



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Departamento de Parasitologia
Programa de Pós-graduação em Parasitologia

Luiz Henrique Vieira Mota

MONITORAMENTO E SUPRESSÃO MASSAL DE ADULTOS DE *Aedes aegypti*
(LINNAEUS, 1762) (DIPTERA: CULICIDAE) COM A ARMADILHA GAT E
DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO ANTIMOSQUITO NO MUNICÍPIO
DE PIUMHI (MG)

Belo Horizonte

2025

Luiz Henrique Vieira Mota

MONITORAMENTO E SUPRESSÃO MASSAL DE ADULTOS DE *Aedes aegypti*
(LINNAEUS, 1762) (DIPTERA: CULICIDAE) COM A ARMADILHA GAT E
DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO ANTIMOSQUITO NO MUNICÍPIO
DE PIUMHI (MG)

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Parasitologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências/Parasitologia.

Área de concentração: Entomologia médica

Orientador: Dr. Álvaro Eduardo Eiras
(UFMG)

Coorientador: Dr. Marcelo Carvalho de Resende (UFMG/MS)

Coorientador: Dr. Fabricio Thomaz de Oliveira Ker (UFMG)

Belo Horizonte

2025

- 043 Mota, Luiz Henrique Vieira.
Monitoramento e supressão massal de adultos de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) com a armadilha GAT e desenvolvimento de dispositivo antimosquito no município de Piumhi (MG) [manuscrito] / Luiz Henrique Vieira Mota. – 2025.
227 f. : il. ; 29,5 cm.
Orientador: Dr. Álvaro Eduardo Eiras. Coorientador: Dr. Marcelo Carvalho de Resende; Coorientador: Dr. Fabricio Thomaz de Olivera Ker.
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Parasitologia.
1. Parasitologia. 2. Aedes. 3. Dengue. 4. Controle de Insetos. I. Eiras, Álvaro Eduardo. II. Resende, Marcelo Carvalho de. III. Ker, Fabricio Thomaz de Olivera. IV. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. V. Título.

CDU: 576.88/.89



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE:

"MONITORAMENTO E SUPRESSÃO MASSAL DE ADULTOS DE AEDES AEGYPTI (LINNAEUS, 1762) (DIPTERA: CULICIDAE) COM A ARMADILHA GAT E DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO ANTIMOSQUITO NO MUNICÍPIO DE PIUMHI (MG)"

ALUNO: LUIZ HENRIQUE VIEIRA MOTA

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENTOMOLOGIA

Tese de Doutorado defendida e aprovada, no dia **quatro de julho de 2025**, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação Parasitologia da Universidade Federal de Minas Gerais constituída pelos seguintes Doutores:

Aurélio Giuseppe Maria Serrão

Membro externo - Ministério da Saúde

Gabriela Bardelini Tavares Melo

Membro externo - Ministério da Saúde

Filipe Vieira Santos de Abreu

Membro externo - IFNMG/CAMPUS SALINA

Ricardo Nascimento Araujo

Membro interno - UFMG

Fabricio Thomaz de Oliveira Ker

Coorientador - UFMG

Marcelo Carvalho de Resende

Coorientador - FNS

Álvaro Eduardo Eiras

Belo Horizonte, 04 de julho de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Carvalho de Resende, Usuário Externo**, em 29/10/2025, às 19:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabricio Thomaz de Oliveira Ker, Usuário Externo**, em 30/10/2025, às 09:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alvaro Eduardo Eiras, Professor do Magistério Superior**, em 30/10/2025, às 10:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Filipe Vieira Santos de Abreu, Usuário Externo**, em 31/10/2025, às 15:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Nascimento Araujo, Professor do Magistério Superior**, em 31/10/2025, às 16:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Aurelio Giuseppe Maria Serrao, Usuário Externo**, em 11/11/2025, às 18:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gabriela Bardelini Tavares Melo, Usuária Externa**, em 17/11/2025, às 11:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4688754** e o código CRC **6C2590D8**.



Lintec
Laboratório de Inovação Tecnológica
e Empreendedorismo em Controle de Vetores

UF *m* G
UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS



Trabalho realizado em parceria com o Setor de Zoonoses da Secretaria de Vigilância em Saúde da Prefeitura Municipal de Piumhi, com o Laboratório de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo em Controle de Vetores (Lintec) do Departamento de Parasitologia do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais, (UFMG), sob a orientação do Professores Dr. Álvaro Eduardo Eiras Ph.D., Dr. Marcelo Carvalho de Resende Ph.D. e Dr. Fabricio Thomaz de Olivera Ker com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) com recursos do Ministério da Saúde, CNPq/MCTIC e Capes/MEC.



Programa de Pós-Graduação em Parasitologia **Instituto de Ciências Biológicas - UFMG**

Agradeço, com profunda gratidão, ao Programa de Pós-Graduação em Parasitologia do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) pela oportunidade ímpar de crescimento acadêmico, profissional e pessoal ao longo destes anos de doutorado. Esta instituição foi mais do que um espaço de aprendizado técnico-científico: foi um ambiente que me proporcionou experiências transformadoras, nas quais pude desenvolver não apenas minhas habilidades em pesquisa, mas também refletir sobre o papel da ciência na sociedade.

Sou especialmente grato pela formação sólida e abrangente que me foi oferecida, marcada pela excelência dos docentes, pesquisadores e demais profissionais que compõem o programa. A convivência diária com pessoas comprometidas com o avanço do conhecimento e com a formação humana contribuiu significativamente para a construção da minha identidade como cientista.

Além do conhecimento técnico, levo comigo os valores éticos e morais que permeiam as relações dentro do ICB/UFMG, e que são fundamentais para a atuação responsável e consciente no meio científico. A troca de saberes foi sempre acompanhada de respeito, empatia e colaboração, qualidades que considero essenciais para qualquer trajetória que se proponha a gerar impacto positivo na sociedade.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para essa jornada: professores, colegas, técnicos, funcionários e amigos, meu sincero agradecimento. Foi uma caminhada desafiadora, mas repleta de aprendizados que levarei por toda a vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, ao nosso Senhor Jesus Cristo e à Virgem Maria por me concederem forças ao longo destes anos como doutorando, especialmente nos momentos difíceis, quando precisei conciliar, com muito esforço, os estudos do doutorado com as responsabilidades do meu trabalho como coordenador do Setor de Endemias do município de Piumhi.

À minha família, minha eterna gratidão. Em especial, à minha mãe, Luzia Amélia Mota, à minha irmã, Sheila Cláudia Mota de Oliveira, ao meu cunhado, Alexandre de Oliveira, à minha sobrinha, Julian Mota de Oliveira, à minha sogra, Rosângela de Melo Silva e ao meu sogro, José Carlos da Silva, por todo apoio, carinho e incentivo incondicional ao longo dessa caminhada.

À minha esposa, Laís Cristina da Silva, agradeço mais uma vez pela paciência, compreensão e amor, especialmente por entender minha ausência em diversos momentos durante o percurso deste doutorado.

Aos meus filhos, Luiz Miguel Silva Mota e José Henrique Silva Mota, que são meu verdadeiro sentido de viver. Todo o meu esforço e dedicação são, e sempre serão, por eles e para eles. Agradeço imensamente a Deus por tê-los, assim como à mãe deles, em minha vida.

Aos meus orientadores, Dr. Álvaro Eduardo Eiras, Dr. Marcelo Carvalho de Resende e Dr. Fabricio Thomaz de Oliveira Ker, minha sincera gratidão pelas orientações, ensinamentos, paciência e incentivo contínuo, que contribuíram significativamente para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Agradeço também aos meus colegas de trabalho e profissionais do Setor de Endemias de Piumhi, Alisson, Tristão, Daniel Primo, Bruno, Andrey e Igor Silva pela parceria nas atividades de campo, pelo convívio agradável, amizade, companheirismo, momentos de descontração e pelo apoio essencial na realização deste trabalho.

À Secretária de Saúde, Rosângela Aparecida Terra e Guerra, e ao Prefeito de Piumhi, Dr. Paulo César Vaz, agradeço por viabilizarem a importante parceria entre a UFMG e o município, possibilitando o desenvolvimento das atividades de campo durante este estudo.

À equipe do Laboratório de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo em Controle de Vetores (LINTEC), Agustin, Elis, Tales, Hilciely, Richard, Isadora, Leonardo, Bruna, Juliana e Hans, sou grato pelos momentos de aprendizado mútuo e descontração que vivenciamos juntos.

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Parasitologia da UFMG pelo excelente ensino e, em especial, pela enriquecedora experiência no trabalho de campo no Distrito de São Joaquim, em Januária, uma vivência que levarei para toda a vida.

Aos veículos de imprensa local do município de Piumhi, em especial o Jornal Alto São Francisco, nas pessoas de diretor geral Paulo e o repórter José Augusto, pelo apoio e ajuda excepcional na divulgação do projeto de pesquisa no município.

Por fim, agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Parasitologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) pela oportunidade de formação e aprendizado. Meu reconhecimento também às colaboradoras da secretaria, Sumara Aparecida Guilherme e Sibele Abreu, que sempre estiveram disponíveis para auxiliar com prontidão e gentileza sempre que necessário.

“Dê-me, Senhor, agudeza para entender, capacidade para reter, método e faculdade para aprender, sutileza para interpretar, graça e abundância para falar, acerto ao começar, direção ao progredir e perfeição ao concluir...”

(São Tomás de Aquino)

RESUMO GERAL

Este estudo avaliou o uso da armadilha Gravid Aedes Trap (GAT), desenvolvida pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em parceria com a James Cook University, Cairns, Austrália), como ferramenta para o monitoramento e controle de fêmeas adultas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), vetor de importantes arboviroses urbanas. Estudos recentes avaliando a GAT como metodologia de supressão massal de fêmeas de *Aedes* apontaram a GAT como ferramenta promissora no controle vetorial do *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. No entanto, protocolos de uso da GAT como ferramenta de controle vetorial ainda não foram elaborados. No primeiro capítulo, foi realizada a comparação entre três armadilhas passivas — GAT, MosquiTRAP e Ovitampa — quanto à sensibilidade para detecção de *Ae. aegypti* em diferentes períodos sazonais no município de Piumhi (MG). Os resultados indicaram maior sensibilidade geral da Ovitampa, especialmente durante o período chuvoso; entretanto, nos meses secos e frios, GAT e Ovitampa não diferiram estatisticamente, sendo que a GAT apresentou correlação negativa com as temperaturas máxima, mínima e média, evidenciando sua utilidade como método alternativo em contextos com menor oferta de criadouros. No segundo capítulo, foi avaliada a eficácia da GAT na supressão populacional em diferentes arranjos experimentais, variando cobertura (>60% ou <50% dos imóveis) e densidade (14 a 60 GAT/ha), com cinco fases temporais de observação (pré, supressão inicial e final, pós inicial e final). Os dados revelaram redução significativa do índice de fêmeas por armadilha (IMFA) nos tratamentos com GAT em comparação aos controles (teste de Dunn, $p < 0,05$), com maior impacto observado no tratamento com 2 GAT/quadra e cobertura >60% (60 GAT/há, $p < 0,0001$). O efeito residual da intervenção foi verificado por até 12 semanas após a retirada das armadilhas, sendo mais duradouro nos tratamentos com maior densidade e cobertura, enquanto áreas com cobertura <50% apresentaram recuperação mais rápida dos indicadores entomológicos. Mapas de calor de casos de dengue indicaram ausência de transmissão nas áreas sob intervenção e deslocamento dos *hotspots* para regiões periféricas, sugerindo impacto positivo na prevenção da transmissão. A análise integrada mostrou que uma cobertura mínima de 40% aliada a uma densidade de pelo menos 14 GAT/ha já produz efeito supressor relevante, sendo o melhor desempenho obtido com cobertura >60% e densidade de 19 GAT/ha, especialmente durante o inverno, quando a infestação vetorial é reduzida. No terceiro capítulo, foram desenvolvidos e avaliados protótipos de dispositivos antimosquitos para ralos domésticos, testados em condições controladas em modelos com diâmetros de 100 mm e 150 mm. Entre os quatro modelos avaliados (DAM-T, DAM-TVC, DAM-B e DAM-PF), os dispositivos transparentes DAM-T e DAM-TVC apresentaram as menores taxas de sobrevivência dos mosquitos, com diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,0001$), sugerindo maior eficácia na contenção de fêmeas de *Ae. aegypti*. A integração do uso da GAT com barreiras físicas em ambientes domésticos potencializa o impacto das ações de controle vetorial, representando uma estratégia eficaz e de baixo custo para programas de Manejo Integrado de Vetores (MIV). Assim, os resultados obtidos demonstram que o uso estratégico da armadilha GAT em áreas urbanas, sobretudo durante o inverno e em locais com infraestrutura limitada, aliado ao bloqueio físico de criadouros potenciais como ralos, constitui uma abordagem inovadora e eficaz para a redução sustentada das populações de *Ae. aegypti* e a mitigação do risco de transmissão de

arboviroses, oferecendo subsídios técnicos para a formulação de políticas públicas de saúde e fortalecimento das ações de vigilância entomológica.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*; armadilhas passivas; supressão vetorial; GAT; manejo integrado de vetores; dengue; arboviroses urbanas; controle ambiental; dispositivos antimosquito.

ABSTRACT

This study evaluated the use of the Gravid Aedes Trap (GAT), developed by the Federal University of Minas Gerais (UFMG) in collaboration with James Cook University (Australia), as a tool for monitoring and controlling adult females of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), a vector of urban arboviruses of public health importance. Although recent studies have highlighted the GAT's potential for mass suppression of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*, standardized protocols for its implementation as a vector control tool remain unavailable. In Chapter I, three passive traps (GAT, MosquiTRAP, and ovitrap) were compared in terms of their sensitivity for detecting *Ae. aegypti* during different seasonal periods in the municipality of Piumhi, Brazil. The ovitrap exhibited higher overall sensitivity, particularly in the rainy season; however, during dry and colder periods, there was no significant difference between the ovitrap and GAT, with the latter showing a negative correlation with maximum, minimum, and average temperatures, indicating its potential utility under limited breeding site availability. Chapter II assessed the efficacy of GAT in population suppression under varying trap densities (14–60 GAT/ha) and coverages (<50% or >60% of households), across five intervention phases (pre-intervention, initial and final suppression, initial and final post-intervention). Significant reductions in the Female Mosquito Index (IMFA) were observed in all GAT treatments compared to controls (Dunn's test, $p < 0.05$), with the most pronounced effect in the 2 GAT/block and >60% coverage arrangement (60 GAT/ha, $p < 0.0001$). Residual effects lasted up to 12 weeks after trap removal, with more prolonged suppression in higher density and coverage areas, while recovery was faster in areas with <50% coverage. Heat maps of confirmed dengue cases revealed no transmission within intervention areas and shifting hotspots to peripheral regions, suggesting a protective effect against virus circulation. Integrated analysis indicated that a minimum coverage of 40% and trap density of 14 GAT/ha already achieve a relevant suppression effect, with optimal performance at >60% coverage and 19 GAT/ha, particularly in winter when infestation levels are lower. Chapter III focused on the development and laboratory testing of four mosquito-proof drain prototypes (DAM-T, DAM-TVC, DAM-B, and DAM-PF), tested in 100 mm and 150 mm diameters. Transparent devices (DAM-T and DAM-TVC) showed significantly higher efficacy in preventing *Ae. aegypti* escape ($p < 0.0001$). The combined use of GAT and physical barriers in domestic environments proved to be a cost-effective and synergistic strategy for vector control, enhancing the outcomes of Integrated Vector Management (IVM) programs. In conclusion, the strategic deployment of GAT during low-infestation periods, particularly in urban areas with infrastructure limitations, when combined with physical blockage of breeding sites such as drains, represents an innovative and effective approach for sustainable reduction of *Ae. aegypti* populations and mitigation of arbovirus transmission risk, offering technical support for public health policy development and entomological surveillance.

Keywords: *Aedes aegypti*; passive traps; vector suppression; GAT; integrated vector management; dengue; urban arboviruses; environmental control; mosquito-proof devices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Foto de armadilha ovitrampa com substrato de oviposição. Fonte: Próprio autor ..	29
Figura 2. Armadilha MosquiTrap. Fonte: https://www.ufmg.br/online/arquivos/003683.shtml	31
Figura 3. Armadilha GAT. Fonte: https://www.biogents.com/bg-gat/	33
Figura 4. Localização geográfica do município de Piumhi no Estado de Minas Gerais. Fonte: Google Maps 2021 - Modificado	44
Figura 5. Armadilhas de captura de culicídeos específicas para a espécie <i>Ae. aegypti</i> utilizadas no experimento.	45
Figura 6. Esquema de distribuição de armadilhas de monitoramento em relação a distância do raio entre as quadras e alternância de trocas das armadilhas nos imóveis no município de Piumhi, Minas Gerais.	46
Figura 7. Esquema de posição das armadilhas GAT, OVT e MQT durante vistoria nos imóveis, Piumhi, Minas Gerais.	46
Figura 8. Desenho experimental exemplificando a distância entre as quadras que receberam as três armadilhas de monitoramento e o local/distância entre elas na área dos imóveis	50
Figura 9. Linha do tempo das atividades realizadas nos períodos GAT x OVT (período integral) e GAT x OVT x MQT (período parcial) do experimento em Piumhi (MG) 2017 e 2018.	52
Figura 10. Modelo de etiqueta de identificação das armadilhas de monitoramento.	53
Figura 11. Dados meteorológicos registrados durante as 39 semanas epidemiológicas, da semana 24 de 2017 a semana 10 de 2018, Piumhi-MG. Fonte: INMET, SAAE.	66
Figura 12. Indicadores entomológicos das armadilhas GAT OVT e GAT durante as semanas epidemiológicas 44 de 2017 a semana 10 de 2018, Piumhi, Minas Gerais: (A) média ($\pm$ erro padrão) da positividade; (B) média ($\pm$ erro padrão) dos indicadores IMFA de captura de fêmeas (GAT e MQT) e Índice de Densidade Vetorial (IDV); (C) média ($\pm$ erro padrão) do indicador IMFA das armadilhas GAT e MQT.	70
Figura 13. Média do índice de positividade entre as armadilhas GAT e OVT durante período integral, 2018, Piumhi, Minas Gerais.	72
Figura 14. Média ($\pm$ erro padrão) do índice de positividade entre as armadilhas GAT e Ovitrampa (OVT) em período seco (s) e chuvoso (c), 2018, Piumhi, Minas Gerais.	76
Figura 15. Estimador de densidade kernel de captura pelas armadilhas por período. Manchas em vermelho (hotspots) apresentam regiões com maior número de capturas no município e pontos vermelhos escuro os casos de dengue, Piumhi, Minas Gerais, 2018.	79

Figura 16. Diferença estatísticas (teste t pareado) entre os valores dos pixels dos mapas de calor por tipo de armadilha e período, Piumhi-MG.	82
Figura 17. Média ($\pm$ erro padrão) dos valores dos pixels por bairro entre períodos: (A) período seco (barra da direita) e período chuvoso (barra da esquerda) por bairro GAT; (B) período seco e período chuvoso por bairro OVT, Piumhi-MG.	84
Figura 18. Localização geográfica do município de Piumhi, Minas Gerais. Fonte: Google Earth 2019.	101
Figura 19. Localização dos tratamentos/bairros no município de Piumhi-MG: Roxo Testemunho bairro Centro; Vermelho 1GAT/100% bairro Jardim Santo Antônio; Azul 1GAT/50% bairro Lagoa de Trás; Amarelo 2GAT/100% bairro Vila Agreny e Laranja 2GAT/50% bairro Nova Piumhi. Fonte: Google Earth – Modificado.	102
Figura 20. Componentes da GAT: (A) componentes da armadilha: a. funil; b. parte superior translúcida. c. balde base; d. anel; e. tela de nylon; f. cartão adesivo; g. atraente sintético; (B) armadilha montada.	103
Figura 21. Desenho metodológico do experimento: Esquema de avaliação de supressão com armadilha GAT realizado no município de Piumhi-MG.	105
Figura 22. Linha do tempo das atividades realizadas nos períodos Pré Intervenção, Intervenção Inicial (início da supressão massal), Intervenção Final (término da supressão massal), Pós-intervenção Inicial e Pós-intervenção Final do experimento em Piumhi-MG.	109
Figura 23. Total de capturas de fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> ($\pm$ erro padrão) em armadilhas de monitoramento dos tratamentos, abril a agosto de 2019, Piumhi-MG: (A) 1GAT<50%; (B) 1GAT>60%; (C) 2GAT<50%; (D) 2GAT>60%; e (E) Testemunho.	113
Figura 24. Média de Captura de fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> ($\pm$ erro padrão) em armadilhas de monitoramento no município por tratamento, janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG.	114
Figura 25. Comparação do índice Médio de Fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> ($\pm$ erro padrão) por tratamento, janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG: (A) 1GAT<50%; (B) 1GAT>60%; (C) 2GAT<50%; (D) 2GAT>60%; e (E) Testemunho.	117
Figura 26. Índice Média de Fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> ($\pm$ erro padrão) por tratamento, janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG.	118
Figura 27. Comparação entre períodos Pré intervenção, Intervenção inicial, Intervenção final, Pós-intervenção inicial e Pós-intervenção final por tratamento: (A) 1GAT<50%; (B) 1GAT>60%; (C) 2GAT<50%; (D) 2GAT>60% e (E) Testemunho, Piumhi-MG.	123
Figura 28. Média do consumo de larvicida ($\pm$ erro padrão) nos bairros das áreas experimentais, Piumhi-MG.	125
Figura 29. Cobertura de aplicação espacial de adulticida (☒) nos tratamentos e atividade de mutirão de limpeza (↓↑) por semana epidemiológica: (A) 1GAT<50%; (B) 1GAT>60%; (C) 2GAT<50%; (D) 2GAT>60% e (E) Testemunho, 2019, Piumhi, Minas Gerais.	127

Figura 30. Estimador de densidade kernel de casos confirmados de dengue acumulados em 2019. Manchas em vermelho (hotspots) apresentam regiões com maior número de casos confirmados de dengue, Piumhi, Minas Gerais.	129
Figura 31. Dados meteorológicos registrados no período de janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG. Fonte: INMET / Vigilância Ambiental do município de Piumhi.	130
Figura 32. Porcentagem de cobertura ($\pm$ desvio padrão) alcançada nos tratamentos 1 e 2 GAT <50% e >60%, Piumhi-MG.	134
Figura 33. Média de armadilhas GAT instaladas por hectare ($\pm$ Desvio Padrão) nos tratamentos 1 e 2 GAT <50% e >60%, Piumhi-MG.	136
Figura 34. Variação da porcentagem de cobertura de instalação das armadilhas GAT e média por hectare durante as semanas de leitura, Piumhi, Minas Gerais.	137
Figura 35. Protótipos dispositivo antimosquito para ralo: (A) materiais utilizados na confecção dos dispositivos antimosquito; (B) protótipos montados.	163
Figura 36. Montagem do “dispositivo antimosquito para ralos” pequenos 100mm: (A) corte da borda da tampa que fixa no pote; (B) corte da parte dentro da tampa formando um aro; (C) posição do aro do funil; (D) ponto de fixação do aro no gargalo com cola quente; (E) corte do bojo do funil rente o aro; (F) realização de ajustes para o encaixe da grelha do ralo; (G) vista lateral da “Dispositivo antimosquito para ralo” menor; (H) preenchimento de espaços com cola quente; (I) posicionamento correto do encaixe; (J) encaixe do aro no espaço da grelha do ralo; (K) vista do protótipo instalado no ralo; (L) vista do “Dispositivo antimosquito para ralo” menor instalada corretamente para avaliação.	164
Figura 37. Montagem da “Dispositivo antimosquito para ralos” grandes 150mm: (A) corte da borda da tampa; (B) tampa com borda removida; (C) fixação do funil; (D) encaixe do “Dispositivo antimosquito para ralo” maior; (E) visão aproximada do sobrepor do protótipo; (F) vista do “Dispositivo antimosquito para ralo” maior instalada corretamente para avaliação.	164
Figura 38. Estruturas no interior de ralos cilíndricos sifonados de PVC. As partes azuis mostram a área base dos ralos com fases imaturas e a área bege espaço de voo dos mosquitos.	165
Figura 39. Teste de laboratório para avaliar a eficácia dos protótipos: (A) Protótipos (tratamentos) de colorações diferentes; (B) teste em ralos maiores (150x150x50mm); (C) teste com pets brancos em ralos menores (100x100x50mm); (D) Ralo com pet transparente visto de cima com mosquitos mortos no interior.	169
Figura 40. Esquema de bateria de testes de sobrevivência em ralos de 100mm e 150mm por tratamento, Piumhi, Minas Gerais.	170
Figura 41. Exemplos de situações ralos domésticos de PVC encontrados com acúmulo de detritos e tela desprendida no fundo dos ralos.	173
Figura 42. Índice por Tipo de Recipiente de criadouros encontrados durante os ciclos de tratamento focal no ano de 2020, Piumhi, Minas Gerais.	174

Figura 43. Índice por Tipo de Recipiente de ralos sifonados de PVC por bairro em 2020 no município de Piumhi, Minas Gerais.	175
Figura 44. Teste de eficácia do "Protótipo de dispositivo antimosquito de ralo" em 10 ralos menores (100mm) por tratamento em condições de semi-campo: (A) DAN-T; (B) DAN-TVC; (C) DAM-B; e (D) DAM-PF.....	180
Figura 45. Porcentagem de sobrevivências de adultos de <i>Ae. aegypti</i> em ralos menores por dia em diferentes tratamentos.	180
Figura 46. Teste de eficácia do método por sobrevivência de mosquitos adultos ($\pm$ erro padrão) por diferentes luminosidades em ralos pequenos (100mm) e ralos grandes (150mm) em condições de semi-campo.	182
Figura 47. Porcentagem de sobrevivências de adultos de <i>Ae. aegypti</i> em ralos maiores por dia em diferentes tratamentos.	182
Figura 48. Comparação das curvas de sobrevivência ($\pm$ erro padrão) pelo teste estatístico de Log-rank (Mantel-Cox) dos diferentes tratamentos em ralos menores (100mm): (A) Dispositivo Antimosquito Transparente (DAM-T); (B) Dispositivo Antimosquito Transparente Verde Claro (DAM-TVC); (C) Dispositivo Antimosquito Branco (DAM-B); e (D) Dispositivo Antimosquito Preto Fosco (DAM-PF).	184
Figura 49. Comparação das curvas de sobrevivência ($\pm$ erro padrão) pelo teste estatístico de Log-rank (Mantel-Cox) dos diferentes tratamentos em ralos maiores (150mm).	185
Figura 50. Dados climáticos registrados no teste de eficácia as Armadilhas em semi-campo em ralos de 100mm.	186
Figura 51. Dados climáticos registrados no teste de eficácia as Armadilhas em semi-campo em ralos de 150mm	187

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Desvantagens do método de ovitrampa para monitoramento de <i>Aedes</i> spp.	30
Tabela 2. Distribuição de armadilhas em relação aos raios de 200 metros de distância entre quadras por setor e bairro no município de Piumhi, MG.	47
Tabela 3. Cronograma de minicurso de reciclagem realizado pela equipe técnica para ACE's do setor de endemias do município para realização das vistorias das armadilhas em campo, Piumhi (MG).	49
Tabela 4. Captura de fêmeas de mosquitos por espécie pela armadilha GAT e quantidade de ovos pela OVT em atividade de monitoramento por semana epidemiológica no período integral, de junho de 2017 a março de 2018, em Piumhi (MG).	58
Tabela 5. Média ($\pm$ Erro Padrão) de mosquitos e ovos capturados nas armadilhas GAT e OVT durante período integral, junho de 2017 a março de 2018, Piumhi (MG).	59
Tabela 6. Captura de fêmeas de mosquitos por espécie pelas armadilhas GAT, MQT e quantidade de ovos pela OVT em atividade de monitoramento por semana epidemiológica no período parcial, de novembro de 2017 a março de 2018, em Piumhi (MG).	60
Tabela 7. Média ($\pm$ Erro Padrão) de mosquitos e ovos capturados nas armadilhas GAT, MQT e OVT durante período parcial, novembro de 2017 a março de 2018, Piumhi-MG.	61
Tabela 8. Média ($\pm$ Erro Padrão; Desvio Padrão) de mosquitos capturados em atividade de monitoramento por tipo de armadilha, no período de junho de 2017 a março de 2018, Piumhi-MG.	63
Tabela 9. Teste de normalidade em relação a positividade de <i>Aedes</i> spp. capturados em armadilhas de monitoramento: comparação entre tratamentos e períodos entre as semanas epidemiológicas 24 de 2017 a semana 10 de 2018, Piumhi-MG.	64
Tabela 10. Variação das variáveis climáticas temperatura máxima, mínima, média e precipitação pluviométrica por período de avaliação, semana 24 de 2017 a semana 10 de 2018, Piumhi-MG.	67
Tabela 11. Correlação da variável precipitação com os indicadores entomológicos fornecido pelas armadilhas GAT, OVT e MQT com defasagem de tempo por período de estudo, semana 24 de 2017 a semana 10 de 2018, Piumhi-MG.	68
Tabela 12. Comparação entre as médias de positividade dos tratamentos Ovitrampa, GAT e MosquiTrap, Piumhi, Minas Gerais 2018.	69
Tabela 13. Correlação das variáveis climáticas e positividade fornecido pelas armadilhas GAT, ovitrampa e MosquiTrap, Piumhi, Minas Gerais, 2018.	73
Tabela 14. Correlação dos indicadores entomológicos de ovitrapas e média de captura de fêmeas grávidas pelas armadilhas GAT e MQT, durante período integral, seco e chuvoso, Piumhi, Minas Gerais, 2018.	74

Tabela 15. Comparação das médias de positividade das armadilhas GAT e ovitrampa nos períodos integral, seco e chuvoso em Piumhi, Minas Gerais, 2018.	75
Tabela 16. Comparação entre os valores dos pixels ($\pm$ erro padrão) os mapas de calor das armadilhas entre períodos seco e chuvoso, Piumhi-MG.	81
Tabela 17. Comparação dos valores da média, erro padrão, mínimo e máximo por bairro e período da armadilha GAT, Piumhi-MG.....	85
Tabela 18. Comparação dos valores da média, erro padrão, mínimo e máximo por bairro e período da armadilha OVT, Piumhi-MG.....	85
Tabela 19. Semanas epidemiológicas correspondentes as aplicações do adúlticida Malathion 44CE por quantidade de consumo nos tratamentos durante atividades de controle químico e mutirões de limpeza nas áreas, 2019, Piumhi, Minas Gerais.	106
Tabela 20. Teste de normalidade das áreas experimentais com fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> capturadas em armadilhas GAT de monitoramento: comparação entre tratamentos e cobertura entre as semanas epidemiológicas três a 52 de 2019, em Piumhi-MG.....	108
Tabela 21. Porcentagem alcançada e classificação das coberturas de instalação de armadilhas GAT de supressão massal por tratamento, Piumhi, Minas Gerais.	110
Tabela 22. Média ($\pm$ Erro Padrão) de mosquitos capturados em GAT de monitoramento, no período de janeiro a dezembro de 2019, Piumhi, Minas Gerais.....	111
Tabela 23. Teste de normalidade e lognormalidade do indicador IMFA das armadilhas de monitoramento nos períodos de avaliação por área experimental, Piumhi, MG.....	118
Tabela 24. Comparação do indicador IMFA entre os tratamentos (teste de Tukey, $p = 0,05$), janeiro a dezembro de 2019, Piumhi, Minas Gerais.....	119
Tabela 25. Comparação do indicador IMFA entre períodos (teste de Dunn's, $p = 0,05$), janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG.....	120
Tabela 26. Casos confirmados de dengue nas áreas experimentais nos anos de 2017, 2018 e 2019 em Piumhi, Minas Gerais.	128
Tabela 27. Correlação das variáveis climáticas e o indicador IMFA fornecido pela armadilha GAT, janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG.	131
Tabela 28. Correlação da variável precipitação com o indicador IMFA fornecido pela armadilha GAT com defasagem de tempo, janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG.	131
Tabela 29. Porcentagem de Culicídeos capturados nas armadilhas GAT de supressão por espécie e sexo, Piumhi-MG.....	132
Tabela 30. Total de Culicídeos capturados nas armadilhas GAT de supressão por tratamentos, espécie e sexo, Piumhi-MG.	133

Tabela 31. Comparação entre a porcentagem de cobertura alcançada de instalação das armadilhas de supressão e diferença entre cobertura mínima de 80% segundo Barrera e colaboradores (2014), Piumhi-MG.....	134
Tabela 32. Comparação entre porcentagem de cobertura de armadilhas alcançada, média de armadilhas GAT por hectare, abril a agosto de 2019, Piumhi-MG.....	135
Tabela 33. Atividades de pesquisa larvária pela metodologia LIRAA realizada no município de Piumhi de 2017 a 2020, Minas Gerais.....	160
Tabela 34. Características dos bairros do município de Piumhi, Minas Gerais.	161
Tabela 35. Medidas do diâmetro, área e comprimento dos semicampos e "Dispositivo Antimosquito" para cálculo da Superfície de Evaporação (S.E) e Substrato de Oviposição (S.O)	166
Tabela 36. Teste de normalidade da sobrevivência em ralos menores: comparação do número médio de sobreviventes entre tratamentos em condições de laboratório.	176
Tabela 37. Teste de normalidade da sobrevivência em ralos maiores: comparação do número médio de sobreviventes entre tratamentos em condições de semi-campo, Piumhi, MG.	176
Tabela 38. Teste de sobrevivência de <i>Ae. aegypti</i> em ralos menores (N = 10) por tratamento, em condições de semi-campo, Piumhi, Minas Gerais.	178
Tabela 39. Teste de sobrevivência de <i>Ae. aegypti</i> em ralos maiores (N = 4) por tratamento, em condições de semi-campo, Piumhi, Minas Gerais.	179
Tabela 40. Comparação entre os tratamentos DAM-T, DAM-TVC, DAM-B, DAM-PF e C+ em relação a diferença da média de sobrevivências em ralos menores.	181
Tabela 41. Comparação entre os tratamentos em relação a diferença da média de sobrevivências em ralos maiores (150mm).	183
Tabela 42. Comparação entre o mesmo tipo de tratamento em relação a diferença da média de sobrevivências em ralos menores (100mm) e maiores (150mm).	183

LISTA DE SIGLAS

ACE	Agente de Controle de Endemias
AGO	Autocidal Gravid Ovitrap
BGS	BG-Sentinela
CHIKV	Chikungunya vírus
CGPNCMD	Coordenação Geral dos Programas de Controle da Malária e das Doenças Transmitidas pelo <i>Aedes</i>
DENV	Dengue vírus
EL	Eliza Leonel
EP	Erro Padrão
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GAT	Gravid Aedes Trap
ha	Hectare
IAO	Índices de Armadilha de Oviposição
IMFA	Índice Médio de Fêmeas de <i>Aedes</i>
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPG	Índice de Positividade da GAT
JSA	Jardim Santo Antônio
LIRAA	Levantamento Rápido do Índice de Infestação por <i>Aedes aegypti</i>
LT	Lagoa de Trás
MIV	Manejo Integrado de Vetores
MQT	MosquiTrap
MS	Ministério da Saúde
OL	Ovitampas Letais
OMS	Organização Mundial da Saúde
PE	Ponto Estratégico
PNCD	Programa Nacional de Controle da Dengue
RGCV	Resposta Global de Controle de Vetores

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	25
2. Indicadores usados no monitoramento entomológico	27
3. Ovitampa	29
4. MosquiTrap	31
5. Gravid Aedes Trap	32
6. Coleta massal por armadilhas	34
7. Densidade de armadilhas por área	35
8. JUSTIFICATIVA	36
9. OBJETIVO	38
9.1 Geral.....	38
9.2 Específico	38

Capítulo I:

Avaliação do monitoramento de <i>Aedes aegypti</i> com armadilhas GAT, MosquiTrap e ovitrampas em área urbana do município de Piumhi (MG).	39
RESUMO	40
ABSTRACT	41
I.1 INTRODUÇÃO	42
I.2 MATERIAIS E MÉTODOS	44
I.2.1 Parcerias intersetoriais.....	44
I.2.2 Caracterização da área de estudo	44
I.2.2.1 Local e período de estudo.....	44
I.2.3 Metodologia	45
I.2.4 Desenho experimental	49
I.2.5 Identificação de espécies capturadas nas armadilhas	53
I.2.6 Parâmetros avaliados.....	54
I.2.6.1 Dados meteorológicos	54
I.2.6.2 Análise de dados	54
I.2.6.3 Georreferenciamento e mapas de densidade	56
I.3 RESULTADOS	57
I.3.1 Total de captura de culicídeos por espécie nas armadilhas	57
I.3.1.1 Período Integral (GAT x OVT)	57
I.3.1.2 Período Parcial (GAT x MQT x OVT)	59
I.3.2 Captura média semanal de culicídeos por armadilha	62

I.3.3 Teste de normalidade da positividade de <i>Aedes ssp</i> por período	64
I.3.4 Variáveis Climáticas	64
I.3.5 GAT vs OVT vs MQT	68
I.3.5.1 Correlação entre as variáveis meteorológicas e as armadilhas	71
I.3.6 Positividade média entre as armadilhas GAT vs OVT no período integral	71
I.3.6.1 Correlação entre as variáveis meteorológicas e as armadilhas no período integral	76
I.3.7 Positividade média entre as armadilhas GAT vs OVT no período seco	76
I.3.7.1 Correlação entre as variáveis meteorológicas e as armadilhas no período seco.....	76
I.3.8 Positividade média das armadilhas GAT vs OVT no período chuvoso	77
I.3.8.1 Correlação entre as variáveis meteorológicas e as armadilhas no período chuvoso	77
I.3.9 Mapa de Kernel acumulado e por estação.....	78
I.4 DISCUSSÃO.....	86

Capítulo II:

Avaliação da densidade e cobertura de armadilhas GAT na supressão populacional de <i>Aedes aegypti</i> em área urbana do município de Piumhi (MG).	95
RESUMO.....	96
ABSTRACT	97
II.1 INTRODUÇÃO	98
II.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	100
II.2.1 Parcerias intersetoriais	100
II.2.2 Caracterização das áreas de estudo	100
II.2.2.1 Locais e período do estudo	100
II.2.2.2 Áreas experimentais.....	101
II.2.2.3 Agentes de Controle de Endemias (ACE) do município de Piumhi.....	102
II.2.3 Armadilha utilizada nos experimentos	102
II.2.4 Metodologia.....	104
II.2.4.1 Desenho metodológico	104
II.2.4.2 Identificação de espécies de mosquitos capturados	105
II.2.5 Atividades do PNCD nas áreas experimentais	106
II.2.6 Parâmetros avaliados	107
II.2.6.1 Indicador entomológico produzido pela armadilha GAT	107
II.2.6.2 Dados meteorológicos	107
II.2.6.3 Análise estatística	107
II.2.6.4 Cobertura de instalação das armadilhas de supressão	109
II.2.6.5 Georreferenciamento e mapas de densidade.....	110
II.3 RESULTADOS.....	111

II.3.1	Monitoramento	111
II.3.1.1	Captura de culicídeos.....	111
II.3.1.2	Indicadores entomológicos	112
II.3.2	Atividade de controle químico e eliminação de criadouros no município	124
II.3.3	Ocorrência de casos de dengue nas áreas experimentais	128
II.3.4	Variáveis Climáticas	129
II.3.5	Supressão massal	132
II.3.5.1	Captura de culicídeos nas áreas de supressão	132
II.3.5.2	Cobertura de armadilhas de supressão instaladas e armadilhas por área.....	133
II.4	DISCUSSÃO	138

Capítulo III:

DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO PARA SISTEMA DE DRENAGEM COM SIFÃO COMO ALTERNATIVA DE MANEJO AMBIENTAL DE <i>Aedes aegypti</i> NO MUNICÍPIO DE PIUMHI (MG).		151
RESUMO.....		152
ABSTRACT		153
III.1	INTRODUÇÃO.....	154
III.2	REFERENCIAL TEÓRICO	156
III.3	JUSTIFICATIVA	158
III.4	OBJETIVO GERAL	159
III.4.1	Objetivos específicos	159
III.5	MATERIAIS E MÉTODOS	160
III.5.1	Local do experimento e período	160
III.5.2	Mosquitos utilizados no experimento	162
III.5.3	Protótipos avaliados no experimento	162
III.5.4	Tipos de ralos sifonados de PVC avaliados	165
III.5.5	Cálculos de superfície de contato dos ralos de PVC com protótipos instalados	165
III.5.6	Teste de eficácia do protótipo de dispositivos antimosquito para ralos de PVC	167
III.5.7	Análise estatística	171
III.6	RESULTADOS	172
III.6.1	Levantamento de ralos de drenagem de água encontrados em Piumhi:	172
III.6.2	Teste de avaliação dos protótipos	176
III.6.3	Sobrevivência de mosquitos nos dispositivos	177
III.6.4	Sobrevivência	184
III.6.5	Variáveis Climáticas	185
III.7	DISCUSSÃO.....	188

CONCLUSÕES FINAIS	192
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	195
ANEXO I:.....	198
ANEXO II:	200
ANEXO III	201
ANEXO IV	202
ANEXO V	203
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	206

1. INTRODUÇÃO GERAL

As arboviroses transmitidas por *Ae. aegypti* são um dos principais problemas de saúde pública, especialmente em países tropicais. No Brasil, as principais arboviroses transmitidas por *Ae. aegypti* são representadas pelos arbovírus dengue (DENV), chikungunya (CHIKV) e o vírus zika (ZIKV) (Contevelle et al., 2016; WHO, 2018).

No Brasil, após a implementação do Plano Nacional de Controle da Dengue (PNCD) pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2002), que normatizou as atividades de combate ao *Aedes* nas formas imaturas e adultas, as ações de controle foram centradas em detectar, destruir ou eliminar depósitos naturais ou artificiais que possam servir de criadouro do inseto vetor (Brasil, 2009).

A compreensão da dinâmica populacional dos vetores em uma determinada região geográfica, por meio de diferentes estratégias de monitoramento do vetor, permite o planejamento de políticas públicas em saúde para o controle do *Ae. aegypti*, porém, a escolha do método deve considerar questões como tipos de indicadores entomológicos, custo e recursos humanos (WHO, 2020).

O controle de mosquitos vetores em programas de saúde tem constituído um importante desafio, principalmente para os países em desenvolvimento, mesmo em situações em que os recursos destinados para a implementação da vigilância entomológica e controle são apropriados, muitas vezes não se tem alcançado o devido sucesso. Aspectos relacionados a problemas de infraestrutura das cidades, tais como a deficiência na coleta de resíduos sólidos, abastecimento de água e fatores ambientais, comprometem a efetividade dos métodos tradicionais de controle do *Ae. aegypti* (Coelho, 2008), além de métodos de monitoramento defasados e onerosos (Eiras & Resende, 2009).

Em programas de controle de vetores, os métodos de monitoramento são essenciais no direcionamento das ações, envolvendo todas as etapas do ciclo de vida do *Aedes*. Durante a fase de ovo, usa-se armadilhas ovitrampas (OVT), e nas fases de larva e pupa as técnicas de pesquisa larvária ou larvitrapas (Gomes, 1998; Funasa, 2001; Brasil, 2002; Saúde et al., 2009; Saúde, 2013).

Na fase adulta, são utilizadas armadilhas ativas, dependentes de energia elétrica e armadilhas passivas, que funcionam sem fonte de energia (Eiras e Resende, 2009; Barrera, Amador, Acevedo, Hemme, et al., 2014; Eiras et al., 2014). No monitoramento de adultos é utilizado estímulos visuais e olfativos para atrair fêmeas de *Aedes* spp. que buscam fonte alimentar para realizar a hematofagia (Kroeckel et al., 2006; Williams et al., 2007; Li et al.,

2016) ou fêmeas grávidas que procuram criadouros adequados para oviposição (Ritchie, 2001; Eiras, Á. E., 2002; Barrera, Amador, Acevedo, Caban, *et al.*, 2014; Eiras *et al.*, 2014; Ritchie *et al.*, 2014).

Atualmente a maioria das ferramentas de controle do *Ae. aegypti* disponíveis apresentam eficácia limitada, indicando a necessidade do desenvolvimento e avaliação de novas estratégias de controle as quais devem ser ambientalmente corretas, seguras, eficazes, com boa relação custo-benefício e aceitas pela população (Gubler, 2013).

Um método ecológico e sustentável de controle de insetos, denominado de “supressão de populações de insetos” é baseado na utilização de dispositivos para a captura, eliminação ou erradicação de insetos, geralmente com a ajuda de atrativos sintéticos como feromônios sexuais ou de agregação, em uma área geograficamente definida (Navarro-Lopis & Vacas, 2012).

Este método é denominado de “coleta massal” (do inglês, “*mass trapping*”) e foi utilizado pela primeira vez na entomologia agrícola, na década de 1990 no Brasil. A metodologia de coleta massal tem sido utilizada para combater várias pragas agrícolas como, por exemplo, *Cydia pomonella* (mariposa-das-maçãs), *Pectinophora gossypiella* (lagarta rosada), *Anthonomus grandis* (bicudo-do-algodoeiro) por meio da coleta em massa dos insetos em uma determinada área com uso de armadilhas (El-Sayed *et al.*, 2006).

No Brasil, os primeiros testes de supressão massal em *Ae. aegypti* foram realizados com as ovitrampas letais (OLs), que tiveram sucesso especialmente quando usada em combinação com a aplicação de larvicidas em criadouros (Perich *et al.*, 2003; Sithiprasasna *et al.*, 2003).

Em 2014, a efetividade da supressão de adultos de *Ae. aegypti* com armadilhas BG-Sentinel® (BGS) foi avaliada na cidade de Manaus (AM) e os resultados demonstraram que a supressão de adultos pelas armadilhas reduziu a abundância de *Ae. aegypti* somente no período chuvoso (Deneger, 2014).

A armadilha adesiva MosquiTRAP (MQT) foi avaliada como ferramenta de supressão de adultos de *Ae. aegypti* e os resultados indicaram que não foi eficaz no controle massal, sendo indicada apenas para o monitoramento vetorial (Deneger, 2014; Degener *et al.*, 2015).

Posteriormente, em 2016 em avaliação realizada em Sete Lagoas (MG) com armadilhas BG-Mosquitito (BioGents, Regensburg, Alemanha), em uma área com alta infestação, identificada por um sistema de monitoramento em tempo real (MI-Aedes) os resultados indicaram uma redução significativa de fêmeas *Ae. aegypti* em relação à área controle (Deneger, 2014).

O controle de fêmeas de *Ae. aegypti* por armadilhas GAT demonstrou ser satisfatório em áreas residenciais do município de Piumhi (MG) nas densidades 1 e 2 armadilhas por imóvel,

porém, apenas a área com densidade de 2 GAT por imóvel conseguiu manter a densidade populacional de *Ae. aegypti* em nível baixo por até duas semanas após a retirada das armadilhas (Mota, 2018).

2. Indicadores usados no monitoramento entomológico

O monitoramento entomológico tem a finalidade de mensurar a população de mosquitos e sua distribuição geográfica para direcionar ações de controle vetorial. O monitoramento pode ser realizado em todas as fases do ciclo de vida: ovo, larva, pupa e adulto (Consoli e Oliveira, 1994; Gomes, 1998; Forattini, 2002a). É considerado um dos principais componentes no combate a doenças transmitidas por mosquitos (Brasil, 2002; Saúde *et al.*, 2009; Who, 2016b).

A coleta de ovos é realizada por armadilhas de oviposição conhecidas como ovitrampas (Fay e Eliason, 1966) que atraem as fêmeas por estímulos visuais e olfativos, realizando a ovipostura em superfície áspera chamada substrato de oviposição (Fay e Perry, 1965). A técnica de monitoramento entomológico por armadilhas ovitrampas é considerado como um método sensível e específico para a espécie *Ae. aegypti* (Marques *et al.*, 1993; Braga *et al.*, 2000; Silva *et al.*, 2009; Ioc, 2014; Codeço *et al.*, 2015) e *Ae. albopictus* (Chen *et al.*, 2006; Liu *et al.*, 2023).

Na metodologia de monitoramento com ovitrampas são elaborados três tipos de indicadores: (i) Índice de Positividade de Ovitampa (Fay e Perry, 1965), que aponta a porcentagem de ovitrampas positivas em relação ao total vistoriadas; (ii) Índice de Densidade de Ovo (Gomes, 1998), a média de ovos de *Aedes* sp. por ovitampa positiva e (iii) Índice de Densidade Vetorial (Eiras e Resende, 2009) a média de ovos de *Aedes* sp. por ovitampa vistoriada.

No monitoramento da fase larval, são descritos sete tipos diferentes de índices dependendo da técnica e local a ser utilizado: (i) Índice de Edifício, calcula a porcentagem de edifícios positivos para fase larval; (ii) Índice de Recipiente, a porcentagem de recipientes com água e positivos para larvas (Connor e Monroe, 1923); (iii) Índice de Breteau, a porcentagem de recipientes positivos com larvas por imóvel (Breteau, 1954); (iv) Índice de Densidade Larvária, o número médio de larvas por imóvel (Chan *et al.*, 1971); (v) Índice Estegômico, o número de recipientes positivos por 1.000 pessoas (Bang *et al.*, 1981); (vi) Índice de Densidade Larvária de Stegomia, o número de larvas de *Aedes* spp por 1.000 habitantes área; e (vii) Índice de Densidade da Larvitampa, a média do número de larvas por larvitampa positiva (Lok, 1985).

Na fase de pupa, existem dois tipos de índices específicos, Índice Pupal a razão do número de pupas por 100 imóveis (Lok, 1985) e o Índice de Produtividade de adultos, o produto do número de criadouros positivos e a média de pupas encontradas (Tun-Lin *et al.*, 1996).

Atualmente no Brasil, os índices usados no Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) para o monitoramento do *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, são os índices de ovitrampas e os índices de Breteau, tipo de recipientes e de infestação predial, aplicados nas metodologias amostrais em campo pelo Levantamento de Índice (LI) e Levantamento Rápido de Índices para *Ae. aegypti* (LIRAA) (Funasa, 2001; Brasil, 2002; Brasil, 2005; Saúde *et al.*, 2009; Saúde, 2013).

O monitoramento de mosquitos adultos, principalmente captura de fêmeas de *Ae. aegypti*, pode ser realizada por diferentes métodos, utilizando isca animal, rede, aspiração e armadilhas (Gomes, 1998). A isca animal permite calcular a Taxa de Picada e compreende o número de fêmeas coletadas por homem/hora, usado na captura de espécies antropofílicas (Reisen *et al.*, 1989).

O Índice de Densidade por Casa é o número de fêmeas por casa ou o número de fêmeas por casa por 15 minutos. Este índice pode ser aplicado para a espécie *Ae. aegypti* devido seu hábito alimentar e repouso intradomiciliar. O Índice de Rede, é a razão do número de fêmeas capturadas com rede, tipo puçá, por homem/hora em ambiente peridomiciliar ou com vegetação (Gomes, 1998).

