

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL - UFMS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOENÇAS INFECCIOSAS E
PARASITÁRIAS

MARIANA MAYUMI ZANONI

AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE CRIADOUROS DE *Aedes aegypti* NA
CIDADE DE CAMPO GRANDE, MS, BRASIL, ENTRE 2022 E 2023

CAMPO GRANDE

2025

MARIANA MAYUMI ZANONI

**AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE CRIADOUROS DE *Aedes aegypti* NA
CIDADE DE CAMPO GRANDE, MS, BRASIL, ENTRE 2022 E 2023**

Dissertação apresentada como exigência para
obtenção do título de mestre pelo Programa de
Pós Graduação em Doenças Infecciosas e
Parasitárias da Faculdade de Medicina Dr.
Hélio Mandetta da Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul.

Orientadora: Alessandra Gutierrez de Oliveira

Coorientador: Luiz Gustavo Rodrigues
Oliveira Santos

CAMPO GRANDE

2025

*Dedico esse trabalho a minha mãe. A estrela
mais brilhante do céu. Mami, te amo do
fundo do meu coração.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, Maria Luiza, a pessoa mais importante, que eu mais amo nesse mundo, por ter me apoiado e amparado em todas as minhas escolhas. Se eu estou de pé hoje é por causa dela. Infelizmente, nos deixou durante o meu primeiro ano de mestrado. Espero ser metade da mulher que você foi e te orgulhar muito.

A minha sobrinha Manuela, por me trazer tanta alegria e amor, te amo fia.

A minha família Mori, Alessandra e Adriano, Vanessa e Luiz, Anitta e Baixinho e Renata. Especialmente Tia Arlete e Tio Luiz, por terem me tratado como filha durante minha graduação e parte da pós-graduação, serei eternamente grata, amo vocês, beijos da caçulinha.

A minha família Zanoni-Menegatti-Chiba, que me apoiaram e me deram suporte durante essa minha jornada, serei eternamente grata, amo vocês. Meus primos Márcio e Larissa Menegatti e suas filhas Pietra e Julia Menegatti. Meus tios Mara e Mauro Chiba e seus filhos Vinicius e Ana Laura Chiba. Meus tios Marcelo e Claudia Zanoni. Meus tios Márcia e Pedro Rissetti. Meus primos Francine e Thiago Aguirre, Milena e Luan Menegatti e minha irmã Maraisa.

Aos meus amigos, Lívia Gomes, Daniel Nunes, Isabela Peres, Mariana Copetti, Jéssica Nathália, Jean Roseno e Roger Tadeu, vocês foram essenciais nessa minha jornada, muito obrigada pelo apoio, serei eternamente grata, amo vocês.

Lívia Gomes e Daniel Nunes, obrigada por sempre me ouvir e me acolher, por sempre estar do meu lado, seja me apoiando ou puxando minha orelha, sou muito grata pela amizade de vocês, amo-vos. Vocês estarão sempre no meu coração e na minha pele. A frase escolhida é em homenagem a vocês.

A Lívia Dalariva, que conheci por acaso em um show da Lagum e rapidamente se tornou uma pessoa muito importante pra mim, obrigada por tudo Livona, te amo.

Ao meu amigo Roullien Henrique que esteve ao meu lado desde a graduação.

Aos meus amigos, Giullia Menezes, Mariana Souza, Pedro Collette, Matheus Barbosa, Camila Barbosa e Elisene Rocha, vocês fizeram meus dias no laboratório mais felizes.

As minhas amigas Natália Alves, Aline Casaril, Yasmin Rizk e Jucelei Infran. Nati, obrigada pelos conselhos, conversas e ensinamentos, sinto muito sua falta! Alinex, obrigada pelas conversas e ensinamentos, sempre que eu chegava no lab e ouvia sua risada eu me alegrava. Yasmin, obrigada pelos ensinamentos de Biomol e pelas conversas jogadas fora e claro, seus conselhos. Juju, obrigada pelos cuidados e carinho.

A minha orientadora Alessandra Gutierrez, obrigada pela calma, suporte, por ter confiado em mim e me acolhido como orientanda, serei eternamente grata por todos os ensinamentos e conselhos, você é uma inspiração para mim.

Ao meu coorientador, Luiz Gustavo, obrigada pela ajuda, calma e ensinamentos em estatística.

As professoras Eliane Piranda e Carla Arruda, vocês foram de grande importância nesse período da minha vida, muito obrigada pelos conselhos e acolhimento.

Ao meu amigo Wagner Fernandes, que fez essa minha experiência mais leve, obrigada por toda a ajuda e conselhos e pode deixar que eu vou chorar lá fora!

Aos meus gatos, Nenê, que me adotou quando eu estava na minha pior fase, obrigada por ter trazido luz a minha vida, amo ser sua mãe bichológica e o Ozzy, que ficou em Tupi com minha irmã, sinto sua falta pançola.

A minha psicóloga Aline Macente, obrigada pelo suporte.

Aos professores da PPGDIP, especialmente a Adriana França, Alda Maria, Everton Falcão e James Venturini.

A Coordenação de Controle de Vetores pela parceria.

A CAPES pelo apoio financeiro.

A Deus/Orixás/Guias e meu anjo da guarda que sempre cuidaram de mim.

“A vida é uma canção infantil”

César MC

Resumo

Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) é o principal vetor dos agentes etiológicos da dengue, Zika, chikungunya e febre amarela, arboviroses de grande relevância para a saúde pública. Com um ciclo de vida holometábolo e alta capacidade de adaptação, o controle desse vetor é focado na eliminação de criadouros. Segundo o Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA), os criadouros são depósitos de água propícios ao desenvolvimento larval, classificados em cinco grupos distintos A (depósitos de água), B (criadouros móveis), C (criadouros fixos), D (passíveis de remoção) e E (criadouros naturais). Este estudo teve como objetivo geral avaliar a ocorrência dos diferentes tipos de criadouros em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, entre 2022 e 2023. Especificamente, buscou-se analisar a influência da superlotação e do analfabetismo na distribuição desses criadouros, além de identificar possíveis mudanças na proporção de cada tipo ao longo do tempo. Os dados foram obtidos a partir do programa de vigilância larvária da Coordenadoria de Controle de Endemias Vetoriais (CCEV) e de informações socioeconômicas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As análises consideraram variações espaço-temporais na prevalência dos criadouros, utilizando um Modelo Estatístico Multinível Multinomial Aditivo com abordagem Bayesiana. Utilizando as caixas d'água como referência, o lixo e os recipientes móveis foram os mais relevantes para a proliferação do mosquito, enquanto os criadouros naturais apresentaram menor impacto. Em áreas superlotadas, recipientes móveis tornaram-se mais expressivos, enquanto caixas d'água perderam importância. Já recipientes fixos, lixo e criadouros naturais não foram influenciados pela densidade populacional. Observou-se que, em regiões com maior taxa de analfabetismo, criadouros móveis, fixos e lixo diminuíram, enquanto os criadouros de armazenamento de água aumentaram. Esses achados são fundamentais para orientar estratégias de controle entomológico, contribuindo para a redução da incidência de arboviroses, especialmente da dengue, em Campo Grande, MS.

Palavras-chaves: Arboviroses. Ações de controle. Indicador entomológico. LIRAA.

Abstract

Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) is the primary vector of the etiological agents of dengue, Zika, chikungunya, and yellow fever, arboviruses of great public health relevance. With a holometabolous life cycle and a high adaptive capacity, vector control focuses on eliminating breeding sites. According to the Rapid Survey of *Aedes aegypti* Indices (LIRAA), breeding sites are water-holding containers conducive to larval development, classified into five distinct groups A (water tanks), B (movable containers), C (fix containers), D (removable containers), and E (natural containers). This study aimed to assess the occurrence of different types of breeding sites in Campo Grande, Mato Grosso do Sul, between 2022 and 2023. Specifically, it sought to analyze the influence of overcrowding and illiteracy on the distribution of these breeding sites, as well as to identify potential changes in their proportions over time. Data were obtained from the larval surveillance program of the Vector-Borne Endemic Disease Control Coordination (CCEV) and socioeconomic information from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Analyses considered spatiotemporal variations in breeding site prevalence using an Additive Multilevel Multinomial Statistical Model with a Bayesian approach. Using water tanks as a reference, waste and mobile containers were the most significant breeding sites for mosquito proliferation, while natural sites had a lower impact. In overcrowded areas, mobile containers became more prominent, whereas water tanks decreased in importance. Fixed containers, waste, and natural breeding sites were not influenced by population density. In regions with higher illiteracy rates, mobile and fixed containers, as well as waste, decreased, whereas water storage breeding sites increased. These findings are essential for guiding entomological control strategies, contributing to the reduction of arbovirus incidence, particularly dengue, in Campo Grande, MS.

Keywords: Arboviruses. Control measures. Entomological indicator. LIRAA.

LISTA DE IMAGENS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Ciclo de vida do <i>Aedes aegypti</i> | 15 |
| Figura 2 – Fêmea de <i>Aedes aegypti</i> com listras de escamas claras, em formato de lira, na região dorsal do mesonoto..... | 17 |
| Figura 3 - Classificação dos criadouros de Aedes de acordo com o LIRAA..... | 24 |
| Figura 4 - <i>Aedes aegypti</i> do lado esquerdo e <i>Aedes albopictus</i> do lado direito, evidenciando a diferença no padrão de coloração desses animais..... | 26 |
| Figura 5 - Diferentes vírus transmitidos pelo <i>Ae. aegypti</i> | 27 |

LISTA DE SIGLAS

AAS: Ácido acetilsalicílico

Ae. aegypti: *Aedes aegypti*

Ae. albopictus: *Aedes albopictus*

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BTI: *Bacillus thuringiensis israelensis*

CHIKV: Vírus da Chikungunya

DENV: Vírus da Dengue

FA: Febre Amarela

FIOCRUZ: Fundação Oswaldo Cruz

FUNASA: Fundação Nacional de Saúde

IB: Índice de Breteau

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDO: Índice de densidade de ovos

IEC: Instituto Evandro Chagas

IPO: Índice de positividade de ovitrampas

IP: Índice Predial

ITR: Índice por Tipo de Recipientes

LIRAA: Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti*

MS: Mato Grosso do Sul

OMS: Organização Mundial de Saúde

PEa: Plano de Erradicação do *Aedes aegypti*

PIACD: Plano de Intensificação das Ações de Controle de Dengue

PNH: Primatas não humanos

PNCD: Plano Nacional de Controle da Dengue

RT-PCR: Transcrição reversa seguida de reação da cadeia da polimerase

SINAN: Sistema de Informação de Agravos de Notificação

SIT: Esterilização de insetos por irradiação

UBV: Aspersão Aeroespacial de inseticidas

UTI: Unidades de Terapia Intensiva

ZIKV: Vírus da ZIKA

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUÇÃO | 13 |
| 1. REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 1.1 Aspectos biológicos do <i>Aedes aegypti</i> | 14 |
| 1.2 Histórico da espécie <i>Aedes aegypti</i> | 18 |
| 1.3 Políticas de erradicação do vetor | 19 |
| 1.4 Vigilância entomológica e controle do vetor | 21 |
| 1.5 Levantamento Rápido de Índices para <i>Aedes aegypti</i> | 23 |
| 1.6 <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> | 25 |
| 1.7 Importância em Saúde Pública | 26 |
| 1.7.1 Dengue | 27 |
| 1.7.2 ZIKA | 29 |
| 1.7.3 Febre Amarela | 31 |
| 1.7.4 Chikungunya | 32 |
| 1.8 Estudos de <i>Aedes aegypti</i> no Brasil e no Mato Grosso do Sul | 34 |
| 2. OBJETIVOS | 36 |
| 2.1 Objetivo geral | 37 |
| 2.2 Objetivos específicos | 37 |
| 3. MANUSCRITO | 37 |
| Socio-economic effects on the temporal importance of breeding site types for <i>Aedes aegypti</i> in a tropical epidemic city | 38 |
| 4. CONCLUSÕES | 56 |
| 6.REFERÊNCIAS | 57 |

INTRODUÇÃO

Por décadas, as arboviroses foram vistas como contribuintes de menor impacto para a mortalidade e a incapacidade mundial. No entanto, nos últimos cinquenta anos, elas têm ganhado destaque devido ao surgimento de grandes epidemias, como as de febre amarela urbana, dengue, ZIKA e chikungunya. Um elemento comum a todas essas doenças citadas é o seu principal vetor: *Aedes aegypti* (WILDER-SMITH et al, 2017).

Considerando a relevância das arboviroses para a saúde pública, é fundamental implementar medidas eficazes de controle e prevenção dessas doenças transmitidas por mosquitos do gênero *Aedes* em áreas urbanas (GIRARD et al., 2020).

O controle vetorial permanece como o principal método disponível para combater essas enfermidades, especialmente no caso da ZIKA e chikungunya, que ainda não contam com vacinas disponíveis (WILSON et al., 2020). As estratégias para o controle do *Ae. aegypti* podem ser classificadas em três categorias: químicas, como o uso de larvicidas; biológicas, como a introdução da bactéria *Wolbachia*; e físicas, como o controle mecânico de criadouros (VALLE, 2021).

A eficácia dessas estratégias está diretamente relacionada ao ciclo de vida do *Ae. aegypti* que é holometábolo e apresenta quatro estágios distintos: ovo, larva, pupa e adulto. Em seu ciclo, as fêmeas depositam seus ovos em recipientes contendo água, conhecidos como criadouros. No Brasil, o controle larval desse inseto é orientado pelo Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA), um manual de vigilância entomológica desenvolvido para monitorar e controlar a infestação deste vetor (BRASIL, 2013). Segundo esse manual, os criadouros são classificados em cinco grupos principais: Grupo A: Armazenamento de água; Grupo B: Depósito móveis; Grupo C: Depósitos fixos; Grupo D: Passíveis de remoção e Grupo E: Naturais (BRASIL, 2013).

Com essa classificação, torna-se mais simples identificar possíveis criadouros e implementar medidas de controle mecânico, seja selando/tampando os recipientes, fazendo a lavagem com buchas e escovas de suas paredes ou até mesmo eliminando-os. O presente estudo utilizou essa classificação para realizar uma análise espaço-temporal de criadouros na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, entre os anos de 2022 e 2023, levando em consideração dados socioeconômicos como bairros superlotados e analfabetismo.

A cidade de Campo Grande é considerada um centro epidêmico para dengue. Em 2022 Campo Grande foi a cidade que apresentou o maior número de casos prováveis no estado, acumulando 5.467 casos com uma incidência de 603,4. Ainda em 2022, até o mês de julho foram registrados 17 óbitos no estado, 6 deles sendo em Campo Grande (BRASIL, 2022c). Já em 2023 no mês de dezembro a cidade tinha 12.095 casos prováveis, representando uma alta incidência de dengue. No estado havia 40.887 casos confirmados com 42 óbitos, 6 deles sendo em Campo Grande (BRASIL, 2023g).

O estudo da distribuição de criadouros na cidade de Campo Grande é essencial devido ao seu histórico como um centro epidêmico de dengue, caracterizado por altas taxas de incidência e mortalidade relacionadas à doença. Identificar e analisar a distribuição espaço-temporal dos criadouros permite compreender os padrões locais de infestação pelo *Ae. aegypti*, o principal vetor da dengue, ZIKA e chikungunya, possibilitando ações mais direcionadas e eficazes de controle.

Levamos em consideração os dados socioeconômicos, pois locais de concentração populacional resultaram em moradias inadequadas, manejo ineficiente de resíduos e acúmulo de lixo, incluindo pneus usados, plásticos, latas, entre outros. Esses fatores criam condições ecológicas ideais para a proliferação de populações urbanas de *Ae. aegypti* (GIRARD et al, 2020). O analfabetismo também foi considerado, pois a educação é a base para a construção de uma sociedade sustentável, promovendo mudanças culturais e sociais que favoreçam a melhoria socioambiental. Ela desenvolve as competências essenciais para fortalecer os cuidados individuais e coletivos com o meio ambiente, fundamentais para a manutenção de ambientes livres dos riscos de reprodução do mosquito (DIAS et al, 2022).

Essas informações são importantes para o direcionamento do controle vetorial desse mosquito, além de ajudar no controle epidemiológico, minimizar os custos relacionados ao tratamento de casos e evitar sobrecargas no sistema de saúde, contribuindo para a proteção da saúde pública local e regional.

