.

DENGUE E ELEFANTÍASE: PROBLEMÁTICAS MUNDIAIS

2.1 CONHECENDO A DENGUE

A dengue, possivelmente, teve origem no termo swahili “*Ka dingapepo*”. Inicialmente, essa expressão foi utilizada durante uma epidemia que assolava as Índias Ocidentais Espanholas como forma de descrever enfermidades que acometiam os ingleses por volta da década de 1920. Posteriormente, passou a ser empregada para designar perturbações atribuídas à ação de maus espíritos (Aciole, 2009).

As espécies *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) pertencem ao Filo Arthropoda, caracterizado por pés articulados; à classe Hexapoda, que inclui organismos com três pares de patas; à ordem Diptera, que apresenta um par de asas anteriores funcionais e um par posterior transformado em halteres; à família Culicidae e ao gênero *Aedes* (Brasil, 2001).

Estudos indicam que o *Aedes aegypti* é originário do continente africano, tendo se diferenciado e se adaptado ao ambiente urbano. Nas Américas, tem sido registrada apenas a variedade doméstica, que se acredita ter sido transportada em barris de água nos navios de exploradores e colonizadores. Por sua vez, o *Aedes Albopictus* teria origem na floresta tropical asiática e, posteriormente, passou a adaptar-se ao meio urbanizado, com preferência por áreas abertas cercadas por vegetação, mais precisamente nas proximidades das habitações (Santa Catarina, 2008). O documento evidencia como fatores históricos e ecológicos influenciaram a dispersão e o comportamento dessas espécies.

Assim, os primeiros microrganismos a serem denominados vírus foram o agente etiológico da febre amarela, em 1902, e o da dengue, em 1907, ambos descritos como filtráveis e submicroscópicos. No período

da Segunda Guerra Mundial, ocorreu o isolamento do primeiro vírus da dengue por Kimura e Hotta, e também por Sabin e Schlesinger. Esses últimos isolaram a cepa durante uma epidemia ocorrida no Havaí e, mais tarde, conseguiram também isolar o segundo sorotipo. Em 1956, durante um surto epidêmico hemorrágico na Ásia, foram descobertos os tipos 3 e 4. A partir de então, os quatro sorotipos passaram a ser identificados e classificados como DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4 (Barreto; Teixeira, 2008; Martinez-Torres, 1990).

A caracterização sorológica desses vírus foi um marco importante para o entendimento da dinâmica epidemiológica da dengue, sobretudo no contexto das manifestações hemorrágicas. A definição das variantes também contribuiu para o avanço das estratégias de vigilância e prevenção, possibilitando maior precisão no monitoramento das epidemias.

No que concerne à transmissão, a dengue é disseminada por meio da picada da fêmea do *Aedes aegypti* contaminada pelo vírus. A realização desses repastos sanguíneos tem por finalidade viabilizar a maturação dos ovos. O período de transmissibilidade da doença ocorre tanto no mosquito quanto no ser humano, por meio de dois ciclos distintos: o período de incubação extrínseco e o período de incubação intrínseco, respectivamente (Brasil, 2008).

Desta forma, destaca-se a complexidade do ciclo de transmissão, reforçando a importância de compreender suas etapas para a formulação de estratégias eficazes de vigilância e controle. O ciclo de vida do *A. aegypti* compreende quatro fases, a saber: ovo, larva, pupa e adulto.

Ovo

A fêmea do mosquito deposita os ovos na parede interna de recipientes próximos à superfície aquática. Inicialmente, esbranquiçados, esses ovos adquirem rapidamente uma coloração enegrecida e brilhante (Brasil, 2001). Quando não há recipientes adequados, disponíveis, a fêmea pode, em situações excepcionais, voar longas distâncias em busca de locais apropriados para realizar a ovoposição (Brasil, 2008).

O tamanho dos ovos varia entre 0,6 a 0,7 mm, podendo permanecer latentes na natureza por até um ano e meio, mesmo sob condições

ambientais desfavoráveis (Santa Catarina, 2008). Esse dado releva a resiliência biológica da espécie, cuja capacidade de sobrevivência prolongada dos ovos dificulta as ações de eliminação do ciclo reprodutivo do mosquito.

Assim sendo, uma fêmea é capaz de produzir cerca de 120 ovos por postura. Em condições adequadas de umidade e temperatura, o embrião torna-se apto a eclodir em um intervalo de aproximadamente 4 a 7 dias (Aciole, 2009; Consoli; Lourenço deOliveira, 1994).

O ovo representa a forma mais resistente do ciclo biológico, o que confere ampla sobrevivência ao mosquito em virtude de sua elevada tolerância às adversidades climáticas (Silva; Silva, 1999).

Larva

Por se tratar de um inseto holometábolo, é neste estágio que se concentra o período de alimentação e crescimento, o qual se subdivide em quatro fases evolutivas. Essas etapas são influenciadas por condições ideais como temperatura, densidade das larvas no criadouro e disponibilidade de alimento. Desta forma, a duração dos instares pode não ultrapassar cinco dias; caso contrário, o quarto estágio pode estender-se por semanas (Brasil, 2001).

A larva sobe à superfície para respirar, posicionando-se quase verticalmente. Para se deslocar, movimenta-se de forma serpenteante. Sob a ação da luminosidade ou Diante de movimentos bruscos na água-ambiente onde se desenvolve nessa fase-, a larva retorna rapidamente ao fundo do depósito (Santa Catarina, 2008).

Pupa

Nesta fase, o mosquito passa por sua última metamorfose antes de atingir a fase adulta. A pupa completa seu desenvolvimento em aproximadamente dois dias. Sua cabeça funde-se ao tórax, formando o cefalotórax, o que lhe confere um aspecto semelhante ao de uma vírgula (Aciole, 2009). Além de representar o estágio de transição para a fase adulta, a pupa do *A. aegypti* é notável por sua capacidade de movimentação ativa, mesmo sem se alimentar. Esse comportamento defensivo

permite que o inseto reaja a estímulos externos, como sombras ou vibrações na água, mergulhando rapidamente para evitar predadores ou perturbações (Brasil, 2001).

Essa mobilidade, aliada ao curto tempo de desenvolvimento, torna a fase pupal um elo crítico na dinâmica populacional do vetor, dificultando ações de controle que se baseiam na eliminação de formas imaturas.

Adulto

O adulto representa a fase reprodutiva do inseto. Após emergir da fase pupal, o mosquito pousa sobre as paredes do recipiente, permanecendo ali por algumas horas para possibilitar o endurecimento do exoesqueleto das asas. O acasalamento se dá geralmente durante o voo e uma única inseminação é suficiente para fecundar todos os ovos que a fêmea venha a produzir durante toda a sua vida (Brasil, 2001).

As fêmeas alimentam-se tanto de sangue quanto de seiva vegetal. A ingestão sanguínea tem por finalidade viabilizar a maturação dos ovos e, caso o repasto não seja completo, o mosquito pode realizá-lo mais de uma vez entre duas ovoposições. Em condições ideais, o intervalo entre a alimentação e a deposição dos ovos é de aproximadamente três dias (Santa Catarina, 2008).

Dessa forma, quanto às manifestações clínicas, têm-se: a manifestação da dengue pode ser assim elucidada: Dengue Clássica (DC) Febre Hemorrágica da Dengue (FDH) e Síndrome do Choque da Dengue (SCD). Na forma clássica (duração de 5 a 7 dias), a primeira manifestação é a febre (39 a 40° C), com início abrupto, associada a dores de cabeça, articulares, musculares e ao redor dos olhos, além de exantema (vermelhidão generalizada), acompanhado, ou não, de coceira.

A FHD apresenta seus sintomas iniciais semelhantes aos da DC, porém com posterior agravamento do quadro, diminuição da febre, aparecimento de manifestações hemorrágicas, trombocitopenia (diminuição de plaquetas) e perda de plasma. A SCD é um agravamento da FHD, frequentemente precedido por dor abdominal. Com curta duração, a SCD pode levar a óbito ou à recuperação rápida, caso ocorra tratamento adequado (Brasil, 2008).

No Brasil, a partir da década de 1980, teve início um processo de epidemias explosivas que atingiu todas as regiões do país. A reintrodução do *A. aegypti* e a circulação dos diferentes sorotipos do vírus da dengue contribuíram significativamente para o aumento progressivo do número de casos. Inicialmente, concentrados em áreas urbanas com alta densidade populacional, os surtos rapidamente se espalharam para municípios, comprovando a fragilidade dos sistemas de vigilância entomológica e controle vetorial.

Nesse sentido, Catão (2012) detalha, em seu estudo, as ocorrências de dengue no país após sua reemergência desde o ano de 1982 até 2008, evidenciando as duas maiores epidemias ocorridas em escala nacional. A primeira foi no ano de 1998, com mais de 520 mil notificações, representando uma taxa de 326,5 casos de dengue por 100 mil habitantes. Destaca-se, neste cenário, o estado de Minas Gerais, o qual concentrou o maior número de casos registrados, totalizando 147 mil somente na região metropolitana de Belo Horizonte.

A partir de 2006, observa-se uma tendência de aumento nos casos de dengue no Brasil, com o registro de 910 casos de FHD. A segunda maior ocorreu no ano de 2008, com mais de 550 mil notificações no território nacional, o que confirma a relevância da análise longitudinal feita pelo autor ao evidenciar a crescente gravidade da doença no território brasileiro. O ano de 2008 também registrou o maior número de casos mais graves, além do maior índice de óbitos e de internações em todo o território brasileiro (Brasil, 2009a).

2.2 CONHECENDO A FILARIOSE LINFÁTICA (FL)

Outra patologia de grande importância para saúde pública em todo o mundo é a denominada elefantíase. De hábitos antropofílicos e endofílicos, o *Culex quinquefasciatus*, apresenta ampla distribuição geográfica (Alves *et al.*, 2011).

O *Culex quinquefasciatus*, descrito por Say (1983), é um mosquito tropical urbano, anteriormente conhecido por *Culex fatigans* ou *Culex*

pipiens fatigans, pertencente à ordem Díptera e à família Culicidae (Brasil, 2011).

A filariose linfática é uma doença parasitária crônica causada pelo verme nematoide *Wuchereria bancrofti*, sendo também conhecida como bancroftose. Esse helminto apresenta diferentes formas evolutivas nos hospedeiros vertebrados e invertebrados. Nos humanos, manifesta-se como filárias e microfilárias, enquanto nos mosquitos vetores, assume forma larval (Brasil, 2009b).

O habitat dos vermes adultos (filárias), no homem, localiza-se nos vasos e gânglios linfáticos. As regiões do corpo humano que abrigam a forma adulta são a pelve- atingindo principalmente as pernas e a bolsa scrotal-, bem como as mamas e os braços, embora com menor frequência (Brasil, 2009b). A elefantíase é transmitida pela picada da fêmea do mosquito *Culex quinquefasciatus* infectada com larvas do parasito. Os vermes adultos causam lesões nos vasos linfáticos onde se desenvolvem, sendo essas lesões responsáveis pelo quadro clínico característico da doença (Brasil, 2009b).

A transmissão da doença ocorre quando um inseto transmissor pica um homem infectado com microfilaremia e a transmite a outro indivíduo, após maturação das microfilárias no vetor, processo que ocorre entre 12 a 14 dias após o repasto sanguíneo. A microfilária pode persistir no organismo humano por um período de aproximadamente 5 a 10 anos (Brasil, 2010).