O uso de armadilhas na coleta de mosquitos adultos pode ser realizado por diferentes modelos, armadilhas ativas as quais normalmente usam energia elétrica (Sudia e Chamberlain, 1962; Fay e Prince, 1970; Reisen *et al.*, 1989; Kroeckel *et al.*, 2006; Hall-Mendelin *et al.*, 2010; Ritchie *et al.*, 2013) e armadilhas passivas que capturam ao usar estímulos de atração visual, evaporação da água e estímulos olfativos (Fávaro *et al.*, 2006; Donatti e Gomes, 2007; Barrera, Amador, Acevedo, Caban, *et al.*, 2014; Eiras *et al.*, 2014). As armadilhas de adultos permitem gerar o Índice Médio de Fêmeas de *Aedes* (IMFA) que é a média de fêmeas de *Aedes*. capturadas em relação ao total de armadilhas vistoriadas e o Índice Médio de Fêmeas de *Aedes* temporal (IMFAt), que é a Média de fêmeas de *Aedes*. capturadas em relação ao total de armadilhas vistoriadas pelo período de semanas (Eiras e Resende, 2009).

3. Ovitrapa

A armadilha de coleta de ovos de mosquitos ovitrapa, consiste em um recipiente preto com capacidade média de 500ml e palheta de madeira compensada como substrato de oviposição para as fêmeas depositarem seus ovos (Gomes, 1998; Funasa, 2001; Saúde *et al.*, 2009) (Figura 1). A ovitrapa foi desenvolvida com base em estudos comportamentais de oviposição realizado por fêmeas grávidas de *Aedes* sp., possibilitando apontar a presença de vetores nos locais de instalação (Fay e Perry, 1965; Fay e Eliason, 1966).



Figura 1. Foto de armadilha ovitrapa com substrato de oviposição. Fonte: Próprio autor

Os odores exalados de infusões de água contendo feno e colônias de bactérias são mais atrativos na oviposição do que água pura nas fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* e *Culex quinquefasciatus*, variando de acordo com a concentração (Gjullin *et al.*, 1965; Hazard *et al.*, 1967). O uso destas soluções potencializam a captura de ovos em armadilhas ovitrapa (Reiter, 1986; 1987).

Os atraentes de oviposição usados em ovitrampas liberam estímulos olfativos derivados de colônias de bactérias, indicando local apropriado para alimentação da prole (Sant'ana *et al.*, 2006; Wong *et al.*, 2012) como a infusão de feno usado amplamente em estudos, eficaz na atração de fêmeas de *Ae. aegypti* (A Polson *et al.*, 2002; Sihuincha *et al.*, 2005; Regis *et al.*, 2008) otimizando até oito vezes mais a oviposição (Reiter *et al.*, 1991).

Infusão com leveduras de cerveja também são usadas como atraentes de oviposição (Allan e Kline, 1995; Martinez e Legall, 1998). No entanto, as infusões apresentam algumas

desvantagens, como transporte até o campo e manutenção, deste modo, outras alternativas eficazes de atraentes de oviposição consiste em adicionar pellets de ração de coelhos e peixes a base de alfafa, otimizando as vistorias em campo (Ritchie, 2001; Arbaoui e Chua, 2014). A vistoria das ovitrampas devem ser realizadas uma vez por semana (Forattini, 2002a; Micieli e Campos, 2003; Williams *et al.*, 2006; Bakran-Lebl *et al.*, 2022) evitando que a armadilha passe a oferecer condição para a eclosão dos ovos e dispersão de mosquitos adultos.

A distribuição das ovitrampas no terreno pode ser realizada na proporção mínima de uma armadilha a cada nove quadras, uma para cada 225 imóveis ou em raios de 300 metros distância (Funasa, 2001; Saúde *et al.*, 2009). Porém, a metodologia de distância entre armadilhas por raio é mais utilizada hoje em dia (Moura *et al.*, 2020; Schultes *et al.*, 2021).

A ovitrampa é considerada um método de monitoramento mais sensível que a pesquisa larvária na detecção da espécie *Ae. aegypti* (Marques *et al.*, 1993; Braga *et al.*, 2000) e também mais sensível e específica em comparação a outras armadilhas (Marques *et al.*, 1993; Silva *et al.*, 2009; Ioc, 2014; Codeço *et al.*, 2015). A sensibilidade da armadilha ovitrampa de detectar a presença de fêmeas de *Ae. aegypti* permite recomendar o método para o direcionamento e avaliação das ações de controle vetorial (Honório, Codeço, *et al.*, 2009; Pessanha *et al.*, 2014; Oliveira, 2016). Porém, apesar da alta sensibilidade no monitoramento do *Ae. aegypti*, o uso de ovitrampas apresenta limitações importantes (Tabela 1).

Tabela 1. Desvantagens do método de ovitrampa para monitoramento de *Aedes* spp.

Desvantagens	Descrição	Referência
Demanda laboratorial elevada.	Necessidade de recolher, transportar e analisar ovos em laboratório, o que consome tempo e recursos humanos.	Wright et al., 2023; Hamesse et al., 2023
Não estima adultos diretamente.	Ovitrampas capturaram ovos, não adultos, dificultando a avaliação direta da população adulta e do risco imediato de transmissão.	Gao et al., 2019; Ahmad-Azri et al., 2019; Quezada-Yaguachi et al., 2021
Subestimação em áreas de alta densidade.	Em locais com alta densidade de <i>Ae. aegypti</i> , as ovitrampas podem subestimar a infestação real de adultos em comparação com armadilhas específicas para adultos.	Gao et al., 2019; Ahmad-Azri et al., 2019;
Dificuldade de diferenciação de espécies.	Ovos de diferentes espécies de <i>Aedes</i> spp. podem ser morfológicamente semelhantes, exigindo técnicas laboratoriais adicionais para identificação.	Fikri et al., 2021; Djiappi-Tchamen et al., 2022

4. MosquiTrap

A armadilha MosquiTrap[®] (MQT) (Patente: n. PI0203907-9) foi desenvolvida na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) licenciada pela empresa ECOVEC^{S.A} para o monitoramento de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* (Eiras, A., 2002; Fávaro *et al.*, 2006).

A MQT é um recipiente composto por duas partes de cor preto fosco, montada mede 33 cm de altura por 15 cm de largura. A base da armadilha tem capacidade média de 300 ml e parte superior em formato de funil por onde ocorre a entrada de mosquitos e captura pelo cartão adesivo, estimulada pela presença de água na base e pelo atraente sintético AtrAedes[®] no interior na armadilha (Eiras e Resende, 2009) (Figura 2).



Figura 2. Armadilha MosquiTrap. Fonte: <https://www.ufmg.br/online/arquivos/003683.shtml>

O tempo para as vistorias da MQT em campo foi comparado a OVT e pesquisa larvária, mostrando ser rápida e prática, em média oito minutos com auxílio de uma lupa, sendo que a pesquisa larvária pode levar até 24 minutos para sua realização no imóvel (Resende *et al.*, 2010). O local recomendado para a instalação da MQT é o peridomicílio dos imóveis, em local sombreado, protegido do sol e da chuva onde captura até cinco vezes mais fêmeas de *Ae. aegypti* do que quando instaladas no intradomicílio do imóvel (Fávaro *et al.*, 2006).

A armadilha MQT tem sido avaliada em estudos de monitoramento de vetores de arbovírus (Gama *et al.*, 2007; Lourenço-De-Oliveira *et al.*, 2008; Maciel-De-Freitas, Peres, *et al.*, 2008; Steffler *et al.*, 2011; Resende *et al.*, 2013), em ensaios de marcação, soltura e recaptura (Maciel-De-Freitas, Eiras, *et al.*, 2008; Maciel-De-Freitas e Lourenço-De-Oliveira, 2009), estudos longitudinais de monitoramento para avaliar a relação entre capturas com fatores meteorológicos e caracterização de padrões temporais da dinâmica de populações de *Ae. aegypti* (Vilela *et al.*, 2010; Dos Santos *et al.*, 2017; Sedda *et al.*, 2018).

Estudos mostraram que a MQT é mais sensível que o método de pesquisa larvária por detectar a presença de fêmeas adultas e apontar maior correlação de áreas de captura com áreas de alta incidência de dengue (Melo *et al.*, 2012; Resende *et al.*, 2013; Codeço *et al.*, 2015). Deste modo, o uso da MQT é viável para mensurar o risco de transmissão de arbovírus e apresentou maior correlação espacial e temporal com a dispersão de casos de dengue em relação à pesquisa larvária e ovitrampas (Melo *et al.*, 2012).

5. Gravid Aedes Trap

Em 2012, foi desenvolvida e patenteada (Patente: n. BR2020120280022) a armadilha GAT (do inglês “*Gravid Aedes Trap*”) (Figura 3) para captura de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti*, uma colaboração entre a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG-Brasil) e James Cook University, Cairns Queensland (JCU- Austrália) (Eiras *et al.*, 2014; Ritchie *et al.*, 2014; Heringer *et al.*, 2016).

A armadilha GAT é passiva e utiliza estímulos visuais (cor preta), físicos (umidade) e olfativos (infusão de gramíneas ou pellet de ração). A GAT é de fácil instalação, manuseio e transporte, de baixo custo e fácil identificação de mosquitos durante as inspeções (Eiras *et al.*, 2014; Biogents, 2017). É uma armadilha que pode ser usada em programas de monitoramento vetorial principalmente em regiões onde os recursos são limitados e na captura de fêmeas de outras espécies como *Ae. albopictus* e *Culex* spp. (Eiras *et al.*, 2014; Ritchie *et al.*, 2014).



Figura 3. Armadilha GAT. Fonte: <https://www.biogents.com/bg-gat/>

Avaliações em condições de semicampo na Austrália demonstraram que a GAT capturou significativamente mais fêmeas adultas do que a armadilha MQT e foi superior na sensibilidade para detectar a presença do vetor (Eiras *et al.*, 2014; Ritchie *et al.*, 2014).

Em 2015, a armadilha foi licenciada para a empresa alemã Biogents S.A (Regensburg, Alemanha) a qual produz e comercializa mundialmente (Biogents, 2017), e se encontra em mais de 45 países e é considerada a segunda armadilha mais comercializada nos Estados Unidos da América (Kading *et al.*, 2020).

A armadilha GAT tem sido usada para a detecção e o monitoramento de *Ae. aegypti* na Austrália, Vietnã, Tailândia, Irlanda do Norte, Estados Unidos, Itália, França, Espanha e Filipinas (Cilek *et al.*, 2017; Johnson, Hurst, *et al.*, 2017). No porto de Marselha, França, a GAT foi capaz de detectar a presença do *Ae. aegypti*, ausente na região deste 1950, capturado a 350 metros do porto. Tais evidências demonstram que a GAT também pode ser utilizada na detecção da espécie em pontos estratégicos como portos, aeroportos e fronteiras (Jeannin *et al.*, 2022) semelhante às ovitrampas. No Brasil, a armadilha foi avaliada pelo grupo da UFMG em situação de semicampo e demonstrou ser capaz de reduzir em 60% as fêmeas grávidas (Heringer *et al.*, 2016) e em campo foi capaz de capturar fêmeas de *Ae. aegypti* infectadas por ZIKV, DENV-1 e DENV-2 (Eiras *et al.*, 2018).

A armadilha GAT foi avaliada preliminarmente em condições de campo como ferramenta de supressão de fêmeas de *Ae. aegypti* por meio da coleta massal em três áreas experimentais do município de Piumhi (MG), durante as semanas epidemiológicas 10 a 22 de 2016, nas densidades de 1GAT e 2GAT/imóvel. Os resultados demonstraram que as áreas de supressão reduziram os indicadores entomológicos Índice Médio de Fêmeas de *Aedes* (IMFA)

e Índice de Positividade da GAT (IPG) significativamente, bem como permitiu detectar a presença do Zika vírus por meio da detecção de mosquitos infectados coletados nas áreas de coleta massal (Mota, 2018).

6. Coleta massal por armadilhas

O controle populacional de mosquitos vetores através da técnica de coleta massal, que consiste no uso de grande quantidade de armadilhas, é uma alternativa que vem sendo utilizada, no entanto, é de extrema importância que o método seja integrado em programas de controle devido questões como fatores operacionais, mobilização, participação da população local, e sobretudo, em relação aos profissionais da área de controle de vetores, que geralmente mostram resistência a novas tecnologias de controle vetorial, onde a cultura do controle químico para estes profissionais é de maior importância (Kline, 2006).

Durante a avaliação de uma determinada armadilha para averiguar sua eficácia em controlar mosquitos vetores, várias questões são observadas no processo, como: (i) estudos laboratoriais da espécie alvo; (ii) teste de campo em pequena escala, para determinar a eficiência da armadilha na captura, (iii) coleta de dados meteorológicos durante os ensaios, (iv) estudo de preferência randomizado, (v) viés de localização das armadilhas deve ser evitado utilizando o método quadrado latino, (vi) distância entre armadilhas, (vii) avaliação da densidade da armadilha; (viii) testes de campo em larga escala, associado a um desenho experimental com estatística capaz de demonstrar a diferença entre áreas com armadilhas de supressão e área testemunho, (ix) durabilidade, (x) nível de adesão pela comunidade local, (xi) cobertura mínima da área de tratamento e o (xii) acompanhado do percentual de cobertura no decorrer do período de estudo (Who, 2018).

A armadilha GAT demonstrou ser promissora durante avaliação em situação de semi-campo como ferramenta de supressão massal de *Ae. aegypti*, principalmente associada a remoção de criadouros potenciais (Eiras *et al.*, 2021).

A supressão massal de mosquitos por armadilhas GAT associada a eliminação de criadouros foi capaz de reduzir consideravelmente a população de *Ae. aegypti* nas ilhas Maldivas, com densidades entre 10 e 15 armadilhas/hectare durante 18 meses de avaliação, porém, foi necessário manter as armadilhas em operação durante seis meses após redução expressiva (Jahir *et al.*, 2022).

7. Densidade de armadilhas por área

Trabalho de pesquisa sobre coleta massal de mosquitos com armadilha BG-Sentinela, realizado em Manaus, AM, demonstrou que a densidade de 26 armadilhas/hectare resultou na redução da infestação de *Ae. aegypti* em comparação com a área controle em Manaus, AM (Degener, Eiras, *et al.*, 2014).

Estudo de coleta massal de mosquitos com a armadilha BG-Mosquitaire com isca de CO₂ em ilha das Filipinas, demonstrou redução das populações de *Ae. aegypti* e *C. quinquefasciatus* com a densidade de 10 armadilhas/hectare em um período de cinco meses (Knols *et al.*, 2023).

A armadilha passiva Autocidal Gravid Ovitrap (AGO) para captura de fêmeas de *Ae. aegypti*, apresentou resultados promissores na redução das populações de *Ae. aegypti* com densidades acima de 25,7 armadilhas/hectare, nas áreas que mantiveram densidades mais baixas, não foi observado a redução da população de fêmeas da espécie (Juarez *et al.*, 2021).

Durante pesquisa de campo utilizando a armadilha autodisseminadora In2Care para reduzir a população de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, não foi alcançado a densidade mínima de 10 armadilhas por 0,4 hectare (4 In2Care por imóvel no local do estudo), deste modo, não atingiram o objetivo de suprimir a população local de mosquitos, que somente após ação de manejo ambiental e tratamento removendo e eliminando criadouros que competem com a armadilha na oviposição das fêmeas foi possível controlar a situação (Brisco *et al.*, 2023).

Neste estudo foi apontado que fatores como a inviabilidade logística e monetária para o programa de controle de vetores local, quantidade de armadilhas necessárias, a baixa adesão pelos moradores em aceitar 4 armadilhas no imóvel e recusa de parte da população em aderir ao projeto, resultaram na baixa densidade de armadilhas por área e a ineficácia do método de controle vetorial (Brisco *et al.*, 2023).

8. JUSTIFICATIVA

Enquanto não se dispõe de medidas mais eficientes no combate aos arbovírus transmitidos pelo *Ae. aegypti*, o controle vetorial é o ponto da cadeia epidemiológica que pode ser mais atingido. A Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS/OMS) indicou estratégias competentes para o controle do *Ae. aegypti* com o objetivo de combater as epidemias de Zika vírus, entre estas o uso de armadilha.

Estudos sobre o uso de armadilhas passivas no monitoramento e na supressão populacional de *Ae. aegypti* sugerem o uso da GAT em programas de controle do vetor, tendo como parâmetro de eficiência o monitoramento por ovitrampa, BGS e pela própria GAT.

Trabalhos de campo com supressão massal de armadilhas para controle de fêmeas de *Ae. aegypti* sugerem uma cobertura mínima de imóveis com armadilhas em uma determinada área, capaz de reduzir a infestação vetorial e de mosquitos infectados com arbovírus por supressão quando associado a atividades de manejo ambiental.

O valor mínimo de cobertura tem limitações e variáveis que devem ser consideradas como, poucos trabalhos publicados sobre supressão de fêmeas adultas por armadilhas, tipo e tamanho da armadilha, densidade e características dos imóveis locais, de modo que há necessidade de mais estudos em campo para estabelecer porcentagem e cobertura ideal por armadilha em diferentes situações locais.

Estabelecer a cobertura mínima de armadilhas GAT em uma determinada área espacial (hectare ou metros quadrados) se faz necessário, devido questões como, diferentes tamanhos de propriedades em campo, havendo a necessidade de aumentar a quantidade de armadilhas em áreas mais extensas, considerar o lugar de instalação e eliminação de criadouros preferenciais no local.

Diante do impacto nas populações de mosquitos causados por questões climáticas, principalmente em relação a queda de temperatura e pluviosidade, ações de controle vetorial específicas e direcionadas para estação seca, podem surtir maior impacto nas populações de mosquitos, deste modo, o aumento da densidade de mosquitos com o passar das semanas é mais lento. Portanto realizar a avaliação de supressão massal neste período em que há menor quantidade de formas adultas de *Ae. aegypti*, pode impactar nas gerações futuras, otimizando o controle vetorial pela armadilha.

Ralos de drenagem pluvial, amplamente presentes em edificações urbanas, acumulam detritos e diferentes tipos de materiais que, dependendo da localização e das condições ambientais, podem oferecer fatores físicos, químicos e biológicos favoráveis à oviposição de

fêmeas de *Ae. aegypti*, constituindo um importante criadouro na disseminação do vetor em diversas regiões do Brasil e do mundo. No município de Piumhi, os ralos sifonados de PVC são incriminados como os criadouros predominantes de *Ae. aegypti*, representando 23,6% dos depósitos positivos identificados nos LIRAA's realizados entre janeiro e agosto de 2019. Esses recipientes, entretanto, apresentam características que dificultam drasticamente as estratégias convencionais de controle vetorial, como: (i) sua natureza fixa impede a remoção; (ii) a disponibilidade de água encanada mantém o ralo com água constantemente; (iii) e sua presença comum nos imóveis urbanos favorece a disponibilidade de criadouros e disseminação do vetor. As medidas atuais recomendadas por instituições como a OMS (2024) e SES-MG (2020), de aplicação de larvicidas, instalação de telas ou fechamento dos ralos, não apresentam resultados satisfatórios na prática por algumas questões: (i) diluição do larvicida pelo fluxo da água; (ii) e a telagem das grelhas dos ralos exigem manutenção contínua devido a entupimentos frequentes, gerando baixa adesão populacional. Diante desse contexto, a avaliação de um Dispositivo Antimosquito que contorne esses problemas torna-se necessária. Este trabalho surge não apenas como resposta metodológica a um problema encontrado no campo, mas como solução técnica viável para inibir a oviposição e eclosão de formas adultas nesse habitat crítico, alinhando-se a evidências sobre a necessidade de inovações de controle vetorial neste tipo de criadouro.

A relevância científica deste trabalho consiste na integração de abordagens, ao associar vigilância e controle vetorial baseada em armadilhas (GAT) com intervenção estrutural (dispositivo para ralos de PVC). Já a contribuição prática direciona-se à otimização de políticas públicas, os protocolos aqui testados podem ser incorporados pelo PNCD como estratégias complementares, especialmente em municípios com altos índices de infestação por *Ae. aegypti* e limitações operacionais. Este trabalho não apenas avança o conhecimento sobre ecologia vetorial em ambientes urbanos, mas também oferece ferramentas validadas cientificamente para reduzir a dependência de inseticidas químicos e mitigar a transmissão de arboviroses no Brasil.

9. OBJETIVO

9.1 Geral

Avaliar a armadilha GAT como ferramenta de monitoramento e supressão massal de adultos de *Ae. aegypti* e desenvolver dispositivo antimosquito no município de Piumhi (MG)

9.2 Específico

- ✓ Avaliar o monitoramento das populações de *Aedes* spp. com as armadilhas GAT, ovitrampa e MosquiTRAP na área urbana do município de Piumhi (MG);
- ✓ Avaliar a densidade e cobertura ideal de armadilhas GAT por imóvel na supressão populacional de *Ae. aegypti* em área urbana do município de Piumhi (MG);
- ✓ Desenvolver dispositivo antimosquito para instalação em ralos de PVC no controle do *Ae. aegypti*.

Capítulo I:

Avaliação do monitoramento de *Aedes aegypti* com armadilhas GAT,
MosquiTrap e ovitrampas em área urbana do município de Piumhi
(MG).

RESUMO

O monitoramento de mosquitos de importância médica como *Ae. aegypti* pode ser realizado por armadilhas de captura, na coleta de formas imaturas e adultas, uma metodologia utilizada nos programas de controle de vetores. No entanto, estudos mostram que diferenças na sensibilidade de captura pode variar muito entre os tipos de armadilhas, estágios de vida e estações climáticas. Este estudo teve como objetivo avaliar a sensibilidade de captura, comparando os indicadores entomológicos de monitoramento de três armadilhas, GAT, MosquiTrap e Ovitampa em diferentes períodos do ano no município de Piumhi (MG). Neste estudo observou-se que a Ovitampa de forma geral, demonstrou maior sensibilidade em detectar a presença de fêmeas de *Ae. aegypti*. No entanto, quando avaliadas por períodos, no período seco e de baixas temperaturas as armadilhas Ovitampa e GAT não apresentaram diferença significativa. Verificou-se que no período seco, a positividade da GAT apontou correlação negativa para Temperatura máxima (-0,49), Temperatura mínima (-0,40), temperatura média (-0,46), demonstrando que o monitoramento de adultos pela GAT em períodos secos do ano com pouca oferta de criadouros, pode ser uma alternativa de monitoramento em comparação a captura de ovos. Os mapas de calor de densidade de captura acumulada mostram que a GAT apresentou mais *hotspots* de alta densidade comparado as armadilhas OVT e MQT, sendo que, as armadilhas GAT e OVT apresentaram convergência na maioria dos *hotspots*, tanto em período seco quanto em período chuvoso. De forma oposta, a MQT não apresentou convergência de *hotspots* de média e alta intensidade com as demais armadilhas. Na comparação entre as médias dos valores dos pixels nos mapas de calor entre os períodos chuvoso e seco, apresentaram ser estatisticamente diferentes (teste *t* pareado $p < 0.0001$) para as GAT e MQT, apontando média extremamente mais alta em período chuvoso. O monitoramento de fêmeas de *Ae. aegypti* com armadilhas GAT apresentou resultados satisfatório, demonstrando a viabilidade da armadilha no monitoramento da espécie em programas de controle vetorial principalmente na estação de inverno caracterizado por período frio e seco.

Palavras-chave: Monitoramento entomológico, armadilhas passivas, *Aedes aegypti*

ABSTRACT

The monitoring of mosquitoes of medical importance, such as *Ae. aegypti*, can be carried out using capture traps, collecting immature and adult forms, a methodology employed in vector control programs. However, studies show that differences in capture sensitivity can vary significantly among trap types, life stages, and climatic seasons. This study evaluated capture sensitivity by comparing the entomological monitoring indicators of three traps: GAT, MQT, and OVT, during different periods of the year in the municipality of Piumhi (MG). The study revealed that OVT generally demonstrated greater sensitivity in detecting the presence of *Ae. aegypti* females. However, when assessed by period, during the dry and cold seasons, there was no significant difference between OVT and GAT traps. It was also observed that in the dry season, the GAT trap's positivity showed a negative correlation with Maximum temperature (-0.49), Minimum temperature (-0.40), Average temperature (-0.46), suggesting that adult monitoring using GAT during dry periods with limited breeding sites may be a viable alternative compared to egg capture. Heatmaps of accumulated capture density indicated that the GAT trap presented more high-density hotspots compared to the OVT and MQT traps, with GAT and OVT traps showing convergence in most hotspots during both dry and rainy periods. Conversely, the MQT trap did not exhibit convergence of medium- and high-intensity hotspots with the other traps. When comparing average pixel values in heatmaps between the rainy and dry periods, statistically significant differences were observed (paired t-test, $p < 0.0001$) for GAT and MQT, showing much higher averages during the rainy season. Monitoring *Ae. aegypti* females using GAT traps yielded satisfactory results, demonstrating the trap's viability for vector control programs, particularly during winter, characterized by cold and dry conditions.

Keywords: Entomological monitoring, passive traps, *Aedes aegypti*

I.1 INTRODUÇÃO

A vigilância entomológica do *Ae. aegypti* e outros culicídeos tem como objetivo de mensurar a flutuação vetorial em um período, tendo grande importância no planejamento das ações voltadas para o controle e determinar a eficácia das ações (Funasa, 2001; Brasil, 2002; Pessanha *et al.*, 2009; Saúde *et al.*, 2009).

Estudos voltados para a criação de novas ferramentas e inovações no combate as principais arboviroses de importância médica estão sendo realizados atualmente, sendo que, inovações que integrem eficácia e sustentabilidade são incentivadas pela Organização Mundial da Saúde (Who, 2021a).

A GAT é uma ferramenta de monitoramento também do *Ae. albopictus* (Becker *et al.*, 2017) e pode ser usada na vigilância de arboviroses, permitindo a classificação de área de risco de infestação e na detecção viral (Eiras e Resende, 2009; Resende *et al.*, 2012; Sedda *et al.*, 2018).

A ovitrampa é a armadilha que captura ovos de *Aedes* sp, sendo considerada sensível e específica para a espécie *Ae. aegypti* quando comparada com outras armadilhas (Reiter *et al.*, 1991; Regis *et al.*, 2008); (Ioc, 2014; Codeço *et al.*, 2015).

A MQT é uma armadilha específica para captura de fêmeas adultas de *Ae. aegypti* que procuram recipientes para oviposição (Fávaro *et al.*, 2006; Lourenço-De-Oliveira *et al.*, 2008; Resende *et al.*, 2010),

O monitoramento vetorial de mosquitos utilizando armadilhas ovitrampas para captura de ovos ou para captura de adultos pode auxiliar em programas de controle, apontando possível localização de criadouros potenciais, sazonalidade (Regis *et al.*, 2008) e estudos sobre resistência a inseticidas (Maciel-De-Freitas *et al.*, 2014; Organization, 2022).

O monitoramento de formas adultas é de extrema importância na avaliação e desenvolvimento de novas ferramentas de controle de vetores e tecnologias para identificar mosquitos. Através do monitoramento entomológico é possível avaliar diferentes tipos de armadilhas como alternativas de vigilância de arboviroses (Who, 2016a).

No Brasil, foram avaliados em campo a eficiência de três tipos de armadilhas para captura de adultos, Adultrap (Donatti e Gomes, 2007), MosquiTRAP (Eiras, Á. E., 2002), BG-Sentinela (Kroeckel *et al.*, 2006) e ovitrampas (Fay e Perry, 1965) que coleta ovos, para o monitoramento entomológico do *Ae. aegypti* e compara aos índices gerados pela pesquisa larvária. Os resultados mostraram que a ovitrampa foi a mais sensível em detectar a presença de fêmeas de *Ae. aegypti*, acima de 90% de positividade, seguido das armadilhas MosquiTrap

e Adultrap na mesma proporção e BG-Sentinela a menos específica. Em relação a positividade e sensibilidade relativa, a ovitrampa por ser mais sensível saturou (100% de positividade) na maioria das leituras, sendo que, todas as armadilhas apontaram serem mais sensíveis que o Índice de Infestação Predial (Ioc, 2014; Codeço *et al.*, 2015). Deste modo, uso de ovitrampas por exemplo em portos, aeroportos e locais estratégicos (Funasa, 2001; Saúde *et al.*, 2009) é mais viável para a detecção, devido sua sensibilidade acentuada. No entanto, deve ser considerada inúmeras desvantagens em relação ao uso de OVT como, demanda laboratorial elevada, não estima formas adultas diretamente, subestimação em áreas de alta densidade, influência de fatores ambientais e comportamentais, dificuldade de diferenciação de espécies, logística e aceitação em larga escala (Ahmad-Azri *et al.*, 2019; Gao *et al.*, 2019; Barreto *et al.*, 2020; Saleevan *et al.*, 2020; Faizul Akmal e My, 2021; Quezada-Yaguachi *et al.*, 2021; Sasmita *et al.*, 2021; Djiappi-Tchamen *et al.*, 2022; Hamesse *et al.*, 2023; Wright *et al.*, 2023).

Na busca de armadilhas para monitoramento de mosquitos vetores de arboviroses mais adequadas, várias pesquisas de avaliação comparativa de sensibilidade e especificidade das armadilhas são realizadas em todo mundo (Ritchie *et al.*, 2014).

O monitoramento do *Ae. albopictus* principal transmissor da dengue na China, foi avaliado em campo através das armadilhas BG-Sentinela, CDC luminosa e armadilhas de oviposição/pegajosas, mostrando que a BG-Sentinela capturou mais *Ae. albopictus* e foi mais sensível que CDC e ovitrampas (Li *et al.*, 2016).

A armadilha GAT utilizada para captura de fêmeas grávidas, em avaliação de campo foi mais eficaz na captura de fêmeas de *Ae. aegypti* que as armadilhas MosquiTrap, ovitrampas adesivas e BG-Sentinela (Ritchie *et al.*, 2014). A GAT permite usar métodos de captura variados, como uso de inseticidas em tela impregnada ou aplicado na parte translúcida, e métodos ecologicamente corretos que não utilizam inseticidas, como o óleo de canola e cartão adesivo (Heringer *et al.*, 2016; Eiras *et al.*, 2018).

As armadilhas GAT, OVT e MQT são passivas, não utilizam energia elétrica para capturar mosquitos por atração luminosa (Shannon, 1939; Sudia e Chamberlain, 1962; Fay e Prince, 1970), sucção por sistema de ventilação ou emissão de CO₂ (Nasci, 1981; Kline, 2006; Kroeckel *et al.*, 2006; Hall-Mendelin *et al.*, 2010), apenas atração visual, evaporação de água e atraentes voláteis.

No presente estudo, foram avaliadas as armadilhas GAT, MosquiTrap e ovitrampa como método de monitoramento da espécie *Ae. aegypti*, em área urbana do município de Piumhi, Minas Gerais.

I.2 MATERIAIS E MÉTODOS

I.2.1 Parcerias intersetoriais

O presente trabalho foi desenvolvido a partir da colaboração entre a Secretaria Municipal de Saúde de Piumhi, através de sua Coordenadoria Geral de Vigilância em Saúde (CGVS), com suporte e auxílio do Laboratório de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo em Controle de Vetores do Departamento de Parasitologia da Universidade Federal de Minas Gerais (Lintec/UFGM).

I.2.2 Caracterização da área de estudo

I.2.2.1 Local e período de estudo

O estudo foi realizado no município de Piumhi (MG) (Latitude 20°27'42.63"S e Longitude 45°56'44.53"O) (Figura 4), situado na região Centro-Oeste de Minas Gerais e distante, aproximadamente, 253 km da capital mineira, Belo Horizonte. Com um território correspondente a uma área de 902,468 km², tem limites com os municípios de Doloresópolis, Bambuí, São Roque de Minas, Pimenta, Guapé, Pains e Vargem Bonita. A população de Piumhi, de acordo com o censo demográfico de 2022, é de 36.062 habitantes e densidade demográfica de 39,36 hab./km². O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de Piumhi, é de 0,737, considerado alto (IBGE, 2023).



Figura 4. Localização geográfica do município de Piumhi no Estado de Minas Gerais. Fonte: Google Maps 2021 - Modificado

O período de realização dos estudos foi da semana 24 de 2017 à semana 10 de 2018, totalizando 39 semanas de experimento.

I.2.3 Metodologia

a) Armadilhas

Foram instaladas na área urbana do município de Piumhi (MG) o total de 100 armadilhas GAT, 100 armadilhas MQT e 100 armadilhas ovitrampa (Figura 5) nos 36 bairros que foram separados em quatro setores, conforme preconizado pelo Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD). Na Tabela 2 encontra-se a quantidade de armadilhas instaladas por setor e bairro no município de Piumhi (MG) considerando os raios de 200 metros de distância entre as quadras com armadilhas instaladas (Figura 6). Durante o período de avaliação entre GAT e OVT, as duas armadilhas foram instaladas no mesmo imóvel em locais opostos e trocavam de posição na leitura da semana seguinte (quadrado latino 2x2), após a introdução da MQT, a armadilha foi instalada em outro imóvel na mesma quadra, e na leitura seguinte a MQT trocava de imóvel com a GAT e OVT (quadrado latino 3x3) (Figura 7).

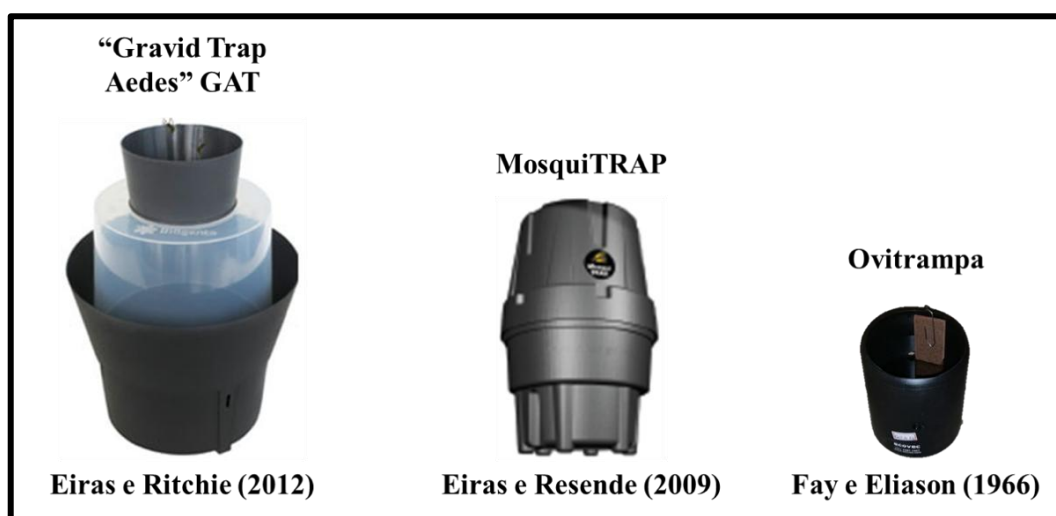


Figura 5. Armadilhas de captura de culicídeos específicas para a espécie *Ae. aegypti* utilizadas no experimento.

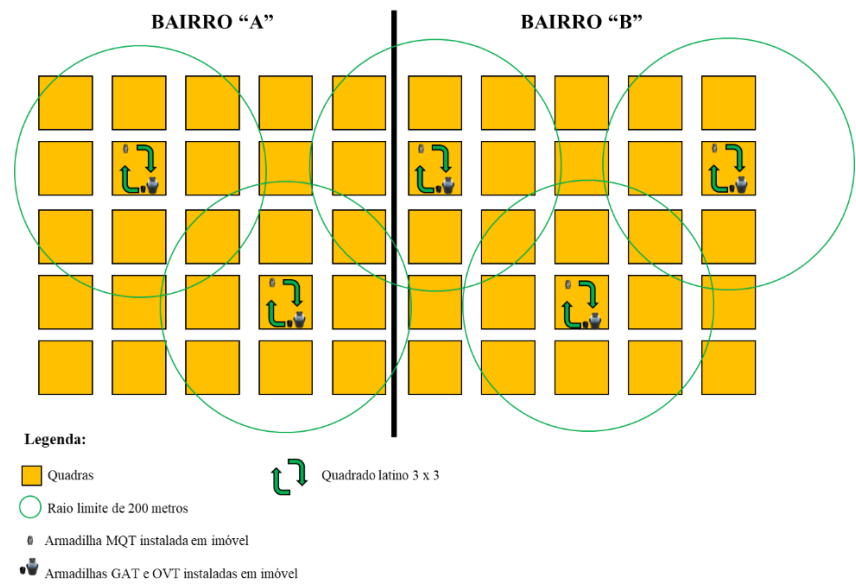


Figura 6. Esquema de distribuição de armadilhas de monitoramento em relação a distância do raio entre as quadras e alternância de trocas das armadilhas nos imóveis no município de Piumhi, Minas Gerais.

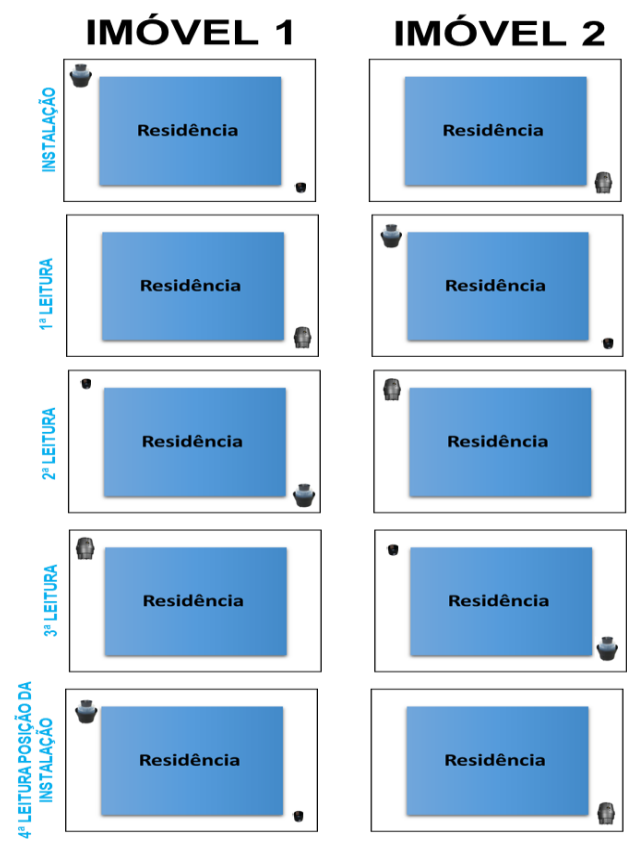


Figura 7. Esquema de posição das armadilhas GAT, OVT e MQT durante vistoria nos imóveis, Piumhi, Minas Gerais.

Tabela 2. Distribuição de armadilhas em relação aos raios de 200 metros de distância entre quadras por setor e bairro no município de Piumhi, MG.

SETORES (Divisão pelo PNCD)	BAIRROS	Sigla	Quantidade de imóveis / armadilha			ARMADILHAS / BAIRRO
			GAT	OVT	MQT	
SETOR 1	Nelsinho Pereira	Ne.P	1	1	1	3
	Cruzeiro	Cru	2	2	2	6
	Olinda	Olin	3	3	3	9
	Eliza Leonel	E.L	6	6	6	18
	Jardim Santo Antonio	J.S.A	4	4	4	12
	Nova Brasília	N.B	2	2	2	6
	Cidade Nobre	C.N	1	1	1	3
	Jardim America	J.A	3	3	3	9
	Atalaia	Ata	1	1	1	3
	Dona Lica	D.L	1	1	1	3
	Americo Arantes	A.A	1	1	1	3
	Colina	Col	1	1	1	3
	Arlindo Barbosa	A.B	1	1	1	3
	São Judas Tadeu	S.J.T	2	2	2	6
	TOTAL		29	29	29	87
SETOR 2	Centro	Cen	11	11	11	33
	Dona Vicentina	D.V	2	2	2	6
	Vila Nova	V.N	2	2	2	6
	Leoncio	Leô	1	1	1	3
	J.K	J.K	1	1	1	3
	Morada do Sol	M.S	2	2	2	6
	Lagoa de Tras	L.T	11	11	11	33
	TOTAL		30	30	30	90
SETOR 3	Alvorada	Alv	3	3	3	9
	Perola Negra	P.N	2	2	2	6
	Novo Tempo	N.T	2	2	2	6
	Bela Vista	B.V	3	3	3	9
	São Francisco	S.F	3	3	3	9
	Nova Piumhi	N.P	8	8	8	24
	Capoeiras		1	1	1	3
	TOTAL		22	22	22	66
SETOR 4	Geraldo Sansoi	G.S	1	1	1	3
	Pindaibas	Pin	2	2	2	6
	Nova Esperança	N.E	8	8	8	24
	Vicente Faria	V.F	1	1	1	3
	Novo Horizonte	N.H	2	2	2	6
	Totonha Tomé	T.T	1	1	1	3
	Vila Agreny	V.A	3	3	3	9
	Aeroporto	Aer	1	1	1	3
	TOTAL		19	19	19	57
TOTAL GERAL			100	100	100	300

b) Montagem e preparação das armadilhas

As armadilhas GAT e MQT foram parcialmente montadas e preparadas na sede do setor de Vigilância Epidemiológica do município de Piumhi para facilitar o transporte até as áreas experimentais e otimizar as instalações nas residências. O transporte das armadilhas foi realizado por veículos de pequeno porte acompanhado dos agentes treinados para realizar a atividade. Os cartões adesivos, atraentes e substrato de oviposição foram inseridos nas armadilhas no momento da montagem e preparação, também com o objetivo de otimizar o tempo da visita nos imóveis.

c) Instalação das armadilhas

Durante a instalação das armadilhas GAT, foram adicionados três litros de água de torneira e 400 ml nas armadilhas MosquiTrap e ovitrampa com formato cilíndrico e dimensões de 13cm altura por 10cm de diâmetro.

De preferência, todas as armadilhas foram instaladas em um local visível, sombreado, protegido de chuvas e da exposição direta do sol na área peridomiciliar (Fávaro *et al.*, 2006; Gama *et al.*, 2007; Resende *et al.*, 2013; Ritchie *et al.*, 2014; Heringer *et al.*, 2016; Johnson, Hurst, *et al.*, 2017). Locais onde havia substâncias ou materiais que poderiam interferir na ação do atraente como produtos de limpeza, líquidos inflamáveis entre outros foram evitados. Outros fatores como preferência para imóveis sem filhotes de animais e crianças na idade infante foram priorizados.

Durante a instalação das armadilhas foram adicionados atraentes de oviposição, otimizando a atração pelas fêmeas grávidas (White *et al.*, 2015). Na base do componente translúcido da GAT, usou-se uma formulação de atraente sintético *AtrAedes* (Depósito de patente BR1020190110783) desenvolvido pela UFMG (dados não publicados) e na armadilha MQT foi utilizado o atraente sintético *ArtAedes*[®] (Eiras e Resende, 2009). Nas armadilhas OVT foi adicionado pellet de ração para roedores composto de elementos que misturados à água liberam atraentes de oviposição (Reiter *et al.*, 1991; Ritchie, 2001).

Nas atividades de instalação das armadilhas houve a participação efetiva de dois a quatro Agentes de Controle de Endemias (ACE) do município de Piumhi, que devidamente selecionados pela coordenação, veteranos em outras atividades de pesquisa de campo mas que passaram por processo de reciclagem em um minicurso organizado pela equipe técnica do projeto, com duração de três dias (Tabela 3), com parte teórica e prática de campo para

desenvolverem as atividades de visitas domiciliares, manipulação das armadilhas, método de coleta de mosquitos no cartão adesivo, na GAT e na MQT, contagem de ovos em substrato de oviposição e identificação dos espécimes capturados, com base na classificação entomológica de Forattini (2002).

Tabela 3. Cronograma de minicurso de reciclagem realizado pela equipe técnica para ACE's do setor de endemias do município para realização das vistorias das armadilhas em campo, Piumhi (MG).

Data	Período	Atividade	Descrição/Objetivo	Responsável
05/06/2017 Segunda-Feira	08:00 às 11:30	<u>Apresentação:</u> Classificação morfológicas das principais espécies de importância médica.	Descrição geral das diferenças morfológicas entre espécies e sexo com ênfase aos gêneros <i>Aedes</i> spp e <i>Culex</i> spp.	Á. Eiras e M. Resende
	13:00 às 16:30	<u>Aula Prática:</u> Diferenças anatômicas dos gêneros <i>Aedes</i> spp e <i>Culex</i> spp.	Diferenciar as características morfológicas do gênero <i>Aedes</i> spp e <i>Culex</i> spp com amostras preservadas e estereoscópio (lupa eletrônica).	
06/06/2017 Terça-Feira	08:00 às 11:30	<u>Apresentação:</u> Montagem, manejo e manutenção das armadilhas GAT, MosquiTrap e ovitrampa em campo.	Procedimentos de montagem e manutenção das armadilhas durante as vistorias domiciliares.	L. Mota
	13:00 às 16:30	<u>Aula Prática:</u> Coleta de mosquitos em cartão adesivo e contagem de ovos em substrato de oviposição.	Metodologia para coleta de mosquitos em cartão adesivo e contagem de ovos do gênero <i>Aedes</i> spp. utilizando estereoscópio.	
07/06/2017 Quarta-Feira	08:00 às 11:30	<u>Apresentação:</u> Visita domiciliar em imóveis para vistoria em armadilhas e aplicação da metodologia de "Quadrado Latino".	Procedimentos adotados durante visita domiciliar e vistoria em armadilhas para captura de adultos, ovos e como deve ser realizado as repetições e posicionamentos das armadilhas no quadrado latino.	M. Resende e L. Mota
	13:00 às 16:30	<u>Aula Prática:</u> Preenchimento de dados em planilhas de campo.	Preenchimento passo a passo dos campos contidos nas planilhas de monitoramento.	

I.2.4 Desenho experimental

O delineamento experimental inicialmente foi o Quadrado Latino (2 x 2) referente ao período GAT x OVT com o total de 39 semanas monitoradas. No segundo momento com a inserção da armadilha MQT o desenho experimental do Quadrado Latino foi (3 X3) com o total de 19 semanas de monitoramento. As vistorias das armadilhas foram realizadas semanalmente, quando a posição das armadilhas dentro do imóvel foi trocada.

As armadilhas de monitoramento foram instaladas em 100 quadras por todo município sendo três armadilhas/quadra, totalizando 300 armadilhas (Figura 8).

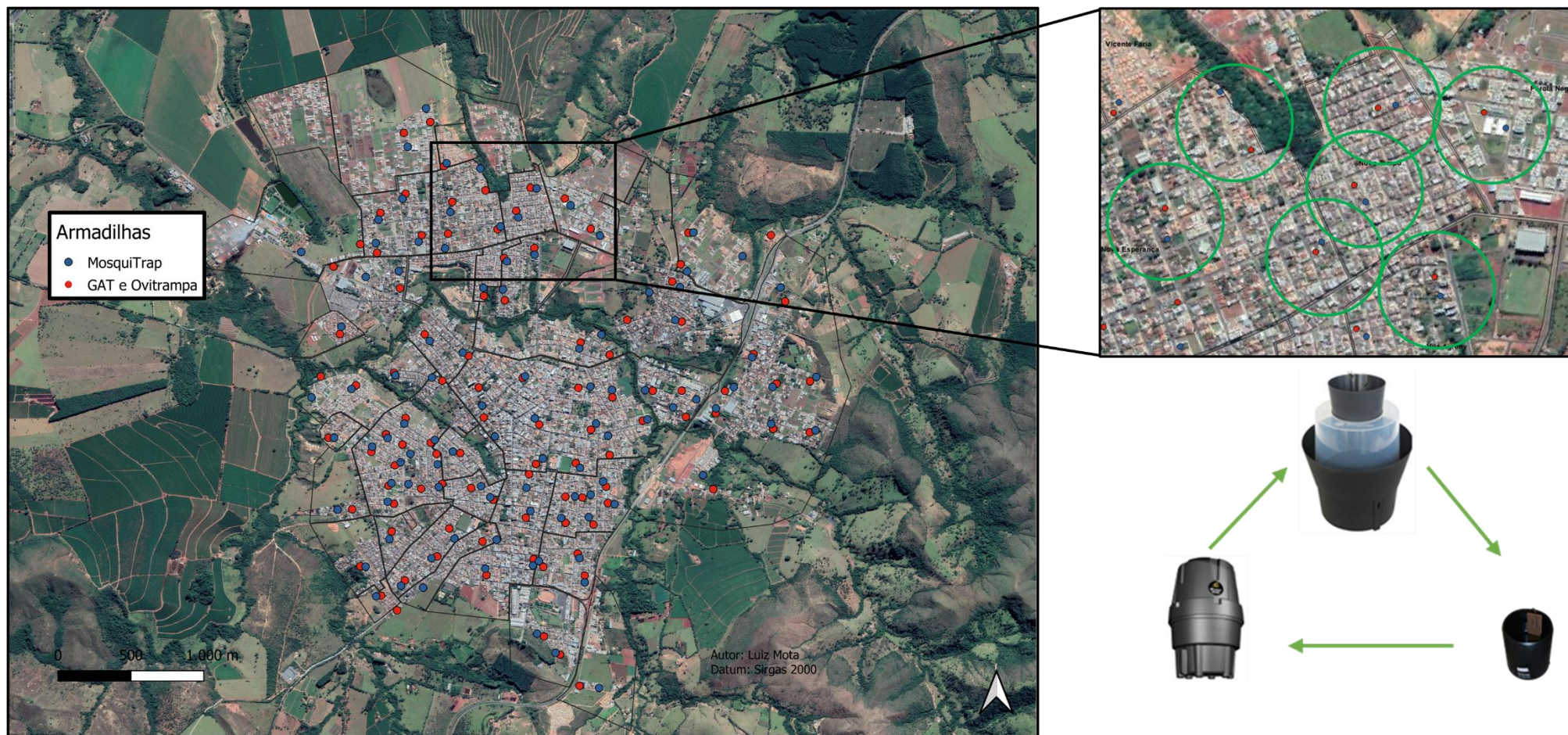


Figura 8. Desenho experimental exemplificando a distância entre as quadras que receberam as três armadilhas de monitoramento e o local/distância entre elas na área dos imóveis

O estudo foi dividido em dois períodos:

1. GAT x OVT: O período GAT x OVT consistiu no período de monitoramento integral, com o total de 39 semanas monitoradas, com vistorias semanais das armadilhas em período seco e chuvoso. O monitoramento de *Aedes* spp iniciou em 12/06/2017(SE23) e finalizou em 07/03/2018 (SE10) (Figura 9);

2. GAT x OVT x MQT: O período GAT x OVT x MQT consistiu no período de monitoramento parcial de 19 semanas monitoradas, com vistorias semanais das três armadilhas ocorridas apenas em período chuvoso. O monitoramento de *Aedes* spp iniciou em 01/11/2017 (SE44) e finalizou em 07/03/2018 (SE10) (Figura 9).