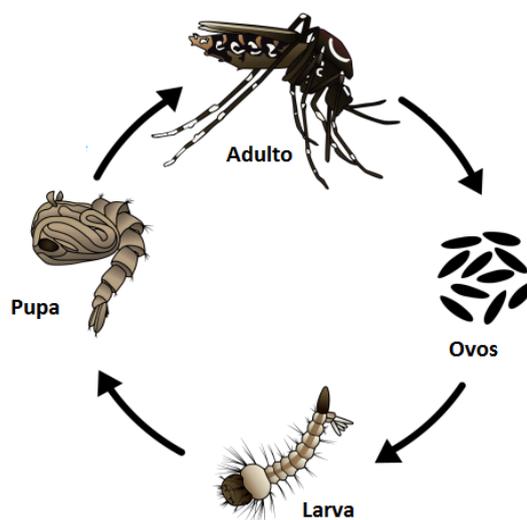
1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Aspectos biológicos do *Aedes aegypti*

Ae. aegypti (Linnaeus, 1762) é um mosquito pertencente ao filo Arthropoda, ordem Diptera e família Culicidae, popularmente conhecido como mosquito da dengue. São insetos

holometábolos, ou seja, passam por uma metamorfose completa com fases de ovo, larva, pupa e mosquito adulto. O seu ciclo de vida é dividido em duas fases: aquática, com as formas imaturas (ovo, larva e pupa) e terrestre, com a fase adulta (Figura 1) (VALLE, 2021).

Figura 1 - Ciclo de vida do *Ae. aegypti*.



Fonte: Fiocruz, 2024

Os ovos medem aproximadamente 0.5 mm, são elípticos, claros na oviposição e escurecendo com o tempo. Eles podem ficar inertes, ou seja, em estado de latência por um longo período, como 1 ano e quatro meses (DA SILVA; DA SILVA 1999) ou até 5 anos quando armazenados em laboratório e expostos a condições ambientais normais (MAYILSAMY, 2018). Quando há uma condição favorável, eclodem. Essa característica resulta em uma alta resistência da espécie. Provavelmente foi deste modo que o mosquito foi introduzido no Novo Mundo: com os criadouros contendo ovos sendo levados pelos navios negreiros provenientes da África (POWELL; TABACHNICK, 2013; VALLE, 2021).

A eclosão do ovo se dá por diversos estímulos, os principais sendo contato com a água e a temperatura. A larva passa por quatro estádios, sua estrutura é constituída por uma cabeça ovoide, tórax e abdome com nove segmentos. Seu corpo é recoberto por cerdas que apresentam função sensorial e ajudam na flutuação (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994). Nos segmentos posterior e anal, elas possuem quatro brânquias lobadas, que servem para a regulação osmótica, e um sifão para a respiração, que é realizada na superfície da água. Elas se movimentam de forma serpentina e são sensíveis à luz. Ao decorrer dos estádios, essas larvas

vão se alimentando da matéria orgânica presente na água, e sofrendo mudas. Em condições ideais, a primeira muda ocorre entre um ou dois dias. A duração do estágio larval depende da disponibilidade de alimentos, da densidade de larvas no criadouro e da temperatura. Em condições ótimas a duração desse estágio pode durar entre sete a quatorze dias (NELSON, 1986).

Após o estágio larval, os espécimes se transformam em pupa. As pupas possuem um formato de vírgula, não se movimentam muito e não se alimentam, realizando apenas a respiração, nesse estágio acontece uma série de transformações internas culminando na formação do adulto. Essa fase dura em torno de dois a três dias, podendo durar mais em dias mais frios (CARVALHO; MOREIRA, 2017)

A fase adulta pode durar entre trinta e quarenta e cinco dias. Os adultos emergem devagar e permanecem na superfície da água ou na parede do criadouro por algumas horas. Nesse período, o exoesqueleto endurece e há uma rotação nas estruturas genitais dos machos para facilitar a cópula, que pode acontecer dentro das vinte e quatro horas após a emergência (CARVALHO; MOREIRA, 2017). As fêmeas demoram mais para emergir e, quando isso acontece, os machos já estão prontos para a cópula, uma inseminação é suficiente, pois elas possuem espermatecas uma estrutura onde armazenam o sêmen e espermatozoides, então, uma vez inseminada, as cópulas subsequentes são rejeitadas (VALLE, 2021).

Os machos geralmente se alimentam de seiva, fluidos de plantas, como o néctar. As fêmeas além de se alimentarem de seiva também são hematófagas, o sangue é necessário para a maturação dos ovos (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; LEITE, 2018). Aproximadamente quatro dias após o repasto sanguíneo, as fêmeas procuram recipientes para ovipor. Em média cem ovos podem ser depositados a cada ciclo (BARATA et al, 2001; TEIXEIRA; BARRETO; GUERRA, 1999).

O ciclo gonotrófico dos culicídeos dura em geral dois ou três dias, em condições ideais. Durante esse período, a fêmea pode realizar múltiplos repastos sanguíneos para um mesmo lote de ovos, característica chamada de discordância gonotrófica. Essa característica aumenta a capacidade vetorial desse vetor, pois intensifica o contato das fêmeas com hospedeiros vertebrados, aumentando as chances de infecção e transmissão dos arbovírus (DOS SANTOS ANDRADE, 2019; VALLE, 2021)

Ae. aegypti é encontrado, principalmente, em regiões de climas tropicais e subtropicais e possui uma morfologia bem característica. Nos adultos, o corpo apresenta uma coloração

mais clara que os demais mosquitos, possui faixas/listras brancas nas bases dos segmentos tarsais e um desenho em forma de lira na parte dorsal (Figura 2) (RUEDA, 2004). As fêmeas possuem um par de palpos curtos e antenas pilosas e os machos, palpos mais longos que os das fêmeas, e antenas plumosas. O macho geralmente é menor que a fêmea, porém isso não pode ser um indício de diferenciação morfológica, pois fatores como disponibilidade de comida e densidade larvária nos criadouros podem influenciar o tamanho desses dípteros (CARVALHO; MOREIRA, 2017; CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994).

Figura 2 – Fêmea de *Aedes aegypti* com listras de escamas claras, em formato de lira, na região dorsal do mesonoto.



Fonte: BRITANNICA, 2024

Com a evolução, *Ae. aegypti*, se tornou extremamente antropofílico e cosmopolita, sendo encontrado em maior abundância em cidades, vilas e povoados, colonizando depósitos de armazenamento de água, possuindo hábitos crepusculares, sendo mais ativos no início da manhã e no final da tarde (CARVALHO; MOREIRA, 2017; NELSON, 1986; NDENGA et al, 2022).

Por conta da hematofagia, esse mosquito se tornou um vetor importante dos arbovírus: dengue, ZIKA vírus, chikungunya e febre amarela urbana (POWELL; GLORIA-SORIA; KOTSAKIOZI, 2018).

1.2 Histórico da espécie *Aedes aegypti*.

Ae. aegypti é originário do Velho Mundo e foi introduzido ao Novo Mundo há aproximadamente 140-230 anos através de navios negreiros. Registros históricos indicam que uma introdução significativa ocorreu no século XVII, na cidade de Havana, em Cuba. A partir de Havana, o *Ae. aegypti* espalhou-se rapidamente pelo Caribe, América Latina e parte dos Estados Unidos, adaptando-se aos ambientes urbanos e tornando-se um vetor relevante para doenças como a dengue e a febre amarela urbana (BROWN, et al, 2011; POWELL; GLORIA-SORIA; KOTSAKIOZI, 2018).

A subespécie ancestral recebeu o nome de *Aedes aegypti formosus*, um mosquito morfologicamente menor, mais escura e selvagem que utiliza criadouros naturais e se alimenta com sangue de mamíferos não humanos. A outra subespécie é o *Aedes aegypti aegypti*, morfologicamente mais clara que utiliza criadouros artificiais e se alimentam de sangue humano (KOTSAKIOZI et al, 2018; MOORE et al, 2013)

A classificação das subespécies de *Ae. aegypti* foi proposta com base em estudos realizados no Leste da África no final da década de 1950. Esses estudos observaram que as populações do mosquito eram morfologicamente mais claras em áreas próximas a habitações humanas em comparação com as encontradas nas florestas (KOTSAKIOZI et al, 2018).

Ae. aegypti disseminou-se globalmente em regiões tropicais e subtropicais devido à atividade antrópica (POWELL; TABACHNICK, 2013) e está adaptada a se reproduzir em locais próximos a habitações humanas, sendo caracterizada como doméstica/antropofílica (GLORIA-SORIA et al, 2016).

Estudos genéticos apontam que a domesticação desse mosquito ocorreu de forma independente em duas linhagens genéticas: fora da África onde as populações de mosquitos adaptaram-se em ambientes urbanos e desenvolveram forte preferência por sangue humano, e dentro da África onde coexistem populações domésticas e selvagens, com associações antigas a humanos, mas ainda ligadas a habitats silvestres. Essas diferenças refletem adaptações distintas a contextos ecológicos e temporais (BROWN, et al, 2011)

De maneira geral, o *Aedes aegypti aegypti* possui uma maior competência para transmitir vírus como os vírus da dengue, febre amarela urbana, chikungunya e ZIKA. Há hipóteses de que o processo de domesticação dos mosquitos tenha sido acompanhado de um aumento na competência para transmitir vírus humanos (POWELL; TABACHNICK, 2013).

Tabachnick (2013) apontou que a competência vetorial provavelmente é resultado dos efeitos de adaptações para outras funções, que não têm relação direta com a competência vetorial. Porém, as adaptações associadas à domesticação, podem ter efeitos colaterais que resultam em maior competência para transmitir os vírus.

No século XX, houve epidemias de febre amarela urbana no Brasil, o que culminou em políticas de erradicação do vetor. Já na década de 80, surgiram as primeiras epidemias de dengue, também no Brasil, reforçando a necessidade de programas de erradicação do *Ae. aegypti* (LEITE, 2018).

1.3 Políticas de erradicação do vetor.

A espécie *Ae. aegypti* foi associado como vetor do vírus da febre amarela urbana (YFV) em 1881 por Carlos Juan Finlay, após essa descoberta políticas de erradicação deste vetor foram implementadas com o objetivo de eliminar os casos de YFV (CAMARGO, 1967; WEBB, 2016).

O primeiro sucesso foi em 1901 em Havana, Cuba, com uma campanha para eliminação de larvas, criadouros e instalação de mosquiteiros, comandada pelo General William C. Gorgas. O mesmo método foi utilizado em 1905, por Joseph H White, para uma campanha contra a YFV em Nova Orleans, Louisiana. No Brasil, os métodos também foram incorporados, mais especificamente em São Paulo, por Emílio Ribas e Adolpho Lutz, entre os anos de 1902 e 1907 (MAGALHÃES, 2016). No Rio de Janeiro, entre 1902 e 1907, uma campanha foi iniciada por Oswaldo Cruz, sendo então instituída a brigada sanitária, onde casos de YFV urbana eram detectados e os criadouros do vetor eliminados (BRAGA; VALLE, 2007a).

Em 1913, foi criada a Fundação Rockefeller, uma organização filantrópica no estado de Nova Iorque, Estados Unidos da América. Essa fundação foi pioneira quanto ao uso da erradicação como embasamento de campanhas sanitárias (VALLE, 2021). Em 1916, essa fundação criou a Comissão de Febre Amarela, que identificou a cidade de Guayaquil, no Equador, como o principal centro epidêmico da doença. Dois anos depois da fundação dessa Comissão, os casos fatais de YFV foram erradicados. Posteriormente, em 1930, a Fundação Rockefeller financiou um programa de erradicação de criadouros criado pelo presidente Getúlio Vargas (WEBB, 2016).

A Organização Pan-Americana de Saúde e a Organização Mundial de Saúde em 1947, decidiram coordenar através do Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* no hemisfério oeste. Entre o final da década de quarenta e cinquenta, vários programas eficientes foram implementados em todos os países latino-americanos, fazendo com que o vetor fosse eliminado de quase toda a América (BRAGA; VALLE, 2007a; TEIXEIRA; BARRETO 1996).

Além dos programas de eliminação mecânica dos criadouros, também foram utilizadas ações de eliminação química, utilizando DDT e outros inseticidas sintéticos, que eram utilizados em campanhas antimalária. Esses inseticidas eram dispersos em recipientes com água, principalmente caixas d'água e tambores/tonéis (CAMARGO, 1967; WEBB, 2016). O mosquito *Ae. aegypti* começou a mostrar resistência a essas substâncias, porém os programas nacionais continuaram (WEBB, 2016).

O Brasil participou e conseguiu erradicar o vetor do país pela primeira vez em 1955, sendo o último foco eliminado na Bahia. E foi oficialmente declarada a sua erradicação em 1958 na XV Conferência Sanitária Pan-Americana em Porto Rico. Porém, em 1967, apenas nove anos depois, foi confirmada a reintrodução do mosquito no país, no estado do Pará, e em 1969 no Maranhão. As ações para tentativa de erradicação continuaram, o último foco foi eliminado novamente em 1973. Porém, por conta de falhas na vigilância epidemiológica, mudanças ambientais e sociais decorrentes da urbanização da época, o *Ae. aegypti* foi reintroduzido em 1976 nos estados de Rio Grande do Norte e Rio de Janeiro (BRAGA; VALLE, 2007a).

Durante a década de 1980, ocorreram as primeiras epidemias de dengue, desta maneira, era preciso implantar programas para a erradicação do vetor. Em 1990, foi criada a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), que passou a ser responsável pela coordenação das ações de controle da Dengue (BRAGA; VALLE, 2007a). A FUNASA é uma fundação federal que tem como uma de suas competências fomentar soluções de saneamento para prevenção e controle de doenças (BRASIL, 2024a).

O Ministério da Saúde elaborou, em 1996, o Plano de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa), que tinha como principal preocupação os casos de dengue hemorrágica, hoje chamada de dengue grave. Esse plano foi dividido em nove áreas de atuação, sendo elas: entomologia, operações de campo de combate ao vetor, vigilância de portos, aeroportos e fronteiras, saneamento, informação, educação e comunicação social, vigilância epidemiológica e sistema

de informações, laboratório, desenvolvimento de recursos humanos e legislação de suporte (BRAGA; VALLE, 2007a).

Durante a realização do programa, houve um aumento no número de casos da dengue, sendo então implementado um plano de revisão chamado de Ajuste Operacional do PEAa em 1998, e mesmo com esse plano o programa não obteve sucesso (BRAGA; VALLE, 2007a).

Em 2001, a FUNASA desistiu oficialmente da meta de erradicação do vetor e passou a mirar no objetivo de controle. Deste modo foi implantado o Plano de Intensificação das Ações de Controle de Dengue (PIACD), este programa dava maior importância para os municípios considerados prioritários, ou seja, com maior risco de transmissão da dengue. Em 2002, foi implantado o Plano Nacional de Controle da Dengue (PNCD), que dá continuidade a algumas propostas do PIACD. Seus principais objetivos eram a redução da incidência da dengue, assim como a redução da letalidade da febre hemorrágica da dengue, hoje conhecida como dengue grave, e redução da infestação do vetor (BRAGA; VALLE, 2007a).

1.4 Vigilância entomológica e controle do vetor

A vigilância entomológica refere-se ao monitoramento sistemático e contínuo de vetores de doenças, incluindo a coleta e análise de insetos em diferentes estágios larvais. Esses dados são coletados para entender a distribuição e densidade populacional e comportamento desses mosquitos, o que ajuda no controle e prevenção de surtos de doenças transmitidas por esses vetores (WHO, 2023). Enquanto a vigilância visa a precaução/prevenção de surtos de doenças, o controle visa o domínio, portanto os dois estão intimamente conectados para execução de previsão de ocorrência de doenças (VALLE, 2021).

No âmbito de vigilância entomológica, no caso de *Ae. aegypti* é possível citar ações como o Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA), ovitrampas e mapeamento de risco, além de outras como as larvitampas e captura de mosquitos adultos (BRAGA, VALLE, 2007b; VALLE, 2021).

Em 1965, o uso das ovitrampas foi proposta para vigilância, esse recurso é utilizado para obtenção de dados sobre a distribuição espacial e temporal do *Ae. aegypti*. As ovitrampas são recipientes parecidos com um vaso de planta com uma solução de água diluída com feno e uma palheta feita de eucatex, que é um pallet de fibras de eucalipto. A solução atrai as fêmeas, que, por conseguinte, realizam a postura dos ovos na palheta. Dessa forma, é possível calcular o Índice de Positividade de Ovitampas (IPO), que expressa a porcentagem de armadilhas

positivas em relação ao total instalado, e o Índice de Densidade de Ovos (IDO), que corresponde à média de ovos por armadilha positiva (BRAGA; VALLE, 2007b; DONALÍSIO; GLASSER, 2022).

