


Avaliação da aplicação de *Bacillus Thuringiensis Israelensis* (BTI) para o controle do *Aedes aegypti* utilizando a tecnologia Wals®

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.011-012>

Jadir Costa Filho

Mestre em Vigilância e Controle de Vetores
Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)

José Bento Pereira Lima

Doutor em Biologia Parasitária
Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)

Ima Aparecida Braga

Doutora em Biologia Parasitária
Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)

José Jerônimo de Menezes Lima

Doutor em Administração
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

RESUMO

As arboviroses dengue, Zika e Chikungunya são um grave problema de saúde pública no Brasil e no mundo. O principal mosquito vetor, *Aedes aegypti*, tem ampla distribuição no país, incluindo o Distrito Federal. Ações de controle das formas imaturas do vetor são recomendadas para prevenir surtos e epidemias dessas arboviroses. Entretanto, as execuções de muitas destas ações de controle não são suficientes no contexto atual, que requer que os Agentes de Controle de Endemias entrem em pelo menos 80% das residências. Isso é evidente na Região Administrativa de Planaltina no Distrito Federal do Brasil, onde foi realizado este estudo. Neste sentido, foi avaliada a metodologia de aplicação espacial de larvicida utilizando o *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) em equipamento montado em veículo com a tecnologia Wals® comparada com a metodologia da aplicação tradicional de tratamento focal de criadouros pelos Agentes de Controle de Endemias e com a aplicação costal motorizada perifocal, além de avaliar a dispersão do produto nas duas áreas Wals® e costal. O estudo foi realizado ao longo de 2022, na região conhecida como Estância. Os resultados obtidos mostram que a os índices IPO, IDO e IMO, ao longo das semanas epidemiológicas do estudo, foram menores na área de aplicação espacial através de veículo com tecnologia Wals®, quando comparados com a área de aplicação costal e a área de aplicação focal. No entanto, observa-se que a maioria dos valores-p foi superior a 0,05, indicando que não foi observada diferença significativa entre as áreas, exceto para o índice IMO entre as Áreas I e III, que apresentaram um valor-p de 0,043. Com relação aos recipientes expostos, observou-se maior mortalidade nos recipientes, tanto nos expostos no lote quanto nos protegidos em comparação com o controle. Conclui-se que a aplicação do Bti tanto espacial com tecnologia Wals® quanto com equipamento costal pode ser uma alternativa para o controle de *Aedes*.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*, Arboviroses, *Bacillus thuringiensis israelensis*, Controle de Vetores, Larvicida.



1 INTRODUÇÃO

1.1 SITUAÇÃO GLOBAL DAS ARBOVIROSES DENGUE, ZIKA E CHIKUNGUNYA TRANSMITIDAS POR *Aedes aegypti*

Mosquito de ampla distribuição no mundo, *Aedes aegypti* (LINNAEUS, 1762) destaca-se como o principal vetor para transmissão de arbovírus nas Américas. Introduzido preliminarmente no país no século XVI, inicialmente através de navios europeus que traficavam escravos africanos para o Novo Mundo (POWELL; TABACHNICK, 2013). No início do século XX, o Brasil oficializou o combate ao mosquito, para enfrentar a Febre Amarela, tendo sucesso em erradicá-lo duas vezes, em 1955 e 1973, entretanto sem impedir sua reintrodução posterior, o que ocorreu em 1967 e 1976 (BRAGA; VALLE, 2007b).

O *Ae. aegypti* tem hábitos eminentemente domésticos, reside em estreita proximidade de ambientes humanos, reproduzindo-se em recipientes com água estagnada, sejam eles de origem artificial ou natural. Embora ativo principalmente durante o dia, também pode apresentar atividade noturna, sendo classificado como sinantrópico devido à sua forte ligação com ambientes humanos (OLIVEIRA, 2015). Além disso, *Ae. aegypti* é um vetor altamente eficiente, cujo comportamento distinto de oviposição em diversos criadouros, combinado a notável resistência de seus ovos, o destaca dos demais mosquitos, conferindo-lhe um papel significativo como vetor (VALLE ET AL., 2021).

Aedes aegypti é o vetor comum transmissor de vírus que causam várias enfermidades que impactam a saúde pública mundial. Inicialmente restritos a regiões específicas, atualmente está disseminado e estabelecido em novas zonas ecológicas, com surtos em vários continentes. Destacam-se os vírus da dengue (DENV), da chikungunya (CHIKV), e zika (ZIKV), reconhecidamente causadores de significativos custos para a saúde pública, além de contribuírem para numerosas internações hospitalares (ZARA ET AL., 2016; NASLUND ET AL., 2021).

O vírus da dengue pertence à família *Flaviviridae* e apresenta principalmente quatro sorotipos, denominados DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4 (geneticamente similares em aproximadamente 65% dos seus genomas), e recentemente identificado um sorotipo em 2013 (DENV-5), em regiões remotas da Malásia, ainda não registrado no Brasil. Diferentemente dos quatro sorotipos previamente identificados, o DENV-5 segue o ciclo de transmissão silvestre e principalmente se propaga entre primatas não-humanos (MUSTAFA ET AL., 2015; JOOB; WIWAN, 2016; SIRISENA ET AL., 2021).

A dengue é a arbovirose transmitida por *Ae. aegypti* mais disseminada no mundo e a incidência global da dengue cresceu drasticamente nas últimas décadas e, atualmente, aproximadamente metade da população mundial está em risco de contrair a doença. A cada ano, ocorrem entre 100 e 400 milhões de infecções, sendo muitas com manifestação clínica aparente e severas (OMS, 2023a), mas geralmente mais de 80% destas infecções são leves e assintomáticas (OPAS, 2023).



No Brasil, que propicia um cenário favorável para a circulação de mosquitos vetores devido às condições ambientais favoráveis, epidemias de dengue ocorrem desde a década de 1980, com regular aumento de casos, registro em todas as regiões do país e com os quatro sorotipos de DENV já detectados (NJAIME, 2022).

Em 2023, até a Semana Epidemiológica (SE) 52, ocorreram 1.658.816 casos prováveis de dengue com 1.094 óbitos (MS, 2023e). Embora existam duas vacinas disponíveis no mercado, aprovadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), apenas a *Qdenga*[®] (Takeda) é adquirida, distribuída e/ou utilizada pelo Sistema Único de Saúde (SUS) no Programa Nacional de Imunizações (PNI), abrangendo uma faixa etária ainda restrita, entre 10 a 14 anos. A outra é a *Dengvaxia*[®] (Sanofi Pasteur). Ambas devem ser vistas como um componente adicional às demais ações de saúde pública, ainda carentes de avaliações farmacoeconômicas para a incorporação dessas tecnologias. Isso reforça a necessidade de buscar abordagens inovadoras para o controle de vetores, bem como o envolvimento da comunidade e a vontade política (GODÓI, 2018; FURTADO *ET AL.*, 2019; CARVALHO *ET AL.*, 2023; MS, 2023c).

Cumprir destacar que possíveis subnotificações de arboviroses até o ano de 2022 foram constatadas em virtude da circulação do vírus SARS-CoV-2 (Covid-19), influenciadas pelas alterações que a pandemia trouxe em todas as áreas da saúde, negligenciando ações de promoção à saúde e prevenção de doenças endêmicas, como a dengue (GOMES NETO *ET AL.*, 2023).

O vírus ZIKV foi inicialmente isolado em macacos na floresta de Zika, Uganda, em 1947, e em seres humanos na Nigéria, em 1953, geralmente causando infecções assintomáticas ou doenças febris autolimitadas. No entanto, estudos têm documentado uma ligação entre a infecção por esse vírus e complicações neurológicas, incluindo a microcefalia congênita. Esse fenômeno foi observado preliminarmente em Pernambuco, Brasil, em 2015, com registros de 40 casos em recém-nascidos entre agosto e outubro daquele ano. Desde então, a presença do ZIKV tem se alastrado globalmente, notadamente nas Américas a partir de 2015. No período de 2013 a 2017, 31 países relataram ocorrências de microcefalia e outras malformações do sistema nervoso central ligadas ao ZIKV. No Brasil, até a SE 47 de 2023, foram reportados 7.292 casos prováveis da doença, sem registros de mortes (VARGAS *ET AL.*, 2016; ALBUQUERQUE *ET AL.*, 2018; MS, 2023d; OMS, 2023b).

Já o vírus CHIKV, reportado inicialmente na África e Ásia, introduzido no continente americano em 2013, tem casos reportados em regiões da Europa e nas Américas, com mais de 2 milhões de casos reportados desde 2005. No país, até a SE 52 de 2023, 154.800 casos prováveis com 106 óbitos. Essa infecção viral também pode manifestar-se em padrões clínicos atípicos e/ou com gravidade acentuada nos sistemas com casos registrados de óbitos associados. Além disso, é importante ressaltar que em uma proporção significativa, superando 50% dos indivíduos afetados, ocorre uma manifestação crônica da doença caracterizada por sintomas de artralgia, cuja duração pode



se estender por um período prolongado, abrangendo vários anos. Essa manifestação prolongada e recorrente da arbovirose, que tem um impacto prejudicial na qualidade de vida das pessoas afetadas, aliada à falta de uma vacina e a dificuldade de um diagnóstico clínico diferencial da dengue, representa um desafio adicional para o enfrentamento deste agravo (DONALÍSIO; FREITAS, 2015; HONÓRIO; CALVET, 2015; OMS, 2021; MS, 2023b).

1.2 VIGILÂNCIA ENTOMOLÓGICA

A vigilância entomológica é um processo sistemático de observação e avaliação dos insetos vetores e sua interação com o ambiente, objetivando coletar informações para direcionar ações de prevenção e controle adequadas para evitar a transmissão de doenças (MS, 2023b). Trabalha com diversas metodologias, variando de acordo com as diferentes fases de vida do vetor, e produz indicadores amplamente utilizados no controle das arboviroses.

A vigilância entomológica de *Ae. aegypti* é baseada principalmente em monitoramento das formas imaturas (larvas e pupas), expondo abordagens que incluem técnicas como pesquisa larvária direta, o uso de armadilhas para captura de larvas e ovos, não esquecendo da coleta de indivíduos adultos (DONALÍSIO; GLASSER, 2002), de complexa execução no campo.

A pesquisa larvária, utilizada para monitorar e subsidiar ações de controle de vetorial, consiste em selecionar a área de amostragem, coletar larvas dos locais identificados, preservar e identificar as amostras, e avaliar e interpretar seus resultados, para fornecer dados sobre a distribuição e tipos de criadouros predominantes (FUNASA, 2001). Para estimar a infestação de maneira rápida e oportuna, utiliza-se o Levantamento de Índice Amostral (LIA), em municípios nos quais o total de imóveis é inferior a 2 mil, e Levantamento Rápido de Índices (LRI) para *Ae. aegypti* (LIRAA), para aqueles com mais de 2 imóveis (MS, 2013; RIBEIRO ET AL., 2021).

Desde 2003, o MS introduziu a metodologia Levantamento Rápido de Índices para o *Aedes aegypti* (LIRAA) para vigilância entomológica, utilizando um delineamento de amostragem para cada município em função da sua densidade populacional e do número de imóveis existentes, visando subsidiar gestores de programas no direcionamento de ações de controle, sendo uma importante ferramenta para as ações envolvendo a comunidade (MS, 2013).

O LIRAA utiliza uma técnica de amostragem focalizada na detecção de estágios imaturos do mosquito em áreas residenciais e suas imediações. Esse procedimento envolve a inspeção de 20% das habitações em cada município ao longo de uma semana. O LIRAA quantifica a densidade vetorial empregando métricas como o Índice de Breteau (IB), Índice de Infestação Predial (IIP) e o Índice por Tipo de Recipientes (ITR). A metodologia não apenas fornece dados cruciais para direcionar estratégias de controle, mas também se configura como uma ferramenta de comunicação e



engajamento social, promovendo a disseminação dos resultados através dos meios de comunicação (NELSON, 1986; PILGER *ET AL.*, 2011; MS, 2013).

O monitoramento entomológico utilizando armadilhas de oviposição (ovitrapas) é uma alternativa para a vigilância vetorial de longo prazo para fornecer informações sobre a dinâmica populacional e a distribuição espaço-temporal de mosquitos *Aedes* e visa melhorar os programas de prevenção e controle das arboviroses (BRAGA *ET AL.*, 2000; GAMA *ET AL.*, 2007).

As ovitrapas (FAY; ELIASON, 1966) são armadilhas de oviposição concebidas para atrair as fêmeas de mosquitos, que depositam seus ovos. São atualmente são compostas de um recipiente plástico escuro com capacidade de 800 ml, que são preenchidas com água e um atraente que pode ser infusão de feno ou levedura de cerveja e que propiciam um local adequado para o depósito dos ovos no qual é inserida a palheta retangular fixa, de material áspero, na sua borda, com muita facilidade operacional (OLIVEIRA *ET AL.*, 2016; VALLE *ET AL.*, 2021).

É um método sensível e econômico para detectar a presença de *Ae. aegypti*, preconizado pelo Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) para verificar a presença e abundância do mosquito em áreas sob vigilância. Também utilizadas de forma recente para monitorar o impacto das ações de controle sobre a população adulta, assim como para verificar o impacto de ações de controle (BRAGA *ET AL.*, 2000; CODEÇO *ET AL.*, 2015; MOREIRA, 2018; PINTO, 2019).

Os índices utilizados para estimar a densidades relacionadas à fase de ovo são Índice de Positividade de Ovitrapas (IPO), o Índice de Densidade de Ovos (IDO) e o Índice Médio de Ovos (IMO).

A avaliação dos índices obtidos por meio das armadilhas ovitrapas desempenha um papel fundamental no controle de vetores. Esses índices fornecem informações preciosas sobre a presença, quantidade e distribuição dos mosquitos em uma área específica, permitem acompanhar a atividade desses insetos ao longo do tempo, avaliar a eficácia das medidas de controle adotadas, identificar áreas com maior risco de transmissão de doenças e monitorar a possível resistência dos mosquitos aos inseticidas utilizados. Esses dados são essenciais para embasar a tomada de decisões informadas, direcionar os esforços de controle, avaliar a efetividade das intervenções implementadas, prevenir a propagação de doenças transmitidas pelos mosquitos e principalmente úteis para identificar prontamente novas infestações em regiões com poucas informações sobre a presença dos vetores (GOMES, 1988; FUNASA, 2001).