O ciclo de vida da espécie *Culex quinquefasciatus*, compreende quatro fases: ovo, larva, pupa e adulto (Brasil, 2011), assim como ocorre com a espécie *Aedes aegypti*.

As manifestações clínicas da filariose linfática (*W. bancrofti*) apresentam-se de forma variada. Estas surgem em decorrência da presença no ser humano tanto de vermes adultos quanto das microfilárias. Os primeiros lesionam inicialmente os vasos linfáticos, enquanto que as últimas possuem ações extralinfáticas. As manifestações podem ser agudas ou crônicas. Desta forma, dentre as manifestações agudas destacam-se:

- Linfangiectasia subclínica: dilatação dos vasos linfáticos. Quando progride, pode ser palpável ou mesmo percebida a sua inspeção (Brasil 2009b).
- Linfangite filarial aguda (LFA): a morte dos vermes adultos pode resultar apenas na formação subclínica de nódulos granulomatosos. Em outros casos, essa morte provoca uma linfadenite (em gânglios) ou linfangite descendente (em vasos linfáticos). A LFA produz um cordão subcutâneo visível, podendo ou não ser acompanhado de febre, cefaléia, fraqueza e dor muscular. A reação localizada é caracterizada pelo aumento do linfonodo ou pelo aparecimento de nódulo ao longo do trajeto do vaso linfático (Brasil 2009b).
- Linfadenopatia: causada pelo enfartamento dos gânglios linfáticos já comprometidos, os quais formam uma massa palpável, compacta e de superfície irregular. Em geral, essa massa é indolor e localiza-se, preferencialmente, nas regiões inguinal, epitrocLEAR e axilar (Brasil 2009b).
- Síndromes de disfunção linfática: hidrocele e linfedema agudos. Estes ocorrem após um episódio de LFA, provavelmente resultam de uma obstrução parcial e temporária do vaso linfático, causada pela reação inflamação desencadeada pela desintegração dos vermes adultos (Brasil 2009b).

Apenas pequena proporção de casos de filariose linfática apresenta manifestações crônicas. Algumas são:

- Linfedema crônico: o edema linfático é uma manifestação clínica decorrente de inúmeras doenças, a filariose é uma delas. O diagnóstico clínico de um edema de origem linfática, filarial ou não, pode ser feito com base em sinais e sintomas. Frequentemente é unilateral. O contínuo agravamento do edema leva ao quadro de elefantíase (Brasil 2009b).
- Manifestações urogenitais crônicas: hidrocele, edema linfático, elefantíase de bolsa escrotal e síndromes de fistulização linfática (Brasil 2009b).

No Brasil, a filariose permanecia endêmica em apenas três capitais: Belém, Manaus e Recife. Nas duas primeiras cidades, houve uma significativa redução da transmissão; entretanto, Recife é a cidade com maior número de casos (Fundação Oswaldo Cruz, 2015).

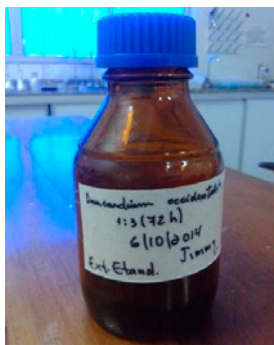
MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL VEGETAL

Os frutos de caju foram coletados no período da manhã, em uma área distante das estradas, situada em um sítio com coordenadas geográficas GPS: latitude 03°03'80" (N) e longitude 49°88'20" (L), localizado na BR- 070, Rodovia do Curiaú, Ramal do Alegre da Pedreira, Macapá, Amapá, Brasil, no mês de Outubro de 2014. Uma exsicata da amostra foi autenticada pelo curador Patrick Cantuária e depositada no Herbário Amapaense – HAMAB, sob o n° 018781.

A castanha foi retirada manualmente do pseudofruto. Em seguida, foi cortada ao meio com o auxílio de uma faca, e a amêndoa foi removida. As cascas da castanha foram então lavadas com água destilada, pesadas e acondicionadas em frasco âmbar, utilizando-se a proporção de 3 mL de álcool 70% por cada grama da casca. A mistura foi agitada manualmente uma vez ao dia, durante três dias consecutivos. Ao final desse período, o extrato obtido (Figura 2) foi decantado, filtrado e armazenado em frasco âmbar para sua conservação.

Figura 2. Extrato da casca da castanha de caju



Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO EXTRATO DO FRUTO DO CAJU

Foi realizada a caracterização físico-química do extrato hidroalcoólico a 70% obtido da casca da castanha de caju. As análises das determinações foram conduzidas no Laboratório de Pesquisa em Fármacos da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), seguindo os procedimentos metodológicos estabelecidos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.2.1 Determinação dos parâmetros organolépticos

Odor

A avaliação do odor foi realizada por meio da técnica da fita absorvente. Para isso, utilizou-se uma tira de papel filtro com aproximadamente 1 cm de largura por 10 centímetros de comprimento. Segurando-se uma das extremidades, a tira foi imersa na amostra de extrato hidroalcoólico, permitindo que os compostos voláteis se difundissem no ambiente. A percepção olfativa foi então registrada, constatando-se que o odor era compatível com as características típicas do produto vegetal testado.

Cor

A análise da coloração foi efetuada utilizando-se um tubo de ensaio limpo e seco, o qual foi preenchido com o extrato até cerca de três quartos de seu volume. Em seguida, observou-se a tonalidade da amostra, bem como sua transparência, a presença de partículas em suspensão e possíveis indícios de separação de fases. Todos os dados observados foram devidamente registrados para fins comparativos e descritivos.

3.2.2 Determinação da densidade relativa do extrato

A densidade relativa do extrato hidroalcoólico a 70% foi determinada por meio do método do picnômetro, utilizando-se uma balança analítica de precisão, modelo ACCULAB, marca Sartorius ($d = \pm 0,0001g$). Inicialmente, o picnômetro foi lavado com água destilada, seco com papel toalha sem fiapos e pesado vazio. Em seguida, foi preenchido com o extrato, mantendo-se a temperatura constante em $20^{\circ}C (\pm 1^{\circ}C)$ durante 15 minutos. Ajustou-se o líquido até o nível de capacidade do picnômetro, e a pesagem foi realizada após a secagem externa do frasco com papel absorvente. O mesmo procedimento foi repetido utilizando-se água destilada como padrão.

A densidade relativa do extrato foi calculada pela fórmula:

$$D20 = (M1 - M) / (M2 - M)$$

Onde:

M1: Massa do picnômetro contendo a solução extrativa (g)

M2: Massa do picnômetro contendo água destilada (g)

M: Massa do picnômetro vazio (g)

3.2.3 Determinação do pH

A medição do pH do extrato foi realizada com o uso de um pH-metro digital, modelo mPA210, marca MS TECNOPON, previamente calibrado com soluções tampão de pH 7,0 e pH 4,0. As determinações foram efetuadas em triplicata, e os valores obtidos foram expressos como média aritmética acompanhada do respectivo desvio padrão, garantindo maior precisão e reprodutibilidade aos dados obtidos.

3.2.4 Determinação do Teor de Cinzas Totais

A determinação do teor de cinzas totais foi realizada utilizando um cadinho (cápsula de porcelana), cuja massa vazia (MCV) foi previamente aferida em balança analítica de precisão, modelo ACCULAB, marca Sartorius. Em seguida, foram adicionados 2mL do extrato hidroalcoólico da casca da castanha de caju, e o conjunto foi novamente pesado para obtenção da massa do cadinho contendo o extrato (MCEC).

O cadinho foi então submetido à incineração em forno mufla, mantido à temperatura constante de 550°C por um período de 5 horas. Ao final do processo, o cadinho contendo as cinzas resultantes foi retirado do forno e deixado em dessecador até atingir a temperatura ambiente. Após o resfriamento completo, procedeu-se à pesagem final para determinação da massa do cadinho com as cinzas (MCC).

O ensaio foi realizado em triplicata, e o teor de cinzas totais (%CT) foi calculado com base na seguinte fórmula:

$$\% \text{ CT} = (MCC - MCV / MCEC) \times 100^1$$

¹ A fórmula expressa a porcentagem de cinzas totais obtidas após incineração da amostra, calculada com base na razão entre a massa do resíduo mineral remanescente e a massa líquida da amostra utilizada no ensaio.

3.2.5 Determinação do Resíduo de Evaporação

Para a determinação do resíduo de evaporação, utilizou-se um cadinho (cápsula de porcelana), cuja massa vazia (MCV) foi aferida previamente em balança analítica de precisão, modelo ACCULAB, marca Sartorius (Alemanha). Em seguida, foram adicionados 5 mL do extrato hidroalcológico da casca da castanha de caju, e o conjunto foi novamente pesado para obtenção da massa do cadinho com o extrato (MCEC).

O cadinho foi inicialmente submetido a um banho-maria até a evaporação da maior parte do líquido presente. Posteriormente, foi transferido para uma estufa aquecida a 105°C, onde permaneceu por 1 hora. Após esse período, o cadinho contendo o resíduo foi retirado e deixado em dessecador até atingir a temperatura ambiente. Realizou-se, então, a pesagem.

Assim, o procedimento de aquecimento e resfriamento foi repetido até que se obtivessem duas pesagens consecutivas com valores constantes, sendo registrada, assim, a massa final do cadinho com o resíduo seco (MCC). O ensaio foi conduzido em triplicata. O percentual de resíduo de evaporação (%RE) foi calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$\% \text{ RE} = (\text{MCC} - \text{MCV} / \text{MCEC}) \times 100^2$$

3.2.6 Determinação da composição mineral

Foi determinada a composição mineral do extrato por meio do método de Espectrometria de Absorção Atômica (QUIMIS, AA6300, Shimadzu). Empregou-se um mostrador automático ASC6100 com otimização por chama (FAAS)³. O teste foi realizado em triplicata. A amostra a ser analisada foi preparada da seguinte forma: 2 mL do extrato foram incinerados⁴ em um forno a 450 ° C, por um período de 4 horas, até se obter um resíduo de peso constante. O resíduo final foi pesado e diluído em 2 mL de ácido nítrico, completando-se o volume com até 100 mL de água destilada. Assim, determinou-se a concentração de Cádmio, Cromo,

² A fórmula expressa a porcentagem do resíduo sólido obtido após a evaporação do extrato, calculada com base na massa líquida da amostra inicialmente colocada no cadinho.

³ A espectrometria de Absorção atômica com chama (FAAS- *Flame Atomic Absorption Spectrometry*) é uma técnica instrumental utilizada na análise quantitativa de elementos metálicos, baseada na absorção de radiação por átomos no estado fundamental em fase gasosa, proporcionando elevada precisão e sensibilidade.

⁴ A incineração do extrato tem por objetivo remover completamente os compostos orgânicos, restando apenas o resíduo mineral necessário para análise.

Ferro, Zinco, Manganês, Magnésio, Cobre e chumbo. As concentrações foram expressas em partes por milhão (pmm).

3.3 DETERMINAÇÃO DE POLIFENÓIS TOTAIS PELO MÉTODO FOLIN-CIOCALTEU

3.3.1 Preparação da solução padrão de ácido pirogálico 0,025 mg/mL

Pesaram-se 50 mg de ácido pirogálico (padrão primário) em balança analítica modelo ACCULAB (Sartorius, Alemanha). O material foi dissolvido e o volume ajustado com água destilada. Em seguida, uma alíquota de 5 mL foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, cujo volume foi completado com água destilada. Após homogeneização, obtendo-se a solução padrão com concentração de 0,025 mg/mL.