O mapeamento de risco é realizado por meio de um projeto coordenado pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Tem como objetivo a identificação de locais com maiores índices de infestação de doenças transmitidas pelo *Ae. aegypti* para que as melhores medidas de controle sejam utilizadas. Trata-se de uma estratégia que ajuda a otimizar o trabalho e recursos dos agentes de saúde (BRAGA, VALLE, 2007b; ZARA, 2016).

Há também outras formas de vigilância entomológica referente ao *Ae. aegypti*, como por exemplo, o BG-Sentinel, armadilhas que possuem atração olfativa para a captura dos mosquitos, essas armadilhas foram desenvolvidas por Krockel (2006). Outro método é o Mosquitrap, uma armadilha desenvolvida no Brasil para a captura de *Ae. aegypti* que possui atrativos visuais e olfativos para as fêmeas grávidas que irão ovipor em uma tira adesiva (GAMA, 2007).

No geral, a vigilância entomológica é um facilitador das ações de controle dos vetores, os tipos de controle são baseados em controle mecânico, controle biológico e controle químico (VALLE, 2021). As ações no Brasil são conduzidas pelos agentes comunitários de saúde e agentes de controle de endemias e também pela participação da população (ZARA, 2016).

O controle mecânico, segundo o Ministério da Saúde, são “práticas para proteção, eliminação ou a destinação adequada de criadouros”, o controle biológico é o “uso de parasitas, patógenos ou predadores naturais” e o controle químico “utilização de insumos químicos (inseticidas) para controle de insetos de acordo com a fase de vida (larva e adulto) e os hábitos do vetor.” (BRASIL, 2024m).

O controle mecânico se baseia na eliminação mecânica dos criadouros, como por exemplo, lavagem das bordas dos recipientes com buchas, drenagem desses recipientes e a cobertura de recipientes, como caixas d’água (BRASIL, 2009).

O controle biológico inclui a utilização de peixes, invertebrados aquáticos e bactérias patogênicas. Um dos métodos é o uso de *Bacillus thuringiensis israelensis* (BTI), uma bactéria empregada como larvicida devido à produção de endotoxinas proteicas (ZARA, 2016). Outro método é a utilização da bactéria simbiote intracelular *Wolbachia*, que foi introduzida no *Ae. aegypti*. Os mosquitos contendo essa bactéria são chamados de "Wolbitos". A *Wolbachia* está presente em aproximadamente 60% dos insetos e é inofensiva para seres humanos e animais.

Sua presença impede o desenvolvimento dos vírus transmitidos por esses vetores (HILGENBOECKER et al, 2008; MOREIRA et al, 2009).

Além disso, a biotecnologia tem sido aplicada ao controle biológico por meio de mosquitos transgênicos. Essa estratégia consiste na liberação de machos estéreis, visando à redução da população de fêmeas, que são as responsáveis pela hematofagia (ZARA, 2016).

No controle químico, é utilizado inseticidas, que podem ser neurotóxicos para os mosquitos. Há adulticidas, que podem ser utilizados em tratamentos perifocais, como exemplo o uso de adulticidas nas bordas dos criadouros, e os larvicidas que podem ser utilizados em tratamento focal direto nos criadouros. Na Aspersão Aeroespacial de inseticidas (UBV), os inseticidas são manejados em baixos volumes. O problema dos inseticidas é que as populações de *Ae. aegypti* podem desenvolver resistência a eles, ocorrendo então uma seleção de uma população resistente. O PNCD propôs uma substituição por organofosfatos, como malation, fenitrotona e temefós. Esses compostos foram os primeiros a substituir os organoclorados que eram utilizados e existem alternativas para esses organofosfatos que são os piretróides, como cipermetrina e deltametrina, que são necessários menores quantidades do produto ativo para o uso (BRASIL, 2002; VALLE, 2021; ZARA, 2016).

Existem formas alternativas de controle que ainda estão sendo estudadas, como o uso de compostos naturais com a utilização de óleos essenciais de plantas, que é um método alternativo ao controle químico (PEREIRA, 2014), mosquitos dispersores de inseticidas, onde as fêmeas são atraídas até as chamadas “estações de disseminação”, pequenos recipientes tratados com inseticidas em pó, o inseticida adere nas fêmeas e assim elas promovem a dispersão (ABAD-FRANCH, 2015), esterilização de insetos por irradiação (SIT) onde machos são tratados com raios gama ou X para esterilização (BOYER, 2012). Há a possibilidade de combinar métodos como por exemplo o uso de *Wolbachia* com o SIT por irradiação e o uso de telas com inseticidas (ZARA, 2016).

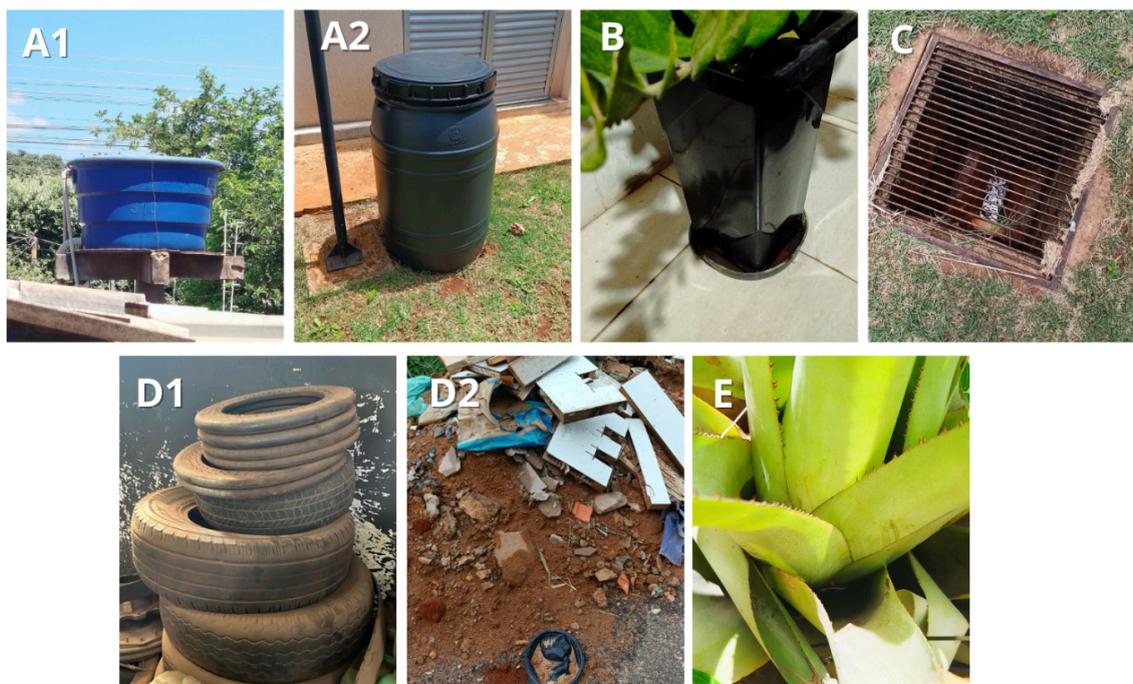
1.5 Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti*

Dentro do PNCD, em 2002, foi implantado o LIRAA como uma proposta de “facilitar a obtenção, pelos serviços de saúde, de informações que contribuam para a avaliação de programas mediante realizações de pesquisas sistemáticas e periódicas” (BRASIL, 2013). Dentro deste manual, os tipos de criadouros foram classificados em cinco grupos, essa

classificação é importante pois “permite conhecer a importância epidemiológica desses criadouros e o direcionamento das ações de controle vetorial” (BRASIL, 2013).

Os criadouros foram classificados em cinco grupos distintos, sendo eles: Grupo A: Armazenamento de água, que foi subdividido em dois subgrupos A1 (depósito de água elevada ligado à rede pública ou a captação mecânica de poços) e A2 (depósitos a nível do solo para armazenamento doméstico); Grupo B: Depósito móveis (por exemplo, vasos/frascos com água); Grupo C: Depósitos fixos (tanques em obras); Grupo D: Passíveis de remoção, D1 (pneus e outros materiais rodantes) e D2 (lixo, sucata em pátios) e Grupo E: Naturais (Axilas de folhas, buracos em árvores) (Figura 3) (BRASIL, 2013).

Figura 3 - Classificação dos criadouros de *Aedes*, de acordo com o LIRAA



Fonte: Acervo Pessoal.

O documento também traz índices de infestações larvárias sendo o Índice Predial (IP), Índice de Breteau (IB) e Índice por Tipo de Recipientes (ITR). O IP é utilizado para o levantamento de percentual de imóveis positivos para a presença de larva ($IP = \frac{\text{imóveis positivos}}{\text{imóveis pesquisados}} * 100$), servindo para mensurar o nível populacional do vetor, porém ele não considera o número de criadouros e nem o potencial produtivo deles.

O IB leva em consideração o número de imóveis pesquisados e o número de criadouros positivos ($IB = \text{recipientes positivos} / \text{imóveis pesquisados} * 100$), entretanto não leva em conta a produtividade dos tipos de criadouros.

O ITR calcula a relação em percentual entre o número dos tipos de criadouros e os criadouros positivos pesquisados ($ITR = \text{recipientes positivos "X"} / \text{total de recipientes positivos} * 100$, X=tipo de recipiente), desta forma ressalta a eventual importância do tipo de criadouro, indicando a necessidade de adoção de medidas específicas (BRASIL, 2013).

Para a amostragem é utilizado amostras probabilísticas dos imóveis existentes na área urbana. O delineamento é determinado em função da sua densidade populacional e o número de imóveis existentes, utilizando a técnica de aglomerados onde o quarteirão é a unidade primária de amostragem e o imóvel a unidade secundária. A área urbana deve ser dividida em aglomerados, dentro destes, os quarteirões a serem inspecionados são sorteados, o imóvel inicial também é sorteado e a partir dele os próximos quatro em sentido horário são pulados, desta forma a inspeção é feita no imóvel um e por seguinte o imóvel seis (BRASIL, 2013).

Em suma, o LIRAA facilita a identificação de áreas de maior infestação e dos principais criadouros, esses métodos fornecem subsídios essenciais para a tomada de decisões rápidas e assertivas pelos gestores. Dessa forma, essas iniciativas viabilizam a implementação de ações direcionadas, como campanhas educativas, otimizando os esforços no combate ao vetor e contribuindo diretamente para a redução do risco de surtos de doenças causadas pelos vírus transmitidos por *Ae. aegypti*.

1.6 *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*

Ae. aegypti e *Aedes albopictus* pertencem ao mesmo gênero e embora apresentem algumas diferenças importantes, podem atuar como vetores. *Ae. albopictus*, conhecido como "mosquito tigre asiático", é originário do sudeste asiático e se espalhou globalmente, porém possui maior presença em áreas rurais e periurbanas. Em contraste, *Ae. aegypti* é amplamente adaptado às condições urbanas, mas ambos utilizam criadouros naturais e artificiais para sua reprodução (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994).

Essas diferenças de hábitat refletem nos hábitos alimentares dessas espécies. *Ae. albopictus* é menos seletivo, alimentando-se de sangue de diferentes mamíferos e até aves. Já *Ae. aegypti* se alimenta predominantemente de sangue humano, característica que aumenta sua competência na transmissão de arboviroses (KRAEMER, 2015).

Além da alimentação, comportamento dessas espécies também apresentam algumas diferenças. *Ae. aegypti* é predominantemente ativo durante o dia, com maior atividade ao amanhecer e entardecer. *Ae. albopictus*, embora também seja diurno, apresenta maior flexibilidade nos horários de atividade (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; PAUPY et al., 2009).

Morfológicamente, a principal diferença está no padrão de coloração (Figura 4). *Ae. aegypti* possui corpo escuro com listras brancas e marcas em forma de lira no mesonoto, além de anéis brancos em algumas articulações das pernas. Por outro lado, *Ae. albopictus* apresenta uma linha branca de escamas longitudinais contínuas no dorso, e as faixas brancas nas pernas são mais evidentes em comparação ao *Ae. aegypti* (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994; KRAEMER, 2015).

A identificação precisa dessas duas espécies é essencial para estratégias de controle, considerando que *Ae. albopictus* têm maior capacidade de colonizar criadouros naturais e possui uma distribuição geográfica mais ampla enquanto *Ae. aegypti* se tornou um mosquito doméstico, com uma associação mais estreita com os humanos (JULIANO; LOUNIBOS, 2005; KRAEMER, 2015).

Figura 4 - *Aedes aegypti* do lado esquerdo e *Aedes albopictus* do lado direito, evidenciando a diferença no padrão de coloração desses animais.

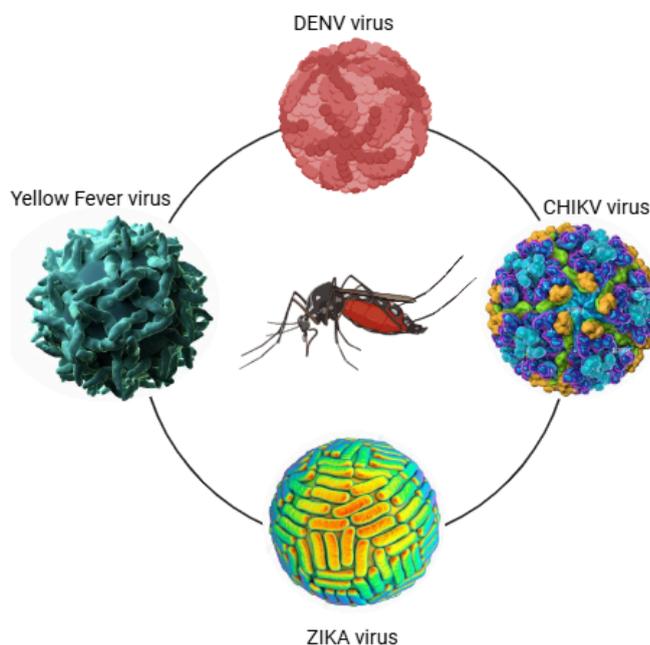


Foto: Florida Medical Entomology Laboratory

1.7 Importância em Saúde Pública

De acordo com Powell (2016) “o *Ae. aegypti* é o animal mais perigoso do mundo”, ele é capaz de transmitir vários arbovírus que causam os maiores sofrimentos em humanos: dengue, ZIKA, chikungunya e febre amarela urbana (Figura 5).

Figura 5 – Diferentes vírus transmitidos pelo *Ae. Aegypti*.



Fonte: Acervo pessoal.

1.7.1 Dengue

A dengue é uma arbovirose pertencente à família Flaviviridae. Seu agente etiológico é um vírus de RNA de fita simples polaridade positiva, envelopado, com tamanho aproximado de 60nm de diâmetro: o vírus da Dengue. É uma doença infecciosa febril aguda com cinco sorotipos: DENV-1; DENV-2; DENV-3; DENV-4 e DENV-5 (MUSTAFA et al, 2015; YESMIN et al, 2024). Os quatro primeiros sorotipos são os mais comuns, eles possuem entre 65-70% de similaridade genômica, porém geram respostas imunológicas diferentes (SABIR et al, 2021). O último foi detectado na Malásia, em 2007, e após vários estudos filogenéticos foi anunciado em 2013 como um novo sorotipo do vírus da dengue. Até o momento não há relato de circulação no Brasil, pois é um vírus silvestre que foi encontrado apenas em florestas de Sarawak, Malásia (MUSTAFA et al, 2015).

O seu principal vetor é o mosquito *Ae. aegypti*, a transmissão se dá através da picada da fêmea infectiva no ciclo: homem → *Ae. aegypti* → homem. Após o repasto, caso contaminada, a fêmea pode se tornar infectiva entre 8 e 12 dias, variando de acordo com a temperatura (VALLE, 2021). O período de incubação extrínseco engloba o momento em que a fêmea faz um repasto sanguíneo virêmico até ela se tornar infectiva, já o período de incubação intrínseco

engloba o momento em que o humano foi infectado até o aparecimento dos sintomas. Esses dois períodos são importantes para entender a dinâmica da transmissão da DENV (CHAN; JOHANSSON, 2012).