Diante do cenário apresentado de surtos recentes e reemergências de arboviroses, torna-se indispensável a utilização de novas abordagens para o controle de vetores. Dentre os métodos empregados no controle de mosquitos, o uso de armadilhas tem sido objeto de análise em diversos países, com resultados promissores, inclusive no Brasil (MOTA, 2018).



A utilização dessas ferramentas, sobretudo quando acompanhadas de uma gestão adequada dos dados resultantes, associadas a metodologias de controle vetorial apropriados para a realidade ambiental, social, financeira e geográfica de cada localidade, emerge como uma estratégia promissora que merece ser incorporada aos programas de vigilância ambiental.

1.3 CONTROLE DE ARBOVIROSES

As estratégias de controle de arboviroses têm como foco a diminuição da população de mosquitos, com destaque para o controle do vetor através de métodos mecânicos, educacionais, biológicos, químicos e legal, dentro do contexto das pendências, em que imóveis são encontrados fechados no momento da visita do agente ou em que o proprietário não concede permissão, ou seja, recusa o acesso para a realização das atividades (MS, 2006; BELLINATO *ET AL.*, 2016).

O controle mecânico (ou controle físico) direcionado engloba principalmente ações que envolvem a remoção, proteção ou limpeza, quando a remoção não é viável, de recipientes que contenham ou possam conter água. Essas atividades são executadas por agentes de saúde pública e/ou pelos moradores, com o intuito de eliminar os locais propícios para a criação dos mosquitos. Essa abordagem é considerada essencial no controle das arboviroses transmitidas por *Aedes sp* para a diminuição dos criadouros e conseqüente impacto na densidade de mosquitos adultos e na transmissão dessas arboviroses. Ações de controle mecânico incluem esvaziamento de recipientes com água, remoção de entulhos que possam acumular água, limpeza de ralos e calhas, entre outras medidas (MS, 2009; Silva e Santos, 2018).

Ações educacionais consistem em informar a comunidade, com especial atenção a crianças e adolescentes. Constitui uma abordagem central para a prevenção e redução das epidemias. A ênfase nos jovens é baseada na premissa de capacidade de disseminar informações, tornando-os futuros adultos conscientes e responsáveis, dedicados ao cuidado da saúde da população e ao bem-estar coletivo. Essa perspectiva interdisciplinar eco-bio-social emerge como uma valiosa aliada na questão do controle do vetor. Investir na educação e fortalecimento da comunidade é uma estratégia que fomenta uma cultura de prevenção e responsabilidade compartilhada, contribuindo significativamente para a mitigação do impacto das arboviroses e outras enfermidades similares (ZARA *ET AL.*, 2016; SOUSA *ET AL.*, 2017).

O controle biológico é baseado na utilização de predadores ou patógenos com potencial para diminuir a densidade de vetores, estando entre as alternativas disponíveis os predadores como peixes e outros invertebrados aquáticos, que comem as larvas e pupas, e os patógenos que liberam toxinas, como bactérias, fungos e parasitas (HOY, 1985; SHULSE, 2013).

Essa abordagem visa estabelecer um equilíbrio ecológico ao introduzir predadores naturais capazes de controlar a população de vetores de forma sustentável e menos prejudicial ao meio



ambiente. A aplicação de estratégias de controle biológico é uma alternativa que visa mitigar os efeitos adversos dos métodos convencionais, como o uso indiscriminado de inseticidas químicos, que podem levar à seleção de insetos resistentes e causar impactos ambientais negativos (BELLINATO *ET AL.*, 2016).

O espinosade emerge como um dos biolarvicidas mais amplamente empregados em escala global, principalmente pela sua significativa toxicidade frente a *Aedes*, notabilizando-se por sua capacidade de impactar os aspectos reprodutivos intrínsecos à capacidade vetorial desse mosquito. Esse agente biolarvicida demonstra a versatilidade de sua aplicação, podendo ser empregado em locais que propiciem a estagnação de água, potenciais criadouros. Ademais, destaca-se pelo seu baixo histórico de resistência e notável segurança humana (SILVA, 2019).

Uma metodologia muito difundida em todo o mundo é o uso de *Bacillus thuringiensis var. israelensis*, um bacilo com potente ação larvicida, por sua produção de endotoxinas proteicas, não sendo observada resistência até o momento, considerada atóxica para humanos e animais, podendo ser usada em água potável que receberá pouco ou nenhum tratamento adicional. Ademais, estudos apontam que o insumo pode manter sua eficácia residual acima de 16 semanas, quando doses mais elevadas são utilizadas em recipientes de armazenamento de água (OMS, 2009; RITCHIE *ET AL.*, 2010; LUTINSKI *ET AL.*, 2017; SANTOS, 2017; MICHAELAKIS *ET AL.*, 2021).

Como medidas de controle químico, são empregadas substâncias de procedência orgânica, constituindo a abordagem mais frequente no controle de mosquitos vetores e insetos que são considerados pragas na atividade agrícola. Os produtos químicos primordiais estão associados às categorias dos organofosforados, carbamatos, neonicotinóides, piretróides, butenolídeos, além dos reguladores de crescimento de insetos. Entretanto, a maioria das substâncias citadas, por terem amplo espectro de ação e persistir no ambiente, podem atingir organismos não-alvo, e causar seleção de insetos resistentes (OMS, 1997; BRAGA; VALLE, 2007; ACOSTA, 2018; SILVA, 2019).

A Organização Panamericana de Saúde (OPAS) e o Ministério da Saúde (MS) recomendam como principal estratégia de controle aquelas direcionadas para a fase larvária (tratamento focal), estando as ações de controle de adultos recomendadas para locais com potencial de grande produção de adultos (tratamento perifocal) em pontos estratégicos e aplicação espacial de inseticidas em situações de transmissão ou risco de transmissão (OMS, 1995; MS, 2009).

O tratamento focal consiste na administração de larvicidas em possíveis criadouros ou onde são identificadas formas imaturas de mosquitos, cuja remoção mecânica não é viável. Ações de controle focadas nos locais de criação das formas imaturas como eliminação de criadouros ou a aplicação de larvicidas de forma eficiente impactaria na densidade vetorial (MS, 2009). O MS recomenda ações para o controle de formas imaturas de *Aedes* (MS, 2010). O uso de larvicidas é recomendado mediante uso planejado de forma racional, podendo ser feito por meio do tratamento



focal do produto nos criadouros de mosquitos que não possam ser eliminados mecanicamente (ZARA ET AL., 2016).

Utiliza-se, para controle dos mosquitos adultos, a aplicação espacial, preliminarmente relacionada ao emprego do inseticida de ação residual nas paredes externas de depósitos utilizando equipamentos costal manual ou costal motorizado, nebulizadores portáteis e o nebulizador pesado), com melhor penetração no habitat do mosquito. Tem como indicação principal o uso em pontos estratégicos, particularmente onde o acesso do equipamento pesado é limitado, de forma a complementar essas ações (NELSON, 1986; MS, 2009).

Baseado em técnicas usuais na profilaxia da malária, doença de Chagas e leishmaniose, está a proposta da borrifação residual intradomiciliar (BRI, ou *Indoor Residual Spraying* (IRS)). Adaptada para o controle de *Ae. aegypti* de modo a aplicar apenas na parte inferior das paredes, não compromete sua eficácia, diminuindo o tempo, esforço e recursos para obter uma boa cobertura. Além disso, a BRI-*Aedes* não requer movimentação de móveis e objetos dentro dos domicílios, o que pode torná-la mais aceitável pelos moradores (ZARA ET AL., 2016; OPAS, 2019).

Os equipamentos costais utilizados em operações de controle de vetores nas aplicações perifocais, empregam formulações à base de pó molhável que são diluídas em água. É necessário realizar adaptações nos bicos desses equipamentos para permitir o aumento da vazão, resultando em gotas de maior tamanho, o que, por sua vez, amplia a cobertura da superfície alvo. Esse método é especialmente recomendado para aplicação em locais estratégicos ou em áreas de difícil acesso.

A aplicação espacial envolve a utilização de inseticidas em termonebulizadores ou a ultrabaixo volume, cujas partículas de tamanho reduzido atingem de maneira mais eficiente a superfície do corpo dos mosquitos alvo. No Brasil, a recomendação é utilizar aplicação espacial a ultrabaixo volume, em especial nas cidades, de forma a suplantam barreiras naturais (plantas) assim como artificiais (paredes, muros, portões). No entanto, é de extrema importância realizar ações de eliminação de criadouros na área delimitada antes da aplicação, com o objetivo de otimizar a eficácia da operação. Além disso, é fundamental manter uma supervisão constante durante a aplicação, para evitar desvios durante as aplicações de inseticidas, objetivando diminuir possíveis danos em organismos não alvos, para assegurar que a dosagem do ingrediente ativo esteja de acordo com as recomendações, que a vazão do equipamento esteja ajustada adequadamente e que a velocidade do veículo seja apropriada (SILVA ET AL., 2001; MS, 2009; COLEONE, 2014).

Embora já existam experiências de aplicação de larvicidas para controle de *Aedes* com equipamentos costais e pesados, isso não é uma atividade implementada no Brasil. A recomendação é do uso de adulticida para bloqueio da transmissão de arboviroses em situações de surto ou epidemias (OMS, 1996; MS, 2009).



1.4 *BACILLUS THURINGIENSIS ISRAELENSIS* (BTI)

Bactéria gram-positiva anaeróbica facultativa, Bti é considerado um larvicida biológico, ambientalmente não invasivo, biodegradável, seguro para os seres humanos, usado também para reduzir a população de mosquitos no estágio larval. Quando ingerido pela larva, os cristais e esporos aplicados na água contêm quatro protoxinas diferentes (Cry4A, Cry4B, Cry11A e Cyt1A), as quais têm capacidade de eliminar a larva do mosquito quando ingerido (BRAVO *ET AL.*, 2007; LACEY 2007), ao mesmo tempo que preservam eventuais predadores entomófagos que possam estar presentes.

Esse procedimento ocorre depois que as toxinas são segmentadas e ativadas pelas enzimas digestivas da larva. As toxinas de Bti, então, se ligam seletivamente aos receptores localizados no trato digestivo, desencadeando uma série de modificações que resultam em sua degradação, que só acontece no ambiente alcalino encontrado no intestino do mosquito. A ação simultânea de diferentes toxinas auxilia a evitar uma seleção de populações de *Ae. aegypti* resistentes ao Bti (OMS, 2009; RITCHIE *ET AL.*, 2010; VALLE *ET AL.*, 2015).

Os produtos à base de Bti estão entre os larvicidas recomendados pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1997; MS, 2023b). Essas substâncias têm sido empregadas em programas de controle de mosquitos por um período superior a duas décadas, sem que tenha sido documentada a ocorrência de resistência (BRAGA; VALLE, 2007a).

Disponível comercialmente sob vários nomes comerciais, entretanto somente aqueles que contêm a Cepa AM 65-52 (VectoBac WG®) têm recomendação da OMS para uso em água potável. Essas formulações tendem a se depositar no fundo de recipientes de água logo após a aplicação e requerem reaplicações frequentes. Ademais, ressalta-se que a substância é suscetível à fotodegradação que ocorre quando exposta à luz solar. Porém, formulações em forma de pastilha parecem ter uma maior atividade residual (OMS, 1997, 2009).

Consequentemente, um insumo recomendado que tem sido extensivamente investigado e que demonstrou eficácia substancial no controle de *Ae. aegypti*, requer uma avaliação contínua em seus métodos de aplicação, no que diz respeito à sua efetividade e eficácia. Essa avaliação visa determinar se os objetivos dos programas de controle estão sendo atingidos de forma satisfatória e, se necessário, estabelecer medidas corretivas para otimizar o desempenho desses programas. Esse processo de monitoramento contínuo é fundamental para assegurar o sucesso a longo prazo no controle do mosquito e na prevenção de doenças, cuja o patógeno é transmitido por vetores (MICHAELAKIS *ET AL.*, 2021).

É importante ressaltar que a compreensão de eficiência está ligada à forma como uma determinada abordagem, metodologia ou organização emprega seus recursos de maneira produtiva ou econômica, ou seja, como gera seus resultados. Por contraste, o conceito de eficácia, mais atual em



comparação com o de eficiência, está centrado nos resultados e metas alcançados. Pode-se perceber a eficiência como um meio para atingir a eficácia (PINTO; CORONEL, 2017).

Estratégia para aplicação de biolarvicidas sem a necessidade de visita as residências como a *Wide Area Larvicide Spray* (Wals[®]), vem sendo avaliada. Em Manatee County, na Florida, EUA, ela mostrou diminuição geral no número de adultos e também uma diminuição do número de ovos coletados nas ovitrapas do local (WILLIAMS *ET AL.*, 2022).

Em Porto Rico, a tecnologia Wals[®] com o uso do Bti para o controle de *Ae. aegypti* foi testada com sucesso com diminuição da densidade de ovos nas ovitrapas, além de suprimir efetivamente as populações dos vetores, o que inclusive levou a expansão do método para outros municípios de Porto Rico (HARRIS *ET AL.*, 2021).

No entanto, é importante observar que o emprego do Bti para o controle vetorial, nos contextos dos programas nacionais voltados para a vigilância ambiental em saúde, é predominantemente centrado em tratamentos focais conduzidos pelos agentes de controle de endemias. Isso contrasta significativamente com a abordagem proposta por este experimento, no qual a tecnologia Wals[®] busca aplicar o insumo sem a exigência de visitas às residências, representando uma divergência em relação às práticas convencionais.

No contexto atual, as ações de controle larvário exigem que os Agentes de Controle de Endemias (ACE) entrem nas casas para a ação de vigilância entomológica, eliminação e tratamento de criadouros, ação que é muito prejudicada pela ausência de moradores durante o horário de visitas, e recentemente também agravado por conta da Covid-19 durante os anos de 2020, 2021 e 2022. No Distrito Federal (DF) do Brasil, de acordo com os dados da Diretoria de Vigilância Ambiental (DIVAL), resgatados do Sistema “Antivetorial” (de uso interno), o índice de pendências de visitas domiciliares foi de 15,03% no ano de 2021, de 39,38% em 2022 e 16,62% até setembro de 2023.