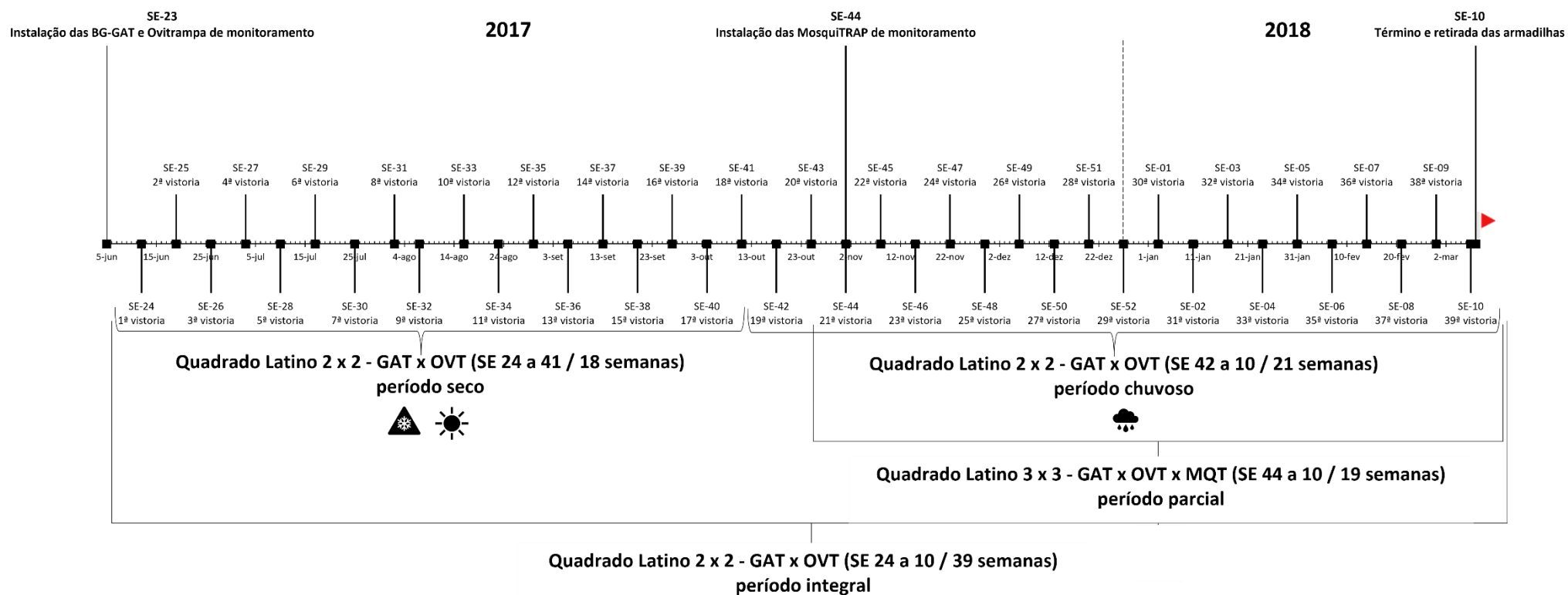


Figura 9. Linha do tempo das atividades realizadas nos períodos GAT x OVT (período integral) e GAT x OVT x MQT (período parcial) do experimento em Piumhi (MG) 2017 e 2018.

a) Identificação das armadilhas

Os imóveis que receberam as armadilhas foram agendados previamente pelos ACE's que, na ocasião, solicitaram a autorização do morador ou proprietário. As armadilhas de monitoramento foram identificadas com etiquetas com número total de armadilhas do bairro, letras de identificação do bairro, número da armadilha no bairro e iniciais do tipo da armadilha (Figura 10). A numeração da quadra e a numeração da armadilha foram inseridas no momento da instalação. Por todo município foram instaladas 1 GAT, 1 OVT e 1 MQT por quadra para monitoramento de *Aedes* sp., identificadas individualmente.

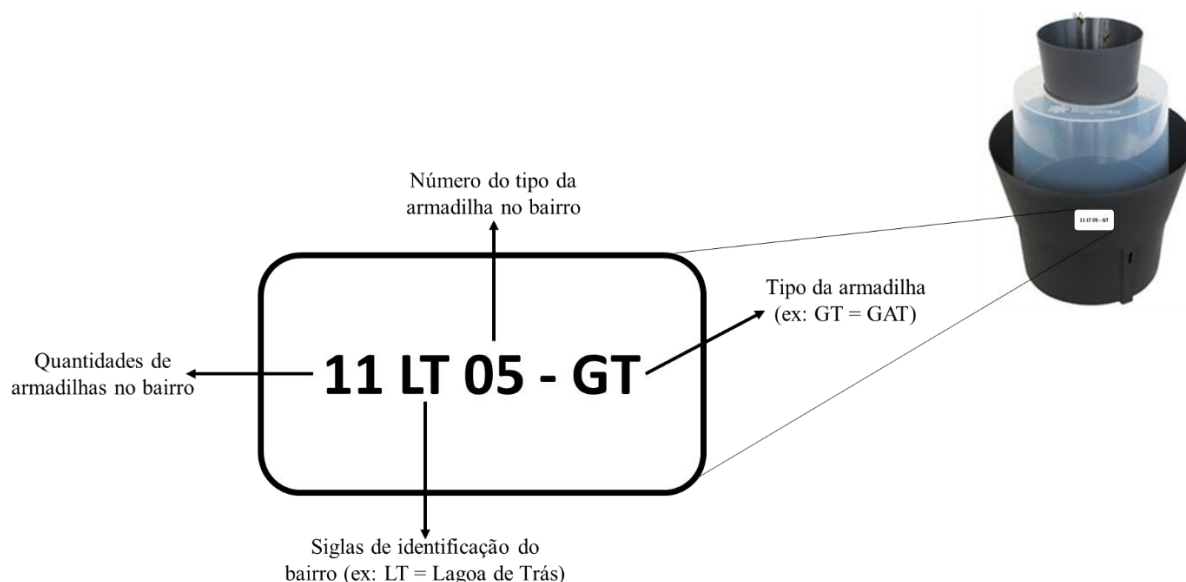


Figura 10. Modelo de etiqueta de identificação das armadilhas de monitoramento.

I.2.5 Identificação de espécies capturadas nas armadilhas

Os mosquitos capturados pela GAT e MQT foram identificados no local com auxílio de uma lupa de mão, os agentes identificaram as espécies e sexagem dos mosquitos pelas características morfológicas (Resende *et al.*, 2010).

Após a contagem dos mosquitos em cada cartão adesivo, estes foram descartados com o auxílio de uma pinça entomológica e novamente instalados os cartões adesivos nas armadilhas. A exceção nesse procedimento ocorreu quando o cartão adesivo acumulou detritos e foi substituído.

As palhetas das ovitrampas foram encaminhadas ao Laboratório de Entomologia da Vigilância em Saúde do município de Piumhi para a contagem dos ovos, realizada com o auxílio de uma lupa entomológica manual com aumento de 45x (Opton, modelo NSZ-405).

I.2.6 Parâmetros avaliados

I.2.6.1 Dados meteorológicos

Os dados diários de precipitação foram fornecidos pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Piumhi/MG. Para as análises, foram calculados os valores médios semanais, a precipitação pluviométrica (PP) e o número de dias de chuva correspondentes às semanas epidemiológicas 24 de 2017 a 10 de 2018. As informações referentes às médias de temperatura e a umidade relativa do ar foram obtidas junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para a variável precipitação, foram estimados os valores com defasagem de uma a quatro semanas (PP-1, PP-2, PP-3 e PP-4).

I.2.6.2 Análise de dados

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-wilk para verificar se apresentavam distribuição normal. Os modelos foram comparados através de análises de contraste por Kruskal Wallis e Friedman seguida do teste F, ambos com 5% de significância. O programa GraphPad Prism versão 8.0 (GraphPad Software, San Diego Califórnia USA) (8.0) foi utilizado para as análises estatísticas, correlação e produção de gráficos.

Devido aos períodos de estudo acontecerem em intervalos diferentes de semanas (semana 24 de 2017 a semana 10 de 2018 quadrado latino 2x2 GAT/OVT período integral, semana 44 de 2017 a 10 de 2018 quadrado latino 3x3 GAT/OVT/MQT período parcial), foi necessário ajustar o tempo para avaliar separadamente GAT e OVT (semanas de tempo seco, semanas de tempo chuvoso e integral), padronizando os intervalos de períodos para que fosse possível realizar as análises estatísticas. Dessa forma, para analisar os dados, os quatro períodos foram ajustados em quatro tempos, o primeiro período seco (semanas epidemiológicas 24 a 41 de 2017) o segundo período chuvoso (semana 42 de 2017 a semana 10 de 2018) o terceiro período integral as 39 semanas e o período parcial (semana 44 de 2017 a semana 10 de 2018) de avaliação de positividade das armadilhas.

Foram analisadas as séries temporais das capturadas de fêmeas de *Ae. aegypti* e variáveis climáticas. A correlação das variáveis climáticas e indicadores entomológicos foi verificada pelo teste não paramétrico Sperman.

a) Indicadores entomológicos fornecidos pelas armadilhas GAT/MQT/OVT

Com os dados semanais obtidos nas áreas experimentais foram produzidos os seguintes indicadores:

GAT e MQT:

- I. **Índice Médio de Fêmeas de Aedes (IMFA):** que consiste na média do número de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas por armadilhas vistoriadas durante uma semana (Gama et al., 2007; Eiras; Resende, 2009; Eiras et al., 2012);

$$IMFA = \frac{N^{\circ} \text{ fêmeas de } Ae. aegypti \text{ capturadas}}{N^{\circ} \text{ de armadilhas vistoriadas na semana}}$$

GAT, MQT e OVT:

- II. **Índice de Positividade da Armadilha (IPG/IPM/IPO):** Indica a presença do vetor na área (Fay & Perry, 1965; Gama et al., 2007; Resende et al., 2010);

$$IPG / IPM / IPO = \frac{N^{\circ} \text{ de armadilhas positivas}}{N^{\circ} \text{ de armadilhas vistoriadas na semana}} \times 100$$

OVT:

- III. **Índice de Densidade Vetorial (IDV):** Média de ovos de *Aedes* spp. por ovitrampa vistoriada (Resende et al., 2010).

$$IDV = \frac{N^{\circ} \text{ de ovos capturados}}{N^{\circ} \text{ de armadilhas vistoriadas na semana}}$$

I.2.6.3 Georreferenciamento e mapas de densidade

Durante a instalação das armadilhas foi utilizado o aplicativo Gaia GPS[®] em dispositivo celular para plotagem dos locais. Os dados georreferenciados foram identificados na base cartográfica digital do município de Piumhi/MG a partir do sistema projeção UTM, datum SIRGAS 2000. Com o auxílio do software QGIS 3.16.6 foram gerados mapas temáticos para análise, identificando a posição espacial das armadilhas na área de estudo e estimada à intensidade da captura de mosquitos e ovos, a partir dos dados distribuídos no espaço.

Neste estudo foi utilizado o estimador de densidade kernel (EDK) (Parzen, 1962; Silverman, 1986), um método de extrema importância na análise estatística com o objetivo de estimar a função de densidade da probabilidade de uma variável casual contínua (Rosenblatt, 1956; Parzen, 1962; Nadaraya, 1964). O EDK permite o cálculo das quantidades de eventos por região (Bailey e Gatrell, 1995), neste caso, para identificar as áreas com maior concentração de mosquitos, sendo capaz de identificar os *hotspots* com exatidão.

O EDK foi utilizado para elaboração de mapas semanais e acumulado de captura de mosquitos adultos pela GAT e MQT e ovos pela OVT com o objetivo de localizar áreas de alta densidade (hotspots). Os dados foram realizados pelo software QGIS 3.16.6 com base na função de Kernel, com raio de 150 metros, resultado em grau de densidade nos mapas, que variou de branco (menor densidade) ao vermelho (maior densidade).

Como as armadilhas foram numeradas e instaladas por todo município, foram construídos mapas de Kernel de captura acumulada (Período Integral) e por estação (seco e chuvoso) para as três armadilhas. Foram gerados pontos aleatórios de amostragem do Kernel para comparação com o teste t pareado da densidade média entre os períodos seco e chuvoso. Foram comparadas as densidades kernel geradas a partir de dados da armadilha GAT nos períodos seco e chuvoso, assim como GAT e ovitrampa no período seco, a fim de comparar a sensibilidade entre as armadilhas em estações distintas.

I.3 RESULTADOS

I.3.1 Total de captura de culicídeos por espécie nas armadilhas

1.3.1.1 Período Integral (GAT x OVT)

Em todas as semanas de monitoramento as armadilhas detectaram adultos e ovos de *Ae. aegypti*. Observou que a armadilha OVT coletou o total de 101.433 ovos de *Aedes* sp, enquanto a GAT capturou 1.849 culicídeos adultos, destes, 1.762 (95,3%) *Ae. aegypti*, 61 (3,3%) *Culex* spp e apenas 26 (1,4%) *Ae. albopictus*. (Tabela 4).

Tabela 4. Captura de fêmeas de mosquitos por espécie pela armadilha GAT e quantidade de ovos pela OVT em atividade de monitoramento por semana epidemiológica no período integral, de junho de 2017 a março de 2018, em Piumhi (MG).

ANO	*SE	GAT			OVT
		<i>Ae. aegypti</i>	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Culex spp.</i>	<i>Aedes sp.</i>
2017	24	65	0	1	886
	25	38	0	1	1025
	26	30	0	2	617
	27	23	0	5	71
	28	20	0	2	233
	29	26	1	4	377
	30	20	0	2	821
	31	8	0	1	441
	32	13	0	2	684
	33	11	0	1	255
	34	13	0	0	973
	35	21	0	0	378
	36	19	0	5	914
	37	14	0	5	277
	38	22	0	1	934
	39	27	0	2	321
	40	8	0	1	726
	41	19	0	1	303
	42	60	0	2	3970
	43	33	0	2	1855
	44	34	0	1	1982
	45	19	0	4	1924
	46	46	1	1	2085
	47	39	2	2	1392
	48	36	0	3	2410
	49	42	0	0	1677
	50	67	5	0	7516
	51	126	3	1	5298
	52	77	1	0	5880
2018	1	77	0	2	6160
	2	39	0	1	3790
	3	130	2	2	6263
	4	140	2	0	6490
	5	113	1	0	6738
	6	59	6	2	4415
	7	76	1	1	6581
	8	67	0	0	5343
	9	39	1	0	4432
	10	46	0	1	4996
TOTAL 39 SE		1762	26	61	101433

* Semana epidemiológica

Em relação à captura de culicídeos por espécie e sexo foram 1.762 (91,6%) fêmeas de *Ae. aegypti* que predominaram sobre os demais culicídeos coletados, foram 26 (1,4%) fêmeas de *Ae. albopictus* e 61 (3,2%) fêmeas de *Culex* spp. As coletas de machos foram de apenas 20 (1%) para *Ae. aegypti*, nenhuma captura para *Ae. albopictus* e 54 (2,8%) para *Culex* spp. (Tabela 5).

Tabela 5. Média ($\pm$ Erro Padrão) de mosquitos e ovos capturados nas armadilhas GAT e OVT durante período integral, junho de 2017 a março de 2018, Piumhi (MG).

	GAT						OVT
	<i>Ae. aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>		<i>Culex sp.</i>		<i>Aedes sp.</i>
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	
Soma ($\pm$ EP)	1762 ($\pm$ 5,53)	20 ($\pm$ 0,15)	26 ($\pm$ 0,21)	0 ($\pm$ 0)	61 ($\pm$ 0,22)	54 ($\pm$ 0,34)	101598 ($\pm$ 386)
Média	45,18	0,51	0,67	0,00	1,56	1,39	2605
D.P	34,57	0,97	1,36	0,00	1,43	2,18	2411
Variação de captura (min - max)	0 - 22	0 - 1	0 - 5	0 - 0	0 - 3	0 - 4	0 - 845

I.3.1.2 Período Parcial (GAT x MQT x OVT)

No período parcial as armadilhas GAT, MQT e OVT detectaram a presença de *Ae. aegypti* em todas as semanas de monitoramento. As armadilhas OVT capturaram o total de 85.372 ovos de *Aedes sp* e as armadilhas GAT e MQT capturaram 1.935 culicídeos adultos, destes, 68,1% na GAT e 31,9% na MQT (Tabela 6).

Do total de adultos capturados, 1.790 foram *Ae. aegypti* dos quais 71,1% capturados na GAT e 28,9% na MQT, também foram coletados 87 *Ae. albopictus* sendo 28,7% na GAT e 71,3% na MQT, e 58 *Culex spp* sendo 36,2% na GAT e 63,8% na MQT (Tabela 7).

Em relação à captura de culicídeos na GAT e MQT por espécie e sexo foram 1.272 (95,6%) e 516 (81,3%) fêmeas de *Ae. aegypti* que predominaram sobre os demais culicídeos coletados, foram 25 (1,9%) e 62 (9,8%) fêmeas de *Ae. albopictus* e 21 (1,6%) e 37 (5,8%) fêmeas de *Culex spp*. As coletas de machos de culicídeos foram de apenas 8 (0,6%) e 5 (0,8%) para *Ae. aegypti*, zero e 2 (0,3%) para *Ae. albopictus* e 4 (0,3%) e 13 (2%) para *Culex spp*. nas armadilhas GAT e MQT respectivamente (Tabela 7).

Tabela 6. Captura de fêmeas de mosquitos por espécie pelas armadilhas GAT, MQT e quantidade de ovos pela OVT em atividade de monitoramento por semana epidemiológica no período parcial, de novembro de 2017 a março de 2018, em Piumhi (MG).

ANO	*SE	GAT			MQT			OVT
		<i>Ae. aegypti</i>	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Culex spp.</i>	<i>Ae. aegypti</i>	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Culex spp.</i>	<i>Aedes sp.</i>
2017	44	34	0	1	14	4	1	1982
	45	19	0	4	12	4	8	1924
	46	46	1	1	24	3	2	2085
	47	39	2	2	35	1	1	1392
	48	36	0	3	27	2	3	2410
	49	42	0	0	11	4	1	1677
	50	67	5	0	33	9	2	7516
	51	126	3	1	37	4	0	5298
	52	77	1	0	34	7	1	5880
2018	1	77	0	2	24	0	0	6160
	2	39	0	1	24	4	1	3790
	3	130	2	2	40	7	1	6263
	4	140	2	0	42	3	9	6490
	5	113	1	0	39	1	1	6738
	6	59	6	2	20	4	4	4415
	7	76	1	1	21	1	1	6581
	8	67	0	0	38	2	0	5343
	9	39	1	0	24	0	0	4432
	10	46	0	1	19	2	1	4996
Total por espécie / armadilha		1272	25	21	518	62	37	85372
Total por armadilha		1318			617			
Total geral por espécie		1790 <i>Ae. Aegypti</i> , 87 <i>Ae. Albopictus</i> e 58 <i>Cúlex spp.</i>						

* Semana epidemiológica

Tabela 7. Média ($\pm$ Erro Padrão) de mosquitos e ovos capturados nas armadilhas GAT, MQT e OVT durante período parcial, novembro de 2017 a março de 2018, Piumhi-MG.

	GAT						MQT						OVT
	<i>Ae. aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>		<i>Culex sp.</i>		<i>Ae. aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>		<i>Culex sp.</i>		<i>Aedes sp.</i>
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	
Soma ($\pm$ EP)	1272 ($\pm$ 8,28)	8 ($\pm$ 0,22)	25 ($\pm$ 0,39)	0 ($\pm$ 0)	21 ($\pm$ 0,26)	3 ($\pm$ 0,11)	516 ($\pm$ 2,2)	5 ($\pm$ 0,15)	59 ($\pm$ 0,61)	2 ($\pm$ 0,07)	33 ($\pm$ 0,60)	13 ($\pm$ 0,26)	85537 ($\pm$ 464,5)
Média	66,95	0,42	1,32	0,00	1,11	0,16	27,16	0,26	3,11	0,11	1,74	0,68	4502
DP	36,10	0,96	1,73	0,00	1,15	0,50	9,74	0,65	2,69	0,32	2,62	1,16	2024
Variação de captura (min - max)	0 - 21	0 - 1	0 - 5	0 - 0	0 - 3	0 - 1	0 - 7	0 - 1	0 - 2	0 - 1	0 - 2	0 - 2	0 - 845

I.3.2 Captura média semanal de culicídeos por armadilha

No período de monitoramento, a armadilha GAT, em média, capturou mais fêmeas de *Ae. aegypti* que a armadilha MQT e foi a espécie e sexo mais capturado (Tabela 8).

Os resultados demonstraram diferenças marcantes na eficiência das armadilhas GAT, MQT e OVT na captura de *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Culex* spp., bem como na detecção de ovos. A armadilha GAT foi a mais eficaz para a captura de fêmeas de *Ae. aegypti* ($66,95 \pm 8,28$ [IC 95%: 49,55–84,35]), valor significativamente superior ao registrado pela MQT ($27,16 \pm 2,23$ [IC 95%: 22,46–31,85]) (Tabela 8). Essa diferença reflete-se também no desvio padrão (DP = 36,10 para GAT a 9,73 para MQT), indicando maior variabilidade nas capturas da GAT, possivelmente associada a fatores como diferença de sensibilidade de captura entre as armadilhas e fatores locais.

Na captura de machos de *Ae. aegypti*, ambas as armadilhas amostraram poucos indivíduos, (GAT: $0,42 \pm 0,22$; MQT: $0,26 \pm 0,14$), o que já era esperado, pois as armadilhas são específicas na captura de fêmeas grávidas que procura potenciais criadouros para oviposição, no entanto, machos podem entrar acidentalmente por exemplo atraído pelas fêmeas presas dentro das armadilhas. Por outro lado, a OVT registrou a captura de 85.537 ovos de *Aedes* sp. ($4.502 \pm 464,5$ [IC 95%: 3.526–5.478]) (Tabela 8).

Em relação ao *Ae. albopictus*, a MQT mostrou maior sensibilidade na captura de fêmeas ($3,10 \pm 0,61$; DP = 2,68 [IC 95%: 1,81–4,40]), comparado a GAT ($1,31 \pm 0,39$; DP = 1,73 [IC 95%: 0,48–2,15]). Essa diferença pode estar relacionada a preferências comportamentais da espécie por algum fator atrativos específicos da MQT que não estava presente na GAT.

Tabela 8. Média ($\pm$ Erro Padrão; Desvio Padrão) de mosquitos capturados em atividade de monitoramento por tipo de armadilha, no período de junho de 2017 a março de 2018, Piumhi-MG.

Species	sex	GAT		MQT		GAT + MQT		OVT	
		*N (Mean $\pm$ **EP; ***DP)	****IC 95%	N (Mean $\pm$ EP; DP)	IC 95%	N (Mean $\pm$ EP; DP)	IC 95%	N (Mean $\pm$ EP; DP)	IC 95%
<i>Aedes aegypti</i>	♀	1272 (66,95 $\pm$ 8,28; 36,10)	49,55 a 84,35	516 (27,16 $\pm$ 2,23; 9,73)	22,46 a 31,85	1788 (94,11 $\pm$ 10,05; 43,82)	72,98 a 115,2	N/A	N/A
	♂	8 (0,42 $\pm$ 0,22; 0,96)	-0,04 a 0,88	5 (0,26 $\pm$ 0,14; 0,65)	-0,05 a 0,57	13 (0,68 $\pm$ 0,28; 1,25)	0,08 a 1,28	N/A	N/A
<i>Aedes albopictus</i>	♀	25 (1,31 $\pm$ 0,39; 1,73)	0,48 a 2,15	59 (3,10 $\pm$ 0,61; 2,68)	1,81 a 4,40	84 (4,42 $\pm$ 0,86; 3,77)	2,60 a 6,24	N/A	N/A
	♂	0 (0 $\pm$ 0; 0)	0 a 0	2 (0,10 $\pm$ 0,07; 0,31)	-0,04 a 0,25	2 (0,10 $\pm$ 0,07; 0,31)	-0,04 a 0,25	N/A	N/A
<i>Culex</i> spp.	♀	21 (1,10 $\pm$ 0,26; 1,15)	0,55 a 1,65	33 (1,73 $\pm$ 0,60; 2,62)	0,47 a 3,00	54 (2,84 $\pm$ 0,73; 3,21)	1,29 a 4,39	N/A	N/A
	♂	3 (0,15 $\pm$ 0,11; 0,50)	-0,08 a 0,39	13 (0,68 $\pm$ 0,26; 1,15)	0,12 a 1,24	16 (0,84 $\pm$ 0,29; 1,30)	0,21 a 1,47	N/A	N/A
Ovos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	85537 (4502 $\pm$ 464,5; 2024)	3526 a 5478

* Tamanho da amostra (N); ** Erro Padrão (EP); *** Desvio Padrão (DP); **** Intervalo de confiança 95% (IC 95%)

I.3.3 Teste de normalidade da positividade de *Aedes ssp* por período

Com base na divisão do período de estudo para analisarmos os dados (período seco, período chuvoso, integral e parcial) dos indicadores entomológicos de positividade (IPG/IPO/IPM) em cada período, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk apontando que os dados se comportam de forma normal e não normal em todos os períodos (Tabela 9). Portanto, foram realizados testes não paramétricos para validação dos resultados.

Tabela 9. Teste de normalidade em relação a positividade de *Aedes ssp*. capturados em armadilhas de monitoramento: comparação entre tratamentos e períodos entre as semanas epidemiológicas 24 de 2017 a semana 10 de 2018, Piumhi-MG.

Tratamento	Períodos Seco (S) Chuvoso (C) Integral (I) Parcial (P)	Shapiro-Wilk						
		p - valor						Normalidade* IPG/IPO/IPM
		GAT	OVT	MQT				
GAT X OVT	I	0,3154	p > 0,05	0,0009	p < 0,05	—	—	N / A / —
	S	0,7060	p > 0,05	0,0661	p > 0,05	—	—	N / N / —
	C	0,4952	p > 0,05	0,0041	p < 0,05	—	—	N / A / —
GAT x MQT x OVT	P	0,6528	p > 0,05	0,0024	p < 0,05	0,4067	p > 0,05	N / A / N

* Resultado do teste de normalidade por tratamento/período. Anormal (A), Normal (N).

I.3.4 Variáveis Climáticas

O estudo apontou relações marcantes entre variáveis climáticas e a dinâmica de *Ae. aegypti*. Durante o período parcial (19 semanas), observou-se que três semanas após eventos de chuva (PP-3), houve aumento expressivo na atividade de oviposição (IPO) e na captura de fêmeas grávidas (IMFA_GAT), com correlações positivas moderadas (Tabela 11). Esse padrão coincidiu com temperaturas médias entre 21,5°C e 24,4°C (Tabela 10) e picos de precipitação (Figura 11) seguidos por elevações na positividade das armadilhas.

No período integral (39 semanas), durante as semanas de chuva (21 semanas) destaca-se estabilidade térmica (21,1°C a 25,6°C) e a acumulação progressiva de chuvas (Figura 11), fatores que favoreceram o desenvolvimento larval. Quatro semanas após precipitação (PP-4), a captura de fêmeas grávidas pela GAT atingiu correlação máxima (+0,70), apontando que esse tipo acúmulo de precipitação favorece o aumento da atividade vetorial. (Tabela 11). Este aumento da população de mosquitos é resultante da faixa de temperatura estar próxima da ideal

mantendo o ciclo de desenvolvimento mais rápido e de dessecação natural de potenciais criadouros pós semanas de chuva expondo substratos de oviposição.

O período seco (18 semanas), caracterizou-se por semanas consecutivas sem precipitação e temperatura máxima a 26,6°C (Figura 11), condições associadas ao declínio imediato na atividade das fêmeas grávidas (correlação negativa de -0,06 para IMFA_GAT em PP-1). Contudo, quatro semanas após chuvas esporádicas (PP-4), a correlação subiu para +0,70 (Tabela 11), tendência que coincidiu com o aumento gradual de capturas.

No período chuvoso (21 semanas), ocorreu picos de precipitação acima de 100 mm (Figura 11), seguidos por redução temporária na mobilidade das fêmeas (correlação negativa de -0,10 para IMFA_GAT em PP-1). Com defasagem de PP-3 e PP-4, em semanas de período chuvoso também ocorreu a estabilização da temperatura média (22,98°C) que resultaram em correlações positivas (+0,48 a +0,54), refletindo na retomada da atividade reprodutiva (Tabelas 10 e 11).

A análise dos dados revelou que a OVT demonstrou maior sensibilidade a eventos de chuva recentes, com picos de postura de ovos ocorrendo aproximadamente três semanas após precipitação (PP-3). Esse padrão, evidenciado por correlações positivas moderadas a fortes (ex.: $r = +0,54$ a $+0,64$), está alinhado ao comportamento biológico do *Ae. aegypti*, que depende de água acumulada para oviposição e aumento populacional. A precipitação (Figura 11) mostrou aparentemente essa tendência, de elevações na positividade da OVT após semanas com chuvas acima de 40 mm, quando recipientes artificiais retiveram água suficiente para atrair fêmeas para realizar a oviposição.

Por outro lado, a GAT destacou-se em períodos de transição climática, como a passagem de seco para chuvoso. Durante essas fases, as correlações mais fortes ocorreram com quatro semanas de defasagem (PP-4), atingindo $r = +0,70$ no período seco (Tabela 11). Esse atraso sugere que as fêmeas grávidas buscaram a GAT após um ciclo completo de desenvolvimento larval em criadouros residuais formados por chuvas esporádicas, exibindo picos de captura da GAT em semanas com temperaturas estáveis (22°C a 25°C) e chuva moderada, condições que favoreceram a busca por hospedeiros sem os extremos térmicos ou hídricos que limitam sua atividade. Assim, enquanto a OVT é um indicador eficaz de oviposição imediata pós-chuva, a GAT mostrou-se estratégica para monitorar fêmeas grávidas em ambientes em transição climática, no final da estação de inverno e antes do período chuvoso intenso, onde a interação entre temperatura estável e precipitação cria condições ideais para sua mobilidade e alimentação sanguínea.

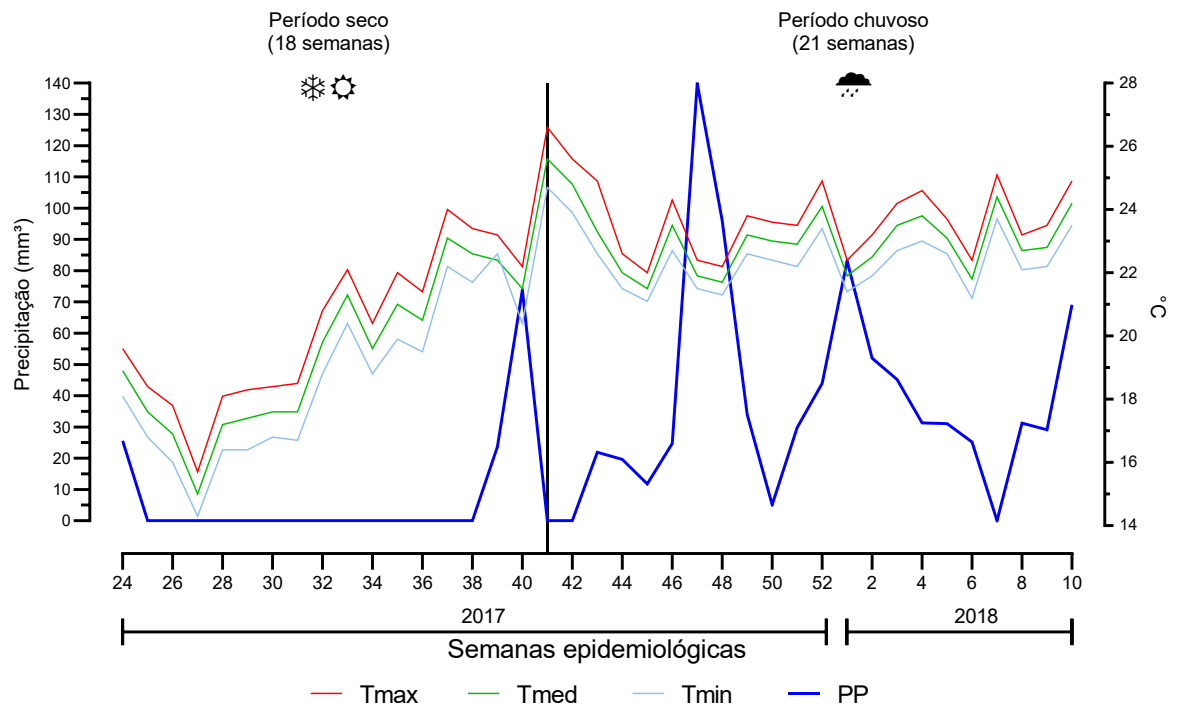


Figura 11. Dados meteorológicos registrados durante as 39 semanas epidemiológicas, da semana 24 de 2017 a semana 10 de 2018, Piumhi-MG. Fonte: INMET, SAAE.

Tabela 10. Variação das variáveis climáticas temperatura máxima, mínima, média e precipitação pluviométrica por período de avaliação, semana 24 de 2017 a semana 10 de 2018, Piumhi-MG.

Período	N° *SE	T.MAX				T.MIN				T.MÉDIA				PP			
		Min.	** $\tilde{x}$	Max.	*** $\bar{x}$	Min.	$\tilde{x}$	Max.	$\bar{x}$	Min.	$\tilde{x}$	Max.	$\bar{x}$	Min.	$\tilde{x}$	Max.	$\bar{x}$
Parcial	19	22,00	23,50	25,10	23,50	21,10	22,20	23,70	22,26	21,50	22,90	24,40	22,87	0,00	31,20	139,90	42,22
Integral	39	15,70	22,60	26,60	22,25	14,30	21,50	24,70	20,77	15,00	22,00	25,60	21,49	0,00	19,60	139,90	24,28
Seco	18	15,70	20,60	26,60	20,61	14,30	18,80	24,70	18,92	15,00	19,70	25,60	19,76	0,00	0,00	73,80	6,83
Chuvoso	21	22,00	23,60	25,60	23,67	21,10	22,40	23,90	22,36	21,50	23,00	24,80	22,98	0,00	31,10	139,90	39,24

* Semana Epidemiológica; ** Mediana; ***Média

Tabela 11. Correlação da variável precipitação com os indicadores entomológicos fornecido pelas armadilhas GAT, OVT e MQT com defasagem de tempo por período de estudo, semana 24 de 2017 a semana 10 de 2018, Piumhi-MG.

Período / Se ^a	Indicador Entomológico	Defasagem precipitação			
		PP-1	PP-2	PP-3	PP-4
		Coef. Corr. Pearson r (valor de p)			
Parcial / 19 semanas	IPG	-0,11 ^d	0,25	0,58 ^c	0,54 ^b
	IPO	-0,04 ^d	0,18	0,54 ^b	0,34
	IPM	-0,11 ^d	0,007	0,50 ^b	0,41
	IMFA_GAT	-0,17 ^d	0,25	0,56 ^b	0,53 ^b
	IMFA_MQT	-0,22 ^d	0,01	0,58 ^c	0,34
	IDV	-0,24 ^d	0,16	0,59 ^c	0,38
Integral / 39 semanas	IPO	0,45 ^c	0,56 ^c	0,64 ^c	0,64 ^c
	IDV	0,31	0,55 ^c	0,69 ^c	0,62 ^c
	IPG	0,29	0,49 ^c	0,66 ^c	0,71 ^c
	IMFA_GAT	0,24	0,53 ^c	0,66 ^c	0,70 ^c
Seco / 18 semanas	IPO	0,03	0,19	0,04	0,56 ^b
	IDV	-0,04 ^d	-0,12 ^d	-0,30 ^d	0,14
	IPG	-0,13 ^d	0,09	0,34	0,62 ^c
	IMFA_GAT	-0,06 ^d	0,12	0,31	0,70 ^c
Chuvoso / 21 semanas	IPO	0,13	0,19	0,39	0,40
	IDV	-0,13 ^d	0,21	0,49 ^b	0,40
	IPG	0,02	0,23	0,50 ^b	0,58 ^c
	IMFA_GAT	-0,10 ^d	0,27	0,48 ^b	0,54 ^b

a : Semana Epidemiológica; *b* : Correlação significativa entre as variáveis $p < 0,05$; *c* : correlação significativa entre as variáveis $p < 0,01$; *d* : correlação negativa

I.3.5 GAT vs OVT vs MQT

O teste de comparações múltiplas de Tukey apontou diferença significativa da média do índice de positividade entre as três armadilhas ($p < 0,05$), principalmente entre OVT e MQT (Tabela 12). A armadilha OVT apresentou a média de positividade ($60,74 \pm 3,14$) significativamente maior (ANOVA $p < 0,0001$) do que as armadilhas GAT ($35,05 \pm 2,63$) e MQT ($19,74 \pm 1,52$) (Figura 12-A). A armadilhas GAT obteve a média dos indicadores significativamente superior a MQT (Figura 12-B). O teste de comparação (teste t-unipareado)

entre as médias dos indicadores IMFA das armadilhas GAT e MQT apresentaram diferença significativa (IC 95% -0,5538 a -0,2083; R^2 0,3572) (Figura 12-C).

Tabela 12. Comparação entre as médias de positividade dos tratamentos Ovitampa, GAT e MosquiTrap, Piumhi, Minas Gerais 2018.

	Tukey			OVT	GAT	MQT
	Dif médias	Dif. IC (95%)	p - valor	Média ± EP	Média ± EP	Média ± EP
OVT vs. GAT	25,68	17,05 / 34,32	p < 0,0001	60,74 ± 3,14	35,05 ± 2,63	19,74 ± 1,56
OVT vs. MQT	41	32,37 / 49,63	p < 0,0001			
GAT vs. MQT	15,32	6,684 / 23,95	p = 0,0002			

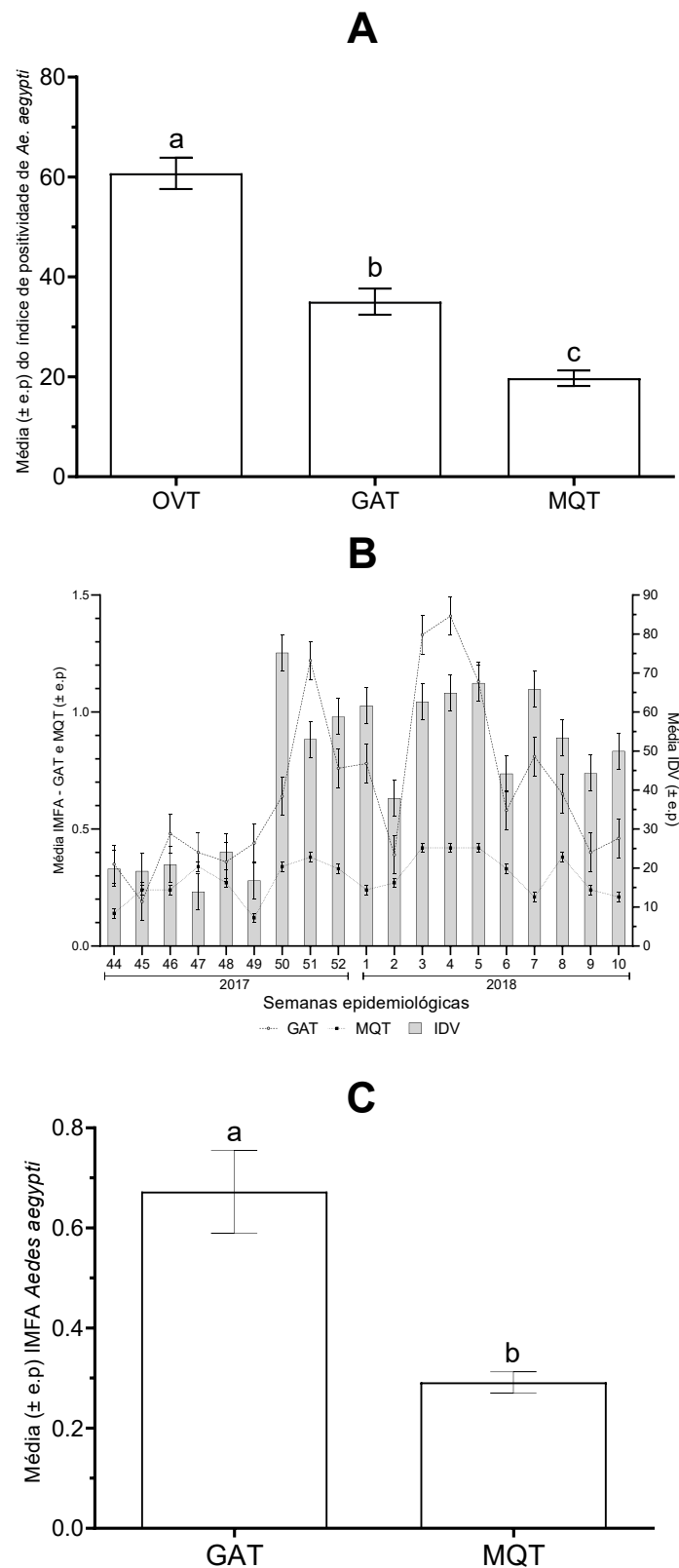


Figura 12. Indicadores entomológicos das armadilhas GAT OVT e GAT durante as semanas epidemiológicas 44 de 2017 a semana 10 de 2018, Piumhi, Minas Gerais: **(A)** média ($\pm$ erro padrão) da positividade; **(B)** média ($\pm$ erro padrão) dos indicadores IMFA de captura de fêmeas (GAT e MQT) e Índice de Densidade Vetorial (IDV); **(C)** média ($\pm$ erro padrão) do indicador IMFA das armadilhas GAT e MQT.

I.3.5.1 Correlação entre as variáveis meteorológicas e as armadilhas

As análises revelaram que as variáveis climáticas Tmax, Tmin e Tmed tiveram correlações que variaram de fracas a intermediárias com a positividade das armadilhas GAT, OVT e MQT (Tabela 13). No período integral (39 semanas), a OVT apresentou as correlações mais fortes com a temperatura média (+0,64; $p < 0,0001$) e PP (+0,65; $p < 0,0001$), indicando que condições de calor e umidade elevada favoreceram a captura de ovos (Tabela 13). A armadilha GAT, no mesmo período, registrou correlações moderadas com temperatura média (+0,44; $p = 0,005$) e precipitação (+0,56; $p = 0,0002$), enquanto a MQT mostrou respostas menos consistentes, com correlações abaixo de +0,33 (Tabela 13).

Durante o período seco (18 semanas), a GAT apresentou correlação negativa significativa entre a captura de fêmeas adultas e a temperatura máxima (-0,49; $p = 0,038$), sugerindo redução na atividade do *Ae. aegypti* sob temperaturas mais elevadas (Tabela 13). Em contraste, no período chuvoso (21 semanas), nenhuma variável climática mostrou relação estatisticamente relevante com as capturas de fêmeas, apontando para a influência de fatores não climáticos nessa fase (Tabela 13).

Quanto ao desempenho das armadilhas na captura de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti*, a GAT destacou-se com um IMFA de 0,67 ($\pm 0,08$), valor significativamente superior ao da MQT ($0,29 \pm 0,02$; $p < 0,0001$) (Tabela 14). Além disso, a correlação entre o IMFA da GAT e o IDV de ovitrampas foi fortemente positiva no período integral (+0,83; $p < 0,0001$) e chuvoso (+0,82; $p < 0,0001$), enquanto no período seco não houve significância (Tabela 14). A MQT, por sua vez, apresentou correlação moderada entre IMFA e IDV (+0,49; $p = 0,031$) (Tabela 14).

A OVT mostrou maior sensibilidade à precipitação no período integral, com correlação de +0,65 ($p < 0,0001$), reforçando sua eficácia em detectar oviposição em período chuvoso (Tabela 13). Já a GAT demonstrou eficiência consistente na captura de fêmeas grávidas, independentemente de variações sazonais mais brandas (Tabelas 13 e 14).

I.3.6 Positividade média entre as armadilhas GAT vs OVT no período integral

No período integral de 39 semanas, a armadilha OVT apontou maior valor da média na positividade de captura ($39,79 \pm 3,80$) do que a armadilha GAT ($26,23 \pm 2,06$), apresentando diferença significativa entre as médias (Teste t não pareado $p = 0,0025$; IC 95% = 4,940 a 22,19; $R^2 = 0,1143$) (Tabela 15). Os resultados mostraram que a média geral de sensibilidade da OVT avaliada em semanas de período seco seguido de semanas de período chuvoso, foi maior que a

sensibilidade da GAT (Figura 13). Durante o estudo ocorreram quatro semanas a mais de período chuvoso, o que de alguma forma pode ter contribuído positivamente a sensibilidade da OVT. No entanto, deve ser levado em consideração, a possibilidade de que uma mesma fêmea pode positivar mais de uma ovitrampa dependendo do raio de deslocamento e distância entre armadilhas.

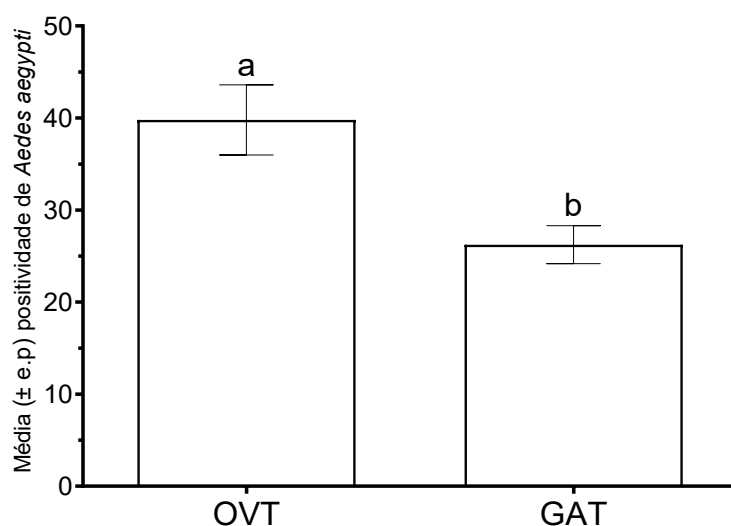


Figura 13. Média do índice de positividade entre as armadilhas GAT e OVT durante período integral, 2018, Piumhi, Minas Gerais.

Tabela 13. Correlação das variáveis climáticas e positividade fornecido pelas armadilhas GAT, ovitrampa e MosquiTrap, Piumhi, Minas Gerais, 2018.

Período / **Arm.		T.MAX			T.MIN			T.MÉDIA			PP		
		r - valor	p - valor	IC (95%)	r - valor	p - valor	IC (95%)	r - valor	p - valor	IC (95%)	r - valor	p - valor	IC (95%)
Parcial / 19 semanas	GAT	0,42	0,073	-0,05 / 0,74	0,42	0,07	-0,05 / 0,74	0,44	0,06	-0,03 / 0,74	0,06	0,82	-0,41 / 0,50
	OVT	0,51	0,024	0,06 / 0,79	0,52	0,02	0,07 / 0,79	0,52	0,02	0,07 / 0,79	-0,02	0,92	-0,48 / 0,44
	MQT	0,31	0,197	-0,18 / 0,67	0,36	0,13	-0,12 / 0,70	0,33	0,17	-0,16 / 0,68	0,25	0,30	-0,24 / 0,64
Integral / 39 semanas	GAT	0,41	0,011	0,09 / 0,64	0,45	0,004	0,14 / 0,67	0,44	0,005	0,13 / 0,66	0,56	0,0002	0,29 / 0,74
	OVT	0,61	0,00004	0,34 / 0,77	0,64	0,00001	0,40 / 0,79	0,64	0,00001	0,39 / 0,79	0,65	0,0000	0,41 / 0,80
Seco / 18 semanas	GAT	-0,493	0,038	-0,78 / -0,01	-0,404	0,097	-0,73 / 0,09	-0,465	0,052	-0,77 / 0,01	0,075	0,768	-0,41 / 0,53
	OVT	0,189	0,452	-0,31 / 0,61	0,259	0,300	-0,25 / 0,65	0,214	0,394	-0,29 / 0,62	0,266	0,287	-0,24 / 0,66
Chuvoso / 21 semanas	GAT	0,173	0,453	-0,29 / 0,57	0,241	0,292	-0,22 / 0,61	0,242	0,291	-0,22 / 0,61	0,206	0,371	-0,26 / 0,59
	OVT	0,212	0,357	-0,25 / 0,59	0,303	0,182	-0,16 / 0,65	0,289	0,204	-0,17 / 0,64	0,162	0,482	-0,30 / 0,56

* Semana Epidemiológica; ** Armadilha

Tabela 14. Correlação dos indicadores entomológicos de ovitrampas e média de captura de fêmeas grávidas pelas armadilhas GAT e MQT, durante período integral, seco e chuvoso, Piumhi, Minas Gerais, 2018.

Período	*SE / **Nº SE	Indicador / Armadilha	IDV		
			r - valor	p - valor	IC (95%)
Parcial GAT x OVT x MQT	SE-44 a SE-10 / 19 semanas	IMFA / MQT	0,49	0,031	0,03 / 0,78
		IMFA / GAT	0,80	<0,0001	0,52 / 0,92
Integral GAT x OVT	SE-24 a SE-10 / 39 semanas	IMFA / GAT	0,83	<0,0001	0,69 / 0,91
Seco GAT x OVT	SE-24 a SE-41 / 18 semanas	IMFA / GAT	0,18	0,473	-0,32 / 0,60
Chuvoso GAT x OVT	SE-42 a SE-10 / 21 semanas	IMFA / GAT	0,82	<0,0001	0,58 / 0,92

* Semana Epidemiológica; ** Número de semanas epidemiológicas

Tabela 15. Comparação das médias de positividade das armadilhas GAT e ovitrampa nos períodos integral, seco e chuvoso em Piumhi, Minas Gerais, 2018.

Teste t unipareado				
Períodos	GAT	OVT	Dif. IC (95%)	p - valor
	Média ± EP	Média ± EP		
Integral	26,23 ± 2,06	39,79 ± 3,80	4,94 / 22,19	p = 0,0025
Seco	17,28 ± 1,80	17,94 ± 1,92	-4,68 / 6,02	p = 0,8018
Chuvoso	33,90 ± 2,50	58,52 ± 3,23	16,35 / 32,88	p < 0,0001

I.3.6.1 Correlação entre as variáveis meteorológicas e as armadilhas no período integral

As variáveis climáticas Tmin, Tmed, Tmax e PP apresentaram correlação intermediária entre as armadilhas (Tabela 13). A média do indicador IMFA da armadilha GAT apontou correlação significativa com os indicadores de OVT, foi fortemente correlacionado ao indicador IDV (r de Spearman = 0,83; $p < 0,0001$) (Tabela 14).

I.3.7 Positividade média entre as armadilhas GAT vs OVT no período seco

Durante as 39 semanas de estudo, o período entre as semanas 24 a 41 de 2017 que compreende o tempo de avaliação entre as armadilhas no período seco, de baixas temperaturas e estiagem de 18 semanas (Figura 14), onde a média de positividade de captura entre as armadilhas OVT ($17,94 \pm 1,92$) e GAT ($17,28 \pm 1,80$) (Teste t não pareado $p = 0,8018$) não apresentou diferença significativa (Tabela 15).

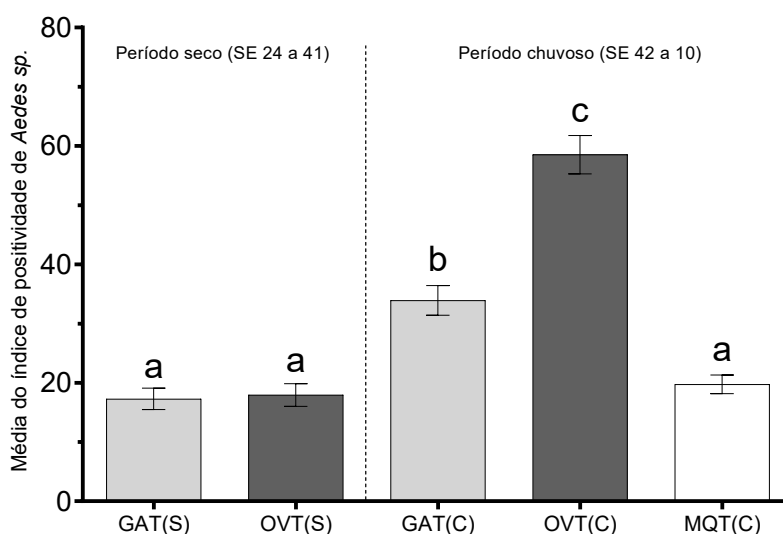


Figura 14. Média ($\pm$ erro padrão) do índice de positividade entre as armadilhas GAT e Ovitrapa (OVT) em período seco (s) e chuvoso (c), 2018, Piumhi, Minas Gerais.

