



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

BÁRBARA DA SILVA LIMA

**INTERVENÇÕES UTILIZADAS PARA O CONTROLE DO MOSQUITO *Aedes*
aegypti NA TRANSMISSÃO DE ARBOVIROSES NO BRASIL**

**CAMPINA GRANDE
2022**

BÁRBARA DA SILVA LIMA

INTERVENÇÕES UTILIZADAS PARA O CONTROLE DO MOSQUITO *Aedes aegypti* NA TRANSMISSÃO DE ARBOVIROSES NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado à Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Entomologia

Orientador: Prof. Dr. Walter Fabrício Silva Martins

Coorientadora: Profa. Dra. Carla de Lima Bicho

**CAMPINA GRANDE - PB
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L732i Lima, Bárbara da Silva.
Intervenções utilizadas para o controle do mosquito *Aedes aegypti* na transmissão de arboviroses no Brasil [manuscrito] / Bárbara da Silva Lima. - 2022.
29 p.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2022.
"Orientação : Prof. Dr. Walter Fabrício Silva Martins ,
Coordenação de Curso de Biologia - CCBS."
"Coorientação: Profa. Dra. Carla de Lima Bicho ,
Coordenação de Curso de Biologia - CCBS."
1. Culicícinæ. 2. Vetor biológico. 3. Arbovírus. 4. *Aedes aegypti*. I. Título

21. ed. CDD 614.4

BÁRBARA DA SILVA LIMA

INTERVENÇÕES UTILIZADAS PARA O CONTROLE DO MOSQUITO *Aedes aegypti* NA TRANSMISSÃO DE ARBOVIROSES NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Entomologia

Aprovada em: 11/08/2022.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Carla de Lima Bicho (co-orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Shirley Rangel Germano
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Professora Bióloga - UEPB
Profa. Dra. Michelle Garcia da Silva
mat. 625636-9
Instituto Federal da Paraíba (UEPB)

À minha mãe, por me incentivar a conquistar
tudo aquilo que disseram que eu não podia,
DEDICO.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Critérios de pesquisa, inclusão e exclusão de literatura segundo o fluxograma PRISMA.....	12
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Termos utilizados na pesquisa bibliográfica.....	11
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Métodos mecânicos utilizados no controle do <i>Aedes aegypti</i> (Diptera, Culicidae)	15
Quadro 2 -	Métodos biológicos utilizados no controle do <i>Aedes aegypti</i> (Diptera, Culicidae)	18
Quadro 3 -	Métodos químicos utilizados no controle do <i>Aedes aegypti</i> (Diptera, Culicidae)	21
Quadro 4 -	Abordagem social para controle do <i>Aedes aegypti</i> (Diptera, Culicidae)	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	MATERIAL E MÉTODOS	10
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
3.1	<i>Controle Mecânico.....</i>	<i>13</i>
3.2	<i>Controle Biológico.....</i>	<i>16</i>
3.3	<i>Controle Químico.....</i>	<i>19</i>
3.4	<i>Compartilhamento de Informações.....</i>	<i>22</i>
4.	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	25

INTERVENÇÕES UTILIZADAS PARA O CONTROLE DO MOSQUITO *Aedes aegypti* NA TRANSMISSÃO DE ARBOVIROSES NO BRASIL

INTERVENTIONS USED TO CONTROL *Aedes aegypti* MOSQUITO IN ARBOVIROSIS TRANSMISSION IN BRAZIL

Bárbara da Silva Lima*

RESUMO

De acordo com dados divulgados pelo Ministério da Saúde em 2020, no Brasil, a incidência de dengue correspondeu a 80% do total de casos registrados nas Américas em 2019 com pouco mais de 1.5 milhões. Essa crescente expansão nas epidemias de arboviroses pode ter resultado de vários fatores, entre eles a ausência de antivirais específicos ou vacinas. Assim, a principal forma disponível para mitigar a transmissão destas doenças tem como base o controle de seus vetores. Diante disso, se faz necessário agregar evidências através de levantamento bibliográfico pertinente às pesquisas-ações utilizadas no território nacional para identificar as intervenções de controle utilizadas na redução da densidade populacional do mosquito vetor *Aedes aegypti* e/ou na prevalência de arboviroses. Desse modo, a presente revisão objetivou sintetizar evidências disponíveis na literatura sobre essas intervenções através de coleta de dados em três diferentes bancos de pesquisa online, incluindo Google Scholar, Scielo e Web of Science, utilizando o uso de palavras-chaves em inglês, português e espanhol que nortearam e filtraram a pesquisa. 38 artigos foram selecionados e recuperados de acordo com a recomendação PRISMA, comparando as 12 principais estratégias identificadas para controle do mosquito. Após isso, destacou-se que os métodos avaliados são promissores e seus efeitos podem ser maximizados quando em associação. A Gravid Trap, uma adaptação da Ovitampa, roupas e telas impregnadas com inseticidas ou óleos essenciais e o uso de tecnologias como drones para realização de um mapeamento de risco podem contribuir para um controle mais eficaz do vetor.

Palavras-chave: culicinae; vetor biológico; arbovírus; manejo.

ABSTRACT

According to the data revealed by the Ministry of Health in 2020, in Brazil, the dengue incidence corresponded to 80% of all reported cases in the American Continent in 2019, around 1.5 millions. This increasing spread of arboviruses epidemics may have results due to several factors, including absence of specific antivirals or vaccines. Thus, the main available way to mitigate transmission of these diseases is based on the control of their vectors. Therefore, it is necessary to rise evidence through bibliographic survey pertinent to action-research used in national territory to identify the interventions of control used to reduce *Aedes aegypti* populational density and/or arboviruses burden. Thus, this review aimed to synthesize available evidence in the literature about these interventions through the data collection in three different online research platforms, including Google Scholar, Scielo and Web of Science, using keywords in english, portuguese and spanish which guided and filtered the research. 38 academic articles were selected and recovered according to the PRISMA recommendation, comparing the 12 main mosquito control strategies identified. After that, the evaluated methods which were highlighted are promising and their effects can be maximized

when they are applied together. The Gravid Trap, an Ovitrap adaptation, clothes and screens impregnated with insecticides or essential oils and the use of technologies such as drones to the conduct a risk mapping that could contribute to a more effective control of the vector.

Keywords: culicinae; biological vector; arbovirus; management.

*Aluna de Graduação em Ciências Biológicas na Universidade Estadual da Paraíba – *Campus I*

Email: barbara.lima@aluno.uepb.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A dengue (DENV), a febre amarela (YFV), a chikungunya (CHIKV) e a zika (ZIKV) são as principais arboviroses que acometem a população mundial, tendo as duas últimas como protagonistas devido ao surgimento recente em novas regiões geográficas (WEAVER *et al.*, 2018). No entanto, apesar dessa classificação ser utilizada para diferentes tipos de vírus, atualmente, tem sido usada para designar as doenças transmitidas por intermédio de mosquitos vetores, como *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae), que, de acordo com Prada e colaboradores (2019), estão em evidência no Brasil.

Esses vetores, fazem parte da ordem Diptera (do grego di = duas e pteron = asas, devido às asas posteriores serem modificadas em forma de halteres e funcionarem apenas como estabilizadores de voo) (EMBRAPA, 2012), e da família Culicidae Meigen, 1830, que está dividida em 37 gêneros ou 95 considerando gêneros e subgêneros e aproximadamente 3.700 espécies (DE ALMEIDA *et al.*, 2011).