Dado o alto percentual de casas onde os criadouros nunca são tratados devido as pendências por recusa e principalmente porque estão fechadas no período de visitas dos ACEs, a avaliação de estratégias que aumentem a efetividade do tratamento de criadouros é necessária e importante para o aprimoramento das ações de controle.

As áreas residenciais estão em constante expansão e mutação, o que traz novos locais de reprodução, tanto naturais quanto artificiais, para os mosquitos explorarem. O controle desses mosquitos urbanos é desafiador devido à grande quantidade de locais potenciais para a postura de ovos em uma única área, o que torna os métodos de busca e eliminação de depósitos, assim como o tratamento focal por parte dos ACE demorados e trabalhosos (WILLIAMS *ET AL.*, 2022).

Os dados epidemiológicos coletados mostram incidência de dengue, zika e chikungunya no DF (MS, 2023b; MS, 2023d; MS 2023e), demonstrando, em especial quando se reporta à dengue, uma crescente na série histórica.



Em 2021, a Região Administrativa (RA) de Planaltina, no DF, foi a única que apresentou um aumento do número de casos prováveis de dengue, com um aumento de 28,3%, contrastando com a queda de 73,5% registrada no restante do DF (SES/DF, 2021b). Diante do cenário exposto nessa RA, o local foi elencado para o estudo empregando metodologia moderna, em uma região historicamente crítica no controle das arboviroses no Estado.

Dados da Secretaria Estadual da Saúde (SES/DF, 2021c) referentes ao LIRAA realizado em novembro de 2021, balizador do estudo, mostram um IIP de 2,0% em Brasília, com 657 depósitos positivos de *Ae. aegypti*, sendo os preferenciais aqueles do tipo “B” (depósitos móveis, como vasos, frascos com água, pratos e bebedouros). Já o último levantamento realizado em Brasília, entre os dias 22 e 26/05/2023, apresentou um IIP de 0,5% com o tipo “B” como preferencial (SES/DF, 2023).

Na região delimitada do projeto, o LIRAA realizado entre os dias 6 a 12 de dezembro/2022 apontou índices que caracterizaram situação de risco, com um IIP de 4,49 para a RA de Planaltina e depósito preferencial (DP) da categoria B (depósitos móveis). Para os cinco estratos da RA verificou-se: Vila Roriz (IIP=6,68), Vila Buritis (IIP=2,88), Arapoanga (IIP=1,17), Estâncias (IIP=4,36) e Vale do Amanhecer (IIP=6,01).

Novas estratégias devem ser avaliadas para minimizar essas pendências e conseguir tratar o maior número de criadouros nas áreas. Uma dessas estratégias, denominada Wals[®], desenvolvida pela *Valent BioSciences* (VALENT, 2023), é uma solução para o controle larvário em locais de difícil acesso, mediante o uso de equipamentos para aplicação espacial de larvicidas sem a necessidade da visita domiciliar.

Diferentemente da aplicação padrão de adulticida por meio de UBV, no qual uma névoa de gotículas muito pequenas de inseticida, atingem os mosquitos adultos para fornecer uma dose tóxica ao inseto por contato, o objetivo da pulverização de larvicidas microbianos para o controle vetorial é dispersar gotículas em uma área específica que, subsequentemente, cairão nos depósitos e fornecerão uma dose adequada para matar as larvas de *Aedes* que se alimentam nos criadouros.

Assim, frente às contínuas dificuldades que se apresentam no âmbito do controle do mosquito *Ae. aegypti* e à situação alarmante das arboviroses no DF, especialmente devido às complexidades inerentes ao acesso às moradias por parte dos agentes, emerge a necessidade de empreender uma análise ponderada do uso de novas tecnologias, para robustecer os serviços entomológicos e auxiliar gestores do DF, para os resultados alcançados poderem fornecer embasamento para tomadas de decisão técnica em relação ao uso e forma de aplicação de insumos no DF, com a técnica replicada em outras regiões.



1.5 QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVOS

Diante do exposto, a questão de pesquisa deste trabalho é: Qual a eficiência e a eficácia da aplicação de *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) no controle de *Ae. aegypti* utilizando equipamentos costais motorizados comparativamente à aplicação por meio de equipamentos montados em veículos utilizando a tecnologia Wals[®], em termos de redução populacional do mosquito e alcance do produto sob variadas condições ambientais e temporais, na Região Administrativa de Planaltina, no DF?

Dada essa questão de pesquisa, este trabalho tem como objetivo geral analisar a eficiência e a eficácia da aplicação de *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) no controle de *Ae. aegypti* na Região Administrativa de Planaltina, DF, comparando o uso de equipamentos costais motorizados com a aplicação pela tecnologia Wals[®] montada em veículos.

Para a consecução desse objetivo geral, ele foi desdobrado nos seguintes objetivos específicos: (i) definir critérios de escolha de diferentes áreas geográficas, cada uma tratada com uma abordagem metodológica distinta, para determinar as diferenças significativas e práticas em termos de controle da *Ae. aegypti* com as tecnologias aplicadas; (ii) comparar a eficácia e eficiência do tratamento focal com o larvicida Bti realizado pelo ACE em relação à aplicação utilizando equipamento montado em veículos utilizando a tecnologia Wals[®]; e (iii) comparar a eficácia e eficiência da aplicação perifocal de larvicida Bti com equipamento motorizado costal em relação a aplicação utilizando equipamento montado em veículos utilizando a tecnologia Wals[®].

2 MÉTODO E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Esta pesquisa, que avalia a aplicação de *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) para o controle de *Ae. aegypti* utilizando equipamentos costais motorizados comparativamente à tecnologia Wals[®], é de natureza quantitativa.

Conforme sugerem Santos e Nascimento (2021), optou-se pelo método experimental, no qual cada área geográfica analisada foi tratada com uma metodologia. A área de estudo é similar em todos os casos, com as mesmas condições ambientais e densidade populacional de *Ae. aegypti*.

Para o seu desenvolvimento, foi inicialmente formulada uma hipótese sobre os efeitos comparativos das duas tecnologias (equipamentos costais motorizados e Wals[®]) no controle de *Ae. aegypti*, em relação a metodologia tradicional.

Foi realizada a delimitação de três áreas de estudo, com tratamentos espaciais com o larvicida *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti), uma com equipamentos montados em veículo, outra com tratamento perifocal com pulverizador costal, e a outra com metodologia tradicional com aplicação do larvicida pelo agente de campo. As áreas foram acompanhadas através das armadilhas ovitrampas,



pelos LIRAA e por recipientes plásticos inseridos nos dias de aplicação espacial e costal, para avaliar o alcance do insumo em cada área.

A coleta de dados foi realizada antes e depois da aplicação do Bti, a partir de dados obtidos pela análise dos índices de ovitampas em 39 SE de 2022, pela análise dos índices dos LIRAA e pelos recipientes inseridos nas áreas de aplicação espacial e costal.

Os dados coletados foram analisados no laboratório da DIVAL pelo pesquisador e equipe técnica. Foram utilizados índices entomológicos apropriados para comparar a eficiência e a eficácia das duas tecnologias na redução da população de *Ae. aegypti*.

A interpretação dos resultados foi cotejada em relação à literatura existente sobre controle de vetores e do larvicida Bti, sendo discutidas as implicações práticas dos achados para programas de controle de *Ae. aegypti*. Também se considerou a conformidade ética e regulatória necessária em estudos que envolvem intervenções ambientais e de saúde pública.

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Brasília é a capital do Brasil, com uma população, segundo o censo de 2022, de 2.817.068 pessoas, das quais 87,9% contam com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2023). Possui 925.431 domicílios permanentes e está localizada na Região Centro-Oeste do Brasil (CODEPLAN, 2021).

Situada nas coordenadas geográficas de 15°47' latitude sul e 47°56' longitude oeste, abrange uma vasta área superior a 5.700 km², estando localizada aproximadamente 1.000 metros acima do nível do mar. Caracteriza-se por um relevo majoritariamente plano. O ambiente climático da região é classificado como tropical, apresentando uma temperatura média anual em torno de 22°C, com flutuações que variam entre 13°C e 28°C, baseando-se na média climática registrada ao longo dos últimos 30 anos. Notavelmente, o período mais chuvoso ocorre do final da primavera até o término do verão, estendendo-se de outubro até o início de maio. Durante essa fase, as precipitações são tipicamente intensas, porém breves, e a umidade relativa do ar frequentemente supera os 70%. Estruturalmente, a cidade é composta por 35 RAs, as quais são oficialmente estabelecidas e operam sob a dependência do Governo do Distrito Federal (GDF), cada uma delas exercendo governança de maneira independente (GDF, 2023).

O estudo foi realizado ao longo do ano de 2022, na RA de Planaltina, especificamente na região conhecida como Estância, distante 38,5 km do Plano Piloto, e que possui uma população de 190.495 habitantes e 62.798 imóveis (Administração Regional de Planaltina, 2023), nos meses de abril e maio, período chuvoso da região, e após o longo período seco da região, nos meses de novembro e dezembro.

Importante reiterar que Planaltina foi a única região administrativa que apresentou um aumento do número de casos prováveis de dengue (3.343 casos prováveis) no ano de 2021, portanto servindo como um critério de seleção para o estudo.

Baseado nos dados entomológicos reportados como justificativa ao projeto, e por se tratar de uma região homogênea, foram selecionadas três áreas com aproximadamente 25ha, no estrato com IIP classificado como de “risco de surto” em Planaltina, na região de Estância, que tem áreas com características de moradia, socioeconômicas e ambientais similares.

2.2 DELINEAMENTO AMOSTRAL

Área 1 - Tratamento com aplicação de larvicida em equipamento montado em veículo, cuja descrição encontra-se no Quadro 1. A área apresenta como coordenadas geográficas 15°36’56’’S 47°40’26’’W. Nessa área, o larvicida Vectobac WG foi aplicado utilizando o equipamento Jatão® 600 (JACTO, 2023).

Foi aplicado o larvicida biológico VectoBac WG®, grânulo dispersível, *Bacillus thuringiensis var. israelensis*, Cepa AM65-52, na concentração de 530 g/ha, na faixa preconizada pelo fabricante Valent BioSciences. A preparação foi realizada com a adição de 13.500 g do larvicida em 600 litros de água, para então ser homogeneizada, obtendo uma concentração de 2,25%.

Quadro 1: Características do equipamento Jatão 600 utilizado no estudo.

Reservatório	Capacidade de 600L	Polietileno	Agitação da calda mecânica
Reservatório de água para limpeza	Capacidade de 14l	Polietileno	-
Filtro de sucção	Modelo FVS 100	Capacidade de filtragem 100 l/min	Malha 60
Bomba de pulverização	Modelo centrífuga com 2 rotores	Vazão máxima de 115 l/min	Rotação 4100 rpm
Dimensões	Comprimento de 1,45 m	Largura 1,25 m	Altura de 2,20 m
Peso	Máquina vazia com 385 kg		-
Volume de pulverização	Mínimo de 23 l/ha	Máximo de 860 l/ha	-

Fonte: Máquinas Agrícolas Jacto (2023).

Área 2 - Tratamento com aplicação de larvicida utilizando o equipamento costal motorizado Guarany UBV 6L KAWASAKI TK65D, cujas especificações encontram-se no Quadro 2. A área apresenta como coordenadas geográficas 15°36’42’’S 47°41’25’’W. Nessa área a aplicação de VectoBac WG foi realizada utilizando o equipamento motorizado costal motorizado Guarany, ajustado para 6000 rpm, com ponta dosadora laranja e sem filtro vermelho para gerar uma vazão de 600mL/min. Foi preparado com uma mistura de 125 g do larvicida em 2 l de água, mexido até homogeneizar a mistura. Foi então enchido o reservatório com a solução e adicionado outros 4 l de água, obtendo uma concentração final de 2,08%.



Quadro 2 - Características do equipamento Guarany UBV 6L utilizado no estudo.

Capacidade do tanque de combustível	2 l (0,5 gal)
Motor	Kawasaki TK65D – 2 Tempos
Cilindradas	64,7 cc
Potência máxima	4,6 Hp
Vazão máxima	250 ml/min

Fonte: Guarany (2023).

Área 3 - Tratamento focal com visita casa a casa. A área apresenta como coordenadas geográficas 15°36'06''S 47°41'12''W. Nessa área o produto VectoBac WG® foi aplicado na dose de 0,8 g para cada 100 l de água conforme recomendações do fabricante. Para a aplicação foi utilizada colher medidora fornecida pelo fabricante e a seguinte tabela foi fornecida aos agentes para facilitar as atividades de campo.

O estudo contou com o apoio da DIVAL/SES-DF, que cedeu espaço no laboratório de entomologia para realização de ensaios, identificação de larvas e contagem de ovos de *Aedes*. A pesquisa também contou com o apoio da *Sumitomo Chemical Latin America* que forneceu o larvicida VectoBac WG® e cedeu o equipamento para aplicação espacial desenvolvido com a tecnologia Wals® pela empresa Jacto S.A., assim como o equipamento motorizado costal para as aplicações.

O equipamento Jatão 600 cedido pela empresa Jacto S.A. nos períodos dos ensaios, foi armazenado no Parque de Serviços da Administração Regional de Planaltina, assim como os veículos responsáveis pela tração do mesmo nas duas primeiras aplicações (trator), considerando que nas duas últimas o equipamento fora tracionado através de uma caminhoneta com tração nas quatro rodas, de carga patrimonial da própria DIVAL.

No tocante ao pessoal de campo, o estudo contou com 26 Agentes de Vigilância Ambiental (AVA, designação local para os Agentes de Controle de Endemias (ACE)), e quatro supervisores lotados no Núcleo Regional Vigilância Ambiental de Planaltina, para prestarem o apoio logístico ao projeto. Além dos agentes de campo, o estudo contou com o apoio de um biólogo responsável pelo Laboratório de Entomologia da DIVAL/DF. Ademais, as estruturas administrativas da Diretoria foram utilizadas para traçar estratégias experimentais, discussões e orientações para a equipe destacada e acertos operacionais.