Há também a possibilidade de transmissão vertical, onde parte dos ovos podem estar infectados com o vírus da dengue (VALLE, 2021).

A dengue é uma doença que ocorre em climas tropicais e subtropicais, principalmente em áreas urbanas e suburbanas. Ela alcançou uma distribuição mundial no século XVIII, em paralelo com a expansão industrial (GUBLER, 2006). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2007, estimativas apontaram que dois quintos da população mundial corriam risco de adquirir a dengue e que cerca de 20 milhões de pessoas eram infectadas a cada ano, com cerca de 24.000 mortes em decorrência dela. Já em 2019, a OMS reportou que vários países das Américas tiveram o maior número de casos, com cerca de 2.7 milhões de casos e 1206 mortes de janeiro a outubro, sendo 2 milhões de casos reportados pelo Brasil (WHO, 2019).

Na América do Sul, a taxa média de incidência de casos de dengue notificados entre 2000 e 2007 foi de 71,5 por 100.000 pessoas anualmente. Os países Argentina, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai foram os que reportaram os maiores índices de caso de dengue, tendo cerca de 64.6%, aproximadamente 2.798.601 casos. Entre esses países, o Brasil foi o país com o maior número de casos, com 98,5% dos registros (ISLAM et al, 2015).

No Brasil, a dengue é referenciada desde o ano de 1846, tornando-se endêmica em alguns estados nos anos posteriores. Segundo o Boletim Epidemiológico disponibilizado pela Secretaria de Vigilância em Saúde, em maio de 2022, nos anos de 2019 a 2022, foram registrados 45.283 casos graves de dengue neste país, sendo confirmados 2.042 óbitos. (BRASIL, 2022a).

Segundo o Ministério da Saúde, no ano de 2022, a região Centro-Oeste do Brasil apresentou a maior taxa de incidência, com 1.867,3 casos por 100 mil habitantes, sendo seguida pela região, Sul (1.018,0 casos/100 mil habitantes), Sudeste (494,4 casos/100 mil habitantes), Nordeste (398,5 casos/100 mil habitantes) e Norte (227,6 casos/100 mil habitantes) (BRASIL, 2022b).

O estado do Mato Grosso do Sul (MS), ocupou o sétimo lugar no ranking de maior incidência de casos prováveis de dengue, com o total de 20.616 casos prováveis e com 7.333,8 de incidência. Dentro do estado, a capital Campo Grande foi a cidade que apresentou o maior

número de casos prováveis, acumulando 5.467 casos, uma incidência de 603,4. Ainda em 2022, até o mês de julho foram registrados 17 óbitos no estado, 6 deles sendo em Campo Grande (BRASIL, 2022c).

No MS em março de 2023 havia 10.193 casos prováveis com 4.531 casos confirmados e cinco óbitos confirmados. Em dezembro os números aumentaram para 46.775 casos prováveis, 41.046 casos confirmados e 42 óbitos confirmados, sendo que 19 foram do sorotipo DENV-1 (BRASIL, 2023f; BRASIL, 2023g)

Já em 2024, no MS até o mês de maio, o estado ficou na posição 50 no ranking do IBGE, com incidência de 621,8 e 17.141 casos prováveis e 7.802 casos confirmados. O total de óbitos até este período foi de 18 casos, sendo 3 do sorotipo DENV-1 e 10 do DENV-2 (BRASIL, 2024b).

As vacinas contra a dengue vêm sendo desenvolvidas, segundo a Organização Mundial de Saúde, para cobrir os quatro sorotipos. No Brasil, a vacina disponibilizada é a Qdenga, do laboratório Takeda Pharma Ltda. Essa vacina foi aprovada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) em 2023, composta pelos quatro sorotipos e pode ser aplicada em um público com 4 a 60 anos de idade. É ministrada em duas doses com o intervalo de três meses entre elas. (PEREIRA, 2024; BRASIL, 2023e).

Em 2024 o Instituto Butantan pediu o registro para a vacina Butantan-DV, uma vacina tetravalente, atenuada de dose única. Na terceira fase de testes os pacientes tinham entre dois a cinquenta e nove anos e sua eficácia foi 79.6% (KALLÁS et al, 2024; NOGUEIRA et al, 2024).

1.7.2 ZIKA

O Zika vírus (ZIKV) é um arbovírus do gênero Flavivirus, um vírus de RNA de fita simples polaridade positiva, envelopado e que mede cerca de 50nm de diâmetro. Ele foi isolado em um macaco rhesus sentinela na floresta de Zika na Uganda em 1947. A primeira epidemia conhecida da doença ocorreu em 2007 nas ilhas de Yap, Estado da Micronésia. Já em 2013 foram reportados casos na França e na Polinésia (GLUBER; VASILAKIS; MUSSO, 2017). Há algumas teorias sobre a introdução do vírus no Brasil, mas todas elas envolvem a vinda de viajantes para competições atléticas. Uma dessas teorias afirma que o vírus foi introduzido no Brasil pelo Pacífico em 2014 decorrente de visitantes de países epidêmicos durante a Copa do Mundo (ZANLUCA et al, 2015).

A primeira notificação foi feita em outubro de 2014 no Rio Grande do Norte. Em 2015 houve um aumento do número de casos de recém-nascidos com microcefalia em alguns estados do Nordeste. Houve especulações sobre a ligação do ZIKV com os casos de microcefalia. Pesquisadores do Instituto Evandro Chagas (IEC) conseguiram isolar o ZIKV no cérebro de um recém-nascido com microcefalia que havia morrido (GARCIA, 2018). Em Paraíba, foram analisados os líquidos amnióticos de duas gestantes que haviam sintomas relacionados a infecção do Zika e tiveram o diagnóstico fetal de microcefalia, os líquidos foram submetidos RT-PCR e foi identificada a presença do material genético do vírus (MELO et al, 2016).

Em 2020, até a semana epidemiológica 49, foram notificados no Brasil 7.119 casos prováveis (taxa de incidência 3,4 casos/100 mil hab.), a região Centro-Oeste teve uma taxa de incidência de 3,7 casos por 100 mil habitantes (BRASIL, 2020). No ano de 2021 foram 6.143 casos prováveis até a semana epidemiológica 47 (taxa de incidência 2,9 casos/100 mil/hab.).

No Brasil em 2022 os casos notificados até a semana epidemiológica 48 foram 9.204 (taxa de incidência 4,3 casos/100 mil/hab.), neste ano houve uma morte recorrente por ZIKA (BRASIL, 2022d). Em 2023 até a semana epidemiológica 35 foram 8.425 o número de casos prováveis notificados (taxa de incidência 4,1/100 mil hab) (BRASIL, 2023b). No MS, até a semana epidemiológica 45 deste ano, foram notificados 139 casos suspeitos e 89 casos confirmados. Em Campo Grande o número de casos suspeitos foi 2 com a taxa de incidência de 2.0 (BRASIL, 2023c). Em 2024, até o mês de fevereiro houve 28 casos prováveis e 2 casos confirmados (BRASIL, 2024h).

Em relação a síndrome congênita associada à infecção pelo ZIKV (SCZ), entre 2015 e 2023 foram notificados 22.251 casos suspeitos, destes casos 16.8% (3.742 casos) foram confirmados como sendo alguma infecção congênita, destes casos confirmados 98.9% (1.828 casos) foram classificados como SCZ. Em relação ao MS, foram 92 casos notificados e cinco casos confirmados. (BRASIL, 2024i).

A maioria dos casos são assintomáticos, mas quando apresentam sintomas esses são: febre, mialgia, exantema maculopapular (manchas vermelhas pelo corpo), cefaleia e prurido. A maioria dos casos evoluem para a cura, e aproximadamente 90% dos casos de microcefalia estão associados com alterações neurológicas (SALGE et al, 2016).

O diagnóstico é realizado clinicamente pelo médico, o resultado é confirmado por biologia molecular e sorologia. É importante em áreas de cocirculação de ZIKV, DENV e CHIKV realizar a investigação por métodos diretos para a detecção desses vírus. Pode haver

reação cruzada do IgM do ZIKV e DENV, então, recomenda-se que as amostras sejam testadas para as duas doenças. Em caso de recém-nascidos com suspeita de comprometimento neurológico, é necessário realizar exames de imagem para a confirmação (BRASIL, 2024j)

Ainda não existe antiviral específico para o ZIKV, mas quando assintomático recomenda-se repouso, ingestão de líquidos, administração de anti-histamínicos e, caso o paciente apresente dor ou febre ser manejado dipirona ou paracetamol, também é importante que ácido acetilsalicílico não seja administrado em casos de infecção com ZIKV (BRASIL, 2024j)

1.7.3 Febre Amarela

O vírus da febre amarela pertence ao gênero Flavivírus, um vírus de RNA de fita simples, polaridade positiva e que mede entre 40 a 60nm. Diferente dos outros vírus, esse possui dois ciclos de transmissão, um urbano e um silvestre. No ciclo urbano a transmissão ocorre pelos vetores *Ae. aegypti* e o homem é considerado um hospedeiro acidental. Já no ciclo silvestre os principais vetores são os mosquitos do gênero *Haemagogus* e *Sabethes* e com primatas não humanos (PNH) como hospedeiros (BRASIL, 2024k).

A YFV foi a doença que levou a demonstração do envolvimento de um vetor na transmissão, que havia uma fase de viremia no hospedeiro e uma incubação extrínseca no vetor. Foi Carlos Juan Finlay (1833-1915), médico e cientista cubano, que teorizou que a YFV era transmitida de um homem doente para um saudável por meio de mosquitos (RODHAIN, 2022).

Essa descoberta levou a utilização de controle epidemiológico e a efetividade do controle do vetor a ter mais evidência como uma forma de erradicação da doença. Deste modo, vários países começaram a usar esse método para erradicação e posteriormente o controle do vetor (RODHAIN, 2022).

No Brasil, a primeira epidemia ocorreu em Recife no ano de 1685, o vírus foi introduzido no país através de navios negreiros, permanecendo no município de Recife por pelo menos dez anos se manifestando esporadicamente (FRANCO, 1976). Nos anos subsequentes o vírus se espalhou para a região nordeste e em 1850 afetou a cidade do Rio de Janeiro causando mais de quatro mil mortes.

Segundo o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), nos anos de monitoramento de 1999 a 2023 houve 2.460 casos de epizootia no Brasil, sendo dois deles no

estado do MS em 2008. Os dados de casos de YFV em humanos são dos anos de monitoramento 1994 a 2023 com um total de 2.768 casos no país e 1.010 óbitos, desses casos, 12 foram no estado do Mato Grosso do Sul com 5 óbitos, nos anos 1996/1997; 2007/2008; 2009/2010; 2014/2015 (BRASIL, 2024l).

Houve um surto da doença nos anos de 2016 a 2019 com o total de 2.255 casos no país com 771 pacientes que foram a óbito. Há dados de casos de YFV silvestre de 1999 a 2023, durante esses anos foram registrados 2.460 casos no Brasil, dentre esses dois ocorreram no estado do MS entre 2007 e 2008 (BRASIL, 2024l).

A febre amarela urbana é uma doença infecciosa febril aguda, sendo um grande problema de saúde pública. Sua manifestação pode ser sintomática, com sintomas iniciais podendo ser: febre, calafrios, dores de cabeça intensas, dores no corpo, náusea e vômitos e a forma assintomática. A manifestação mais grave pode levar o indivíduo à morte, essa forma da doença pode aparecer como insuficiência hepática e renal (CAVALCANTE; TAUIL, 2016).

Em 1937 o Instituto Oswaldo Cruz produziu a vacina contra a YFV, essa vacina possui 98% de proteção e é recomendada para pacientes de 9 meses a 59 anos que residem ou viajaram para áreas endêmicas. Em 2017 o Sistema Único de Saúde (SUS) distribuiu 45.1 milhões de doses e em 2018, 23.8 milhões de doses (DE OLIVEIRA FIGUEIREDO, 2020).

A YFV também é uma doença de notificação compulsória, a vigilância dessa doença visa detectar precocemente a circulação do vírus. Além disso, é importante a vigilância dos casos de epizootia para que a transmissão da YFV silvestre para a população humana seja diminuída (BRASIL, 2024k).

1.7.4 Chikungunya

O vírus da chikungunya (CHIKV), um vírus de RNA, envelopado, esférico de 65nm, pertence ao gênero *Alphavirus* da família *Togaviridae* e é transmitido pela fêmea do *Ae. aegypti*. Ele foi isolado pela primeira vez na Tanzânia por volta de 1952, o nome chikungunya é derivado da língua kimakonde e significa “aquilo que se dobra”, por conta de uma das formas de manifestação da doença (BARTHOLOMEEUSEN, 2023).

Em meados de 1953 o CHIKV foi isolado em um mosquito *Ae. aegypti*. Além do *Ae. aegypti*, outros mosquitos do gênero *Aedes* são vetores desse vírus (VAIRO, 2019). Análises filogenéticas identificaram três linhagens diferentes, uma do Oeste Africano, Centro-leste da

África do Sul e uma linhagem Asiática, essas linhagens são correspondentes aos seus respectivos lugares de origem (BARTHOLOMEEUSEN, 2023).

O CHIKV foi introduzido nas Américas em 2013, causando grande epidemia nas Ilhas do Caribe e países da América Central. No Brasil, foram confirmados casos autóctones de Chikungunya nos estados de Bahia e Amapá em 2014. As maiores incidências da doença permaneciam na região nordeste, mas em 2023 houve uma grande disseminação pelo território nacional (BRASIL, 2024c). No MS, em 2018 os municípios com casos notificados eram: Iguatemi (6 casos notificados); Juti (1); Rio Verde de Mato Grosso (2); Corumbá (3); Amambaí (1) e Campo Grande (1) (BRASIL, 2018).

Em 2022, até a semana epidemiológica 52 foram registrados 174.517 casos prováveis de Chikungunya no Brasil. Neste ano, a região que apresentou maior incidência foi a Região Nordeste com 257,4 casos/100 mil hab., seguida pela Região Centro-Oeste, com incidência de 36,6 casos/1100 mil hab. e Norte com 26,4 casos/ 100 mil hab. Também foram registrados 94 óbitos pela doença no Brasil (BRASIL, 2023a).

Foram notificados 143.739 casos prováveis de chikungunya no país, em 2023 até a semana epidemiológica 35. Neste período, o Sudeste foi a região geográfica com maior incidência, seguida pela região Nordeste e Centro-Oeste. Em relação ao Mato Grosso do Sul o coeficiente de incidência era de 141,5 casos por 100 mil habitantes (BRASIL, 2023b).

No estado do Mato Grosso do Sul, em 2024, foi emitido alerta epidemiológico sobre o aumento de casos de chikungunya no estado, tendo um pico de casos prováveis na semana epidemiológica 10 com o total de 948 casos (BRASIL, 2024d). De acordo com o boletim epidemiológico de maio de 2024, o cenário no MS foi de 4.485 casos prováveis, com 501 casos confirmados. Deste modo, no ranking do IBGE, o estado ficou em 50º lugar com incidência de 162,7 de casos prováveis de chikungunya (BRASIL, 2024e).

Dentre as setenta e nove cidades do estado, as únicas que não apresentavam casos prováveis eram: Inocência, Pedro Gomes e Santa Rita do Rio Pardo (BRASIL, 2024e).

Em dezembro de 2024, eram 2.823 casos prováveis com 923 casos confirmados e todos os municípios do estado apresentavam pelo menos um caso provável de chikungunya (BRASIL, 2024o)

Segundo as notificações registradas no SINAN, no período de 2022 até maio de 2024 foram notificados 388 casos da febre de chikungunya para o município de residência (BRASIL,

2024f), já para o município de notificação, para o mesmo período, foram registrados 492 casos (BRASIL, 2024g).

A doença evolui em três fases: febril/aguda, que tem a duração entre 5 a 14 dias; pós-aguda, entre 15 a 90 dias e a crônica, começa quando os sintomas permanecem mais de 90 dias. Seus principais sintomas são: febre, dor de cabeça, dores intensas nas articulações, edema nas articulações, dor nas costas, manchas vermelhas pelo corpo, entre outros. Pode afetar o sistema nervoso, pulmonar, cardiovascular, gastrointestinal, olhos, pele e rins (BRASIL, 2024c).