Em virtude das características ambientais, climáticas e sociais que favorecem a proliferação do mosquito vetor, as arboviroses têm sido vistas como um problema de saúde pública devido aos surtos epidêmicos registrados anualmente (PESSOA, 2018).

O gênero *Aedes* apresenta elevada taxa de reprodução e dispersão, podendo utilizar os mais variados tipos de locais que possam acumular água para a deposição de ovos e crescimento de larvas e pupas, sendo, portanto, bem adaptados aos ambientes urbanos e suburbanos (PEREIRA FILHO *et al.*, 2021).

A rápida proliferação dessas arboviroses no território brasileiro, favorecida pelas condições típicas de países tropicais (temperatura elevada, clima quente, intensa radiação solar), faz com que surtos ocorram todos os anos e, por isso, o controle do mosquito vetor do gênero *Aedes* torna-se uma prioridade. Os principais meios de controle utilizados no Brasil são o Controle Mecânico e o Químico, adotados no país a partir do Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) criado em 2002. No entanto, sabe-se desde então que o mosquito desenvolveu mecanismos de resistência a vários inseticidas químicos, fazendo com que o seu controle se tornasse desafiador.

Através de um consenso internacional é possível dividir os 365 dias do ano em 52 ou 53 semanas epidemiológicas, o que constitui o chamado calendário epidemiológico. Por meio dessa metodologia é possível comparar diretamente eventos epidemiológicos que ocorrem em um determinado ano, ou parte dele, com os ocorridos em anos anteriores. A comparação, inclusive, pode ocorrer entre países (PAHO, 2009).

Dessa forma, na América Latina, no período de 2010 a 2014, foram notificados entre 1 e 2 milhões de casos de dengue por ano (FERNÁNDEZ-SALAS *et al.*, 2015). O Brasil, que é responsável por 80% dos casos de dengue nas Américas, registrou, até a semana

epidemiológica 52 de 2019, mais de 1 milhão e meio de casos, com destaque para os estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás, que concentraram 67,9% dos casos prováveis do país (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

Essa crescente e preocupante expansão das epidemias de arboviroses, especialmente em países tropicais, pode ser resultado das interações de múltiplos aspectos, tais como o crescimento urbano desordenado e o aumento do tráfego aéreo, que contribui para a disseminação do vírus. A falta de medidas de controle eficientes, como um manejo integrado, que visasse o controle físico e biológico associado à conscientização da população, são fatores que contribuem para a disseminação dessas doenças (GUBLER, 1998; KOH *et al.*, 2008).

O Instituto Butantan vem desenvolvendo uma vacina contra a dengue, que ainda se encontra em fase de testes, e não há outra vacina disponível à população na rede pública de saúde (BUTANTAN, 2022). Com isso, a principal forma disponível para reduzir a incidência e minimizar o impacto dessas doenças tem como base o controle de seus vetores. Dentre as estratégias, o uso de inseticidas químicos para o controle de adultos ou larvas é o principal método utilizado atualmente. No entanto, o uso indiscriminado e por longos períodos dessas substâncias tem resultado no aumento de populações resistentes aos inseticidas preconizados pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2013).

O controle da forma adulta de *A. aegypti* por pulverização com organofosforados (OP), também conhecido como tratamento perifocal, é uma medida adotada na rotina do PNCD. Contudo, desde 2014 houve a substituição dessa classe por reguladores de crescimento de insetos (IGRs), como pyriproxyfen, que veio como alternativa à resistência evidente causada pelo uso de OP – particularmente o temefós – e com o objetivo de alcançar maior vulnerabilidade da fase larval (GUARDA *et al.*, 2016).

Ano após ano, é registrado o crescimento de notificações e confirmações de casos de dengue em todas as regiões do Brasil. O estado da Paraíba foi classificado como o segundo da região Nordeste a apresentar a maior incidência da dengue já em 2018 (BRASIL, 2018). Conforme boletim publicado pela Secretaria de Estado da Saúde da Paraíba (SES-PB), em julho de 2021 foram registrados 6.982 casos prováveis de dengue, 4.413 de chikungunya e 718 da doença aguda causada pelo vírus zika, indicando um aumento de, respectivamente, 53%, 331% e 239% em relação ao mesmo período de 2020. Tais dados colocam o estado em situação de alerta para surto dessas arboviroses.

Levando-se em consideração o aumento de notificação de arboviroses no estado da Paraíba, bem como em todo o território nacional, e a falta de vacinas ou antivirais licenciados para a prevenção e o tratamento dessas doenças, e, finalmente, o fato do controle dessas arboviroses ser feito basicamente pelo controle ao vetor, é urgente e necessário agregar evidências através de levantamento bibliográfico pertinente às pesquisas-ações utilizadas no território nacional para identificar o impacto dessas intervenções, seja no tocante de redução da densidade populacional do mosquito vetor e/ou na prevalência de arboviroses.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou registrar as publicações que reportem estratégias e tecnologias utilizadas para o controle vetorial em nível nacional, identificando os artigos que descrevam redução da transmissão de arboviroses, mediante as intervenções de controle. Foram adotados critérios de inclusão e exclusão para sintetizar essas intervenções, bem como classificar os métodos de controle do vetor utilizados e/ou que estão em fase de desenvolvimento, comparando-os quanto à sua funcionalidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Crítérios de pesquisa, inclusão e exclusão de literatura

Para esta revisão, os dados foram coletados em três diferentes bancos disponíveis para pesquisa on-line, sendo eles o Google Scholar, o Scielo e o Web of Science. Os

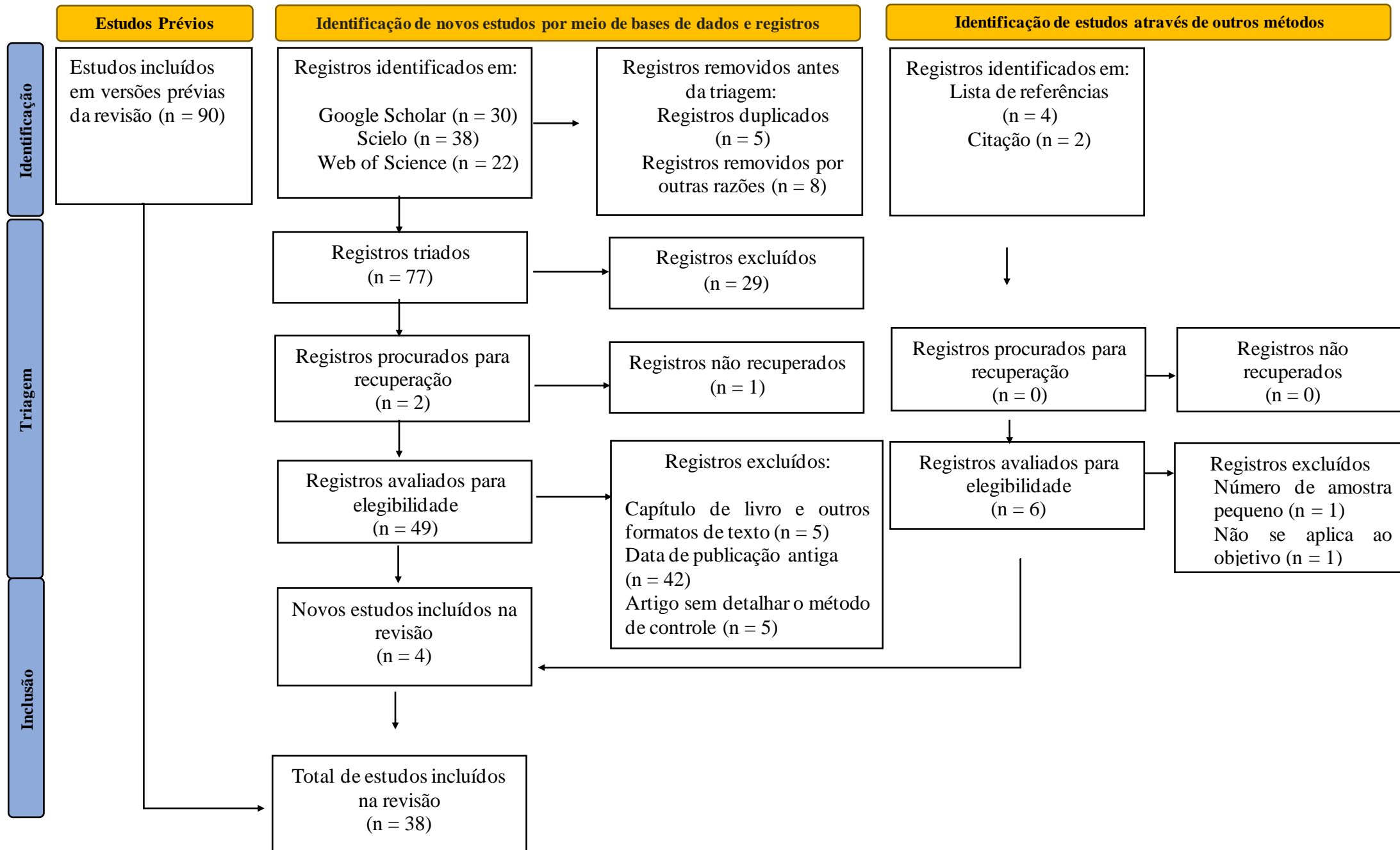
principais termos usados na pesquisa bibliográfica incluem o cruzamento das palavras-chave nos idiomas português, inglês e espanhol, como demonstrado na Tabela 1.