I.3.7.1 Correlação entre as variáveis meteorológicas e as armadilhas no período seco

Durante o período seco, as correlações entre as variáveis climáticas e a positividade das armadilhas revelaram padrões distintos. Para OVT, não houve correlações significativas com Tmax (0,18), Tmin (0,25) e Tmed (0,21) ou PP (0,26), indicando que a atividade de oviposição não foi diretamente influenciada por essas variáveis em condições de seca (Tabela 13). Em contraste, a GAT apresentou correlações negativas moderadas com Tmax (-0,49), Tmin (-0,40)

e Tmed (-0,46), sugerindo que o aumento das temperaturas durante o período seco reduziu a captura de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti*. A variável PP teve impacto irrelevante (0,07), reforçando que a seca limitou a disponibilidade de criadouros (Tabela 13).

Quanto a relação entre os indicadores entomológicos, a média do IMFA da armadilha GAT e o IDV, foi observado uma correlação fraca e não significativa ($r = 0,18$; $p = 0,473$ [IC 95%: -0,32 a 0,60]) (Tabela 14). Esse resultado sugere que, mesmo em um período com temperaturas médias mais baixas (19,76°C) comparado ao chuvoso (22,98°C), variações de temperatura e a escassez de criadouros podem influenciar na eficácia da GAT em monitorar fêmeas grávidas em comparação a OVT.

I.3.8 Positividade média das armadilhas GAT vs OVT no período chuvoso

O período entre as semanas 42 de 2017 a 10 de 2018 compreende o tempo de avaliação de período chuvoso de 21 semanas (Figura 14), no qual a média de positividade da OVT ($58,52 \pm 3,23$) foi significativamente superior a armadilha GAT ($33,90 \pm 2,50$) (Teste t não pareado $p < 0,0001$) (Tabela 15).

I.3.8.1 Correlação entre as variáveis meteorológicas e as armadilhas no período chuvoso

Durante o período chuvoso (21 semanas), as correlações entre variáveis climáticas e o índice de positividade das armadilhas GAT e OVT, apresentaram padrões distintos, refletindo a complexa interação entre condições meteorológicas e comportamento do *Ae. aegypti*. Para GAT, as correlações com Tmax (0,17), Tmin (0,24), Tmed (0,24) e PP (0,21) foram fracas e não significativas, indicando que fatores não climáticos, como disponibilidade de criadouros artificiais e não dependentes de precipitação, podem ter favorecido a dinâmica de postura de ovos de *Ae. aegypti* (Tabela 13). A OVT também mostrou correlações fracas com Tmax (0,21), Tmin (0,30), Tmed (0,29) e PP (0,16), sugerindo que a ovipostura das fêmeas foi menos sensível a variações climáticas pontuais durante chuvas intensas (Tabela 13). Porém, a média do IMFA apresentou correlação forte e altamente significativa com o IDV ($r = 0,82$; $p < 0,0001$ [IC 95% 0,58–0,92]) (Tabela 14). Esse resultado reforça que, mesmo em condições chuvosas, a GAT manteve eficácia em áreas com alta densidade vetorial.

I.3.9 Mapa de Kernel acumulado e por estação

a) Acumulado (Período Parcial)

Como descrito na metodologia, o mapa de Kernel de capturas acumuladas para fêmeas de *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e ovos coletados apresentou alguns *hotspots* em comum nas mesmas regiões entre as armadilhas. As armadilhas GAT, OVT e MQT apresentaram ao todo 17 *hotspots*, destes sete com alta densidade e dez com densidade intermediária (Figura 15).

A armadilha GAT apresentou 10 *hotspots*, seis de alta densidade e quatro com densidade intermediária, enquanto a MQT apresentou apenas um ponto de alta densidade e três para OVT.

Os mapas de Kernel para captura de fêmeas de *Ae. aegypti* pela armadilha MQT apresentou um ponto de alta densidade (vermelho) na região do bairro Nova Esperança (N.E) e quatro pontos de densidade média (amarelo) em outra região do bairro N.E e nas regiões dos bairros Elisa Leonel (E.L), Jardim América (J.A) e Atalaia (Ata) (Figura 15).

Já a armadilha GAT apresentou dois *hotspots* de alta densidade em regiões adjacentes no bairro L.T, comparados a MQT, que apresentou *hotspots* de média densidade adjacentes, e OVT que apresentou dois *hotspots* de média e alta densidade em regiões mais afastadas.

A armadilha GAT foi a que mais apresentou regiões com *hotspots*, em oito bairros [Centro (Cen), Cruzeiro (Cru), Dona Lica (D.L), Lagoa de Trás (L.T), Nova Piumhi (N.P), Vila Agreny (V.A), Pindaibas (Pin) e Novo Horizonte (N.H)]. As maiores densidades foram observadas nas regiões dos bairros L.T, Cru, D.L e Cen (Figura 15).

Observou-se a ocorrência de sobreposição de *hotspots* de capturas de *Ae. aegypti* de alta densidade e média densidade nas mesmas regiões, principalmente entre as armadilhas GAT e OVT. A armadilha MQT apresentou sobreposição de *hotspots* entre regiões da armadilha GAT, entretanto houve divergência na densidade.

Durante o presente estudo, não ocorrem casos confirmados de dengue no município, foram registradas ocorrência de 21 casos confirmados de dengue no ano de 2018 somente após a última semana de avaliação das armadilhas, deste modo, não foi possível comparar e relacionar mapas de calor e a incidência da arbovirose.

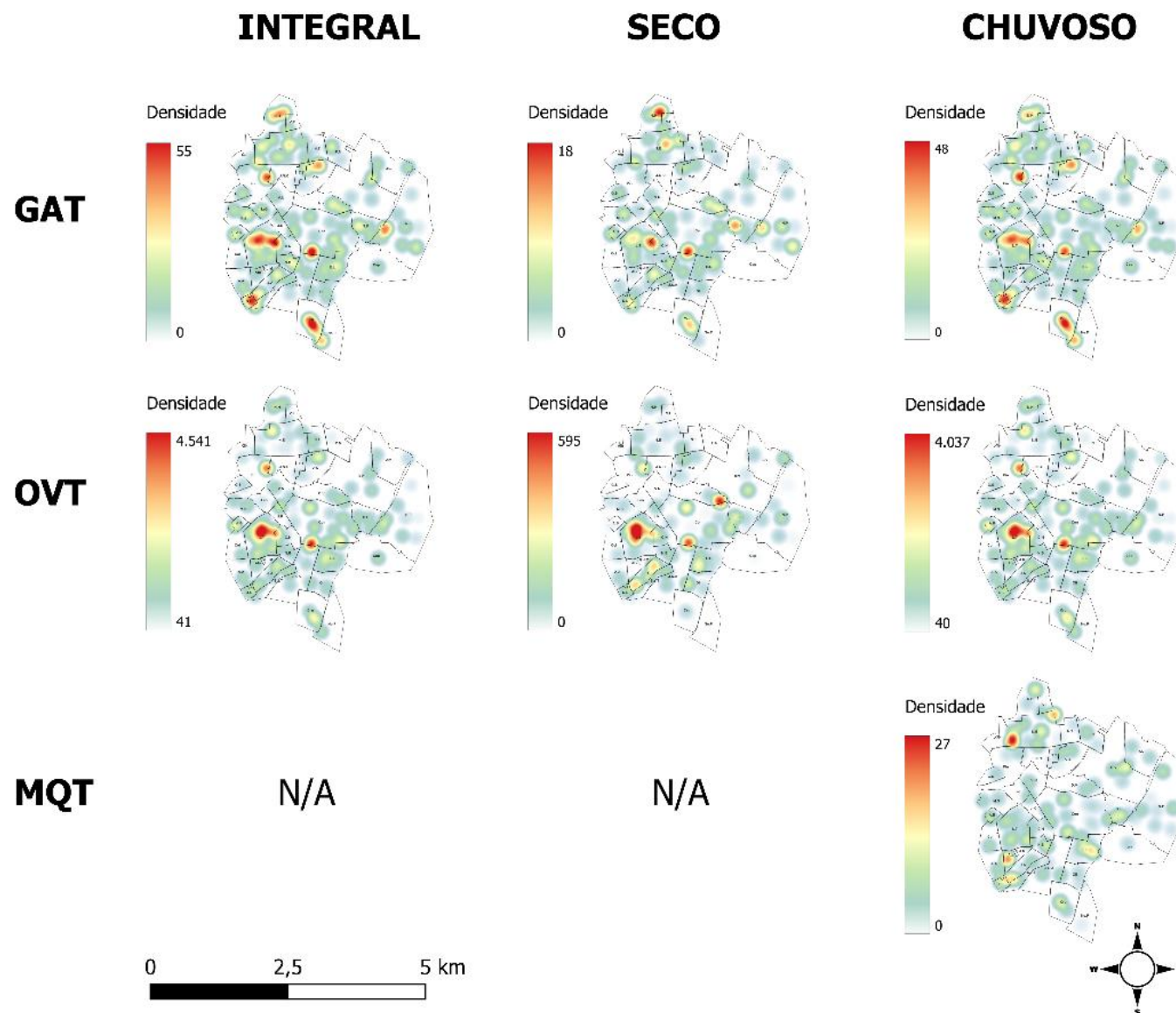


Figura 15. Estimador de densidade kernel de captura pelas armadilhas por período. Manchas em vermelho (hotspots) apresentam regiões com maior número de capturas no município e pontos vermelhos escuro os casos de dengue, Piumhi, Minas Gerais, 2018.

b) Por estação (Período seco e chuvoso)

Durante o período de avaliação e comparação entre os períodos seco e chuvoso das armadilhas GAT e OVT, observamos diferença nas densidades de captura. No período seco que compreende o intervalo de semanas entre as SE-24 até a SE-41, para a armadilha GAT, dos sete *hotspots*, três apresentam alta densidade (bairros L.T, NH e Cen) e quadro apresentaram densidade intermediária (bairros N.E, S.F, N.P e Cru). No entanto, em período chuvoso que compreende o intervalo de semanas entre a SE-42 até a SE-10, aumentou a quantidade de *hotspots* de alta densidade para seis áreas (Cru, D.L, Pin, Cen e dois pontos em L.T), sendo que, os bairros Cen. e L.T mantiveram os *hotspots* de alta densidade do período chuvoso e L.T apresentou outro adjacente ao anterior ao lado do bairro C.N (Figura 15). Por outro lado, uma área com *hotspot* de alta densidade no bairro N.H e dois de densidade intermediária, um no bairro São Francisco (S.F) e outro no bairro N.E em período seco, apresentam densidade intermediária (N.H) e baixa densidade (S.F e N.E) em período chuvoso (Figura 15).

No período seco para armadilha OVT, apresentaram três *hotspots* de alta densidade de coleta de ovos nos bairros L.T, Cen e D.V, e três de densidade intermediária no bairro L.T e dois no bairro J.A. Em período chuvoso, manteve os dois *hotspots* de alta densidade do bairro Cen. e L.T, porém, a área de densidade do bairro L.T diminuiu de tamanho e apresentou *hotspots* de alta densidade no bairro Pin. Por outro lado, o *hotspots* de alta densidade do bairro D.V em período seco, apresentou baixa densidade de coleta de ovos em período chuvoso (Figura 15).

Em comparação a média de valores dos pixels dos mapas de calor por período, foi retirado um N amostral de 4.200 pontos por período (Tabela 15), verificando a distribuição dos dados (Normal / teste de Shapiro-Wilk $p < 0,0001$).

Os resultados do teste *t* pareado indicaram diferenças significativas nas densidades dos pixels do Kernel entre os períodos seco e chuvoso, com p-valor $< 0,0001$. (Tabela 16). A média da densidade no período chuvoso ($5,27 \pm 0,11$ e $353,7 \pm 8,26$) foi maior em relação à média no período seco ($1,53 \pm 0,03$ e $39,67 \pm 1,26$) para a GAT e OVT respectivamente. Embora os pontos quentes estejam presentes em ambos os períodos, as densidades no período chuvoso foram superiores às do período seco, indicando maior atividade vetorial (Figura 16).

Tabela 16. Comparação entre os valores dos pixels ($\pm$ erro padrão) os mapas de calor das armadilhas entre períodos seco e chuvoso, Piumhi-MG.

Armadilha	Kernel_Seco		Kernel_Chuv		Teste de normalidade	Teste <i>t</i> pareado			
	N (Mean $\pm$ EP; DP)	IC 95%	N (Mean $\pm$ EP; DP)	IC 95%		N	p valor	IC 95%	R ²
<i>GAT</i>	4200 (1,53 $\pm$ 0,03; 2,43)	1,46 a 1,60	4200 (5,27 $\pm$ 0,11; 7,63)	5,04 a 5,51	Normal	4200	<0,0001	3,561 a 3,927	0,28
<i>OVT</i>	4200 (39,67 $\pm$ 1,26; 81,76)	37,20 a 42,14	4200 (353,7 $\pm$ 8,26; 535,5)	337,5 a 369,9	Normal	4200	<0,0001	299,5 a 328,5	0,30

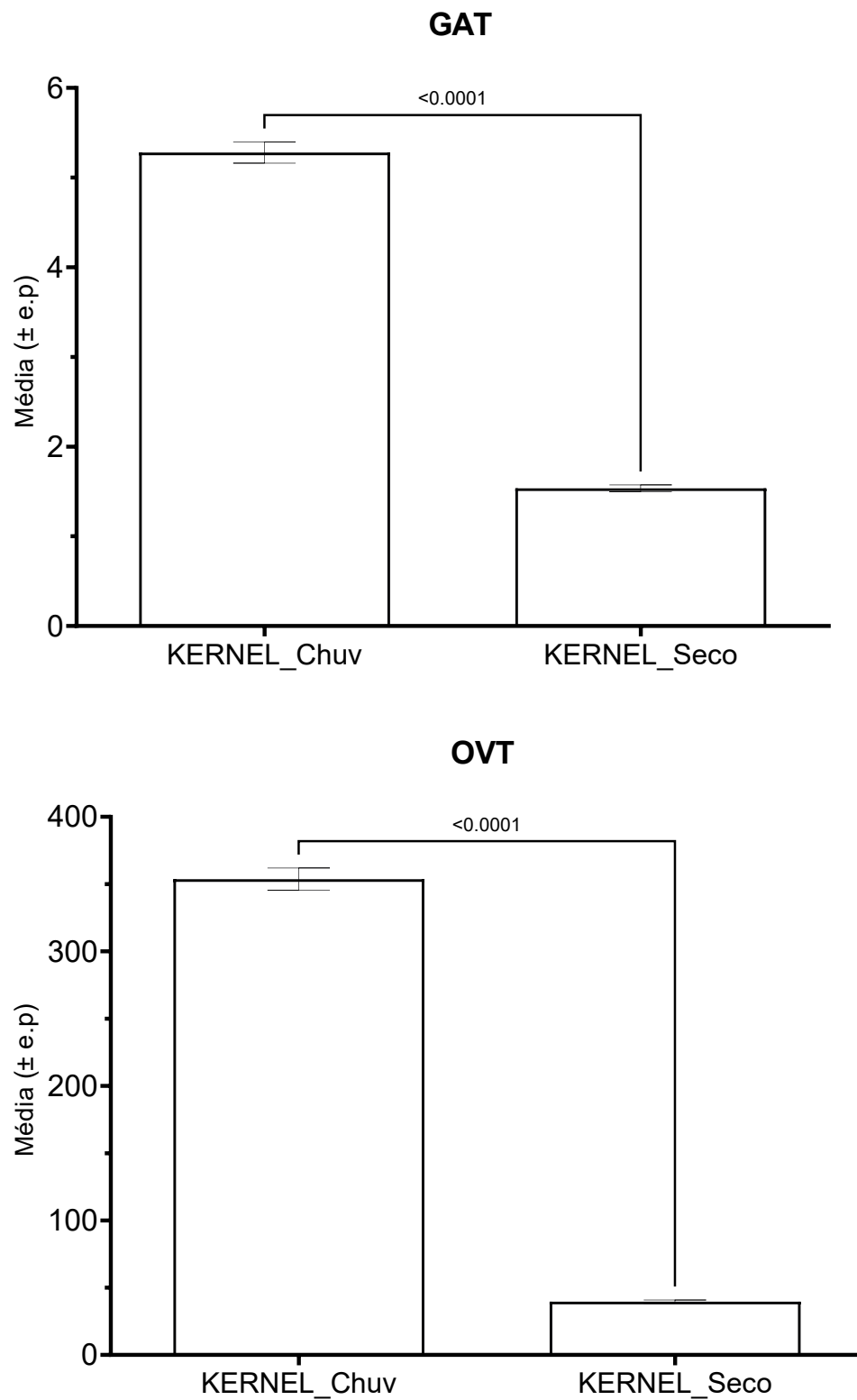


Figura 16. Diferença estatísticas (teste *t* pareado) entre os valores dos pixels dos mapas de calor por tipo de armadilha e período, Piumhi-MG.

A diferença dos valores dos pixels por ponto nos 38 bairros para armadilha GAT, apresentou diferença entre os períodos seco e chuvoso em nove bairros (Cru, Col, Léo. E.L, J.N.C, Cap, Oli, N.T e D.L) (Figura 17-A). No entanto, para a armadilha OVT, 14 dos 38 bairros (A.B, D.L, E.L, N.B, S.F, V.N, Ne.P, S.J.M, Ata, Col, A.A, M.S, G.S e P.N) apresentaram diferença em relação dos valores dos pixels em relação ao período (Figura 17-B). A maior diferença entre as médias entre os períodos na armadilha GAT foi no bairro Cru, com diferença média de 26,29 (Tabela 17) e na armadilha OVT o bairro L.T com diferença média de 1497,05 (Tabela 18).

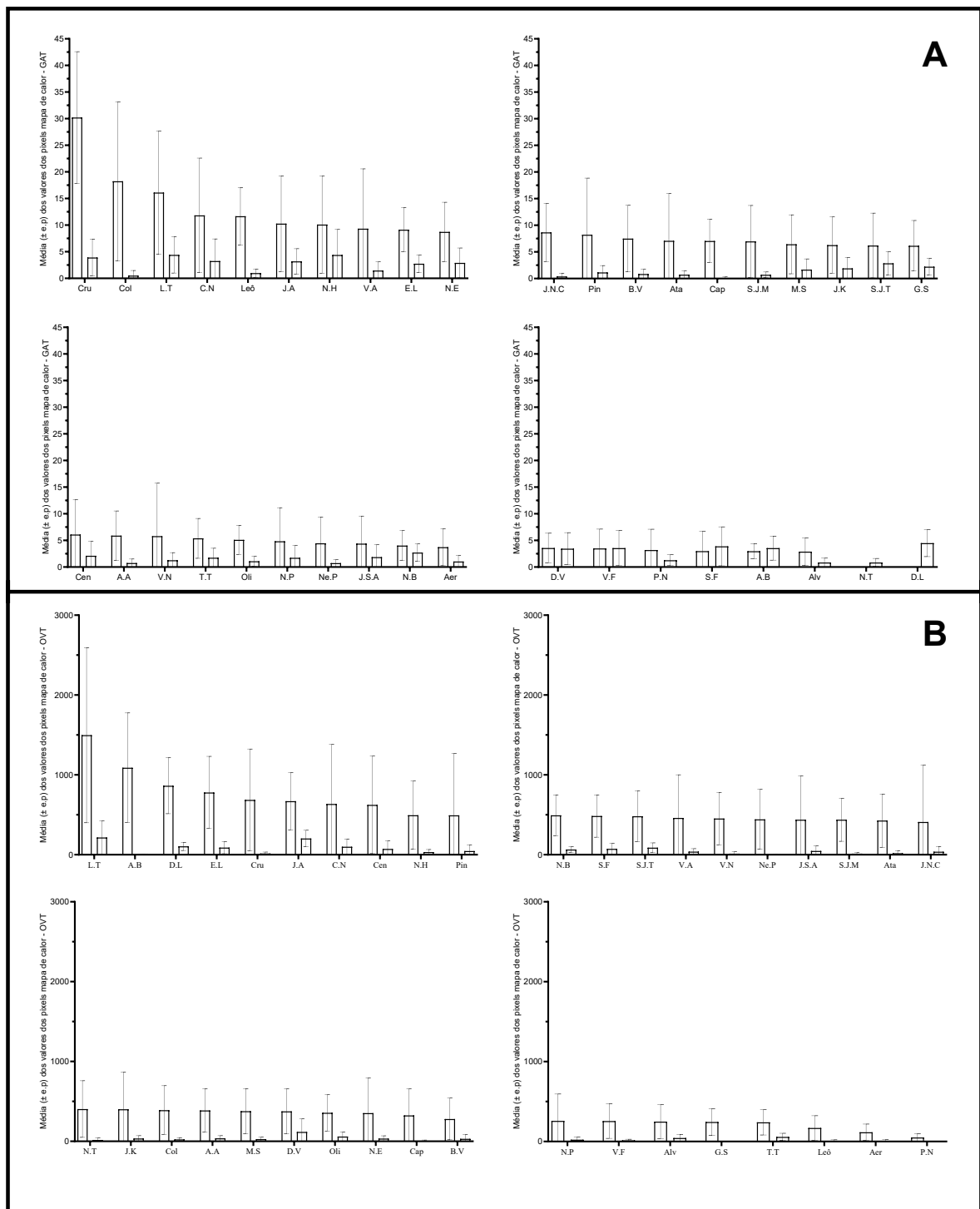


Figura 17. Média (± erro padrão) dos valores dos pixels por bairro entre períodos: (A) período seco (barra da direita) e período chuvoso (barra da esquerda) por bairro GAT; (B) período seco e período chuvoso por bairro OVT, Piumhi-MG.

Tabela 17. Comparação dos valores da média, erro padrão, mínimo e máximo por bairro e período da armadilha GAT, Piumhi-MG.

Bairros	Seco_mean	Chuv_mean	Dif_mean	Seco_stddev	Chuv_stddev	Seco_min	Chuv_min	Seco_max	Chuv_max	Dif_max
A.A	0,75	5,89	5,14	0,74	4,64	0	0	3,82	19,92	16,09
A.B	3,56	2,96	-0,6	2,25	1,42	0	0,42	7	5,84	-1,16
Aer	1,04	3,73	2,69	1,12	3,48	0	0	5,91	17,85	11,94
Alv	0,85	2,88	2,04	0,81	2,61	0	0	4,03	8,99	4,96
Ata	0,72	7,08	6,35	0,69	8,86	0	0	4,48	40,52	36,04
B.V	0,84	7,5	6,65	0,86	6,22	0	0	4,35	24,78	20,43
C.N	3,25	11,82	8,57	4,17	10,77	0	0	17,49	34,97	17,48
Cap	0,08	7,05	6,97	0,22	4,08	0	0	1,64	22,03	20,39
Cen	2,11	6,1	3,99	2,68	6,6	0	0	17,79	43,99	26,2
Col	0,52	18,23	17,71	0,96	14,96	0	0	5,24	52,76	47,52
Cru	3,92	30,22	26,29	3,47	12,36	0	1,22	12,11	47,16	35,05
D.L	4,49	0	0	2,54	0	0,37	0	9,19	0	0
D.V	3,44	3,57	0,13	3,02	2,76	0	0	8,99	12,92	3,93
E.L	2,74	9,14	6,4	1,67	4,16	0	0	7,12	18,32	11,2
G.S	2,22	6,15	3,92	1,58	4,74	0	0	4,99	20,38	15,39
J.A	3,19	10,27	7,08	2,37	8,99	0	0,02	9	43,39	34,39
J.K	1,9	6,28	4,38	2,1	5,26	0	0	7	16,98	9,98
J.N.C	0,38	8,66	8,28	0,63	5,46	0	0	2,71	16,99	14,29
J.S.A	1,86	4,39	2,53	2,35	5,19	0	0	15,75	37,72	21,97
L.T	4,41	16,11	11,7	3,4	11,6	0,01	0,02	17,45	44,64	27,19
Leô	0,99	11,67	10,68	0,78	5,41	0	0,82	4,64	21,81	17,17
M.S	1,67	6,43	4,76	2,02	5,54	0	0	6,99	19	12,01
N.B	2,72	4,02	1,3	1,6	2,82	0,31	0	6,21	13,65	7,44
N.E	2,9	8,72	5,81	2,81	5,58	0	0	13	25,99	12,99
N.H	4,39	10,1	5,71	4,78	9,12	0	0	18,04	31,56	13,53
N.P	1,74	4,84	3,1	2,32	6,3	0	0	11,06	35,06	24
N.T	0,85	0	0	0,77	0	0	0	4,7	0	0
Ne.P	0,73	4,45	3,72	0,67	4,96	0	0	2,79	17,99	15,2
Oli	1,08	5,1	4,02	0,9	2,72	0	0	3	11,63	8,64
P.N	1,28	3,19	1,91	1,03	3,91	0	0	4	22,12	18,12
Pin	1,14	8,22	7,08	1,3	10,64	0	0	7,19	47,97	40,77
S.F	3,89	2,98	-0,91	3,66	3,72	0	0	14	20,15	6,15
S.J.M	0,7	6,97	6,27	0,53	6,74	0,05	0	1,88	30,68	28,8
S.J.T	2,85	6,2	3,34	2,22	6,08	0	0	8,97	38,01	29,04
T.T	1,75	5,38	3,63	1,77	3,74	0	0	5,84	11,99	6,15
V.A	1,46	9,33	7,87	1,61	11,23	0	0	6	38,98	32,99
V.F	3,56	3,49	-0,07	3,32	3,63	0	0	16,3	12,99	-3,31
V.N	1,27	5,8	4,53	1,45	9,95	0	0	6,9	43,3	36,4

Tabela 18. Comparação dos valores da média, erro padrão, mínimo e máximo por bairro e período da armadilha OVT, Piumhi-MG.

Bairros	Seco_mean	Chuv_mean	Dif_mean	Seco_stddev	Chuv_stddev	Seco_min	Chuv_min	Seco_max	Chuv_max	Dif_max
A.A	37,22	386,31	349,09	32,49	271,43	0,00	0,00	156,92	1096,07	939,16
A.B	6,34	1089,10	1082,76	3,76	685,65	0,00	0,40	11,99	2135,06	2123,06
Aer	6,34	115,98	109,64	16,46	101,87	0,00	0,00	106,03	387,86	281,84
Alv	43,66	248,65	204,99	46,07	212,16	0,00	0,00	170,81	1028,67	857,86
Ata	18,41	427,31	408,90	33,39	333,89	0,00	0,00	184,86	1321,93	1137,07
B.V	30,90	279,42	248,52	51,74	261,25	0,00	0,00	275,86	1115,73	839,87
C.N	99,18	636,01	536,83	97,17	744,21	0,00	0,00	381,19	3239,12	2857,92
Cap	4,57	324,24	319,66	12,25	330,99	0,00	0,00	115,76	1189,35	1073,59
Cen	72,23	623,92	551,69	99,13	610,69	0,00	0,00	545,45	4011,76	3466,31
Col	23,81	390,21	366,41	23,15	305,04	0,00	0,00	159,85	1608,41	1448,56
Cru	15,01	685,88	670,87	17,95	638,70	0,00	0,00	63,23	2255,69	2192,47
D.L	105,19	863,67	758,48	51,96	350,52	2,13	38,57	250,07	1340,13	1090,06
D.V	117,85	374,84	256,98	164,29	281,95	0,00	0,00	594,09	918,39	324,30
E.L	89,53	779,21	689,67	77,09	452,65	0,00	0,00	293,59	2170,77	1877,19
G.S	0,54	243,93	243,39	0,51	169,18	0,00	0,02	4,95	542,36	537,41
J.A	203,47	670,51	467,04	101,76	357,66	0,03	2,62	382,95	1402,83	1019,87
J.K	35,10	400,98	365,88	35,27	463,57	0,00	0,00	120,96	1534,54	1413,57
J.N.C	37,67	409,32	371,64	65,46	714,01	0,00	0,00	285,30	3108,80	2823,50
J.S.A	47,11	438,32	391,21	64,03	550,87	0,00	0,00	453,49	3784,29	3330,79
L.T	215,49	1497,05	1281,56	208,10	1097,50	0,07	0,39	801,18	4754,81	3953,63
Leô	8,07	169,52	161,46	12,10	152,84	0,00	0,00	80,22	1017,71	937,49
M.S	26,92	376,98	350,06	24,99	283,32	0,00	0,00	192,44	1102,65	910,21
N.B	64,48	493,52	429,04	36,62	255,93	2,33	31,64	134,90	1275,68	1140,79
N.E	34,79	352,75	317,96	34,57	442,19	0,00	0,01	170,65	2378,73	2208,08
N.H	32,96	494,25	461,29	31,92	427,01	0,00	0,00	105,59	1873,87	1768,28
N.P	23,13	258,16	235,03	32,82	334,74	0,00	0,00	174,76	1667,51	1492,75
N.T	16,23	403,61	387,38	25,66	354,78	0,00	0,00	125,19	1145,37	1020,18
Ne.P	2,27	442,50	440,23	5,79	374,96	0,00	0,00	40,45	1244,00	1203,55
Oli	59,69	357,01	297,32	58,77	226,38	0,12	0,41	232,91	911,44	678,54
P.N	0,23	49,69	49,46	0,29	51,33	0,00	0,00	1,00	188,94	187,94
Pin	46,10	493,58	447,48	75,95	777,21	0,00	0,00	318,48	3470,33	3151,85
S.F	73,62	485,14	411,52	69,04	265,12	0,00	0,01	243,98	995,01	751,03
S.J.M	12,67	437,92	425,25	12,98	269,81	0,05	43,83	41,96	1019,90	977,94
S.J.T	88,53	481,98	393,45	60,15	317,53	0,00	0,01	265,04	1156,42	891,38
T.T	57,00	239,69	182,69	46,03	157,61	0,04	0,10	150,36	1119,89	969,54
V.A	38,50	460,83	422,33	36,45	541,01	0,00	0,00	151,90	2023,04	1871,15
V.F	13,73	255,86	242,13	15,70	216,39	0,00	0,00	76,93	1027,27	950,34
V.N	13,31	453,51	440,20	25,16	328,53	0,00	0,00	119,32	1513,66	1394,34

I.4 DISCUSSÃO

No presente trabalho, avaliamos o monitoramento de fêmeas de *Ae. aegypti* através das armadilhas passivas GAT, MQT e OVT em área urbana do município de Piumhi durante semanas de períodos seco e chuvoso em 2017 e 2018, como parâmetro, utilizamos os indicadores entomológicos de positividade para cada armadilha (IPG/IPM/IPO) e IDV.

As armadilhas GAT e MQT detectaram a presença de fêmeas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, assim como a OVT na captura de ovos, em todas as semanas de experimento, reforçando a sensibilidade da GAT (Eiras *et al.*, 2014; Ritchie *et al.*, 2014; Johnson, Hurst, *et al.*, 2017; Johnson, Ritchie, *et al.*, 2017; Eiras *et al.*, 2018; Mota, 2018; Eiras *et al.*, 2021), MQT (Fávaro *et al.*, 2006; Gama *et al.*, 2007; Resende *et al.*, 2010; Resende *et al.*, 2012; Degener *et al.*, 2015; Breda e Motta, 2024) e OVT (Fay e Perry, 1965; Fay e Eliason, 1966; Reiter *et al.*, 1991; Beserra *et al.*, 2014; Ioc, 2014; Pessanha *et al.*, 2014; Codeço *et al.*, 2015; Carrieri *et al.*, 2023) no monitoramento das espécies. A captura constante de ovos e fêmeas de *Aedes* sp. durante todas as semanas de monitoramento, aponta a constante flutuação e manutenção das espécies mesmo durante a estação seca e de baixas temperaturas com pouca oferta de criadouros. Estes dados corroboram com trabalhos (Kay, Ryan, *et al.*, 2000; Russell *et al.*, 2001; Kay *et al.*, 2002; Chareonviriyaphap *et al.*, 2003; Pliego-Pliego *et al.*, 2020) sobre a importância das ações de controle vetorial de forma estratégica e integrada durante estação de inverno potencializando a redução das populações de vetores no ambiente. A armadilha MQT capturou em média mais fêmeas de *Ae. albopictus* ($0,03 \pm 0,19$) que a GAT ($0,01 \pm 0,12$), apresentando diferença significativa por captura. O maior número de fêmeas de *Ae. albopictus* capturadas pela MQT, em comparação à GAT, pode estar relacionado ao fato de que a GAT apresenta um efeito atrativo visual baseado no contraste entre áreas claras e escuras (como sua parte translúcida, o balde e o funil), o que favorece a atração de *Ae. aegypti* (Sippell e Brown, 1953; Muir *et al.*, 1992; Forattini, 2002a). Esse tipo de estímulo visual, no entanto, parece não tem o mesmo efeito sobre *Ae. albopictus*, que foi mais atraído por criadouros inteiramente pretos e foscos, como é o caso da MQT (Hoel *et al.*, 2011).

As armadilhas GAT e MQT mostraram diferença de capturas em relação ao sexo, reforçando a especificidade das armadilhas em coletar fêmeas de *Ae. aegypti* na procura de potenciais criadouros, deste modo, apresentando a grande diferença entre captura de fêmeas em relação a machos (Degener *et al.*, 2015; Cilek *et al.*, 2017; Johnson, Hurst, *et al.*, 2017; Mota, 2018; Pan *et al.*, 2022). A eficiência da armadilha GAT em relação a MQT em capturar fêmeas de *Ae. aegypti*, foi demonstrada pelo número total capturado (GAT = 1.762 e MQT = 518) e o

número máximo de capturas em uma única armadilha/leitura, onde a GAT capturou 22 exemplares na SE-42 e a MQT apenas sete na SE-05, corroborando com trabalhos que apontam maior eficiência da GAT em capturar fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* em comparação a MQT (Ritchie *et al.*, 2014; Johnson, Ritchie, *et al.*, 2017).

Durante o período parcial, da SE-44 a SE10, de 19 semanas, a armadilha OVT apresentou a maior média do indicador entomológico de positividade das armadilhas ($60,74 \pm 3,14$), comparado aos valores da GAT ($35,05 \pm 2,63$) e MQT ($19,74 \pm 1,52$), corroborando com trabalhos onde apontam a alta sensibilidade e especificidade da OVT na detecção do *Ae. aegypti* em relação a MQT (Resende *et al.*, 2013; Ioc, 2014; Codeço *et al.*, 2015). Apesar da escassez de estudos sobre a comparação entre as armadilhas GAT e OVT padrão, na especificidade e sensibilidade de capturas de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* como no presente trabalho, ambas apresentaram resultados satisfatórios comparado a outras armadilhas, a GAT com taxa de recaptura de mais de 30% de fêmeas grávidas comparado a BGS (Eiras *et al.*, 2021), de 73% a 64% da AGO (Machange *et al.*, 2024) e ovitrampas adesivas (Eiras *et al.*, 2014; Ritchie *et al.*, 2014), e a OVT, que desde sua criação (Fay e Perry, 1965; Fay e Eliason, 1966) até os dias atuais, é considerada a armadilha com maior excelência de sensibilidade e especificidade na detecção de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* comparada a outras armadilhas (Reiter *et al.*, 1991; Ioc, 2014; Silva e Limongi, 2018; Rossi Da Silva *et al.*, 2021). Porém, devido ao fato do método de monitoramento por OVT apresentar inúmeras desvantagens, como não estimar formas adultas diretamente, subestimar em áreas de alta densidade, apresentar limitações logísticas e de aceitação em larga escala, além de sofrer influência de fatores ambientais e comportamentais, demandar elevado esforço laboratorial e dificultar a diferenciação de espécies (Ahmad-Azri *et al.*, 2019; Gao *et al.*, 2019; Barreto *et al.*, 2020; Saleevan *et al.*, 2020; Faizul Akmal e My, 2021; Quezada-Yaguachi *et al.*, 2021; Sasmita *et al.*, 2021; Djiappi-Tchamen *et al.*, 2022; Hamesse *et al.*, 2023; Wright *et al.*, 2023), armadilhas para captura de formas adultas, como a GAT, apresentam-se como uma opção mais segura e viável. A armadilha MQT apresentou correlação moderada e significativa do indicador IMFA com o indicador IDV da OVT, corroborando com estudos de Resende e colaboradores (2013), no entanto, no mesmo período, o indicador IMFA da GAT apresentou forte correlação significativa com os mesmos indicadores de OVT. Portanto, se considerarmos que a MQT tem sensibilidade em monitorar fêmeas de *Ae. aegypti* em período seco (Gama *et al.*, 2007; Deneger, 2014) e o fato do sistema MI-Dengue usar a MQT para índices entomológicos de forma mais eficaz (Eiras e Resende, 2009; Pepin *et al.*, 2013; Ferreira *et al.*, 2017), a GAT seria mais eficiente e sensível que a MQT no sistema MI-Dengue, ajustando os cálculos de modelagem matemática que foram

elaborados para gerar os índices entomológicos na MQT, gerar o mesmo índice e a mesma classificação de risco para GAT.

Nas semanas que compreendem todo período de estudo (período integral) de avaliação nas 39 semanas (SE-24 a SE-10), foi avaliado a positividade entre as armadilhas GAT e OVT, e da mesma forma na avaliação de período parcial, a OVT apontou maior média de captura que GAT apresentando diferença significativa. Estes resultados corroboram com trabalhos que reforçam a excelência do método de monitoramento das populações de *Ae. aegypti* por ovitrampas (Resende *et al.*, 2013; Ioc, 2014; Codeço *et al.*, 2015; Silva e Limongi, 2018), no entanto, deve ser considerado que das 39 semanas, divididas em período seco e período chuvoso, o período chuvoso compreende quatro semanas a mais, podendo influenciar na comparação entre as armadilhas.

Diferente do período parcial e o período integral, a comparação da positividade entre GAT e OVT durante as 17 semanas de período seco (SE-24 a SE-41) as médias de positividade não apresentaram diferença significativa, mostrando a viabilidade do monitoramento de adultos pela GAT em período de baixas temperaturas e estiagem, corroborando com estudos que também apontaram a captura de fêmeas de *Ae. aegypti* pela MQT em período seco (Gama *et al.*, 2007), enfatizando a importância do monitoramento de formas adultas na vigilância de arboviroses de forma oportuna, identificação de áreas de risco e informações para medidas de controle (Dos Reis *et al.*, 2019; Câmara *et al.*, 2022; Leandro *et al.*, 2022; Melo *et al.*, 2024). Em período seco de estiagem há menor quantidade de formas adultas devido a pouca oferta de recipientes com água para realizar a oviposição (Eiras *et al.*, 2021) ocasionado por fatores climáticos (Stewart Ibarra *et al.*, 2013; Nasir *et al.*, 2017; Pliego *et al.*, 2017; Reinhold *et al.*, 2018). No município de Piumhi, durante a estação de inverno, o IIP pela pesquisa larvária geralmente fica entre 3,9% (nível de alerta) e abaixo de 1% (satisfatório), os principais criadouros neste período são recipientes fixos de pequeno porte, principalmente os ralos sifonados de PVC encontrados nas áreas internas e externas dos imóveis. Portanto, no inverno, o ralo se destaca como principal criadouro de oviposição de fêmeas de *Ae. aegypti* mantendo a baixa população da espécie neste período. Assim, ao instalar uma GAT próxima de ralos pode potencializar a captura pela armadilha em período seco e aproximar mais do verdadeiro “N” de mosquitos local.

De forma semelhante ao período de avaliação entre período parcial e o período integral entre GAT e OVT, no período chuvoso de 21 semanas (SE-42 a SE-10) a média de positividade de captura entre as armadilhas GAT e OVT apresentou diferença significativa, demonstrando que a OVT é mais sensível em detectar a presença de fêmeas de *Ae. aegypti* em período chuvoso

(Chadee, 2009; Resende *et al.*, 2013; Soares *et al.*, 2015; Qureshi *et al.*, 2017). Apesar dos dados terem apontado o monitoramento por OVT ser mais sensível em período chuvoso, alguns fatores podem ser desvantajosos interferindo na sua eficácia e confiabilidade, como (i) aumento significativo da quantidade de ovos por armadilha, dificultando a leitura e interpretação dos dados de variação das populações locais do vetor, (ii) a sensibilidade é influenciada por variáveis ambientais de cobertura vegetal e atividade humana que variam durante período chuvoso, afetando diretamente a oviposição das fêmeas tornando os dados imprecisos, (iii) a precipitação pode favorecer outras espécies que podem competir por criadouros, como o *Ae. albopictus*, que é mais prevalente e dependente de período chuvoso, forçando as populações de *Ae. aegypti* a deslocar para outras áreas, interferindo negativamente no monitoramento da espécie alvo, (iv) a detecção de arbovírus em ovos apresenta desafios técnicos e limitações relacionados a baixa carga viral e sensibilidade dos métodos, preservação e processamento do material, exigência de infraestrutura laboratorial e interpretação dos resultados (Mogi *et al.*, 1988; Chadee, 2009; Qureshi *et al.*, 2017; Costa *et al.*, 2018; Teixeira *et al.*, 2021; Tsunoda *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2024).

A correlação entre as variáveis climáticas Tmin, Tmed, Tmax e a positividade das três armadilhas no período parcial, apresentaram fraca para MQT, intermediária para GAT e OVT respectivamente, e a PP apresentou correlação fraca para GAT e MQT, e negativa para OVT. Na análise por período, durante o período integral entre GAT e OVT, todas as variáveis climáticas apresentaram correlação intermediária. Em período seco, todas as variáveis climáticas apresentaram correlação fraca para OVT, negativa e intermediária entre as variáveis temperatura e PP fracas para GAT. Durante período chuvoso, todas as variáveis climáticas apresentaram correlação fraca para GAT e OVT.

Na comparação entre o período parcial e período chuvoso, os resultados divergem de estudos no mesmo município, que apontou a variável temperatura ser significativa na flutuação de fêmeas de *Ae. aegypti* no monitoramento pela armadilha GAT (Mota, 2018), corroboram com estudos que apontam um aumento das populações de *Ae. aegypti* após um aumento inicial da precipitação, porém após período constante de chuva tende a interferir negativamente na flutuação da espécie com o passar das semanas e Tmin mais alta associada a atividade de oviposição (Benitez *et al.*, 2021), porém, diverge de estudos que mostraram que temperaturas mínimas acima de 18 °C foram fortemente associadas ao aumento de *Ae. aegypti* adulto (Ferreira *et al.*, 2017). No entanto, corroboram quando comparado aos períodos Integral e Seco, que apresentaram Tmin inferior a 18 °C com baixa flutuação das populações de *Ae. aegypti*, e trabalhos que apontam que temperaturas abaixo dos 20°C influenciam negativamente a

sobrevivência da espécie (Rueda *et al.*, 1990) e valores próximos e no limite mínimo de mortalidade significativa de 14°C (Reinhold *et al.*, 2018). As variações da positividade entre as armadilhas GAT e OVT foram menores em período seco ao contrário da variação de Tmax, Tmin e Tmed entre a primeira e última semana do período, ao contrário, comparado ao período chuvoso, a variação entre as positivities foram maiores com diferença significativa e pouca oscilação das variáveis temperaturas, corroborando com estudo sobre associação entre temperatura e precipitação influenciar mais a sazonalidade das populações de *Ae. aegypti*, e menos quando a variação da temperatura é menor (Codeço *et al.*, 2015).

Portanto, deve ser considerado que a captura de fêmeas adultas pela GAT em período chuvoso de temperaturas mais altas pode ser relativamente menor comparado ao inverno em relação ao “N” geral da população local, porém, em trabalhos sobre o desenvolvimento de modelos preditivos focados em ações de controle vetorial de forma preventiva mostrou que dependendo do criadouro predominante, a precipitação pode não ser tanto relevante na abundância da espécie (Azil *et al.*, 2010).

No presente estudo, todos os indicadores entomológicos apresentaram correlação negativa e significativa, no período parcial, período seco com exceção de IPO e período chuvoso para IDV e IMFA_GAT com a precipitação defasada em uma semana, corroborando com estudos que também apontaram correlação significativa e negativa na captura de fêmeas em uma semana de dias de chuva defasada (Degener, Ázara, *et al.*, 2014), e estudos que apontam comportamento reduzido de oviposição durante período chuvoso (Benitez *et al.*, 2021), porém, diverge de estudos onde a defasagem da precipitação em uma semana foram positivamente significativas relacionadas aos indicadores entomológicos para *Ae. aegypti* (Honório, Codeço, *et al.*, 2009).

Os padrões temporais revelados pelas correlações entre indicadores entomológicos e precipitação defasada, apontam mecanismos ecológicos críticos na dinâmica populacional do *Ae. aegypti*, com variações significativas entre períodos (seco, chuvoso, integral e parcial). A resposta imediata do IPO a chuvas recentes (defasagem de 1 semana) no período integral contrasta com o efeito de supressão observado em defasagem de 2 semanas no período seco, onde correlações negativas fracas sugerem eliminação de criadouros efêmeros. Notavelmente, a janela de 3 semanas de defasagem apresenta considerável importância e influência: as correlações moderadas significativas no integral e chuvoso (para maioria dos indicadores) e no parcial (exceto IPO) refletem o ciclo de desenvolvimento, enquanto no período seco apenas o IDV mantém correlação significativa, revelando limitações metodológicas em baixa umidade. Esta dinâmica atinge seu ápice em defasagem de 4 semanas, quando a superioridade da GAT

(IMFA_GAT e IPG) torna-se evidente: no período integral, ambos os indicadores mostram forte correlação positiva (r de Spearman > 0.70); no período seco, o IMFA_GAT mantém correlação forte e o IPO moderada; e no período chuvoso, apenas correlações moderadas persistem. Tal assincronia, com a OVT perdendo significância no período chuvoso e a MQT inconsistente entre períodos, demanda estratégias de vigilância adaptativa, priorizando armadilhas de adultos (GAT) no integral e seco, e ajustar intervenções para períodos de 3 a 4 semanas após ocorrência de chuvas em período chuvoso, onde indicadores atingem máxima sensibilidade preditiva. Os resultados de defasagem de precipitação de uma a quatro semanas divergem de estudos onde os dias de chuva foram associadas negativamente a população de *Ae. aegypti* em todas as semanas avaliadas (Deneger, 2014). Deve ser considerado em estudos de defasagem de semanas com precipitação, a relação entre dias de chuva e a oviposição poderá variar dependendo do local e das condições ambientais específicas (Sánchez-Díaz *et al.*, 2022) e o aumento da disponibilidade de criadouros temporários dependentes de chuva que podem competir com as armadilhas na atração de fêmeas (Deneger, 2014).

Estes resultados de correlação do indicador IMFA com os indicadores de oviposição reforçam a importância do monitoramento de adultos pela armadilha GAT, dada a sensibilidade e especificidade da OVT, visto que, a captura de fêmeas adultas de *Ae. aegypti* para calcular a infestação vetorial, baixo custo operacional e o risco de transmissão de dengue mais confiável. Diversos trabalhos mostram que a abundância de fêmeas adultas de *Ae. aegypti* é fortemente associada ao risco de transmissão de arbovírus como a dengue, reforçando que o monitoramento semanal de fêmeas adultas, especialmente com armadilhas específicas, permite mensurar com maior precisão os períodos e áreas de maior risco, superando índices tradicionais baseados em ovos, larvas e pupas (Ferreira *et al.*, 2017; Parra *et al.*, 2018; Ong *et al.*, 2019; Ong *et al.*, 2021).

A complexidade na interação entre as variações de temperatura e precipitação, influencia o monitoramento e a flutuação populacional do *Ae. aegypti*, resultando em variação e dados diferentes dependendo do contexto e das características locais (Simões *et al.*, 2013; Benitez *et al.*, 2021) tanto em períodos secos quanto em chuvosos, que mesmo durante período com alta intensidade de precipitação pode influenciar negativamente na oferta em substrato para oviposição dependendo do tipo de criadouro (Valdez *et al.*, 2018; Benitez *et al.*, 2021). Compreender como as variáveis climáticas interferem na dinâmica das populações de *Ae. aegypti*, principalmente fêmeas grávidas que buscam locais apropriados para realizar a oviposição, colabora no direcionamento dos métodos de controle em período mais satisfatório, contribuindo na elaboração de medidas de vigilância e controle relacionados ao clima (Honório, Codeço, *et al.*, 2009).

No presente estudo, identificou-se em Piumhi, através de mapas de Kernel integral (acumulado) e por período, vários *hotspots* de positividade das armadilhas OVT, GAT e MQT para fêmeas de *Ae. aegypti*. A quantidade de *hotspots* em período seco para as armadilhas GAT e OVT aumentaram em período chuvoso e de temperaturas mais elevadas, favorecendo o ciclo mais rápido da espécie (Alto e Juliano, 2001; Forattini, 2002a; Paploski *et al.*, 2016; Pliego-Pliego *et al.*, 2020), corroborando com trabalhos onde foi associado *hotspots* de captura de fêmeas e maior risco de transmissão de arboviroses associado a períodos com temperatura e precipitação mais elevadas (Stewart-Ibarra *et al.*, 2014; Palaniyandi *et al.*, 2020) e áreas com baixa densidade influenciadas pelo período seco (Lorenz *et al.*, 2020). Estudos recentes apontam a correlação positiva do aumento de indicadores entomológicos por captura de fêmeas adultas a incidência de dengue e a melhor eficácia da captura de adultos para prever risco de transmissão de dengue comparado aos índices gerados por coleta de formas imaturas (Parra *et al.*, 2018; Ong *et al.*, 2021; Faridah *et al.*, 2022). Neste estudo, não ocorreu a associação de casos de dengue e *hotspots* de captura pelas armadilhas, divergindo de trabalhos que apontaram a precisão das armadilhas em identificar locais críticos de transmissão da dengue (Fávaro *et al.*, 2008; Melo *et al.*, 2012). Portanto, comparando a OVT que gera índices de ovos, a GAT que gera índice de formas adultas, segundo a literatura mais eficazes em prever risco de transmissão de dengue comparado a índices de formas imaturas, justifica o potencial da armadilha GAT em programas de controle do *Ae. aegypti*, tanto no monitoramento (Heringer *et al.*, 2016; Johnson, Hurst, *et al.*, 2017; Eiras *et al.*, 2018; Eiras *et al.*, 2021), quanto no controle do vetorial por supressão populacional por instalação das armadilhas em massa (Johnson *et al.*, 2018; Mota, 2018; Eiras *et al.*, 2021; Jahir *et al.*, 2022).