Os principais sintomas são as dores nas articulações e as manchas vermelhas pelo corpo, também chamado de *rash* cutâneo. Em 50% dos casos, as dores nas articulações tornam-se crônicas (BORGHERINI et al, 2008). A artrite crônica que pode ser causada pela infecção do CHIKV diminui a qualidade de vida dos pacientes, é necessário realizar o estudo clínico para que ela seja descartada de outras etiologias (DE JESUS CRUZ, 2024; MARIMOUTOU, 2015).

O diagnóstico possui componentes clínicos e laboratoriais e em caso de suspeita o SINAN deve ser notificado em até sete dias. Os casos suspeitos são compostos por febre de início súbito, acompanhado de artralgia ou artrite intensa, que resida ou tenha visitado áreas endêmicas (BRASIL, 2024c).

Ainda não há um tratamento específico para a doença, deste modo, ele varia de acordo com os sintomas do paciente, no geral, é utilizado analgesia e suporte (BRASIL, 2024c).

1.8 Estudos de *Aedes aegypti* no Brasil e no Mato Grosso do Sul.

Os estudos realizados com *Ae. aegypti* são, em sua maioria, voltados para o controle entomológico desse vetor. Um estudo realizado, em 2008 na cidade de Assis Chateaubriand, Paraná, analisou o ITR e a presença de criadouros positivos para a presença de *Ae. aegypti* com dados do LIRAA. Do total de 19.165 recipientes pesquisados, 58 foram positivos para a presença do vetor de interesse. Os principais criadouros foram os tipos B, D2, C e D1. Em relação ao ITR, o primeiro ciclo mostrou uma variação de 0 a 56%, com destaque para os criadouros B e D2; o segundo ciclo de 0 a 37.5%, também com destaque nos criadouros B e D2, o terceiro de 0 a 50%, com destaque nos criadouros B, D1 e D2; o quarto de 0 a 25%, com uma constância nos índices de B, C, D1 e D2 e o quinto com um aumento preocupante do criadouro B, com um índice de 92%. Esse estudo demonstrou que as fêmeas de *Ae. aegypti*

possuem uma preferência por criadouros artificiais, especialmente para recipientes móveis (B) e passíveis de remoção (D), os autores evidenciam a facilidade de formação desses criadouros e como isso pode levantar alertas (OLIVEIRA, BIAZOTO, 2010). Sendo assim, é possível observar como a vigilância desses criadouros é importante para nortear as ações de controle epidemiológico desse vetor, especialmente em ações de controle mecânico, mostrando quais tipos de criadouros necessitam de mais atenção.

Pesquisa realizada por Gonçalves e Souza (2022) em Campo Grande, MS, levantou dados de pesquisas larvárias nos anos de 2018 a 2022. Foram utilizados dados do LIRAA, do Serviço de Controle de *Ae. aegypti* e da Coordenadoria de Controle de Endemias Vetoriais (CCEV). Esse estudo demonstrou que para os IP e IB os números de bairros em situação de alerta e risco aumentaram em períodos mais quentes e chuvosos. Dados de 2021 mostram que criadouros artificiais representaram grande parte dos criadouros pesquisados, sendo os mais frequentes os tipos D2 e B, seguidos de A2, C, A1 e D1, o mesmo acontece em 2022, com a maior ocorrência de baldes (B), pneu (D1), caixa d'água (A1), piscina (C) e tambor (A2), demonstrando que esses tipos de criadouros aparecem repetidamente nos LIRAA analisados. Esse fato demonstra que, sem ações de educação em saúde, de controle e monitoramento tanto dos órgãos da saúde quanto da população, esses recipientes continuarão sendo disponibilizados para esse vetor. Portanto, é de suma importância a conscientização de como eliminar e/ou tratar esses recipientes, como por exemplo, colocar areia em vasos de plantas, não deixar lixo no quintal, tampar caixas d'água e tambores, desta maneira, esses recipientes não ficaram viáveis para a oviposição realizada pelas fêmeas.

Estudo realizado em Belo Horizonte, entre 2006 e 2018, indicou que a presença de criadouros persistentes mantém a população local dos vetores, através de índices de padrões estáveis de Índice de Positividade de Ovitampas. Nesse estudo, foram analisados os dados de Incidência de Dengue e o Índice de Positividade de Ovitampas. Segundo o autor, Belo Horizonte integra dados de ovitampas para um monitoramento contínuo, amplo e sensível, com pesquisas larvais, permitindo a identificação e eliminação de criadouros relevantes (SCHULTES et al, 2021).

Estudo envolvendo o método *Wolbachia* vem sendo desenvolvido no Brasil e com bons resultados. Segundo a Nota Informativa 28/2023 CGARB/DEDT/SVSA/MS do Ministério da Saúde (BRASIL, 2023d), o método deve ser implantado em áreas prioritárias de municípios que possuem mais de cem mil habitantes de acordo com a necessidade epidemiológica, entomológica, climática e logística e operacional. O monitoramento vem sendo feito no Rio de

Janeiro (RJ), Niterói (RJ), Campo Grande (MS), Petrolina (PE) e Belo Horizonte (MG) (WORLD MOSQUITO PROGRAM, 2024a; ZIMMERMANN et al, 2024).

A bactéria *Wolbachia* é um endossimbionte intracelular obrigatório, naturalmente presente em aproximadamente 40% dos artrópodes. No *Ae. aegypti*, atua como um agente bloqueador de patógenos com capacidade de autodispersão, reduzindo a transmissão viral. Os mosquitos infectados com *Wolbachia* são conhecidos como "*wolbitos*", termo utilizado para se referir aos *Ae. aegypti* que apresentam essa associação (GESTO et al, 2021).

Os dados mais recentes mostram uma eficácia do método em Niterói (RJ), com uma diminuição de cerca de 69% dos casos de dengue, 37% de ZIKA e 56% de chikungunya nos locais onde os *wolbitos* foram liberados (GESTO et al, 2021; PINTO et al, 2021)

No estado de MS foi implantada a biofábrica do Método *Wolbachia* na cidade de Campo Grande. Essa biofábrica liberaria os *wolbitos* semanalmente durante 16 semanas. Duas fases de monitoramento já foram realizadas, estima-se que quase 20 milhões de *wolbitos* foram liberados durante as duas primeiras fases em 30 bairros da cidade. A terceira fase está sendo realizada com a estimativa de liberação de 11 a 12 milhões de *wolbitos* em 15 bairros (BRASIL, 2024n).

O resultado dos demais municípios em que esse método foi implantado ainda está em andamento (WORLD MOSQUITO PROGRAM, 2024a). Há grandes expectativas pois foram obtidos resultados positivos na Indonésia com uma redução de 77% dos casos de dengue, e também pelo resultado positivo obtido em Niterói (UTARINI et al, 2021; WORLD MOSQUITO PROGRAM, 2024b).

O Método *Wolbachia* é uma abordagem inovadora de ação de controle biológico, no entanto, o controle dos criadouros continua sendo a principal medida para reduzir a população do mosquito. Esses estudos demonstram a relevância da vigilância entomológica e das estratégias de controle do *Ae. aegypti*, destacando a persistência dos criadouros artificiais e a necessidade de ações contínuas para sua eliminação.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a ocorrência dos tipos de criadouros na área urbana de Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul, entre os anos de 2022 e 2023.

2.2 Objetivos específicos

1. Analisar se os tipos de criadouros são afetados em bairros superlotados de população.
2. Analisar se os locais com maior grau de analfabetismo influenciam os tipos de criadouros.
3. Verificar se houve tendência de mudanças na proporção de tipos de criadouros ao longo dos anos.

3. MANUSCRITO

Socio-economic effects on the temporal importance of breeding site types for *Aedes aegypti* in a tropical epidemic city

Mariana Mayumi Zanoni¹; Luiz Gustavo Rodrigues Oliveira Santos² ; Alessandra Gutierrez de Oliveira¹

1 Federal University of Mato Grosso do Sul, Graduate Program in Infectious and Parasitic Diseases, Faculty of Medicine, Campo Grande, MS, Brazil.

2 Federal University of Mato Grosso do Sul, Graduate Program in Ecology, Institute of Biosciences, Campo Grande, MS, Brazil.

Abstract: *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) is the vector of Dengue, ZIKA, Chikungunya, and Yellow Fever, arboviruses of major public health importance. The mosquito has a holometabolous life cycle and high adaptability, requiring the elimination of its primary breeding sites. In Brazil Rapid Survey of Indices for *Aedes aegypti* (LIRAA) classifies breeding sites as water-holding containers suitable for larval development which are categorized into five groups: water tanks, movable containers, fix containers, trash and natural. This study aimed to evaluate breeding site types in Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil, from 2022 to 2023. Specifically, it analyzed the influence of overcrowded neighborhoods, areas with higher illiteracy rates, and trends in breeding site proportions over time. Data were obtained from the larval surveillance program of the Vector-borne Disease Control Coordination (CCEV) and socio-economic data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Spatiotemporal variations were assessed using an Additive Multinomial Multilevel Statistical Model with a Bayesian approach. Results showed trash and mobile containers were the most significant breeding sites, with natural sites being the least relevant. Overcrowded neighborhoods showed an increase in movable containers and a decrease in water tanks as breeding sites. Fix containers, trash, and natural breeding sites were unaffected by population density. Areas with higher illiteracy rates showed a decrease in movable/fix breeding sites and trash but an increase in water tanks sites. These findings provide valuable insights for health agencies to optimize entomological control strategies and potentially reduce arbovirus incidence in Campo Grande, MS.

Key-words: Arboviruses. Entomological control. Larval indices.

Introduction

Currently, the World Health Organization (WHO) indicates dengue as a neglected tropical disease, and it remains a major global public health challenge, with no effective control measures in place. As a result, nearly half of the world's population lives in dengue-affected regions [1], that causes up to 100-400 millions of cases/year [2]. Nowadays, WHO has estimated about 500 thousand of severe cases per year, which in turn results in around 25 thousand dengue deaths yearly. These figures highlighted that dengue has worldwide become as important as Malaria in terms of morbidity, even though its mortality is low [3]. Dengue prevention and containment efforts primarily rely on vector control, however, the disease is still rapidly expanding, both geographically and in the frequency and severity of outbreaks [4].

Aedes aegypti (Linnaeus, 1762) is the mosquito vector responsible for dengue virus transmission, and it thrives in urban environments where it finds various artificial breeding sites, such as containers with still water [5]. The adult females are hematophagous, that is, they need blood meals for egg maturation, and males generally feed on sugary substances, such as sap. After copulation, the female seeks breeding sites for oviposition. The eggs are laid on these containers' walls and can remain dormant for over a year [5]. In the presence of water, the larvae emerge and undergo four distinct developmental stages, during which they feed on organic matter present in the surrounding environment. Following this period, the pupal stage ensues, during which metamorphosis occurs and the adult mosquito emerges [6].

As a hematophagous mosquito, the female is a key public health threat as the vector of the etiological agents of dengue, ZIKA, chikungunya, and urban yellow fever. Powell (2016) called it "the most dangerous animal in the world" as these arboviruses have been causing immeasurable suffering for human beings and the major epidemics outside Africa were spread by the vector *Ae. aegypti* [7]. Due to its importance, entomological surveillance has been

implemented to control this vector, focusing on different life stages, including both larval and adult forms.

In Brazil, the Rapid Assay of the Larval Index for *Aedes aegypti* (LIRAA) is a surveillance strategy adopted for assessing larvae infestation of this vector, classifying breeding sites in five groups: A1 (elevated water tanks), A2 (ground-level water deposits), B (movable containers), C (fix containers), D1 (tires), D2 (trash), and E (natural sites) (Figure 1) [8]. Campo Grande (Mato Grosso do Sul state, Brazil), the city where this study took place, is considered an epidemic center for dengue. In 2022, Campo Grande recorded the highest number of probable cases, accumulating 5,467 cases, with an incidence rate of 603.4. Also in 2022, by July, 17 deaths were reported in the state, 6 of them in Campo Grande [9]. By December 2023, Campo Grande had 12,095 probable cases, representing a high incidence of dengue. In the state, there were 40,887 confirmed cases with 42 deaths, 6 of them in Campo Grande [10].

Areas with high population density often result in inadequate housing, inefficient waste management, and the accumulation of garbage, including used tires, plastics, cans, lack of public policies for monitoring arbovirus vectors [11]. These factors create favorable ecological conditions for the proliferation of urban populations of *Ae. aegypti* [12]. For this reason, we chose to include population densities of neighborhoods in the analysis. Illiteracy was also considered, as education serves as the foundation for building a sustainable society, promoting cultural and social changes that enhance socio-environmental improvement. It develops essential skills to strengthen individual and collective care for the environment, which is crucial for maintaining mosquito reproduction-free environments [13].

Spatio-temporal analysis of the importance and distribution of breeding sites in cities as Campo Grande can be very informative for dengue surveillance, considering its history as an

epidemic center for dengue, marked by high rates of incidence and mortality associated with the disease [14, 15]. So, identifying and analyzing these spatiotemporal patterns, along with socio-economic factors, can provide a deeper insight into the local infestation patterns of *Ae. aegypti*. Therefore, this study aimed to verify whether the types of breeding sites changed seasonally in importance throughout two years (2022-2023) in a tropical epidemic city, and to analyze whether socio-economic factors such as neighborhood population density and illiteracy rates impacted the importance of certain breeding sites within years. This understanding can be relevant for the development of more targeted and effective control strategies, such as public awareness campaigns, continuous surveillance, and monitoring of breeding sites, both by the government and the community.



Figure 1 - Breeding sites according to LIRAA. A1: water tanks, A2: ground-level water deposits, B: movable containers (e.g; plant pots and plates), C: fix containers (e.g; drains), D1: tires, D2: trash, E: natural sites (e.g.; tree hollow).

Materials and Methods

Study area

The study was conducted in Campo Grande (Figure 2a), the capital of Mato Grosso do Sul, Brazil (20°28'13,40737" S, 54°37'25,87099" W) in 2022 and 2023. The city is located in the central region of the state with an area of approximately 8.082,98 km² and a population of 897.938 inhabitants, representing an urbanization rate of 98.7% [16]. According to the Brazilian Institute of Geography and Statistics/IBGE, in 2010, the city had an illiteracy rate of 5.0% and by neighborhood, there is a variation from 0.7 to 9.8%. The literacy rate reaches 95% regardless of sex, when broken down, there is a rate of 95.1% for men and 94.8% for women. In economic aspects, approximately 64.7% of the population over 10 years of age are economically active and 35.3% are economically inactive. In Campo Grande, 92.3% of households are of the house type, while the remaining types, apartments or other dwellings, account for 7.8%. On average, there are 3.1 residents per household [17].

In Koppen's classification, the climate of Campo Grande is in the transition range between the humid mesothermal subtype (Cfa) without drying or small drying subtype (Aw) humid tropical, with a dry season in winter and a rainy season in summer [18, 19]. The city is located within the neotropical phytogeographic region of the Cerrado [20].

Data collect

The CCEV provided the data through a larval research surveillance program, and the information was recorded on worksheets. With those it was possible to discriminate between each type of breeding site present in different city houses. For LIRAA surveillance, cities are stratified, and in each stratum, blocks are evaluated by epidemiology agents. The types of breeding sites are reported to the Vector-borne Disease Control Coordination (CCEV), and the data is stored in larval research spreadsheets

The spreadsheets were originally organized with year, month, epidemiological week, district, neighborhood, activity, agent, address, property type, container code (A1, A2, B, C, D1, D2, E), containers (e.g.; tire), number of tubes, and larvae stage. In summary, houses were randomly selected for inspection throughout the city. These inspections were conducted by public epidemiology agents in the field. Upon identifying a larva, the agents proceeded to ascertain the specific type of breeding site and duly recorded this information on the provided paper forms. The larvae were stored in tubes and transported to CCEV for identification. The definitive species determination was subsequently entered into the spreadsheets. The initial classification of breeding site types was classified as in LIRAA [8]. For analysis, these were reclassified as follows: water tank, movable container, fix container, trash, and natural.

Based on the CCEV data, we reorganized the information where rows depict different neighborhoods by month and year, as follows: neighborhood, year, cycle, and breeding site type. The original sheet did not have cycle information, but it was possible to identify each cycle by the months and epidemiological weeks. Cycle 1 (January and February, weeks 1 to 9); cycle 2 (March and April, weeks 10 to 18); cycle 3 (May and June, weeks 19 to 22), cycle 4 (July and August, weeks 27 to 35), cycle 5 (September and October, weeks 36 to 43) and cycle 6 (November and December, weeks 44 to 52). The information provided by CCEV is missing data from cycles 1-3 in 2022, and cycle 2 in 2023. For each neighborhood (sample unit of analysis), we gathered the socio-economic covariates of population density (Figure 2a) and illiteracy rate (Figure 2b), which we hypothesized would capture the spatiotemporal variance in the seasonality and prevalence of the type breeding sites for *Ae. aegypti*.