PORTUGUÊS	INGLÊS	ESPAÑHOL
<i>Aedes</i> AND Inseticidas	<i>Aedes</i> AND Insecticides	<i>Aedes</i> AND Insecticidas
<i>Aedes</i> AND Métodos de Controle	<i>Aedes</i> AND Control Methods	<i>Aedes</i> AND Métodos de Control
<i>Aedes</i> AND Controle Químico	<i>Aedes</i> AND Chemical Control	<i>Aedes</i> AND Control Químico
<i>Aedes</i> AND Controle Biológico	<i>Aedes</i> AND Biological Control	<i>Aedes</i> AND Control Biológico
<i>Aedes</i> AND Controle Mecânico	<i>Aedes</i> AND Mechanical control	<i>Aedes</i> AND Control Mecanico
<i>Aedes</i> AND Arboviroses AND Métodos de controle	<i>Aedes</i> AND Arboviruses AND Control Methods	<i>Aedes</i> AND Arbovirus AND Métodos de Control

Tabela 1 – Termos utilizados na pesquisa bibliográfica

Os critérios de inclusão/exclusão dos artigos foram estabelecidos através da recomendação PRISMA, que, de acordo com Galvão *et al.* (2015), consistem em um *checklist* com 27 itens e um fluxograma com quatro etapas, no qual o seu principal objetivo é ajudar os autores a melhorarem o relato de revisões sistemáticas e meta-análises. Sabendo disso, somente trabalhos com foco específico com delineamento do tipo caso-controle, cujos dados seguiram avaliados e comparados antes e depois da intervenção, foram escolhidos na análise final. Havendo restrição quanto à data de publicação, coletou-se um total de 90 artigos, com data de publicação entre 2015 e 2019, incluindo 30 da plataforma Google scholar, 38 do Scielo e 22 da Web of Science, sendo incluídos apenas os trabalhos disponíveis nos três idiomas escolhidos para este estudo, conforme demonstrado na Figura 1. Como critérios de exclusão, foram desconsiderados livros, capítulos de livros, editoriais, dentre outros formatos de textos, priorizando artigos científicos, devido à sua linguagem objetiva que possibilita uma leitura e análise precisa.

Figura 1 – Critérios de pesquisa, inclusão e exclusão de literatura segundo o fluxograma PRISMA.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo 8.511.000 km² de extensão territorial e um clima predominantemente tropical, o Brasil tem condição climáticas ideal para a ocorrência de arboviroses. Isso porque propicia, através de seu clima, temperatura e pluviosidade, a existência dos vetores *A. aegypti* e do *A. Albopictus*, ambos considerados ameaças à saúde pública do país graças ao seu papel na transmissão dos vírus da dengue, zika e, a mais recente delas, a chikungunya, que juntas correspondem às principais arboviroses transmitidas por esses mosquitos (LOPES, 2014).

Com números crescentes de casos de dengue, nos anos 1990 o Ministério da Saúde colocou em prática o Plano de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa), que teve seu insucesso no início dos anos 2000, fazendo com que o governo desistisse de promover sua erradicação, passando a apostar no controle do vetor (ZARA *et al.*, 2016). Seguindo esse conceito, foi implementado o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) em 2002, que pretendia reduzir a infestação vetorial, a incidência e a letalidade por febre hemorrágica da dengue (MOREIRA, 2018). Em 2009, o Ministério da Saúde lançou as Diretrizes Nacionais para Prevenção e Controle da Dengue, que tem como uma de suas funções atualizar as atribuições e competências dos Agentes Comunitários de Saúde (ACS) e dos Agentes de Controle de Endemias (ACE).

Apesar das Diretrizes Nacionais lançadas, é notória a crescente incidência de arboviroses associada à doença humana, sugerindo que as atuais medidas de controle do vetor são insuficientes, como destacado por Schmidt *et al.* (2017). Com isso, em resposta a esse problema, novas abordagens de controle vêm sendo desenvolvidas e testadas (MAFRA *et al.*, 2015)

As estratégias de controle do vetor podem ser separadas em três principais categorias: Controle Mecânico, Controle Biológico e Controle Químico, os quais abrangem uma série de procedimentos mitigatórios de arboviroses, podendo esse último controle estar intrinsecamente ligado à resistência do vetor (WERMELINGER *et al.*, 2018; VALLE *et al.*, 2019).

Dos 90 artigos científicos selecionados a partir dos bancos de dados supramencionados, apenas 38 atenderam aos critérios de inclusão e ao delineamento do presente estudo, e por isso, foram utilizados para constituir os Quadros 1, 2, 3 e 4. A seguir, serão comentadas as estratégias de controle do vetor que foram abordadas nos artigos incluídos na pesquisa.

3.1 Controle Mecânico

O controle mecânico consiste na adoção de práticas que atuem na eliminação do vetor e dos criadouros, ou que reduza o contato do mosquito com o homem, envolve a proteção, a eliminação ou a destinação adequada de criadouros, a drenagem de reservatórios e a instalação de telas em portas e janelas, método esse que pode ser facilmente executado por pessoas comuns, quando bem instruídas (ZARA *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2018; CIAPPONI *et al.*, 2019).

Como estratégia, o controle mecânico procura priorizar imóveis com grande quantidade de potenciais criadouros de formas imaturas do mosquito, que se mantém, principalmente, em pneus, caixas d'água, latas, garrafas e outros objetos que retenham água (BARBOSA *et al.*, 2019).

É importante ressaltar que existe uma ampla variedade de métodos de controle do tipo mecânico já descritos na literatura (além dos aqui mencionados), mas também há um

número considerável de novos métodos que estão sendo testados para contribuir com o controle do vetor *Aedes*.