Outro fator de extrema importância que deve ser considerado na comparação da sensibilidade entre as armadilhas OVT e GAT em monitorar a presença de fêmeas do *Ae. aegypti*, é o fato da OVT reunir pelo menos sete características que favorecem a atração da fêmeas para realizar a oviposição, que um potencial criadouro no meio ambiente dificilmente teria, como (i) a coloração preto do recipiente que potencializa a atração visual (Consoli e Oliveira, 1994; Forattini, 2002a; b; Glasser *et al.*, 2011); (ii) o contraste de cores entre o recipiente preto da OVT e a cor mais clara do substrato de oviposição também atrai visualmente as fêmeas (Sippell e Brown, 1953; Muir *et al.*, 1992; Forattini, 2002a); (iii) adição de atraentes de oviposição (Holck *et al.*, 1988; Reiter *et al.*, 1991; Ritchie, 2001; Sant'ana *et al.*, 2006; Barreto *et al.*, 2020), (iv) furos de drenagem na parte mediana da OVT (Lang, 1990; Barker *et al.*, 2003; Obenauer *et al.*, 2009; Anderson e Davis, 2014), garantindo que o substrato de oviposição fique exposto no nível da água apropriado a oviposição (Abreu *et al.*, 2015) e

impedindo a imersão em caso de chuva, desempenhando um papel na manutenção no nível da água adequado na prevenção do transbordamento, afetando a oviposição; (v) reflexão de claridade polarizada na superfície da água (Kennedy, 1942; Harrington *et al.*, 2008; Bernáth *et al.*, 2012; Horváth e Csabai, 2014); (vi) substratos de oviposição ásperos e úmidos ideias na aderência da fêmea durante a postura (Goma, 1964; Chadee *et al.*, 1995; Forattini, 2002a) e (vii) presença de larvas coespecíficas que estimula oviposição por fatores químicos derivados das formas imaturas (Allan e Kline, 1995; Chadee, 2009; Gonzalez *et al.*, 2016; Boullis *et al.*, 2021), apresentando equilíbrio de densidade larvária e competição intraespecífica (Ho *et al.*, 1989; Gonzalez *et al.*, 2016; Haq *et al.*, 2019) favorecido pelo tamanho reduzido da OVT. No entanto, mesmo com todos estes fatores que favorecem a OVT, o fato do monitoramento por ovos é menos eficiente e confiável comparado a captura de adultos pela GAT e OVT para estimar a população de forma adultas no local e classificação de riscos epidêmicos, tornando a OVT obsoleta nestes casos. Vale ressaltar que das sete características da OVT que potencializam a oviposição de fêmeas de *Ae. aegypti*, a GAT e MQT não apresentam substrato de oviposição, presença de larvas coespecíficas em algumas exceções, contraste de cor pela MQT e apenas parcialmente a exposição do espelho d'água pela GAT, visualmente apenas através da tela de nylon. Portanto, sugerimos neste estudo, avaliações em condições de laboratório e semicampo buscando modificações, principalmente na armadilha GAT, de forma a alcançar as características de atração pela OVT que não estão presentes na GAT, de forma segura mantendo os fatores positivos de baixa manutenção e custo-benefício.

O monitoramento de formas adultas do *Ae. aegypti* apresentam algumas vantagens sobre o método de coleta de ovos por OVT, como avaliação do comportamento das formas adultas pela densidade da espécie, vigilância de arbovírus (Ferreira *et al.*, 2017; Câmara *et al.*, 2022), já demonstrou ser mais eficiente quando a densidade da espécie era baixa, ter mais correlação com fatores climáticos e eficiência de captura, por sua vez, a OVT já apresentou menor sensibilidade em baixa densidade e menos correlacionada com as condições climáticas (Mackay *et al.*, 2013; Resende *et al.*, 2013).

Diante dos resultados, concluímos que o monitoramento entomológico de fêmeas adultas de *Ae. aegypti* pela armadilha GAT, melhorou a capacidade de vigilância ao fornecer informações mais precisas sobre a dinâmica das populações do vetor tanto em período seco, quanto em período chuvoso, aumentando as chances de estipular possíveis epidemias e principalmente direcionar ações preventivas de controle vetorial de forma mais estratégica e integrada em período seco, onde as populações do vetor são mais baixas respondendo de forma positiva as ações de controle. Portanto, o uso da armadilha GAT como ferramenta de controle

vetorial instalando armadilhas em massa durante o período seco, apresenta ser uma alternativa viável com resultados promissores.

Capítulo II:

Avaliação da densidade e cobertura de armadilhas GAT na supressão populacional de *Aedes aegypti* em área urbana do município de Piumhi (MG).

RESUMO

A armadilha Gravid Aedes Trap (GAT) é um dispositivo passivo amplamente consolidado internacionalmente para a captura e o monitoramento de fêmeas grávidas de mosquitos vetores de importância médica, especialmente *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. Embora haja crescente interesse em seu uso como ferramenta de controle populacional, os estudos de campo avaliando seu impacto na supressão massal de fêmeas adultas de *Ae. aegypti* ainda são escassos. Apesar disso, resultados promissores vêm sendo reportados, embora protocolos padronizados para seu uso no controle vetorial ainda não tenham sido formalmente estabelecidos. O presente estudo avaliou o efeito supressivo da GAT em diferentes densidades e coberturas por quadra no município de Piumhi (MG) em 2019, considerando os seguintes tratamentos: 1GAT<50%, 1GAT>60%, 2GAT<50%, 2GAT>60% e Testemunha (sem armadilhas). Verificou-se uma redução significativa do Índice de Mosquitos Fêmeas por Armadilha (IMFA) nos quatro tratamentos com GAT em comparação ao grupo controle (teste de Dunn, $p < 0,05$), com destaque para o tratamento com maior densidade e cobertura (2GAT>60%), que apresentou a diferença mais expressiva ($p < 0,0001$). No entanto, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes tratamentos com GAT quanto ao IMFA (teste de Dunn, $p > 0,05$). Foi observado a presença de efeito residual de supressão populacional mesmo após a remoção das armadilhas, com duração de 5, 7, 10 e 12 semanas nos tratamentos 1GAT<50%, 2GAT<50%, 1GAT>60% e 2GAT>60%, respectivamente. Observou-se que tratamentos com cobertura inferior a 50% apresentaram recuperação mais rápida do IMFA, indicando menor efeito sustentado. Portanto, um maior tempo de efeito residual está associado a maior eficácia supressiva. Mapas de calor de casos confirmados de dengue durante o período do estudo sugerem um possível efeito de proteção indireta na área 1GAT<50%, que não apresentou casos notificados no interior da área de intervenção, contrastando com *hotspots* localizados em regiões periféricas. A análise da relação entre a cobertura mínima por imóvel e a densidade de armadilhas por área (GAT/ha) indicou que ambos os parâmetros devem ser considerados de forma conjunta e adaptados à realidade local, em função da variabilidade no tamanho das quadras e propriedades. Conclui-se que a supressão massal de fêmeas de *Ae. aegypti* com uso da GAT é efetiva quando aplicada com cobertura mínima de 60% dos imóveis e densidade mínima de 14 armadilhas por hectare. Este arranjo possibilitou a redução sustentada da população vetorial, mesmo após a retirada das armadilhas, além de indicar um potencial efeito de proteção contra a transmissão de arboviroses, reforçando o valor da GAT como ferramenta complementar para os programas de controle vetorial.

Palavras-chave: Monitoramento entomológico, supressão de população, *Aedes aegypti*

ABSTRACT

The Gravid Aedes Trap (GAT) is a passive device widely established internationally for the capture and monitoring of gravid female mosquitoes of medical importance, particularly *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*. Although there is increasing interest in its use as a tool for population control, field studies assessing its impact on the mass suppression of adult female *Ae. aegypti* remain scarce. Nevertheless, promising results have been reported, even though standardized protocols for its use in vector control have yet to be formally established. This study evaluated the suppressive effect of the GAT under different densities and coverages per city block in the municipality of Piumhi, Minas Gerais, Brazil in 2019. The following treatments were tested: 1GAT<50%, 1GAT>60%, 2GAT<50%, 2GAT>60%, and Control (no traps). A significant reduction in the Female Mosquito Index per Trap (IMFA) was observed in all four GAT suppression treatments compared to the control group (Dunn's multiple comparison test, $p < 0.05$), with the greatest reduction found in the highest trap density and coverage treatment (2GAT>60%, $p < 0.0001$). However, no significant differences were found among the suppression treatments themselves (Dunn's test, $p > 0.05$). Another important finding was the residual suppression effect observed after trap removal, which lasted 5, 7, 10, and 12 weeks in the 1GAT<50%, 2GAT<50%, 1GAT>60%, and 2GAT>60% treatments, respectively. Treatments with <50% coverage showed a faster recovery of IMFA, favoring mosquito population rebound. This suggests that a longer residual effect corresponds to greater suppression efficiency. Heatmaps of confirmed dengue cases during the study period also indicated a potential protective effect in the 1GAT<50% area, where no cases were recorded inside the intervention zone, contrasting with high-intensity hotspots in the surrounding areas. Analysis of the relationship between minimum trap coverage per household and trap density per hectare indicated that both distribution strategies should be jointly applied and adapted to local contexts, considering the variability in block and property sizes. In conclusion, mass suppression of *Ae. aegypti* females using GAT was effective when implemented with a minimum coverage of 60% of households and a trap density of at least 14 GATs/ha. This approach achieved a sustained reduction of local mosquito populations, even after trap removal, and showed signs of protective effects against arbovirus transmission. These results support the potential of the GAT as a complementary strategy for vector control programs.

Key words: Entomological monitoring, mass suppression, *Aedes aegypti*

II.1 INTRODUÇÃO

Estudos voltados a elaboração de dispositivos para monitorar e controlar populações de mosquitos vetores têm sido avaliados quanto a sua competência e eficácia (Kline, 2006) como ovitrampas letais (Sithiprasasna *et al.*, 2003; Rapley *et al.*, 2009; Ritchie *et al.*, 2009) e armadilhas para captura de fêmeas adultas simulando a fonte alimentar (Degener, Eiras, *et al.*, 2014; Englbrecht *et al.*, 2015) ou específicas para fêmeas realizarem a oviposição (Barrera, Amador, Acevedo, Caban, *et al.*, 2014; Barrera, Amador, Acevedo, Hemme, *et al.*, 2014; Lorenzi, 2016; Johnson, Ritchie, *et al.*, 2017; Johnson *et al.*, 2018; Mota, 2018; Sharp *et al.*, 2019; Kading *et al.*, 2020; Eiras *et al.*, 2021).

Embora diversos tipos de armadilhas sejam utilizados no monitoramento entomológico, seu emprego para controle de mosquitos adultos em programas de saúde pública é limitado pela escassez de evidências robustas em campo. No entanto, armadilhas que capturam fêmeas durante a hematofagia ou oviposição podem reduzir a transmissão de arboviroses, ao diminuir a população vetorial (Who, 2018).

Durante a Assembleia Mundial da Saúde realizada em maio de 2017 foi criada a Resposta Global de Controle de Vetores (RGCV), propondo uma abordagem com ações mais estratégica no combate às arboviroses, reforçando a vigilância e o controle de vetores, que geralmente em muitos países não são satisfatórias, principalmente no que diz respeito a Manejo Integrado de Vetores (MIV), promovendo um controle mais eficaz, sustentável e em parceria com a comunidade. Baseado no princípio da RGVC foram publicados vários documentos sobre controle vetorial, dentre eles diretrizes para teste de eficácia de armadilhas para controle de *Aedes* spp (Who, 2020).

A densidade mínima ideal de armadilhas por imóvel/área para se obter um resultado de controle vetorial deve ser uma cobertura acima de 80% dos imóveis existentes, portando, o engajamento das comunidades locais é de extrema importância para atingir e manter a cobertura ideal (Johnson *et al.*, 2018). Outro fator importante é a aceitação do método pelos Agentes de Combate as Endemias (ACS) locais, devido estes profissionais em alguns casos terem resistência por adesão a novas tecnologias (Barrera, Amador, Acevedo, Caban, *et al.*, 2014; Barrera, Amador, Acevedo, Hemme, *et al.*, 2014; Johnson, Ritchie, *et al.*, 2017; Johnson *et al.*, 2018; Mota, 2018). Cobertura abaixo de 80% demonstrou não ser satisfatória na supressão do *Ae. aegypti*, não reduzindo a população vetorial nas áreas testadas, portanto, é necessário avaliações e ações prévias antes de iniciar a supressão, quanto as ações de controle vetorial, variações dos tamanhos das áreas dos imóveis, aceitação/participação da comunidade

(populações de baixa renda demonstraram baixa adesão), eliminação de criadouros e duração do período de supressão (Juarez *et al.*, 2021).

Outra questão é a quantidade mínima de determinada armadilha por imóvel, que vai depender da eficácia de cada modelo de armadilha em capturar determinada espécie (Who, 2018). Diferentes configurações de ovitrampas já foram avaliadas como método de controle vetorial do *Ae. aegypti*, como ovitrampas letais impregnadas com inseticidas na densidade de 10 ovitrampas (Perich *et al.*, 2003; Sithiprasasna *et al.*, 2003; Kittayapong *et al.*, 2008) a 4 ovitrampas por imóvel (Williams *et al.*, 2006; Rapley *et al.*, 2009; Ritchie *et al.*, 2009). Armadilhas para captura de fêmeas grávidas recentemente vem sendo testadas como ferramenta de controle massal de *Ae. aegypti*. A armadilha Autocidal Gravid Ovitrap (AGO) foi avaliada em Porto Rico promovendo uma redução da infestação nas áreas tratadas nas quantidades de 3 a 4 armadilhas por imóvel (Barrera, Amador, Acevedo, Caban, *et al.*, 2014; Barrera, Amador, Acevedo, Hemme, *et al.*, 2014; Barrera *et al.*, 2017; Barrera, R *et al.*, 2019; Sharp *et al.*, 2019). No entanto, avaliações de coleta massal de campo com a armadilha GAT para controle de culicídeos apresentou resultados promissores com 1 e 2 armadilhas por imóvel (Becker *et al.*, 2017; Mota, 2018) e trabalhos com a participação comunitária e lideranças locais responsáveis pelas leituras e manutenção das GATs sendo engajados a manter 2 armadilhas no imóvel (Johnson *et al.*, 2018).

Contudo, avaliações de coleta massal de *Ae. aegypti* em campo onde armadilhas não foram satisfatórias em determinadas configurações também são dados importantes em pesquisas futuras, como o uso de 3 armadilhas MosquiTrap por imóvel (Degener *et al.*, 2015) e 1 AGO por imóvel (Cornel *et al.*, 2016), não foram capazes de surtir efeito de supressão.

Deste modo, é consenso que um dos principais fatores que influenciam diretamente a coleta massal de mosquitos por armadilhas em condições de campo é a cobertura de instalação nas áreas a serem avaliadas e a densidade mínima de determinada armadilhas por imóvel capaz de obter um efeito de controle viável e menos oneroso. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi de avaliar e conhecer a densidade mínima e cobertura ideal de armadilhas GAT por área, capaz de realizar a supressão populacional de adultos de *Ae. aegypti* em áreas urbanas durante o ano de 2019 em Piumhi, Minas Gerais, Brasil.

II.2 MATERIAIS E MÉTODOS

II.2.1 Parcerias intersetoriais

A pesquisa foi desenvolvida a partir da colaboração entre a Secretaria Municipal de Saúde de Piumhi (MG), através de sua Coordenadoria Geral de Vigilância em Saúde (CGVS), com suporte e auxílio do Laboratório de Inovação Tecnológica e Empreendedorismo em Controle de Vetores do Departamento de Parasitologia da Universidade Federal de Minas Gerais (Lintec/UFMG).

II.2.2 Caracterização das áreas de estudo

II.2.2.1 Locais e período do estudo

O município de Piumhi (MG) (Latitude 20°27'42.63" S e Longitude 45°56'44.53" O), fica situado na região Centro-oeste de Minas Gerais, tem limites com os municípios de Doloresópolis, Bambuí, São Roque de Minas, Pimenta, Guapé, Pains e Vargem Bonita. Distante, aproximadamente, 253 km da capital mineira, Belo Horizonte, possui um território correspondente a uma área de 902,468 km². A população de Piumhi, de acordo com o censo demográfico de 2022 era de 36.062 habitantes e densidade demográfica de 39,96 hab/km² (Ibge, 2022) (Figura 18).

O período de estudo ocorreu entre as semanas epidemiológicas três em janeiro a semana 52 de dezembro de 2019, totalizando 50 semanas de experimento. As semanas correspondentes a coleta massal foram em intervalo temporal seco e de temperaturas mais baixas, onde há redução natural das populações de *Ae. aegypti* por fatores climáticos, ao contrário do período chuvoso (Stewart Ibarra *et al.*, 2013; Nasir *et al.*, 2017; Pliego *et al.*, 2017; Reinhold *et al.*, 2018).



Figura 18. Localização geográfica do município de Piumhi, Minas Gerais. Fonte: Google Earth 2019.

II.2.2.2 Áreas experimentais

Para seleção das áreas experimentais, no município, foram considerados o Levantamento de Índice Rápido para *Ae. aegypti* (LIRAA) realizado em 2019. Assim, foram selecionadas cinco regiões que apresentavam histórico de transmissão de arboviroses por *Ae. aegypti* e maiores Índices de Infestação Predial.

As áreas selecionadas foram sorteadas aleatoriamente para cada tratamento. Foi inicialmente planejado a avaliação de densidade de 1 e 2 armadilhas GAT de supressão por imóvel, em duas coberturas: (i) acima de 80% dos imóveis existentes na quadra com GAT considerou como 100% (Barrera, Amador, Acevedo, Caban, *et al.*, 2014) e (ii) até 50% dos imóveis da quadra com GAT considerou 50%. Dessa forma, em Piumhi, a densidade e cobertura nas áreas experimentais foi avaliada em cinco tratamentos (Figura 19):

I- 1 GAT por imóvel a 50%: Lagoa de Trás (LT);

II- 1GAT por imóvel 100%: Jardim Santo Antônio (JSA);

III- 2 GAT por imóvel a 50%: Nova Piumhi (Mogi *et al.*);

IV- 2 GAT por imóvel 100%: Vila Agreny (VA);

V- Testemunho: Sem armadilhas GAT de supressão Centro (Cen).

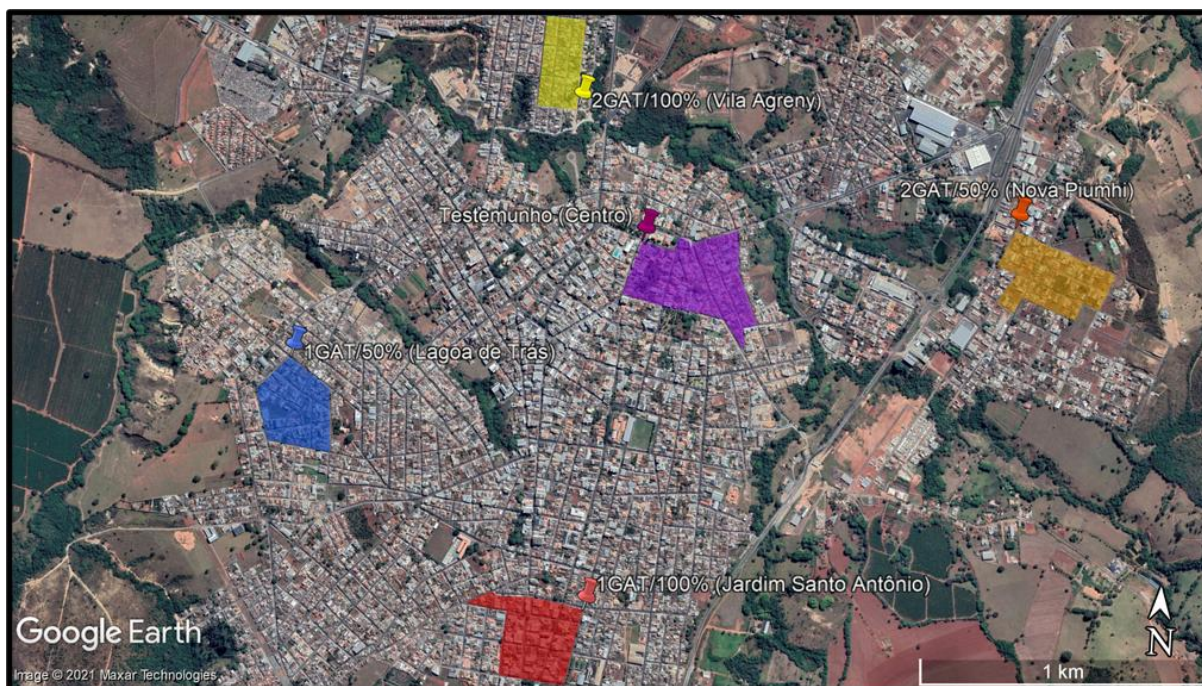


Figura 19. Localização dos tratamentos/bairros no município de Piumhi-MG: Roxo Testemunho bairro Centro; Vermelho 1GAT/100% bairro Jardim Santo Antônio; Azul 1GAT/50% bairro Lagoa de Trás; Amarelo 2GAT/100% bairro Vila Agreny e Laranja 2GAT/50% bairro Nova Piumhi. Fonte: Google Earth – Modificado.

II.2.2.3 Agentes de Controle de Endemias (ACE) do município de Piumhi.

Antes de iniciar as atividades de instalação das armadilhas, os Agentes de Controle de Endemias (ACE) do município de Piumhi, tanto novos quanto veteranos, participaram de um treinamento organizado pela equipe técnica do projeto. O treinamento teve duração de sete dias e incluiu tanto aulas teóricas quanto práticas em campo. A capacitação consistiu em um minicurso de reciclagem voltado para o desenvolvimento das atividades de visitas domiciliares, manipulação das armadilhas, coleta de mosquitos em cartões adesivos e identificação dos espécimes capturados, com base na classificação entomológica de Forattini (2002). Para essa atividade, foram selecionados ACEs de ambos os municípios que já possuíam experiência em pesquisas de campo anteriores.

II.2.3 Armadilha utilizada nos experimentos

a) Descrição da armadilha GAT

A armadilha GAT, (do inglês "*Gravid Aedes Trap*") (Figura 20), é uma armadilha passiva e foi desenvolvida com base em estudo comportamental sequencial do *Ae. aegypti* na Universidade de James Cook, Austrália, em colaboração com a Universidade Federal de Minas

Gerais (Eiras e Ritchie, 2012 - Patente). A empresa alemã Biogents S.A (Regensburg, Alemanha) obteve a licença para produzir e comercializar globalmente essa armadilha.

Esta armadilha especialmente projetada para atrair fêmeas grávidas de *Aedes* spp durante sua busca por locais adequados para oviposição, pois utiliza estímulos visuais (cor preta), físicos (umidade) e olfativos (infusão) para maximizar sua eficácia. Além de ser de fácil instalação e transporte, a GAT permite uma identificação rápida dos mosquitos capturados durante as inspeções (Eiras *et al.*, 2014; Biogents, 2017). Devido à sua praticidade e baixo custo, a GAT é uma excelente opção para programas de monitoramento vetorial em regiões com recursos limitados e pode ser utilizada para capturar fêmeas de outras espécies, como *Ae. albopictus* e *Culex* sp (Eiras *et al.*, 2014; Ritchie *et al.*, 2014).

A armadilha GAT consiste em um recipiente de plástico preto fosco, funil, anel, tela de nylon e câmara transparente. O recipiente na base da armadilha tem capacidade de 10 litros com diâmetro inferior de 20 cm, superior de 25 cm e 24 cm de altura. A lateral do balde contém um furo de drenagem de água mantendo a armadilha com 3 litros e 400 ml de água abaixo da tela de nylon.

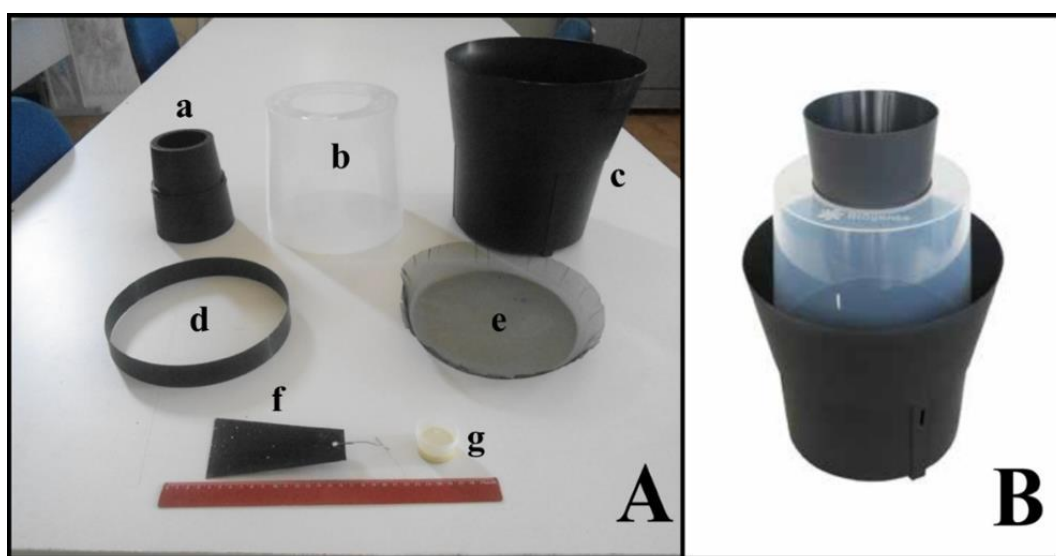


Figura 20. Componentes da GAT: (A) componentes da armadilha: a. funil; b. parte superior translúcida. c. balde base; d. anel; e. tela de nylon; f. cartão adesivo; g. atraente sintético; (B) armadilha montada.

A câmara superior translúcida da armadilha possui um disco circular que possibilita a instalação de um cartão adesivo em formato trapezoidal, medindo 14cm x 7cm x 3,5cm (Heringer *et al.*, 2016), utilizado para capturar adultos de *Aedes* spp (Eiras *et al.*, 2014; Ritchie *et al.*, 2014). Na base desse componente translúcido, é utilizado um novo atraente sintético denominado AtrAedes, desenvolvido pela UFMG, apresentando resultados satisfatórios

potencializando a captura de fêmeas de *Ae. Aegypti* nas armadilhas MQT e BGS (Eiras *et al.*, 2010).

b) Instalação das armadilhas

Semanas antes da instalação das armadilhas, foram realizadas divulgações em massa nos veículos de comunicação da cidade (Secretaria de Comunicação Municipal, rádio, jornal impresso e redes sociais) (Anexo I) e durante as vistorias dos Agentes de Endemias nas residências através de folders (Anexo II) nas áreas de realização do estudo. Os moradores que receberam as armadilhas e concordaram em participar do estudo assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo III).

Durante a instalação das armadilhas, adicionou 3L de água da torneira nos baldes, e os locais de instalação foi dada a locais visíveis, sombreados e protegidos contra chuvas e a exposição direta do sol (Ritchie *et al.*, 2014; Heringer *et al.*, 2016; Johnson, Hurst, *et al.*, 2017) em área peridomiciliar (Fávaro *et al.*, 2006). Foi evitada a escolha de locais com substâncias ou materiais que pudessem interferir na ação do atraente, como produtos de limpeza, líquidos inflamáveis e priorizada a instalação em imóveis ausentes de filhotes de animais e reforçando cuidados com moradores onde havia menores de idade, especialmente nas armadilhas de monitoramento.

II.2.4 Metodologia

II.2.4.1 Desenho metodológico

A armadilha GAT foi utilizada como ferramenta de monitoramento e controle de *Ae. aegypti*. As armadilhas usadas para fornecer os indicadores entomológicos como medidas de flutuação da população de *Ae. aegypti* foram denominadas de “***armadilhas de monitoramento***” e foram usadas na densidade de uma GAT por quadra em todos os tratamentos. As armadilhas GAT que foram usadas para avaliar a técnica da coleta massal no controle de fêmeas de *Ae. aegypti* foram denominadas de “***armadilhas de supressão***”. As armadilhas de monitoramento foram instaladas em nove quadras de cada tratamento (Figura 21).

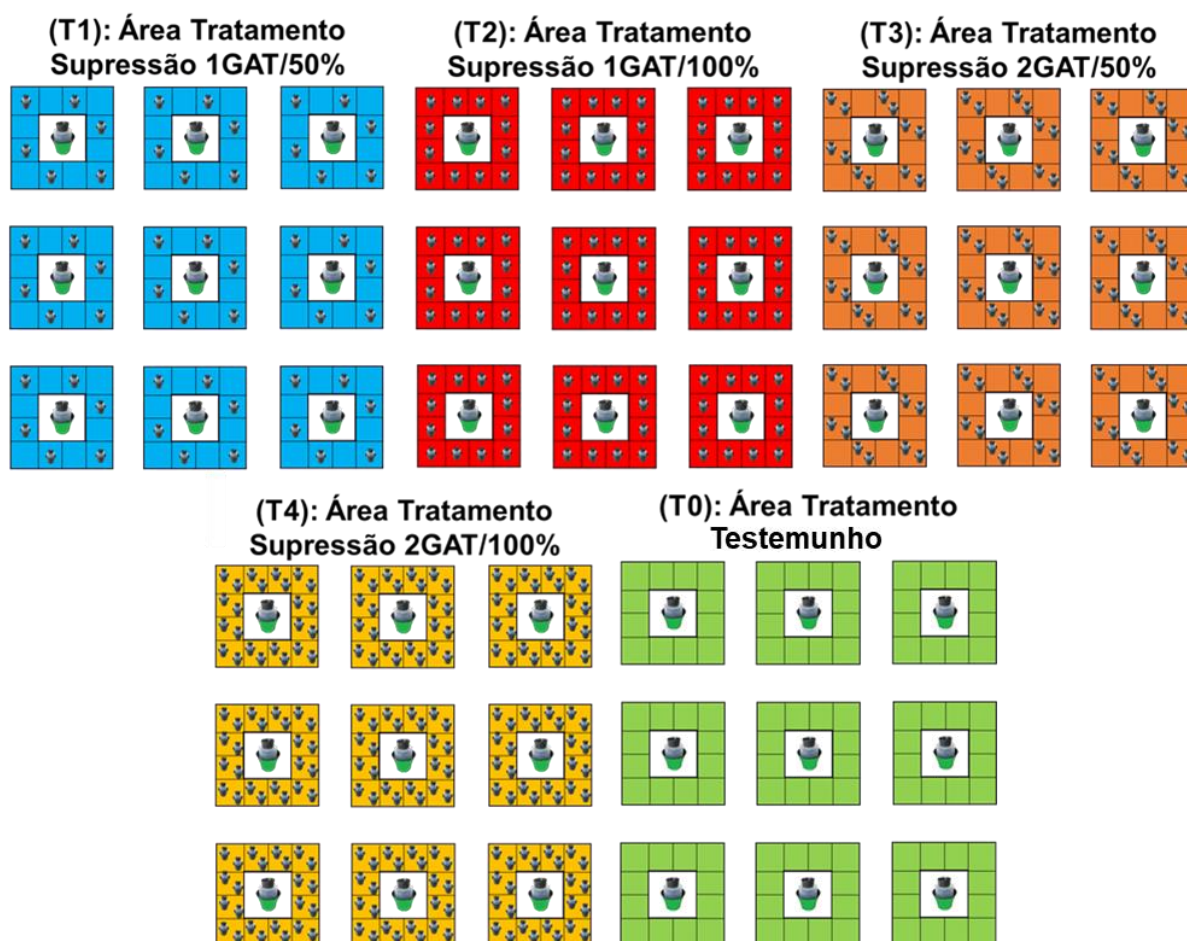


Figura 21. Desenho metodológico do experimento: Esquema de avaliação de supressão com armadilha GAT realizado no município de Piumhi-MG.

II.2.4.2 Identificação de espécies de mosquitos capturados

Nas armadilhas de supressão e monitoramento de adultos, a identificação das espécies de mosquitos e sexagem foram realizadas em campo pelos ACE's capacitados. Os ACE's e a equipe técnica receberam treinamento pela equipe responsável pelo projeto para desenvolverem as atividades de campo e laboratório na identificação de espécies de culicídeos, de acordo com a classificação de Forattini (2002).

Durante as inspeções das armadilhas com auxílio de uma lupa de mão, os agentes identificaram as espécies e sexagem dos mosquitos pelas características morfológicas. Após a contagem dos mosquitos em cada cartão adesivo, estes foram descartados com o auxílio de uma pinça entomológica e novamente instalado o cartão adesivo na armadilha. A exceção nesse procedimento ocorreu quando o cartão adesivo acumulou detritos e foi substituído.

II.2.5 Atividades do PNCD nas áreas experimentais

As atividades de rotina no combate ao vetor *Ae. aegypti* do Setor de Endemias no município de Piumhi foi mantida durante o período de estudo. Foram realizados seis ciclos de Tratamento Focal com aplicação do larvicida Pyriproxifen e do adulticida Malathion 44CE nas ações de bloqueio de transmissão, realizado (a) uma vez na área experimental do tratamento 1GAT/50%, (b) duas vezes na área 2GAT/50%, (c) três vezes na área 2GAT/100%, (d) quatro vezes na área Testemunho e (e) cinco vezes na área 1GAT/100% em diferentes semanas. Durante o período de estudo, a atividade de eliminação de potenciais criadouros em mutirões de limpeza nos fins de semana, foram realizados em todos os bairros tratamentos (Tabela 19).

Tabela 19. Semanas epidemiológicas correspondentes as aplicações do adulticida Malathion 44CE por quantidade de consumo nos tratamentos durante atividades de controle químico e mutirões de limpeza nas áreas, 2019, Piumhi, Minas Gerais.

Tratamentos	Área (ha)	Aplicação de adulticida			Mutirão de limpeza
		SE	% de área aplicação nos trat.	* Consumo total	SE
1GAT/50%	6,21	17	44,4	≈7,1	21
1GAT/100%	7,0	4,9,13,18,21	33,3; 33,3, 11,1; 66,5; 33,3	≈15,8	27 e 28
2GAT/50%	7,66	4, 17	44,4; 11,1	≈8,3	46
2GAT/100%	4,69	2, 6, 26	100; 88,8; 77,7	≈12	1
Testemunho	10	15,21,23,26	44,4; 11,1; 22,2; 44,4	≈10,9	17 e 20

* MALATHION EA 44% 0,88 L de i.a./ha

II.2.6 Parâmetros avaliados

II.2.6.1 Indicador entomológico produzido pela armadilha GAT

Com os dados semanais obtidos nas áreas experimentais foi produzido o seguinte indicador:

- I. **Índice Médio de Fêmeas de Aedes (IMFA):** que consiste na média do número de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas por armadilhas vistoriadas durante uma semana (GAMA et al., 2007; EIRAS; RESENDE, 2009; EIRAS et al., 2012);

$$IMFA = \frac{N^{\circ} \text{ fêmeas de } Ae. aegypti \text{ capturadas}}{N^{\circ} \text{ de armadilhas vistoriadas na semana}}$$

II.2.6.2 Dados meteorológicos

Os dados diários das variáveis climáticas (precipitação, umidade relativa e temperatura) foram coletados através de estação meteorológica (Instrutemp modelo ITWH1080) pela Vigilância Ambiental do município de Piumhi. Para as análises, foram calculados os valores médios semanais, relativos as semanas epidemiológicas três de janeiro a semana 52 de dezembro de 2019. Na variável precipitação foram calculados os valores com defasagem de uma a quatro semanas (PP-1, PP-2, PP-3 e PP-4) semelhante o realizado no capítulo I.

II.2.6.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk para verificar se apresentavam distribuição normal. Os modelos foram comparados através de análises de contraste por ANOVA com 5% de significância. O programa GraphPad Prism versão 9.0 (GraphPad Software, San Diego Califórnia USA) foi utilizado para as análises estatísticas e produção de gráficos.

Foram analisadas as séries temporais das capturadas de fêmeas de *Ae. aegypti* e variáveis climáticas. A correlação das variáveis climáticas e indicadores entomológicos foi verificada pelo teste paramétrico Pearson. Com base no período de estudo, para análise dos dados do indicador entomológico IMFA em cada área experimental, foi realizado teste de Shapiro-Wilk

($p < 0,05$) apontando que os dados se comportam de forma normal em todas as áreas (Tabela 20). Portanto, foram realizados testes paramétricos para validação dos resultados.

Tabela 20. Teste de normalidade das áreas experimentais com fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas em armadilhas GAT de monitoramento: comparação entre tratamentos e cobertura entre as semanas epidemiológicas três a 52 de 2019, em Piumhi-MG.

Tratamentos	Shapiro-Wilk					
	% cobertura					
	50%		*Normalidade	100%		*Normalidade
1GAT/Imóvel	0,0241	$p < 0,05$	N	0,0006	$p < 0,05$	N
2GAT/Imóvel	0,001	$p < 0,05$	N	<0,0001	$p < 0,05$	N
Testemunho	<0,0001		N	$p < 0,05$		N

* Resultado do teste de normalidade pelo IMFA. Normal (N), Anormal (A)

Os dados foram analisados considerando intervalos de períodos (Figura 22), para que fosse possível realizar as análises estatísticas de forma comparativa. Dessa forma, para analisar os dados, as semanas epidemiológicas de estudo foram ajustadas em cinco períodos:

1. Pré Intervenção (Semanas epidemiológica três a 12);
2. Supressão Inicial (semanas 13 a 22);
3. Supressão Final (Semanas 23 a 32);
4. Pós-intervenção Inicial (Semanas 33 a 42);
5. Pós-intervenção Final (Semanas 43 a 52).

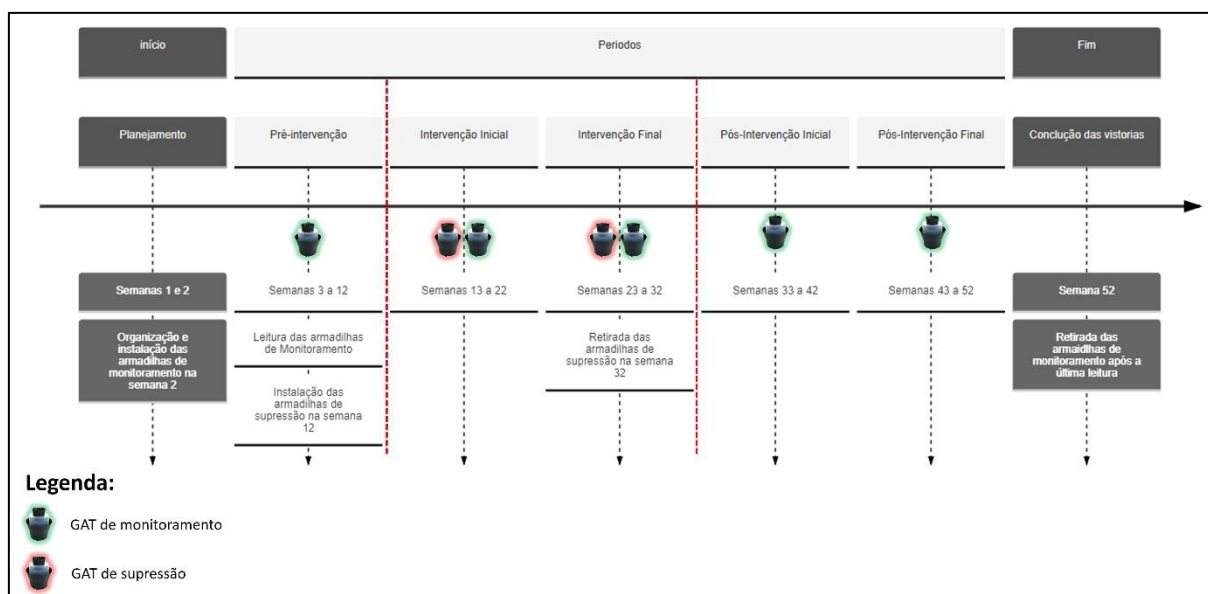


Figura 22. Linha do tempo das atividades realizadas nos períodos Pré Intervenção, Intervenção Inicial (início da supressão massal), Intervenção Final (término da supressão massal), Pós-intervenção Inicial e Pós-intervenção Final do experimento em Piumhi-MG.

II.2.6.4 Cobertura de instalação das armadilhas de supressão

Durante a instalação das armadilhas de supressão, planejou-se a porcentagem mínima de cobertura de 50% e acima de 80% por quadra para se obter o efeito de redução populacional de fêmeas de *Ae. aegypti* (Barrera, Amador, Acevedo, Caban, *et al.*, 2014; Barrera, Amador, Acevedo, Hemme, *et al.*, 2014; Barrera *et al.*, 2017). Buscando chegar à porcentagem mínima nas áreas 1 e 2 GAT, realizamos visitas em horários alternativos após o horário comercial (17:00 às 19:00) e aos sábados (Tabela 21), visando obter a porcentagem mínima de cobertura dos tratamentos.

Tabela 21. Porcentagem alcançada e classificação das coberturas de instalação de armadilhas GAT de supressão massal por tratamento, Piumhi, Minas Gerais.

Tratamentos	% de cobertura		Classificação
	Planejada	Alcançada	
1GAT/Imóvel	50%	48,1%	1GAT<50%
	100%	68,5%	1GAT>60%
2GAT/Imóvel	50%	43,5%	2GAT<50%
	100%	64,6%	2GAT>60%
Testemunho	N/A*	N/A*	N/A*

* (N/A) Não se aplica.

II.2.6.5 Georreferenciamento e mapas de densidade

Os casos confirmados de dengue foram georreferenciados com auxílio do software QGIS 3.40 e identificados na base cartográfica digital do município a partir do sistema projeção UTM, datum SIRGAS 2000. Foram gerados mapas temáticos para análise, identificando a posição espacial dos casos confirmados de dengue nas áreas de estudo e estimada à intensidade de casos, a partir dos dados distribuídos no espaço.

II.3 RESULTADOS

II.3.1 Monitoramento

II.3.1.1 Captura de culicídeos

A armadilha GAT detectou a presença de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* nas cinco áreas experimentais e em todas as semanas de monitoramento para *Ae. aegypti*. Durante as 50 semanas de monitoramento, as armadilhas de monitoramento capturaram nas cinco áreas experimentais o total de 1.270 culicídeos, quais sejam 1.104 (86,9%) *Ae. aegypti*, 134 (10,6%) *Ae. albopictus* e 32 (2,5%) *Culex* spp. respectivamente.

Em relação à captura de culicídeos na GAT por espécie e sexo foram 1.077 (84,8%) de fêmeas de *Ae. aegypti* que predominaram sobre os demais culicídeos coletados, foram somente 130 (10,2%) de fêmeas de *Ae. albopictus* e 22 (1,7%) de fêmeas de *Culex* spp. (Tabela 22).

As coletas de machos de culicídeos foram de apenas 27 (2,31%) para *Ae. aegypti*, 4 (0,3%) para *Ae. Albopictus* e 10 (0,7%) para *Culex* spp. A maior proporção de culicídeos capturados foi do gênero *Aedes*, com a coleta total de 1.207 (95%) fêmeas e 31 (4,4%) machos.

No período de monitoramento, as GAT de monitoramento capturaram, em média ($\pm$ erro padrão): $21,54 \pm 2,26$ *Ae. aegypti* fêmeas (Tabela 22).

Tabela 22. Média ($\pm$ Erro Padrão) de mosquitos capturados em GAT de monitoramento, no período de janeiro a dezembro de 2019, Piumhi, Minas Gerais.

Espécie	sexo	N (média $\pm$ EP)
<i>Aedes aegypti</i>	♀	1077 (21,54 $\pm$ 2,26)
	♂	27 (0,54 $\pm$ 0,15)
<i>Aedes albopictus</i>	♀	130 (2,60 $\pm$ 0,48)
	♂	4 (0,08 $\pm$ 0,04)
<i>Culex</i> spp.	♀	22 (0,44 $\pm$ 0,13)
	♂	10 (0,20 $\pm$ 0,10)

II.3.1.2 Indicadores entomológicos

a) *Captura de fêmeas de Aedes aegypti por tratamento*

Observou-se que as capturas de fêmeas de *Ae. aegypti* entre as semanas epidemiológicas 3 e 52, por área experimental, foram constantes na maioria das semanas de estudo no tratamento Testemunho, com exceção da semana 29, no qual não foi registrado captura. Portanto, o tratamento Testemunho apresentou 49 das 50 semanas de captura, sendo que, o tratamento 2GAT>60% apresentou apenas 34 semanas de captura, menor quantidade de semanas de captura em relação aos demais tratamentos (Figura 23). Observou-se que nas semanas 29 e 51 foram as semanas que apresentaram menor e maior quantidade de capturas, a semana 29 no período de Intervenção Final apresentando apenas duas capturas e a semana 51 no período de Pós-intervenção Final com 95 capturas.

A capturas no tratamento 2GAT>60% que receberam armadilhas de supressão registrou a menor média de captura de fêmeas de *Ae. aegypti* ($1,8 \pm 0,26$) em comparação com os demais tratamentos, principalmente comparado ao tratamento Testemunho que não receberam armadilhas de supressão ($8,7 \pm 1,25$) (Figura 24). Ressalta-se que na comparação entre o tratamento Testemunho e os tratamentos com armadilha de supressão, principalmente 2GAT>60%, é observada a diferença expressiva das médias de captura.

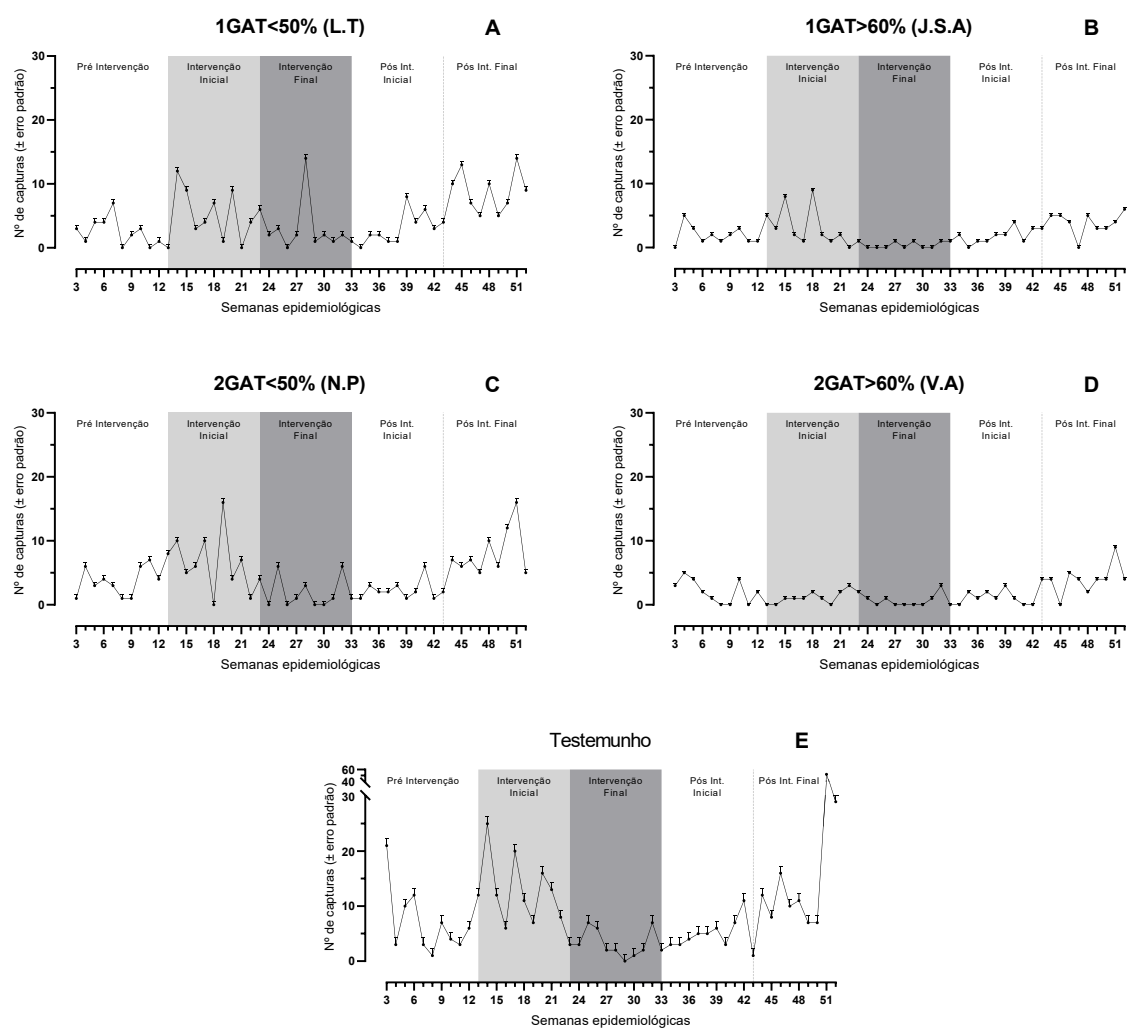


Figura 23. Total de capturas de fêmeas de *Ae. aegypti* ($\pm$ erro padrão) em armadilhas de monitoramento dos tratamentos, abril a agosto de 2019, Piumhi-MG: (A) 1GAT<50%; (B) 1GAT>60%; (C) 2GAT<50%; (D) 2GAT>60%; e (E) Testemunho.

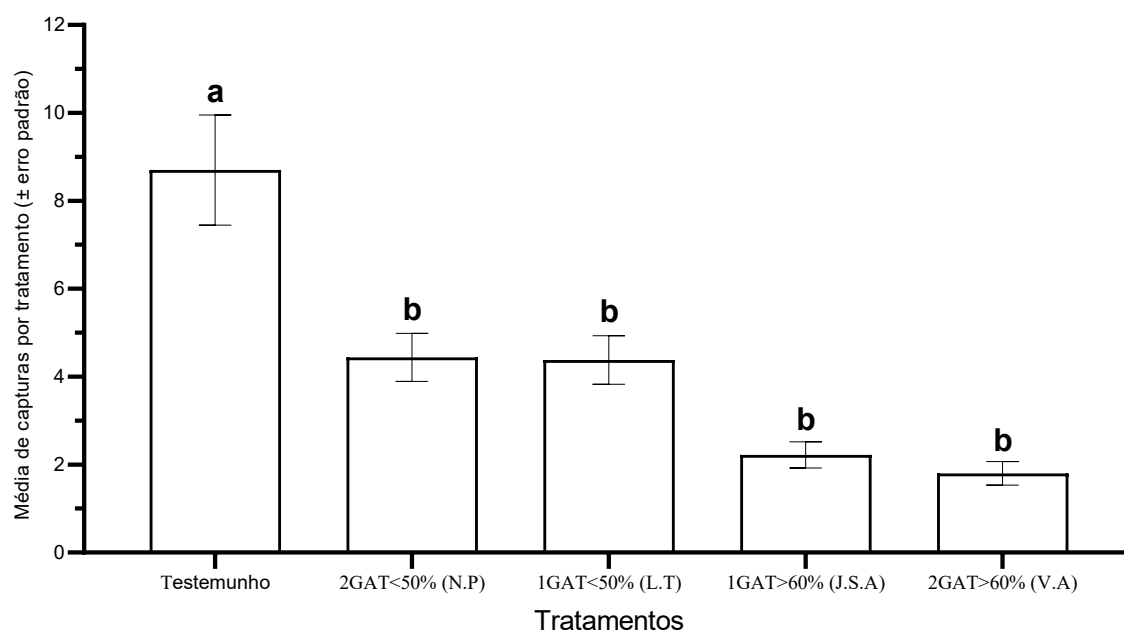


Figura 24. Média de Captura de fêmeas de *Ae. aegypti* ($\pm$ erro padrão) em armadilhas de monitoramento no município por tratamento, janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG.

b) Comparação do Índice Médio de Fêmeas de Aedes (IMFA) entre tratamentos e períodos

A análise do IMFA na área 1GAT<50% do bairro Lagoa de Trás (Figura 25-A) no período Pré-Intervenção, o IMFA apresentou valores baixos, indicando baixa flutuação populacional de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* antes da instalação das armadilhas de coleta massal. Com a introdução das GAT's de supressão (Intervenção Inicial), observou-se um aumento inicial na primeira semana seguido de redução gradual do IMFA nas semanas seguintes, apontando um impacto inicial. Contudo, nas 10 semanas finais (período Intervenção Final), o IMFA estabilizou-se em níveis moderados, sem declínio adicional, provavelmente devido à baixa cobertura. Após a retirada das armadilhas (Pós-intervenção Inicial), a coleta massal manteve um efeito residual de cinco semanas com valores mais baixos, apresentando aumento rápido do IMFA posteriormente, com valores retornando a patamares próximos ao período Pré intervenção em poucas semanas. Nas últimas 10 semanas do estudo (Pós-intervenção Final), o IMFA manteve tendência de estabilização em níveis elevados, indicando recolonização completa da área por *Ae. aegypti*, apontando que a cobertura <50% de GAT's não demonstrou efeito de supressão da população de forma mais efetiva.

