



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ELLEN RACHEL DE ALMEIDA MARTINS

DESENVOLVIMENTO DE ARMADILHA COMPACTA
PARA MONITORAMENTO E CAPTURA DO MOSQUITO *Aedes aegypti*

CAMPINA GRANDE - PB
2021

ELLEN RACHEL DE ALMEIDA MARTINS

**DESENVOLVIMENTO DE ARMADILHA COMPACTA
PARA MONITORAMENTO E CAPTURA
DO MOSQUITO *Aedes aegypti***

Trabalho de Conclusão de Curso em modelo de artigo, apresentado ao Departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Walter Fabrício Silva Martins

**CAMPINA GRANDE - PB
2021**

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

M386d Martins, Ellen Rachel de Almeida.
Desenvolvimento de armadilha compacta para monitoramento e captura do mosquito *Aedes aegypti* [manuscrito] / Ellen Rachel de Almeida Martins. - 2021.
23 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2021.

"Orientação : Prof. Dr. Walter Fabrício Silva Martins, Departamento de Biologia - CCBS."

1. Insetos. 2. Arboviroses. 3. Vigilância epidemiológica. I.
Título

21. ed. CDD 595.7

ELLEN RACHEL DE ALMEIDA MARTINS

DESENVOLVIMENTO DE ARMADILHA COMPACTA
PARA MONITORAMENTO E CAPTURA DO MOSQUITO *Aedes Aegypti*

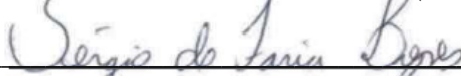
Trabalho de Conclusão de Curso em modelo de artigo, apresentado ao Departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 16/07/2021

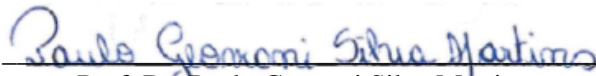
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Walter Fabricio Silva Martins (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Paulo Geovani Silva Martins
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Protótipo após a construção e perfil luminoso. A. Protótipo em fase inicial; B. Alcance luminoso luz LED azul; C. Alcance luminoso luz LED branca.	11
Figura 2. Área de estudo em campo para validação do protótipo desenvolvimento.	13
Figura 3. Combinações de estímulos visuais.....	14
Figura 4. Análise dos protótipos que apresentaram oviposição	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Combinações de estímulos sensoriais.....	12
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 METODOLOGIA	10
2.2 DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO	10
2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	11
2.4 VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO E EFEITO ATRATIVO DE ESTÍMULOS SENSORIAIS EM CAMPO	12
3 RESULTADOS	14
4 DISCUSSÃO	16
5 CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	20

DESENVOLVIMENTO DE ARMADILHA COMPACTA PARA
MONITORAMENTO E CAPTURA DO MOSQUITO *Aedes aegypti*

DEVELOPMENT OF COMPACT TRAP FOR MONITORING AND
CATCHING OF MOSQUITO *Aedes aegypti*

Ellen Rachel de Almeida Martins*

RESUMO

Diante dos desafios encontrados para o controle do mosquito *Aedes aegypti*, e juntamente com a falta de vacinas ou medicamentos antivirais contra as arboviroses transmitidas por esse mosquito, torna-se fundamental e necessária aplicar métodos alternativos de intervenção para controle vetorial. Além disso, o desenvolvimento de ferramentas para vigilância epidemiológica que possam desempenhar múltiplas funções como redução da taxa de transmissão através da captura, monitoramento do nível de infestação e redução da taxa de oviposição em criadouros no peridomicílio, podem propiciar novas estratégias para mitigar a proliferação das populações em áreas endêmicas. O presente estudo objetivou desenvolver um protótipo de armadilha para captura de fêmeas grávidas do *A. aegypti*, visando baixo custo para a fabricação e consequentemente a possibilidade da utilização em larga escala, o qual facilitará a obtenção de estimativas mais realistas do nível de infestação, além de possibilitar a remoção de fêmeas grávidas do peridomicílio, evitando a proliferação de mosquitos e ocasionando a redução do número de arboviroses. Desta forma o protótipo denominado MELT, tem como componentes básicos a reutilização de materiais plásticos, utilização de energia renovável para geração de luminosidade e iscas olfativas baseadas em compostos biológicos degradáveis. A validação do protótipo foi realizada em uma área de oficina mecânica na cidade de Campina Grande, Paraíba, por representar um local com alto índice de infestação do vetor, devido ao grande aglomerado de possíveis criadouros. Os testes em campo foram realizados por seis semanas consecutivas, e para cada teste foram utilizados seis protótipos; três com luz LED azul e as demais equipadas com luz LED branca, em conjunto com iscas olfatórias; fermento biológico ou casca de beterraba. Os resultados demonstraram a eficiência do protótipo em desenvolvimento no quesito atratividade, com armadilhas contendo oviposição nos tratamentos independentemente do estímulo visual ou olfatório. Também se evidenciou a perda da capacidade atrativa do protótipo quando os estímulos sensoriais foram utilizados de forma independente. Assim, MELT poderá representar uma possível estratégia alternativa para auxiliar as estratégias de saúde pública que visam reduzir a densidade populacional de insetos vetores e consequentemente a taxa de transmissão de arbovírus em áreas endêmicas.

Palavras-chave: Insetos. Arboviroses. Vigilância.