3.3.2 Preparação da curva de calibração

Foram utilizados nove balões volumétricos de 50 mL. O primeiro foi rotulado como Branco, cinco como soluções padrão e três contendo as amostras. As quantidades de reagentes e amostras utilizadas estão descritas na Tabela 1, sendo os volumes completados com água destilada.

Tabela 1- Preparação das soluções para a curva de calibração.

Nº	C(mg/mL)	Água (mL)	SP (mL)	SM (mL)	RFC (mL)	SCS (mL)
1	Branco	10	0	0	2	2
2	0,025	10	1	1	2	2
3	0,050	10	2	2	2	2
4	0,075	10	3	3	2	2
5	0,100	10	4	4	2	2
6	0,125	10	5	5	2	2
7	Amostra 1	10	0	3	2	2
8	Amostra 2	10	0	3	2	2
9	Amostra 3	10	0	3	2	2

Legenda: C- concentração; SP- solução padrão de ácido pirogálico 0,025 mg/mL; SM- solução de amostra; RFC- reagente de Folin Ciocalteu; SCS- solução de carbonato de sódio a 20%.

Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

3.3.3 Preparação da amostra

Foi transferido 1 g do extrato para um balão de 100 mL, dissolvendo-se completando o conteúdo e completando o volume com água destilada. Em seguida, retirou-se uma alíquota de 5 mL, a qual foi diluída para 100 mL em outro balão volumétrico. Essa solução foi utilizada na preparação das amostras descrita na Tabela 1.

A escolha do método de Folin-Ciocalteu nesta etapa se deve à sua reconhecida eficácia na quantificação de compostos fenólicos em matrizes vegetais, sendo largamente utilizada em estudos que visam à caracterização química e à avaliação do potencial antioxidante de extratos naturais. Sua aplicação permite estimar, com precisão e sensibilidade, o conteúdo total de substâncias fenólicas presentes na amostra analisada.

3.3.4 Determinação dos Polifenóis totais em porcentagem

Foram realizadas as leituras de absorvância do branco, das soluções padrão e da amostra, a 760 nm, com o uso de um espectrofotômetro de Absorção Atômica (Quimis, AA6300, Shimadzu). A curva de calibração foi construída com base nas concentrações padrão, e sua aquação foi determinada por ajuste linear utilizando o método dos mínimos quadrados.⁵

Com base na equação obtida, foi possível interpolar o valor da absorvância da amostra, estimando-se a respectiva concentração de polifenóis totais. A análise foi conduzida em triplicate, visando reduzir erros aleatórios e assegurar a consistência dos dados. A porcentagem dos fenóis totais (FT) foi calculada empregando-se a seguinte expressão:

$$\% \text{ FT} = C(x) \times 100$$

⁵O método dos mínimos quadrados é uma técnica estatística aplicada para ajustar uma reta aos dados experimentais, minimizando os desvios entre os valores medidos e os estimados. Utilizado nesta pesquisa para estabelecer a equação da curva de calibração a partir das leituras de absorvância.

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE LARVICIDA

4.1 OBTENÇÃO DAS LARVAS

As larvas de *Aedes aegypti* (cepas Macapá e Rockefeller) e de *Culex quinquefasciatus* foram mantidas no Laboratório de Arthropoda da Universidade Federal do Amapá (ARTHROLAB) a partir de ovos da geração F₉, selecionando-se exclusivamente larvas no 4º estágio jovem para evitar que atingissem o estágio de pupa durante os experimentos. As colônias foram mantidas em condições padronizadas (aproximadamente 25 ± 2°C, 75 ± 5 % de umidade relativa e fotoperíodo de 12 horas) em uma sala de 3 m x 4 m, em conformidade com protocolos recomendados pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 1970, 1980, 1984) e literatura de entomologia tropical.

4.2 DESENHO EXPERIMENTAL PARA O ENSAIO BIOLÓGICO

Para a realização do ensaio biológico, testaram-se inicialmente concentrações do extrato equivalentes a 10, 20, 30, 40 e 50 ppm. O extrato demonstrou elevada atividade larvicida, atingindo 100 % de mortalidade em poucas horas. Diante desse resultado, optou-se pela adoção de concentrações significativamente mais baixas, visando permitir uma melhor avaliação da sensibilidade larval e a posterior estimativa dos parâmetros letais (CL₅₀ e CL₉₀). As concentrações foram definidas de acordo com a resposta de cada espécie, sendo que as larvas de *Culex quinquefasciatus* apresentaram maior sensibilidade ao extrato, exigindo diluições ainda mais menores. As concentrações finais utilizadas para cada cepa foram as seguintes:

- *Aedes aegypti* Rockefeller: 1,05; 1,57; 2,10 e 2,62 ppm
- *Aedes aegypti* Macapá: 1,57; 2,62 e 3,67 ppm
- *Culex quinquefasciatus* Macapá: 0,26; 0,52; 0,79 e 1,05 ppm

Os bioensaios foram realizados em béqueres de vidro (Figura 3) com capacidade para 100 ml. Em cada um deles, foram adicionados 80 ml de água destilada, seguidos das concentrações previamente determinadas do extrato. A solução foi agitada para homogeneização e, em seguida, as larvas foram introduzidas nos respectivos grupos experimentais. Após a inserção das larvas, o volume foi completado para 100 ml com água destilada.

As leituras de mortalidade foram realizadas nos períodos de 3, 6, 24 e 48h, após a exposição das larvas às soluções. A contagem dos indivíduos mortos foi realizada com base na ausência total de movimentos, mesmo após estimulação externa exaustiva do recipiente com o auxílio de pipetas Pasteur.

Figura 3. Bioensaios realizados com as larvas de mosquitos



Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

Para cada ensaio, empregou-se um grupo controle contendo apenas água destilada e uma quantidade de etanol a 70%, correspondente ao volume em microlitros (μL) da maior concentração de extrato empregada. Os grupos experimentais corresponderam a cada uma das concentrações testadas para as diferentes espécies, conforme anteriormente mencionado, somando-se ao grupo controle. Em todos os grupos, foram utilizadas 20 larvas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

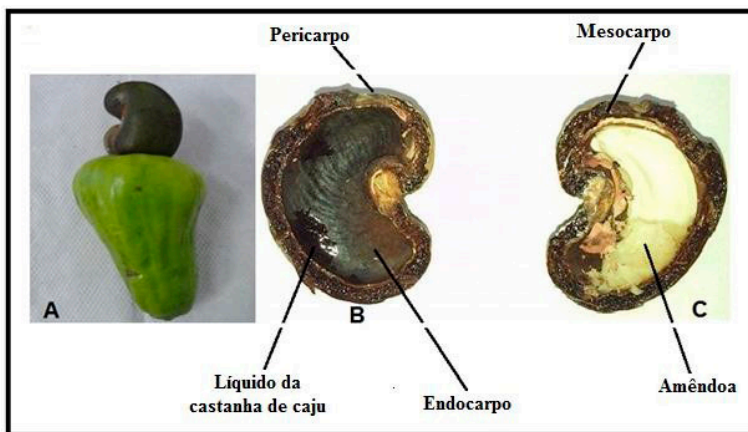
Para determinar os valores de CL₅₀ da atividade larvícida do extrato hidroalcólico de caju foi realizada uma análise Probit⁶. Além do efeito da substância testada, avaliou-se se a mortalidade observada era dependente do tempo de exposição das larvas ao extrato. Para isso, foi realizada uma comparação entre as análises de regressão das variáveis mortalidade versus concentração nos tempos de 24 e 48 horas. Considerou-se um efeito estatisticamente significativo quando $p < 0,05$. O processamento dos dados foi realizado utilizando-se o software Statgraphic Centurium XXV.1 (StatEase Co. MA. USA).

5.1 CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DO EXTRATO HIDROALCÓOLICO 70% DA CASCA DA CASTANHA DE CAJU

Considerando-se a revisão bibliográfica realizada, não foram encontradas referências na literatura científica que descrevam a obtenção de extrato hidroalcólico a 70% utilizando especificamente a casca da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.). A Figura 4 ilustra a castanha de caju seccionada transversalmente, evidenciando a porção empregada na preparação do referido extrato. Observa-se a presença do líquido oleoso procedente da casca, o LCC, atualmente o constituinte mais investigado dessa espécie vegetal em virtude de seu potencial bioativo.

⁶Optou-se pela análise Probit por ser um modelo estatístico muito utilizado na determinação da concentração letal capaz de provocar a morte de 50% das larvas expostas (CL₅₀), especialmente por ajustar adequadamente os dados de vida ou morte em função da dose ou concentração aplicada.

Figura 4 - Fruto e pseudofruto (A). Constituintes da castanha de caju (B e C)



Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

5.1.1 Características organolépticas

A Figura 5 apresenta a aparência do extrato hidroalcolólico 70% obtido a partir da casca de castanha de caju. O extrato apresentou odor característico, distinto daquele normalmente associado ao líquido da Castanha de caju (LCC). Em termos visuais, exibiu aspecto translúcido, homogêneo e coloração marrom-escura, sem a presença de partículas em suspensão.

Figura 5 - Amostra do extrato hidroalcolólico 70% da casca da castanha de caju demonstrando a cor marrom-escura.



Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

5.1.2 Propriedades físico-químicas

A análise físico-química preliminar realizada com o extrato hidroalcoólico 70% da casca da castanha de caju está apresentada na Tabela 2. Na presente análise, o valor de densidade foi de $0,910 \pm 0,001$ g/mL. Aremu e Akinwumi (2014) reportam valores de 0,909 g/mL para LCC e 0,913 g/mL para o óleo extraído da amêndoa de caju. Outros estudos indicam densidades de aproximadamente 0,500 g/mL para o óleo da amêndoa.

Akinhanmi e Akintokun (2008) evidenciaram densidade de 0,962 g/mL para o óleo da castanha, e, em estudo comparativo entre castanhas de espécies brasileiras e africanas, observaram valores de 0,941 g/mL e 0,924 g/mL, respectivamente. É importante ressaltar que esses produtos são, em sua maioria, de natureza oleosa, obtidos a partir do aquecimento da parte da castanha com maior concentração lipídica.

A variabilidade nas propriedades dos extratos, além da possibilidade de influência de fatores externos, pode indicar das diferenças no produto em função dos métodos utilizados.

Tabela 2 - Características físico-químicas preliminares do extrato hidroalcoólico da casca da castanha de caju.

Propriedades	Unidade	Média+ DP
Densidade 20°C	g/mL	$0,910 \pm 0,001$
pH (1mL em 15 mL AD)	-	$5,08 \pm 0,03$
Cinzas	%	$1,17 \pm 0,01$
Resíduo de Evaporação	%	$10,49 \pm 0,17$
Polifenóis totais	%	$5,52 \pm 0,001$

Nota: AD = água destilada; DP = desvio padrão.

Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

O pH obtido para o extrato foi de $5,08 \pm 0,03$, indicando acidez da solução. Esse valor é mais ácido que os relatados por Idah *et al.* (2014) que obtiveram pHs de 6,28 e 6,68 para LCC da casca da castanha e para o óleo da amêndoa de caju, respectivamente.