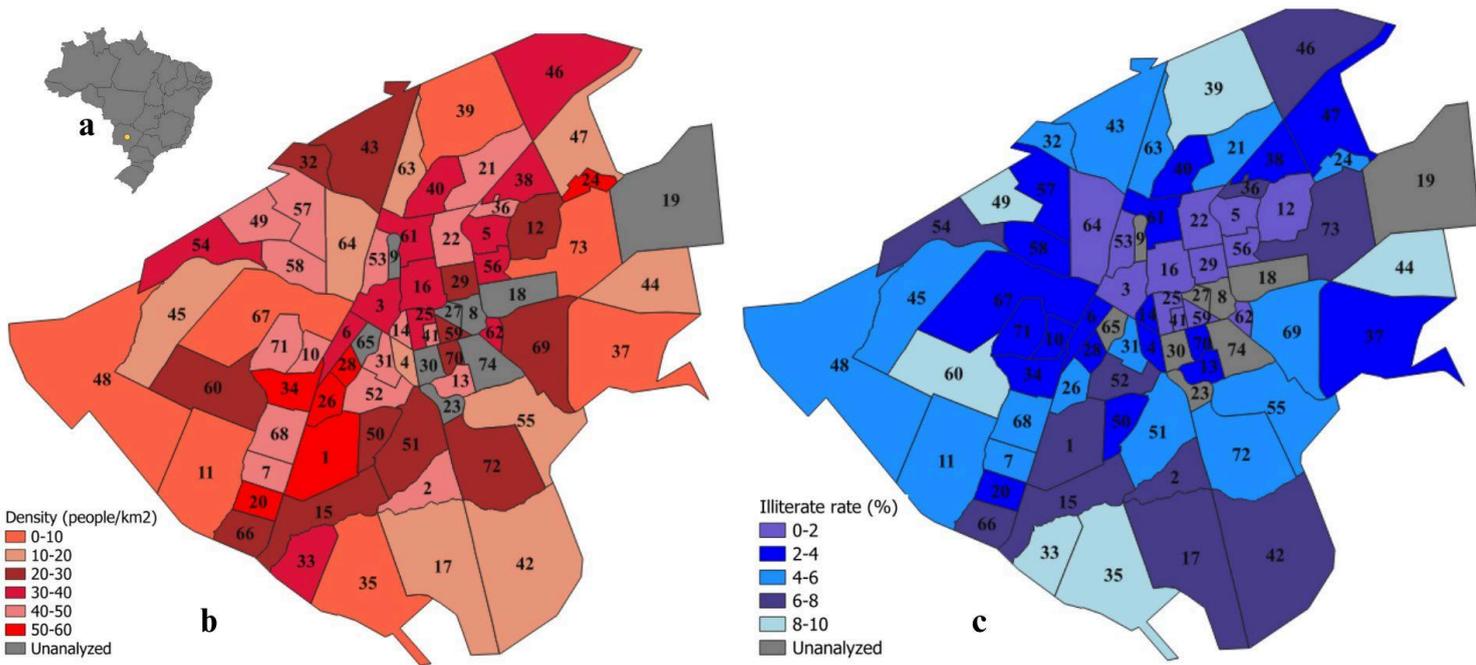


Figure 2 - A: Location of Campo Grande city in the state of Mato Grosso do Sul. B: Neighbourhood density, C: Neighbourhood Illiterate rate. Neighborhood enumeration: 1-Aero Rancho; 2-Alves Pereira; 3-Amambaí; 4-América; 5-Autonomista; 6-Bandeirantes; 7-Batistão; 8-Bela Vista; 9-Cabreúva; 10-Caiçara; 11-Caiobá; 12-Carandá; 13-Carlota; 14-Carvalho; 15-Centenário; 16-Centro; 17-Centro Oeste; 18-Chácara Cachoeira; 19-Chácara Dos Poderes; 20-Coophavila II; 21-Coronel Antonino; 22-Cruzeiro; 23-Dr. Albuquerque; 24-Estrela Dalva; 25-Glória; 26-Guanandi; 27-Itanhangá; 28-Jacy; 29-Jardim Dos Estados; 30-Jardim Paulista; 31-Jockey Club; 32-José Abrão; 33-Lageado; 34-Leblon; 35-Los Angeles; 36-Margarida; 37-Maria Aparecida Pedrossian; 38-Mata Do Jacinto; 39-Mata Do Segredo; 40-Monte Castelo; 41-Monte Líbano; 42-Moreninha; 43-Nasser; 44-Noroeste; 45-Nova Campo Grande; 46-Nova Lima; 47-Novos Estados; 48-Núcleo Industrial; 49-Panamá; 50-Parati; 51-Pioneiros; 52-Piratininga; 53-Planalto; 54-Popular; 55-Rita Vieira; 56-Santa Fé; 57-Santo Amaro; 58-Santo Antônio; 59-São Bento; 60-São Conrado; 61-São Francisco; 62-São Lourenço; 63-Seminário; 64-Sobrinho; 65-Taquarussu; 66-Tarumã; 67-Taveirópolis; 68-Tijuca; 69-Tiradentes; 70-Tv Morena; 71-União; 72-Universitário; 73-Veraneio; 74-Vilasboa..

Data analysis

To compare the importance of different types of breeding sites and how this importance changes over the years, we developed a multilevel multinomial additive mixed model using a Bayesian approach. Here higher importance means a higher proportion of occurrence of *Ae. aegypti*'s larvae in determined breeding site type. We used a multinomial distribution because the response variable (breeding site type) was composed of 5 categories (water tank, movable container, fix container, trash, and natural). The water tank was set as a reference level for coefficient estimation. We allowed a mixed structure because different neighborhoods within the city were sampled repetitively over two years (2022 and 2023), six times per year. Therefore, we included a random intercept for each neighborhood in each year, where years were nested within neighborhoods. The additive structure was considered as a spline-based smooth, with $k = 3$ dimensions, to verify how the proportion of occurrence of each breeding site type changes through the year (i.e.; seasonality). Finally, because each neighborhood has a different socio-economic profile, the multilevel structure allowed us to test the effect of population density and illiteracy rate on the importance of each breeding site type. The model was developed and run using the *brms* package in the R environment. We fit the model by running four 4,000-iterations chains, and checked for chains' mixing, and normality of residuals.

Results

Taking the water tank as the site of reference, trash ($\beta = 0.64$, IC95% = 0.16–1.12) and movable containers ($\beta = 0.61$, IC95% = 0.13–1.09) were more important as mosquito breeding sites, while natural sites were much less important ($\beta = -4.52$, IC95% = -7.42–-2.11). Fix containers were as important as water tanks ($\beta = 0.14$, IC95% = -0.49–0.79). Even though trash and movable containers were the most important throughout the year, we found seasonality in the importance of these types of breeding sites (Figure 3a). Movable containers had a subtle

increase in importance at the end of the year ($\beta = 0.14$, IC95% = 0.01–0.26), trash had a steep decrease ($\beta = 0.20$, IC95% = 0.07–0.33), while water tanks increased. Despite its lower importance, fix containers showed a small increase in the middle of the year ($\beta = 0.19$, IC95% = 0.001–0.39); on the other hand, natural breeding sites were the least important and showed no seasonal signal ($\beta = -0.06$, IC95% = -0.81–0.63)(Figure 3a).

In regard to socio-economic effects, overcrowded neighborhoods showed a strongly increase importance of movable containers ($\beta = 0.02$, IC95% = 0.01–0.02), and consequently a decrease in water tanks (Figure 3b). Fix ($\beta = 0.001$, IC95% = -0.01–0.01), trash ($\beta = 0.01$, IC95% = -0.001–0.01) and natural breeding sites ($\beta = 0.04$, IC95% = -0.001–0.09) were not affected by population density. In terms of education, sites with higher illiterate rates showed a decreased importance of movable containers ($\beta = -0.10$, IC95% = -0.16–0.03) and a strong increase in water tanks (Figure 3c). Fix containers decreased ($\beta = -0.21$, IC95% = -0.31–0.12), and trash had a slight decrease ($\beta = -0.07$, IC95% = -0.14–0.001). Natural breeding sites ($\beta = -0.19$, IC95% = -0.58–0.18) were not affected by the illiteracy rate.

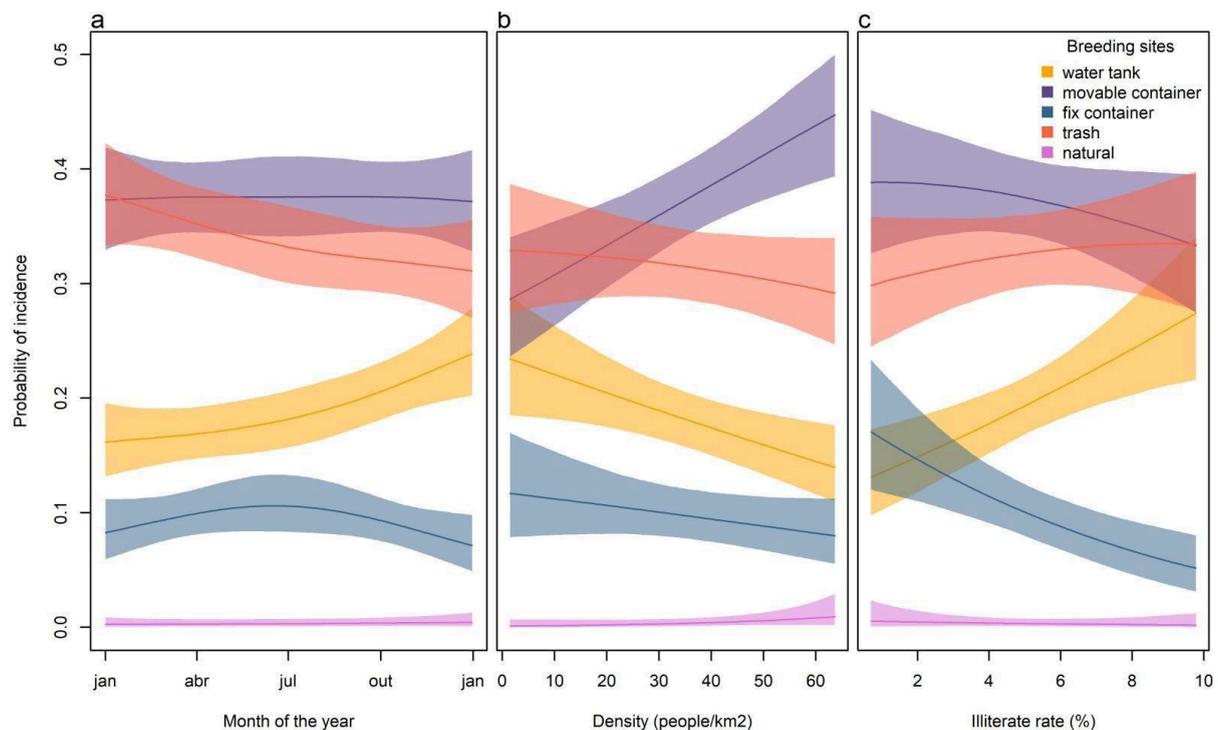


Figure 3 - a: breeding sites throughout the year. b: breeding sites according to population density.
c: breeding sites according to illiterate rate.

Discussion

Our study showed that movable containers and trash, have a higher probability of occurrence throughout the year, followed by water tanks and fix containers. *Ae. aegypti* females exhibit an egg-dispersal strategy known as "skip oviposition," in which they distribute their eggs over multiple breeding sites. They also show a preference for artificial breeding sites over natural ones [5, 21]. This finding aligns with other studies, emphasizing the importance of artificial breeding sites for this vector [22, 23, 24].

Regarding the seasonality in the importance of these types of breeding sites, movable containers, such as plant saucers, vases, bottle caps, and trash such as old tires and debris, have the highest probability of *Ae. aegypti* breeding [25, 26, 27, 28]. These are followed by water tanks and fix containers. Our results contrast with evidence from northeastern Brazil where water tanks were found to be the most predominant breeding sites [22]. In our study, fix containers showed a sharp increase in incidence in the middle of the year, coinciding with the dry season. This is likely due to the fact that these containers—such as gutters, drains, and pools—can hold water, and many are not properly cleaned. It has been observed that containers that are cleaned less frequently are four times more likely to become breeding sites for immature forms of *Ae. aegypti* [29]. Overall, these breeding sites are critical to effective entomological control because *Ae. aegypti* eggs adhere to container walls and any object that holds water can serve as a potential oviposition site [30]. Therefore, it is critical to regularly clean and cover water tanks, gutters, drains, and any other containers that hold water.

Areas with overcrowded neighborhoods showed a higher probability of occurrence of larvae in movable containers. Our study emphasized that illiteracy rate and overcrowded neighborhood are important socio-economic variables for predicting the spatiotemporal reproductive behavior of local populations of anthropophilic vectors. However, note that alternative socio-economic variables such as household income, sanitation, poverty have been also found to be correlated with the prevalence of breeding sites [31, 32, 33, 34, 34].

Ae. aegypti has developed a domestic habit, with a close association with humans and the use of man-made containers to reproduce [5]. The presence of large population groups in a confined area can create optimal conditions for vector reproduction, which can lead to the spread of various epidemics [36]. In our case, overcrowded neighborhoods showed an increase of importance of movable containers as breeding sites which has also been observed in southeastern Asia [37]. These last authors suggested that the density of housing and the limited space can lead to an accumulation of discarded items and containers that collect water, creating feasible conditions for mosquito breeding.

Movable containers and trash were also more likely to occur in areas with higher illiteracy rates. Low levels of education is another socio-economic factor that can affect container types [5]. Illiteracy can be described as a lack of basic literacy, and numeracy skills. It is associated with income inequality and poor life outcomes such as poverty [39]. It has been observed that households were more likely to have breeding sites if the head of the household had less than six years of primary school education [26], accumulating more containers, and in turn offering more breeding sites for *Ae. aegypti* [40].

As already well-documented, our study reinforced that natural breeding sites did not play a significant role for *Ae. aegypti* reproduction [41, 42, 43]. As previously highlighted, *Ae. aegypti* prefers artificial breeding sites, largely due to its association with human populations

and the use of household containers [41, 44]. However, the use of natural breeding sites as bromeliads, can be relevant in certain localities as observed in tropical areas of the USA [44]. There, *Ae. aegypti* were the most abundant mosquito species found in ornamental bromeliads, suggesting that bromeliads can play an important reproductive role for this mosquito when artificial containers are lacking. Although this is a contrasting evidence, it is important to note that intraspecific competition in natural breeding sites has been shown as important in discouraging the presence of this vector [42]. Therefore, overall evidence has pointed out that *Ae. aegypti* demonstrates a preference for artificial breeding sites, as these environments are more readily available and abundant in cities.

Our findings provide valuable information to assist epidemiology agents during vector control inspections. These insights can guide their efforts by highlighting specific types of containers that require more attention throughout the year. For instance, movable containers and trash should be prioritized at the beginning of the year. From April to October, fix containers should receive greater focus, and toward the end of the year, water tanks should be closely monitored. Nevertheless, it is important to emphasize that all types of containers must be evaluated consistently.

In overcrowded neighborhoods, movable containers should be prioritized. In contrast, in less crowded areas (0–20 people/km²), trash and water tanks are also significant breeding sites. Areas with high illiteracy rates show a higher probability of movable container incidence as breeding sites, providing epidemiology agents with valuable guidance for targeted surveys. Our findings help to identify breeding sites with a higher likelihood of vector incidence based on the neighborhood's socio-economic characteristics, enabling more effective inspection and elimination of containers, thereby contributing to epidemic prevention.

Our multilevel multinomial additive mixed model, developed using a Bayesian approach, enabled a comprehensive analysis of the probability of incidence for each *Ae. aegypti* breeding site and its variation over time. The multinomial structure was well-suited to the categorical nature of the response variable, encompassing five breeding site types. The mixed structure with random intercepts, combined with the spline-based smooth additive structure, allowed the assessment of seasonal variations in the incidence of each breeding site type across time. Additionally, the multilevel model incorporated socio-economic factors, enabling us to evaluate how external socio-economic factors influenced the importance of each breeding site. In summary, our statistical approach offers a robust foundation for vector control modeling that integrates both socio-economic and seasonal dynamics.