* Aluno de Graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado) na Universidade Estadual da Paraíba *Campus I*.
E-mail: ellen.martins@aluno.uepb.edu.br

ABSTRACT

Given the challenges encountered in controlling the *Aedes aegypti* mosquito, and together with the lack of vaccines or antiviral drugs against arboviruses transmitted by this mosquito, it is essential and necessary to apply alternative intervention methods for vector control. In addition, the development of tools for epidemiological surveillance that can occur various functions such as reducing the transmission rate through capture, monitoring the level of infestation and reducing the oviposition rate in breeding sites around the home, can provide new strategies to mitigate the proliferation of gras in endemic areas. The present study aimed to develop a prototype trap to capture pregnant women of *A. aegypti*, with low manufacturing cost and consequently the possibility of large-scale use, which will facilitate more realistic success at the level of infestation, in addition to enable the removal of disappearance pregnant women from the peridomicile, preventing the proliferation of mosquitoes and reducing the number of arboviruses. Thus, the prototype called MELT, has as basic components the reuse of plastic materials, use of renewable energy to generate light and olfactory baits based on degradable biological compounds. The prototype validation was carried out in an area of a mechanical workshop in the city of Campina Grande, Paraíba, as it represents a place with a high rate of vector infestation, due to the large cluster of possible breeding sites. Field tests were carried out for six consecutive weeks, and for each test six prototypes were used; three with blue LED light and the others equipped with white LED light, together with olfactory baits; biological yeast or beet husk. The results showed an efficiency of the prototype under development in terms of attractiveness, with traps containing oviposition, regardless of visual or olfactory stimulation. The loss of the prototype's effective capacity was also evidenced when sensory stimuli were used independently. Thus, MELT may represent a possible alternative strategy to support public health strategies aimed at reducing the population density of vector insects and, consequently, the arbovirus transmission rate in endemic areas.

Keywords: Insects. Arboviruses. Epidemiological surveillance.

1 INTRODUÇÃO

Aedes aegypti (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) é um inseto hematofílico, antropofílico e holometábolo, o qual necessita da hematofagia para maturação dos ovos. O fato do mesmo ser um inseto holometábulo facilita a sua proliferação, com ciclo biológico que envolve as fases de ovo, pupa e adulto (ZEQUI *et al.*, 2018). O mosquito *A. aegypti* se adaptou a ambientes urbanos devido a ampla disponibilidade de fatores favoráveis como: depósitos de armazenamento para água, seja abandonados à céu aberto, o aqueles utilizados para uso doméstico, os quais se tornam em algumas situações criadouros temporários (BRAGA e VALLE, 2007).

Por consequência do crescimento desordenado das cidades e falta de boas condições de saneamento básico (BRAGA e VALLE, 2007), juntamente com a habilidade de adaptação do *A. aegypti* ao meio ambiente urbano, houve o favorecimento a proliferação das populações do vetor e conseqüentemente facilitou o ciclo de transmissão de arboviroses (NATAL, 2002). Desta forma, o mosquito *A. aegypti* tornou-se o principal vetor da dengue, zika, chikungunya e febre amarela. De acordo com a OMS (Organização mundial da saúde), 2016, a dengue representa o maior índice de ocorrência mundial, com cerca de 290 milhões de pessoas infectadas, enquanto 96 milhões desenvolveram casos severos da doença. Em relação a Chikungunya no ano de 2020 foi registrada uma taxa de incidência de 30,0 casos/100 mil habitantes, enquanto para Zika no mesmo período, foram notificados 3,2 casos/100 mil habitantes, segundo o 41º Boletim Epidemiológico gerado pela Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde.

Mediante os desafios encontrados para o controle deste vetor e a ausência de vacinas aprovadas para uso ou drogas antivirais eficazes contra infecções causadas pelas arboviroses transmitidas primariamente pelo *A. aegypti*, o controle de epidemias em áreas endêmicas tem se mostrado um grande desafio para programas de Saúde Pública (DUSFOUR, *et al.* 2011). Assim, torna-se fundamental a adoção de medidas que busquem o desenvolvimento de métodos alternativos que sejam capazes de auxiliar e ampliar o controle e/ou monitoramento de populações de insetos vetores. Atualmente, os esforços para o controle das arboviroses ainda são fortemente dependentes de intervenções para o controle vetorial.

Entre as estratégias atuais de enfrentamento ao vetor podem-se citar principalmente o controle larval por meio de larvicidas e a pulverização com adulticidas

(DUSFOUR, *et al.* 2011). Entretanto, sabe-se que a utilização de larvicidas e adulticidas quando de forma aleatória e sem monitoramento da eficácia podem ocasionar evolução da resistência (BRAGA; VALE, 2007). Também tem sido utilizado o controle biológico baseado na soltura de linhagens do *A. aegypti* infectadas com a bactéria *Wolbachia pipientis* Herting e Wolbach (Oliveira & Moreira 2012). Sabe-se então que cerca de 50% dos mosquitos que contém esta cepa apresentaram redução na sobrevivência das fêmeas em comparação aos que não foram infectados (BROWNSTEIN; HETT; O'NEILL, 2003).

No Brasil, outra forma de intervenção se dá a partir da utilização de ferramentas de monitoramento como o LIRAA (Levantamento rápido de índices para o *Aedes aegypti*), o qual representa uma amostragem quantitativa de imóveis positivos para os estágios imaturos através de visitas. Assim é possível estimar a densidade vetorial bem como identificar a presença de criadouros (COELHO *et al.*, 2008). Outra ferramenta de monitoramento se dá através das ovitrampas, que auxiliam na caracterização da distribuição geográfica, densidade, frequência, ocupação, dominância e sazonalidade da densidade vetorial. Porém esta estratégia apresenta a limitação de não possibilitar a quantificação do número de fêmeas que oviposaram, o que torna o método menos sensível para o monitoramento da densidade de adultos. (GLASSER e GOMES 2000, PASSOS *et al.* 2003; JULIANO, 1998). Por outro lado, esta limitação não inviabiliza sua utilização, uma vez que a armadilha de oviposição tem se demonstrado um modelo e método sensível e de grande utilidade para a detecção da presença de insetos vetores (BRAGA e VALLE, 2007; GOMES, 2002).