Através da implantação de armadilhas, conhecidas como ovitrampas (DEPOLI *et al.*, 2016; DOS SANTOS *et al.*, 2019), é possível verificar a ocorrência de dispersão do *Aedes* a partir de cada Ponto Estratégico (PE) e investigar se há formação de aglomerados com excesso de ovos ou de recipientes com larvas ou pupas do vetor, respectivamente, nas ovitrampas e nos imóveis mais próximos ao PE, medindo também a densidade desse vetor, como destaca Barbosa *et al.* (2019). No estudo de Silva *et al.* (2018), foram comparados quatro tipos de armadilhas para captura/coleta de *Aedes aegypti* em condições de campo, sendo elas: **i)** MosquiTRAP: recipiente cilíndrico (24 cm de profundidade e 14 cm de diâmetro) de cor preta e fosca, **ii)** Ovitampa com substrato de madeira: recipiente de cor preta e fosca, **iii)** Ovitampa com substrato de papel-filtro: idem a armadilha anterior e **iv)** Mosquitérica: modelo artesanal confeccionado a partir de garrafa PET 2 litros. Dentre essas, a ovitampa provou ser o método mais recomendado, por ser operacionalmente viável, com maior praticidade no campo, maior sensibilidade, inclusive em condições climáticas pouco favoráveis, e pelo menor custo quando comparado à MosquiTRAP® e sem necessidade de confecção como a mosquitérica.

Há vários estudos que demonstram a eficiência da armadilha ovitampa. No entanto, esse método não tem sido suficiente para a captura do mosquito, e, por esse motivo, outras armadilhas criadas atualmente estão sendo testadas em associação à inseticidas e a outros tipos de controle (DEPOLI *et al.*, 2016; EIRAS *et al.*, 2014).

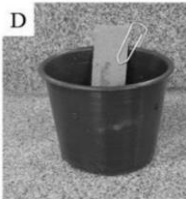



A gravid trap, uma recente modalidade de armadilha mecânica, é um recipiente semelhante às ovitrampas, com finalidade específica de atrair fêmeas com a devida maturação para o processo de oviposição. O dispositivo porta um compartimento escuro com água e uma câmara translúcida de captura dos insetos, que ao entrarem em contato com o inseticida químico presente no recipiente, morrem no tempo de 3 a 15 minutos (EIRAS *et al.*, 2014).

Também é possível encontrar na literatura armadilhas entomológicas com a utilização de luz incandescente, amplamente utilizadas por cientistas para insetos de fototropismo positivo. No entanto, como o mosquito vetor apresenta fototropismo negativo, houve necessidade de estudos diferenciados que pudessem servir para a captura dele.

Um estudo realizado em 2016, por González e colaboradores, traz uma boa representação sobre a implementação de armadilhas com luz LED para a captura de insetos. O estudo mostra que culicoides (também com fototropismo negativo) são atraídos, principalmente, por armadilhas equipadas com luzes na cor verde, com comprimento de onda próximo a 570 nm e UV.

No comércio varejista, encontram-se armadilhas ventiladas para sucção, com luz de atração ultravioleta. Uma lâmpada com luz UV em forma de armadilha também pode ser instalada com a mesma entrada de uma lâmpada convencional utilizada mundialmente. Tseng *et al.* (2018) estudaram a ampliação do alcance de onda nesse tipo de armadilha, o que apresentou um melhor resultado no processo de captura de insetos, sendo de 200% em ambientes fechados e 300% em ambientes abertos com a extensão de $100\pi \cdot m^2$. Os Métodos mecânicos utilizados para controle do vetor estão reunidos na Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Métodos mecânicos utilizados no controle do *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae).

TIPO	MECANISMO DE CONTROLE	VANTAGENS E BENEFÍCIOS	DESVANTAGENS E LIMITAÇÕES	AUTOR(ES)
Imagem: Silva <i>et al.</i> Ovitrapas 	Armadilha para a captura de ovos do vetor	Captura domiciliar; valor de implantação acessível; possível reutilização da armadilha	Tempo de eclosão dos insetos demanda um processo de fiscalização constante por agentes	Depoli <i>et al.</i> (2016); Dos Santos <i>et al.</i> (2019); Silva <i>et al.</i> (2018); De Almeida <i>et al.</i> (2011); Prada <i>et al.</i> (2019)
Imagem: Google Gravid Trap* 	Armadilha para a captura de mosquitos do sexo feminino em período de oviposição	Captura específica do sexo feminino com consequente redução da população alvo; não traz resistência aos compostos que podem ser utilizados; tempo de efetividade da armadilha, pode durar de 6 a 8 semanas	Poucos estudos comprovam a eficácia em aplicações em grandes escalas	Eiras <i>et al.</i> (2014); González <i>et al.</i> (2016).
Imagem: Google Roupas e telas impregnadas com inseticidas* 	Proteção mecânica repelente e inseticida	Combina Controle Mecânico e Químico; compatível com outras tecnologias, e a roupa apresenta proteção individual, principalmente, para crianças	Contato dermatológico constante com o agente; pode causar seleção de populações resistentes	Zara <i>et al.</i> (2016); Souza <i>et al.</i> (2018); Ciapponi <i>et al.</i> (2019); Estevam (2018)
Imagem: Google Armadilha de LED 	Armadilhas atrativas para insetos adultos	Diminuição de populações específicas; acessibilidade sob a comunidades em geral; fácil instalação	Poucos estudos no campo; eficácia incerta quanto à atratividade em certos ambientes	González <i>et al.</i> (2016); Tseng <i>et al.</i> (2018).

*Método mecânico em associação ao método químico

3.2 Controle Biológico

Baseado na utilização de predadores ou patógenos com potencial para reduzir a população vetorial, o controle biológico consiste em um método alternativo, menos agressivo e sustentável ao uso indiscriminado de compostos químicos. Essas substâncias afetam negativamente os seres humanos, o ambiente ao redor, como também acarretam o aumento da resistência dos mosquitos aos inseticidas utilizados (ZARA *et al.*, 2016; TORRES ESTRADA *et al.*, 2015; TORRES-AVENDAÑO *et al.*, 2015).

Os derivados de plantas são os mais estudados devido a uma grande variedade no território brasileiro, além de causar menor impacto em relação aos seres vivos e ao meio ambiente. Da mesma forma, os peixes e as bactérias, que são atóxicas e têm pouco desenvolvimento de resistência, têm sido amplamente utilizados (MOREIRA *et al.*, 2018).

O uso de óleos essenciais de plantas como inseticidas naturais, quando comparado aos compostos sintéticos, é amplamente aceito devido ao menor prejuízo que causam à saúde humana e ambiental. No estudo de Ríos *et al.* (2017), foi avaliada a eficácia dos óleos essenciais de diversas espécies de plantas. Embora a efetividade de todos os óleos tenha sido comprovada nessa pesquisa, o tomilho e a mistura de orégano selvagem e limão africano obtiveram a maior ação larvicida em *Aedes*, mesmo que menor quando comparada a taxa de letalidade dos produtos sintéticos.

Sobre o seu mecanismo de ação, os óleos essenciais agem promovendo uma forte excitação do sistema nervoso central do inseto e um bloqueio da circulação de sódio nas células nervosas, através da inibição do trifosfato de adenosina, da acetilcolinesterase e do receptor ácido-aminobutírico (GABA), provocando uma paralisia no inseto (RÍOS *et al.*, 2017).