Entomological surveys and socio-economic factors are critical for effective vector control [45]. *Ae. aegypti* plays an important public health role as a crucial arthropod vector responsible for transmitting arboviruses of major public health significance [46]. This study improves the understanding of *Ae. aegypti* behavior in an epidemic city, by identifying breeding sites with higher incidence rates favorable for vector reproduction. The results also support health and education management strategies in the city, contributing to enhancing public awareness through targeted health education initiatives, such as promoting educational campaigns about each type of container and how to manage them to prevent them from becoming breeding sites.

References

1. World Health Organization (WHO). Global strategy for dengue prevention and control 2012–2020. Geneva: WHO; 2012. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75303/1/9789241504034_eng.pdf. Acesso em: 25 fev. 2025.
2. Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, et al. The global distribution and burden of dengue. *Nature*. 2013;496:504-7. PMID: 23563266.

3. World Health Organization (WHO). World malaria report 2013. Available from: http://www.who.int/malaria/publications/world_malaria_report_2013/en/. Accessed: 25 fev 2025.
4. Murray NE, Quam MB, Wilder-Smith A. Epidemiology of dengue: past, present and future prospects. *Clin Epidemiol*. 2013;5:299-309. PMID: 23990732.
5. Valle D, Aguiar R, Pimenta D, et al. *Aedes de A a Z*. SciELO-Editora FIOCRUZ; 2021.
6. Nelson MJ, Philogene BJR, Rejmankova E, Kline DL. *Aedes aegypti: biology and ecology*. 1986.
7. Powell JR. 2016. New contender for most lethal animal. *Nature* 540: 525.
8. Silva MBA, Melo MCT, Barbosa GCF, et al. Utilização do levantamento rápido de índice para *Aedes aegypti* (LIRAA) como ferramenta de vigilância à introdução do vírus Chikungunya em Recife. *Braz J Health Rev*. 2020;3(1):936-54.
9. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Gerência Técnica de Doenças Endêmicas. Boletim Epidemiológico: Dengue. Semana epidemiológica 28. Brasília: Ministério da Saúde; 2022.
10. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Gerência Técnica de Doenças Endêmicas. Boletim Epidemiológico: Dengue. Semana epidemiológica 50. Brasília: Ministério da Saúde; 2023.
11. Neiderud CJ. How urbanization affects the epidemiology of emerging infectious diseases. *Infect Ecol Epidemiol*. 2015;5(1):27060.
12. Girard M, Nelson CB, Picot V, Gubler DJ. Arboviruses: A global public health threat. *Vaccine*. 2020;38(24):3989-94.
13. Dias ÍKR, Almeida MVS, Oliveira JF, Lima CLS, Rocha GKS, Ferreira EC. Ações educativas de enfrentamento ao *Aedes aegypti*: revisão integrativa. *Ciênc Saúde Colet*. 2022;27:231-42.
14. Espinosa M, et al. Temporal dynamics and spatial patterns of *Aedes aegypti* breeding sites, in the context of a dengue control program in Tartagal (Salta province, Argentina). *PLoS Negl Trop Dis*. 2016;10(5):e0004621.

15. Jansen CC, Beebe NW. The dengue vector *Aedes aegypti*: what comes next. *Microbes Infect.* 2010;12(4):272-9.
16. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Campo Grande [Internet]. Available from: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms/campo-grande.html>. Accessed: 25 Feb 2025.
17. Sauer L, Campelo E, Capillé MAL. O mapeamento dos índices de inclusão e exclusão social em Campo Grande-MS: uma nova reflexão. Campo Grande: Editora Oeste; 2012.
18. Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Z.* 2013;22(6):711-28.
19. Custódio JMO, Costa-da-Silva AL, Lima-Camara TN, et al. Abiotic factors and population dynamics of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in an endemic area of dengue in Brazil. *Rev Inst Med Trop São Paulo.* 2019;61
20. PMCG; PLANURB - Prefeitura Municipal de Campo Grande; Instituto Municipal de Planejamento Urbano. **Perfil socioeconômico de Campo Grande.** 30. ed. Campo Grande: PMCG, 2010. 54 p.
21. Wilke A, Chase C, VasquezC, Carvajal A, Medina J, Petrie WD, & Beier JC (2019). Urbanization creates diverse aquatic habitats for immature mosquitoes in urban areas. *Scientific Reports.* 2019; 9(1), 15335. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51787-5> PMID: 31653914
22. Dos Santos Andrade AT, Bezerra JMT, Pinheiro VCS. Characterization of the proliferation sites of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the artificial breeding sites of Caxias, Maranhão, Brazil. In: *Life Cycle and Development of Diptera.* IntechOpen; 2019.
23. Maia CVA, Bezerra RJC, Silva LT, Oliveira MPA, Costa JV. Distribuição espacial de criadouros de *Aedes aegypti* em Jaguaruana-CE-Brasil e suas correlações com indicadores sociodemográficos. *Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde.* 2019;15(31):71.

24. Valença MA, Santos SR, Silva BM, Pinheiro VCS, Barbosa RM, Silva OS. Dynamics and characterization of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) key breeding sites. *Neotrop Entomol.* 2013;42:311-6.
25. Martins VEP, Lima JBF, Sousa FB, Nascimento RFB, Lima MFC, Almeida RS, et al. Distribuição espacial e características dos criadouros de *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* em Fortaleza, Estado do Ceará. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2010;43:73-7.
26. Morales-Pérez A, Lira-Guerrero G, Valdés-López O, et al. *Aedes aegypti* breeding ecology in Guerrero: cross-sectional study of mosquito breeding sites from the baseline for the Camino Verde trial in Mexico. *BMC Public Health.* 2017;17:61-70.
27. Yared S, Kifle D, Molla K, et al. Breeding habitats, bionomics and phylogenetic analysis of *Aedes aegypti* and first detection of *Culiseta longiareolata*, and *Ae. hirsutus* in Somali Region, eastern Ethiopia. *PLoS One.* 2024;19(1)
28. Rodrigues GO, Oliveira ACB, Araújo FAP, et al. Potential breeding containers of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) and *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) at strategic points in a city in the eastern region of Maranhão. *Brazilian Journal of Biology.* 2023;83
29. Overgaard HJ, McCall PJ, Wiegand RE, et al. A cross-sectional survey of *Aedes aegypti* immature abundance in urban and rural household containers in central Colombia. *Parasites & Vectors.* 2017;10:1-12.
30. Reiter P. Oviposition, dispersal, and survival in *Aedes aegypti*: implications for the efficacy of control strategies. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 2007;7(2):261-73. doi:10.1089/vbz.2006.0630.
31. Walker KR, et al. Socioeconomic and human behavioral factors associated with *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) immature habitat in Tucson, AZ. *J Med Entomol.* 2018;55(4):955-63.
32. Da Silva AC, Scalize PS. Environmental variables related to *Aedes aegypti* breeding spots and the occurrence of arbovirus diseases. *Sustainability.* 2023;15(10):8148.
33. Guzmán MG, Kouri G. Dengue: an update. *Lancet Infect Dis.* 2002;2(1):33-42.
34. Albrieu-Llinás G, Cazelles B, Rosas F, et al. Urban environmental clustering to assess the spatial dynamics of *Aedes aegypti* breeding sites. *Geospatial Health.* 2018;13(1).

35. Obenauer JF, Andrew Joyner T, Harris JB. The importance of human population characteristics in modeling *Aedes aegypti* distributions and assessing risk of mosquito-borne infectious diseases. *Trop Med Health*. 2017;45:1-9.
36. Neiderud CJ. How urbanization affects the epidemiology of emerging infectious diseases. *Infect Ecol Epidemiol*. 2015;5(1):27060.
37. Thammapalo S, Tuan H, Chiarawongse P, et al. Socio-demographic and environmental factors associated with *Aedes* breeding places in Phuket, Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. 2005;36(2):426-33.
38. Quintero J, et al. An ecosystemic approach to evaluating ecological, socioeconomic and group dynamics affecting the prevalence of *Aedes aegypti* in two Colombian towns. *Cad Saude Publica*. 2009;25(suppl 1):s93-103.
39. World Literacy Foundation. *The economic and social cost of illiteracy*. 2023. Disponível em: <https://worldliteracyfoundation.org/wp-content/uploads/2023/09/The-Economic-Social-Cost-of-Illiteracy-2023.pdf>
40. Danis-Lozano R, Rodríguez MH, Hernández-Ávila M. Gender-related family head schooling and *Aedes aegypti* larval breeding risk in Southern Mexico. *Salud Pública Mex*. 2002;44:237-42.
41. Lima-Camara TN, Urbinatti PR, Chiaravalloti-Neto F. Finding *Aedes aegypti* in a natural breeding site in an urban zone, São Paulo, Southeastern Brazil. *Rev Saude Publica*. 2016;50(0):3.
42. Santos CB, Leite GR, Falqueto A. Do native bromeliads represent important breeding sites for *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in urbanized areas? *Neotrop Entomol*. 2011;40:278-81.
43. Mocellin MG, Silva G, Rodrigues J, et al. Bromeliad-inhabiting mosquitoes in an urban botanical garden of dengue endemic Rio de Janeiro: are bromeliads productive habitats for the invasive vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*? *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2009;104:1171-6.

44. Wilke AB, Fonseca DM, Rojas MG, et al. Ornamental bromeliads of Miami-Dade County, Florida are important breeding sites for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Parasites & Vectors*. 2018;11:1-7.
45. Dowling Z, et al. Socioeconomic status affects mosquito (Diptera: Culicidae) larval habitat type availability and infestation level. *J Med Entomol*. 2013;50(4):764-72.
46. Facchinelli L, Badolo A, McCall PJ. Biology and behaviour of *Aedes aegypti* in the human environment: opportunities for vector control of arbovirus transmission. *Viruses*. 2023;15(3):636.

4. CONCLUSÕES

- Criadouros do tipo móveis e passíveis de remoção tiveram uma maior probabilidade de incidência durante o ano.
- Criadouros móveis aumentaram a probabilidade de incidência em locais com densidade populacional maior, ao contrário dos criadouros de armazenamento de água.
- Criadouros fixos, passíveis de remoção e naturais não foram influenciados pela densidade populacional.
- Criadouros de armazenamento de água foram importantes em áreas com maior taxa de analfabetismo, enquanto os móveis, fixos e passíveis de remoção tiveram uma diminuição.
- Os criadouros naturais não apresentaram relevância estatística em relação a nenhuma variável analisada neste estudo.

6.REFERÊNCIAS

ABAD-FRANCH, Fernando et al. Mosquito-disseminated pyriproxyfen yields high breeding-site coverage and boosts juvenile mosquito mortality at the neighborhood scale. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 9, n. 4, p. e0003702, 2015.

BARATA, Eudina AM et al. População de *Aedes aegypti* (L.) em área endêmica de dengue, Sudeste do Brasil. **Revista de saúde pública**, v. 35, p. 237-242, 2001.

BARTHOLOMEEUSEN, Koen et al. Chikungunya fever. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 9, n. 1, p. 17, 2023.

BLACK IV, William C. et al. Flavivirus susceptibility in *Aedes aegypti*. **Archives of medical research**, v. 33, n. 4, p. 379-388, 2002.

BOYER, Sebastien. Sterile insect technique: targeted control without insecticide. **Medecine tropicale: revue du Corps de sante colonial**, v. 72, p. 60-62, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Controle da Dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2002. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pncd_2002.pdf. Acesso em: 16 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Diretrizes nacionais para a prevenção e controle de epidemias de dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. (Série A. Normas e Manuais técnicos)

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* (LIRAA) para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil : metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis – Brasília : Ministério da Saúde, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas. **Boletim Febre do Chikungunya**. / Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas. **Boletim Epidemiológico: Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes Aegypti* (dengue, chikungunya e**

zika), semanas epidemiológicas 1 a 50, 2020 / Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas. **Boletim Epidemiológico: Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes Aegypti (dengue, chikungunya e zika), semanas epidemiológicas 1 a 51, 2021** / Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis. **Boletim epidemiológico: Casos graves e óbitos por dengue no Brasil, 2019 a 2022.** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis - Brasília : Ministério da Saúde, 2022a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis. **Boletim epidemiológico: Monitoramento dos casos de arboviroses até a semana epidemiológica 35 de 2022** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis - Brasília : Ministério da Saúde, 2022b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas. **Boletim Epidemiológico: Dengue. Semana epidemiológica 28.** / Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas, 2022c.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas. **Boletim Epidemiológico: Monitoramento dos casos de arboviroses até a semana epidemiológica 51 de 2022/** Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas, 2022d.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis. **Monitoramento dos casos de arboviroses até a semana epidemiológica 52 de 2022** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis - Brasília : Ministério da Saúde, 2023a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis. **Monitoramento das arboviroses urbanas: semanas epidemiológicas 1 a 35 de 2023/** Ministério da Saúde, Secretaria de

Vigilância em Saúde, Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis - Brasília : Ministério da Saúde, 2023b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis. **Boletim epidemiológico ZIKA: semana epidemiológica 45/** Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis - Brasília : Ministério da Saúde, 2023c.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Nota Normativa nº 37/2023, de 8 de dez de 2023. Dispõe sobre Orientações para implementação de novas tecnologias de controle vetorial. Mato Grosso do Sul: CGARB, 2023d.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Anvisa aprova nova vacina para a dengue.* 2023e. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2023/anvisa-aprova-nova-vacina-para-a-dengue>. Acesso em: 28 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas. **Boletim Epidemiológico: Dengue. Semana epidemiológica 16.** / Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas, 2023f.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas. **Boletim Epidemiológico: Dengue. Semana epidemiológica 50.** / Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas, 2023g.

BRASIL. Ministério da Saúde. Serviço de informação ao cidadão. **Fundação Nacional de Saúde : página institucional.** 2017. Disponível em: [Institucional - Fundação Nacional de Saúde \(funasa.gov.br\)](https://www.funasa.gov.br). Acesso em: 08 abr. 2024a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas. **Boletim Epidemiológico: Dengue. Semana epidemiológica 18/2024.** / Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas, 2024b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde de A a Z. **Chikungunya.** 2024. Disponível em: [Chikungunya — Ministério da Saúde \(www.gov.br\)](https://www.gov.br). Acesso em: 24 abr. 2024c.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria do Estado de Saúde. Coordenadoria de Emergências em Saúde Pública de Mato Grosso do Sul. **Alerta epidemiológica 14.** /

Ministério da Saúde. Secretaria do Estado de Saúde. Coordenadoria de Emergências em Saúde Pública de Mato Grosso do Sul, 2024d.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas. **Boletim Epidemiológico: Chikungunya. Semana epidemiológica 18/2024.** / Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas, 2024e.

BRASIL. Ministério da Saúde /SVSA - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan Net. Disponível em: [TabNet Win32 3.2: Febre de Chikungunya - Notificações registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Mato Grosso do Sul \(datasus.gov.br\)](#), acesso em 16 de mai. 2024f.

BRASIL. Ministério da Saúde /SVSA - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan Net. Disponível em: [TabNet Win32 3.2: Febre de Chikungunya - Notificações registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Mato Grosso do Sul \(datasus.gov.br\)](#), acesso em 16 de mai. 2024g.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis. **Boletim epidemiológico ZIKA: semana epidemiológica 10/** Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis - Brasília : Ministério da Saúde, 2024h.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas. **Situação epidemiológica da síndrome congênita associada à infecção pelo vírus Zika: Brasil, 2015 a 2023.** / Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas, 2024i.

BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde de A a Z. **Zika Vírus.** 2024. Disponível em: [Zika Vírus — Ministério da Saúde \(www.gov.br\)](#). Acesso em: 23 mai. 2024j.

BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde de A a Z. **Febre Amarela.** 2024. Disponível em: [Febre amarela — Ministério da Saúde \(www.gov.br\)](#). Acesso em: 24 abr. 2024k.

BRASIL. Ministério da Saúde /SVSA - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - Sinan Net. Disponível em: [Febre Amarela em humanos e primatas não-humanos - 1994 a 2023 - Conjunto de dados - OPENDATASUS \(saude.gov.br\)](#), acesso em 25 de jun. 2024l.

BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde de A a Z. **Vigilância e controle do vetor.** 2024. Disponível em: [Vigilância e controle do vetor — Ministério da Saúde \(www.gov.br\)](#). Acesso em: 16 jul. 2024m.