Existem também técnicas para levantamento da população e densidade do *A. aegypti*, que visam a captura e prevalência da forma adulta. Dentre elas, pode-se citar a *CDC- Light Trap* um dos tipos de armadilhas luminosas que são amplamente utilizadas para captura de mosquitos sendo manejada para coleta interna ou externa de domicílios (ACHEE; *et al.*, 2015). Também tem sido amplamente empregadas as armadilhas denominadas *Adultrap* baseadas na captura da forma alada do *A. aegypti* através de combinações de atrativos visuais (GOMES; SILVA; *et al.*, 2007).

Atrativos olfativos são um dos estímulos externos mais importantes, que irão determinar a preferência do hospedeiro e sítio de oviposição, dessa forma, segundo Nunes *et al.*(2011), a utilização de substâncias com capacidade de isca têm sido empregadas de forma a intensificar o poder atrativo das armadilhas, fazendo com que dada substância possa potencializar a atração das fêmeas grávidas do *A. aegypti* para a

oviposição. Podendo ser exempficada pela utilização da casca de beterraba para obtenção da geosmina, substância essa que exala um odor típico de solos úmidos, que é geralmente produzida por fungos e bactérias (CANE, WATT, 2003). Bem como pela utilização do fermento biológico, já que o mesmo atua consumindo o oxigênio da água acelerando a eclosão (ANJOLETTE, MACORIS, 2016).

O presente estudo justifica-se pela necessidade de desenvolvimento de alternativas compactas e de baixo custo que permitam a captura de fêmeas do *A. Aegypti*, o qual facilitará a obtenção de estimativas mais realistas do nível de infestação, além de possibilitar a remoção de fêmeas grávidas do peridomicílio evitando assim a proliferação de mosquitos, e conseqüentemente, a redução do risco de transmissão de arboviroses.

2 METODOLOGIA

2.2 DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

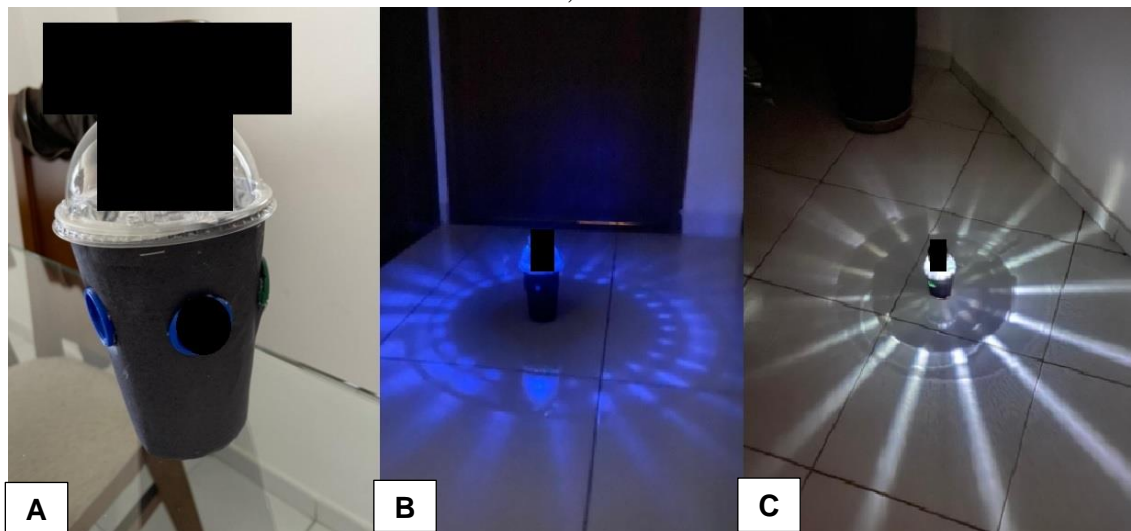
O protótipo em construção poderá ser submetido a pedido de patente e registro comercial, assim alguns elementos da armadilha foram ocultados para preservar o desenvolvimento do produto, por exemplo possível nome comercial e especificações técnicas.

O protótipo para captura de insetos adultos, atualmente denominada MELT tem como componentes básicos a reutilização de materiais plásticos, como copos e tampas plásticas, amplamente utilizadas em redes de *fast food* para comercialização de bebidas (Figura 1). A mesma tem como princípio a captura de fêmeas grávidas do mosquito *A. Aegypti* através de estímulos sensoriais que potencializam sua atração.

Para montagem do protótipo (Figura 1) foram utilizados: copos descartáveis (500 ml), tampas descartáveis tipo bolha, cartolina escura, papel laminado de cor prata, cola quente, fita crepe, estrutura de captação em formato de cone construídos através de impressão 3D e lâmpadas de LED (cor azul ou branca), levando em consideração que o impacto das dicas visuais fornecidas pela luz é um ponto importante para atração de insetos, e que a visão dos insetos evoluiu apenas uma vez, portanto apresentam a percepção para apenas 3 cores específicas dentre elas o azul (Birscoe e Chitka 2001). E a luz branca, similar a utilizada dentro das maiorias das casas da população em geral, na expectativa de simular um ambiente domiciliar; que na condição do protótipo teve um alcance de até 74cm de diâmetro do ponto de emissão (Figura 1B e C). Também foram

utilizados levedura (fermento biológico) e casca de beterraba triturada, a qual em sua composição apresenta o composto geosmina (MELO; *et al.*, 2020). Ambos os compostos foram dissolvidos individualmente em 200mL de água potável adicionado em cada armadilha.