2.3 ESTRATÉGIA DE VIGILÂNCIA ENTOMOLÓGICA

Foi realizada a vigilância entomológica utilizando a metodologia LIRAA (realizados em janeiro, abril, julho e novembro/2022), e monitoramento com ovitrampas (durante as semanas epidemiológicas – SE 10 a 49/2022). Os dados da pesquisa larvária com a metodologia LIRAA foram realizados antes e depois da aplicação do Bti e usados para estimar o IIP, ITR e IB obtidos pelo



levantamento e também com os dados do monitoramento das ovitrampas, realizado semanalmente durante as SE 10-49/2022.

Mapas de calor mensais, para cada área delimitada, foram elaborados através do software Quantum GIS (versão 3.20.3), tendo como base o quantitativo de ovos coletados nas ovitrampas que foram georreferenciadas e monitoradas durante os meses de fevereiro a dezembro de 2022, para uso interno.

2.4 ESTRATÉGIA EXPERIMENTAL

A área III, que foi testada com a tradicional metodologia de aplicação focal do larvicida realizada pelo agente de campo, tem 25,55ha e aproximadamente 420 imóveis/lotes (MS, 2009). Nesse estudo a aplicação de larvicida ocorreu durante a semana de aplicação com equipamentos costal e montado em veículos nas outras áreas.

Previamente à instalação das ovitrampas, os Agentes de Vigilância Ambiental (AVAs), visitaram os imóveis no qual seriam instaladas as armadilhas, um procedimento padrão realizado pela SES/DF nestas situações. Na ocasião, foi realizado o registro das coordenadas geográficas das residências. As ovitrampas instaladas na área de estudo foram distribuídas uma a cada 150 m e monitoradas semanalmente, das semanas epidemiológicas 10 a 49 de 2022 (ou seja, dos meses de março a dezembro), considerando apenas os dados das semanas no qual foram recuperadas pelo menos 50% das armadilhas. As armadilhas tiveram as palhetas recolhidas e trocadas semanalmente durante o período exposto. As palhetas recolhidas foram encaminhadas para o laboratório da DIVAL, e os dados da contagem dos ovos foram utilizados para o cálculo de infestação e distribuição da infestação, utilizando os seguintes índices: Índice de Positividade de Ovitampa (IPO), Índice de Densidade de Ovos (IDO) e Índice Médio de Ovos (IMO) (GOMES, 1998). A análise desses dados entomológicos foi utilizada para verificar a eficiência da aplicação das metodologias avaliadas sobre o vetor *Ae. aegypti*. Os dados foram coletados de forma satisfatória dentro do campo de estudo (KREBS, 1998).

Para avaliar a eficácia dos tratamentos, na véspera das aplicações do larvicida, foram distribuídos 100 recipientes, do tipo pote descartável, plástico e transparente, capacidade de 500ml e com tampa, na área de tratamento espacial em equipamento montado em veículo (Área I) nas quatro aplicações, e na área de tratamento em equipamento motorizado costal (Área II) nas duas primeiras aplicações, para verificar se o produto atingiu os recipientes. Desses 100 recipientes, eram colocados dois em cada lote, um de maneira mais exposta e outro de forma mais reservada (garagem, coberturas no quintal, armários externos, dentre outros).

Esses recipientes previamente identificados foram distribuídos de forma aleatória na área externa das residências, no dia anterior à aplicação e recolhidos uma hora após cada aplicação, tampados e levados ao laboratório. No laboratório, foi adicionada 300 ml de água em cada recipiente,



sendo introduzidas 10 larvas L3 de *Ae. aegypti* em cada recipiente. Leituras de mortalidade foram realizadas em 24 e 48 horas após a exposição. Os recipientes da área I foram identificados como sendo: I1A até o I50A (para àqueles protegidos no lote), e I1B até o I50B (para àqueles expostos). Os recipientes da Área II foram identificados da seguinte forma: II1A até o II50A (os protegidos no lote) e II1B até o II50B (os expostos). Já os recipientes de controle foram identificados como C1 até o C10.

Os recipientes de controle que apresentaram valores de mortalidade larvária entre 5% a 19,9% foram tratados pela Fórmula de Abbott.

2.5 MÉTODOS DE APLICAÇÃO

Na Área I, com 25,49ha, com aproximadamente 490 imóveis/lotês, foi realizada a aplicação espacial do larvicida com o equipamento montado em veículo denominado Jatão 600. As aplicações consideradas válidas foram realizadas no início da manhã, com duração aproximada de 60 minutos, nos dias 22/03/2022 e 12/04/2022.

Nessa área, os 100 recipientes foram inseridos e testados em todas as quatro aplicações, considerando um espaçamento aproximado de 10 lotês entre cada recipiente.

É imperioso salientar que foram realizadas aplicações no segundo semestre de 2022. Entretanto, as avaliações da Área I realizadas em 22/11/2022 e 06/12/2022, da Área II realizadas em 22 a 24/11/2022 e 06 a 08/12/2022, e na Área III realizados em 09 a 11/11/2022 e 01,02 e 05/12/2022, foram desconsiderados nas análises relacionadas aos bioensaios, em virtude do índice pluviométrico, conforme discutido posteriormente neste trabalho.

Quadro 3 - Parâmetros das áreas estudadas e datas de aplicação.

Área	Tamanho	Quantidade de lotês	Datas de aplicação
Área I	25,49 ha	490	22/03/2022 12/04/2022
Área II	23,40 ha	460	22-24/03/2022 12-14/04/2022
Área III	25,55 ha	420	17-21/03/2022 06-08/04/2022

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

A Área II, com 23,40 ha e aproximadamente 460 imóveis/lotês, foi testada com a aplicação do nebulizador costal motorizado Guarany UBV 6L11L (Guarany-Kawasaki TK065D) nos dias 22 a 24/03/2022 e 12 a 14/04/2022. Os recipientes foram inseridos na região apenas nas duas primeiras aplicações, considerando que esta abordagem permite uma aplicação mais precisa e direcionada diretamente para os possíveis depósitos no intra e peridomicílio, considerando o acesso a pé no lote pelo agente (COSTA, 2002), o que fatalmente alcançaria os recipientes inseridos nos lotês.

A Área III, que foi testada com a tradicional metodologia de aplicação focal do larvicida realizada pelo agente de campo, tem 25,55 ha e aproximadamente 420 imóveis/lotes. No local foram realizados os levantamentos de índices e tratamento (LI+T), nos períodos de 17-21/03/2022 e 06-08/04/2022.

O cronograma de aplicações é apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Cronograma de aplicações.

MÉTODO	DATAS DE APLICAÇÃO
Espacial – Jatão 600	22/03/2022
	12/04/2022
Perifocal - Costal	22-24/03/2022
	12-14/04/2022
Focal	17-21/03/2022
	06-08/04/2022

Fonte: Elaborado pelos pesquisadores.

2.6 MÉTODO ESTATÍSTICO

Os valores de IPO, IDO e IMO passaram por análise estatística usando o teste de Mann-Whitney, utilizando-se a plataforma estatística gratuita disponível no sítio eletrônico jamovi.org para determinar a significância dos resultados. O teste de Mann-Whitney foi empregado para comparar as tendências centrais de duas amostras independentes e contínuas, nesse caso, as amostras X e Y (ALMEIDA, 2022). Esse teste foi aplicado aos valores de IPO, IDO e IMO obtido das ovitrampas, combinando-se as amostras das Áreas I e II, bem como das Áreas I e III, a fim de determinar a significância estatística dos resultados.

Portanto, na hipótese nula (H_0), assume-se que X e Y possuem distribuições idênticas, o que implica não haver diferença significativa entre elas. Por sua vez, a hipótese alternativa (H_1) sugere que as distribuições de X e Y diferem em relação ao fator de análise em questão. Se o valor obtido for menor ou igual ao nível de significância estabelecido (valor-p 0,05), a hipótese nula é rejeitada, indicando que existe uma diferença estatisticamente significativa entre as amostras.

Um valor-p baixo (menor que 0,05) sugere que o resultado do teste é estatisticamente significativo. Isso significa que é improvável que o resultado observado tenha ocorrido por acaso, sob a hipótese nula. Esse valor, convencionalmente divulgado, é a medida de incerteza mais usual no meio acadêmico (BOSHOLN *ET AL.*, 2020).

O valor-p em estatística é uma medida usada para ajudar a determinar a significância de um resultado obtido em um teste de hipóteses. Especificamente, ele representa a probabilidade de obter um resultado tão extremo quanto o que foi observado, assumindo que a hipótese nula é verdadeira. A hipótese nula é uma suposição padrão de que não há efeito ou diferença significativa entre os grupos



ou variáveis estudadas. Já um valor-p alto indica que o resultado observado é provável de ter ocorrido por acaso, o que sugere não haver evidência suficiente para rejeitar a hipótese nula.

Assim, em consonância com a natureza dos dados obtidos, no qual não seguem uma distribuição normal, e com os propósitos delineados pelo estudo, envolvendo a comparação de duas amostras independentes, a seleção do método estatístico revelou-se em sintonia com a tipologia dos dados e o objetivo da pesquisa.

3 RESULTADOS

Em que pese não ter sido alvo direto de análise da pesquisa, mas sim um resultado esperado do controle vetorial, é importante registrar que os casos prováveis de dengue no DF, até então recorde, tiveram um aumento de 312,40% entre os anos de 2021 para 2022, sendo 16.888 casos prováveis em residentes no DF em 2021 e 69.645 casos em 2022.

Porém, a RA de Planaltina, local do estudo, apresentou um aumento de 27,15%, sendo registrados 3.395 casos prováveis em 2021 e 4.317 em 2022 (SES/DF, 2022).

Para comparar a eficácia das metodologias utilizadas neste trabalho, foram utilizados os índices obtidos das ovitrampas de cada área do estudo, durante as SE 10 a 49. Foi prevista a instalação e recolhimento semanal das paletas de 12 armadilhas na Área I, 8 na Área II e 16 na área III. É importante frisar que o termo “ovitrampas não recuperadas”, refere-se àquelas extraviadas, danificadas, ou ainda devido à impossibilidade de acesso ao local de instalação.

Durante as SE 10 a 49 de 2022 foram instaladas 432 ovitrampas a Área I, 224 ovitrampas na Área II, sendo 8 por semana, e 576 na Área III. Observou-se um índice de ovitrampas não recuperadas de 11,80% na Área I, 16,50% na Área II e 14% na Área III, e foram coletados 31.204 ovos na Área I, 2.772 na Área II e 6.860 na Área III durante este período, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de armadilhas instaladas por área, perda percentual e ovos coletados durante o estudo.

Área	OVT/área	Nº instaladas	Nº não resgatadas	% não resgatadas	Nº Ovos
Área I	12	432	51	11,80%	3104
Área II	8	224	37	16,50%	2772
Área III	16	576	81	14%	6860

Fonte: Elaborada pelos pesquisadores.

No cálculo da mediana dos índices de ovitrampas coletados ao longo das semanas epidemiológicas durante o estudo, foi possível observar que os índices de IPO, IDO e IMO da área de aplicação do Jatão são menores quando comparados aos mesmos índices das outras áreas. Quando comparadas as Área II e III, verifica-se que os índices são semelhantes, embora seja observado que o IPO da Área II, de aplicação focal, seja um pouco menor que o da Área III, focal, como observado na

Tabela 2. Vale ressaltar, que a primeira aplicação na Área I ocorreu na SE 12, a segunda na SE 15, a terceira na SE 47, e a última na SE 49.

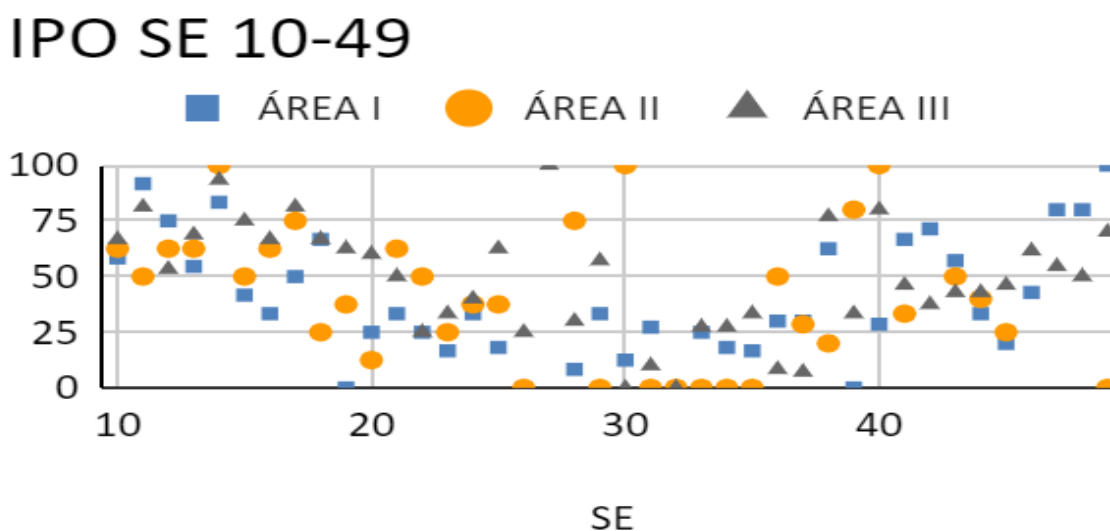
Tabela 2 - Índices de IPO, IDO e IMO das ovitrampas por área de aplicação.

Índice de ovitrampa	Área I	Área II	Área III
IPO	30	37,5	46,1
IDO	13	20,3	21
IMO	4,6	8,1	8,8

Fonte: Elaborada pelos pesquisadores.

A análise do Índice de Positividade de Ovitrampas mostra que, em um total de 16 SE, a Área I, de aplicação do Jatão, apresentou um índice inferior quando comparado às demais áreas tratadas com outras metodologias. Além disso, em 6 semanas epidemiológicas, a Área I teve um índice inferior em relação à Área II, enquanto em 5 semanas epidemiológicas, os valores correspondentes à Área I foram inferiores aos registrados na Área III. Ademais, nota-se que esse índice chegou ao valor 0 em 4 semanas epidemiológicas, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - IPO das três áreas do experimento, durante as semanas epidemiológicas 10-49 de 2022.