O LCC é obtido basicamente pelo aquecimento da castanha e retirada do produto, enquanto o extrato hidroalcoólico a 70% da casca da castanha de caju possibilita maior interação com a casca, preenchendo

seus poros da mesma e facilitando a extração de outros componentes, como polifenóis, flavonoides e ácidos fenólicos, que contribuem para a acidez do extrato.

Aremu e Akinwumi (2014) obtiveram valores de 5,7 (método Soxhlet) e 5,2 (método mecânico) para o óleo da amêndoa de caju. O vapor d'água pode arrastar outros compostos da casca que, da mesma forma, aumentam o conteúdo ácido desse extrato.

Quanto ao teor de cinzas, foi encontrado valor de $1,17 \pm 0,01$ %. Melo *et al.* (1998) verificaram 2,40% para castanhas cruas e 2,43% para as tostadas. Akinhanmi e Akintokun (2008) registraram valor de 2,8% para a castanha. Os autores acrescentaram também cinzas de LCC de duas variedades de castanhas, brasileira (1,2%) e africana (1,3%). Dessa forma, Aquino *et al.* (2011) demonstrou valores de 2,30% para castanhas com manchas e 2,81% para castanhas sem manchas. Aremu e Akintokun (2008) evidenciaram $3,73 \pm 0,1$ %. No que tange aos resíduos de evaporação, o valor obtido foi de $10,49 \pm 0,17$ %.

5.1.3 Avaliação da composição mineral

A Tabela 3 sumariza o teor mineral presente no extrato hidroalcoólico a 70% da casca da castanha de caju. O chumbo apresentou a concentração mais elevada ($0,1737 \pm 0,1169$ ppm), seguido, em ordem decrescente, por Magnésio ($0,7668 \pm 0,0618$ ppm), Ferro ($0,1022 \pm 0,0063$ ppm), Zinco ($0,0779 \pm 0,0169$ ppm), Cobre ($0,0275 \pm 0,0106$ ppm), Manganês ($0,0274 \pm 0,0063$ ppm), Cromo ($0,0121 \pm 0,0079$ ppm) e Cádmio ($0,0040 \pm 0,0013$ ppm).

O teor mineral da castanha de caju também foi demonstrado por Akinhanmi e Akintokun (2008). Alguns minerais encontrados por estes autores, como cálcio, sódio, fósforo e potássio, não foram detectados na presente pesquisa. A composição mineral das espécies, em geral, depende do solo onde as plantas crescem, das chuvas, da intensidade da luz solar, além das características intrínsecas do vegetal. Contudo, conhecer essa composição é fundamental, pois pode ser utilizada para comparar e identificar extratos preparados a partir de castanhas provenientes de diferentes regiões.

Tabela 3 - Composição mineral da casca da castanha de caju

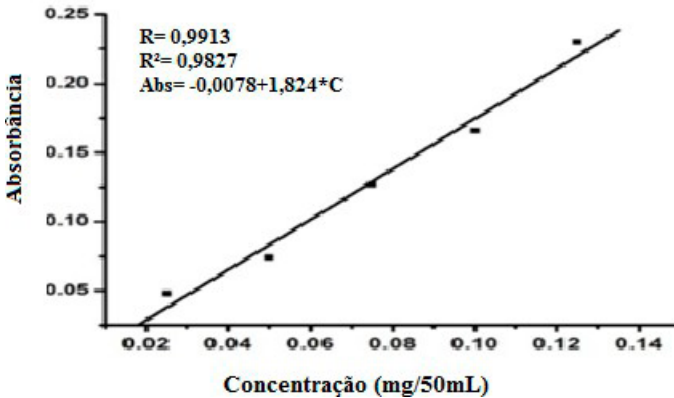
Nº	Elementos							
	Cd	Cr	Fe	Zn	Mn	Mg	Cu	Pb
1	0,0027	0,0150	0,1005	0,0966	0,0326	0,7915	0,0366	0,0947
2	0,0040	0,0181	0,0970	0,0629	0,0293	0,6965	0,0159	0,3079
3	0,0053	0,0031	0,1092	0,0802	0,0204	0,8124	0,0300	0,1184
X	0,0040	0,0121	0,1022	0,0799	0,0274	0,7668	0,0275	0,1737
DP	0,0013	0,0079	0,0063	0,0169	0,0063	0,0618	0,0106	0,1169

Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

5.1.4 Avaliação dos polifenóis

A determinação dos polifenóis totais foi realizada com o objetivo de caracterizar físico-quimicamente o extrato hidroalcolólico a 70% da casca da castanha de caju. A curva de calibração obtida durante essa análise é apresentada no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Curva de calibração ajustada para a determinação de polifenóis pelo método de Folin Ciocalteu



Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

O teor de polifenóis totais encontrado foi de $5,52 \pm 0,001\%$. Os valores encontrados para essa determinação estão representados na Figura 6. Os polifenóis têm demonstrado diversas atividades biológicas, destacando-se as propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, entre outras (Escalona *et al.*, 2013).

5.2 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE LARVICIDA DO EXTRATO HIDROALCÓOLICO 70% DA CASCA DA CASTANHA DE CAJU

5.2.1 Avaliação da influência do tempo de exposição na mortalidade da espécie *Culex quinquefasciatus*.

Os resultados obtidos para o extrato hidroalcólico a 70% da casca da castanha de caju foram comparados, prioritariamente, com estudos realizados com o líquido da castanha de caju (LCC), produto mais investigado dessa espécie. Até onde alcançou a revisão bibliográfica consultada, não foram encontrados relatos referentes ao extrato hidroalcólico a 70% da casca da castanha de caju; trata-se, portanto, de referência inaugural a esse produto.

Verificou-se que o extrato apresenta elevada atividade larvicida. Nas primeiras 3 a 6 horas de exposição das larvas às soluções com concentrações entre 10-50 ppm, observou-se mortalidade significativa, chegando a 100 % em alguns ensaios. Isto demonstra alta potência biocida. Por essa razão, nos experimentos posteriores, as concentrações foram reduzidas aos níveis avaliados nesta investigação.

Evidenciou-se um grande número de mortes larvais, com alta letalidade já nas primeiras 24 horas de exposição, restando poucas larvas vivas até o marco de 48 horas. Com o objetivo de avaliar se o tempo de exposição influenciaria a atividade larvicida observada, procedeu-se à comparação das análises de regressão entre mortalidade e concentração para os dois períodos avaliados (24 e 48 h). A Tabela 4 apresenta a análise estatística realizada para a espécie *Culex quinquefasciatus*.

Tabela 4 - Análise de regressão múltipla para comparação das linhas de regressão nos tempos de 24 e 48 horas para *Culex quinquefasciatus*.

Parâmetro	Estimado	Erro Padrão	Teste T	
			Estatística	p-valor
Constante	0.178049	0.187482	0.949691	0.3789
Concentração (C)	0.633493	0.29176	2.17128	0.0729
Tempo as 48h	0.152641	0.265139	0.575702	0.5857
Tempo*C as 48h	0.151449	0.412611	0.367049	0.7262

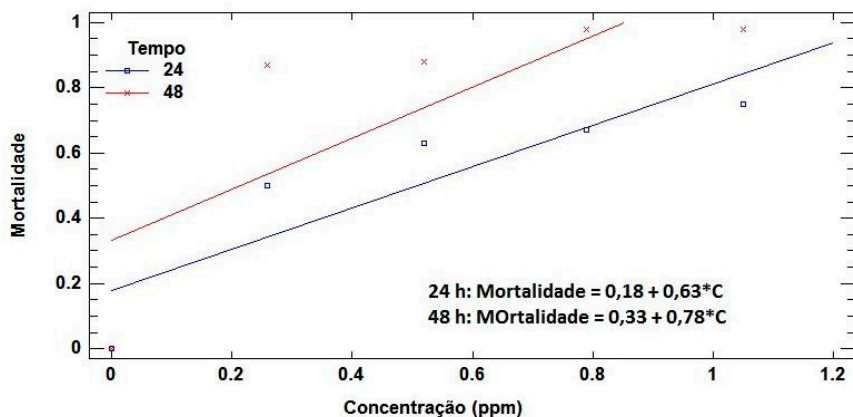
(*) Por

Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

De acordo com os dados apresentados na tabela 4, a magnitude dos p-valoros superiores a 0,05 para todos os parâmetros avaliados indica ausência de diferença estatisticamente significativa na mortalidade entre os tempos de 24 e 48 horas. Dessa forma, conclui-se que o tempo de exposição das larvas ao extrato hidroalcóolico da casca da castanha de caju não exerce influência relevante sobre a mortalidade observada. Assim, o efeito larvicida é atribuído exclusivamente à concentração do extrato utilizado.

O Gráfico 2 apresenta a ilustração ajustada para cada um dos tempos de exposição avaliados para a espécie *Culex quinquefasciatus*, incluindo as respectivas expressões de regressão. Ao analisar as curvas, observa-se que as expressões são equivalentes, uma vez que a diferença entre as interseções é proporcional à diferença entre as inclinações. Esse resultado permite o cálculo da CL_{50} utilizando-se qualquer uma das expressões obtidas.

Gráfico 2. Linha de regressão mortalidade *vs* concentração nos tempos 24 e 48 horas para espécie *Culex quinquefasciatus*



Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

5.2.2 Avaliação da atividade larvicida da espécie *Culex quinquefasciatus*

5.2.2.1 Determinação da CL50 para a espécie *Culex quinquefasciatus*

Os resultados da avaliação da atividade larvicida do extrato hidroalcoólico 70 % da casca da castanha de caju para a espécie *Culex quinquefasciatus* são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Representação dos valores da concentração e mortalidade nas 24 e 48 horas para a determinação da CL50 para a espécie *Culex quinquefasciatus*.

Grupo	C(ppm)	24 h		48 h	
		X	DP	X	DP
I	Controle	0.00	0.00	0.00	0.00
II	0.26	0.50	0.18	0.87	0.10
III	0.52	0.63	0.24	0.88	0.10
IV	0.79	0.67	0.14	0.98	0.03
V	1.05	0.75	0.09	0.98	0.03

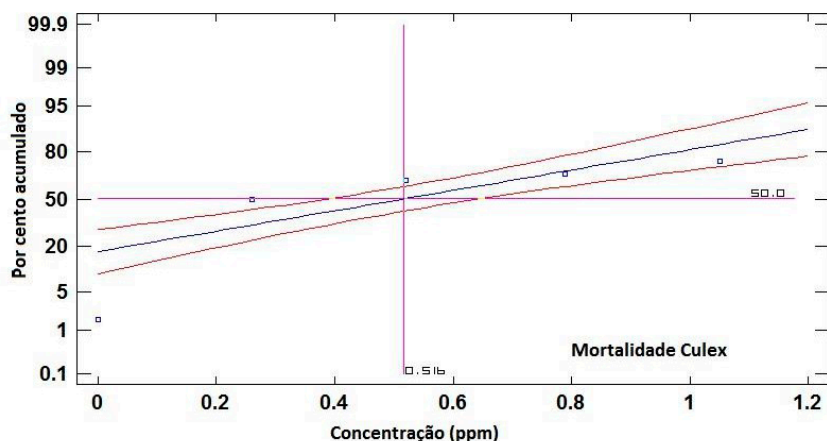
Nota: C, concentração; X, mortalidade em %; DP, desvio padrão

Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

A análise dos dados apresentados na Tabela 5 permitiu constatar que o extrato hidroalcoólico a 70% da casca da castanha de caju apresentou efetiva atividade larvicida. Observa-se que, em 24 horas, a menor taxa de mortalidade foi de 50%, enquanto a maior, registrada após 48 horas de exposição, foi de 98%.