Figura 1. Protótipo após a construção e perfil luminoso. **A.**Protótipo em fase inicial; **B.**Alcance luminoso luz LED azul; **C.**Alcance luminoso luz LED branca.



Fonte: WF-Silva Martins (2021).

Os protótipos iniciais possuíam orifícios em formato de cone posicionados nas laterais da estrutura principal (figura 1A). Porém, a referida posição revelou uma possível incompatibilidade com o comportamento de voo dos mosquitos.

2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para cada teste foram utilizados seis protótipos com distribuição longitudinal no campo de teste incluindo as áreas central e periférica; sendo três equipados com a luz LED azul e três com luz LED branca. Também foram testadas seis possíveis alternativas para combinações de estímulos olfativo e visual e o efeito individual de cada estímulo (Tabela 1). Como referência também foram distribuídas ovitrampas (armadilhas já descritas na literatura), para verificar a presença de vetores na área do teste em campo. Para verificar a possível visitação e posterior fuga de fêmeas grávidas do interior da armadilha, foi inserida uma palheta de MDF de formato retangular para atestar a presença de oviposição, uma vez que o protótipo no estágio atual ainda pode permitir o escape de fêmeas após a oviposição.

A fim de selecionar a combinação ideal entre o tipo de isca e o novo modelo de

armadilha, foram feitos dois testes para cada combinação de estímulo com duração de seis a oito dias, começando pelos grupos A e A1, em seguida pelos grupos B e B1. Logo após, foram realizados os testes com as combinações de estímulo de forma alternada com duração de três a quatro dias; um teste com o grupo A e outro com A1, seguido pelo teste com os grupos B e B1. Seguido pelos testes com os grupos C e C1 seguidamente pelos grupos D e D1.

Para manter as mesmas condições entre as réplicas, o líquido das armadilhas eram despejados e repostos no início de cada novo teste, enquanto entre testes com diferentes iscas olfatórias a base do protótipo também foi substituída por uma nova.

Tabela 1. Combinações de estímulos sensoriais

Grupo de combinações de estímulos	Estímulo visual	Estímulo olfatório
A	LED Azul	Água com casca de beterraba (incluindo geosmina)
B		Água com fermento biológico (levedo)
C		Água
D		Sem estímulo
A1	LED Branca	Água com casca de beterraba (incluindo geosmina)
B1		Água com fermento biológico (levedo)
C1		Água
D1		Sem estímulo

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

2.4 VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO E EFEITO ATRATIVO DE ESTÍMULOS SENSORIAIS EM CAMPO

A experimentação do protótipo foi realizada em uma área de oficina mecânica no bairro distrito dos mecânicos, localizado na região Sul da cidade de Campina Grande, estado da Paraíba, durante os meses de fevereiro e março de 2021. O local foi escolhido pela impossibilidade de validação em áreas residenciais ou peridomiciliares, além de representar uma área favorável a um alto índice de infestação do *A. aegypti* devido ao grande aglomerado de materiais que possam servir como possíveis criadouros

do vetor, incluindo peças de carros, pneus, dentre outros dejetos e materiais. Abundância de possíveis criadouros na área escolhida (Figura 2) também possibilitou inferir a eficácia do protótipo desenvolvido em um ambiente onde há grande competição de recursos favoráveis à oviposição.

Figura 2. Área de estudo em campo para validação do protótipo



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Para que houvesse a confirmação da presença do mosquito *A. aegypti* durante os testes, foram instaladas ovitrampas (armadilha de referência) de modo que não ocorresse interferência nos resultados do protótipo em desenvolvimento. A referência foi utilizada como controle positivo uma vez que a ausência de oviposição nas armadilhas poderia configurar falso negativo para a capacidade de atração do protótipo, devido a possível ausência do vetor na área de estudo durante o período de validação.

Foram então realizados no total, doze testes em um período de um mês e dez a dias (05 de fevereiro à 16 de março), com intervalo de dois a quatro dias entre as leituras para verificar a presença de oviposição nos protótipos e ovitrampas de referência.

Os seis exemplares do protótipo foram distribuídos na área escolhida de forma a ocupar as laterais e o centro do terreno, sendo todas as armadilhas com luz de LED de cor branca dispostas em um lado do terreno, enquanto no lado oposto foram instaladas as armadilhas com luz de LED de cor azul, abrangendo uma área total do terreno de