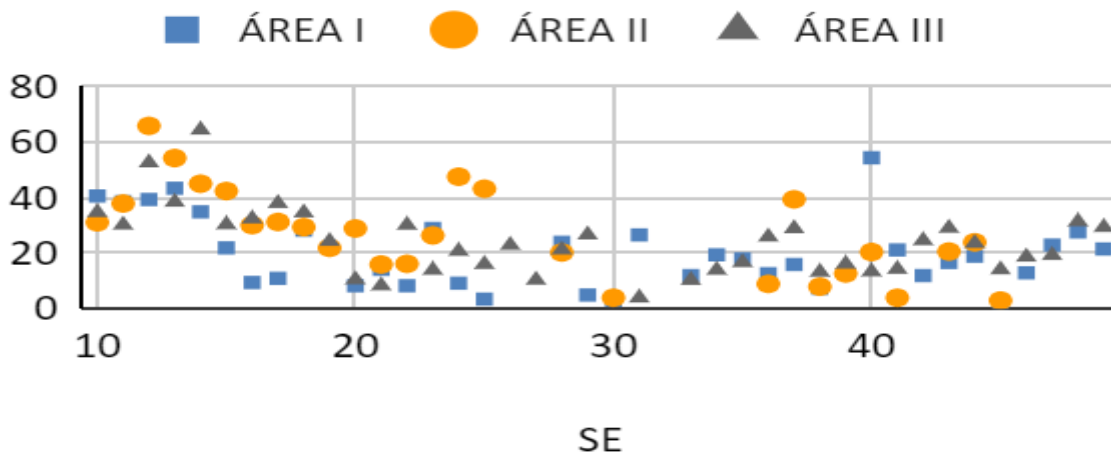


Fonte: Elaborada pelos pesquisadores.

No que concerne ao IDO, durante as semanas epidemiológicas do estudo, pode-se observar que, em um total de 15 semanas, na Área I, onde foi usado o Jatão, o IDO foi inferior ao apresentado nas Áreas II e III. Em um contexto mais específico, em 4 semanas, a Área de aplicação do Jatão exibiu resultados de IDO inferiores ao da Área II, enquanto em 5 semanas, os índices correspondentes à Área I foram menores que aqueles apresentados pela Área III. Tais observações estão representadas na Figura 2, proporcionando uma melhor compreensão das tendências observadas ao longo do período analisado.

Figura 2 - IDO das três áreas do experimento, durante as semanas epidemiológicas 10-49 de 2022.

IDO SE 10-49

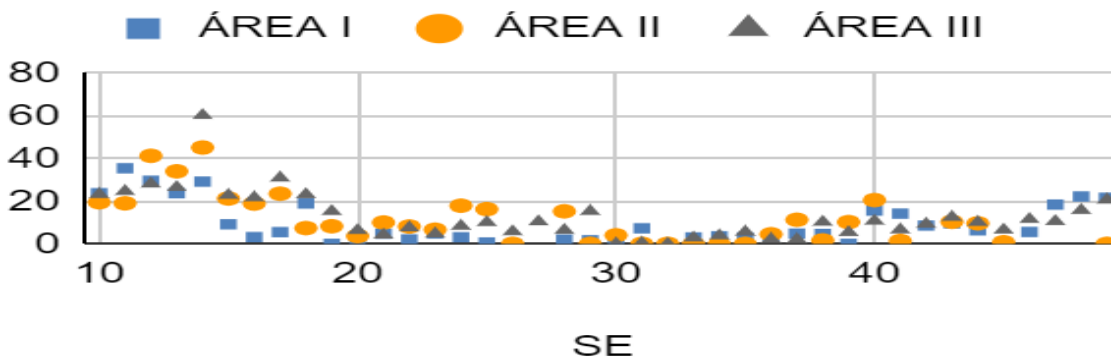


Fonte: Elaborada pelos pesquisadores.

Já o IMO também revela que a área com aplicação do Jatão obteve índices abaixo dos locais com tratamentos costal e focal. Em 5 semanas epidemiológicas, a área da aplicação do Jatão, teve índices menores que os apresentados pela área de aplicação costal, e em 9 semanas epidemiológicas foram menores que os registrados pela de tratamento focal, atingindo um valor igual a 0 em 5 semanas epidemiológicas, como se pode observar na Figura 3.

Figura 3 - IMO das três áreas do experimento, durante as semanas epidemiológicas 10-49 de 2022.

IMO SE 10-49



Fonte: Elaborada pelos pesquisadores.

No Quadro 5 são mostrados os resultados do LIRAA durante o ano de 2022 e início de 2023. Baseado nos dados extraídos, pode-se observar os seguintes índices de infestação predial e de depósito preferencial.



Quadro 5 - Resultados dos LIRAA antes, durante e depois das intervenções no período do estudo no ano de 2022 e os dois primeiros de 2023.

Data LIRAA	Região	IIP	DP
24-28/01/2022	DF	1,10	B
	Planaltina	2,25	A2
	Estrato 39 (Estância)	2,92	A2
25-29/04/2022	DF	0,80	B
	Planaltina	1,21	A2
	Estrato 39 (Estância)	1,09	B
04-08/07/2022	DF	0,20	B
	Planaltina	0,37	A2
	Estrato 39 (Estância)	0,00	-
07-11/11/2022	DF	0,8	B
	Planaltina	1,29	B
	Estrato 39 (Estância)	1,61	B
09-13/01/2023	DF	1,5	A2
	Planaltina	2,79	A2
	Estrato 39 (Estância)	2,68	A2
22-26/05/2023	DF	0,5	B
	Planaltina	1,17	A2
	Estrato 39 (Estância)	1,19	B

Fonte: Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal (2024).

Verifica-se que, antes da intervenção nas três áreas no extrato 39 (Estância), o mesmo apresentava um Índice de Infestação Predial de 2,92%, enquanto o índice apresentado após a intervenção com os produtos foi de 1,09% apresentando uma redução de mais de 60% em relação ao índice anterior, chegando a 0,0% no mês de julho e apresentando uma elevação para 1,61% antes da segunda intervenção.

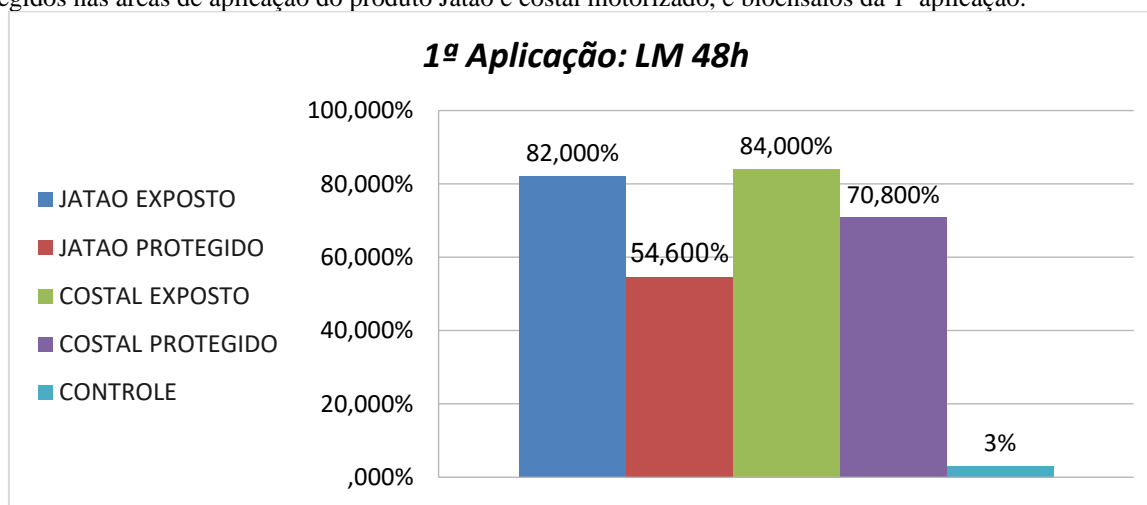
Para avaliar a dispersão do produto na aplicação com o Jatão e com a aplicação costal motorizada, potes foram distribuídos em áreas cobertas e expostas nas duas áreas, antes das intervenções. Na exposição das larvas ao conteúdo desses depósitos provenientes das duas áreas, verifica-se, na primeira exposição, um percentual de mortalidade nos recipientes expostos de 82% na área do Jatão e de 84% na área da aplicação costal, com leitura de mortalidade 48 horas após a exposição das larvas. Já nas áreas protegidas, verifica-se uma mortalidade menor, de 54,60% na área do Jatão e de 70,80% na área da aplicação costal motorizada, também com leitura de mortalidade 48 horas após a exposição das larvas ao conteúdo dos depósitos. Observa-se ainda que a mortalidade nos recipientes controle, na primeira aplicação, foi de 3%, portanto, não necessitando de realizar a correção pela fórmula de Abbott, como exposto na Figura 4.

No segundo experimento, pode-se observar que a mortalidade foi ligeiramente menor nas duas metodologias, apresentando mortalidade após 48 horas de exposição de 63,90% e 47,10% para expostos e protegidos, respectivamente, na área do Jatão e 61,40% e 48,30% respectivamente para

protegido e não protegido, na área de aplicação costal motorizado, como mostrado na Figura 5. Foi observada uma mortalidade no controle de 13%, portanto a mesma foi corrigida pela Fórmula de Abbott.

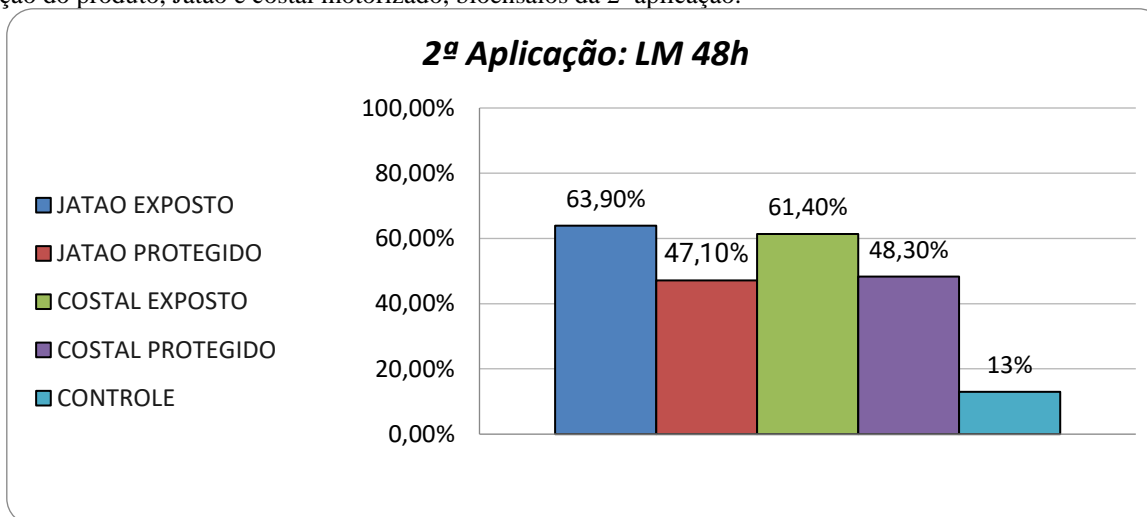
Após a realização dos bioensaios, apresentamos os valores referentes à mortalidade das larvas em 48 horas após as duas primeiras aplicações. Notou-se uma maior mortalidade demonstrada nos recipientes, tanto nos expostos quanto nos recipientes protegidos nos lotes, quando em comparação com o controle.

Figura 4 - Percentual de mortalidade de Larvas em 48 h após exposição ao larvicida Bti, referente aos recipientes expostos e protegidos nas áreas de aplicação do produto Jatão e costal motorizado, e bioensaios da 1ª aplicação.



Fonte: Elaborada pelos pesquisadores.

Figura 5 - Percentual de mortalidade de Larvas em 48 h após exposição ao conteúdo dos depósitos expostos nas áreas de aplicação do produto, Jatão e costal motorizado, bioensaios da 2ª aplicação.



Fonte: Elaborada pelos pesquisadores.

A busca por um equilíbrio entre eficácia e eficiência é essencial para garantir o sucesso das abordagens utilizadas, otimizando o uso de recursos disponíveis e maximizando a obtenção de resultados.



Ressalta-se que para os cálculos inseridos na tabela abaixo, foram utilizados o valor de R\$ 222,9384/kg de Bti, tendo como fonte questionamento junto ao MS pela Plataforma Fala.BR (CGU, 2023) e de R\$ 16,44/h do Agente de Vigilância Ambiental (SEPLAD, 2023).

Na Tabela 3 são apresentados os gastos por área do estudo, no qual foram obtidos a partir do valor apontado pelas fontes acima em relação a concentração do insumo (Bti) pela área, determinado pelo fabricante, que é de 530 g/ha.

Tabela 3: Comparação de gastos por área do estudo.

	ÁREA I	ÁREA II	ÁREA III
PESSOAL/APLICAÇÃO	2	4	18
QUANTIDADE DE PRODUTO/APLICAÇÃO	13.500g	2.925g	1.155g (média)
QUANTIDADE DE PRODUTO/HA	530g	125g	45g
TEMPO/APLICAÇÃO	1h	12 H	20h (média)
CUSTO DE INSUMOS/APLICAÇÃO	R\$ 2.970,00	R\$ 643,50	R\$ 254,10
CUSTO DE PESSOAL/APLICAÇÃO	R\$ 32,88	R\$ 789,12	R\$ 5.918,40
CUSTO INSUMOS + PESSOAL	R\$ 3.002,88	R\$ 1.432,62	R\$ 6.172,50

Fonte: Elaborada pelos pesquisadores.

Ressalta-se que na Área III, o levantamento de índices realizados em virtude do projeto, datado de 06 a 08/04/2022, apresentou 34,72% dos imóveis fechados e 2,57% de imóveis recusados, e o levantamento de 16 e 17/11/2022 mostrou 27,38% de imóveis fechados e 3,04% de imóveis recusados, o que indica uma pendência de 37,29% e 30,42% respectivamente. Esses altos índices mostram a dificuldade em adentrar aos imóveis na área, sendo que o acesso a eles está intrinsecamente ligado ao tratamento preconizado, o que pode resultar em um menor consumo do insumo no local.

É importante notar que o valor-p não mede o tamanho do efeito ou a importância prática dos resultados, fornecendo apenas uma medida da força da evidência contra a hipótese nula. Na verdade,

um valor-p acima de 0,05 mostra que a nova tecnologia tem resultados similares aos tradicionais métodos preconizados nos programas de controle de vetores

O valor-p é frequentemente mal interpretado. Por exemplo, um valor-p abaixo de 0,05 não significa haver uma probabilidade de 95% de que a hipótese alternativa seja verdadeira. Também, a utilização exclusiva do valor-p para determinar a significância pode levar a conclusões errôneas. É importante considerar o contexto dos dados, o tamanho do efeito e outras análises estatísticas.