O indicador IMFA na área 1GAT>60% (bairro Jardim Santo Antônio) (Figura 25-B) no período Pré Intervenção, apresentou valores baixos, apontando densidade populacional reduzida de *Ae. aegypti* antes da instalação das armadilhas. Com a introdução das GAT's de

supressão (Intervenção Inicial), observou-se uma tendência do aumento do IMFA nas primeiras cinco semanas, no entanto, com redução expressiva após a semana, evidenciando o impacto da cobertura de armadilhas após cinco semanas da introdução das armadilhas de supressão. Nas 10 semanas finais (Intervenção Final), o IMFA manteve-se em níveis baixos, indicando supressão sustentada da população de mosquitos. Após a retirada das armadilhas (Pós-intervenção Inicial), a supressão apresentou um efeito residual de controle por 10 semanas, ou seja, todo período de Pós-intervenção inicial, mantendo um aumento gradual com valores mais baixos, mas em ritmo mais lento comparado a área 1GAT<50%. Nas últimas 10 semanas (Pós-intervenção Final), apontou estabilização do IMFA, superior em comparação ao período de intervenção.

Na área 2GAT<50% no bairro Nova Piumhi (Figura 25-C) no período Pré-Intervenção, o IMFA registrou valores baixos, refletindo a baixa densidade populacional de *Ae. aegypti*. Com a instalação das GAT's de coleta massal (Intervenção Inicial), não foi observado redução do IMFA nas primeiras semanas, somente no período de Intervenção Final, o indicador apontou tendência de declínio suave, sugerindo impacto da dupla instalação de GAT's de supressão compensou parcialmente, mesmo com baixa cobertura de imóveis com armadilhas. Após a retirada das armadilhas (Pós-intervenção Inicial) a coleta massal apresentou efeito residual de supressão nas sete semanas do período com baixos valores do IMFA. Nas últimas 10 semanas do período Pós-intervenção Final, houve aumento acelerado do IMFA com valores mais elevados em comparação ao período de Pós-intervenção inicial. Esses resultados apontam que a instalação de duas GAT's de supressão em até 50% dos imóveis teve efeito temporário de supressão populacional local de Fêmeas de *Ae. aegypti*.

Na área 2GAT>60% do bairro Vila Agreny (Figura 25-D) no período Pré-Intervenção, o IMFA registrou valores baixos como nos demais tratamentos, apontando a baixa densidade vetorial. Com a instalação das GAT's de supressão massal (Intervenção Inicial), observou-se uma leve redução do IMFA nas primeiras 10 semanas, evidenciando inicialmente um impacto da cobertura combinada a densidade de duas de armadilhas de coleta massal por imóvel. Durante a Intervenção Final, o IMFA manteve a redução do período anterior, indicando supressão sustentada e eficiência no controle da população de mosquitos local. Após a retirada das armadilhas de supressão (Pós-intervenção Inicial), o IMFA apresentou efeito residual mais prolongado em comparação aos demais tratamentos por 12 semanas, com aumento gradual posteriormente. Nas últimas 10 semanas (Pós-intervenção Final), o IMFA manteve a tendência do aumento gradual, porém lento, sugerindo um efeito residual de intervenção do período anterior. Esses resultados demonstram que a combinação de uma cobertura a partir de 60% e

duas GAT's de supressão foi eficaz no controle populacional local, mesmo após retirada das armadilhas.

Na área Testemunho do bairro Centro (Figura 25-E), no período de Pré Intervenção, o IMFA registrou valores mais elevados comparado aos valores dos outros tratamentos no mesmo período. Durante as 10 semanas de Intervenção Inicial, quando os outros tratamentos receberam armadilhas de coleta massal, o IMFA apresentou tendência de queda com o passar das semanas, apresentando somente duas semanas apontando alta, porém, apresentando maiores valores do IMFA do período entre os demais tratamentos. Nas 10 semanas de Intervenção Final, o IMFA apresentou certa estabilidade com tendência de alta nas últimas semanas do período. Outra situação que deve ser analisada no tratamento Testemunho é a realização de quatro aplicações de adulticida e dois mutirões de limpeza para eliminação de potenciais criadouros nas ações de rotina do PNCD municipal, que ocorrem dentro dos períodos de Intervenção inicial e final, e após a última aplicação de adulticida, conferiu apenas três semanas de efeito residual, após este período, houve aumento gradual considerável até a última semana de estudo. Durante o período de Pós-intervenção Inicial, o IMFA apresentou forte tendência no aumento do indicador, que continuou nas últimas 10 semanas (Pós-intervenção Final), atingindo os maiores valores de IMFA entre todos cinco tratamentos.

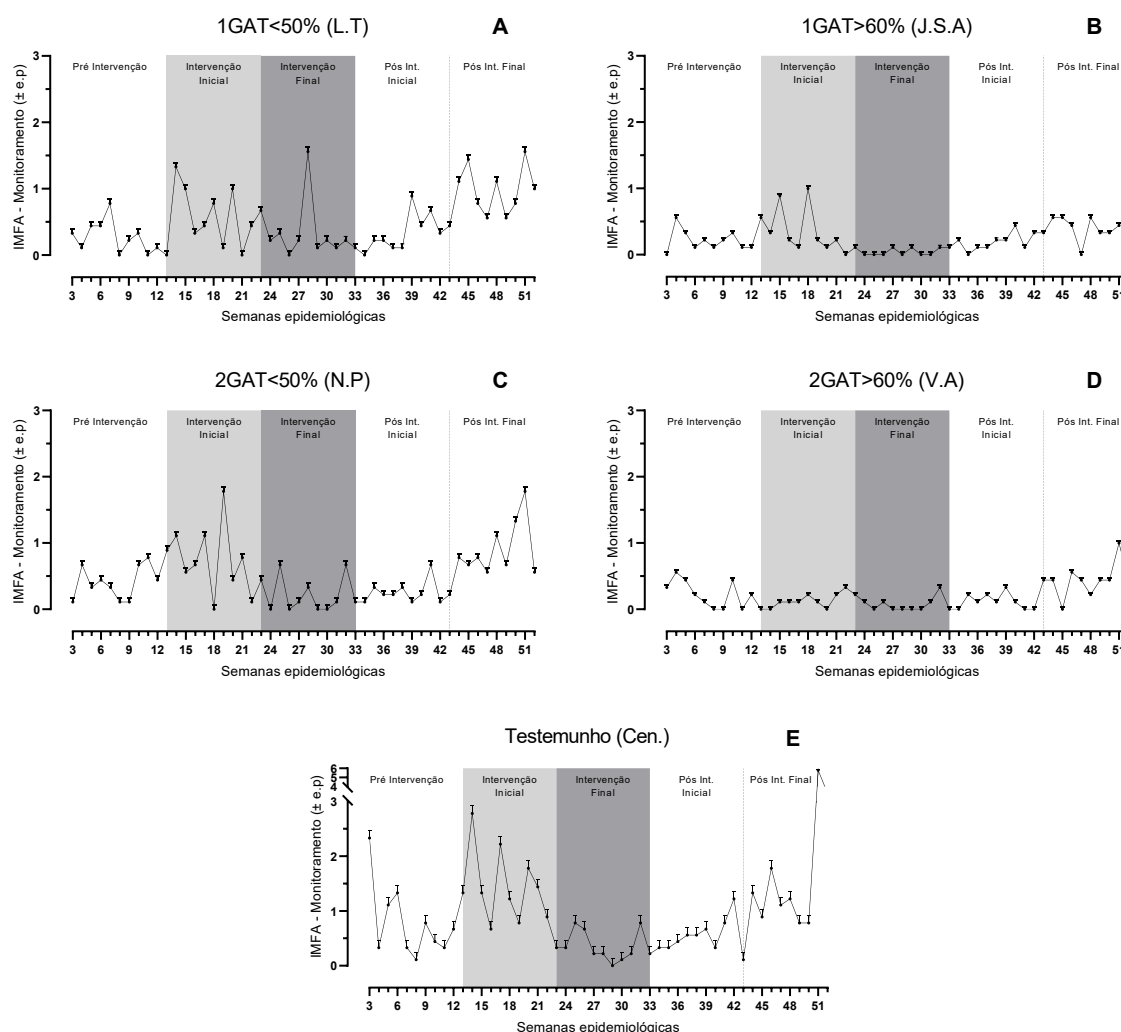


Figura 25. Comparação do índice Médio de Fêmeas de *Ae. aegypti* ($\pm$ erro padrão) por tratamento, janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG: (A) 1GAT<50%; (B) 1GAT>60%; (C) 2GAT<50%; (D) 2GAT>60%; e (E) Testemunho.

A análise de dados por período do indicador IMFA no teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) apontou comportamento de forma não normal nos tratamentos (Tabela 23), de forma que as análises de comparação entre os períodos pareados foram realizados testes não paramétricos de Friedman e Dunn's para validação dos resultados.

Análises mistas utilizando testes paramétricos para dados normais e não paramétricos para lognormais podem ser realizadas em um mesmo estudo (Field, 2018), mantendo os testes não paramétricos para garantir consistência dos dados (Altman, 1991) nas comparações entre períodos.

Tabela 23. Teste de normalidade e lognormalidade do indicador IMFA das armadilhas de monitoramento nos períodos de avaliação por área experimental, Piumhi, MG.

Períodos	*SE	Testes de Normalidade e Lognormalidade - Shapiro-Wilk									
		1GAT<50%		1GAT>60%		2GAT<50%		2GAT>60%		Testemunho	
		Distribuição	p valor	Distribuição	p valor	Distribuição	p valor	Distribuição	p valor	Distribuição	p valor
Pré Intervenção	3 a 12	Normal	0,3553	Normal	0,1840	Lognormal	0,2121	Normal	0,2610	Lognormal	0,0461
Intervenção Inicial	13 a 22	Normal	0,3941	Normal	0,0528	Normal	0,8513	Normal	0,1520	Lognormal	0,3755
Intervenção Final	23 a 32	Normal	0,0005	Normal	0,0002	Normal	0,0156	Normal	0,0114	Normal	0,1074
Pós Intervenção Inicial	33 a 42	Normal	0,1232	Normal	0,3283	Lognormal	0,0054	Normal	0,0739	Lognormal	0,1166
Pós Intervenção Final	43 a 52	Lognormal	0,5540	Normal	0,1950	Lognormal	0,3159	Normal	0,0288	Lognormal	0,0051

* Semanas epidemiológicas

Os resultados dos valores da média do IMFA durante as 50 semanas, não demonstraram diferença significativa (teste Tukey, $p = 0,05$) nas populações de *Ae. aegypti* fêmeas entre tratamentos de supressão (Figura 26). O monitoramento com GAT revelou que a coleta massal pode ter causado um efeito na redução dos indicadores entomológicos nos tratamentos em comparação aos Testemunhos (sem armadilha de supressão). Todas as comparações entre os tratamentos supressão e testemunho, apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) (Tabela 24).

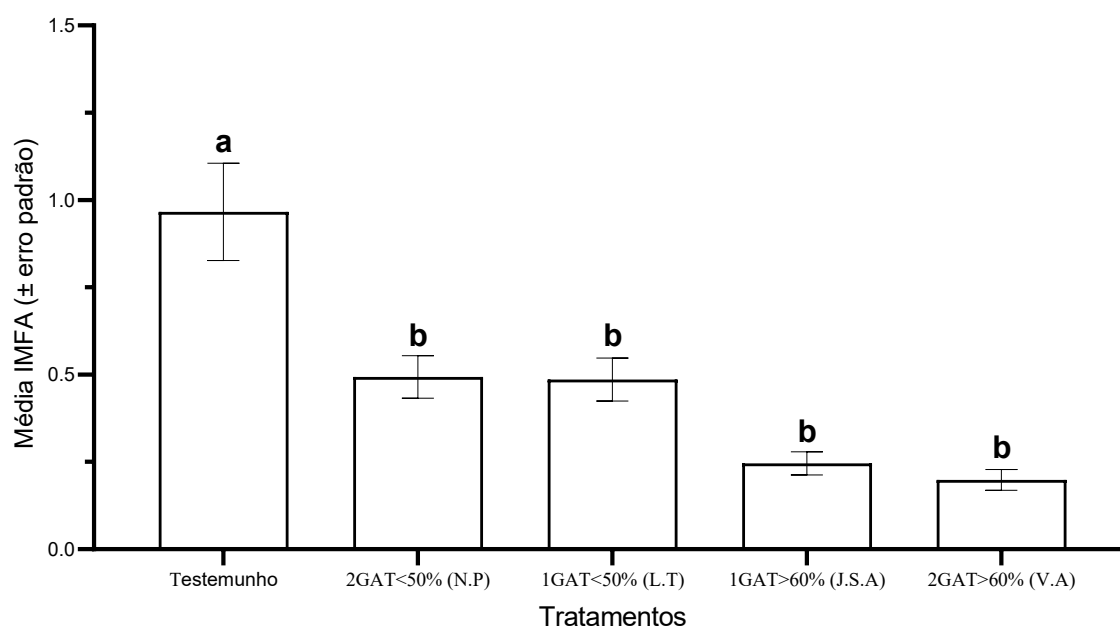


Figura 26. Índice Média de Fêmeas de *Ae. aegypti* ($\pm$ erro padrão) por tratamento, janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG.

Tabela 24. Comparação do indicador IMFA entre os tratamentos (teste de Tukey, $p = 0,05$), janeiro a dezembro de 2019, Piumhi, Minas Gerais.

Comparação IMFA		TUKEY			
		p - valor		Dif. Média	95% IC
Entre tratamenas com Supressão e Testemunho	Testemunho vs. 1GAT<50% (L.T)	0,0001	$p < 0,05$	0,4802	0,1853 a 0,7751
	Testemunho vs. 1GAT>60% (J.S.A)	<0,0001	$p < 0,05$	0,7202	0,4253 a 1,015
	Testemunho vs. 2GAT<50% (N.P)	0,0002	$p < 0,05$	0,4728	0,1779 a 0,7677
	Testemunho vs. 2GAT>60% (V.A)	<0,0001	$p < 0,05$	0,7674	0,4725 a 1,062
Entre tratamentos Supressão	1GAT>60% (J.S.A) vs. 1GAT<50% (L.T)	0,1698	$p > 0,05$	-0,2400	-0,5349 a 0,05488
	2GAT<50% (N.P) vs. 1GAT<50% (L.T)	>0,9999	$p > 0,05$	0,0074	-0,2875 a 0,3023
	2GAT>60% (V.A) vs. 1GAT<50% (L.T)	0,0604	$p > 0,05$	-0,2872	-0,5821 a 0,007682
	2GAT<50% (N.P) vs. 1GAT>60% (J.S.A)	0,1465	$p > 0,05$	0,2474	-0,04748 a 0,5423
	2GAT>60% (V.A) vs. 1GAT>60% (J.S.A)	0,9922	$p > 0,05$	-0,0472	-0,3421 a 0,2477
	2GAT>60% (V.A) vs. 2GAT<50% (N.P)	0,0504	$p > 0,05$	-0,2946	-0,5895 a 0,0002821

Os resultados demonstraram variações significativas na comparação estatística entre os tratamentos por período analisado. No período Pré intervenção, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Teste não paramétrico de comparações múltiplas de Dunn's $p > 0,05$), indicando similaridade estatística inicial entre os tratamentos. Durante a Intervenção Inicial, todos os tratamentos apresentaram-se estatisticamente iguais, exceto pela comparação entre o tratamento Testemunho com os tratamentos 2GAT>60% e 1GAT>60%, que apresentaram diferença estatística ($p < 0,005$). No período de Intervenção Final, novamente os tratamentos não apresentaram diferença entre si, com exceção da comparação entre Testemunho e o tratamento 1GAT>60%, ($p = 0,0104$) (Tabela 25).

No período de Pós-intervenção Inicial, os tratamentos não apresentaram diferença significativa, exceto entre Testemunho e os tratamentos 2GAT>60% ($p = 0,0004$) e 1GAT>60% ($p = 0,0260$). Já no Pós-intervenção Final, o tratamento Testemunho apresentou diferença significativa entre 2GAT>60% e 1GAT>60% ($p < 0,05$), enquanto o tratamento 1GAT<50% diferiu significativamente de ambos os grupos 2GAT>60% e 1GAT>60% ($p < 0,05$). As demais comparações dos tratamentos no período não apresentaram diferença estatística (Tabela 25).

Tabela 25. Comparação do indicador IMFA entre períodos (teste de Dunn's, $p = 0,05$), janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG.

Período	Comparação IMFA	Dunn's			
		p - valor		Dif. Média	
Pré Intervenção	Test. vs. Supr.	2GAT>60% vs. Test.	0,1087	p > 0,05	-16,40
		2GAT<50% vs. Test.	>0,9999	p > 0,05	-7,15
		1GAT>60% vs. Test.	0,0531	p > 0,05	-17,95
		1GAT<50% vs. Test.	0,2691	p > 0,05	-14,25
	Supr. vs. Supr.	2GAT<50% vs. 2GAT>60%	>0,9999	p > 0,05	9,25
		1GAT>60% vs. 2GAT>60%	>0,9999	p > 0,05	-1,55
		1GAT<50% vs. 2GAT>60%	>0,9999	p > 0,05	2,15
		1GAT>60% vs. 2GAT<50%	0,9352	p > 0,05	-10,80
		1GAT<50% vs. 2GAT<50%	>0,9999	p > 0,05	-7,10
		1GAT<50% vs. 1GAT>60%	>0,9999	p > 0,05	3,70
Intervenção Inicial	Test. vs. Supr.	2GAT>60% vs. Test.	<0,0001	p < 0,05	-30,30
		2GAT<50% vs. Test.	0,5219	p > 0,05	-12,60
		1GAT>60% vs. Test.	0,0090	p < 0,05	-21,55
		1GAT<50% vs. Test.	0,0685	p > 0,05	-17,55
	Supr. vs. Supr.	2GAT<50% vs. 2GAT>60%	0,0638	p > 0,05	17,70
		1GAT>60% vs. 2GAT>60%	>0,9999	p > 0,05	8,75
		1GAT<50% vs. 2GAT>60%	0,4945	p > 0,05	12,75
		1GAT>60% vs. 2GAT<50%	>0,9999	p > 0,05	-8,95
		1GAT<50% vs. 2GAT<50%	>0,9999	p > 0,05	-4,95
		1GAT<50% vs. 1GAT>60%	>0,9999	p > 0,05	4,00
Intervenção Final	Test. vs. Supr.	2GAT>60% vs. Test.	0,0849	p > 0,05	-16,65
		2GAT<50% vs. Test.	>0,9999	p > 0,05	-9,85
		1GAT>60% vs. Test.	0,0104	p < 0,05	-20,75
		1GAT<50% vs. Test.	>0,9999	p > 0,05	-3,00
	Supr. vs. Supr.	2GAT<50% vs. 2GAT>60%	>0,9999	p > 0,05	6,80
		1GAT>60% vs. 2GAT>60%	>0,9999	p > 0,05	-4,10
		1GAT<50% vs. 2GAT>60%	0,3094	p > 0,05	13,65
		1GAT>60% vs. 2GAT<50%	0,8487	p > 0,05	-10,90
		1GAT<50% vs. 2GAT<50%	>0,9999	p > 0,05	6,85
		1GAT<50% vs. 1GAT>60%	0,0502	p > 0,05	17,75
Pós Intervenção Inicial	Test. vs. Supr.	2GAT>60% vs. Test.	0,0004	p < 0,05	-26,25
		2GAT<50% vs. Test.	0,1499	p > 0,05	-15,55
		1GAT>60% vs. Test.	0,0260	p < 0,05	-19,25
		1GAT<50% vs. Test.	0,3210	p > 0,05	-13,70
	Supr. vs. Supr.	2GAT<50% vs. 2GAT>60%	0,9415	p > 0,05	10,70
		1GAT>60% vs. 2GAT>60%	>0,9999	p > 0,05	7,00
		1GAT<50% vs. 2GAT>60%	0,4961	p > 0,05	12,55
		1GAT>60% vs. 2GAT<50%	>0,9999	p > 0,05	-3,70
		1GAT<50% vs. 2GAT<50%	>0,9999	p > 0,05	1,85
		1GAT<50% vs. 1GAT>60%	>0,9999	p > 0,05	5,55
Pós Intervenção Final	Test. vs. Supr.	2GAT>60% vs. Test.	0,0037	p < 0,05	-23,05
		2GAT<50% vs. Test.	>0,9999	p > 0,05	-7,75
		1GAT>60% vs. Test.	0,0033	p < 0,05	-23,25
		1GAT<50% vs. Test.	>0,9999	p > 0,05	-4,70
	Supr. vs. Supr.	2GAT<50% vs. 2GAT>60%	0,1819	p > 0,05	15,30
		1GAT>60% vs. 2GAT>60%	>0,9999	p > 0,05	-0,20
		1GAT<50% vs. 2GAT>60%	0,0462	p < 0,05	18,35
		1GAT>60% vs. 2GAT<50%	0,1673	p > 0,05	-15,50
		1GAT<50% vs. 2GAT<50%	>0,9999	p > 0,05	3,05
		1GAT<50% vs. 1GAT>60%	0,0419	p < 0,05	18,55

A análise comparativa entre períodos diferentes em um mesmo tratamento revelou padrões significativos. No tratamento 1GAT<50%, o período Pós-intervenção Final ($0,93 \pm 0,11$) aumentou significativamente ($p = 0,0468$) o IMFA em relação ao período Pós-intervenção Inicial (média $0,31 \pm 0,08$) (Figura 27-A).

O tratamento 1GAT>60%, no período Pós-intervenção Final ($0,42 \pm 0,05$) aumentou significativamente ($p = 0,0031$) o IMFA em relação a Intervenção Final (média $0,04 \pm 0,01$), porém não apresentou diferença significativa ($p = 0,8969$) do período anterior Pós-intervenção Inicial ($0,18 \pm 0,04$) (Figura 27-B), indicando uma recolonização da espécie e aumento gradual do IMFA de forma mais lenta após retirada das armadilhas de coleta massal.

No tratamento 2GAT<50%, o período Pós-intervenção Final ($0,84 \pm 0,14$) o IMFA aumentou significativamente ($p = 0,0374$) em relação nos períodos de Intervenção Final (média $0,23 \pm 0,08$) e Pós-intervenção Inicial ($0,24 \pm 0,05$; $p = 0,0114$) (Figura 27-C), evidenciando uma progressão contínua mais alta de IMFA principalmente nas semanas de Pós-intervenção Final.

Já no tratamento 2GAT>60%, o período Pós-intervenção Final ($0,44 \pm 0,07$) apresentou diferença significativa ($p = 0,0114$) do período de Intervenção Final (média $0,08 \pm 0,03$). O tratamento 2GAT>60%, apresentou os valores médios mais baixos dos períodos de Intervenção Inicial, Intervenção Final e Pós-intervenção Inicial, também com valores e IMFA mais baixos no Pós-intervenção Final comparado com o mesmo período no tratamento 1GAT/60% (Figura 27-D), reforçando a tendência do efeito de controle da população de *Ae. aegypti* na área com maior impacto, evidenciado pela lenta elevação do indicador e um efeito residual mais prolongado em tratamento com maior adesão a pesquisa.

O tratamento Testemunho (sem armadilhas de supressão) exibiu o maior valor médio do IMFA no período Pós-intervenção Final ($1,70 \pm 0,52$), diferindo significativamente tanto do período de Intervenção Final ($p = 0,0186$ / média = $0,36 \pm 0,08$) quanto do período de Intervenção Inicial ($p = 0,0053$ / $1,44 \pm 0,20$). Portanto, apresentando um aumento contínuo mais acentuado em comparação aos tratamentos supressão após o período de Intervenção final, reforçando que a ausência de supressão ativa das armadilhas de coleta massal, favorece o aumento das populações locais (Figura 27-E).

Embora não estatisticamente diferentes ($p > 0,05$), os tratamentos com armadilhas de supressão exibiram médias inferiores no período de Intervenção Final comparado ao período de Intervenção Inicial, sugerindo uma tendência de redução populacional, porém, não observada pelos testes de significância. Exceto no tratamento 2GAT>60%, os demais tratamentos exibiram médias de Intervenção Inicial superiores às do período Pré Intervenção,

mesmo que sem significância estatística. Indicando que, a cobertura e densidade de armadilhas nos demais tratamentos supressão não realizam um efeito imediato, que é observado em Intervenção Final. O tratamento Pós-intervenção Final apresentou os maiores valores médios de IMFA em todos os tratamentos, indicando um possível efeito residual da intervenção.

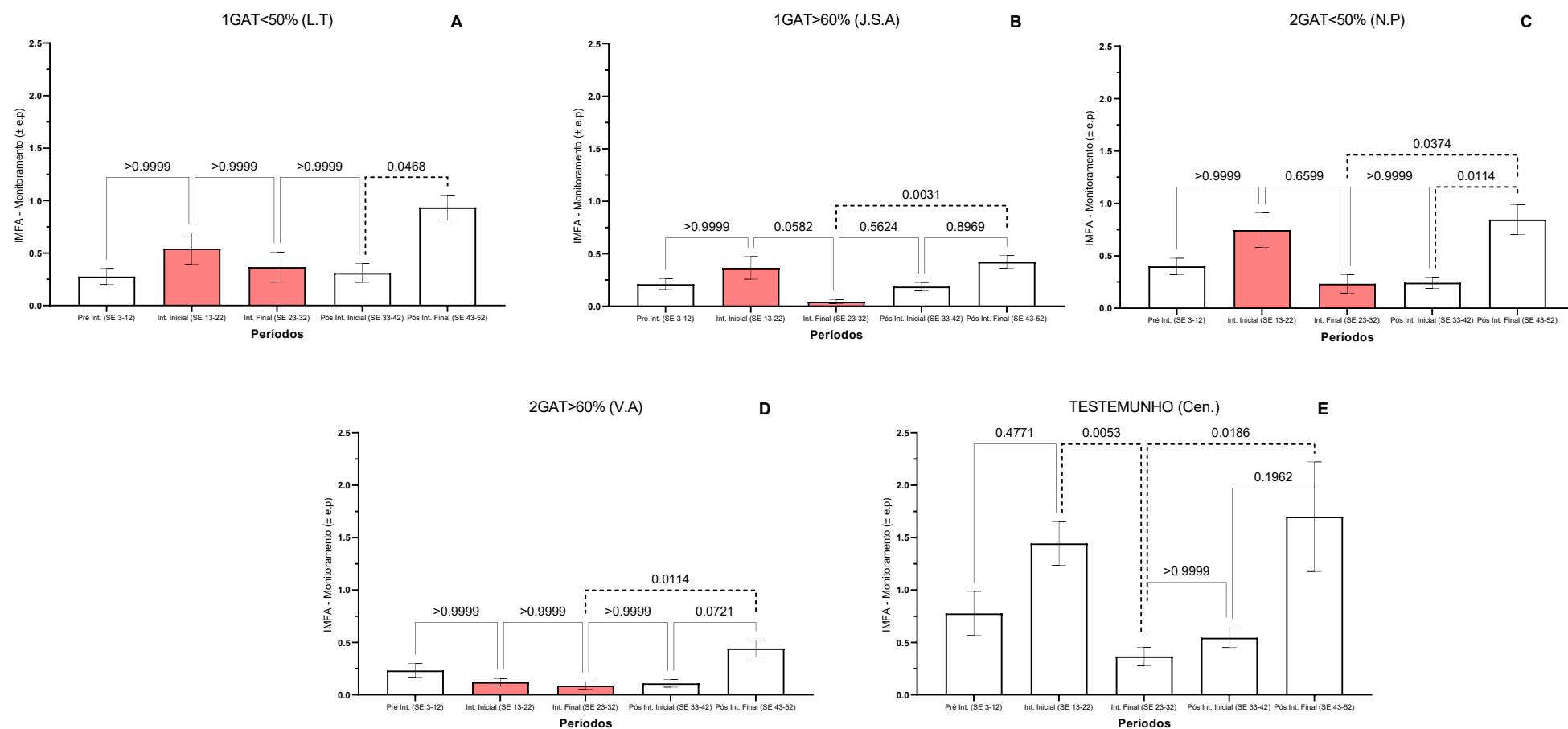


Figura 27. Comparação entre períodos Pré intervenção, Intervenção inicial, Intervenção final, Pós-intervenção inicial e Pós-intervenção final por tratamento: (A) 1GAT<50%; (B) 1GAT>60%; (C) 2GAT<50%; (D) 2GAT>60% e (E) Testemunho, Piumhi-MG.

II.3.2 Atividade de controle químico e eliminação de criadouros no município

Os dados analisados do consumo total de larvicida Pyriproxyfen por bairro, abrangem tanto as áreas experimentais, quanto regiões adjacentes. Portanto, os valores não representam exclusivamente o gasto nas áreas de estudo, mas sim a soma de todas as aplicações no território do bairro, incluindo ações de rotina da vigilância vetorial.

Em relação ao consumo do larvicida Pyriproxyfen nos bairros das áreas experimentais, o teste de comparações múltiplas de Dunn (distribuição lognormal / teste de Kruskal-Wallis) apontou que no bairro Centro (Testemunho), apresentou consumo significativamente maior ($p = 0,0256$) em comparação ao bairro Lagoa de Trás (1GAT<50) e Nova Piumhi (2GAT<50%) ($p < 0,0001$) (Figura 28), apontando que a área sem armadilhas de coleta massal de fêmeas grávidas, pode elevar o aumento de criadouros e com isso maior gasto de larvicida.

A comparação entre consumo de larvicida no bairro Centro da área Testemunho e o bairro Jardim Santo Antônio (1GAT> 60%) (Figura 28) não foi significativo ($p = 0,1260$), levando a entender que a cobertura de armadilhas na área pode não ter suprido a população de fêmeas local de forma considerável ao ponto de reduzir potencialmente a existência de criadouros focados, resultando no uso do larvicida estatisticamente igual a área Testemunho.

A comparação entre o consumo de larvicida no bairro da área 2GAT<50% ($10,82 \pm 1,52$) e no bairro da área 1GAT>60% ($29,82 \pm 5,8$) apontou diferença significativa ($p = 0,0128$) (Figura 28), indicando a possibilidade que fatores locais favoráveis ao desenvolvimento da espécie podem influenciar mais o gasto de larvicida, como o tipo e classificação do criadouro, microclima local e oferta de potenciais criadouros, do que a quantidade de armadilhas por imóvel e porcentagem de cobertura.

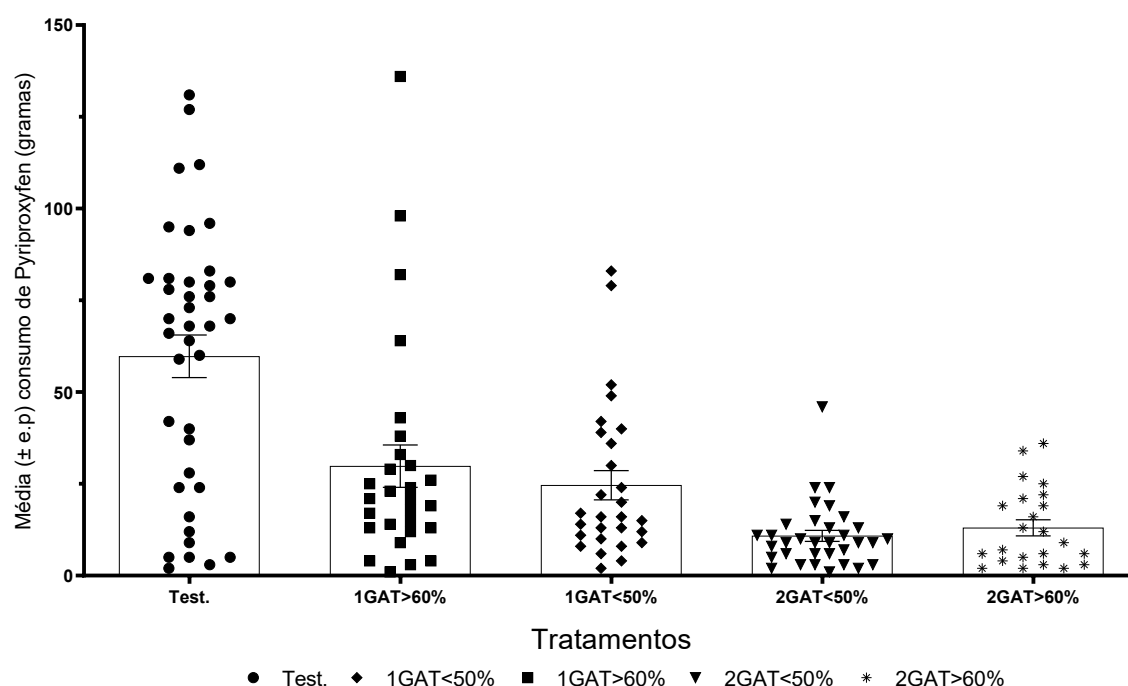


Figura 28. Média do consumo de larvicida ($\pm$ erro padrão) nos bairros das áreas experimentais, Piumhi-MG.

Durante o período de estudo, ocorreram atividades de bloqueio de transmissão com aduicida pelo método Ultra Baixo Volume (UBV) nas áreas experimentais e ações de limpeza nos finais de semana para eliminação de potenciais criadouros. No tratamento 1GAT<50% na semana 17 houve aplicação do aduicida e observa-se aumento do IMFA na semana seguinte e redução na segunda semana, o mutirão de limpeza foi realizado na semana 21 ocorrendo aumento do IMFA nas duas semanas seguintes e variações para mais e para menos nas quatro semanas seguintes com tendência de queda (Figura 29-A).

No tratamento 1GAT>60% ocorreram aplicação de aduicida nas semanas 4, 9, 13, 18, 21 e dois mutirões de limpeza nas semanas 27 e 28, apresentando pequenas variações para mais e para menos do IMFA, com queda acentuada e estabilização baixa do indicador após UBV realizado na semana 18 até a semana 35, apontando leve tendência de aumento nas semanas seguintes. Após a realização dos mutirões de limpeza não houve aplicação de aduicida (Figura 29-B).

No tratamento 2GAT<50%, houve aplicação de aduicida nas semanas epidemiológicas 4 e 17, sendo que, após aplicação na semana 4, houve queda do indicador IMFA nas cinco semanas seguintes, com aumento após este período, o que não ocorreu da mesma forma na aplicação da semana 17, com queda e aumento expressivo na primeira e segunda semana após a aplicação. Na semana 19 ocorreu o maior pico de aumento do IMFA, seguido de uma redução

considerável na semana seguinte e variações do indicador e estabilidade nas semanas posteriores. Na semana epidemiológica 46 foi realizado mutirão de limpeza na área do tratamento para eliminação de criadouros e recipientes em potencial, no entanto, ocorreu aumento do indicar posteriormente (Figura 29-C).

No tratamento 2GAT>60%, antes do início da fase de Pré intervenção, na semana epidemiológica 1 ocorreu atividade de mutirão de limpeza seguido de aplicação de adulticida na semana 2. Os primeiros dados de monitoramento apresentaram valores reduzidos com uma aplicação de adulticida na semana 6 e após uma aplicação na semana 26 manteve zerado o indicador IMFA por quatro semanas consecutivas (Figura 29-D).

No tratamento Testemunho, ocorreram aplicações de adulticida nas semanas 15, 21, 23, 26 e dois mutirões de limpeza nas semanas 17 e 20. Mesmo antes da aplicação de adulticida, da semana 14 para a 15, ocorreu redução do IMFA até a semana 16, no entanto, com aumento considerável na semana 17. Somente após a realização do segundo mutirão de limpeza na área, houve tendência de redução contínua por nove semanas (Semanas 20 a 29). Após a semana 29 ocorreu aumento do IMFA nas semanas seguintes com tendência de forte aumento até a última semana de estudo (Figura 29-E).

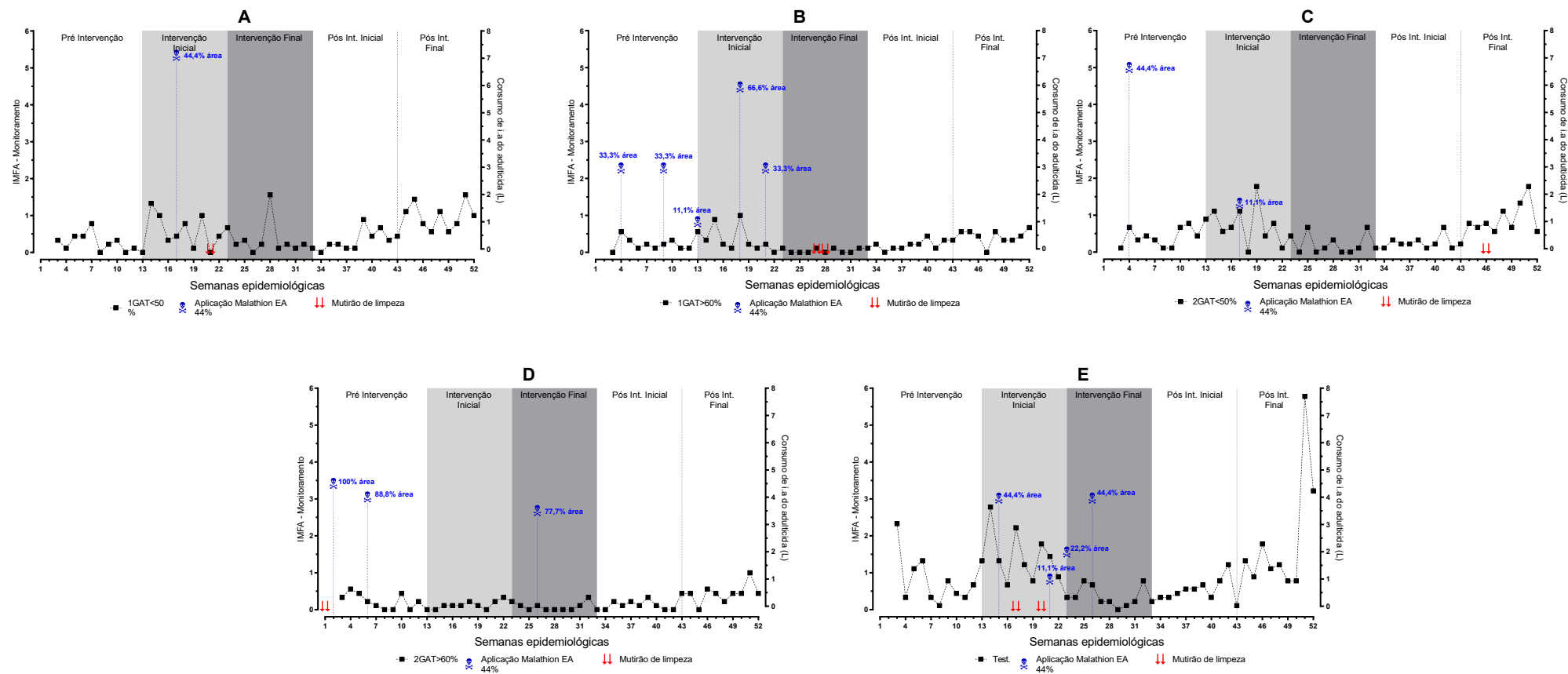


Figura 29. Cobertura de aplicação espacial de adulticida (👤) nos tratamentos e atividade de mutirão de limpeza (⇓) por semana epidemiológica: **(A)** 1GAT<50%; **(B)** 1GAT>60%; **(C)** 2GAT<50%; **(D)** 2GAT>60% e **(E)** Testemunho, 2019, Piumhi, Minas Gerais.

II.3.3 Ocorrência de casos de dengue nas áreas experimentais

Nos anos de 2017, 2018 e 2019 durante as semanas epidemiológicas três a 52 nas áreas experimentais, foram confirmados zero, sete e 95 casos de dengue em Piumhi. Nos anos anteriores ao estudo (2017 e 2018), ocorreram poucos casos confirmados em todas as áreas experimentais, principalmente no ano de 2017 em Piumhi, onde não foi confirmado nenhum caso de dengue nos tratamentos. No entanto, houve um aumento percentual de 1257,1% de casos em 2019 em relação ao ano anterior (Tabela 26).

Tabela 26. Casos confirmados de dengue nas áreas experimentais nos anos de 2017, 2018 e 2019 em Piumhi, Minas Gerais.

Município	Tratamentos	2017			2018			2019		
		Nº* bairro	Nº** trat.	%*** trat.	Nº* bairro	Nº** trat.	%*** trat.	Nº* bairro	Nº** trat.	%*** trat.
Piumhi	1GAT/50% (Lagoa de Trás)	0	0	0	0	0	0	34	0	0
	1GAT/100% (Jardim S. Antônio)	0	0	0	1	0	0	10	1	10
	2GAT/50% (Nova Piumhi)	0	0	0	1	1	100	3	1	33
	2GAT/100% (Vila Agreny)	0	0	0	1	1	100	6	5	83
	Testemunho (Centro)	0	0	0	4	0	0	42	1	2
	Outros bairros	1	—	—	15	—	—	244	—	—

* Número de casos confirmados no bairro; ** Número de casos confirmados dentro dos tratamentos; *** Porcentagem de confirmados nos tratamentos

Ocorreram a formação de nove *hotspots* de alta intensidade (vermelho), sete *hotspots* de intensidade intermediária (laranja/amarelo) e 12 pontos de baixa intensidade (verde claro). Não houve ocorrência de *hotspots* de alta intensidade dentro das áreas experimentais com armadilhas de supressão, somente um ponto de intensidade intermediária no tratamento 2GAT/100% e um ponto de baixa intensidade no tratamento Testemunho (Figura 30). Nas áreas adjacentes do tratamento 1GAT/50% no bairro Lagoa de Trás ocorreram a formação de dois *hotspots* de alta intensidade, um de intensidade intermediária e outro de baixa intensidade.



Figura 30. Estimador de densidade kernel de casos confirmados de dengue acumulados em 2019. Manchas em vermelho (hotspots) apresentam regiões com maior número de casos confirmados de dengue, Piumhi, Minas Gerais.

II.3.4 Variáveis Climáticas

Durante o período de estudo no município de Piumhi, a temperatura mínima variou de 14,2°C a 25,1°C, a máxima de 16,3°C a 26,8°C, e a média de 15,3°C a 26°C. A precipitação variou de zero a 285,9mm, a umidade relativa de 41,5% a 84,3% e número de dias com precipitação de zero a sete dias (Figura 31).

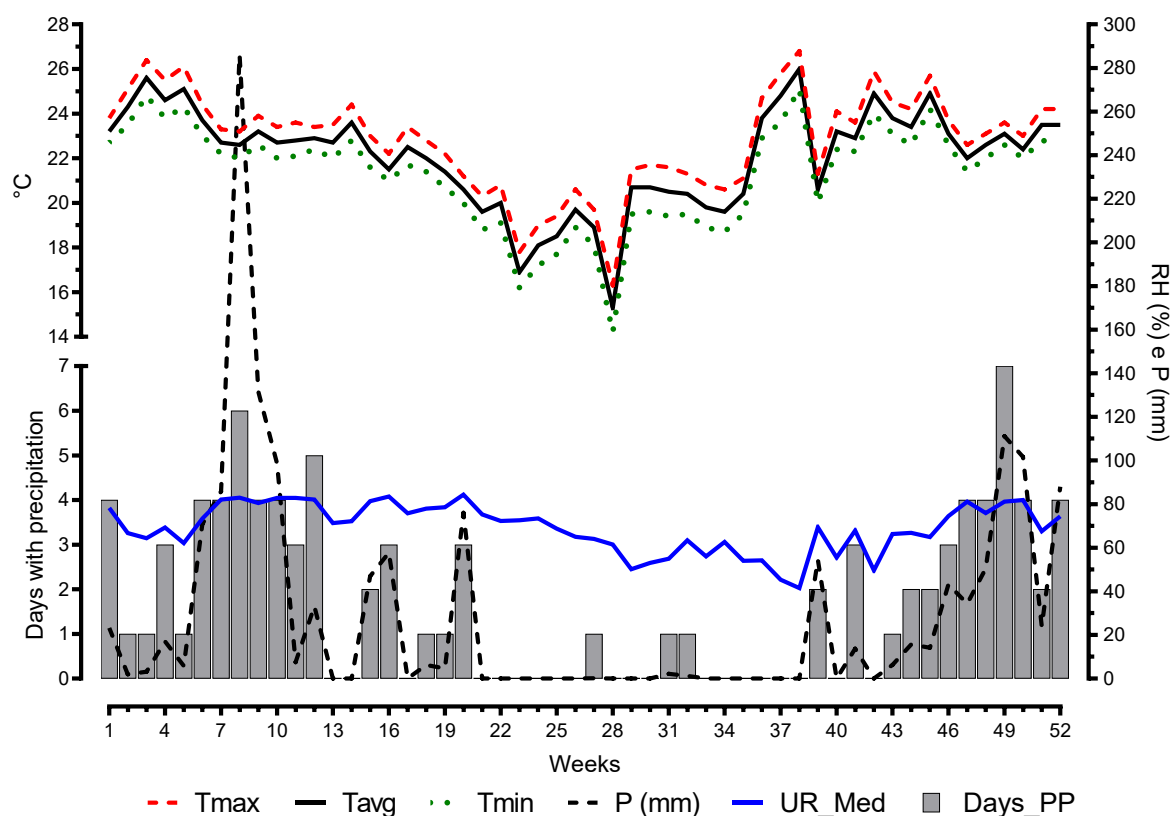


Figura 31. Dados meteorológicos registrados no período de janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG. Fonte: INMET / Vigilância Ambiental do município de Piumhi.

Nas análises de correlação das variáveis climáticas e o indicador IMFA fornecido pela armadilha GAT no município de Piumhi, observou-se correlações significativas moderadas e positivas na área 1GAT>60% com as variáveis temperatura máxima, mínima, média e 2GAT<50% com a variável umidade relativa (Tabela 27). No entanto, os tratamentos 2GAT>60% e Testemunho, apresentaram correlação significativa, porém fraca, com as variáveis temperatura máxima, mínima, média e número de dias com precipitação (Tabela 27). As demais correlações entre o indicador IMFA dos tratamentos e variáveis climáticas apresentaram fraca correlação (r de Pearson $< 0,31$) e não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$).

Tabela 27. Correlação das variáveis climáticas e o indicador IMFA fornecido pela armadilha GAT, janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG.

		Variáveis climáticas					
Local	Tratamentos	Tmax	Tmin	Tavg	RH (%)	P (mm)	Days_PP
Coef. Corr. Pearson r (valor de p)							
Piumhi	1GAT<50%	0,01	0,05	0,03	0,21	0,06	0,17
	1GAT>60%	0,40**	0,43**	0,41**	0,22	0,10	0,20
	2GAT<50%	0,16	0,21	0,18	0,39**	0,02	0,22
	2GAT>60%	0,28	0,31 *	0,29*	0,16	0,08	0,30*
	Testemunho	0,29*	0,31 *	0,30*	0,18	-0,001	0,08

* Correlação significativa entre as variáveis $p < 0,05$, ** correlação significativa entre as variáveis $p < 0,01$ e (-) correlação negativa

A correlação da precipitação pluviométrica e IMFA foi defasada de uma a quatro semanas, apontando uma correlação fraca não significativa nas cinco áreas experimentais em PP-1, PP-2, PP-3 e PP-4, com exceção apenas do tratamento 2GAT>60% que apresentou correlação fraca, porém, significativa ($p < 0,05$) em PP-2 (Tabela 28).

Tabela 28. Correlação da variável precipitação com o indicador IMFA fornecido pela armadilha GAT com defasagem de tempo, janeiro a dezembro de 2019, Piumhi-MG.

Local	Tratamentos	Defasagem precipitação			
		PP-1	PP-2	PP-3	PP-4
		Coef. Corr. Pearson r (valor de p)			
Piumhi	1GAT<50%	-0,03	0,06	-0,11	-0,06
	1GAT>60%	0,07	0,13	0,18	0,04
	2GAT<50%	0,21	0,23	0,24	0,22
	2GAT>60%	0,11	0,29*	0,03	0,00
	Testemunho	0,13	0,24	0,09	0,10

* Correlação significativa entre as variáveis $p < 0,05$, ** correlação significativa entre as variáveis $p < 0,01$ e (-) correlação negativa

II.3.5 Supressão massal

II.3.5.1 Captura de culicídeos nas áreas de supressão

No total, 89,6% dos mosquitos capturados com as armadilhas de supressão massal foram do gênero *Aedes*, predominando o *Ae. aegypti* (84,7%). Fêmeas de mosquitos capturados representam 96,2% do total, sendo que fêmeas da espécie *Ae. aegypti* são responsáveis por 81,9% das capturas (Tabela 29). Todos os tratamentos capturaram cerca de 81,9% fêmeas de *Ae. aegypti*, do total de 5.783 culicídeos capturados (Tabela 30).

Durante o experimento de supressão com armadilhas GAT no município de Piumhi (MG), foram capturados 5.783 mosquitos adultos nas áreas experimentais, distribuídos entre as espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Culex* spp. (Tabela 29). A maioria absoluta dos exemplares foi composta por fêmeas de *Ae. aegypti*, totalizando 4.738 indivíduos (81,9%), seguidas por *Ae. albopictus* (268 fêmeas, 4,6%) e *Culex* spp. (560 fêmeas, 9,7%). Entre os tratamentos, a maior captura total foi observada na condição 1GAT>60%, com 1.723 indivíduos, seguida de 2GAT>60% (1.604), 2GAT<50% (1.403) e 1GAT<50% (1.053). A maior proporção de fêmeas de *Ae. aegypti* foi registrada no tratamento 1GAT>60% com 1.485 fêmeas, enquanto o tratamento com menor captura foi o 1GAT<50% com 884 fêmeas.

Quanto ao sexo, as fêmeas representaram 96,2% das capturas totais, com predomínio absoluto nas três espécies. Os machos, por sua vez, foram capturados em proporção reduzida, totalizando 220 exemplares (3,8% do total), sendo mais frequentemente registrados em *Ae. aegypti* (160), seguidos por *Culex* spp. (44) e *Ae. albopictus* (16).

No que diz respeito à eficiência por espécie, a GAT demonstrou maior seletividade para fêmeas de *Ae. aegypti*, especialmente nos tratamentos com maior cobertura ($\geq 60\%$). Os dados confirmam que a densidade e a cobertura das armadilhas influenciam diretamente o volume de captura, com melhor desempenho nos tratamentos 2GAT>60% e 1GAT>60%, indicando sua relevância como ferramenta de supressão vetorial.