Neste estudo, o extrato da casca da castanha de caju apresentou uma CL50 frente à espécie *Culex quinquefasciatus* igual a 0,52 ppm. O gráfico 3 demonstra a figura analítica gerada a partir da análise Probit, método estatístico utilizado para a determinação dessa concentração letal.

Gráfico 3. Determinação da CL50 para a espécie *Culex quinquefasciatus*



Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

O extrato hidroalcolólico a 70% da casca da castanha de caju causou mortalidade larval em uma concentração considerada baixa, de 0,52 ppm, quando comparada aos dados encontrados na literatura. Esse resultado indica que o extrato da espécie vegetal empregada apresenta elevada eficiência, uma vez que, mesmo em concentrações reduzidas, é capaz de provocar alto índice de mortalidade.

Os resultados das CL50 confirmam que o extrato da casca apresentou comportamento semelhante ao relatado por Shaalan *et al.* (2005), os quais afirmam que, em geral, as larvas do gênero *Culex* são mais suscetíveis a extratos botânicos com ação inseticida do que as larvas do gênero *Aedes*. O referido autor acrescenta que a menor CL50 descrita para um componente botânico foi de 0,004mg/L, correspondente a um constituinte da espécie vegetal *Piper nigrum*.

Boa atividade larvicida sobre *Culex quinquefasciatus* também foi observada por Fauziah *et al.* (2014), os quais demonstraram que essa espécie é suscetível a concentrações de 8 a 10,49 ppm de LCC, apresentando uma CL₅₀ 20,52 ppm.

Inúmeros estudos têm sido realizados acerca da atividade inseticida de compostos de origem botânica frente à espécie *Culex quinquefasciatus*; entretanto são escassas as pesquisas que abordam especificamente a atividade larvicida de *Anacardium occidentale* Linn. contra esse mosquito.

5.2.3 Avaliação da influência do tempo de exposição na mortalidade da espécie *Aedes aegypti* (linhagem Macapá)

A mesma análise foi realizada para a espécie *Aedes aegypti* Macapá. A Tabela 6 apresenta os resultados da análise estatística realizada. Da mesma forma, os valores de p para todos os parâmetros avaliados foram superiores a 0,05. Isso indica que não há diferença estatisticamente significativa na mortalidade entre os tempos de 24 e 48 horas para essa espécie.

Tabela 6 - Análise de regressão múltipla para comparação das linhas de regressão nos tempos de 24 e 48 horas para *Aedes aegypti* (linhagem Macapá).

Parâmetro	Estimado	Erro Padrão	Teste T	
			Estatística	P-Valor
CONSTANTE	0.186773	0.264336	0.706576	0.5188
Concentração (C)	0.150497	0.110722	1.35923	0.2457
Tempo=48	0.0267094	0.373827	0.0714486	0.9465
Tempo *C=48	0.117451	0.156585	0.750075	0.4949

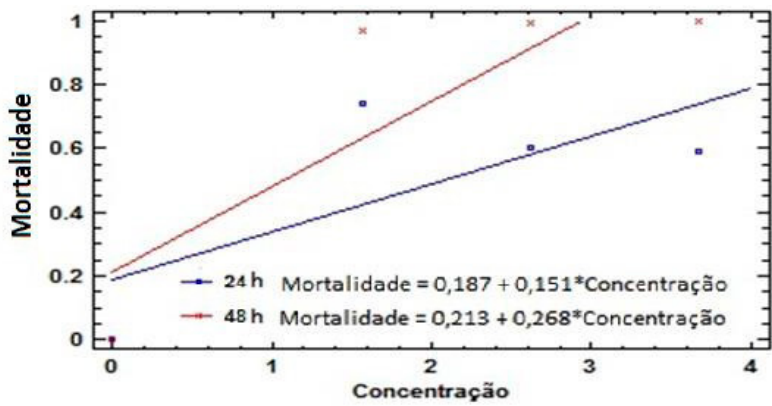
(*) Por

Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

A tabela 6 apresenta os valores ajustados para cada um dos tempos de exposição avaliados na espécie *Aedes aegypti* linhagem Macapá. Nela são exibidas, também, as respectivas expressões de regressão. Assim como ocorreu para *Culex*, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as linhas de regressão para os dois tempos avaliados, o que permite o cálculo da CL_{50} utilizando-se qualquer uma das expressões obtidas.

O Gráfico 4 mostra a figura ajustada para os dois tempos de exposição avaliados na espécie *Aedes aegypti* linhagem Macapá. Nele, observam-se expressões de regressão correspondentes, que se apresentam idênticas. Tal fato reforça a possibilidade de cálculo da CL_{50} com base em qualquer uma das equações ajustadas.

Gráfico 4 - Linha de regressão mortalidade *vs* concentração e os tempos 24 e 48 horas para a espécie *Aedes aegypti* Macapá.



Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

5.2.4 Avaliação da atividade larvicida para a espécie *Aedes aegypti* (linhagem Macapá)

5.2.4.1 Determinação da CL50 para a espécie *Aedes aegypti* (linhagem Macapá)

Os resultados da avaliação da atividade larvicida do extrato hidroal-cólico a 70% da casca da castanha de caju para a espécie *Aedes aegypti* (linhagem Macapá) são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Valores de concentração e mortalidade às 24 e 48 horas para determinação da CL50 na espécie *Aedes aegypti* (linhagem Macapá).

Grupo	C(ppm)	24 h		48 h	
		X	DP	X	DP
I	Controle	0.00	0.00	0.00	0.00
II	1.57	0.74	0.08	0.97	0.06
III	2.62	0.60	0.38	0.99	0.02
IV	3.67	0.59	0.42	1.00	0

Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

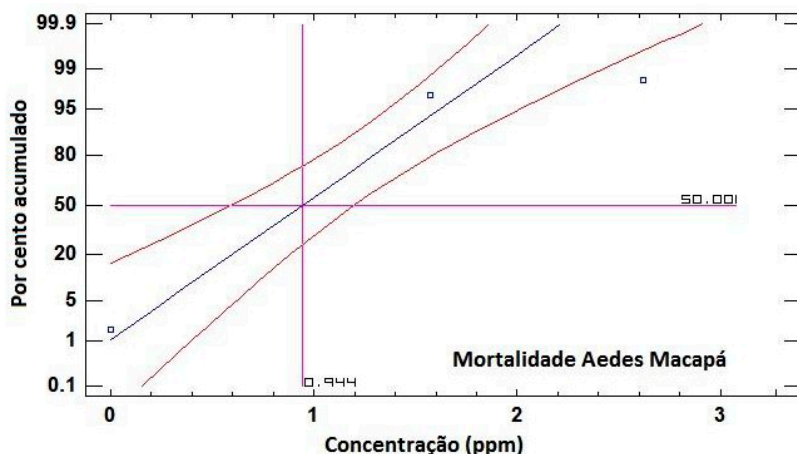
A análise dos dados da tabela anterior permitiu verificar que o extrato hidroalcólico a 70% da casca da castanha de caju proporcionou efetiva atividade larvicida. A tabela 7 mostra que a menor porcentagem de mortalidade de 59 % em 24h, enquanto a maior foi de 100% em 48 horas, evidenciando alto índice de mortalidade, independentemente do tempo de exposição. Além disso, observa-se que a concentração de 3,67 ppm foi capaz de provocar 100% de mortalidade em larvas de *Aedes* (linhagem Macapá).

Esses resultados são corroborados por estudos anteriores, como os de Mukhapahyay *et al.* (2010), Farias *et al.* (2009) e Lomonaco *et al.* (2009), que também demonstram excelente atividade larvicida associada à espécie *A. occidentale*.

Para tanto, Mukhapahyay *et al.* (2010) demonstraram que as concentrações de 12 ppm e 19 ppm de LCC provocaram alta e idêntica taxa de mortalidade (98,5%) em larvas de *Aedes aegypti*, quando expostas a essas concentrações.

A CL50 determinada para o extrato da casca da castanha de caju frente à espécie *Aedes aegypti* (linhagem Macapá) foi de 0,94 ppm. O desenho analítico gerado por meio da análise Probit para definição desse valor é representado no Gráfico 5, mostrando a concentração estimada capaz de causar 50% de mortalidade nas larvas da referida linhagem do mosquito.

Gráfico 5_ Determinação da CL50 para a espécie *Aedes aegypti* (linhagem Macapá)



Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

Estudo realizado por Porto *et al.* (2013) demonstrou que tanto o LCC recém-produzido quanto aquele submetido ao resfriamento a 4° C por seis meses causaram mortalidade em torno de 70% em larvas de *A. aegypti*, mesmo em diluições de até 0,1 mg. mL⁻¹. A CL50 do produto recém-produzido e do armazenado sob congelamento variou de 0,07 mg. mL⁻¹ a 0,009 mg. mL⁻¹, demonstrando a toxicidade do LCC extraído do cajueiro.

O estudo conduzido por Tripathy *et al.* (2011) revelou atividade larvicida da planta *Anacardium occidentale* Linn sobre três espécies de mosquitos, dentre elas *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus*, relatando valores de CL50 de 27,82 ppm e 11,68 ppm, respectivamente.

Também Guissoni *et al.* (2013) relatou o resultado promissor das concentrações letais do líquido da castanha de caju sobre larvas de *A. aegypti* que foram de 6,55-ppm para o CL50 e 10,98 ppm para o CL90.

5.2.5 Avaliação da influência do tempo de exposição na mortalidade para a espécie *Aedes aegypti* (linhagem Rockefeller)

Diferentemente do que acontece com as larvas do gênero *Culex* e *Aedes* (linhagem Macapá), para esta espécie o tempo de exposição das larvas ao extrato apresentou diferenças estatísticas significativas (p valor <0,05; Tabela 8). Isto significa dizer que a mortalidade das larvas para esta espécie, além da influência da concentração, foi influenciada pelo tempo que estas permaneceram expostas ao extrato.