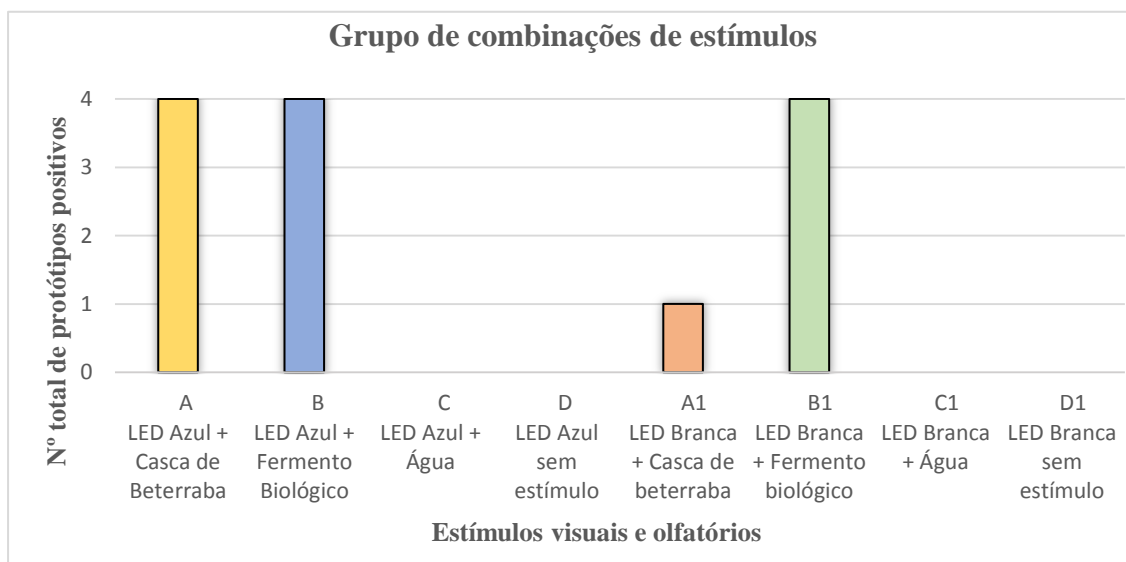
(704.89 m²). Três ovitrampas de referência foram dispostas com distância equivalente na área central.

3 RESULTADOS

Os resultados obtidos indicaram eficiência do novo modelo de armadilha para atratividade de fêmeas grávidas do *A. aegypti* (Figura 3). Os resultados indicaram eficiência no quesito atratividade, com armadilhas contendo oviposição nos tratamentos (A, A1, B e B1) equivalente a 66,7% de efetividade independentemente do estímulo visual utilizado.

Em relação aos estímulos olfatórios, foi observado maior eficiência para o fermento biológico, para o qual ocorreu reprodutibilidade da capacidade atrativa independente do estímulo luminoso. Por outro lado, ocorre uma perda da capacidade atrativa do protótipo quando os estímulos sensoriais foram utilizados independentemente; estímulo visual e água (C e C1) e estímulo visual sem o estímulo olfatório (D e D1).

Figura 3. Combinações de estímulos visuais



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

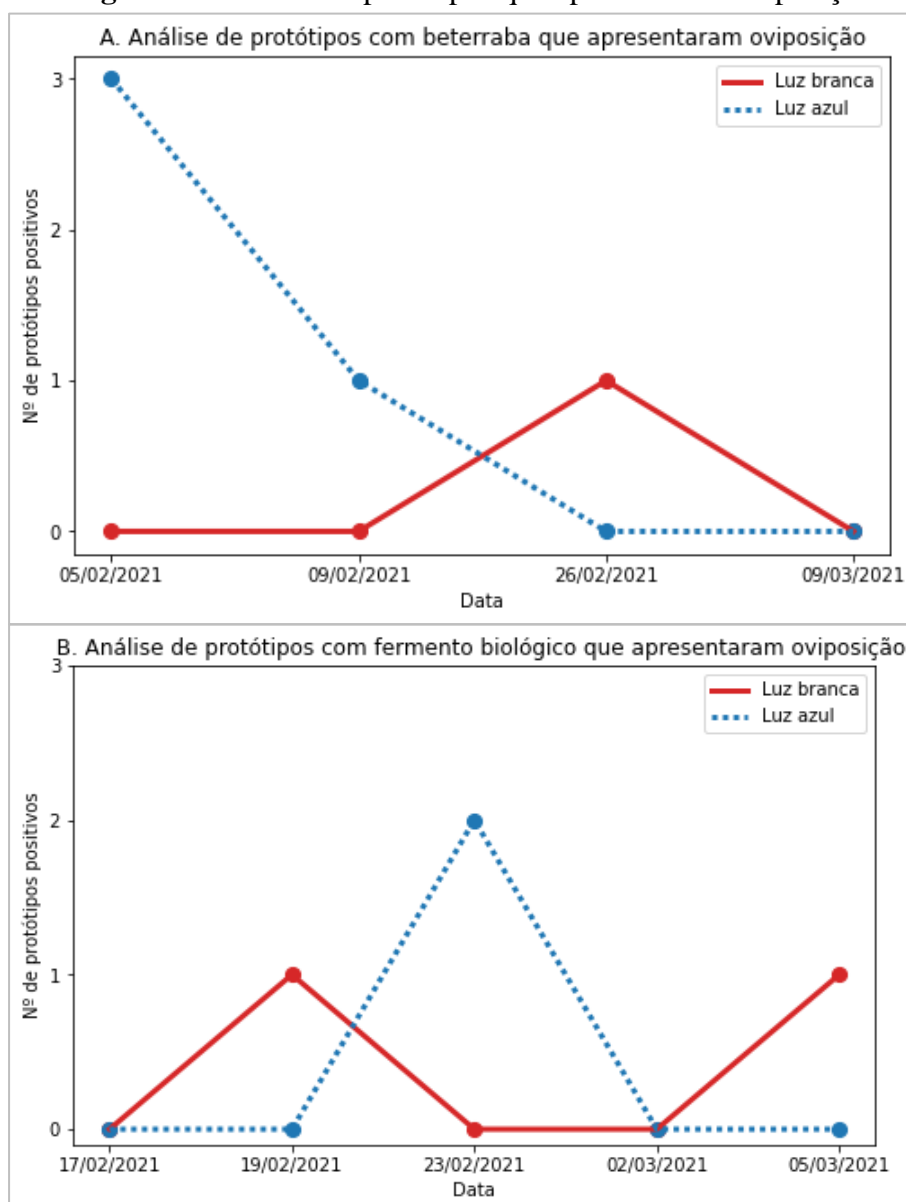
De acordo com os resultados obtidos, no geral não foi observada diferença na eficiência de atratividade entre os espectros de luz estudado independentemente do estímulo olfatório (Figura 4A e B). A ausência de captura ou oviposição nos protótipos durante o período compreendido entre 26/02 e 09/03 (Figura 4A) e 17/02, 02/03 e 05/03

(Figura 4B), também foi observado nas ovitrampas utilizadas como referência. Desta forma, sugere-se que a ausência de oviposição no protótipo durante estes períodos podem corresponder a um falso negativo para eficiência de captura.