Como se tem conhecimento, o uso de inseticidas é eficaz no controle do vetor na forma adulta (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015), e, para maior êxito ao controle de *Aedes aegypti*, a utilização de predadores larvais configura outro método alternativo ao controle químico. No estudo, ainda em fase inicial, de Rueda *et al.* (2019), o microrganismo *Leptolegnia chapmanii*, comumente conhecido como “fungo aquático” ou “pseudo-fungo”, também chamado de oomiceto (“fungo do ovo”), mostrou alta capacidade patogênica no controle das fases larvais mais jovens e prolongado período de persistência (sete semanas) em ambientes infestados por *A. aegypti*. Porém, o intervalo de 8 a 72 horas para gerar mortalidade pode ser tomado como uma desvantagem em comparação aos larvicidas químicos.

Os fungos entomopatogênicos são importantes componentes na manutenção natural das espécies de artrópodes, pois produzem variadas formas de esporos que induzem comportamentos incomuns nos hospedeiros, podendo levá-los à morte. O estudo de Evans *et al.* (2018) propõe o uso dos fungos entomopatogênicos africanos, inimigos naturais do vetor, no lugar das espécies generalistas. Sua capacidade de se adaptar e autorreplicar em um ecossistema exótico (regiões tropicais e subtropicais) proporciona a liberação de esporos coincidentemente à ecologia do hospedeiro (mosquito da dengue), o que maximiza a infecção.



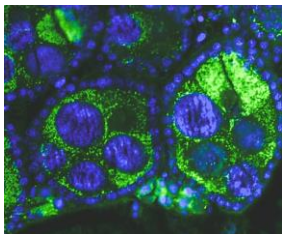

Os fungos colonizam a cavidade interna do corpo do mosquito hospedeiro e produzem metabólitos secundários, como ácidos orgânicos e toxinas ciclídeos peptídicas, conhecidas como destruxinas (DTX), que iniciam o processo patológico infeccioso causando perda da sensibilidade, perda da coordenação, dos movimentos e paralisia, levando o inseto à morte (EVANS *et al.*, 2018).

O uso de bactérias do gênero *Wolbachia* no controle biológico do vetor é investigado por diversos fatores, sendo eles sua capacidade de reduzir pela metade o tempo de vida de um mosquito adulto e de ser inofensivo ao homem e aos animais domésticos (ZARA *et al.*, 2016). A estratégia consiste em infectar os mosquitos com cepas específicas e ter a reprodução produzindo incompatibilidade citoplasmática, que pode ser unidirecional, em que apenas uma

cepa está presente e as fêmeas não infectadas só acasalam com machos não infectados, ou bidirecional, em que há a presença de diversas cepas e os indivíduos só reproduzem filhos viáveis com mosquitos infectados pela mesma cepa (KEAN *et al.*, 2015).

Já Torres Estrada e Torres-Avedaño (2015) utilizaram diversas espécies de crustáceos (Copepoda), presentes em sítios de criação selecionados em um experimento, para observar a capacidade de predação sobre as larvas e a eficácia desses organismos no uso em controle biológico. Por se tratar de organismos que liberam na água substâncias voláteis e atrativas para os mosquitos, que depositam seus ovos no ambiente, essa subclasse possui viável utilização. Porém, são necessárias mais pesquisas na área. Os Métodos biológicos utilizados para controle do vetor estão reunidos no Quadro 2.

Quadro 2: Métodos mecânicos utilizados no controle do *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae).

TIPO	MECANISMO DE CONTROLE	VANTAGENS E BENEFÍCIOS	DESVANTAGENS E LIMITAÇÕES	AUTOR(ES)
Compostos naturais 	Atividade principalmente larval	Produtos naturais, não danosos, uma alternativa para o controle químico.	Improbabilidade quanto à eficácia real	Moreira <i>et al.</i> (2018); Ríos <i>et al.</i> (2017); Guarda <i>et al.</i> (2016); Pereira Filho <i>et al.</i> (2021).
Insetos estéreis 	Liberação de insetos estéreis	Reduz a infestação de mosquitos	Pode ocorrer substituição por população de mosquitos selvagens com o tempo	Carvalho <i>et al.</i> (2015); Conde <i>et al.</i> (2015); Almeida <i>et al.</i> (2019); Weaver <i>et al.</i> (2018).
<i>Wolbachia</i> 	Esterilização de mosquitos por meio de bactérias através de incompatibilidade citoplasmática	Método natural, autossustentável; não utiliza inseticidas ou meios químicos	As diferenças climáticas e nível de urbanização podem interferir	Kean <i>et al.</i> (2015); Zara <i>et al.</i> (2016); Schmidt <i>et al.</i> (2017).
Predadores larvais 	Utilização de Controle Biológico para diminuição rápida de populações larvais	Utilização de predadores naturais larvófagos; eliminação de criadouros específicos; baixo custo e de fácil implementação	Tempo de vida dos espécimes utilizados; qualidade da água influencia no tempo de sobrevivência do inimigo natural	Torres-Estrada <i>et al.</i> (2015); Torres-Avedãno <i>et al.</i> (2015); Rueda <i>et al.</i> (2019). Evans <i>et al.</i> (2018).

3.3 Controle Químico

Os principais métodos utilizados no controle do mosquito *Aedes aegypti* são armadilhas, inseticidas e larvicidas. No entanto, como destacam Moreira *et al.* (2018), em algumas situações, quando não é possível realizar o controle mecânico, é realizado o controle químico. Essa estratégia consiste no tratamento de focos, isto é, aplicação de larvicidas e adulticidas, obedecendo a critérios estabelecidos pelo Ministério da Saúde que contemplam os cuidados com a manipulação do inseticida, avaliação da dosagem necessária por meio do cálculo do volume do total de capacidade do recipiente (TERRA *et al.*, 2017).

A aplicação desses químicos compõe uma etapa crítica no controle vetorial, pois a realização inadequada, especialmente, com relação a falhas na medida da quantidade de inseticida a ser aplicada, pode resultar em sub ou superdosagem do produto, contribuindo para a seleção de populações de mosquitos resistentes (ALMEIDA *et al.*, 2019).

A maioria dos pesticidas solúveis são organofosforados que inibem a enzima acetilcolinesterase causando paralisia e morte de larvas. Porém, devido ao potencial tóxico desses inseticidas sintéticos para os seres humanos e para o meio ambiente, bioinseticidas com ação específica em larvas têm sido propostos como alternativas viáveis para o controle de vetores de arbovírus (ALMEIDA *et al.*, 2019).

Em razão da ocorrência de insetos resistentes aos inseticidas utilizados, ao longo dos anos vem ocorrendo a substituição dos inseticidas e o desenvolvimento de outros. Os primeiros a serem substituídos foram os organoclorados pelos organofosforados. Atualmente, vem sendo utilizado os piretróides, em substituição aos organofosforados. Eles apresentam alta eficácia contra os mosquitos e necessitam menores quantidades do produto ativo. O diflubenzuron se apresenta como uma alternativa para o controle de insetos resistentes aos organofosforados (ZARA *et al.*, 2016). Os organofosforados incluem todos os inseticidas que contêm fósforo, e foram descobertos após os organoclorados, a exemplo do malation, da vapona e do vidrin. Esses são bastante utilizados na saúde pública e apresentam vantagens em relação aos organoclorados, são biodegradáveis e não se acumulam em tecidos. Porém, apresentam instabilidade química, o que requer uma aplicação periódica do inseticida (MOREIRA *et al.*, 2018).