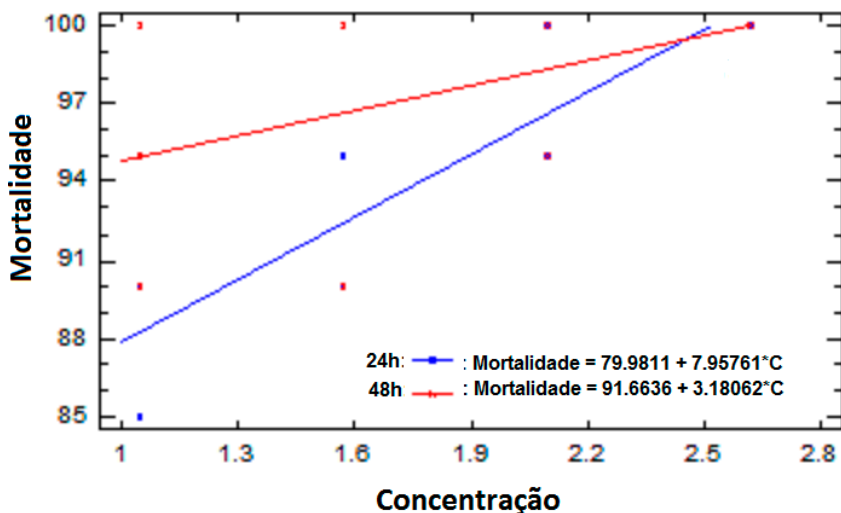
Tabela 8 - Análise de regressão múltipla para a comparação das linhas de regressão para os tempos 24 e 48 horas para *Aedes aegypti* Linhagem Rockefeller

Parâmetro	Estimado	Erro padrão	Teste T	
			Estatística	p-valor
CONSTANTE	79.9811	2.96705	26.9564	0.0000
Concentração	7.95761	1.54032	5.1662	0.0000
Tempo as 48h	11.6824	4.19604	2.78416	0.0115
C*Tempo as 48h	-4.77699	2.17834	-2.19295	0.0403

C, concentração; (*) Por

Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

Gráfico 6_ Linha de regressão mortalidade *vs* concentração às 24 e 48 horas para a espécie *Aedes aegypti* (linhagem Rockefeller).



Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

O Gráfico 6 representa as linhas de regressão ajustadas para os tempos avaliados. Além disto, a figura evidencia as expressões matemáticas de cada uma delas. Como pode se observar, as linhas de regressão cortam-se num ponto do gráfico. Isto é indicativo de que acontece uma brusca mudança da inclinação de uma das curvas, como consequência, provavelmente de outro fator externo, neste caso o tempo de exposição das larvas de *Aedes aegypti* (linhagem Rockefeller) à substância tóxica e à concentração têm interferência sobre a mortalidade.

5.2.6 Avaliação da atividade larvica para a espécie *Aedes aegypti* (linhagem Rockefeller)

5.2.6.1 Determinação da CL50 para a espécie *Aedes aegypti* (linhagem Rockefeller)

Na tabela 9 estão apresentados os resultados obtidos no ensaio de atividade larvica do extrato hidroalcólico da casca de castanha de caju.

Tabela 9 - Representação dos valores da concentração e mortalidade nas 24 e 48 horas para a determinação da CL50 para a espécie *Aedes aegypti* (linhagem Rockefeller).

Grupo	C(ppm)	24 h		48 h	
		X	DP	X	DP
I	Controle	0,00	0,00	0,00	0,00
II	1,05	0,88	0,03	0,95	0,05
III	1,57	0,92	0,03	0,97	0,06
IV	2,10	0,98	0,03	0,98	0,03
V	2,62	0,95	0,09	1,00	0,00

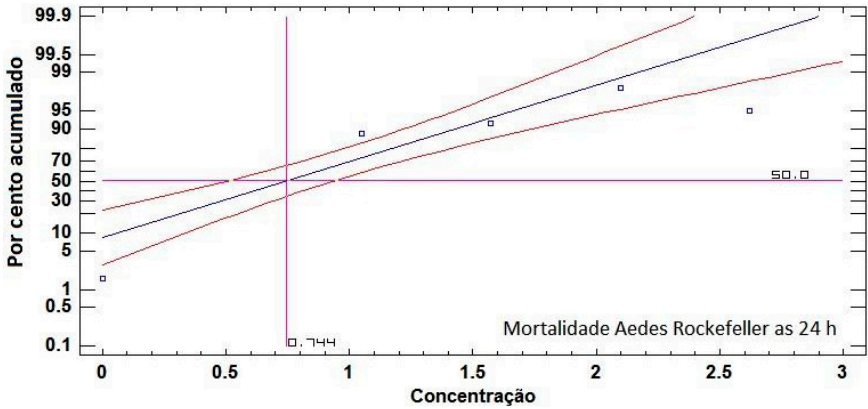
Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

Evidenciou-se que a concentração que causou a menor mortalidade foi em torno de 88% dentro das 24h, bem como a de maior mortalidade foi de 100% no período das 48 de exposição ao extrato. Esses dados confirmam que o extrato apresentou efetividade frente as larvas de *Aedes aegypti* (linhagem Rockefeller) provocando índices superiores a 50% de letalidade. Também, a concentração que provocou 100% de mortalidade foi de 2,62 ppm.

Nota-se a suscetibilidade desta linhagem diante da baixa concentração do extrato da castanha de caju, demonstrando este apresentar propriedades larvicidas consideráveis.

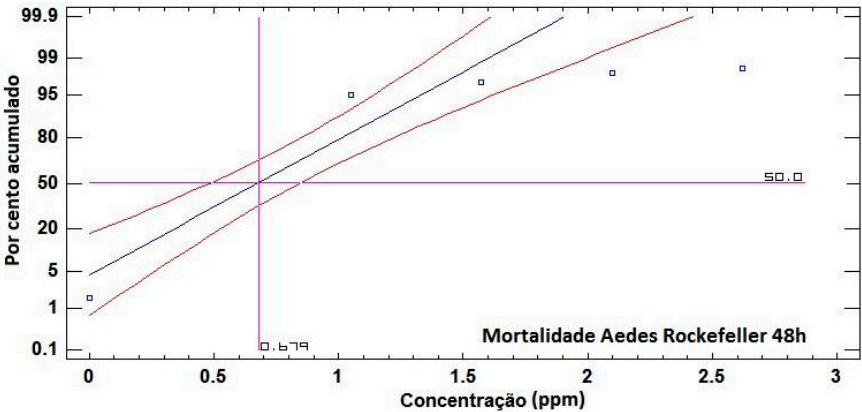
Como foi mencionado anteriormente, foram encontradas diferenças estatísticas significativas (p valor <0,05; Tabela 9), da mortalidade das larvas para esta espécie, para os dos tempos de exposição avaliados. Portanto, foram calculados valores da CL50 para 24 e 48 horas, pois para efeitos práticos, esse valor pode ser importante. Em seguida, apresentam-se os gráficos obtidos da análise Probit para a determinação da CL50 nas 24 horas (gráfico 7) e nas 48 horas (gráfico 8). Neste estudo a CL50 foi de 0,74 ppm para as 24 horas e 0,68 ppm para as 48 horas.

Gráfico 7 - Determinação da CL50 para a espécie *Aedes aegypti* (linhagem Rockefeller) no período de 24 horas.



Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

Gráfico 8 - Determinação da CL50 para a espécie *Aedes aegypti* (linhagem Rockefeller) no período de 48 horas.



Fonte: LPFar/UNIFAP (2014).

De um modo geral, todas as concentrações letais das espécies aqui estudadas são bem menores que as encontradas por Guissoni *et al.* (2011), Lomonaco *et al.* (2009) e Porto *et al.* (2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo, desenvolvido no curso de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), que se dedicou à avaliação do potencial larvicida do extrato hidroalcoólico de *Anacardium occidentale* Linn (popularmente conhecida como juqueira) contra insetos vetores de doenças endêmicas, como *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus*, transmissores da dengue.

A pesquisa destaca o empenho da autora em colaborar com a busca por alternativas sustentáveis aos inseticidas químicos, que podem favorecer a resistência dos insetos e causar danos ambientais. O uso de plantas medicinais, como a Junqueira, surge como uma opção promissora devido às suas propriedades anti-inflamatórias e antibacterianas, provenientes de compostos como polifenóis, taninos e flavonoides.

O trabalho compreendeu a elaboração e caracterização do extrato hidroalcoólico a 70% de casca da castanha de *Anacardium occidentale*, conhecida com caju, seguida da avaliação de sua atividade larvicida. A coleta dos frutos foi realizada em um sítio no município de Macapá, estado do Amapá. A separação da casca da castanha foi feita manualmente, e o extrato foi preparado utilizando uma proporção de 3 ml de álcool 70% para cada grama de casca, agitado diariamente por três dias e, posteriormente, decantado e filtrado.

A caracterização físico-química do extrato hidroalcoólico incluiu a determinação do Ph, cinzas totais, resíduo de evaporação e polifenóis totais. As análises foram conduzidas no Laboratório de Pesquisa em Fármacos da UNIFAP, seguindo as normas do Instituto Adolfo Lutz. A avaliação dos polifenóis totais foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica, com a construção de uma curva de calibração para determinar a concentração na amostra.

Os bioensaios para avaliar a atividade larvicida foram realizados com larvas de *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus*, utilizando diferentes concentrações do extrato hidroalcoólico. As leituras de mortalidade foram verificadas em intervalos de três, seis, 24 e 48 horas após a exposição das larvas às soluções. A análise dos dados foi realizada por meio de análise

Probit para determinar os valores de CL_{50} e verificar a dependência do tempo de contato das larvas com o extrato.

Os resultados demonstraram que o extrato hidroalcoólico a 70% da casca da castanha de *Anacardium occidentale* possui atividade larvicida promissora contra as espécies avaliadas. A CL_{50} para *Culex quinquefasciatus* foi de 0,52 ppm, para *Aedes aegypti* (linhagem Macapá) foi de 0,94 ppm e para *Aedes aegypti* (linhagem Rockefeller) foi de 0,74 ppm (24 horas) e 0,68 ppm (48 horas). Portanto, *Anacardium occidentale* apresenta potencial para ser utilizado no controle de larvas de mosquitos, especialmente em áreas de cultivo pequeno, como hortas.

Espera-se que os resultados obtidos possam contribuir para o desenvolvimento de novas estratégias de controle de vetores mais sustentáveis e ambientalmente seguras.

REFERÊNCIAS

- ACIOLE, S.D.G. **Avaliação da Atividade Inseticida dos Óleos Essenciais das Plantas Amazônicas Annonaceae, Boraginaceae e de Mata Atlântica Myrtaceae como Alternativa de Controle às Larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae)**. 2009. 86p. Dissertação (Biologia Humana e Ambiente). Universidade de Lisboa. Faculdade de Ciências. Departamento de Biologia Animal, Lisboa, 2009.
- AGRA, M. F.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Synopsis of the plants Known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 1, p. 114-140, 2007.
- AKINHANMI, T.F.; AKINTOKUN, P.O. Chemical Composition and Physicochemical Properties of Cashew Nut (*Anacardium occidentale*) Oil and Cashew nut Shell Liquid. **Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences**, Nigeria, v. 2, n. 1, 2008.
- ALCÂNTARA, S.R.; ALMEIDA, F.A.C.; SILVA, F.L.H.; GOMES, J.P. Isotermas de adsorção do pedúnculo seco do caju. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 13, n. 1, p. 81-87, 2009.
- ALVES, S.N.; TIBÚRCIO, J.D.; MELO, A.L. Suscetibilidade de larvas de *Culex quinquefasciatus* a diferentes inseticidas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 44, n.4, p. 486-489, jul -ag. 2011.
- AREMU, M.O.; AKINWUMI, O.D. Extraction, Compositional and Physicochemical Characteristics of Cashew (*Anacardim occidentale*) Nuts Reject Oil. **Asian Journal of Applied Science and Engineering**, Nigeria, v. 3, n. 3, Ag. 2014.
- BARRETO, M.L.; TEIXEIRA, M. G. L. C. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 64, dez. 2008.
- BARRETO, C.F. *Aedes aegypti*- Resistência aos inseticidas químicos e as novas alternativas de controle. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, Goiás, v. 1, n. 2, p.62-73, nov. 2005.
- BRASIL. Fundação Nacional da Saúde. Ministério da Saúde. **Dengue: instruções para pessoal de combate ao vetor**: Manual de normas técnicas. 3.ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD)**: diretrizes, instruções e recomendações. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 158 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).
- BRASIL.Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Secretaria de Atenção Básica. Dengue, Esquistossomose, Hanseníase, Malária, Tracoma e Tuberculose. **Cadernos de Atenção Básica**, n. 21. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.
- BRASIL.Ministério da Saúde. **Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009a.