O valor-p é comumente utilizado em contextos como pesquisa médica, ciências sociais e psicologia para testar hipóteses sobre fenômenos como diferenças entre grupos, correlações entre variáveis, e muito mais. É uma ferramenta estatística que ajuda os pesquisadores a determinar se os resultados de seus estudos são provavelmente devidos ao acaso ou se eles indicam uma diferença ou relação real que vale a pena explorar mais a fundo.

Na Tabela 4 observa-se que a maioria dos valores-p foi superior a 0,05. Portanto, com base nesses resultados, rejeita-se a hipótese nula (H_0), indicando que não existe uma diferença estatisticamente significativa entre as amostras, exceto no teste de IMO entre a Área em I e III, em que um valor-p de 0,043 foi observado.

Tabela 4: Análise de significância dos índices de ovitrampas por área do estudo.

TESTE PARA AMOSTRAS INDEPENDENTES		Valor-p
IDO Área I x II	U de Mann-Whitney	0,057
IDO Área I x III		0,101
IPO Área I x II		0,939
IPO Área I x III		0,094
IMO Área I x II		0,587
IMO Área I x III		0,043

Fonte: Elaborada pelos pesquisadores.

3.1 DISCUSSÃO

Mosquito doméstico, *Ae. aegypti*, é de difícil controle, cujo desafio reside na preferência pelo depósito dos seus ovos em locais críticos e de difícil acesso. Além disso, os métodos atuais de controle são trabalhosos, dependentes de grande número de pessoal capacitado. Vale ressaltar que a aplicação de larvicidas, especialmente em criadouros, é uma estratégia de destaque no controle do vetor da dengue. Espera-se que uma aplicação com maior alcance proporcione maior eficiência aos serviços de vigilância entomológica no controle do *Ae. aegypti*.

Diante do aumento no número de casos de dengue ocorrido em 2021 na Região Administrativa de Planaltina, no DF, em contraste com outras regiões administrativas, surgiu a hipótese de que a metodologia convencional de controle de vetores poderia apresentar baixa eficácia, especialmente nessa região específica. Disso emergiu a necessidade da definição da escolha das áreas geográficas a serem estudadas, alinhadas com a situação epidemiológica apresentada no período citado.



A apresentação dos índices obtidos por meio das armadilhas de oviposição desempenha um papel fundamental na busca por uma maior eficácia no controle das arboviroses. O monitoramento desses índices fornece informações valiosas sobre a atividade reprodutiva desses mosquitos e ajuda a direcionar as estratégias de controle de vetores.

Um aspecto relevante é a precocidade com que as ovitrampas se tornam positivas (BRAGA *ET AL.*, 2000). Esse evento tem um impacto direto nos programas de controle de vetores, ao permitir a identificação antecipada da presença de *Ae. aegypti* em uma determinada área. Isso possibilita uma intervenção rápida e direcionada, visando interromper o ciclo de reprodução e minimizar o risco de ocorrência de doenças, a partir da delimitação da área de atuação e direcionamento de ações de controle. Assim, o uso destas armadilhas no estudo foi alinhado com as estratégias de vigilância entomológicas descritas. Portanto, ao considerar os índices levantados pelas armadilhas de oviposição, é essencial levar em conta a precocidade com que elas se tornam positivas, uma vez que isso desempenha um papel significativo na eficácia dos programas de controle de vetores.

É importante salientar que o contraste entre os resultados dos índices de infestação predial e os dados das armadilhas de oviposição corrobora a menor sensibilidade do índice de infestação predial na detecção da positividade em relação a *Ae. aegypti* (BRAGA *ET AL.*, 2000).

Essa divergência pode ser explicada pelas diferenças na metodologia e nos mecanismos de detecção utilizados pelos dois métodos. Enquanto as ovitrampas são projetadas especificamente para atrair mosquitos e coletar seus ovos, o índice de infestação predial se baseia na inspeção de imóveis para identificar os focos de larvas e/ou pupas, o que demanda pessoal capacitado, treinado e supervisionado para a devida realização da atividade. Ademais, muitos criadouros são de difícil acesso, impossibilitando a vistoria pelo ACE.

Um índice de pendências de visitas domiciliares alto, como os detectados neste estudo, leva a uma subavaliação de depósitos positivos, o que potencialmente desencadeia um baixo consumo de insumos para tratamento, o que pode ter acontecido no experimento no tocante à Área III.

Tudo isso ressalta a importância de considerar diferentes métodos de vigilância entomológica. A utilização das armadilhas de oviposição, fornece informações mais sensíveis sobre a presença de ovos, indicando as áreas em potencial para ocorrer a transmissão de arbovírus e conseqüentemente a ocorrência de doenças. Portanto, é fundamental considerar os dados das armadilhas de oviposição em conjunto com os índices de infestação predial para uma avaliação mais abrangente e eficaz do controle de vetores (GOMES, 1998).

É importante reiterar que os índices de ovitrampas submetidos à análise estatística pelo teste de Mann-Whitney apontaram que para a maioria dos dados não existe diferença estatística entre as amostras, o que demonstra que as aplicações realizadas com a tecnologia Wals[®] em veículo e costal



tiveram resultados compatíveis quando comparados à metodologia tradicional, já amplamente utilizada.

Foi possível observar um desempenho médio melhor da metodologia Wals[®] utilizada na Área I no tocante a todos os índices das ovitrampas (positividade das ovitrampas, densidade de ovos e índice médio de ovos), demonstrando um nível de infestação por *Ae. aegypti* menor nessa área.

Nas duas primeiras aplicações, foi observada a dificuldade logística com o deslocamento do equipamento. Foi necessário um trator para tracionar a carreta no qual estava acoplado o equipamento. No local da aplicação, a velocidade desenvolvida é apropriada, porém, o deslocamento entre a garagem onde ficou guardado o conjunto trator/equipamento até o local de aplicação, aproximadamente 10 km, foi feito em velocidade muito baixa, passando por uma rodovia federal, que numa rotina de trabalho seria muito complexa de ser realizada.

Quando o equipamento passou a utilizar uma carreta tracionada por uma caminhoneta com tração 4x4, os deslocamentos passaram a ficar muito mais ágeis e práticos, o que indica uma situação plausível de ser rotineiramente utilizada.

Os valores relacionados à mortalidade larvária em 48 horas são essenciais para a compreensão dos resultados de aplicação realizada e para os objetivos do estudo. Esses resultados foram fundamentais para a análise e interpretação dos efeitos dos tratamentos utilizados nesses ambientes específicos. As aplicações pelo método Wals[®] foram eficientes, corroborando a avaliação realizada no ano de 2020 em Manatee County, na Flórida, EUA. Uma menor mortalidade larvária em 48 horas foi observada nos recipientes colocados protegidamente nos lotes em comparação com os mais expostos, o que induz que a integração entre os métodos de controle deve ser sempre buscada, de modo que a inspeção domiciliar para tratamento focal seja complementada pela aplicação espacial nos locais de difícil acesso (WILLIAMS *ET AL.*, 2022), como foi obtido neste estudo.

Cumprir frisar que os dados de mortalidade dos recipientes de controle da segunda aplicação apresentaram um valor alto, destoante dos demais, sem nenhuma alteração na metodologia empregada no bioensaio. Especula-se que os recipientes podem ter sofrido algum tipo de contaminação por resíduos de produtos químicos oriundos da própria indústria fabricante. Vale ressaltar que os resultados de mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Abbott.

Com relação à menor mortalidade observada em comparação com a primeira aplicação, enfatiza-se que durante os meses de novembro e dezembro de 2022, a região de Brasília experimentou um padrão de chuvas abundantes ao longo de todo o período. Conforme os registros do boletim de precipitação disponibilizado pelo Instituto Brasília Ambiental (IBRAM, 2022), foi constatada uma ocorrência de chuvas quase diárias nesses dois meses, com exceção de um único dia, em 09/11/2022, no qual não foram registradas precipitações. Portanto, nos meses de novembro e dezembro de 2022, a quantidade de chuva mensal superou significativamente a média histórica esperada. A precipitação em



novembro apresentou-se 125% acima da média mensal, enquanto em dezembro esse valor ultrapassou em 141% a média histórica, conforme o IBRAM.

Diante desse contexto, é plausível inferir que os dados referentes às larvas mortas em 48 horas podem ter sido menores devido a um possível excesso de água nos recipientes utilizados, resultante das chuvas ocorridas nas vésperas de cada aplicação durante esses dois meses. O impacto dessas chuvas abundantes pode ter influenciado negativamente a eficácia dos tratamentos aplicados nas larvas, e, conseqüentemente, influenciando os resultados observados.

Essas informações são relevantes para a análise dos dados obtidos em relação à mortalidade das larvas, ao fornecerem um contexto climático e ambiental que pode ter influenciado os resultados observados durante o período de testes efetuados no segundo semestre de 2022. Portanto, considerar as condições meteorológicas, como o volume de chuvas, é fundamental para uma interpretação adequada dos resultados e a compreensão dos possíveis fatores que podem ter contribuído para os resultados observados de todo o estudo (HARRIS *ET AL.*, 2021, BOHARI *ET AL.*, 2020). Dessa forma, os dados coletados nesse período não foram utilizados no estudo, referente à avaliação realizada nos bioensaios na avaliação de mortalidade larvária.

Na análise dos métodos empregados, é relevante considerar não apenas a eficiência, mas também a eficácia, pois essas duas dimensões podem estar intrinsecamente relacionadas. A eficiência é a capacidade de alcançar resultados desejados com o menor uso possível de recursos. Portanto, os custos associados a cada método, incluindo a alocação de recursos humanos, desempenham um papel fundamental nos resultados das estratégias empregadas. É importante destacar que pode haver casos em que determinados métodos sejam eficientes em termos de uso de recursos, mas, paradoxalmente, se revelem ineficazes na obtenção dos resultados desejados. Da mesma forma, outros métodos podem ser eficazes em atingir os objetivos estabelecidos, porém, devido a uma alocação inadequada de recursos, acabam sendo ineficientes (PINTO; CORONEL, 2017).

Ao se analisar os custos envolvidos com insumos e pessoal, observa-se a área tratada com o Jatão apresentou uma redução de custos de 51,35% em comparação à área de tratamento focal. Da mesma forma, quando se compara os mesmos custos entre a área de tratamento perifocal e a área tratada com o Jatão, constata-se uma diminuição de custos de 52,3% na primeira área. No entanto, ao considerar apenas os custos com pessoal por aplicação, a área tratada com Jatão representa 0,55% dos custos de pessoal da área de tratamento focal, enquanto a área com tratamento perifocal representa 13,33%.

Salienta-se que os custos de pessoal podem estar subestimados, pois as contratações de agentes por órgãos públicos e privados geralmente são realizadas para cargos e atribuições em tempo integral, e não apenas para determinado tipo de intervenção. Além disso, alguns fatores como o deslocamento até o local de aplicação e o tempo de preparo dos insumos devem ser avaliados, carecendo estes fatores



de abordagens mais precisas em novos estudos. Ademais, o quantitativo superior de larvicida utilizado com a aplicação através do Jatão, pode resultar em impacto ambiental e resistência ao Bti a longo prazo. Como o produto não tem uma especificidade absoluta sobre a ação em *Ae. Aegypti*, é possível efeitos em outros insetos também, especialmente quando usado em altas concentrações.

Não se pode deixar de mencionar que essa avaliação só foi possível pela parceria entre os setores público, privado e acadêmico, motivo pelo qual ressalta-se a importância de se buscar essa interação para o desenvolvimento de novos métodos de controle e vigilância de vetores.

As aplicações com a tecnologia Wals[®] podem ser eficazes na redução de populações de mosquitos transmissores de doenças em áreas residenciais e podem ser implementadas em um programa integrado de controle de vetores. Vislumbra-se um futuro no controle de vetores promissor com o uso da metodologia, baseado em todos os dados observados durante o estudo.

Além disso, é importante ressaltar que a aplicação com a metodologia Wals[®] mostrou uma notável capacidade de abrangência, permitindo que o produto alcance diversos criadouros mesmo em áreas com um elevado índice de pendências e superando barreiras físicas, como muros elevados. Esses resultados indicam a viabilidade da integração dessa abordagem à rotina do programa de controle de vetores.

A colaboração e parceria entre instituições acadêmicas, indústria e órgãos públicos de vigilância em saúde demonstram que o comprometimento com a busca de soluções inovadoras para o controle do vetor da dengue ultrapassa muito a visão de um problema exclusivo de governos. Deve-se buscar sempre essa interação para o desenvolvimento de novos métodos de controle e vigilância de vetores. A avaliação e a conseqüentemente implementação de novos métodos e insumos, combinados a equipamentos apropriados para a aplicação, representam uma abordagem promissora para enfrentar os desafios associados ao controle de *Ae. aegypti* e reduzir a transmissão de doenças como a dengue. Essa iniciativa também destaca a importância da pesquisa aplicada e da parceria entre diferentes atores para alcançar resultados efetivos na área da saúde pública.

Entretanto, é importante frisar que foram reportadas duas manifestações sobre o impacto do produto na fauna local polinizadora de abelhas, uma encaminhada à SES/DF através da Ouvidoria, e outra através do Ministério Público. Ambas foram respondidas pela DIVAL/SES-DF, nas quais se expôs que o insumo utilizado é um larvicida biológico altamente seletivo, testado e aprovado pelo PNCD, aprovado pela OMS e recomendado para uso em água potável, conforme disponível na Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos da *Sumitomo Chemical Latin America*. Isso reforça que toda a inclusão de tecnologia deve ser feita antecedida de uma comunicação apropriada junto à população, esclarecendo os benefícios e alertando sobre seu uso.