Os níveis de resistência ao temefós são maiores no Brasil, Guiana Francesa, e no Caribe, como destacam Moyes *et al.* (2018). Apesar de existir um número crescente de estudos sobre os mecanismos de resistência aos piretróides e temefós, em particular, ainda existem muitas lacunas no conhecimento, principalmente, pela complexidade da resistência metabólica, o que impede um entendimento completo de vias de desintoxicação (RAHIM *et al.*, 2017).

Conde *et al.* (2015) demonstraram, em seu estudo realizado no município de Caldas (Colômbia), reversão da resistência de *Aedes aegypti* nas populações avaliadas ao reduzir o uso de temefós nessa localidade. Foram aplicadas outras medidas de controle, como a educação comunitária, a promoção da lavagem e a escovação de piscinas. Além disso, a organização de dias para a coleta de objetos inúteis e para a aplicação de tratamento espacial apenas com o malation e organofosforado. Os autores comprovaram ainda que o compartilhamento de informações que promovam a educação da população é uma importante ferramenta contra o vetor da dengue.

Além do uso de armadilhas, como as citadas anteriormente, para reduzir o risco de infecção por arbovírus, tem sido cada vez mais realizado o uso combinado de pelo menos dois métodos de controle diferentes. O uso de roupas claras e longas para diminuir a exposição às picadas e o uso de mosquiteiros comuns, somados à aplicação de repelentes sobre essas roupas ou a impregnação dos mosquiteiros com inseticidas, seria uma possibilidade (ESTEVAM, 2018).

Corroborando com essa ideia, o estudo de Rodriguez *et al.* (2015), testou a eficiência dos repelentes e demonstrou associação entre o uso de produtos de proteção pessoal e a redução nas picadas de mosquitos e na incidência. No entanto, deixou claro que nem todos os repelentes de mosquitos disponíveis no mercado são eficazes para repelir e que a eficácia também depende da espécie de mosquito que é repelida. Os Métodos químicos utilizados para controle do vetor estão reunidos no Quadro 3.

Quadro 3: Métodos químicos utilizados no controle do *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae).

TIPO	MECANISMO DE CONTROLE	VANTAGENS E BENEFÍCIOS	DESVANTAGENS E LIMITAÇÕES	AUTOR(ES)
<p>Dispositivos com inseticidas</p> <p>Imagem: Google</p> 	<p>Ação adulticida de lenta liberação</p>	<p>Ação efetiva de 80 a 90% no ambiente de aplicação</p>	<p>Permite selecionar populações resistentes; depende do tamanho do ambiente</p>	<p>Terra <i>et al.</i> (2017); Wermelinger <i>et al.</i> (2018); Valle <i>et al.</i> (2019); Rodriguez <i>et al.</i> (2015). Rahim <i>et al.</i> (2017).</p>
<p>Insetos dispersores de inseticidas</p> <p>Imagem: EBC</p> 	<p>Dispersão de inseticidas em partículas em possíveis criadouros</p>	<p>Utilização simultânea a outros métodos; alcance de criadouros inacessíveis pelos próprios insetos que carregam as partículas</p>	<p>Formulação em pequenas partículas, alto custo de formulação; pode ocasionar seleção de populações resistentes</p>	<p>Carvalho <i>et al.</i> (2015); Schmidt <i>et al.</i> (2017); Moyes <i>et al.</i> (2017).</p>

Fonte: elaborada pelo autor, 2019.

3.4 Compartilhamento de Informações

Um dos métodos importantes no controle de mosquitos transmissores da dengue são as campanhas informativas, as quais utilizam redes de televisão, rádio, jornais, folhetos, cartazes e palestras comunitárias para incentivar a colaboração da população na eliminação dos focos de mosquitos. A maioria dessas campanhas já demonstrou eficiência limitada, uma vez que não há garantia de que toda a população será conscientizada (COSTA, 2016).

O volume de informações relativas à gestão, ao monitoramento e ao controle de zoonoses, mais especificamente do mosquito *Aedes aegypti*, está cada vez maior, à medida que um maior número de localidades se vê obrigado a enfrentar esse vetor. No entanto, devido à forma como são obtidas tais informações, pode ocorrer perdas, ter a sua confiabilidade questionável e o resultado de sua análise em um tempo acima do necessário (SILVA et al., 2016).

Acredita-se que a vigilância epidemiológica seja a melhor estratégia para o controle aos mosquitos transmissores da dengue, visto que, dessa maneira, abordam-se todos os determinantes envolvidos no ciclo da doença. É necessário, então, que se trabalhe em uma perspectiva intersetorial, com ações de educação em saúde que sensibilizem o agir das pessoas no combate a essa epidemia e que haja uma melhor capacitação dos profissionais para reconhecer os sinais e sintomas da dengue e, assim, tomar as precauções devidas em momento oportuno (COSTA, 2016).



Seguindo o exemplo, Ciapponi *et al.* (2019) descreveram que o diálogo sobre políticas em *Aedes* na América Latina e no Caribe permitiu reforçar a noção de que a vigilância entomológica, juntamente com vigilância lógica, deve ser incluída para medir e selecionar as medidas de controle de vetores em todos os países afetados da região. Essa estratégia de poder se concentrar na promoção de mudanças de comportamento em indivíduos, famílias e comunidades, não apenas aumentando seus conhecimentos sobre os riscos de adquirir infecções por arbovírus, mas também os capacitando a se envolverem em cuidar de sua própria saúde e contribuindo para a melhoria de seu entorno.

Diniz *et al.* (2018) apresentaram a implantação de um método de auxílio no controle ao vetor *Aedes aegypti* - a utilização de um veículo aéreo não tripulado (VANT), que captura imagens de alta resolução, apresenta facilidade na realização de voos autônomos e baixo custo de manejo. Ressaltam, que através da utilização do Sensoriamento Remoto com a tecnologia VANT, é possível obter imagens aéreas de locais de difícil acesso, excluindo, através do controle remoto, a necessidade de um profissional embarcado e não oferece risco ao operador.

A captação remota de imagens aéreas com o uso de VANT surge como método inovador e tecnológico, sendo viável e eficaz na obtenção de dados que contribuam para a tomada de decisões e implementação de estratégias e ações. Com esse método, é possível sobrevoar, de maneira segura, as residências, inclusive aquelas fechadas ou com moradores ausentes.

O compartilhamento de informações com as pessoas, especialmente, com crianças e adolescentes pode fazer com que os métodos de controle descritos anteriormente sejam aplicados de uma maneira mais eficaz. Dessa forma, a conscientização acerca do controle das arboviroses deve ocorrer ainda na infância através da escola, sendo os professores os principais agentes envolvidos na discussão desse tema, e em casa, através do diálogo entre pais e/ou responsáveis, que juntos podem contribuir para que no futuro, esses indivíduos se tornem adultos responsáveis e críticos contribuindo com o controle vetorial do *Aedes*. Esse tópico está resumido no Quadro 4.

Quadro 4: Abordagem social para controle do *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae).