BRASIL. Secretaria do Estado da Saúde. Governo de Mato Grosso do Sul. **Terceira fase do Método Wolbachia vai atender 15 bairros da Capital com a liberação dos Wolbitos.**

Disponível em:

<https://www.saude.ms.gov.br/terceira-fase-do-metodo-wolbachia-vai-atender-15-bairros-da-capital-com-a-liberacao-dos-wolbitos/>. Acesso em: 27 ago. 2024n.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas. **Boletim Epidemiológico: Chikungunya. Semana epidemiológica 50/2024..** / Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de gerência Técnica de Doenças Endêmicas, 2024o.

BRITANNICA. *Aedes aegypti*. Disponível em:

<https://www.britannica.com/animal/Aedes-aegypti>. Acesso em: 28 set. 2024.

BRAGA, Ima Aparecida; VALLE, Denise. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. **Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 16, n. 2, p. 113-118, 2007a.

BRAGA, Ima Aparecida; VALLE, Denise. *Aedes aegypti*: vigilância, monitoramento da resistência e alternativas de controle no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 16, n. 4, p. 295-302, 2007b.

BROWN, Julia E. et al. Worldwide patterns of genetic differentiation imply multiple ‘domestications’ of *Aedes aegypti*, a major vector of human diseases. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 278, n. 1717, p. 2446-2454, 2011.

BORGHERINI, Gianandrea et al. Persistent arthralgia associated with chikungunya virus: a study of 88 adult patients on reunion island. **Clinical Infectious Diseases**, v. 47, n. 4, p. 469-475, 2008.

CAMARGO, Sólton de. History of *Aedes aegypti* eradication in the Americas. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 36, n. 4, p. 602, 1967.

CAVALCANTE, Karina Ribeiro Leite Jardim; TAUIL, Pedro Luiz. Características epidemiológicas da febre amarela no Brasil, 2000-2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, p. 11-20, 2016.

CARVALHO, Fabiano Duarte; MOREIRA, Luciano Andrade. Why is *Aedes aegypti* Linnaeus so Successful as a Species?. **Neotropical entomology**, v. 46, n. 3, p. 243-255, 2017.

CHAN, Miranda; JOHANSSON, Michael A. The incubation periods of dengue viruses. **PloS one**, v. 7, n. 11, p. e50972, 2012.

CONSOLI, Rotraut AGB; OLIVEIRA, Ricardo Lourenço de. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Editora Fiocruz, 1994.

DA SILVA, H. H.; DA SILVA, I. G. The effect of the period of egg quiescence on the life cycle of *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762)(Diptera, Culicidae) under laboratory conditions. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 32, n. 4, p. 349-355, 1999.

DA SILVEIRA, Lucia Teresa Côrtes; TURA, Bernardo; SANTOS, Marisa. Systematic review of dengue vaccine efficacy. **BMC infectious diseases**, v. 19, p. 1-8, 2019.

DE JESUS CRUZ, Daniela et al. Artropatias severas, limitações físicas e emocionais na vida da pessoa pós-infecção com o vírus chikungunya. **Saúde. com**, v. 20, n. 1, 2024.

DE OLIVEIRA, Aline Camargo et al. FEBRE HEMORRÁGICA DA DENGUE: ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS E ECONÔMICOS NO BRASIL. **Revista Unimontes Científica**, v. 23, n. 2, p. 01-17, 2021.

DE OLIVEIRA FIGUEIREDO, Poliana et al. Re-emergence of yellow fever in Brazil during 2016–2019: challenges, lessons learned, and perspectives. **Viruses**, v. 12, n. 11, p. 1233, 2020.

DIAS, Ítala Keane Rodrigues et al. Ações educativas de enfrentamento ao *Aedes Aegypti*: revisão integrativa. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, p. 231-242, 2022.

DONALÍSIO, Maria Rita; GLASSER, Carmen Moreno. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 5, n. 3, p. 259-279, 2002.

DOS SANTOS ANDRADE, Pâmela et al. Parity and gonotrophic discordance of females of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in the city of São Paulo, SP, Brazil. **Journal of Vector Ecology**, v. 44, n. 2, p. 233-240, 2019.

FIOCRUZ. Como é o ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti*?. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/pergunta/como-e-o-ciclo-de-vida-do-mosquito-aedes-aegypti>. Acesso em: 28 set. 2024a.

FIOCRUZ. Bactéria Wolbachia: a história do método que se fortalece no combate à dengue no Brasil. Portal Fiocruz, 27 mar. 2024. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/en/noticia/2024/03/bacteria-wolbachia-historia-do-metodo-que-se-fortalece-no-combate-dengue-no-brasil>. Acesso em: 16 jul. 2024a.

FRANCO, Odair. História da febre-amarela no Brasil. In: **História da febre-amarela no Brasil**. 1976. p. 208-208.

GAMA, Renata A. et al. Evaluation of the sticky MosquiTRAP™ for detecting *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (L.)(Diptera: Culicidae) during the dry season in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 294-302, 2007.

GARCIA, Leila Posenato. **Epidemia do vírus Zika e microcefalia no Brasil: emergência, evolução e enfrentamento**. Texto para Discussão, 2018.

GESTO, João Silveira Moledo et al. Large-scale deployment and establishment of *Wolbachia* into the *Aedes aegypti* population in Rio de Janeiro, Brazil. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, p. 711107, 2021.

GIRARD, Marc et al. Arboviruses: A global public health threat. **Vaccine**, v. 38, n. 24, p. 3989-3994, 2020.

GLORIA-SORIA, Andrea et al. Global genetic diversity of *Aedes aegypti*. **Molecular ecology**, v. 25, n. 21, p. 5377-5395, 2016.

GONÇALVES, Mileide Aparecida et al. Pesquisa larvária de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) em Campo Grande/MS nos anos de 2018-2022. 2022.

GUBLER, Duane J. et al. Dengue/dengue haemorrhagic fever: history and current status. In: **Novartis foundation symposium**. Chichester; New York; John Wiley; 1999, 2006. p. 3.

GUBLER, Duane J.; VASILAKIS, Nikos; MUSSO, Didier. History and emergence of Zika virus. **The Journal of infectious diseases**, v. 216, n. suppl_10, p. S860-S867, 2017.

HILGENBOECKER, Kirsten et al. How many species are infected with *Wolbachia*?—a statistical analysis of current data. **FEMS microbiology letters**, v. 281, n. 2, p. 215-220, 2008.

JULIANO, Steven A.; LOUNIBOS, Philip L. Ecology of invasive mosquitoes: effects on resident species and on human health. **Ecology Letters**, v. 8, n. 5, p. 558-574, 2005.

KALLÁS, Esper G. et al. Live, attenuated, tetravalent Butantan–Dengue vaccine in children and adults. **New England Journal of Medicine**, v. 390, n. 5, p. 397-408, 2024.

KOTSAKIOZI, Panayiota et al. Population structure of a vector of human diseases: *Aedes aegypti* in its ancestral range, Africa. **Ecology and evolution**, v. 8, n. 16, p. 7835-7848, 2018.

KRAEMER, Moritz UG et al. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. *eLife*, v. 4, p. e08347, 2015.

KRÖCKEL, Ulla et al. New tools for surveillance of adult yellow fever mosquitoes: comparison of trap catches with human landing rates in an urban environment. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 22, n. 2, p. 229-238, 2006.

LAGROTTA, Marcos Thadeu Fernandes. **Geoprocessamento de indicadores entomológicos na identificação de áreas, imóveis e recipientes “chaves” no controle do Aedes aegypti** / Marcos Thadeu Fernandes Lagrotta. Rio de Janeiro, s.n., 2006.

LEITE, Brenda Santos. **Estratégias de controle de Aedes aegypti (L., 1762)(Diptera: Culicidae): principais perspectivas para o manejo de epidemias de arboviroses**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MAGALHÃES, Rodrigo Cesar da Silva. **A erradicação do Aedes aegypti: febre amarela**, Fred Soper e saúde pública nas Américas (1918-1968). 2016.

MARIMOUTOU, C. et al. Chikungunya infection: self-reported rheumatic morbidity and impaired quality of life persist 6 years later. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 21, n. 7, p. 688-693, 2015.

MAYILSAMY, Muniaraj. Extremely long viability of Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) eggs stored under normal room condition. **Journal of medical entomology**, v. 56, n. 3, p. 878-880, 2019.

MELO, AS Oliveira et al. Zika virus intrauterine infection causes fetal brain abnormality and microcephaly: tip of the iceberg?. **Ultrasound in obstetrics & gynecology: the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology**, v. 47, n. 1, p. 6-7, 2016.

MOORE, Michelle et al. Dual African origins of global Aedes aegypti sl populations revealed by mitochondrial DNA. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 7, n. 4, p. e2175, 2013.

MOREIRA, Luciano A. et al. A Wolbachia symbiont in Aedes aegypti limits infection with dengue, Chikungunya, and Plasmodium. **Cell**, v. 139, n. 7, p. 1268-1278, 2009.

MUSTAFA, M. S. et al. Discovery of fifth serotype of dengue virus (DENV-5): A new public health dilemma in dengue control. **Medical journal armed forces India**, v. 71, n. 1, p. 67-70, 2015.

NDENGA, Bryson Alberto et al. Night time extension of Aedes aegypti human blood seeking activity. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 107, n. 1, p. 208, 2022.

NELSON, Michael J. et al. *Aedes aegypti*: biology and ecology. 1986.

NOGUEIRA, Mauricio L. et al. Efficacy and safety of Butantan-DV in participants aged 2–59 years through an extended follow-up: results from a double-blind, randomised, placebo-controlled, phase 3, multicentre trial in Brazil. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 24, n. 11, p. 1234-1244, 2024.

OLIVEIRA, EDMAR DA SILVA; BIAZOTO, CARLOS DONIZETE DOS SANTOS. Análise de criadouros com a presença do *Aedes aegypti*, encontrados no município de Assis Chateaubriand-PR. **Revista Uningá**, v. 25, n. 1, 2010.

PAUPY, C. et al. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. **Microbes and Infection**, v. 11, n. 14-15, p. 1177-1185, 2009.

PEREIRA, Álvaro Itáuna Schalcher et al. Atividade antimicrobiana no combate as larvas do mosquito *Aedes aegypti*: Homogeneização dos óleos essenciais do linalol e eugenol. **Educación química**, v. 25, n. 4, p. 446-449, 2014.

PEREIRA, Thaís Salles et al. Nova vacina da dengue, o que já sabemos sobre ela: uma revisão sistemática da literatura. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 28, p. 103787, 2024.

PINTO, Sofia B. et al. Effectiveness of Wolbachia-infected mosquito deployments in reducing the incidence of dengue and other *Aedes*-borne diseases in Niterói, Brazil: A quasi-experimental study. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 15, n. 7, p. e0009556, 2021.

PLESS, Evlyn et al. Multiple introductions of the dengue vector, *Aedes aegypti*, into California. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 11, n. 8, p. e0005718, 2017.

POMBO, Ana Paula Miranda Mundim. ***Aedes aegypti*: morfologia, morfometria do ovo, desenvolvimento embrionário e aspectos relacionados à vigilância entomológica no município de São Paulo**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PORTO, Karla Rejane de Andrade et al. Atividade larvicida do óleo de *Anacardium humile* Saint Hill sobre *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762)(Diptera, Culicidae). **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 41, p. 586-589, 2008.

POWELL, Jeffrey R.; GLORIA-SORIA, Andrea; KOTSAKIOZI, Panayiota. Recent history of *Aedes aegypti*: Vector genomics and epidemiology records. **Bioscience**, v. 68, n. 11, p. 854-860, 2018.

POWELL, Jeffrey R.; TABACHNICK, Walter J. History of domestication and spread of *Aedes aegypti*-a review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 108, p. 11-17, 2013.

RUEDA, Leopoldo M. Pictorial keys for the identification of mosquitoes (Diptera: Culicidae) associated with dengue virus transmission. **Zootaxa**, v. 589, n. 1, p. 1–60-1–60, 2004.

RODHAIN, Francois. Yellow fever: A brief history of a tropical Virosis. **La Presse Medicale**, v. 51, n. 3, p. 104132, 2022.

ROY, Sudipta Kumar; BHATTACHARJEE, Soumen. Dengue virus: epidemiology, biology, and disease aetiology. **Canadian journal of microbiology**, v. 67, n. 10, p. 687-702, 2021.

SABIR, Mernan Jamal; AL-SAUD, Najla Bint Saud; HASSAN, Sabah Mohmoud. Dengue and human health: A global scenario of its occurrence, diagnosis and therapeutics. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 9, p. 5074-5080, 2021.

SALGE, Ana Karina Marques et al. Infecção pelo vírus Zika na gestação e microcefalia em recém-nascidos: revisão integrativa de literatura. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 18, p. e1137-e1137, 2016.

SCHULTES, Olivia Lang et al. Spatial analysis of dengue incidence and *Aedes aegypti* ovitrap surveillance in Belo Horizonte, Brazil. **Tropical Medicine & International Health**, v. 26, n. 2, p. 237-255, 2021.

TABACHNICK, Walter J. Nature, nurture and evolution of intra-species variation in mosquito arbovirus transmission competence. **International journal of environmental research and public health**, v. 10, n. 1, p. 249-277, 2013.

TEIXEIRA, Maria da Glória; BARRETO, Maurício Lima. Porque devemos, de novo, erradicar o *Aedes aegypti*. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 1, n. 1, p. 122-136, 1996.

TEIXEIRA, Maria da Glória; BARRETO, Maurício Lima; GUERRA, Zouraide. Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. **Informe epidemiológico do SUS**, v. 8, n. 4, p. 5-33, 1999.

UNIVERSITY OF FLORIDA. Invasion Biology of *Aedes albopictus*. Disponível em: <https://fmel.ifas.ufl.edu/research-areas/invasion-biology-of-aedes-albopictus/>. Acesso em: 28 set. 2024.

UTARINI, Adi et al. Efficacy of Wolbachia-infected mosquito deployments for the control of dengue. **New England Journal of Medicine**, v. 384, n. 23, p. 2177-2186, 2021.

VALLE, Denise et al. **Aedes de A a Z**. SciELO-Editora FIOCRUZ, 2021.

VIEIRA, Raquel Silva et al. Plantas do Cerrado com atividade larvicida contra *Aedes aegypti*. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 27, n. 2, p. 222-230, 2023.

WEBB, James LA. *Aedes aegypti* suppression in the Americas: historical perspectives. **The Lancet**, v. 388, n. 10044, p. 556-557, 2016.

WILDER-SMITH, Annelies et al. Epidemic arboviral diseases: priorities for research and public health. **The Lancet infectious diseases**, v. 17, n. 3, p. e101-e106, 2017.

WILSON, Anne L. et al. The importance of vector control for the control and elimination of vector-borne diseases. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 14, n. 1, p. e0007831, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Region of the Americas records highest number of dengue cases in history; cases spike in other regions**. Geneva: WHO; 2019. Disponível em <[WHO Region of the Americas records highest number of dengue cases in history; cases spike in other regions](#)>. Acessado em: 04 abr 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Global strategy for dengue prevention and control 2012-2020. 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Entomological surveillance is the key to the detection of vectors and understanding their distribution and density, which is critical for the implementation of effective vector control strategies. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases> . Acesso em: 5 jul. 2024.

WORLD MOSQUITO PROGRAM. Sobre o Método Wolbachia. Disponível em: <https://www.worldmosquitoprogram.org/sobre-o-metodo-wolbachia>. Acesso em: 27 ago. 2024a.

WORLD MOSQUITO PROGRAM. Eficácia Comprovada. Disponível em: <https://www.worldmosquitoprogram.org/eficacia-comprovada>. Acesso em: 27 ago. 2024b.

YESMIN, Farzana et al. Epidemiological challenges in Dengue outbreak: DENV-5 emergence and public health strategies. **International Journal of Surgery Open**, v. 62, n. 1, p. 70-71, 2024.

ZANLUCA, Camila et al. First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 110, p. 569-572, 2015.

ZARA, Ana Laura de Sene Amâncio et al. Estratégias de controle do Aedes aegypti: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 2, p. 391-404, 2016.

ZIMMERMANN, Ivan Ricardo et al. Simulation-based economic evaluation of the Wolbachia method in Brazil: a cost-effective strategy for dengue control. **The Lancet Regional Health–Americas**, v. 35, 2024.