BRASIL.Ministério da saúde. **Guia de vigilância epidemiológica e eliminação da filariose linfática**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009b.

BRASIL.Ministério da Saúde. **Guia de Vigilância do *Culex quinquefasciatus***. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doenças Infecciosas e Parasitárias**: guia de bolso. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

BRANDÃO, M. G. L.; COSENZA, G. P.; MOREIRA, R. A.; MONTE-MOR, R. L. M. Plantas medicinais e outros produtos botânicos da Farmacopéia Brasileira. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16. n. 3, p. 408-420, 2006.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: Histórico do controle no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 16. n. 2, p. 113-8, abr.-jun. 2007.

CATÃO, R. de C. **Dengue no Brasil**: abordagem geográfica na escala nacional. São Paulo: cultura acadêmica, 2012.

CAVALCA, P.A.M.; LOLIS, M.I.G.A.; REIS, B.; BONATO, C.M. Homeopathic and larvicide effect of *Eucalyptus cinérea* essential oil against *Aedes aegypti*. **Brazilian Archives Biology and Technology**, Curitiba, PR, v.53, n. 4, July/Aug. 2010.

CHABI, S.K.; SINA, H.; ADUOKONOU-SAGBADJA, H.; AHOTON, L.E.; ROKO, G.O.; SAIDOU, A.; ADÉOTI, K.; AHANCHEDE, A.; BABA-MOUSSA, L. Antimicrobial activity of *Anacardium occidentale* L. leaves and barks extracts on pathogenic bacteria. **African Journal of Microbiology Research**, France, 2014.

CHAVES, M. H.; CITÓ, A.M.G.L.; LOPES, J. A. D. L.; COSTA, D. A.; OLIVEIRA, C. A. A.; COSTA A.F.; JÚNIOR, E.M.B. Fenóis totais, Atividade antioxidante e constituintes químicos de extrato de *Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Terezina, Piauí, v. 20, n. 1, p. 106-112, jan. /març. 2010.

CONSOLI, R. A. G. B.; LOURENÇO-DE -OLIVEIRA, R. **Principais mosquitos de importância sanitaria no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994. 228 p.

CORREIA, S.J. DAVID, J.P.; DAVID, J.M. Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1287-1300, 2006.

CORRÊA, M. Pio. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926. (6 vol.).

CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. G. Natural products (secondary metabolites). In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (eds.) **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville, MD: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 1250-1318.

CRUZ, I. **Manejo da resistência de insetos-praga a inseticidas, com ênfase em *Spodoptera frugiperda***. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 24 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 22).

CUNHA, M.L.D.M. **Ensaios Toxicológicos dermais, pré-clínicos e clínicos Fase I, com o hidrogel do extrato alcoólico das cascas do caule de *Anacardium occidentale* Linn.** 2011. 96 f. Dissertação (Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos). Universidade Federal da Paraíba. Centro de ciências da Saúde, João Pessoa, 2011.

DEQUECH, S.T.B.; SAUSEN, C.D.; LIMA, C.G.; EGEWARTH, R. Efeito de extratos de plantas com atividade inseticida no controle de *Microteca ochroleoma* Stal (Col.: Chrysomelidae), em laboratório. **Revista Biotemas**, Santa Maria, RS, v.21, n.1, p.41-46, març. 2008.

DEWICK, P. M. **Medicinal natural products: a biosynthetic approach**. 3 ed. Chichester, UK: Wiley, 2009. p. ISBN 978-0470-74167-2.

DOSS, V.A.; THANGAVEL, K.P. Antioxidant and antimicrobial activity using different extracts of *Anacardium occidentale* L. **International Journal of Applied Biology and pharmaceutical Technology**, Chennai, v. 2, n. 3, July-Sep. 2011.

ELETRONORTE (Brasil). Cenários sócio- energéticos da Amazônia 2000-2020. [S.I.:s.n.], 2001.

ESCALONA, J.C.; PEREZ, R.R.; URDANETA, L.E.; MORRIS, Q.H.; CAMACHO, M.; RODRIGUEZ, A.J.R.; SIERRA, G.G.; Role of poliphenols in the antimicrobial activity of etanol Tamarindos indica L fluid extract, BLACPMA, v. 12, n. 5, p. 516-522, 2013.

FARIAS, D.F.; CAVALHEIRO, M.; VIANA, S.M.; DE LIMA, G.P.G.; BEZERRA, L.C.B.B.R.; RICARO, N.M.; CARVALHO, A.F.U. Insecticidal action of sodim anacardate from Brazilian cashew liquid against *aedes aegypti*. **Journal of the American Mosquito Control Association**, Fortaleza, Ceará, v. 25, n. 3, Sep. 2009.

FAUZIAH, R.S.; SUDARSONO; MULYANINGSIH, B. Larvicidal activity of the mixture of cashew nut shell liquid (CNSL) and aqueous extract of *Sapindus rarak* DC against larvae of *Culex quinquefasciatus*. **Biology, Medicine & Natural Product Chemistry**, v. 3, n. 1, p. 23-26, 2014.

FELIU, D. A. **Análise de Terpenóides de espécies de *Croton* sect. *Lampro croton* (Mull. Arg.) Pax. (Euphorbiaceae)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

FILHO, J.F.S.; DINIZ, M.F.F.M.; HIGINO, J.S.; BARBOSA, R.G.; RODRIGUES, L.T.D.; FERNANDES, C.M.; ARAÚJO, G.D.S. Estudo de Toxicologia Clínica de um Fitoterápico obtido a partir de um Extrato Etanólico Bruto da casca de *Anacardium occidentale* Linn, em Voluntários Saudáveis. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, Recife, PE, v. 14, n. 1, p. 65-74, 2010.

FLINT, M. L.; VAN DEN BOSCH, R. **Introduction to Integrated Pest Management**. New York: Plenum Press, 1981.

FURTADO, R.F.; LIMA, M.G.A.; NETO, M.A.; BEZERRA, J.N.S.; SILVA, M.G.V. Atividade Larvicida de Óleos Essenciais Contra *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). **Neotropical Entomology**, Fortaleza, CE, v.34, n.5, p.843-847, 2005.

FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ. Ministério da Saúde. **Rede de Ações Integradas de Atenção à Saúde no Controle da Dengue**, Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2013.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Ministério da Saúde. In vivo. **Filariose Linfática**, Rio de Janeiro: Fiocruz, 2015.

GARCEZ, W.S.; GARCEZ, F. R.; SILVA, L.M.G.E.; SARMENTO, U.C. Substâncias de Origem Vegetal com Atividade Larvicida Contra *Aedes aegypti*. **Revista Virtual de Química**, Mato Grosso do Sul, v.5, n. 3, p.363-393, maio-jun. 2013.

GOMATHI, P. P.; SIVAMANIS, S. Extraction of resin from agro-industrial wastes. **Innovare Journal of engineering e technology**, Chennai, v. 2, n. 1, 2014.

GUISSONI, A.C.P.; SILVA, I.G.; GERIS, R.; CUNHA, L.C.; SILVA, H.H.G. Atividade Larvicida de *Anacardium occidentale* como alternativa ao controle de *Aedes aegypti* e sua toxicidade em *Ratus norvegicus*. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Campinas, v. 15, n. 3, p. 363-367, 2013.

IADH, P. A.; IMOLOGIE, S. I.; MOHAMMED, M. A. Extraction and characterization of cashew nut (*Anacardium occidentale*) oil and cashew shell liquid oil. **Academic Research International**, v.5, n. 3, p. 50-54, maio 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4ª edição, São Paulo: IMESP, 2008. p.1020.

KATHRINA, P.; ANTÔNIO, A. Modo de ação de inseticidas botânicos: princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. [Local de publicação desconhecido], 2004.

LARANJA, A.T.; MANZATO, A.J.; BICUDO, H.E.M.C. Cafféine effect on mortality and oviposition in successive generations of *Aedes aegypti*. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.40, n.6, Dec. 2006.

LIMA, M.G.A.; MAIA, I.C.C.; SOUSA, B.D.; MORAIS, S.M.; FREITAS, S.M. Effect of stalk and leaf extracts from Euphorbiaceae species on *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) larvae. **Rev. Inst. Med. Trop.**, São Paulo, v.48, n.4, July/Aug. 2006.

LOMONACO, D.; SANTIAGO, G.M.P.; FERREIRA, Y.S.; ARRIAGA, A.M.C.; MAZZETTO, S.E.; MELLE, G.; VASAPOLLO, G. Estudo do LCC técnico e seus principais constituintes como novos larvicidas naturais. **32ª Reunião Anual da sociedade brasileira de química**, Ceará, 2009.

LUNA, J. E. D.; MARTINS, M. F.; DOS ANJOS, A. F.; KUWABARA, E. F.; NAVARRO-SILVA, M. A. **Revista Saúde Pública**, Curitiba, PR, v. 38, n. 6, p.842-843, 2004.

MARTINEZ-TORRES, M. E. **Dengue hemorrágico em crianças**: editorial. Havana: José Marti, 1990. 180 p.

MATTOS, D.; MOTA, S.; DREYER, G. Aspectos da realidade social de crianças e adolescentes atendidos em serviço de referência para Filariose Bancroftiana, Recife, Estado de Pernambuco. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Recife, Pernambuco, v. 41, n.1, p.29-35, jan-fev, 2008.

MAZZETTO, S.E.; LOMONACO, D.; MELE, G. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 372-741, 2009.

MELO, M.L.P.; MAIA, G.A.; SILVA, A.P.V.; OLIVEIRA, G.S.F.; FIGUEIREDO, R.W. Caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) crua e tostada. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, 1998.

MENDES, R.M.B. **Obtenção e caracterização de biofilmes à base dos polímeros naturais:**

pectina e goma do cajueiro com perspectivas de uso em processos de cicatrização. 2013. Dissertação (Ciências Farmacêuticas). Universidade Federal do Piauí, Piauí, Terezina, 2013.

MENEZES, E.L.A. **Inseticidas Botânicos: Seus Princípios Ativos, Modo de Ação e Uso Agrícola**. Seropédica, Rio de Janeiro: Embrapa Agrobiologia, 2005.

MONTANARI, R.M. **Composição química e atividades biológicas dos óleos essenciais de espécie de Anacardiaceae, Siparunaceae e Verbenaceae**. 159f. Tese (*Doctor Scientiae*). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

MONTEIRO, F.M.F. **Avaliação do Tratamento Tópico de lesões Cutâneas com Filmes obtidos do polissacarídeo da Goma do Cajueiro (*Anacardium occidentale* L.)**. 163f. 2006. Doutorado (Ciência Veterinária). Universidade federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; INNECO, R.; *et al.* Physical characteristics of cashew apples for fresh fruit market. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 537-540, 2001.

MORAIS, A.C.S. **Desenvolvimento, otimização e aceitabilidade de extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale*)**. 113f. Dissertação (Ciência e tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2009.