Tabela 29. Porcentagem de Culicídeos capturados nas armadilhas GAT de supressão por espécie e sexo, Piumhi-MG.

Culicídeos/sexo		Culicídeos/espécie			Culicídeos/espécie/sexo					
♀	♂	<i>Ae. aeg.</i>	<i>Ae. alb.</i>	<i>Culex</i> spp.	<i>Ae. aeg.</i>		<i>Ae. alb.</i>		<i>Culex</i> spp.	
					♀	♂	♀	♂	♀	♂
5566 (96,25%)	217 (3,75%)	4898 (84,70%)	286 (4,95%)	599 (10,36%)	4738 (81,93%)	160 (2,77%)	268 (4,63%)	18 (0,31%)	560 (9,68%)	39 (0,67%)

Tabela 30. Total de Culicídeos capturados nas armadilhas GAT de supressão por tratamentos, espécie e sexo, Piumhi-MG.

Tratamentos	<i>Ae. aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>		<i>Culex spp.</i>		Total mosquitos
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	
1GAT<50%	884	9	28	2	121	9	1053
1GAT>60%	1485	57	60	7	98	16	1723
2GAT<50%	1180	30	98	3	84	8	1403
2GAT>60%	1189	64	82	6	257	6	1604

II.3.5.2 Cobertura de armadilhas de supressão instaladas e armadilhas por área

a) Porcentagem de cobertura 1 e 2 GAT / imóvel

A Tabela 31 apresenta a comparação entre a cobertura efetiva alcançada nas áreas tratadas com armadilhas GAT e o valor de cobertura mínima de 80% recomendado por Barrera et al. (2014) para obtenção eficaz da supressão populacional de *Aedes aegypti*.

Os resultados mostram que nenhum dos tratamentos atingiu o patamar mínimo de 80% de cobertura (Figura 32). Os resultados do teste Kruskal-Wallis de comparação múltipla de Dunn mostraram diferenças não significativas entre os pares 1GAT>60% vs. 2GAT>60% ($p = 0,9999$), 2GAT>60% vs. 1GAT<50% ($p = 0,5123$) e 1GAT<50% vs. 2GAT<50% ($p = 0,8421$). Em contraste, diferenças estatisticamente significativas foram observadas entre 1GAT>60% vs. 1GAT<50% ($p = 0,0412$), 1GAT>60% vs. 2GAT<50% ($p = 0,0002$) e 2GAT>60% vs. 2GAT<50% ($p = 0,0084$), sugerindo que níveis intermediários, aliados a maior densidade de armadilhas, podem contribuir para efeitos de supressão relevantes, mesmo sem atingir a meta estabelecida na literatura.

Tabela 31. Comparação entre a porcentagem de cobertura alcançada de instalação das armadilhas de supressão e diferença entre cobertura mínima de 80% segundo Barrera e colaboradores (2014), Piumhi-MG.

Tratamentos	% de cobertura		
	Alcançada	Classificação	* $\neq$ cobertura min. 80% comparado a % alcançada
1GAT/Imóvel	48,1%	< 50%	-31,9%
	68,5%	> 60%	-11,5%
2GAT/Imóvel	43,5%	< 50%	-36,5%
	64,6%	> 60%	-15,4%

* Cobertura mínima de 80% para efeito de supressão massal segundo Barrera e colaboradores (2014).

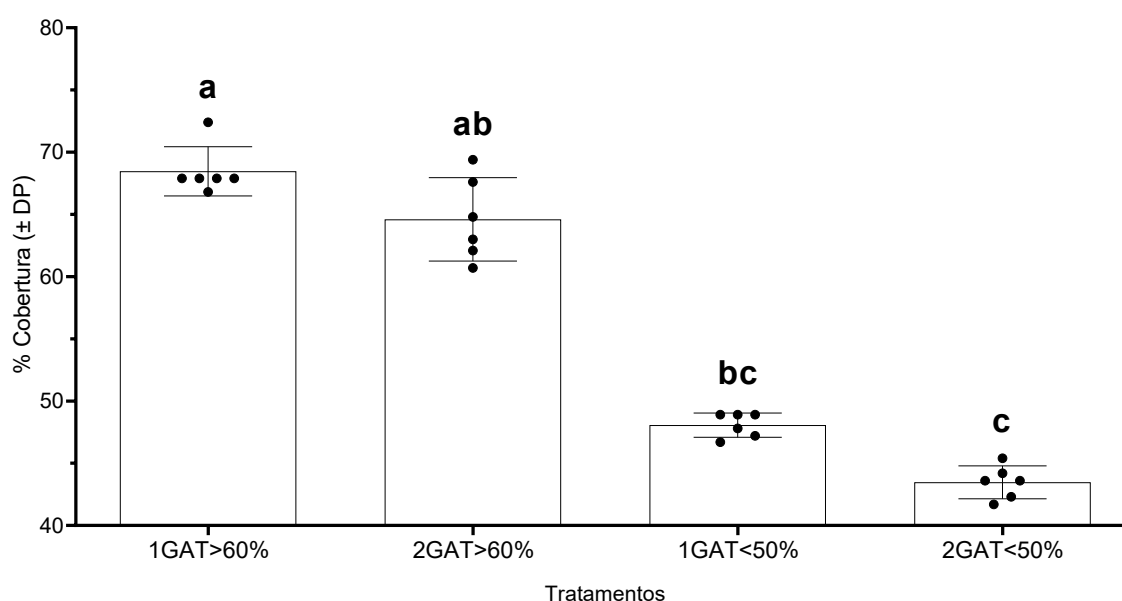


Figura 32. Percentagem de cobertura ($\pm$ desvio padrão) alcançada nos tratamentos 1 e 2 GAT <50% e >60%, Piumhi-MG.

b) Densidade de armadilhas GAT por hectare

Observa-se que o tratamento 2GAT>60% apresentou a maior densidade média de armadilhas, com 60,3 GAT/ha ($\pm$ 3,1), associada a uma cobertura de 64,6% ($\pm$ 3,4). Este resultado evidencia uma intervenção de alta intensidade, combinando número elevado de armadilhas por imóvel e ampla distribuição territorial, o que favorece maior pressão de supressão vetorial. Por outro lado, o menor valor de densidade foi registrado no tratamento 1GAT<50%, com 13,9 GAT/ha ($\pm$ 0,3) e cobertura média de 48,1% ($\pm$ 1,0). Essa configuração

representa uma intervenção de menor intensidade, limitada tanto pelo número de armadilhas quanto pela abrangência territorial (Tabela 32), o que pode comprometer o alcance de resultados entomológicos expressivos. Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários.

Esses dados mostram que, embora a cobertura territorial seja um componente importante, a densidade de armadilhas por hectare é o principal fator que diferencia a intensidade da intervenção. O contraste entre os extremos, 60,3 GAT/ha em 2GAT>60% versus 13,9 GAT/ha em 1GAT<50% (Figura 33), reforça a importância de estratégias que associem densidade elevada à cobertura mínima adequada para promover supressão eficaz das populações de *Ae. aegypti*.

Tabela 32. Comparação entre porcentagem de cobertura de armadilhas alcançada, média de armadilhas GAT por hectare, abril a agosto de 2019, Piumhi-MG.

Tratamentos	Imóveis existentes	Média de armadilhas instaladas	Área tratamentos (hectare)	Cobertura de armadilhas instaladas (%)	Armadilhas/Área
1GAT/50%	180	86,5	6,21	48,1	13,9
1GAT/100%	196	134,2	7,00	68,5	19,2
2GAT/50%	163	141,7	7,66	43,5	18,5
2GAT/100%	219	283	4,69	64,6	60,3

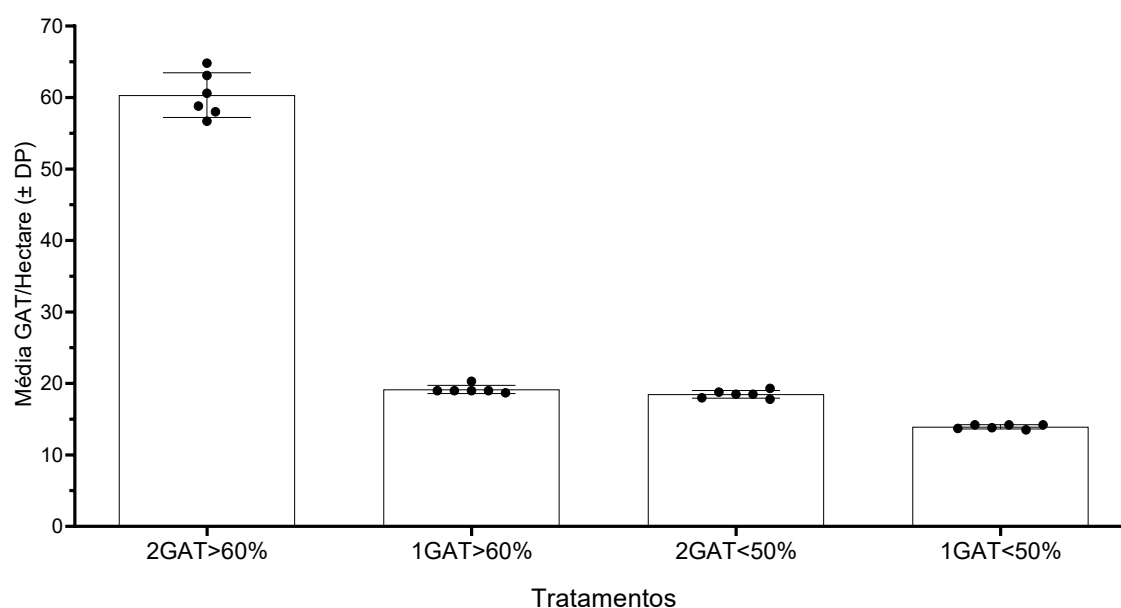


Figura 33. Média de armadilhas GAT instaladas por hectare ($\pm$ Desvio Padrão) nos tratamentos 1 e 2 GAT <50% e >60%, Piumhi-MG.

c) Variação mensal da porcentagem de cobertura de armadilha GAT e da densidade por hectare

A dinâmica de cobertura das armadilhas GAT ao longo das vistorias a cada quatro semanas revelou padrões distintos entre os tratamentos, com flutuações influenciadas por fatores operacionais e adesão comunitária.

A média de cobertura variou consideravelmente, no tratamento 1GAT<50%, cobertura inicial atingiu 48,9% nas três primeiras leituras, declinando para 46,7% na última leitura, refletindo desafios na manutenção de imóveis participantes na área. A densidade média de armadilhas por hectare acompanhou essa tendência, reduzindo de 14,2 (primeira a terceira leitura) para 13,5 na leitura final (Figura 34). O tratamento 1GAT>60% destacou-se pela recuperação na última leitura, com cobertura elevando-se de 66,8% (penúltima leitura) para 72,4%, associada à realocação estratégica de armadilhas em imóveis que estavam fechados no início da pesquisa. A densidade por hectare aumentou de 18,7 para 20,3GAT/ha (Figura 34). Por sua vez, o tratamento 2GAT<50%, apresentou redução contínua, passando de 45,4% (primeira leitura) para 41,7% na penúltima leitura, com densidade por hectare variando de 19,3 para 17,8GAT/ha (Figura 34). No tratamento 2GAT>60%, foi registrado a maior redução, de 69,4% (primeira leitura) para 60,7%, reduzindo a densidade por hectare de 64,8 para 56,7GAT/ha (Figura 34).

Nos tratamentos >60%, a densidade de armadilhas por hectare apresentou uma diferença marcante: enquanto o tratamento 2GAT>60% atingiu picos de ~60 armadilhas/hectare, o 1GAT>60% manteve média de ~19 armadilhas/hectare, relação próxima de 1:3. Essa diferença reflete os contextos locais distinta dos tratamentos.

A relação entre cobertura percentual e densidade de GAT por hectare variou conforme a escala territorial. Tratamentos com áreas menores (2GAT>60%: 4,69 ha), apresentou alta densidade de armadilhas (~60GAT/hectare) facilitando a manutenção de cobertura >60%, mesmo com perdas de -6,4% ao longo do estudo. Tratamentos com áreas maiores (2GAT<50%: 7,66 ha), apresentou densidade reduzida (19GAT/hectare) e com cobertura reduzida (41,7%), evidenciando desafios logísticos dependendo do contexto local. O tratamento 1GAT>60% (7,0 ha), apresentou densidade moderada (~19GAT/hectare) permitindo recuperar a cobertura de 66,8% para 72,4% mediante realocações estratégicas, enquanto o tratamento 1GAT<50% (6,21 ha), apresentou densidade um pouco mais baixa (~14GAT/hectare), mantendo cobertura estável (~46,7%) e refletindo em menor necessidade para ajustes (Figura 34). Portanto, no tratamento 2GAT>60%, a combinação de alta densidade (56,7GAT/hectare) e área reduzida (4,69 ha) resultou em eficiência operacional superior, contrastando com o tratamento 1GAT>60% (7,0 ha), que apresentou menor densidade (~19GAT/hectare) para cobertura similar, porém com maior facilidade de realocação de armadilhas em novos endereços.

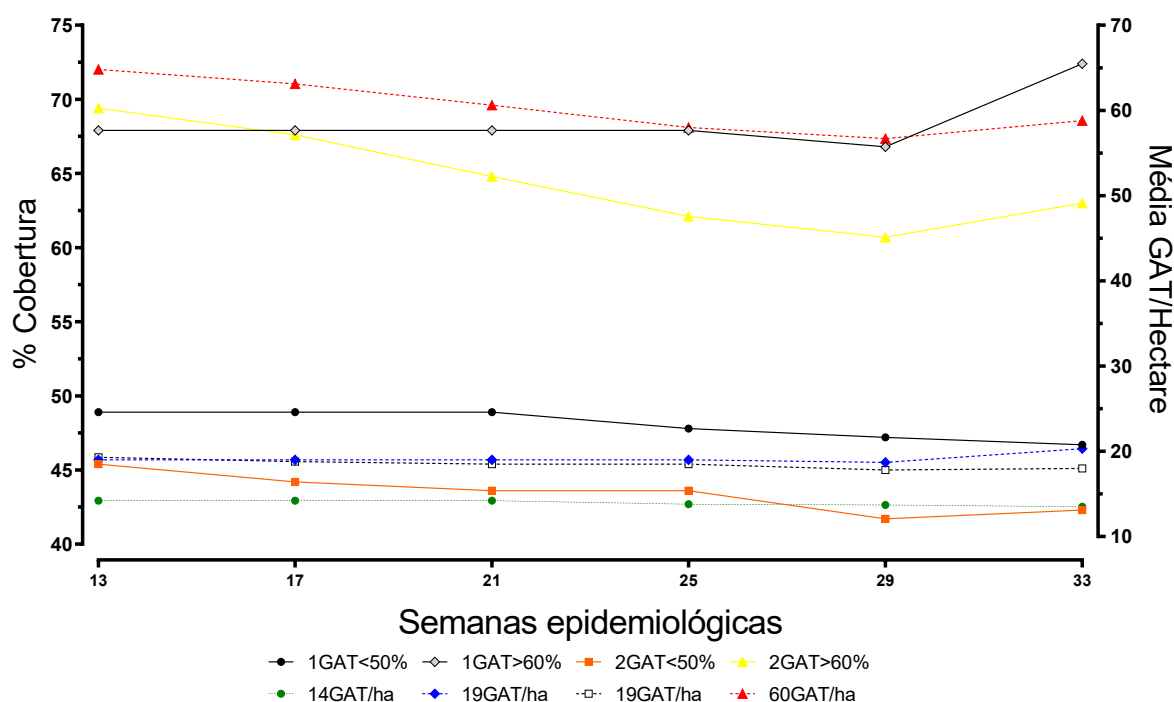


Figura 34. Variação da porcentagem de cobertura de instalação das armadilhas GAT e média por hectare durante as semanas de leitura, Piumhi, Minas Gerais.

II.4 DISCUSSÃO

No presente estudo, avaliamos o efeito da supressão de fêmeas de *Ae. aegypti* pela armadilha GAT em condições de campo, no município de Piumhi (MG), nas densidades de 1 e 2 GAT por imóvel <50% e >60% de cobertura, utilizando como parâmetro o indicador entomológico IMFA para avaliar o efeito da coleta massal pela armadilha GAT como nova ferramenta de controle. O presente trabalho é pioneiro em avaliar diferentes densidades de armadilhas para o controle de *Ae. aegypti* no Brasil.

A armadilha GAT detectou a presença de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, nas cinco áreas experimentais nas 50 semanas de monitoramento para *Ae. aegypti* e em 66% das semanas para *Ae. albopictus*. Estes resultados reforçam outros estudos sobre a armadilha GAT como ferramenta sensível para o monitoramento do *Aedes* (Eiras *et al.*, 2014; Ritchie *et al.*, 2014; Johnson, Hurst, *et al.*, 2017; Johnson, Ritchie, *et al.*, 2017; Eiras *et al.*, 2018; Eiras *et al.*, 2021).

As capturas pelas armadilhas de monitoramento mostraram diferença em relação ao sexo, o que reforça a especificidade da armadilha em coletar fêmeas de *Ae. aegypti* que buscam locais para a oviposição, ocorrendo, assim, uma ampla diferença entre a captura de fêmeas em relação aos machos (Cilek *et al.*, 2017; Johnson, Hurst, *et al.*, 2017; Mota, 2018; López-De-Felipe Escudero *et al.*, 2025). Do total de culicídeos capturados, observou-se a maior abundância de *Ae. aegypti* (84,70%) em relação a *Ae. albopictus* (4,95%) e *Culex* sp. (10,36%), 96,25% dos culicídeos foram fêmeas e apenas 3,75% machos. Foi observado que a área Testemunho apresenta número maior de captura de fêmeas de *Ae. aegypti*, seguindo das áreas 1GAT<50%, 1GAT>60%, 2GAT<50% e a área 2GAT>60% apresentando menor quantidade de capturas. Provavelmente, devido ao fato das armadilhas de coleta massal terem reduzido a população do vetor nas áreas experimentais e impactado na captura das armadilhas de monitoramento comparado as áreas Testemunhos sem armadilhas de supressão.

No presente estudo, os resultados demonstraram que o número total de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas em armadilhas GAT de monitoramento, foi significativamente menor nos tratamentos com supressão em comparação ao grupo Testemunho (sem intervenção). Esses achados corroboram com estudos anteriores, que também reportaram reduções significativas em áreas sob supressão vetorial quando comparadas com áreas controle. (Barrera *et al.*, 2011; Mackay *et al.*, 2013; Barrera, R *et al.*, 2019).

A ampla diferença nas capturas de fêmeas de *Ae. aegypti* em relação à *Ae. albopictus* corroboram os achados de Passos *et al.* (2003), Serpa *et al.* (2006), Martins *et al.* (2010), Casas-Martínez *et al.* (2013) e Rodrigues *et al.* (2015). É provável que fatores ecológicos como a

competição entre espécies por criadouros e a adaptação ao meio urbano, juntamente com fatores biológicos como a notável antropofilia e antropofagia, expliquem a diferença em relação ao *Ae. albopictus*, que apesar de ser detectado em algumas armadilhas, mantém seu comportamento mais relacionado a áreas de mata, afastado da população e da vida urbana, além de depender mais das chuvas para sua permanência, corroborando dados de Alto & Juliano (2001), Serpa e colaboradores (2006), Martins e colaboradores (2010) e Tran e colaboradores (2013).

O indicador entomológico IMFA usado no presente estudo foi utilizado para avaliar e comparar o efeito da coleta massal de *Ae. aegypti* pela armadilha GAT entre tratamentos e em relação aos períodos de estudo de cada tratamento experimental (1GAT e 2GAT/imóvel <50%, >60% e Testemunho). Os resultados demonstraram que os valores da média do indicador IMFA entre os tratamentos com armadilhas de supressão não apontam diferença significativa no monitoramento de fêmeas *Ae. aegypti*. Estes dados reforçam o uso da armadilha GAT como ferramenta de controle massal de fêmeas de *Ae. aegypti* por apresentarem valores do monitoramento entomológico estatisticamente iguais em tratamentos com cobertura e densidade de armadilhas por hectare diferentes, além de outros fatores, como diferentes realidades locais em relação ao microclima, ecologia, tipos e ofertas de criadouros e densidade populacional, importantes em programas de controle vetorial (Johnson, Ritchie, *et al.*, 2017; Kading *et al.*, 2020; Eiras *et al.*, 2021; Reinbold-Wasson e Reiskind, 2021; Jaffal *et al.*, 2023). Durante o período de avaliação, os maiores valores de IMFA durante as semanas foi no tratamento Testemunho (sem armadilhas de supressão), e o menor IMFA observado foram nos tratamentos de supressão 1 e 2GAT >60%, onde todos os tratamentos de coleta massal, apresentaram diferença significativa do indicador IMFA comparado ao tratamento Testemunho (ANOVA one-way / Teste de Tukey $p < 0,05$), sugerindo, que as populações do vetor foram reduzidas nos tratamentos de coleta massal, corroborando com os trabalhos de Barrera e colaboradores (2014), Mota (2018) e Juarez e colaboradores (2021).

A ausência de diferença significativa do IMFA entre os períodos Pré intervenção e Intervenção Inicial na maioria dos tratamentos ($p > 0,05$) desafia a expectativa inicial, que as armadilhas GAT atuem imediatamente na supressão populacional das fêmeas de *Ae. aegypti*. Esse resultado pode ser atribuído a fatores como, (i) o método pode necessitar de maior tempo para impactar na população local de mosquitos, especialmente em áreas com alta infestação inicial; (ii) interferências ambientais, na ocasião de precipitação ou temperaturas elevadas semanas antes da Intervenção Inicial podem ter favorecido a eclosão de ovos, mascarando o efeito de supressão da GAT, e (iii) eficácia a médio prazo, onde a supressão pode ser mais evidente em fases posteriores, como observado no período de Intervenção final, onde

tratamentos com alta cobertura neste estudo (2GAT>60%) mantiveram IMFA reduzido e maior intervalo de semanas com de efeito residual, diferindo de trabalhos que mostraram a necessidade de cobertura >80% para garantir efeito de supressão massal de fêmeas de *Ae. aegypti* (Barrera, Amador, Acevedo, Caban, *et al.*, 2014; Barrera, Amador, Acevedo, Hemme, *et al.*, 2014; Lorenzi, 2016; Johnson *et al.*, 2018; Mota, 2018).

A recuperação populacional da espécie após retirada das armadilhas variou conforme a cobertura da intervenção. Os tratamentos >60% de cobertura de imóveis com armadilhas demonstraram um efeito residual robusto (1GAT>60% = 10 semanas e 2GAT>60% = 12 semanas), provavelmente devido à coleta massal acumulada de fêmeas grávidas durante as semanas de intervenção, enquanto os tratamentos <50% de cobertura tiveram recuperação mais rápida, mostrando que a supressão de forma eficaz requer cobertura mínima de 60%, corroborando com estudos que apontaram efeito de supressão massal por armadilhas em área com cobertura >60% (Barrera, Roberto *et al.*, 2019), de forma continuada, necessitando de uma alta adesão comunitária para evitar desistências e recolonização da espécie. Deve ser levado em consideração que, mesmo tratamentos com coberturas mais baixas (1 e 2 GAT<50%) conseguiram apresentar efeito de supressão massal de forma mais branda, sugerindo que as intervenções foram insuficientes para manter um controle de fêmeas de *Ae. aegypti* de forma sustentável, porém, com possibilidade de apresentar menor efeito residual no caso do tratamento 1GAT<50%.

A comparação dos tratamentos supressão com o Testemunho mostra a diferença de impacto de uma área com supressão de mosquitos por coleta massal e área não tratada com armadilhas. O IMFA significativamente maior (Teste de Dunn's $p = 0,0037$) no Pós-intervenção Final (1,70 vs. 0,44 em 2GAT>60%) reforça que a supressão de fêmeas de *Ae. aegypti* pela GAT impede uma rápida recuperação populacional. Isso ressalta que a supressão de forma continuada pode impedir uma alta infestação vetorial da espécie, e consequentemente, reduzir o risco de epidemias por arboviroses, corroborando com trabalhos onde apontaram uma maior necessidade do envolvimento da comunidade na metodologia e aplicação do método de controle vetorial de fêmeas de *Ae. aegypti* grávidas por armadilhas em massa de forma eficaz e alta cobertura associada a proteção contra epidemias por arboviroses (Barrera *et al.*, 2018; Barrera, 2022).

A influência da população inicial de mosquitos no período Pré intervenção, aponta um fator importante. Áreas com IMFA inicial mais elevado como o tratamento Testemunho, apresentaram desafios na supressão massal por armadilhas, sugerindo que a supressão deve ser precedida de diagnóstico local buscando uma maior cobertura de armadilhas por imóvel e

impacto inicial mais eficiente (Intervenção inicial 2GAT>60% ~0,12). Portanto, a eficácia a médio e longo prazo depende da adesão comunitária e integração com outras estratégias, como mutirões de limpeza eliminando potenciais criadouros, manejo ambiental e monitoramento contínuo de adultos (Barrera *et al.*, 2018; Aguilar-Durán *et al.*, 2024; López-De-Felipe Escudero *et al.*, 2025; López-De-Felipe *et al.*, 2025).

Pontos importantes devem ser considerados na comparação entre o tratamento Testemunho e as áreas de supressão por armadilhas: (i) foi o tratamento com maior quantidade de quarteirões tratados com maior quantidade de bloqueios de transmissão realizados em períodos de intervenção inicial (três bloqueios) e final (um bloqueio); (ii) o bairro pertencente ao tratamento Testemunho (Centro) apresentou maior média de consumo e gasto total do larvicida Pyriproxyfen, indicando que o bairro concentra grande quantidade de potenciais criadouros comparado aos demais bairros com áreas de supressão; e (iii) duas atividades de mutirões de limpeza foram realizadas no período de Intervenção Inicial, eliminando potenciais criadouros de mosquitos. As ações de controle do PNCD de controle químico e manejo ambiental somadas podem ter surtido efeito de controle vetorial na área Testemunho reduzindo o IMFA nos períodos de intervenção inicial e final, influenciando nos valores do indicador (Pepin *et al.*, 2013; Lima *et al.*, 2015; Rafikov *et al.*, 2015; Paho, 2017; Brisco *et al.*, 2023).

Também deve ser considerada neste estudo, a possibilidade de que a atividade de Bloqueio de Transmissão por controle químico com adulticida não tenha influenciado o indicador entomológico IMFA nas áreas de supressão com armadilhas, haja vista que, durante o período de experimento ocorreram casos notificados de dengue nas áreas experimentais, que desencadearam as ações de controle químico, no entanto, nas semanas seguintes após a aplicação não houve redução aparente do indicador entomológico em algumas áreas experimentais, divergindo de estudos e orientações técnicas sobre a excelência do controle químico para eliminação de formas adultas em ações de bloqueio de transmissão (Funasa, 2001; Brasil, 2002; Saúde *et al.*, 2009), indicando indiretamente a chance da existência de populações de *Ae. aegypti* resistentes ao adulticida Malathion 44CE (Batistuzzo *et al.*, 2008; Flores *et al.*, 2013; Maciel-De-Freitas *et al.*, 2014; Cornel *et al.*, 2016).

Os efeitos das variáveis climáticas no município foram correlacionados ao indicador entomológico. O efeito de redução da temperatura durante os períodos de intervenção inicial e final até a semana epidemiológica 28, possivelmente influenciou negativamente na avaliação do IMFA e supressão massal. No entanto, com o aumento da temperatura nas semanas seguintes até o final do estudo, observou-se tendência de aumento do indicador IMFA com o passar do tempo, principalmente no tratamento Testemunho e tratamentos com menor cobertura de

armadilhas (<50%). A correlação foi de fraca a moderada positiva com as variáveis temperatura para os tratamentos 1 e 2 GAT>60% e Testemunho. Os tratamentos 1 e 2 GAT<50% não apresentaram correlação significativa. A correlação moderada positiva corrobora com resultados de monitoramento em áreas de coleta massal com a armadilha AGO, também utilizada para captura de fêmeas de *Ae. aegypti* (Barrera *et al.*, 2011; Barrera, Amador, Acevedo, Caban, *et al.*, 2014; Barrera *et al.*, 2017). A ausência de correlação significativa corrobora com estudos de monitoramento pela armadilha MQT, onde a temperatura não apontou correlação significativa com indicador entomológico (Fávaro *et al.*, 2006; Gama *et al.*, 2007; Fávaro *et al.*, 2008).

As variáveis Tmed e Tmin apresentaram mais eventos de correlação significativa em comparação a Tmax, corroborando com estudos que apontaram correlação das variáveis a infestação de *Ae. aegypti* e transmissão de dengue (Donalísio e Glasser, 2002; Ferreira *et al.*, 2017). Durante o período de estudo, a média geral da Tmin foi de 21,3°C, com média no período Intervenção Inicial de 20,9°C e Intervenção Final de 18 °C. O município de Piumhi ter apresentado média mais baixa da Tmin e correlação positiva com o indicador entomológico corrobora com estudos onde temperaturas mais baixas em torno de 20°C estão mais correlacionadas com variações da infestação e captura de fêmeas adultas (Fávaro *et al.*, 2008), e trabalhos onde a redução e variações dos indicadores entomológicos para *Ae. aegypti* é correlacionada à queda de temperatura (Micieli e Campos, 2003; Vezzani *et al.*, 2004; Troyo *et al.*, 2008; Deneger, 2014; Gorsich *et al.*, 2019).

Há possibilidade da associação entre redução de temperatura e a aplicação de aduictida para controle de fêmeas de *Ae. aegypti* ter influenciado na população de *Ae. aegypti*, principalmente por apresentar Tmin mais baixa de até 14,2 C°, corroborando dados de Rueda e colaboradores (1990) e Fávaro e colaboradores (2008), no qual a queda de temperatura abaixo dos 20°C influenciou negativamente na sobrevivência da espécie, visto que, há estudos que mostraram faixa ideal de temperatura entre 27°C ($\pm$ 2°C) para o desenvolvimento larval para *Ae. aegypti* (Brogdon e Mcallister, 1998; Who, 2016c; 2022), e estudo de revisão que menciona a faixa de desenvolvimento entre 16°C e 34°C e mortalidade significativa em 14°C e 38°C (Reinhold *et al.*, 2018). No entanto, no presente estudo, quando comparado aos tratamentos de áreas com armadilhas de supressão, o tratamento Testemunho apresentou maior média do IMFA em todos os períodos, e com maior tendência de aumento do indicador IMFA no último período de estudo (Pós-intervenção final), mesmo tendo recebido maior quantidade de aplicação de aduictidas via U.B.V para controle de fêmeas adultas em períodos de supressão.

Durante o período de estudo, as variações de precipitação acumulada e dias de chuva foram maiores nos períodos de Pré intervenção com 739,3 mm e 10 semanas de chuva e Pós-intervenção final com 489 mm e 10 semanas de chuva. Por outro lado, nos períodos de Intervenção Inicial, Intervenção Final e Pós-intervenção Inicial os valores foram de 191,6; 3,6 e 68,1mm e 5, 3 e 2 semanas de chuva respectivamente. Portanto, a precipitação foi menor e mais espaçada entre as semanas de intervenção e as dez primeiras semanas após a retirada das armadilhas de coleta massal e maior e mais contínua no início e final do experimento. Deve ser considerado que, nos dois períodos, de Pré Intervenção e Pós-intervenção Final ocorreu maior precipitação acumulada e mais dias de chuva comparado aos demais períodos, visto que, as médias gerais do IMFA no período de Intervenção Inicial foram maiores que as médias de Intervenção Final, porém, significativamente semelhantes exceto o tratamento Testemunho (Teste de Dunn's $p = 0,0053$), onde todos os picos de captura de fêmeas de *Ae. aegypti* ocorreram também nos períodos de intervenção com exceção dos tratamentos 2GAT>60% e Testemunho, registrando picos no período de Pós-intervenção Final. Portanto, há probabilidade da associação na redução de precipitação nos períodos de Intervenção Final e Pós Intervenção Inicial a redução das capturas, corroborando com achados no qual a redução do indicador entomológico acompanhava a queda variável da precipitação (Melo *et al.*, 2012; Barrera, Amador, Acevedo, Caban, *et al.*, 2014; Degener, Eiras, *et al.*, 2014). No entanto, a variável temperatura (Tmax, Tmin e Tmed) apresentou fraca correlação não significativa nos tratamentos 1 e 2 GAT<50% com o indicador IMFA, e as variáveis precipitação e dias de chuva com exceção do tratamento 2GAT>60% que apresentou fraca correlação significativa para a variável dias de chuva, todos os demais tratamentos apresentaram fraca correlação não significativa para as duas variáveis, corroborando com estudo onde período com ocorrência de chuvas não foi preditor significativo nas populações de *Ae. aegypti* (Ferreira *et al.*, 2017). Neste estudo, as variáveis climáticas não apresentaram forte correlação (Pearson $r > 0,70$) significativa e positiva na variação do indicador entomológico.

No presente estudo, a redução das variáveis climáticas, principalmente no período de Intervenção Final, correspondente a três semanas da estação de outono e sete semanas da estação de inverno, a população de *Ae. aegypti* reduziu quando comparado o IMFA e a quantidade de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas nas armadilhas usadas na coleta massal do período de Intervenção Inicial no outono. Possivelmente a coleta massal de fêmeas adultas associado ao clima mais desfavorável na estação de inverno, contribuição na redução do indicador entomológico, corroborando com trabalhos sobre ações de controle vetorial direcionadas em períodos secos e de baixa temperatura como alternativa viável, causando

impacto na população de mosquitos (Kay, Ryan, *et al.*, 2000; Russell *et al.*, 2001; Kay *et al.*, 2002; Chareonviriyaphap *et al.*, 2003; Pliego-Pliego *et al.*, 2020). Deste modo, a supressão massal realizada no inverno, provavelmente impactará nas gerações futuras, pois o controle será aplicado quando houver menor quantidade de formas adultas devido a pouca oferta de recipientes com água para realizar a oviposição (Eiras *et al.*, 2021) e sobrevivência pela queda de temperatura, potencializando a captura pela armadilha e sucessivamente forçando mais a redução de fêmeas de *Ae. aegypti*, ou seja, em áreas com supressão massal no mesmo período de inverno apresentam maior redução do IMFA comparado as áreas Testemunho. Portanto, o aumento das populações de mosquitos em áreas com supressão massal após a estação de inverno, com o passar das semanas é mais lento, ao contrário do que aconteceria no verão, por mais forte que seja a supressão massal em reduzir a quantidade de mosquitos adultos, a população local ainda continuaria com uma flutuação mediana (Pliego-Pliego *et al.*, 2020). Como resultado, provavelmente a captura de mosquitos pela GAT no verão pode ser relativamente menor em comparação ao inverno em relação quantidade da população de mosquitos no ambiente, no entanto, em estudos no desenvolvimento de modelos preditivos voltados para ações de controle preventivo mostrou que dependendo dos tipos de criadouros predominantes em determinada região, a precipitação pode não ser tão relevante na abundância do *Ae. aegypti* (Azil *et al.*, 2010). Porém, deve ser considerado se o efeito de supressão no inverno a longo prazo vai se perder com o passar dos anos devido as mudanças climáticas, com o “El Niño”, modificando as variáveis ambientais, interferindo na ecologia local, que pode favorecer ou prejudicar o efeito de supressão massal.

No município de Piumhi, durante a estação chuvosa de altas temperaturas, no LIRAa geralmente o IIP fica acima dos 3,9%, na classificação de risco epidêmico de dengue e outras arboviroses, sendo os principais criadouros neste período da categoria “B”, recipientes móveis de pequeno e médio porte geralmente encontrados no peridomicílio. No entanto, na estação seca de inverno, o IIP fica abaixo de 3,9% (nível de alerta) ou abaixo de 1% (satisfatório), os principais criadouros neste período são da categoria “C”, recipientes fixos, principalmente os ralos sifonados de PVC, encontrados nas áreas internas e externas dos imóveis. Portanto, no inverno, o ralo se destaca como principal criadouro de oviposição de fêmeas de *Ae. aegypti* mantendo a baixa população da espécie neste período. Assim, ao instalar uma GAT ao lado ou mesmo em cima de ralos pode potencializar a captura pela armadilha, e inutilizar ou proteger os ralos impedindo a formação de adultos (Capítulo III da Tese) força ainda mais redução das populações de *Ae. aegypti* na estação de inverno. Deste modo, o capítulo III aborda a criação e

avaliação de dispositivo antimosquito para ralos sifonados de PVC que podem ser utilizados com a armadilha GAT na estação de inverno.

Ressalta-se que ocorreu um considerável aumento de casos de dengue durante o presente estudo no município em 2019, quando comparado a 2017 e 2018. É importante destacar que no município de Piumhi, nas áreas experimentais ocorreram poucos casos confirmados de dengue em relação ao restante do bairro, com exceção da área experimental do bairro Vila Agreny (2GAT>60%), que apresentou cinco casos confirmados dos sete casos que ocorreram no bairro. Deve ser avaliado as situações ocorridas nas áreas experimentais do bairro Centro onde fica localizada a área Testemunho e do bairro Lagoa de Trás (1GAT<50%), visto que, na área Testemunho do bairro centro onde não havia armadilhas de supressão, não ocorreu nenhum caso confirmado de dengue dos 42 casos ocorridos no restante do bairro, no entanto, o bairro Lagoa de Trás ocorreu 34 casos confirmados, porém, dentro da área experimental com armadilhas de supressão não apresentou nenhum caso confirmado, apenas nas quadras entorno da área. Há possibilidade que as armadilhas de supressão tenham capturado fêmeas infectadas com vírus, reduzindo o surgimento de proles com presença de arbovírus pela transmissão vertical e a ocorrência de casos da doença dentro da área experimental, conferindo certa proteção do local. Portanto, fica evidente deste estudo, há necessidade em trabalhos futuros de supressão massal pela armadilha GAT, a realização de estudos de soroprevalência nas comunidades envolvidas (Honório, Nogueira, *et al.*, 2009; Sacramento *et al.*, 2018; Broban *et al.*, 2023) para observar a ocorrência ou não de efeito da coleta massal na transmissão.

Nas áreas experimentais de supressão durante o período de Intervenção Inicial, especialmente nos bairros Jardim Santo Antônio (1GAT > 60%) e Nova Piumhi (2GAT < 50%), foram observados os maiores valores do indicador IMFA, indicando maior infestação por *Ae. aegypti*. No entanto, registraram-se poucos casos de dengue, o que corrobora estudos que relatam períodos com altos valores de indicadores entomológicos associados a baixa incidência de arboviroses (Degener, Eiras, *et al.*, 2014; Mota, 2018), Esse padrão também foi semelhante ao observado durante a Intervenção Final, caracterizada por indicadores entomológicos reduzidos e baixa transmissão viral (Lorenzi, 2016), Por outro lado, contrasta com achados que associam alta infestação vetorial a elevada incidência de arboviroses (Barrera *et al.*, 2011).

Estudos de coleta massal de fêmeas grávidas por armadilhas no controle vetorial do *Ae. aegypti* buscam principalmente avaliar a eficácia da armadilha em reduzir populações em determinado local, mensurar a quantidade por imóvel, a cobertura mínima e quantidade mínima de armadilhas por área para se obter efeito de supressão, aceitabilidade da população envolvida e sustentabilidade (Johnson, Ritchie, *et al.*, 2017; Who, 2018; 2020; Jaffal *et al.*, 2023).

Durante as semanas de estudo, foi observado que com o passar das leituras nas armadilhas de coleta massal, houve redução do indicador entomológico comparado às semanas do início do experimento (Pré Intervenção) e às semanas finais (Pós Intervenção Final), corroborando com trabalhos apontando efeito de supressão vetorial com armadilhas (Barrera, Amador, Acevedo, Caban, *et al.*, 2014; Barrera, Amador, Acevedo, Hemme, *et al.*, 2014; Degener, Eiras, *et al.*, 2014; Barrera *et al.*, 2017; Johnson *et al.*, 2018; Mota, 2018; Barrera, Roberto *et al.*, 2019; Juarez *et al.*, 2021; Jahir *et al.*, 2022), porém, deve ser considerado e observado se durante o experimento nas áreas experimentais ocorreram ações realizadas em protocolo de programas de controle vetorial, que podem interferir negativamente nas avaliações, como bloqueio de transmissão por controle químico e manejo ambiental reduzindo criadouros (Funasa, 2001; Brasil, 2002; Saúde *et al.*, 2009).

No presente trabalho, todas as áreas de supressão apresentaram médias de coberturas >40%, com redução da média de mosquitos capturados com o passar das semanas de estudo, tanto nas armadilhas de monitoramento, quanto nas armadilhas de supressão, corroborando com trabalho onde mostraram que áreas com cobertura >20% apresentaram redução percentual aumentada proporcionalmente, sugerindo que a cobertura não necessariamente precisa atingir 80% para alcançar efeito de supressão (Barrera, Roberto *et al.*, 2019), no entanto, diverge do presente trabalho (1 e 2 armadilhas por imóvel), na quantidade de armadilhas necessárias por imóvel para efeito de supressão massal.

Durante as semanas de estudo, houve variação na cobertura de armadilhas e na densidade por hectare para mais e para menos na ocasião de algum evento que impedisse continuidade da vistoria no imóvel ou instalação da armadilha em imóvel que anteriormente estava fechado, com o objetivo de manter a cobertura e a densidade de armadilhas planejadas no início do estudo. Manter altas coberturas com armadilhas para efeito de supressão mencionado em trabalhos anteriores (mínimo 60% e ideal acima de 80%) é extremamente difícil dependendo da realidade local de cada município e comunidade em relação a rotina dos moradores, exatamente o ocorrido neste estudo, como: (i) grande parte dos residentes dentro das áreas de estudo se encontram no local de trabalho, não estando em suas casas durante horário comercial (08:00 às 17:00) e (ii) pouca presença de pessoas que trabalham em casa, como empreendedores individuais e idosos, resultando em maior quantidade de imóveis fechados consequentemente em baixa cobertura de imóveis com armadilhas. Possivelmente os estudos de supressão de fêmeas de *Ae. aegypti* em campo com alta cobertura (>80%) como no trabalho realizado por Barrera e colaboradores (2014) em municípios de Porto Rico, que deram a base de cobertura mínima para supressão com armadilhas tenham realidades diferente e mais

favorável em campo do que no presente estudo. Portanto, é muito importante a boa adesão da comunidade local para atingir altas coberturas ou pelo menos a quantidade mínima de armadilhas para efeito de supressão, corroborando com trabalhos onde a participação mais ativa da comunidade local apresentou resultados promissores no controle massal por armadilhas (López-De-Felipe Escudero *et al.*, 2025; López-De-Felipe *et al.*, 2025), porém, em estudos para avaliar o engajamento de moradores em avaliação com armadilhas de supressão mostrou que quando o morador tinha a obrigação de vistoriar e realizar a manutenção, a adesão caiu consideravelmente (Juarez *et al.*, 2021; Jaffal *et al.*, 2023).

A densidade média de armadilhas de supressão por área (hectare) foi observada e comparada em relação as variações do indicador entomológico IMFA das áreas experimentais, variando de 13,9 a 60,3 GAT/ha, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos supressão, corroborando com trabalhos onde demonstraram redução das populações de *Ae. aegypti* com densidades entre 10 e 17 GAT/ha, 26 BGS/ha, e 25,7 AGO/ha (Degener, Eiras, *et al.*, 2014; Mota, 2018; Juarez *et al.*, 2021; Jahir *et al.*, 2022). Deste modo, diante dos resultados de cobertura e armadilhas por área em áreas distintas, sugerimos que uma cobertura >60% associado a distribuição da GAT por área a >14GAT/ha são os valores mínimos para conseguir efeito de supressão das populações de fêmeas de *Ae. aegypti*.

Neste estudo de coleta massal de grávidas de *Ae. aegypti* com armadilha GAT, observamos que apenas uma armadilha por imóvel conseguiu obter a redução das populações locais semelhante a estudo anterior (Mota, 2018), divergindo de trabalhos onde foram necessárias, pelo menos, duas GAT por imóvel (Johnson *et al.*, 2018), três armadilhas AGO por imóvel (Barrera, Amador, Acevedo, Caban, *et al.*, 2014; Barrera, Amador, Acevedo, Hemme, *et al.*, 2014; Acevedo *et al.*, 2016; Lorenzi, 2016; Barrera *et al.*, 2017; Barrera *et al.*, 2018; Barrera, R *et al.*, 2019; Barrera, Roberto *et al.*, 2019; Sharp *et al.*, 2019) e quatro (Williams *et al.*, 2006) a 10 armadilhas OL por imóvel (Perich *et al.*, 2003; Sithiprasasna *et al.*, 2003; Kittayapong *et al.*, 2008). Estudo realizado com a armadilha MQT para coleta massal de fêmeas de *Ae. aegypti* em campo mostrou que a instalação de três MQT por imóvel não conferiu efeito de supressão, após realizado cálculos em relação as capturas, seriam necessárias pelo menos oito armadilhas MQT para reduzir as populações de mosquitos locais (Degener *et al.*, 2015), portanto, a variedade de armadilhas podem apresentam quantidades mínimas distintas necessárias para atingir efeito de supressão (Juarez *et al.*, 2021). Diante destes trabalhos, fica evidente a inviabilidade da supressão massal com alta densidade de armadilhas por imóvel por questões de custo-benefício, logística e operacionalidade (Juarez *et al.*, 2021; Jaffal *et al.*, 2023). Deve ser considerado que diferentes armadilhas têm características e peculiaridades que

interferem diretamente na especificidade e sensibilidade de atração e captura de determinada espécie, portanto, cada armadilha apresenta quantidades distintas (porcentagem de cobertura, nº de armadilhas por imóvel e armadilhas por área) necessárias para efeito de supressão. De acordo com os resultados do presente trabalho, o uso de uma e duas armadilhas por imóvel reduziu os indicadores entomológicos entre os períodos de intervenção Inicial e Intervenção Final, conferindo efeito residual de ação mesmo após a retirada das armadilhas de cinco a 12 semanas depois, mantendo o indicador entomológico IMFA em níveis mais baixos. Quando analisado o comportamento das populações pelo indicador IMFA, entre os períodos nas quadras com supressão entre 1GAT e 2GAT, mostraram, significativamente, semelhantes, sugerindo que o uso de uma armadilha pode ser igualmente eficaz. No entanto, para tal afirmação deve se considerar questões específicas de cada área, como grau de infestações, fatores abióticos, variáveis climáticas, ações do programa de controle.

A utilização do Estimador de Densidade Kernel (EDK) neste estudo foi necessário para interpretar a dinâmica espacial da dengue dentro e fora das áreas experimentais. Ao contrário de outros métodos, o EDK permitiu modelar continuamente os padrões de risco, superando limitações, como a descontinuidade de unidades geográficas e heterogeneidade na disponibilidade de dados (Carlos *et al.*, 2010). Nosso trabalho demonstrou que o EDK não apenas identificou *hotspots* de transmissão, mas apontou a possibilidade e efeito de proteção por supressão massal, também permitindo detectar áreas de "vazios epidemiológicos", onde casos mais espaçados poderiam mascarar riscos sistêmicos, reforçando a tese de que a dengue atua em nichos socioespaciais específicos (Portnov *et al.*, 2009).

A técnica também se mostrou importante para desvendar padrões espaço temporais da recorrência da dengue. Os mapas de densidade gerados não apenas mapearam clusters ativos de dengue, mas projetaram trajetórias de dispersão viral ao longo de algumas áreas experimentais, corroborando com achados onde a capacidade do EDK em integrar variáveis ambientais (índice pluviométrico, vegetação) às densidades de casos permitiu antever surtos em regiões periurbanas semanas antes da saturação dos casos (Ray *et al.*, 2017). Contudo, deve ser levado em consideração certas limitações críticas ao EDK, como (i) subnotificação pode gerar "falsos vazios" na superfície do mapa de densidade, (ii) A escolha pelo EDK e parâmetros de suavização pode implicar em viés analítico, (iii) A técnica não estabelece causalidade, apenas associações. Portanto, EDK sugere que intervenções focalizadas em *hotspots* podem otimizar até 40% dos recursos no controle da dengue, mostrando evidências sobre a eficácia de abordagens geograficamente inteligentes (Carlos *et al.*, 2010), e mostrar associação direta do

aumento de casos dengue e captura de fêmeas de *Ae. aegypti*, custo-benefício e indicador eficiente de risco de transmissão de arboviroses (Parra *et al.*, 2018).

Neste trabalho, apresentamos resultados promissores de coleta massal de fêmeas de *Ae. aegypti* pela armadilha GAT (IMFA, cobertura de instalação, GAT/ha) entre áreas com realidades locais diferentes, de extrema importância na compreensão e utilização da GAT de forma mais eficaz (Juarez *et al.*, 2021), estabelecendo um protocolo de uso com o objetivo de supressão massal em momento mais estratégico. Neste estudo, a comparação do indicador entomológico entre os períodos forneceu dados importantes para elucidar o efeito temporal do uso da GAT como ferramenta de controle vetorial de forma mais estratégica e integrada, como identificar o melhor momento para aplicação do método, conhecer o nível de infestação da área antes da instalação das armadilhas e impacto das variáveis climáticas somado as ações de rotina do PNCD local durante a supressão massal. Estudo de metanálise sobre supressão de mosquitos por armadilhas apontou a necessidade de determinar as condições ideais para implantação (cobertura mínima de armadilhas e número de armadilhas por imóvel) em diferentes cenários epidemiológicos para alcançar redução significativa da transmissão de arbovírus transmitido por fêmeas de *Ae. aegypti*. É importante destacar que: (i) estudos de supressão em áreas com baixa circulação de arbovírus não podem concluir com exatidão se o método controla a transmissão e (ii) os efeitos de supressão por armadilhas são observados em algumas semanas após a instalação das armadilhas, mas é difícil saber por quanto tempo é necessário para observar efeito na transmissão de arbovírus (Jaffal *et al.*, 2023), evidenciando a grande importância de estudos de soroprevalência da comunidade envolvida.

Os resultados do presente trabalho corroboram com estudos da armadilha GAT para supressão de fêmeas adultas de *Aedes* spp. em condições de campo (Becker *et al.*, 2017; Johnson *et al.*, 2018; Mota, 2018; Jahir *et al.*, 2022) que reduziram as populações, apresentando potencial como ferramenta auxiliar em programas de controle, no entanto, é de extrema importância a realização de manejo ambiental removendo potenciais criadouros principalmente antes da estação chuvosa, antes da instalação das armadilhas para potencializar a ação de captura e manter a quantidade mínima de armadilhas necessárias para efeito de supressão (Barrera, Amador, Acevedo, Caban, *et al.*, 2014; Sharp *et al.*, 2019; Juarez *et al.*, 2021).