TIPO	MECANISMO DE CONTROLE	VANTAGENS E BENEFÍCIOS	DESVANTAGENS E LIMITAÇÕES	AUTOR(ES)
<p>Abordagem eco-bio-social</p> <p>Imagem: Google</p> 	<p>Pesquisa domiciliar por levantamento entomológico participativo</p>	<p>Observação de medidas preventivas adequadas; determinação do potencial vetorial e da densidade crítica para o controle vetorial</p>	<p>Limitações inerentes aos programas de controle de vetores.</p>	<p>Costa <i>et al.</i> (2016); Mafra <i>et al.</i> (2015); Silva <i>et al.</i> (2016); Souza <i>et al.</i> (2018).</p>
<p>Mapeamento de risco</p> <p>Imagem: Google</p> 	<p>Análise espacial de criadouros</p>	<p>Ajuda a direcionar geograficamente as intervenções contra doenças.</p>	<p>O potencial de tais tecnologias e metodologias usadas para prevenção operacional, vigilância e controle de doenças transmitidas por vetores não recebe a atenção que merece</p>	<p>Barbosa <i>et al.</i> (2019); Diniz <i>et al.</i> (2018); Dos Santos <i>et al.</i> (2019); Fernández-Salas <i>et al.</i> (2015).</p>

Fonte: elaborada pelo autor, 2019.

4 CONCLUSÃO

As arboviroses transmitidas por mosquitos do gênero *Aedes* possuem uma crescente e preocupante disseminação nas Américas, facilitada pelo crescimento urbano desordenado aliado à ineficiência do manejo dos vetores, como outros fatores. A atual ausência de vacinas e antivirais para essas doenças torna o controle dos vetores a principal forma para minimizar a incidência.

Através desse levantamento, fica demonstrada a existência de métodos alternativos para controle do *Aedes aegypti*, alguns com sua eficácia comprovada há muitos anos e outros que estão sendo adaptados para uso contínuo, como a Ovitampa. Ainda fica claro, o surgimento de novas técnicas com o auxílio de novas tecnologias que facilitem este controle como o veículo aéreo não tripulado (VANT). Embora o uso de inseticidas e larvicidas seja o método mais utilizado, caso os métodos mecânicos mostrem-se insuficientes, não é o mais efetivo, pois se manuseado de maneira ineficaz afeta negativamente tanto os humanos quanto o ambiente ao redor. Além disso, também causa o aumento da resistência dos mosquitos e, conseqüentemente, o crescimento expressivo dos casos das doenças.

Por conseqüência, o uso combinado dessas metodologias é promissor, menos agressivo e sustentável. Além do uso dos inimigos naturais do mosquito *Aedes aegypti* e da criação de larvicidas naturais, compostos de óleos vegetais, ainda é possível, aliar uma abordagem eco-bio-social, estratégia que aplica métodos de complementação e conscientização da população sobre a importância da educação em saúde e em como realizar os métodos preventivos. Esses ensinamentos, aliados a melhoria das condições higiênico-sanitárias das habitações, coleta apropriada de resíduos e fornecimento de água encanada, tornam-se mais eficazes no controle das arboviroses.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. O. et al. Cardol-derived organophosphorothioates as inhibitors of acetylcholinesterase for dengue vector control. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 30, n. 12, p. 2634-2641, 2019.
- ARAÚJO, A. et al. The susceptibility of *Aedes aegypti* populations displaying temephos resistance to *Bacillus thuringiensis israelensis*: a basis for management. **Parasites & vectors**, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2013.
- BARBOSA, G. L. et al. Influência de pontos estratégicos na dispersão de *Aedes aegypti* em áreas infestadas. **Revista de Saúde Pública**, v. 53, p. 29, 2019.
- BHATT, S. et al. The global distribution and burden of dengue. **Nature**, v. 496, n. 7446, p. 504-507, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Assistência à Saúde. **ABC do SUS: doutrinas e princípios**. Brasília: DF; 2018.
- CAMARGO, A. J. A. Ordem Díptera. EMBRAPA coleção entomológica, 2012. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/cerrados/colecao-entomologica/diptera>>. Acesso em: 11 de setembro de 2022.
- CARVALHO, D. O. et al. Suppression of a field population of *Aedes aegypti* in Brazil by sustained release of transgenic male mosquitoes. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 9, n. 7, 2015.
- CIAPPONI, A. et al. Workshop for priority-setting in *Aedes aegypti* control interventions in Latin America and the Caribbean: a policy dialogue. **Cadernos de saude publica**, v. 35, p. e00092918, 2019.
- CONDE, M. et al. Evaluación de la sensibilidad a insecticidas en poblaciones de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) del departamento de Caldas, Colombia, en 2007 y 2011. **Biomédica**, v. 35, n. 1, p. 43-52, 2015.
- COSTA, A. R. et al. Análise do controle vetorial da dengue no sertão piauiense entre 2007 e 2011. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 275-281, 2016.
- DE ALMEIDA, G. et al. Os mosquitos (Diptera, Culicidae) e a sua importância médica em Portugal. **Acta Médica Portuguesa**, v. 24, n. 6, 2011.
- DEPOLI, P. A. C. et al. Eficácia de ovitrampas com diferentes atrativos na vigilância e controle de *Aedes*. **EntomoBrasilis**, v. 9, n. 1, p. 51-55, 2016.
- DINIZ, M. T. M. et al. Mapeamento de focos de reprodução de *aedes aegypti* na cidade de Caicó/RN com o auxílio de veículo aéreo não tripulado (mapping of breeding sites of *Aedes Aegypti* in Caicó/RN City with use of unmanned aerial vehicle). **Revista GeoNordeste**, n. 2, p. 196-207, 2018.

DOS SANTOS, S. C. et al. A. Prospecção tecnológica sobre métodos de controle do mosquito *Aedes aegypti*. **Cadernos de Prospecção**, v. 12, n. 1, p. 105, 2019.

EIRAS, A. E. et al. Development of the Gravid *Aedes* Trap for the capture of adult female container-exploiting mosquitoes (Diptera: Culicidae). **Journal of medical entomology**, v. 51, n. 1, p. 200-209, 2014.

ESTEVAM, A. S. et al. Avaliação da atividade de formulações comerciais de repelentes sobre mosquitos *Aedes aegypti* (Diptera-Culicidae). 2018.

EVANS, H. C. et al. Entomopathogenic fungi and their potential for the management of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the Americas. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 113, n. 3, p. 206-214, mar. 2018.

FERNÁNDEZ-SALAS, I. et al. Historical inability to control *Aedes aegypti* as a main contributor of fast dispersal of chikungunya outbreaks in Latin America. **Antiviral research**, v. 124, p. 30-42, 2015.

GALVÃO, T. F. et al. HARRAD, David. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 24, p. 335-342, 2015.

GONZÁLEZ, M. et al. Comparison of different light sources for trapping Culicoides biting midges, mosquitoes, and other dipterans. **Veterinary Parasitology**, v. 226, p. 44-49, 2016.

GUARDA, C. et al. Atividade larvicida de produtos naturais e avaliação da susceptibilidade ao inseticida temefós no controle do *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae). **Interciência**, v. 41, n. 4, p. 243-247, 2016.

GUBLER, D. J. Dengue and dengue hemorrhagic fever. **Clinical microbiology reviews**, v. 11, n. 3, p. 480-496, 1998.

KEAN, J. et al. Fighting arbovirus transmission: natural and engineered control of vector competence in *Aedes* mosquitoes. **Insects**, v. 6, n. 1, p. 236-278, 2015.

KOH, B. K. et al. The 2005 dengue epidemic in Singapore: epidemiology, prevention and control. **Annals Academy of Medicine Singapore**, v. 37, n. 7, p. 538, 2008. ISSN 0304-4602.

LOPES, N. et al. General features and epidemiology of emerging arboviruses in Brazil. **Rev Pan Am Saude**, v. 5, p. 55-64, 2014.