Cumprir destacar que os resultados e análises apresentadas mostram que o uso em larga escala de larvicidas, abrangendo uma área extensa, por meio de estratégias de aplicação que superem



obstáculos como imóveis fechados, muros e cercas, alcançando habitats de larvas de mosquitos de difícil localização ou acesso, deve ser incorporada às políticas públicas de controle de vetores, paralelamente as medidas já preconizadas, considerando a eficiência e a eficácia apresentadas na pesquisa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi utilizada a tecnologia Wals[®] para avaliar a efetividade da aplicação de VectoBac WG utilizando um nebulizador montado em uma carreta tracionada inicialmente por um trator e posteriormente por uma caminhoneta para controlar populações locais de *Ae. aegypti* na região delimitada. Os bioensaios larvais durante as quatro aplicações confirmaram a presença de Bti nos locais dos testes, independentemente do local exposto ou protegido.

A operacionalização, tanto do tratamento com o equipamento espacial montado em veículo quanto do pulverizador costal, foi realizada a contento, com um destaque negativo para as operações concretizadas em período de chuvas intensas no DF, que levaram a desconsiderar os últimos dois bioensaios. Porém, devido à robustez dos dados amparados no primeiro semestre de 2022, além dos índices entomológicos de ovitrampas e dos LIRAA, o impacto neste estudo foi minimizado.

A mortalidade de larvas em 48 horas apresentou números próximos entre as aplicações espaciais e costal, ou seja, nas Áreas I e II do estudo. Entretanto, a aplicação através com o Jatão foi 12 vezes mais rápida, utilizando a metade do número de agentes.

Os índices de positividade de ovitrampas foram mais baixos na Área I em comparação à Área II e mais baixos na Área I em relação à Área III, demonstrando um índice de infestação por *Ae. Aegypti* menor na área tratada com a metodologia Wals[®].

Considerando os índices de ovos, a Área I, tratada com o método Wals[®], apresentou um nível de infestação por *Ae. aegypti* menor em comparação com as demais áreas estudadas;

Os custos envolvidos com insumos e pessoal foram 51,35% mais baixos na área tratada com o Jatão do que na área de tratamento focal. Os custos envolvidos com insumos e pessoal foi 52,3% inferior na área com tratamento perifocal em relação a área tratada com o Jatão. Entretanto, ao considerar apenas os custos com pessoal por aplicação, a área tratada com Jatão representa 0,55% dos custos de pessoal da área de tratamento focal, enquanto a área com tratamento perifocal representa 13,33%.

Parcerias entre os setores públicos, privados, acadêmicos, devem ser cada vez mais incentivados, como ferramenta de melhoria no controle de vetores e de vigilância entomológica.

O uso de novos equipamentos deve ser precedido de ampla divulgação junto à população.



Armadilhas de oviposição fornecem informações mais sensíveis sobre a presença de ovos e indica consequentemente as áreas com potencial de transmissão diferente do IIP, que é dependente de pessoal capacitado e treinado;

O tempo dispendido por aplicação na Área I foi 12 vezes mais rápido que na Área II (perifocal), e 20 vezes mais rápido que o tempo utilizado no levantamento de índices e tratamento da Área III.

Considerando os resultados e as limitações deste estudo, é importante ampliar o estudo para outras regiões de Brasília, com características ambientais, sociais e imobiliárias diferentes (lotes mais amplos, muros mais baixos, melhor saneamento etc.), para poder avaliar o impacto do método em diferentes condições.

Recomenda-se que futuros trabalhos explorem diversas frentes para aprimorar o controle de *Ae. aegypti*. Primeiramente, seria valioso realizar estudos comparativos em diferentes regiões geográficas com condições ambientais variadas, para verificar a eficácia do método Wals® em contextos distintos. Adicionalmente, pesquisas que avaliem o impacto de variações sazonais e climáticas sobre a eficácia do larvicida podem fornecer dados importantes para ajustes nas estratégias de aplicação. Outro aspecto que merece investigação é a avaliação a longo prazo da resistência dos mosquitos aos larvicidas utilizados, considerando a possibilidade de adaptação dos vetores. Além disso, integrar análises econômicas detalhadas que comparem custo-benefício entre diferentes métodos de controle pode auxiliar na tomada de decisão para políticas públicas. Por fim, estudos que investiguem a percepção e a aceitação da população local em relação às novas tecnologias de controle vetorial são fundamentais para garantir a adesão e o sucesso das intervenções.



REFERÊNCIAS

Acosta JAM. Síntese de butenolídeos naturais e análogos [dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Departamento de Química; setembro, 2018.

Administração Regional de Planaltina: Conheça a RA [Internet]. GDF [citado 2021 Nov 12]. Disponível em: <<https://www.planaltina.df.gov.br/category/sobre-a-ra/conheca-a-ra/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Albuquerque M de FPM de, Souza WV de, Araújo TVB, Braga MC, Miranda Filho D de B, Ximenes RA de A, et al. Epidemia de microcefalia e vírus Zika: a construção do conhecimento em epidemiologia. *Cad Saúde Pública*. 2018;34(10):e00069018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00069018>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Almeida DC, Pitanga HN, Silva TO da, Silva NAB, Avelar MG de. Utilização dos testes estatísticos Kruskal-Wallis e Mann-Whitney para avaliação de sistemas de solos reforçados com geotêxteis. *Matéria (Rio J)* [Internet]. 2022;27(2):e202145351. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1517-7076-RMAT-2021-45351>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Bellinato DF, Viana-Medeiros PF, Araújo SC, Martins AJ, Lima JB, Valle D. Resistance Status to the Insecticides Temephos, Deltamethrin, and Diflubenzuron in Brazilian *Aedes aegypti* Populations. *Biomed Res Int*. 2016;2016:8603263. DOI: 10.1155/2016/8603263. [Epub 2016 Jun 21]. PMID: 27419140; PMCID: PMC4932163.

Bohari R, Jin Hin C, Matusop A, Abdullah MR, Ney TG, Benjamin S, et al. Wide area spray of bacterial larvicide, *Bacillus thuringiensis israelensis* strain AM65-52, integrated in the national vector control program impacts dengue transmission in an urban township in Sibu district, Sarawak, Malaysia [Internet]. 2020 [citado 2023 set 25]. *PLoS ONE*. 2020;15(4):e0230910. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0230910>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Bosholn M, Pequeno PACL, Sobroza TV. Modelos lineares: Conceitos & aplicações biológicas-versão 3.6. 2020 [Internet]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/360792016_Modelos_Lineares_Conceitos_Aplicacoes_Biologicas#pf17>. Acesso em: 25 jan. 2024

Braga IA, Valle D. *Aedes aegypti*: insecticides, mechanisms of action and resistance. *Epidemiol. Serv. Saúde* [Internet]. 2007 Dec [citado 2021 Nov 27]; 16(4): 179-293. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742007000400006&lng=pt>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Braga IA, Valle D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiol. Serv. Saúde* [Internet]. 2007 abr/jun [citado 2023 Ago 31];16(2):113-118. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742007000200006>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Braga IA, Valle D. *Aedes aegypti*: vigilância, monitoramento da resistência e alternativas de controle no Brasil. *Epidemiol. Serv. Saúde* [Internet]. 2007 Dez [citado 2021 Nov 29]; 16(4): 295-302. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742007000400007>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Braga IA, Gomes AC de, Nelson M, Mello RCG, Bergamaschi DP, Souza JMP de. Comparação entre pesquisa larvária e armadilha de oviposição, para detecção de *Aedes aegypti*. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2000 Jul-Ago;33(4):347-353.



Bravo A, Gill SS, Soberón M. Mode of action of *Bacillus thuringiensis* Cry and Cyt toxins and their potential for insect control. *Toxicon*. 2007;49(4):423–435. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2006.11.022>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Carvalho LCSS de, Diego CF, Gerlaine CCS, Talita CG. Imunidade na vacina contra dengue: uma revisão. *Anais do III Congresso Brasileiro de Imunologia On-line*. 2023. Disponível em: <<https://ime.events/conbrai2023/pdf/15973>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Codeço CT, Lima AWS, Araujo SC, Lima JBO, Maciel-de-Freitas R, Honorio NA, et al. Surveillance of *Aedes aegypti*: Comparison of House Index with Four Alternative Traps. *PLoS Negl Trop Dis*. 2015 Feb;9(2):e0003475.

Coleone AC. Avaliação da dissipação do inseticida malation utilizado em nebulização a ultrabaixo volume no controle da dengue: avaliação ecotoxicológica e de risco ambiental [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública; 2014 [citado 2023 Set 21]. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/D.6.2014.tde-05062014-134246>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Companhia de Planejamento do DF. Tabela de resultados PDAD 2021. [Internet]. GDF: CODEPLAN [citado 2023 Out 13]. Disponível em: <<https://www.codeplan.df.gov.br/tabelas-de-resultados-pdad-2021/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Controladoria-Geral da União. Fala.BR – Plataforma Integrada de Ouvidoria e Acesso à Informação [Internet]. CGU [citado 2023 Nov 14]. Disponível em: <<https://falabr.cgu.gov.br/web/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Costa MAF da. Avaliação de desempenho operacional de um pulverizador pneumático costal motorizado utilizado no controle de mosquitos vetores de doenças. São Paulo. [dissertação]. Universidade de São Paulo; 2002.

Donalisio MR, Freitas ARR. Chikungunya no Brasil: um desafio emergente. *Rev Bras Epidemiol* [Internet]. 2015 Jan;18(1):283-5. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1980-5497201500010022>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Donalísio MR, Glasser CM. Vigilância entomológica e controle de vetores da dengue. *Rev bras epidemiol* [Internet]. 2002Dec;5(3):259–79. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-790X2002000300005>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Donatti JE, Gomes AC. Comunicação Científica. Adultrap: Descrição de armadilha para adultos de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). *Rev Bras Entomol*. 2007 Jun;51(2):255-256.

Fay RW, Eliason DA. A preferred oviposition site as a surveillance method for *Aedes aegypti*. *Mosq News*. 1966;26:531-5.

Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (BR). Dengue Instruções para Pessoal de Combate ao Vetor – Manual de Normas Técnicas. Brasília: FUNASA; 2001.

Furtado ANR, Ana SFL, Anderson SO, Andréa BT, Deyviane SF, Estephania CO, Gleydiane BC, Wlândia AS, Wladiany ML. Dengue e seus avanços. *Revista Brasileira de Análises Clínicas Online* [Internet]. 2019. DOI: 10.21877/2448-3877.201900723



Gama RA, Eiras ÁE, Resende MC de. Efeito da ovitrampa letal na longevidade de fêmeas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Rev Soc Bras Med Trop [Internet]. 2007Nov;40(6):640–2. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0037-86822007000600008>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Godói IP. Avaliação econômica de uma vacina da dengue no Brasil baseado em seu valor terapêutico no Sistema Único de Saúde. Belo Horizonte. [tese]. Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.

Gomes AC. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes (stegomyia) aegypti* e *Aedes (stegomyia) albopictus* em programa de vigilância entomológica. São Paulo: Departamento de Epidemiologia, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 1998.

Governo do Distrito Federal: Geografia [Internet]. GDF [citado 2023 jul 04]. Disponível em: <<https://www.df.gov.br/333/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Guarany Ind. Ltda [Internet]. [citado 2023 Set 22]. Disponível em: <<https://www.guaranyind.com.br/equipamento/nebulizador-costal-motorizado-ubv-6l>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Harris AF, Sanchez Prats J, Nazario Maldonado N, Piovanetti Fiol C, García Pérez M, Ramírez-Vera P, Miranda-Bermúdez J, Ortiz M, DeChant P. An evaluation of *Bacillus thuringiensis israelensis* (AM65-52) treatment for the control of *Aedes aegypti* using vehicle-mounted Wals® application in a densely populated urban area of Puerto Rico [Internet]. Pest Manag Sci. 2021 Apr;77 (4): 1981-1989 [citado 2021 Nov 27]. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33314578/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Honório NA, Câmara DCP, Calvet GA, Brasil P. Chikungunya: uma arbovirose em estabelecimento e expansão no Brasil. Cad Saúde Pública [Internet]. 2015 Maio;31(5):906–8. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311XPE020515>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Hoy JB. Experimental mass-rearing of the mosquitofish, *Gambusia affinis*. J Am Mosq Control Assoc. 1985 Set;1(3):295-8.

IBGE. Panorama de Brasília [Internet]. IBGE [citado 2023 Ago 04]. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/brasil/panorama>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Joob B, Wiwanitkit V. Fifth serotype of dengue virus: What we should prepare for? Med J Armed Forces India. 2016 Apr;72(2):194-195. DOI: 10.1016/j.mjafi.2015.11.015

Krebs CJ. Ecological methodology. 2nd. ed. Menlo Park: Benjamin/Cummings; 1998.

Lacey LA. *Bacillus thuringiensis* serovariety *israelensis* and *Bacillus sphaericus* for mosquito control [Internet]. J Am Mosq Control Assoc. 2007; 23 (2 Suppl):133-63. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17853604/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

López Ordoñez EJ, Marroquín LC. Formulación sólida a base de *Bacillus thuringiensis* para el control de larvas de *Aedes aegypti*. Portal de La Ciencia, 2018; 4:38-44. Disponível em: <<https://doi.org/10.5377/pc.v4i0.1860>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Lutinski JA, Kuczmainski AG, Quadros SO de, Busato MA, Weirich CMM, Malgueiro A, Garcia FRM. *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* as an alternative to population control of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae). Cienc e Natura [Internet]. 2017 May 23 [citado 2023 Set 21];39(2):211-20. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/21938>>. Acesso em: 25 jan. 2024.



Máquinas Agrícolas Jacto S.A. [Internet]. [citado 2023 Set 22]. Disponível em: <<https://jacto.com/brasil/products/pulverizadores-turbos/jatao-600>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Michaelakis A, Balestrino F, Becker N, Bellini R, Caputo B, Della Torre A, Figuerola J, Lámbert G, Petric D, Robert V, et al. A Case for Systematic Quality Management in Mosquito Control Programmes in Europe. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:3478. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33801616/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Ministério da Saúde (BR). Boletim Epidemiológico nº 01: Monitoramento dos casos de arboviroses até a Semana Epidemiológica 52 de 2022. Brasília: Ministério da Saúde; janeiro de 2023.

Ministério da Saúde (BR). Chikungunya [Internet]. MS, 2023b [citado 2023 Jul 28]. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/c/chikungunya>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Ministério da Saúde (BR). Dengue [Internet]. MS, 2023c [citado 2023 Jul 28]. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dengue>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Ministério da Saúde (BR). Zika Vírus [Internet]. MS, 2023d [citado 2023 jul 28]. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/z/zika-virus>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Ministério da Saúde (BR). Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue. Brasília: Ministério da Saúde; 2009.