Em relação ao estímulo olfatório, a combinação da casca de beterraba com luz de LED azul apresentou maior eventos de captura (Figura 4A), enquanto para o fermento biológico o número de eventos de captura foi maior para a luz de LED branca (Figura 4B).

Vale ressaltar que no presente trabalho, foi utilizado uma versão modificada com cones de capacitação posicionados na tampa em forma de bolha (fotos omitidas por motivos de patente).

Figura 4. Análise dos protótipos que apresentaram oviposição



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

4 DISCUSSÃO

Este estudo avaliou a eficiência de um novo modelo de armadilhas para captura de mosquitos. Para validação do desenho do protótipo (MELT) e de possíveis iscas de estímulo sensorial, foi utilizado como organismo modelo o mosquito *A. aegypti*. No presente estágio de desenvolvimento, o desenho estrutural do protótipo juntamente com os estímulos sensoriais empregados, mostram eficiência para atração de fêmeas grávidas do *A. Aegypti*. Porém, o protótipo apresentou limitações no que se refere ao aprisionamento das fêmeas; que podem ter ocorrido pelo tamanho da abertura interna dos orifícios de captura em formato de cone ou até mesmo pelo diâmetro de sua parte externa, a posição e quantidade de orifícios também pode ter sido um fator que propiciou o escape, demonstrando a necessidade de adaptações estruturais, principalmente, das suas estruturas de captação para que além de permitir o acesso a oviposição, também tem função de aprisionamento dos adultos.

Usualmente, armadilhas que têm como objetivo a atração de adultos utilizam fontes luminosas baseadas na utilização da luz ultravioleta, porém o uso da mesma traz desvantagens, como a atração de diversas outras espécies de insetos, desta forma sabe-se que fisiologicamente os mosquitos são atraídos por luzes em diversos comprimentos de onda e isto tem sido pouco explorado na elaboração de armadilhas de captura. A luz do tipo LED representa uma ótima alternativa devido ao grande espectro de cores disponível comercialmente, por sua vez permite que haja um maior impacto visual sobre as fêmeas do *Aedes* garantindo um maior poder atrativo, permitindo atingir uma faixa de sensibilidade usual máxima que está entre os comprimentos de onda azul e amarelo (CORREA *et al.* 2017).

Em relação a outros modelos de armadilhas para adultos já disponíveis, como adultrap que utilizam como princípio atrativo estímulos visuais como a cor e forma escurecida (preto) em sua estrutura, sem a presença de sistemas luminosos, necessitando estar em local sombreado para ocorrência de atratividade (GOMES *et al.* 2007). Por outro lado nosso protótipo MELT elimina esse requerimento logístico por apresentar um emissor luminoso integrado, o que permite distribuí-los em ambientes com variados índices de luminosidade.

Um outro tipo de armadilha amplamente difundida para a captura da forma alada do *A. aegypti* denominada CDC *Light Trap* se assemelha ao protótipo por apresentar

fonte emissora de luz. A CDC Light Trap na sua versão miniatura compartilha os mesmos pontos positivos do protótipo MELT; incluindo sua portabilidade, facilidade de uso, tamanho compacto e eficácia quanto a atratividade de vetores (Li *et al.* 2016). Mas, assim como nosso protótipo, a CDC também tem sua eficiência limitada pelas condições climáticas (CHAIPHONGPACHARA *et al.* 2018). Porém, uma outra limitação da CDC se dá para uso em larga escala por ter como base além da emissão de luz, a necessidade da evaporação de gelo seco para obtenção de dióxido de carbono (Aak *et al.* 2017). As mesmas também necessitam de alimentação através de bateria ou rede elétrica, e emissão de ruídos causados pelas suas ventoinhas, o que pode tornar-se incômodo ou até mesmo empecilho para utilização intradomiciliar.

Quanto a utilização de estímulos olfatórios, de acordo com Nunes, *et al.* (2011 apud REITER *et al.* 1991; ROQUE, 2002; SANT'ANA *et al.*, 2006; VILLASECA *et al.* 2001) utilização de substâncias que podem ser utilizadas de forma atrativa, tem sido empregadas para intensificar o poder atrativo das armadilhas, fazendo com que essa substância potencialize a atração de fêmeas grávidas de *A. aegypti* para oviposição. Desta forma a geosmina, representada neste estudo pela casca de beterraba, foi demonstrado por CANE; WATT, 2003, ter a capacidade da atratividade destas fêmeas, por exalar um certo odor típico de solos úmidos, que é geralmente produzido por fungos e bactérias. Do mesmo modo, as leveduras, que foram representadas pelo fermento biológico, foram utilizadas por ser uma dieta adequada para o crescimento e desenvolvimento de certas larvas de mosquitos que se desenvolvem em substâncias que fermentam ou que estão em decomposição, ocasionando um efeito atrativo nas fêmeas para oviposição (Beserra *et al.*, 2009, 2010). Assim, podemos observar que o levedo também pode ser considerado como um bom atrativo para fêmeas do *A. aegypti*, sendo muito importante para a nutrição de suas larvas e de insetos adultos, gerando uma interação mutualística (Barreto, *et al.*1998). Um importante ponto a ser verificado em testes posteriores do protótipo MELT, seria a capacidade atrativa destes compostos para os machos.