MUKHOPADHYAY, A.K.; HATI, A.K.; TAMIZHARASU, W.; BABU, P.S. Larvicidal properties of cashew nut shell liquid (*Anacardium occidentale* L.) on immature stages of two mosquito species. **Journal Vector Borne Diseases**, v. 47, p. 257-260, 2010.

NNAMANI, C.V.; OSAYI, E.E.; ATAMA, C.I.; NWACHUKWU, C. Larvicidal effects of leaf, bark and nutshell of *Anacardium occidentale* on the larvae of *Anopheles gambiae* in Ebonyi state, Nigeria. **Animal research International**, Ebonyi, Nigeria, v. 8, n. 1, p. 1353- 1358, 2011.

OLAJIDE, O. A.; ADEROGBA, M. A.; ADEDAPO, A. D.; MAKINDE, J. M. **Effects of *Anacardium occidentale* stem bark extract on in vivo inflammatory models**. Journal of Ethnopharmacology, v. 95, n. 1, p. 139-142, 2004.

PAIVA, F. F.; GARRUTTI, D. S.; SILVA NETO, R. M. **Aproveitamento industrial do caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 85 p.

PINTO, A. C.; REZENDE, C. M.; GARCEZ, F. R.; EPIFÂNIO, R. A. An overview of the Brazilian natural product community. **Química Nova**, v. 26, n. 6, p. 966-971, 2003.

PORTO, K.R.A.; ROEL, A. R.; SILVA, M. M.; COELHO, R. M.; SCHELEDER, E. J. D.; JELLER, A. H. Atividade Larvídica do Óleo de *Anacardium humile* Saint Hill sobre *Aedes*

aegypti (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Campo Grande, MS, 41(6):586-589, nov-dez, 2008.

PORTO, K.R.A.; ROEL, A.R.; MACHADO, A.A.; CARDOSO, C.A.L.; SEVERINO, E.; OLIVERIRA, J.M. Atividade inseticida do líquido da castanha de caju sobre larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 419-422, out-dez. 2013.

RAFAEL, M.S.; HEREIRE-ROJAS, W.J.; ROPER, J.J.; NUNOMURA, S.M.; TADEI, W.P. Potential Control of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) with *Piper aduncum* L. (Piperaceae) extrates demonstrated by chromosomal biomarkers and toxic effects on interphase nuclei. **Genetics and molecular research**, Manaus, AM, v.7, n.3, p.772-781, 2008.

RAJESH KANNAN, V.; SUMATHI, C.S.; BALASUBRAMANIAN, V.; RAMESH, N. Elementary Chemical Profiling and Antifungal Properties of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Nuts. **Botany Research International**, Índia, v. 2, n. 4, p. 253-257, 2009.

ROEL, A. R. Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, v.1, n.2, p. 43-50, 2001.

RODRIGUEZ, H. C.; LAGUNES, A. T. Plantas com propriedades inseticidas: resultados de pruebas experimentales em laboratorio, campo y granos almacenados. **Revista Agroproductividad (Monte Cillo)**. V. 1, p. 17-25, 1992.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. Superintendência de Vigilância em Saúde. Diretoria de Vigilância Epidemiológica- DIVE. **Guia de Orientação para Treinamento de Técnicos de Laboratório de Entomologia**, Santa Catarina, 2008.

SANTOS, N. P.; PINTO, A. C. “A mata é sua farmácia”- A pesquisa de plantas brasileiras para o combate de doenças tropicais no século XIX. **Revista virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 4, n.2, p.162-172, 2012.

SHAALAN, E.A-S., CANYON, D., MOHAMED, W.F.Y., ABDELWAHAB, H. e ABDEL-HAMID, M. A review of botanical phytochemicals with mosquitocidal potential. **Environment International**, v. 31, n. 8, p.1149-1166, Oct. 2005.

SILVA, Heloisa Helena.G.; SILVA, Ionizete Garcia. Influência do período de quiescência dos ovos sobre o ciclo de vida de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) em condições de laboratório. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, vol. 32, n.4, p.349-355, 1999.

SILVA, A. C.; ALMEIDA, V. S. Usos terapêuticos de plantas medicinais na região Nordeste do Brasil: um enfoque etnobotânico. **Revista Brasileira de Plantas medicinais**, Botucatu, v. 15, n. 2, p. 238-245, 2013.

SIMAS, N.K.; LIMA, E.C.; CONCEIÇÃO, S.R.; KUSTER, R.M.; FILHO, A.M.O.; LAGE, C.L.S. Produtos Naturais para o Controle da Transmissão da Dengue- Atividade Larvicida de *Myroxylon balsamum* (Óleo Vermelho) e de Terpenóides e Fenil propanóides. **Química Nova**, Rio de Janeiro, vol. 27, n.1, p.46-49, 2004.

SOUZA, Vinicius Castro; LORENZI, Harri. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas da flora brasileira**, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005.

Statgraphic Centurium XXV.1 (StatEase Co. MA. USA).

TRIPATHY, A.; SAMANTA, L.; DAS, S.; PARIDA, S.K.; MARAI, N.; HAZRA, R.K.; MALLAVDANI, U.V.; KAR, S.K.; MAHAPATRA, N. **Journal of Medical Entomology**, v. 48, n. 2, p. 291-295, 2011.

UKWENYA, V.O.; ASHAOLU, J.O.; ADEYEMI, A.O; AKINOLA, O.A.; CAXTON-MARTINS, E.A. Antihyperglycemic activities of methanolic leaf extract of *Anacardium occidentale* (Linn.) on the pancreas of streptozotocin-induced diabetic rats. **Jornal of Cell and Animal Biology**, v.6, n. 11, p. 169-174, 2012.

VAN DEN BOSCH, R. **The pesticide conspiracy**. New York: Doubleday, 1978.

WHO. Insecticide resistance and vector control. **World Health Organization Technical Reports Series**. 443. 53p. 1970.

WHO. Resistance of vectors of disease to pesticides. **Technical Report Series** 655. Geneva. 48p. 1980

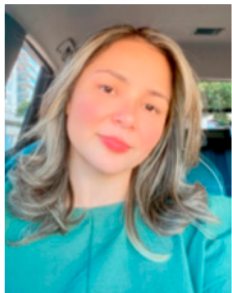
WHO. **Chemical methods for the control of arthropod vectors and pests of public health importance**, Geneva, 108p. 1984.

WHO. **Report of a WHO technical working group meeting on dengue prevention and control**, Geneva, Switzerland, 6p. 2012.

WHO. **Dengue Control**. World Health Organization Technical, Geneva. 2013. Disponível em: <<http://www.who.int/denguecontrol/en/index.html>>. Acesso em: 10 jul.2013.

SOBRE A AUTORA

MIRIAM DOS SANTOS MAGALHÃES



Mestra em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Especialista em Saúde Coletiva (UNINTER). Especialista em Enfermagem Cirúrgica (CORE/SESA). Especialista em Terapia Intensiva (FACINTER/IBPEX). Licenciada Plena e Bacharel em Enfermagem (UNIFAP).

E-mail: miriansantosmagalhaes@yahoo.com.br

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5033319183781570>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ação anti-inflamatória 11
Ação inseticida 17, 49
Ácido anacárdico 13, 15
Aedes 9–10, 19–26, 30, 39, 49–58
Aedes aegypti 9–10, 20–23, 25–26, 30, 39, 50–58
Álcool 33, 57
Amapá 33–34, 39, 57
Amazônia 9
Amêndoa 13, 15, 33, 43–44
Anacardiaceae 12, 14, 20
Anacardium occidentale 11–14, 20, 22, 41, 49, 53, 57–58
Angola 12
Antialimentares 17
Arbovírus 18
Asma 13
Atividade larvicida 9, 11, 16, 19–22, 39, 41, 46, 48–49, 51–54, 57–58

B

Biodiversidade 9
Bioensaios 40, 57
Brasil 9–10, 12, 14, 16, 20, 23, 25–33

C

Caju 11, 13, 15, 20–21, 33–36, 41–49, 51–55, 57
Cajueiro 11–15, 21, 53
Casca 11–13, 15, 21, 33–36, 41–49, 51–52, 54, 57–58
Castanha de caju 11, 13, 15, 20–21, 33–36, 41–49, 51–55
Cinzas totais 35, 57
CL50 41, 48–49, 51–56, 58
Cólicas intestinais 12
Composição mineral 36, 44–45
Compostos fenólicos 38
Contaminação 10, 22
Controle de pragas 16
Cor 34, 42

Culex quinquefasciatus

10–11, 22, 29–30, 39, 46–49, 53, 57–58
Cutícula 17

D

Dengue 9, 19, 22, 25–26, 28–29, 57
Densidade relativa 34–35
Determinação da cl50 48–49, 51–52, 54–56

E

Elefantíase 10, 25, 29–31
Ensaio biológico 39
Epidemias 9–10, 23, 26, 29
Espectrofotometria 57
Extração 44
Extrato hidroalcoólico 34–36, 41, 57–58

F

Família anacardiaceae 12, 14, 20
Farmacologia 16
Fármacos 34, 57
Fenóis totais (FT) 38
Filariose bancroftiana 10
Fitoquímicos 21
Flavonoides 14, 44, 57
Floresta Amazônica 9

G

Goma do cajueiro 15

I

Inseticidas 9–11, 16–18, 20–24, 57
Inseticidas sintéticos 11, 22

L

Laboratório 34, 39, 57
Larvas de mosquitos 40, 58
Larvicida 9, 11, 16, 19–22, 39, 41, 46–49, 51–54, 57–58
Linhagem Macapá 50–53, 58
Linhagem Rockefeller 53–56, 58
Linhas de regressão 46, 50, 53–54

Lipídios fenólicos 14–15

Líquido da castanha de caju (LCC) 11, 13, 15, 20–21, 42, 46, 53

M

Macapá 33, 39, 50–53, 57–58
Madeira 15
Medicina popular 12
Meio ambiente 10, 18, 20, 22
Metabólitos secundários 18
Mortalidade 9, 21, 39–41, 46–55, 57
Mosquitos 9, 11, 19, 21–23, 30, 40, 53, 58

O

Odor 34, 42
Organofosforados 9, 23–24

P

Pasteur 40
Película 13
pH 35, 43, 57
Pipetas 40
Plantas medicinais 9, 16, 57
Polifenóis 11, 37–38, 44–45, 57
Potencial bioativo 18, 41
Probit 41, 48, 52, 55, 58
Propriedades farmacológicas 11, 14
Pseudofruto 13, 33, 42
Pupa 26–27, 30, 39

R

Recife 10, 32
Repelente 17, 19
Resíduos 22, 44
Resistência de insetos 23

S

Solos 12
Sustentabilidade 24

T

Taninos 11, 57
Toxicidade 11, 15, 18, 20–21, 53

Tratamento 9, 12, 14, 28

U

UNIFAP 33–34, 37, 40,
42–43, 45–57

Universidade Federal do

Amapá 34, 39, 57

V

Vacinas 9

Vetores 10–11, 16, 18, 20,
23–24, 30, 57–58

Vírus 9, 19, 25–26

W

Wuchereria bancrofti 10, 30



Este livro foi composto pela Editora Bagai.



www.editorabagai.com.br



[/editorabagai](https://www.instagram.com/editorabagai)



[/editorabagai](https://www.facebook.com/editorabagai)



contato@editorabagai.com.br