MAFRA, R. L. M. et al. Comunicação, estratégias e controle da dengue: a compreensão de um cenário público de experientiação. **Saúde e Sociedade**, v. 24, p. 977-990, 2015.

MOREIRA, I. M. Avaliação da suscetibilidade de populações de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) do Distrito Federal à inseticidas e seu controle de qualidade químico. 2018. Tese (Mestrado em Ciências Médicas da Universidade de Brasília, 2018).

- MOYES, C. L. et al. Contemporary status of insecticide resistance in the major *Aedes* vectors of arboviruses infecting humans. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 11, n. 7, p. e0005625, 2017.
- PEREIRA FILHO, A. A. et al. Larvicidal activity of essential oils from Piper species against strains of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) resistant to pyrethroids. **Frontiers in plant science**, v. 12, 2021.
- PESSOA, L. Z. S. et al. Nanosuspension of quercetin: preparation, characterization and effects against *Aedes aegypti* larvae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 28, p. 618-625, 2018.
- PRADA, Y. L. C. et al. Conhecendo o *Aedes Aegypti* e *Aedes Albopictus*, os mosquitos dos varios virus. 2019.
- RAHIM, J. et al. Effects of temephos resistance on life history traits of *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae), a vector of arboviruses. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 61, n. 4, p. 312-317, 2017.
- RÍOS, N. et al. Evaluation of the insecticidal activity of essential oils and their mixtures against *Aedes aegypti*. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 61, p. 307-311, 2017.
- RODRIGUEZ, S. D. et al. The efficacy of some commercially available insect repellents for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). **Journal of Insect Science**, v. 15, n. 1, p. 140, 2015.
- RUEDA, M. E. et al. *Leptolegnia champmanii* como alternativa biológica para el control de *Aedes aegypti*. **Biomédica**, v. 39, p. 798-810, abr. 2019.
- SCHMIDT, T. L. et al. Local introduction and heterogeneous spatial spread of dengue-suppressing *Wolbachia* through an urban population of *Aedes aegypti*. **PLoS biology**, v. 15, n. 5, p. e2001894, 2017.
- SILVA, C. E. et al. Avaliação comparativa da eficiência de armadilhas para a captura e coleta de *Aedes aegypti* em condições de campo. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 26, n. 3, p. 241-248, 2018.
- SILVA, C. G. T. Elaboração de um Sistema Municipal de Apoio ao Monitoramento, Gestão e Controle da Infestação pelo Vetor *Aedes aegypti*. **Engenharias On-line**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2016.
- SOUZA, K. R. et al. Saberes e práticas sobre controle do *Aedes aegypti* por diferentes sujeitos sociais na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, p. e00078017, 2018.
- TERRA, M. R. et al. *Aedes aegypti* e as arbovíroses emergentes no Brasil. **Revista Uningá Review**, v. 30, n. 3, 2017.
- TORRES-AVENDAÑO, J. I. et al. First record of *Aedes albopictus* in Sinaloa, Mexico. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 31, n. 2, p. 164-166, 2015.

TORRES ESTRADA, J. L. et al. Copépodos (Crustacea: Copepoda) como agentes de control biológico de larvas de mosquitos *Aedes* (Diptera: Culicidae) en Chiapas, México. **Hidrobiológica**, v. 25, n. 1, p. 1-6, 2015.

TSENG, W. H. et al. Design of a secondary freeform lens of UV LED mosquito-trapping lamp for enhancing trapping efficiency. **Crystals**, v. 8, n. 9, p. 335, 2018.

VACINA da dengue tem imunogenicidade superior a 90%, mostra ensaio clínico. **Instituto Butantan**, 2022. Disponível em: <https://butantan.gov.br/noticias/vacina-da-dengue-tem-imunogenicidade-superior-a-90-mostra-ensaio-clinico--butantan-deve-finalizar-fase-3-ate-2024>. Acesso em: 06 de março de 2022.

VALLE, D. et al. Resistance to temephos and deltamethrin in *Aedes aegypti* from Brazil between 1985 and 2017. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 114, 2019.

VILLABONA-ARENAS, C. J. et al. Detection of four dengue serotypes suggests rise in hyperendemicity in urban centers of Brazil. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 8, n. 2, p. e2620, 2014. ISSN 1935-2735.

WEAVER, S. C. et al. Zika, chikungunya, and other emerging vector-borne viral diseases. **Annual review of medicine**, v. 69, p. 395-408, 2018.

WERMELINGER, E. D. Borrifar inseticidas de efeito residual para mitigar o risco da microcefalia causada pela zika. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 28, p. e280303, 2018.

WHO. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes. 2013. ISSN 924150515X.

ZANLUCA, C. et al. First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 110, n. 4, p. 569-572, 2015. ISSN 0074-0276.

ZARA, A. L. S. A. et al. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 25, n. 2, p. 391-404, abr/jun. 2016.

AGRADECIMENTOS

Com o término desse trabalho, me sinto invadida por um misto de sentimentos e sensações. Por vezes, me pego pensando em todo o caminho percorrido até esse momento: as pessoas, os lugares por onde passei, as metas que sempre rigorosamente tracei. Diante de tudo isso, gostaria de agradecer primeiramente a Deus, ao universo e às forças espirituais que cuidaram para que eu não desistisse e prosseguisse até o fim dessa graduação.

Gostaria de expressar minha gratidão a todos os que amo. À minha mãe, Maria, que mesmo contrariada pela vida e tendo tudo para fracassar, teve fé e perseverou com paciência, espelhando parte do que sou; e ao meu pai, Ednaldo, que junto a ela contribuiu para que eu pudesse seguir e conquistar o que quisesse.

Aos meus avós, Maria da Guia e Airton, que cuidaram de mim grande parte da minha infância e que, apesar de não saber ler e pouco escrever, sempre me incentivaram a estudar.

Aos meus tios, Luiz, Maria da Penha e Catusca, por sempre cuidarem, me incentivarem, comemorarem minhas pequenas conquistas e, claro, por me mimarem bastante, fazendo com que eu me sentisse a preferida e a mais amada dentre os primos. Em especial ao meu tio Fernando, que apesar de ter nos deixado de forma tão precoce e abrupta, sempre estará presente no meu coração em sua forma mais alegre, como sempre foi em vida.

Agradeço também aos meus amigos: Carol Santos, minha amiga-irmã de infância; Mateus Bernardo, a quem eu tenho muito orgulho; Pedro Netho, a quem eu admiro e aprendo; Raquel Simplício, que não é de aparecer muito, mas sei que posso contar; e Sarah Cristinne, que “faz tanto tempo que eu conheço, mas mudou”. Obrigada, amigos, por apoiarem, escutarem, torcerem e me ajudarem desde sempre a ver a vida com bons olhos.

À minha professora do coração, Roberta Smania, com quem desenvolvi uma relação de confiança para além das salas de aula, e que talvez seja a principal responsável pela finalização desse ciclo de graduação, me fazendo enxergar que tenho muito a conquistar.

À professora Carla Bicho, pela sua paciência e excelência em seu trabalho de orientação.

À minha psicóloga Wanessa, que me acolheu e me ajudou a encontrar uma saída.

Àqueles que de alguma forma contribuíram para a construção desse trabalho e para o meu desenvolvimento pessoal, meu muito obrigada.

E, por fim, gostaria de agradecer ao meu amigo, companheiro e em breve esposo, Rayck Kleyton, por me acompanhar durante toda essa “fase difícil”, e por ser talvez o único que acompanhou todo o processo de construção desse trabalho e seus dissabores. Espero que possamos viver juntos pela eternidade.