Pôde ser observado que ambas as substâncias se mostraram atrativas para fêmeas do *A. aegypti*, principalmente quando combinadas com as iscas visuais (casca de beterraba com luz LED azul e fermento biológico com luz LED branca). Porém, para que possamos afirmar que as duas substâncias são realmente eficientes, é necessária a realização de mais testes para uma melhor observação e análise das variáveis.

Desta forma, a configuração do novo protótipo sugere que após aprimoramento

do modelo, o mesmo poderá ser utilizado amplamente como alternativa para inferências de saúde pública, por exemplo, inquéritos epidemiológicos referentes a distribuição e estimativas de densidade populacional dos vetores, remoção de fêmeas reduzindo o risco de transmissão e oviposição em criadouros nos peridomicílios. Outro aspecto importante, está relacionado ao baixo custo para montagem do protótipo MELT, o que possibilitará a utilização em larga escala, servindo assim como possível alternativa para as intervenções dos programas de monitoramento e controle do vetor, além da possibilidade de uso pessoal nos domicílios. O modelo em desenvolvimento também apresenta uma alternativa de baixo impacto ambiental ou risco à população humana, uma vez que tem como componentes principais: materiais recicláveis ou biodegradáveis e utilização de energia renovável para funcionamento do sistema emissor de luz, além de não utilizar compostos sintéticos.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se então que o presente estudo demonstrou a eficiência do protótipo MELT quanto a sua atratividade, através do uso combinado de iscas de estímulos sensoriais visual/olfatório. Também foi evidenciado um baixo índice de aprisionamento das fêmeas, revelando a necessidade de novas adaptações e modificações no desenho estrutural. Os resultados obtidos em condições de teste em campo, são, portanto, úteis para o aprimoramento do desenho estrutural do protótipo de armadilha em desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

AAK, Anders; ROLIGHETEN, Espen; RUKKE, Bjørn Arne; BIRKEMOE, Tone. Desiccant dust and the use of CO₂ gas as a mobility stimulant for bed bugs: a potential control solution?. **Journal Of Pest Science**, [S.L.], v. 90, n. 1, p. 249-259, 20 jun. 2016. Springer Science and Business Media LLC.

ACHEE, Nicole L.; YOUNGBLOOD, Laura; BANGS, Michael J.; LAVERY, James V.; JAMES, Stephanie. Considerations for the Use of Human Participants in Vector Biology Research: a tool for investigators and regulators. **Vector-Borne And Zoonotic Diseases**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 89-102, fev. 2015. Mary Ann Liebert Inc.

ANJOLETTE, Aline Falcão Filgueiras; DA GRAÇA MACORIS, Maria de Lourdes. Técnicas para manutenção de *Aedes aegypti* em laboratório. **Superintendência de Controle de Endemias de Marília**. São Paulo, 2016.

BARRETO, Marliton R.; BARRETO, Eriana S.; ANJOS, Norivaldo. Leveduras associadas a *Spermologus rufus* Boheman (Coleoptera: Curculionidae). **An. Soc. Entomol. Bras.**, Londrina, v. 27, n. 2, p. 295-297, June 1998.

Beserra, Eduardo B., Carlos R. M. Fernandes, José T. de Sousa, Eraldo M. De Freitas, and Keliana D. Santos. 2010. Efeito da qualidade da água no ciclo de vida e na atração para oviposição de *Aedes aegypti*(L.) (Diptera: Culicidae). **Neotropical Entomology** 39(6):1016–23.

BRSCOE AD, Chitka L. A evolução da visão de cores em insetos. **Ann Rev Entomol.** 2001; 46 : 471–510.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: vigilância, monitoramento da resistência e alternativas de controle no Brasil. **Epidemiol. Serviço de Saúde pública**, Brasília; v. 26, n. 4, p. 295-302, 2007.

BROWNSTEIN, J.S; HETT, E; O'NEILL, S.L. The potential of virulent *Wolbachia* to modulate disease transmission by insects. **Journal Of Invertebrate Pathology**, [S.L.], v. 84, n. 1, p. 24-29, set. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-2011\(03\)00082-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-2011(03)00082-x).

CANE, D. E.; WATT, R. M.. Expression and mechanistic analysis of a germacradienol synthase from *Streptomyces coelicolor* implicated in geosmin biosynthesis. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 100, n. 4, p. 1547-1551, 29 jan. 2003. Proceedings of the National Academy of Sciences.

CHAIPHONGPACHARA, Tanawat; LAOJUN, Sedthapong; KUNPHICHAYADECHA, Chaekki. Effect of the CDC light trap on control of nocturnal mosquitoes in coastal Samut Songkhram Province, Thailand. **Biodiversitas, Samut Songkhram**, v. 19, n. 5, p. 1750-1754, 2018.

CHAVES, Leonardo Suveges Moreira. Eficácia de três tipos de armadilhas para captura de culicídeos em área de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. 2012.

Dissertação (Mestrado em Epidemiologia) - Faculdade de Saúde Pública, University of São Paulo, São Paulo, 2012. Acesso em: 2021-05-20.