Ministério da Saúde (BR). Informe Epidemiológico da Dengue: Análise de situação e tendências – 2010. Brasília: Ministério da Saúde; 2010.

Ministério da Saúde (BR). Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* – LIRAA – para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde; 2013.

Ministério da Saúde (BR). Programa Nacional de Controle da Dengue – Amparo legal à execução das ações de campo – imóveis fechados, abandonados ou com acesso não permitido pelo morador. Brasília, Ministério da Saúde; 2006.

Ministério da Saúde (BR). Série Histórica - Casos prováveis de dengue (2000-2023) [Internet]. MS, 2023e [citado 2023 Jul 28]. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dengue/situacao-epidemiologica/serie-historica-casos-provaveis-de-dengue-2000-2023/view>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Ministério da Saúde (BR). Vigilância e controle do vetor [Internet]. MS, 2023f [citado 2023 jul 28]. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti/vigilancia-entomologica>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Miró VV, Arencibia MR, Abreu NB, Silva ML, Fernández MDCM. Evaluación de las larvitrapas como método de vigilancia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) y otros culícidos. *Rev Cubana Med Trop*. 2018;70(3):e237.

Moreira IM. Avaliação da suscetibilidade de populações de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) do Distrito Federal a inseticidas e seu controle de qualidade químico. Dissertação [Mestrado em Ciências Médicas]. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas; 2018. 120p.



Mota LHV. Avaliação da supressão de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) com a armadilha Gravid Aedes Trap em condições de campo no município de Piumhi, Minas Gerais. [dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de parasitologia, Programa de pós-graduação em parasitologia; 2018. 113p.

Mustafa MS, Rasotgi V, Jain S, Gupta V. Discovery of fifth serotype of dengue virus (DENV-5): A new public health dilemma in dengue control. *Med J Armed Forces India*. 2015;71(1):67-70. DOI:10.1016/j.mjafi.2014.09.011.

Näslund J, Ahlm C, Islam K, Evander M, Bucht G, Lwande OW. Emerging Mosquito-Borne Viruses Linked to *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: Global Status and Preventive Strategies. *Vector Borne Zoonotic Dis*. 2021 Oct;21(10):731-746. DOI: 10.1089/vbz.2020.2762.

Nelson MJ. *Aedes aegypti*: biology and ecology. Washington, D.C.: Pan American Health Organization; 1986. 50p.

Neto ACL, Gomes BHS, Lins JPA, Melo JQ de, Paiva RA, Souza AKP de, Arruda ITS de. A incidência de dengue no Brasil, pós pandemia COVID-19: redução do número de casos ou aumento de subnotificações? Uma revisão integrativa. *Braz J Health Rev*. 2023;6(1):3010-3021.

Njaime FCBFP. Revisão dos manuais do ministério da saúde visando o controle de *Aedes aegypti*: levantamento de lacunas técnicas, sugestão de atualização de conteúdos e proposta de uso racional de metodologias e/ou tecnologias em planos de contingência para controle de mosquitos vetores de arboviroses urbanas. [dissertação]. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, Programa de Pós-Graduação Vigilância e Controle de Vetores; 2022. 106p.

Oliveira LA, Silva LB, Mendes WA, Marques T, Abreu FVS de. O uso de armadilhas ovitrampas para a Verificação da presença e distribuição do mosquito *Aedes aegypti* no município de Salinas-MG. Seminário de Iniciação Científica, 5., 2016. Eventos do IFNMG. Anais. [Internet]. Disponível em: <<https://ifnmg.edu.br/arquivos/2016/proppi/sic/resumos/a9403891-a48d-40bf-a17b-f21db93084b4.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Organização Mundial de Saúde: *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) in drinking-water – Playground document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality [Internet]. OMS, 2009 [citado 2023 Jul 28]. Disponível em: <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/bacillus-thuringiensis-background.pdf?sfvrsn=ab9fd812_4>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Organização Mundial de Saúde: Chemical methods for the control of vectors and pests of public health importance [Internet]. OMS, 1997. [citado 2023 Set 21]. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/who-ctd-whopes-97.2>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Organização Mundial de Saúde: Chikungunya [Internet]. OMS, 2022 [citado 2023 Jul 28]. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chikungunya>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Organização Mundial de Saúde: Dengue and severe dengue [Internet]. OMS, 2023a [citado 2023 Jul 28]. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Organização Mundial de Saúde: Dengue haemorrhagic fever: diagnosis, treatment, prevention and control, 2nd ed [Internet]. OMS, 1995 [citado 2023 Jul 28]. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/41988>>. Acesso em: 25 jan. 2024.



Organização Mundial de Saúde: Zika virus disease [Internet]. OMS, 2023b [citado 2023 Jul 28]. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/zika-virus-disease#tab=tab_1>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Organização Pan-Americana de Saúde: Dengue [Internet]. OPAS [citado 2023 Jul 28]. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/topicos/dengue>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Organização Pan-Americana de Saúde: Dengue y dengue hemorrágico em las Américas: guías para su prevención y control. OPAS, 1995 [citado 2023 Set 20]. Washington, D.C., USA. 109p.

Organização Pan-Americana de Saúde. Manual para aplicação de borrifação residual em áreas urbanas para o controle do *Aedes aegypti*. OPAS, 2019 [citado 2023 Set 21]. Washington, D.C., USA. 57p.

Pilger D, Lenhart A, Manrique-Saide P, Siqueira JB, da Rocha WT, Kroeger A. Is routine dengue vector surveillance in central Brazil able to accurately monitor the *Aedes aegypti* population? Results from a pupal productivity survey. *Trop Med Int Health*. 2011;16(9):1143-1150. DOI: 10.1111/j.1365-3156.2011.02818.

Pinto RDA. Avaliação da eficácia de duas formulações do larvicida pyriproxyfen para o controle do *Aedes aegypti* usando armadilhas disseminadoras em três bairros do município do Rio de Janeiro [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz; 2019. 73 p. Dissertação [Mestrado em Vigilância e Controle de Vetores]. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/43831>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Pinto NGM, Coronel DA. Eficiência e Eficácia na administração: proposição de modelos quantitativos. *Rev UNEMAT Contab*. 2017 Jun;66(11):1727. Disponível em: <<https://doi.org/10.30681/ruc.v6i11.1727>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Powell JR, Tabachnick WJ. History of domestication and spread of *Aedes aegypti* – A review. *Me. Inst. Oswaldo Cruz*. DOI: 2013;108:11-7. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0074-0276130395>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Pruszyński CA, Hribar LJ, Mickle R, Leal AL. A Large Scale Biorational Approach Using *Bacillus thuringiensis israeliensis* (Strain AM65-52) for Managing *Aedes aegypti* Populations to Prevent Dengue, Chikungunya and Zika Transmission [Internet]. *PLoS One*. 2017 Feb 15;12(2): e0170079. [citado 2021 Nov 27]. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28199323/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Ribeiro MS, Ferreira DF, Azevedo RC, Santos GBG dos, Medronho R de A. Índices larvais de *Aedes aegypti* e incidência de dengue: um estudo ecológico no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saúde Pública* [Internet]. 2021;37(7):e00263320. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00263320>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Ritchie SA, Rapley LP, Benjamin S. *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) provides residual control of *Aedes aegypti* in small containers. *Am J Trop Med Hyg*. 2010 Jun;82(6):1053-9. Disponível em: <<https://doi:10.4269/ajtmh.2010.09-0603>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Rezende MC de, Falero GC, Macoris MLG, Andrighett MTM, Takaku L. Instruções para bioensaios para avaliação de aplicações espaciais de inseticidas *Epidemiol. Serv. Saúde* [Internet]. 2004 Set [citado 2023 Nov 06]; 13(3): 185-190. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742004000300005&lng=pt>. Acesso em: 25 jan. 2024.



Santos EMM. Avaliação do impacto de um biolarvicida à base de *Lysinibacillus sphaericus* (Lsp) e *Bacillus thuringiensis israelensis* (bti) para controle de *Culex quinquefasciatus* e *Aedes aegypti* em campo. 2017. Tese [Doutorado em Biociências e Biotecnologia em Saúde]. Instituto Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife; 2017.

Secretaria de Planejamento, Orçamento e Administração. Carreiras do DF [Internet]. GDF: SEPLAD [citado 2023 Nov 14]. Disponível em: <<https://www.seplad.df.gov.br/carreiras-do-df/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Secretaria de Saúde do Distrito Federal (BR). Boletim Epidemiológico nº 41: Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya, doença aguda pelo vírus zika e febre amarela até a Semana Epidemiológica 41 de 2021. Brasília: Secretaria de Saúde; outubro de 2021.

Secretaria de Saúde do Distrito Federal (BR). Boletim Epidemiológico nº 42: Monitoramento dos casos de dengue até a Semana Epidemiológica 42 de 2021. Brasília: Secretaria de Saúde; novembro de 2021.

Secretaria de Saúde do Distrito Federal (BR). Boletim Epidemiológico nº 50: Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya, doença aguda pelo vírus zika e febre amarela até a Semana Epidemiológica 52 de 2022. Brasília: Secretaria de Saúde; dezembro de 2022.

Secretaria de Saúde do Distrito Federal (BR). Informativos Epidemiológicos Dengue, Chikungunya, Zika e Febre Amarela. [Internet]. [citado 2023 Ago 04]. Disponível em: <<https://www.saude.df.gov.br/informes-dengue-chikungunya-zika-febre-amarela>>. Acesso em: 04 ago. 2023.

Secretaria de Saúde do Distrito Federal (BR). Levantamento Rápido de Índices para o *Aedes aegypti* no Distrito Federal – LIRAA. Informativo Entomológico nº 02, ano 9. Brasília: Secretaria de Saúde; dezembro de 2021.

Secretaria de Saúde do Distrito Federal (BR). Levantamento Rápido de Índices para o *Aedes aegypti* no Distrito Federal – LIRAA. Informativo Entomológico nº 02, ano 7. Brasília: Secretaria de Saúde; maio de 2019.

Secretaria de Vigilância em Saúde (BR). Boletim Epidemiológico nº 39: Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas causados por vírus transmitidos pelo mosquito *Aedes* (dengue, chikungunya e zika), semanas epidemiológicas 1 a 42, 2021. Brasília: Ministério da Saúde; outubro de 2021.

Shulse CD, Semlitsch RD, Trauth KM. Mosquitofish dominate amphibian and invertebrate community development in experimental wetlands. *J Appl Ecol*. 2013 jun;50(5):1244-56.

Silva LRG, Santos FLP. Predição numérica do controle mecânico na dinâmica populacional dos mosquitos da Dengue. *Rev Bras Biom*. 2018;36(2):316-335.

Silva HHG da, Silva IG da, Souza SS de, Guimarães VP, Elias CN, Pimenta J de F. Estudo comparativo da eficácia das técnicas de ultrabaixo volume e termonebulização no controle de *Aedes aegypti*. *Inf. Epidemiol. Sus* [Internet]. 2001 [citado 2023 Set 21]; 10(Suppl 1): 45-46. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5123/S0104-16732001000500013>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Silva VC, Serra-Freire NM, Silva JS, Scherer PO, Rodrigues I, Cunha SP, Alencar J. Estudo comparativo entre larvitrapas e ovitrapas para avaliação da presença de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) em Campo Grande, Estado do Rio de Janeiro. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2009 Nov-Dez;42(6):730-731.



Silva WR da. Monitoramento da Resistência e dos Efeitos Biológicos de *Aedes aegypti* Linnaeus, 1762 (Diptera: Culicidae) de Manaus, Amazonas, exposto ao Biolarvicida Espinosade, em Condições de Laboratório [dissertação]. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Programa de Pós-Graduação em Entomologia; 2019. 82p.

Sirisena PDNN, Mahilkar S, Sharma C, Jain J, Sunil S. Concurrent dengue infections: Epidemiology & clinical implications. *Indian J Med Res.* 2021 Nov;154(5):669-679. doi: 10.4103/ijmr.IJMR_1219_18.

Sousa MM De, Barbosa MPR, Almeida ALOG, Souza SX De, Oliveira FVA De, Camelo EMPDF, Borges KMO, Macena RHM. Estratégias de promoção da saúde nas arboviroses: uso da ludicidade para crianças de uma instituição filantrópica no município de fortaleza/ce. *CAD EDU SAUDE E FIS.* 2017;4(SUPL):105-106.

Sumitomo Chemical Latin America. [Internet]. [citado 2023 Ago 04]. Disponível em: <<https://www.sumitomochemical.com/saude-ambiental/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Tan AW, Loke SR, Benjamin S, Lee HL, Chooi KH, Sofian-Azirun M. Spray application of *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti strain AM65-52) against *Aedes aegypti* (L.) and *Ae. albopictus* Skuse populations and impact on dengue transmission in a dengue endemic residential site in Malaysia [Internet] *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2012 Mar;43(2):296-310. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23082582/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Valent Biosciences [Internet]. [citado 2023 Set 21]. Disponível em: <<https://www.valentbiosciences.com/publichealth/wals/>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Valle D, Aguiar R, Pimenta DN, Ferreira V. *Aedes* de A a Z. (Coleção Temas em Saúde) Rio de Janeiro, RJ: Fiocruz; 2021.

Vargas A, Saad E, Dimech GS, Santos RH, Sivini MAVC, Albuquerque LC et al. Características dos primeiros casos de microcefalia possivelmente relacionados ao vírus Zika notificados na Região Metropolitana de Recife, Pernambuco. *Epidemiol. Serv. Saúde* [Internet]. 2016 Dez [citado 2023 Set 20]; 25(4):691-700. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742016000400691&lng=pt>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Williams KF, Ramirez S, Lesser CR. Field evaluation of WALS truck-mounted A1 super duty mist sprayer® with VectoBac® WDG against *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) populations in Manatee County, Florida. *SN Appl. Sci.* DOI: 2022;4:50. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s42452-021-04893-x>>. Acesso em: 25 jan. 2024.

Zara ALS, dos Santos SM, Oliveira ESF, Carvalho RG, Coelho GE. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. *Epidemiol. Serv. Saúde* [Internet]. 2016 abr-jun [citado 2021 Nov 27]; 25(2): 391-404. Disponível em: <<https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000200017>>. Acesso em: 25 jan. 2024.