COELHO, Giovanini Evelim et al. Relação entre o Índice de Infestação Predial (IIP), obtido pelo Levantamento Rápido (LIRAA) e intensidade de circulação do vírus da dengue. 2008. 47 f. **Dissertação (Mestrado) - Curso de Saúde Coletiva, Saúde Pública, Universidade Federal da Bahia**, Salvador, 2008.

CORREA, Ivo C., Cardoso; Mônica F.M.C, Salles; Tiago S.; Migowski, Edimilson; “Dispositivo de armadilha para inseto *Aedes*” BR102017000145A2, Jul.17, 2018.

DONALÍSIO, Maria Rita; GLASSER, Carmen Moreno. Vigilância Entomológica e Controle de Vetores do Dengue. **Rev. Bras. Epidemiol**, São Paulo, v. 3, n. 5, p. 259-272, 2002.

DUSFOUR, Isabelle; THALMENSY, Véronique; GABORIT, Pascal; ISSALY, Jean; CARINCI, Romuald; GIROD, Romain. Multiple insecticide resistance in *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae) populations compromises the effectiveness of dengue vector control in french guiana. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, [S.L.], v. 106, n. 3, p. 346-352, maio 2011.

DYE, Christopher. The Analysis of Parasite Transmission by Bloodsucking Insects. **Annual Review Of Entomology**, [S.L.], v. 37, n. 1, p. 1-19, jan. 1992. Annual Reviews.

GOMES, Almério de Castro; SILVA, Nilza Nunes da; BERNAL, Regina Tomie Ivata; LEANDRO, André de Souza; CAMARGO, Natal Jataí de; SILVA, Allan Martins da; FERREIRA, Adão Celestino; OGURA, Luis Carlos; OLIVEIRA, Sebastião José de; MOURA, Silvestre Marques de. Especificidade da armadilha Adultrap para capturar fêmeas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, São Paulo, p. 216-219, 2007.

HARRINGTON, Laura C.; EDMAN, John D.; SCOTT, Thomas W.. Why Do Female *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae) feed preferentially and frequently on human blood?. **Journal Of Medical Entomology**, [S.L.], v. 38, n. 3, p. 411-422, 1 maio 2001. Oxford University Press (OUP).

Li Y, Su X, Zhou G, et al. 2016. Comparative evaluation of the efficiency of the BG-Sentinel trap, CDC light trap and Mosquito-oviposition trap for the surveillance of vector mosquitoes. **Parasit Vect.** 9: 446.

NATAL, Delsio. Bioecologia do *Aedes aegypti*. **Biológico**, v. 64, n. 2, p. 205-207, 2002.

MELO, Nadia; WOLFF, Gabriella H.; COSTA-DA-SILVA, Andre Luis; ARRIBAS, Robert; TRIANA, Merybeth Fernandez; GUGGER, Muriel; RIFFELL, Jeffrey A.; DEGENNARO, Matthew; STENSMYR, Marcus C.. Geosmin Attracts *Aedes aegypti* Mosquitoes to Oviposition Sites. **Current Biology**, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 127-134, jan. 2020. Elsevier BV.

NUNES, Leilane dos Santos; TRINDADE, Rose Benedita Rodrigues; SOUTO, Raimundo Nonato Picanço. Avaliação da atratividade de ovitrampas a *Aedes (Stegomyia) aegypti* Linneus (Diptera: Culicidae) no bairro Hospitalidade, Santana, Amapá. **Biota Amazonia**, Macapá, v. 1, n. 1, p. 26-31, 07 jan. 2011.

Oliveira, C.D. & Moreira, L.A., 2012. Uso de Wolbachia no Controle Biológico. In Tópicos Avançados em Entomologia Molecular Instituto. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Entomologia Molecular**, pp. 2–10

TAKKEN, Willem; VERHULST, Niels O.. Host Preferences of Blood-Feeding Mosquitoes. **Annual Review Of Entomology**, [S.L.], v. 58, n. 1, p. 433-453, 7 jan. 2013. Annual Reviews.

ZEQUI, João Antonio Cyrino *et al.* Monitoramento e controle de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes albopictus* (Skuse, 1984) com uso de ovitrampas. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 2, n. 39, p. 93-102, dez. 2018. Mensal.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, pela minha vida, por me dar a força, sabedoria e o discernimento necessário para ultrapassar todas as barreiras e obstáculos encontrados ao longo de toda minha graduação.

À minha mãe, Veronica M^a, verdadeiramente a maior mestra da minha vida, e que sempre acreditou em mim, me dando todo apoio, suporte e compreendeu minha ausência enquanto me dedicava à construção do meu futuro.

Ao meu pai, Ednaldo, por ter me dado o apoio e estrutura à sua maneira, sempre incentivando a continuar.

Às minhas irmãs Elaine, Rafaela, Evelyn, Amanda, Isadora e Anna Vitória e tias Vandelita, Virgínia, Valéria, Violeta e Aurora, por todo apoio e pela ajuda, não largando minha mão e sempre me lembrando de que eu sou capaz de alcançar e realizar todos os meus sonhos.

Ao meu noivo e futuro marido, Gustavo, por ter sido meu ponto de paz, por fazer com que eu nunca esquecesse da minha força, por estar ao meu lado em todos os momentos e me auxiliar a trilhar todo caminho da graduação sem esquecer dos meus objetivos.

Às minhas amigas Rosália, Marília, Isadora e M^a Karoline, presentes que a graduação e a vida me deram, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o tempo. Com certeza às levarei para o resto da vida.

Ao Prof^o.Dr^o.Walter Fabrício, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

À Universidade Estadual da Paraíba, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação e por tudo que aprendi ao longo dos anos do curso.

Por fim e não menos importante, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização e desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo meu processo de aprendizado.