Estudos futuros de longa duração, com maior número de áreas experimentais, repetições e avaliações de corte dos intervalos temporais de períodos de inverno, devem ser conduzidos para compreender melhor o efeito da GAT e avaliar melhor sua eficácia como ferramenta de controle de *Ae. aegypti* em campo, considerando: (i) períodos de pré e pós intervenção mais extensos; (ii) estudo de soroprevalência para analisar o impacto da supressão nos casos de

arboviroses; (iii) na elaboração do desenho metodológico, considerar diversas configurações de formatos das quadras, que podem variar de formas quadradas e retangulares mais comuns á triangulares, circulares, irregulares ou, que não podem ser circuladas devido algum impedimento geográfico; (iv) e quadras com tamanhos variados dentro das áreas de avaliação. É importante relatar neste estudo, que as áreas selecionadas para o sorteio cego randomizado dos tratamentos nem sempre terão todos os fatores favoráveis para avaliar se a supressão massal por armadilhas terá efeito na transmissão de arbovírus, como: (i) área com quadras de tamanho padronizado; (ii) população sempre presente nos imóveis com boa adesão ao projeto, consequentemente resultando em maior cobertura de imóveis com armadilha; (iii) áreas com alto índice de infestação; e (iv) alta taxa de incidência de arboviroses. Portanto, é extremamente importante a parceria entre o grupo de pesquisa e o setor de controle de vetores local na discussão e seleção das áreas. O método de coleta massal pela GAT, associado a outros métodos de controle aplicados no Manejo Integrado de Vetores, provavelmente apresentará maior efeito no controle de populações de *Ae. aegypti* evitando, assim, a transmissão de arbovírus.

Diante dos resultados, concluímos a importância do uso da GAT como ferramenta de supressão massal de fêmeas de *Ae. aegypti* em período de inverno onde é potencializada a captura pela armadilha, maior viabilidade distribuída em campo considerando sua densidade por área (GAT/ha) diante da grande variação de tamanhos dos imóveis e locais com alta taxa de imóveis fechados, inviabilizando alcançar alta porcentagem de cobertura de imóveis com armadilha, o que pode ser corrigido por GAT/ha, corroborando com estudos de Juarez e colaboradores (2021), instando mais de uma armadilha por imóvel. Porém, a posição das armadilhas no imóvel deve ser observada durante a instalação para que permaneçam o mais distante possível uma das outras para evitar sobreposição dos raios de ação entre armadilhas. Deste modo, uma associação entre as duas metodologias, de cobertura mínima de armadilhas e armadilhas por hectare, durante o planejamento para as instalações em campo, irá garantir a quantidade de armadilhas ideal em caso de imóveis com grandes proporções dentro de uma mesma área. Portanto, em futuras avaliações de coleta massal com o uso da armadilha GAT deve ser considerado a taxa de cobertura com base na quantidade por área (hectare) especialmente em comunidades onde as áreas selecionadas apresentam imóveis de tamanhos variados.

Capítulo III:

DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO PARA SISTEMA DE DRENAGEM COM SIFÃO COMO ALTERNATIVA DE MANEJO AMBIENTAL DE *Aedes aegypti* NO MUNICÍPIO DE PIUMHI (MG).

RESUMO

O ralo sifonado de policloreto de vinila (PVC) é o dispositivo de drenagem com sifão mais comum nas edificações e em alguns países é incriminado como criadouro em potencial de culicídeos urbanos. Deste modo, novas ferramentas de controle do *Ae. aegypti* em ralos sifonados se faz necessário diante da importância deste tipo de criadouro. As orientações atuais de prevenção e controle para ralos de drenagem apresentam limitações e desvantagens, como o uso de tela ou larvicida orientados pelas esferas governamentais. O objetivo do presente estudo foi desenvolver e avaliar um dispositivo para ralos domésticos que impedem o escape de adultos de *Ae. aegypti*. O estudo foi conduzido em condições de laboratório com temperatura média de $26,0 \pm DP 0,63^{\circ}C$ e umidade relativa média de $69,5 \pm DP 4,7\%$ na avaliação em ralos de 100mm e 150mm com protótipos de Ralo Transparente (DAM-T), Ralo Transparente Verde Claro (DAM-TVC), Ralo Branco (DAM-B) e Ralo Preto Fosco (DAM-PF). Os protótipos foram submetidos a testes de eficácia a cada 24 horas. A sobrevivências em ralos de 100mm foi de $0,18 \pm 0,05$; $0,20 \pm 0,05$; $0,38 \pm 0,13$ e $0,73 \pm 0,22$ para DAM-TVC, DAM-T, DAM-B e DAM-PF respectivamente, e ralos de 150mm foi $0,10 \pm 0,10$; $0,26 \pm 0,14$; $0,26 \pm 0,15$ e $1,94 \pm 0,59$ para DAM-T, DAM-TVC, DAM-B e DAM-PF. Houve diferença significativa entre as curvas de sobrevivência ($p < 0,0001$) e entre os tratamentos ($p = 0,036$) DAM-PF em relação a DAM-T. Os resultados demonstraram que os dispositivos transparentes demonstraram ser uma alternativa de manejo ambiental para ralos domésticos, apontando a necessidade de revisão operacional nas ações de controle de culicídeos neste tipo de criadouro.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*, controle vetorial, ralos sifonados, metodologia alternativa de controle.

ABSTRACT

The polyvinyl chloride (PVC) siphon drain is the most common drainage device with siphon in buildings and in some countries, it is incriminated as a potential breeding site for urban culicids. Therefore, new tools for controlling *Ae. aegypti* in siphon drains are necessary given the importance of this type of breeding site. Current prevention and control guidelines for drainage drains have limitations and disadvantages, such as the use of screens or larvicides recommended by government agencies. The objective of this study was to develop and evaluate a device for domestic drains that prevents the escape of *Ae. aegypti* adults. The study was conducted under laboratory conditions with an average temperature of $26,0 \pm \text{SD } 0,63^{\circ}\text{C}$ and an average relative humidity of $69,5 \pm \text{SD } 4,7\%$ in the evaluation in 100mm and 150mm drains with prototypes of Transparent Drain (DAM-T), Light Green Transparent Drain (DAM-TVC), White Drain (DAM-B) and Matte Black Drain (DAM-PF). The prototypes were subjected to efficacy tests every 24 hours. The survival rates in 100mm drains were $0,18 \pm 0,05$; $0,20 \pm 0,05$; $0,38 \pm 0,13$ and $0,73 \pm 0,22$ for DAM-TVC, DAM-T, DAM-B and DAM-PF respectively, and 150mm drains were $0,10 \pm 0,10$; $0,26 \pm 0,14$; $0,26 \pm 0,15$ and $1,94 \pm 0,59$ for DAM-T, DAM-TVC, DAM-B and DAM-PF. There was a significant difference between the survival curves ($p < 0,0001$) and between the treatments ($p = 0,036$) DAM-PF in relation to DAM-T. The results demonstrated that the transparent devices proved to be an environmental management alternative for domestic drains, pointing out the need for operational review in the actions of control of culicids in this type of breeding site.

Keywords: *Aedes aegypti*, vector control, siphoned drains, alternative control methodology.

III.1 INTRODUÇÃO

Diversos fatores como o crescimento urbano desordenado, mudanças climáticas e alterações no ambiente colaboram com a propagação e emergência de arboviroses transmitidas por *Ae. aegypti* como dengue, Chikungunya e Zika vírus (Caminade *et al.*, 2019; Ortiz *et al.*, 2021). A falta de uma vacina eficaz e antivirais efetivos contra as arboviroses faz do monitoramento e controle vetorial os métodos mais adequados e eficientes no combate as arboviroses (Lima-Camara, 2016).

As atividades de manejo ambiental são importantes no combate aos vetores da dengue, visando a eliminação, remoção e inutilização de criadouros ou possíveis criadouros no ambiente domiciliar, como também a coleta de lixo doméstico e descartáveis durante mutirões de limpeza (Funasa, 2001). Devido às consecutivas epidemias de dengue no Brasil, é importante a implantação de ações de manejo ambiental, também chamada de saneamento ambiental que colaborem para a redução de focos de mosquitos como a realização de melhorias sanitárias e modificações nos domicílios visando a substituição ou eliminação de depósitos e recipientes focados e a vedação de depósitos com água. (Brasil, 2002). As atividades de manejo ambiental são métodos e ações realizadas visando os fatores de risco ambientais, de forma que evitem ou reduzam a dispersão dos transmissores da dengue, eliminando e inutilizando os criadouros mais comuns (Saúde *et al.*, 2009). Ações de manejo ambiental direcionadas de forma eficaz nos principais criadouros de *Ae. aegypti* apontaram uma redução de curto a longo prazo dos níveis de infestação, sugerindo que medidas mais direcionadas e estratégicas sejam eficazes no controle vetorial (Maciel-De-Freitas e Lourenço-De-Oliveira, 2011).

A escolha do criadouro por fêmeas de *Ae. aegypti* envolve vários fatores ecológicos que interferem na oviposição, como quantidade de matéria orgânica, temperatura, sazonalidade das chuvas, exposição solar, presença de larvas da mesma espécie, local e tamanho dos recipientes (Barrera *et al.*, 2006; Wong *et al.*, 2011). Variáveis dimensionais dos criadouros em relação a sua capacidade, diâmetro e superfície de evaporação exerce forte influência na oviposição de fêmeas de *Ae. aegypti* (Harrington *et al.*, 2008), porém, estudos também apontam que a densidade de ovos em criadouros de grandes proporções tende à estabilidade (Wong *et al.*, 2011). Geralmente, criadouros grandes foram responsáveis pela manutenção da espécie em períodos secos e, que os criadouros pequenos sem manutenção pelos moradores foram relatos como importantes na manutenção da espécie (Focks *et al.*, 2016).

Ralos sifonados de drenagem pluvial acumulam detritos e todo tipo de material no fundo. Deste modo, dependendo da localização e condições do ralo, pode oferecer fatores

físicos, químicos e biológicos que favorecem a seleção pelas fêmeas, como intensidade luminosa, cores do criadouro, temperatura, colonização de microrganismos e ausência de predadores naturais (Consoli e Oliveira, 1994; Barrera *et al.*, 2006).

Os ralos sifonados de PVC usados para drenagem pluvial são conhecidos e classificados como “caixas sifonadas” ou “ralos sifonados” com grelha redonda ou quadrada, da linha de esgoto de tubos e conexões hidráulicas na construção civil. Os ralos/caixa sifonados tem dois tamanhos de diâmetro padrões de 100mm e 150mm, com três, cinco a sete entradas, com variações de modelos apenas na altura (Tigre; Krona, 2024).

Entre os diversos criadouros, o ralo sifonado de PVC encontrado nos imóveis, destaca-se a sua inclusão nas atividades de monitoramento entomológico pela metodologia de Levantamento de Índice Rápido para *Ae. aegypti* (LIRAA), sendo um criadouro constantemente constante em todas as pesquisas e ciclos de tratamento focal na eliminação de criadouros no município de Piumhi.

III.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Recipientes fixos em ambiente urbano com água estagnada e matéria orgânica, como drenos pluviais e ralos de escoamento de água podem contribuir como criadouros de várias espécies de mosquitos vetores de doenças, principalmente em situações de falta de manutenção por parte da população e poder público (Chadee e Martinez, 2016).

A importância do ralo doméstico como criadouro predominante de *Ae. aegypti* em áreas urbanas foi descrita no estado de São Paulo (Holcman *et al.*, 2012), onde os ralos localizados no peridomicílio foram os mais prevalentes em relação aos localizados dentro dos imóveis devido a água estagnada (Pereira, 2001; Domingos, 2005). A vigilância entomológica nestes criadouros por parte dos programas de controle de vetores devem ser reforçadas e fazer parte da rotina de trabalho (Hribar *et al.*, 2004). No passado, as ações de controle da Febre Amarela no Rio de Janeiro (1928-1929) o manejo ambiental em ralos e bueiros foi um componente das ações de controle na cidade (Saúde, 2004; Wermelinger e Carvalho, 2016).

Monitoramento realizado em ralos e caixas coletoras de drenagem de água pluvial em área urbana, mostrou maior captura de formas adultas em períodos mais quentes, no entanto, após eventos de chuvas que ocorreram na estação de inverno reduziram tanto a captura de adultos quanto de formas imaturas (Su *et al.*, 2003). Se tratando de ralos domésticos com presença de *Ae. aegypti*, residências nobres em bairros de alta renda foram os recipientes mais produtivos, apresentando mais de 50% do total de pupas coletadas em um período de dois anos, porém, com menor índice de infestação e sobrevivência de fêmeas adultas, apresentando menor risco de transmissão de arbovírus comparado a áreas de favela e suburbana (David *et al.*, 2009).

Estudo realizado na Baixada Santista, estado de São Paulo, observou que o ralo doméstico foi o recipiente mais frequente com larvas de *Ae. aegypti* entre os recipientes positivos para a espécie (Domingos, 2005), o que também foi registrado no bairro de Campo Grande, estado do Rio de Janeiro, sendo os ralos domésticos o recipiente mais frequente com larvas de *Ae. aegypti*, seguido de criadouros em recipientes móveis de pequeno porte (Silva *et al.*, 2006).

Os ralos podem apresentar elevada predominância para *Ae. aegypti* e podem ser importantes na manutenção da espécie, por estar presente em quase todas as edificações. Além do mais, os métodos atuais de controle são pouco eficazes para este tipo de recipiente, o que reforça a necessidade de elaborar novas estratégias para este tipo de criadouro e também a reavaliação de normas técnicas na construção civil para ralos domésticos visando a saúde coletiva (Glasser *et al.*, 2011).

O controle de larvas de mosquitos em caixas coletoras de água pluvial e similares são um desafio para os programas de controle vetorial, principalmente devido ao fluxo de água após precipitação, eliminando o larvicida. A oviposição constante neste tipo de criadouro, a precipitação contínua pode deslocar as formas imaturas a um local desfavorável para a sobrevivência (Anderson *et al.*, 2011).

O monitoramento de mosquitos adultos em caixas coletoras de água pluvial e similares com armadilha adesiva em forma de tubo demonstrou eficiência em coletar fêmeas de *Ae. aegypti* que realizariam a oviposição e emergidos (Kay, Sutton, *et al.*, 2000) (Pritchard e Scholefield, 1981; Girikumar e Venkateswara Rao, 1984; Burke *et al.*, 2010; Surveillance, 2013; Staples *et al.*, 2016). O método com armadilha adesiva em formato de tubo permitiu o monitoramento do *Ae. aegypti* em áreas residenciais e centros urbanos, evidenciando a importância deste tipo de recipiente na manutenção da espécie (Montgomery *et al.*, 2004).

Estudo realizado com armadilhas para captura de culicídeos do gênero *Culex* sp em bueiros de rede pluvial demonstrou que o método pode apontar a dispersão da espécie e de outros mosquitos nesse tipo de criadouro. Epidemias causadas por arbovírus do Nilo Ocidental foram altamente associadas a criadouros em ralos domiciliares, enfatizando a necessidade de ações de controle nesse tipo de recipiente. No entanto, os programas de controle de vetores em várias partes do mundo negligenciam esses criadouros e usam larvicidas de forma inadequada. Além disso, drenos de captação de água pluvial demonstraram ser importantes criadouros de *Ae. aegypti*, tanto na estação chuvosa quanto na seca, reforçando a importância das ações de controle vetorial para esses criadouros, independentemente da estação do ano (Rey *et al.*, 2006; Hamer *et al.*, 2011; Arana-Guardia *et al.*, 2014).

A adoção de medidas visando a eliminação dos principais criadouros do *Ae. aegypti*, em algumas situações podem levar a mudança no comportamento de oviposição das fêmeas, interferindo nas ações de controle vetorial (Wong *et al.*, 2012). Deste modo, a integração de ações que visam a eliminação do vetor podem ocasionar um impacto na população de mosquitos (Wong *et al.*, 2012).

III.3 JUSTIFICATIVA

O ralo de PVC encontrado nos imóveis do município de Piumhi, Minas Gerais, é um tipo de criadouro predominante para a espécie *Ae. aegypti*. Nas pesquisas larvárias realizadas nos meses de janeiro e agosto de 2019, apontou que ralos de PVC foram os mais frequentes em relação aos demais criadouros positivos para *Ae. aegypti*.

O ralo como criadouro, diferente dos demais, apresenta características que dificultam as ações de controle preconizadas pelo Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD), tais como: (i) ser um criadouro fixo no imóvel, não podendo ser descartado, eliminado ou inutilizado; (ii) não depender de água proveniente da chuva, ao contrário de criadouros expostos no peridomicílio; (iii) as alternativas atuais de combate aos vetores neste tipo de recipiente orientado pela Secretaria Estadual de Saúde de Minas Gerais, Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz e Organização Mundial da Saúde (Cruz, 2020; Gerais, 2020; Saúde, 2020; Who, 2024) incluem o tratamento químico com larvicida, uso de tela, fechamento e limpeza dos ralos. No entanto, esses métodos apresentam limitações e desvantagens, como a diluição do larvicida pela sifonagem da água e a necessidade de manutenção contínua por parte do morador do imóvel devido aos entupimentos provocados pelo acúmulo de sujeira na tela; e (iv) ao contrário de outros recipientes, o ralo de PVC está presente em quase todas as edificações e com a presença de água.

Deste modo, a avaliação de um “Dispositivo Antimosquito” como ferramenta para coibir a oviposição e sobrevivência de mosquitos em ralos domésticos, associado a necessidade da existência de um método mais eficaz que as metodologias atuais que se mostraram pouco eficazes e diante das características deste criadouro que dificultam as ações de controle vetorial, torna-se essencial e necessária diante de situações como foi apontado nos estudos de Domingos (2005) e Silva e colaboradores (2006), contribuindo para a redução de criadouros neste tipo de recipiente.

III.4 OBJETIVO GERAL

O objetivo foi de desenvolver e avaliar um dispositivo que evite o desenvolvimento de mosquitos em ralos domésticos de PVC, como alternativa de manejo ambiental no controle de *Ae. aegypti*, no município de Piumhi, Minas Gerais (Patente: BR 10 2025 005296 2 – ANEXO V)

III.4.1 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar a proporção de ralo doméstico como criadouro de *Ae. aegypti* no município de Piumhi (MG) em 2020;
- ✓ Calcular o Índice por Tipo de Recipiente (ITR) e sua distribuição por bairro, no município de Piumhi (MG) em 2020;
- ✓ Desenvolver e avaliar a eficácia de diferentes protótipos do dispositivo antimosquito em condições de laboratório.

III.5 MATERIAIS E MÉTODOS

III.5.1 Local do experimento e período

O Levantamento Rápido de Índices para *Ae. aegypti* (LIRAA) foi a metodologia usada pelo município de Piumhi no período de 2017 a 2020 para coletar os dados da pesquisa larvária e foram analisados para quantificar a presença de larvas de *Ae. aegypti* nos ralos sifonados e calcular o Índice por Tipo de Recipiente (ITR). Por determinação do Ministério da Saúde todos os municípios devem realizar o LIRAA de três a quatro vezes ao ano, com cronograma dos períodos para início e fim da pesquisa (Tabela 33). O desenvolvimento e avaliação do dispositivo antimosquito para ralos sifonados de PVC foi realizado no laboratório do servido de Vigilância em Saúde e Zoonoses simulando condições de semi-campo.

Tabela 33. Atividades de pesquisa larvária pela metodologia LIRAA realizada no município de Piumhi de 2017 a 2020, Minas Gerais.

ANO	LIRAA / MÊS	Período (dias)
2017	1º LIRAA (JAN)	09 a 13
	2º LIRa (MAR)	06 a 10
	3º LIRAA (OUT)	16 a 20
2018	1º LIRAA (JAN)	08 a 12
	2º LIRa (ABR)	02 a 06
	3º LIRAA (AGO)	06 a 10
	4º LIRAA (OUT)	01 a 05
2019	1º LIRAA (JAN)	07 a 11
	2º LIRa (MAI)	06 a 10
	3º LIRAA (AGO)	05 a 09
*2020	1º LIRAA (JAN)	06 a 10

* (2020) suspensão do LIRAA em decorrência da pandemia causada pelo COVID-19

O software de programação do LIRAA de forma randomizada elenca os bairros a serem trabalhados, onde os Agentes de Combate as Endemias (ACE) devem inspecionar 20% dos imóveis de todo município (Saúde, 2013), deste modo, todos os 39 bairros do município de Piumhi foram trabalhados (Tabela 34).

A maior parte dos bairros são compostos por edificações residências, o abastecimento de água da área urbana é toda canalizada e tratada por autarquia responsável, a coleta de lixo é

realizada todos os dias da semana com exceção dos domingos, município tem dois rios com mata ciliar preservada que corta a cidade e um parque ecológico (Tabela 34).

Tabela 34. Características dos bairros do município de Piumhi, Minas Gerais.

BAIRROS	Tipo de edificação predominante	Abastecimento de água	Coleta de lixo	Pontos de vegetação ou de mata	Rio com mata ciliar
A. Arantes	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
A. Barbosa	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
Aeroporto	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
Alvorada	terreno	canalizada/tratada	diária	0	0
Ataláia	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
B. Vista	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
C. Nobre	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
Capoeiras	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
Centro	comercial	canalizada/tratada	diária	0	1
Colina	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
Cruzeiro	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
D. Lica	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
D. Vicentina	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
E. Leonel	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
G. Sansoni	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
J. América	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
J. Betel	terreno	canalizada/tratada	diária	1	0
J. N. Costa	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
J. S. Antônio	comercial	canalizada/tratada	diária	0	0
JK	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
L. de Trás	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
Leôncio	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
M. d. Sol	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
N. Brasília	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
N. Esperança	residencial	canalizada/tratada	diária	1	0
N. Horizonte	terreno	canalizada/tratada	diária	0	0
N. Piumhi	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
N. Tempo	residencial	canalizada/tratada	diária	1	0
Olinda	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
P. Negra	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
Pindaibas	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
S. Clara	terreno	canalizada/tratada	diária	0	0
S. Francisco	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
S. J. Mota	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
S. J. Tadeu	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
T. Tomé	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
V. Agreny	residencial	canalizada/tratada	diária	0	1
V. Faria	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0
V. Nova	residencial	canalizada/tratada	diária	0	0

A metodologia do LIRAA por ser um método de amostragem, optamos por colher os dados de ralos sifonados de PVC com larvas através de planilha simplificada de criadouros (ANEXO IV), onde todos os focos encontrados foram registrados durante as visitas domiciliares diárias dos ciclos bimestrais de Tratamento Focal (TF) (Funasa, 2001; Saúde *et al.*, 2009).

Os ACE's foram orientados a realizarem o registro de imagem das condições dos ralos sifonados, principalmente os ralos telados como forma de prevenção contra a formação de criadouros e os tipos de ralos mais comuns encontrados.

No momento da vistoria nas residências os ACE's ofereceram a tela para o morador caso os ralos do imóvel não tivessem a proteção. Orientou-se aos ACE's que, durante a vistoria domiciliar, ao encontrarem ralos com larvas e eles apresentarem algum sistema de proteção, realizassem o registro fotográfico e informem a coordenação do projeto posteriormente.

Ensaio de Laboratório: Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Entomologia do Setor de Endemias, da Vigilância em Saúde da Secretaria Municipal de Saúde do município de Piumhi (MG). A sala experimental de 42 m³ (3 x 3,5 x 4m) com variação de temperatura e umidade relativa de 23°C a 28,8°C e 53% a 85%, foi previamente preparada com instalação de telas protetoras nas portas e janelas afim de se evitar a fuga de mosquitos. A luminosidade natural foi fornecida por janelas de vidro. A temperatura e umidade da sala foram medidas por um termo-higrômetro (J. Prolab[®] modelo 1566-1).

III.5.2 Mosquitos utilizados no experimento

Os ovos de *Ae. aegypti* coletados em armadilhas ovitrampas do município foram colocados para eclosão das larvas em bandejas de isopor (27 x 41,5 x 13,5cm) contendo 10L de água desclorada, alimentadas com ração para roedores (Funny Bunny[®]). As larvas de *Ae. aegypti* nos estádios três e quatro foram selecionadas e contadas utilizando pipeta do tipo conta gotas. Foram usadas 100 larvas de 3º e 4º estágio de *Ae. aegypti* para cada teste de laboratório.

III.5.3 Protótipos avaliados no experimento

a) Confeção e descrição dos protótipos de dispositivos antimosquito para ralo residencial

Os protótipos de dispositivo antimosquito para ralo consistiu em um funil de recipiente plástico confeccionado a partir de garrafa Pet de 2 litros e tampas de potes plásticos de 250 ml e 500 ml onde foram utilizadas as tampas de 10,5 cm e 15,5 cm de diâmetro respectivamente (Figura 35-B). Para junção das partes durante a confecção do protótipo utilizou de cola quente.

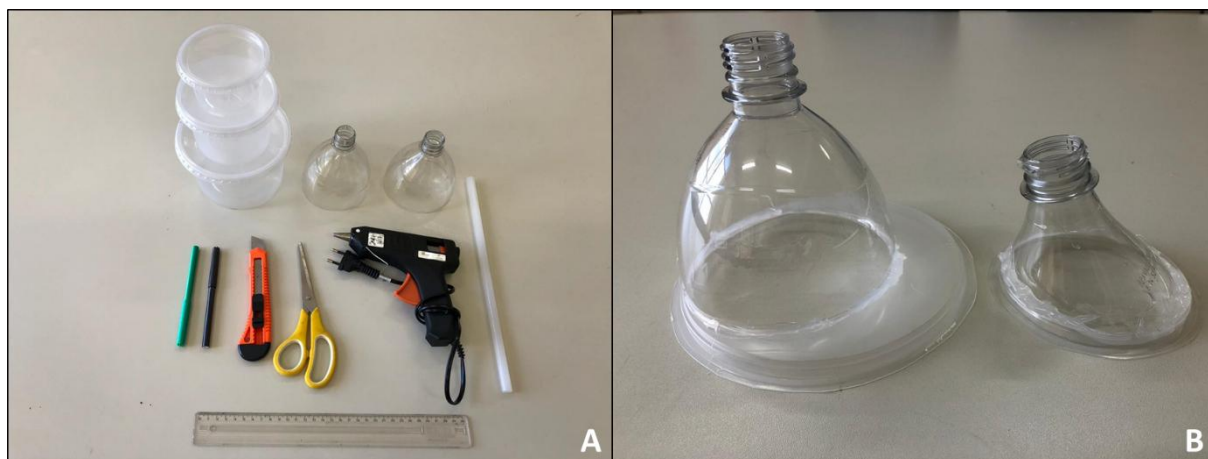


Figura 35. Protótipos dispositivo antimosquito para ralo: (A) materiais utilizados na confecção dos dispositivos antimosquito; (B) protótipos montados.

b) Montagem dos protótipos

O processo de montagem dos protótipos seguiu a seguinte ordem:

Protótipo para ralos menores 100mm: (i) cortar a borda da tampa que fixa no pote, com cuidado para não cortar a aba de sobreposição que fixa no ralo; (ii) cortar a parte dentro da tampa formando um aro e com uma caneta ou piloto realizar 2 pontos no funil, um do gargalo para baixo de 6,5cm e do lado oposto de 9,5cm e depois posicionar o aro no funil com o lado que foi cortado para baixo alinhado nos 2 pontos; (iii) fixar o aro no gargalo com cola quente preenchendo os espaços entre o aro e o funil, após alguns segundos, cortar com a tesoura o bojo do funil rente o aro; (iv) com uma lâmina afiada realizar ajustes necessários retirando o restante de plástico e cola, evitando prejudicar o encaixe da grelha do ralo; (v) verificar a inclinação do funil, é necessário devido o espaço do joelho do sifão, por isso a necessidade do posicionamento do aro e a altura dos pontos e verificar se a presença de espaços entre o funil e o aro, tampando com cola quente para que não ocorra sobrevivência de mosquitos; e (vi) verificar a posição correta de encaixe do “Dispositivo antimosquito para ralo” menor com a inclinação oposta ao joelho do sifão e o encaixe do aro no espaço da grelha do ralo (Figura 36).

Protótipo para ralos menores 150mm: (i). cortar a borda da tampa que fixa no pote, ao cortar a borda cuidado para não cortar a aba de sobreposição que fixa no ralo; (ii) com a tampa virada para baixo colar o funil rente a borda da tampa com posição correta de encaixe do “Dispositivo antimosquito para ralo” maior com o lado colado rente a borda da tampa do lado oposto ao joelho do sifão; e (iii) verificar o encaixe no espaço da grelha do ralo (Figura 37).

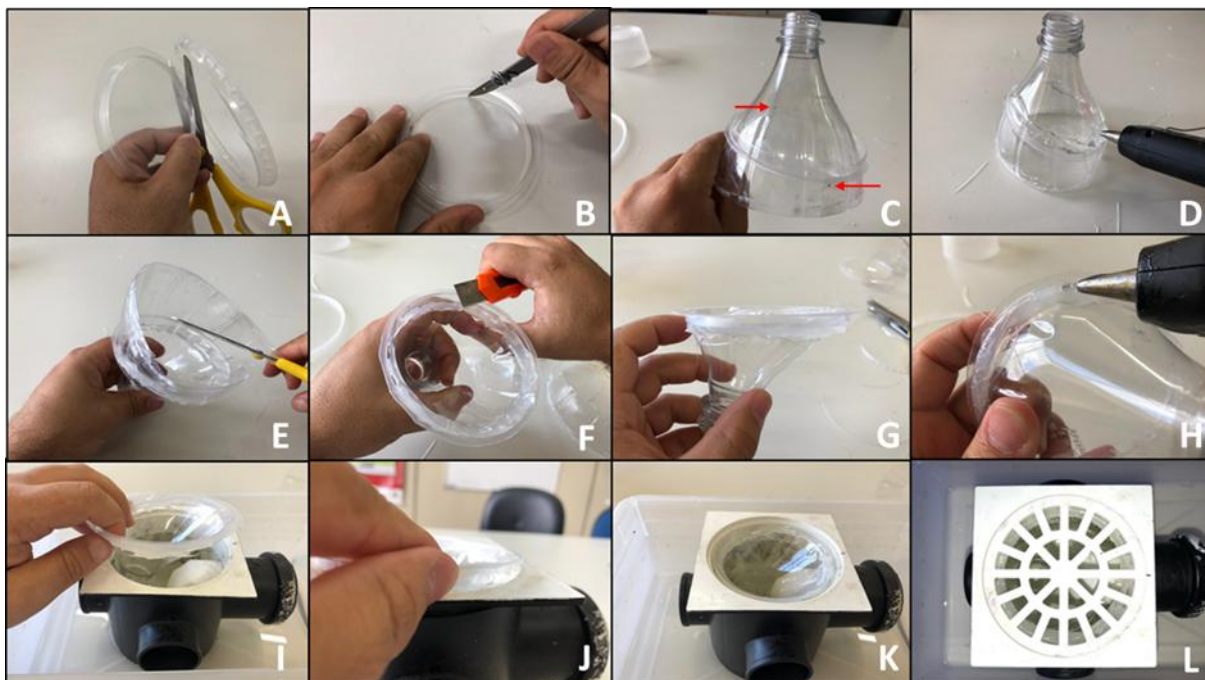


Figura 36. Montagem do “dispositivo antimosquito para ralos” pequenos 100mm: (A) corte da borda da tampa que fixa no pote; (B) corte da parte dentro da tampa formando um aro; (C) posição do aro do funil; (D) ponto de fixação do aro no gargalo com cola quente; (E) corte do bojo do funil rente ao aro; (F) realização de ajustes para o encaixe da grelha do ralo; (G) vista lateral da “Dispositivo antimosquito para ralo” menor; (H) preenchimento de espaços com cola quente; (I) posicionamento correto do encaixe; (J) encaixe do aro no espaço da grelha do ralo; (K) vista do protótipo instalado no ralo; (L) vista do “Dispositivo antimosquito para ralo” menor instalada corretamente para avaliação.

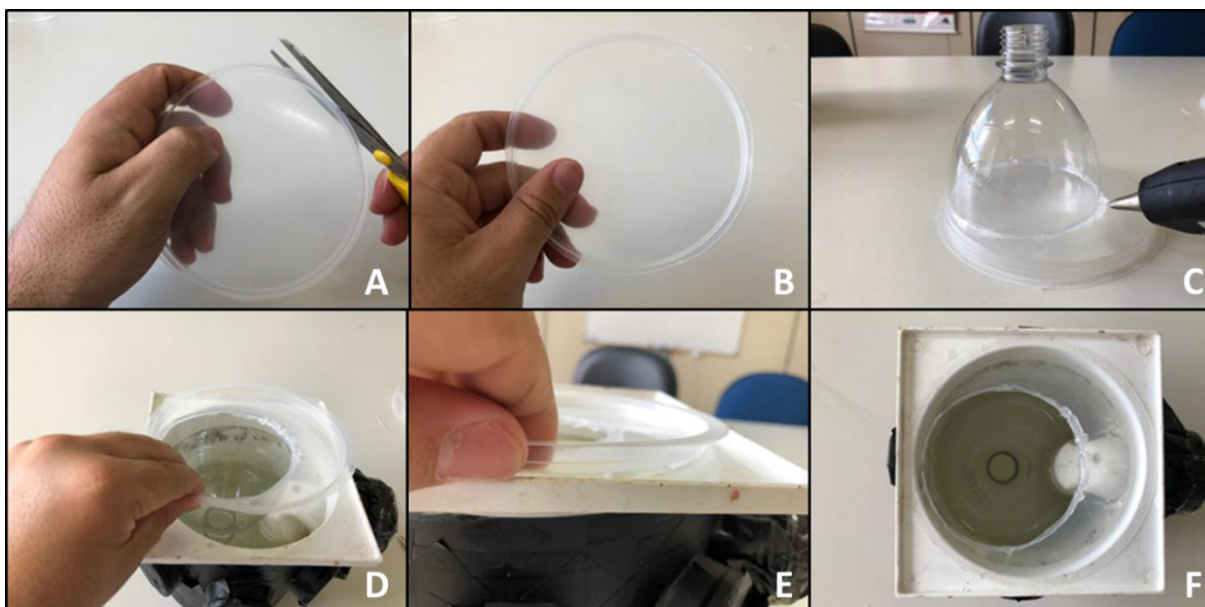


Figura 37. Montagem da “Dispositivo antimosquito para ralos” grandes 150mm: (A) corte da borda da tampa; (B) tampa com borda removida; (C) fixação do funil; (D) encaixe do “Dispositivo antimosquito para ralo” maior; (E) visão aproximada do sobrepor do protótipo; (F) vista do “Dispositivo antimosquito para ralo” maior instalada corretamente para avaliação.

III.5.4 Tipos de ralos sifonados de PVC avaliados

Os experimentos de laboratório consistiram na avaliação de dois tipos de ralos sifonados de PVC, a) na dimensão de 100x100x50mm o que permite armazenar 219,8cm³ de água e 533,8cm³ de espaço livre e b) na dimensão de 150x150x50mm que permite armazenar 1.236,2cm³ de água e 1.377,4cm³ de espaço livre (Figura 38). Deste modo, para a realização dos testes, foi utilizado a capacidade de armazenamento total de água para cada ralo correspondente a altura do sifão, 250 ml (219,8cm³) nos ralos pequenos e 1.250 ml (1.236,2cm³) nos ralos grandes.

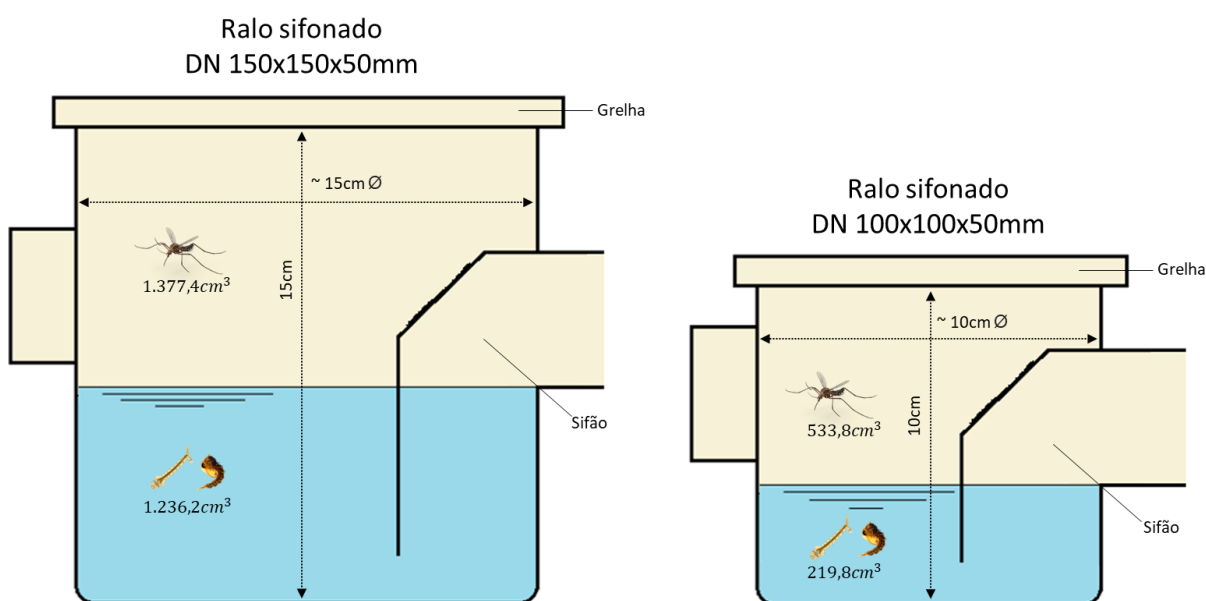


Figura 38. Estruturas no interior de ralos cilíndricos sifonados de PVC. As partes azuis mostram a área base dos ralos com fases imaturas e a área bege espaço de voo dos mosquitos.

III.5.5 Cálculos de superfície de contato dos ralos de PVC com protótipos instalados

A evaporação de criadouros e de recipientes propícios a oviposição é considerado um fator abiótico que regula a eclosão de formas adultas de *Ae. aegypti*, que pode variar de acordo com o tamanho do criadouro (capacidade, diâmetro e área de superfície) exposição a luz solar, temperatura e força do vento (Barrera *et al.*, 2006; Harrington *et al.*, 2008; Paaijmans *et al.*, 2008; Bartlett-Healy *et al.*, 2011).

Calculou-se a superfície de evaporação de água (S.E) e a superfície lateral (substrato de oviposição) (S.O) dos semi-campos quando os protótipos do “Dispositivo antimosquito para ralo” são instalados (Tabela 35).

Tabela 35. Medidas do diâmetro, área e comprimento dos semicampos e "Dispositivo Antimosquito" para cálculo da Superfície de Evaporação (S.E) e Substrato de Oviposição (S.O)

	Medidas espaço interno			Medidas de espaço no sifão			****S.E	*****S.O
	*Ø	**A	***C	Ø	A	C		
Ralo Sifonado de PVC (100mm)	~10cm	78,5cm ²	31,4cm	~4,8cm	18cm ²	15cm	60,5cm ²	46,4cm
Ralo Sifonado de PVC (150mm)	~15cm	176,6cm ²	47,1cm	~4,8cm	18cm ²	15cm	158,6cm ²	62,1cm
"Dispositivo Antimosquito"	2cm	3,14cm ²	6,2cm	—	—	—	3,14cm ²	6,2cm

*(Ø) diâmetro; **(A) área; ***(C) comprimento; ****(S.E) Superfície de Evaporação; ***** (S.O) Substrato de Oviposição.

Para calcular a área (A) do diâmetro (Ø) e o comprimento do diâmetro (C) foi utilizado as seguintes fórmulas:

- **Área do diâmetro** $A = \pi \times \frac{D^2}{4}$
- **Comprimento do diâmetro** $C = \pi \times d$

A área do diâmetro interno do semicampo menos a área do diâmetro do sifão corresponde a área total de S.E de atração as fêmeas de *Ae. aegypti* em ambiente natural. Da mesma forma, o comprimento do diâmetro interno do semicampo mais o comprimento do diâmetro do sifão corresponde ao tamanho da faixa de S.O disponível as fêmeas durante a oviposição. Após a instalação do protótipo nos ralos, tanto nos ralos grandes (150mm) quanto nos pequenos (100mm), o espaço disponível para as fêmeas oviporem corresponde a saída de 2cm abaixo no nível do sifão, reduzindo a S.E e o S.O para 3,14cm² e 6,2cm² respectivamente (Tabela 35). Os cálculos da S.E e do S.O na instalação do “Dispositivo antimosquito para ralo” se aplica os mesmos cálculos da área do diâmetro e comprimento do diâmetro.

Após a realização dos cálculos do espaço interno dos semicampos, espaço do sifão, S.E e o S.O, aplicamos a “regra de três simples” para encontrarmos a porcentagem de redução de S.E e S.O nos ralos quando os protótipos são instalados. As medidas de S.E (60,5cm² ralos de 100mm e 158,6cm² ralos de 150mm) e S.O (46,4cm ralos de 100mm e 62,1cm ralos de 150mm) representam cada um 100% de espaço de atração e oviposição para as fêmeas de *Ae. aegypti* em campo. Após a instalação dos protótipos (S.E = 3,14cm² e S.O = 6,2cm) a porcentagem de S.E cai para 5,2% e 2% (redução de 94,8% e 98%) e S.O 13,3% e 9,9% (redução de 86,7% e 90,1%) em ralos de 100mm e 150mm respectivamente.

III.5.6 Teste de eficácia do protótipo de dispositivos antimosquito para ralos de PVC

O teste de eficácia do protótipo de dispositivos antimosquito para ralos de PVC em condições de semicampo foi avaliado usando seguintes parâmetros: a) sobrevivência de adultos emergidos e b) adultos mortos dentro do ralo, conforme descrito por (Hamer *et al.*, 2011).

Foram desenvolvidos quatro tipos de dispositivos antimosquito com cores diferentes, dois de material transparente de fábrica e dois pintados manualmente (Figura 39-A e B):

- (a) dispositivo antimosquito para ralo Transparente (DAM-T);
- (b) dispositivo antimosquito para ralo Transparente Verde Claro (DAM-TVC);
- (c) dispositivo antimosquito para ralo Branca (DAM-B);
- (d) dispositivo antimosquito para ralo Preto Fosco (DAM-PF).

As tintas branco e preto utilizadas na pintura dos protótipos foram da marca COLORGIN[®] do tipo spray de alta aderência indicada para superfícies plásticas, com secagem rápida após a aplicação. Seguindo a recomendação do fabricante, os protótipos foram limpos e secos antes da aplicação, o tempo de secagem para testes mecânicos pelo menos após 72 horas para melhor aderência da tinta. Deste modo, como os protótipos posteriormente seriam parcialmente imersos em água dentro dos ralos entrando em contato com as larvas, por segurança foram colocados para secagem em local ventilado e sombreado por 14 dias, com o objetivo de os produtos químicos das tintas não causarem efeito de mortalidade larval. As tintas são compostas de resinas acrílicas, pigmentos orgânicos e inorgânicos isentos de metais pesados, dióxido de titânio, xileno, propanona e gás propelente (butano/propano) (Colorgim, 2024).

Após o tempo de secagem foi realizado teste para verificar se os protótipos pintados poderiam liberar alguma substância química causando mortalidade larval, interferindo na avaliação. Todos os 20 protótipos (10 brancos e 10 pretos) foram instalados nos ralos cada um com 100 larvas de 3º e 4º estágio, com grelhas teladas e cola entomológica para captura das formas adultas. Após sete dias os ralos foram vistoriados, não foi observado efeito de mortalidade larval dentro dos ralos, apenas formas adultas presas na tela impregnada com cola entomológica, mostrando que as tintas nos protótipos não liberavam substâncias químicas capaz de causar mortalidade larval, estando viáveis para o teste dos “Dispositivo Antimosquitos”. A parte externas dos ralos também foram pintados de preto, simulando que estivessem instalados

no chão, de modo que não ocorresse interferência de claridade do ambiente nas laterais dos semicampos, que poderia interferir no comportamentos dos mosquitos (Hamer *et al.*, 2011).

Os testes de eficácia foram realizados em cinco baterias, uma com quatro protótipos de ralos antimosquito **maiores** (150x150x50mm) e quatro com 10 **menores** (100x100x50mm), sendo que para cada repetição, foram avaliados 10 dispositivos transparentes coloridos e um controle (sem o dispositivo no ralo). A bateria de testes foi repetida 4 vezes (Figura 39-C).

As grelhas dos ralos foram cobertas com tela do tipo tule invisível (gramatura: 0,02 g/m²) e untadas com cola entomológica para captura dos mosquitos sobreviventes. As laterais internas dos ralos e sifão também foram untadas com cola entomológica acima do nível da água para averiguar quantidade de mosquitos mortos que não conseguira escapar no final das avaliações.

Cada bateria de teste nos ralos consistiu em 10 ralos (100mm) cilíndricos sifonados de PVC por tratamento (cor) em uma bancada de laboratório contendo 250 ml de água no interior. Para cada ralo foi colocado 100 larvas de *Ae. aegypti* (3º e 4º estágios), totalizando 4.400 larvas (N = 40 protótipos com 100 larvas + 4 ralos controle positivo). Na bateria de teste nos ralos de 150mm consistiu em quatro ralos cilíndricos sifonados de PVC por tratamento (cor) contendo 1.250ml de água no interior. Para cada ralo foi colocado 500 larvas de *Ae. aegypti* (3º e 4º estágios), totalizando 2.500 larvas (N = 4 protótipos com 500 larvas + 1 ralo controle positivo) (Figura 40).

As leituras de sobrevivência foram realizadas no intervalo de 24h (Figura 39-D), definidas pelo número de adultos colados no tule preso na grelha. As leituras de mortalidade larval e adultos presos dentro dos ralos e na curva do sifão, foram realizadas no vigésimo dia de testes por motivo de segurança. Após este período as formas adultas coladas nas laterais dos ralos foram contabilizadas e retiradas pinça cursa de ponta fina e na ocasião de mortalidade larval eram retidas e contadas com pipeta conta-gotas. Avaliamos a eficiência dos protótipos para ambas os tratamentos apresentados pela porcentagem de adultos colados na grelha (sobreviventes) dividido pelo número total de adultos emergidos no interior dos ralos (Hamer *et al.*, 2011).



Figura 39. Teste de laboratório para avaliar a eficácia dos protótipos: (A) Protótipos (tratamentos) de colorações diferentes; (B) teste em ralos maiores (150x150x50mm); (C) teste com pets brancos em ralos menores (100x100x50mm); (D) Ralo com pet transparente visto de cima com mosquitos mortos no interior.

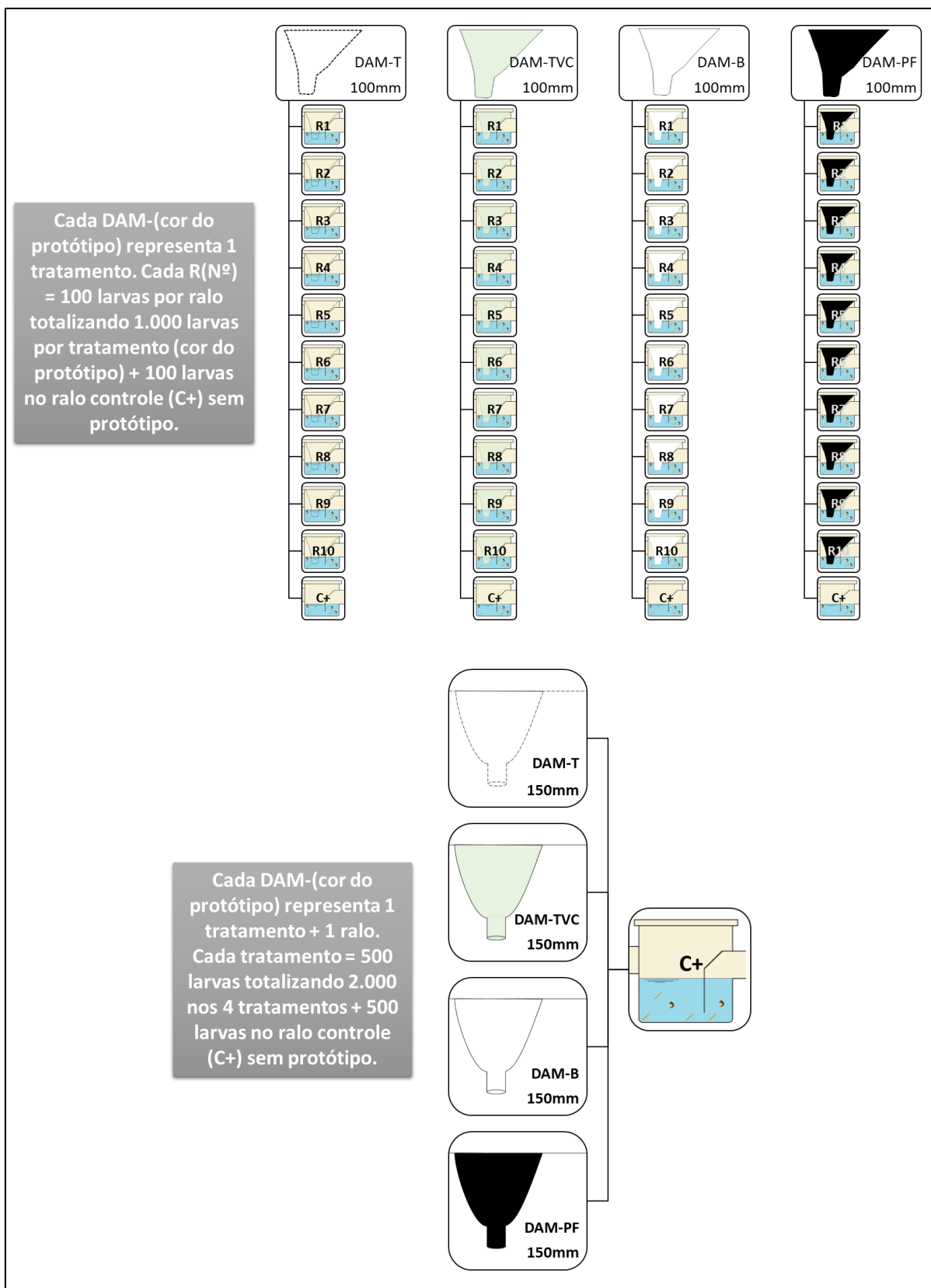


Figura 40. Esquema de bateria de testes de sobrevivência em ralos de 100mm e 150mm por tratamento, Piumhi, Minas Gerais.

III.5.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-wilk para verificar se apresentavam distribuição normal. Os protótipos foram comparados através de análises de contraste por Kruskal Wallis, Curva/Análise de sobrevivência ambos com 5% de significância. Os valores foram comparados utilizando o teste estatístico de Log-rank (Mantel-Cox) para sobrevivência. O programa GraphPad Prism versão 8.0 (GraphPad Software, San Diego Califórnia USA) (8.0) foi utilizado para as análises estatísticas e produção de gráficos.

III.6 RESULTADOS

III.6.1 Levantamento de ralos de drenagem de água encontrados em Piumhi:

Durante o trabalho de campo realizado pelos ACE foram registradas várias situações nos domicílios em relação as condições dos ralos de drenagem de água, como tela mosquiteiro mal ajustada ou solta no fundo dos ralos e acúmulo de detritos (Figura 41).

Durante os seis ciclos de vistoria no ano de 2020, foram encontrados 2.079 ralos domésticos com presença de formas imaturas de mosquitos, o que representou 22,1% de todos os criadouros encontrados no ano, seguidos de recipientes móveis de pequeno porte com 2.049 criadouros (21,8%) e descartáveis com 1.160 criadouros (12,3%).

Nos períodos mais secos do ano com menor ocorrência de chuvas entre os meses de maio a outubro, foram encontrados a maior quantidade de ralos de drenagem com focos de mosquitos, diferente dos meses chuvosos onde o ralo apresentou importância secundária em relação a outros criadouros (Figura 42).

No ano de 2020 o ITR em ralos domésticos variou entre 7,4% a 45,2% nos bairros da cidade (Figura 43). Os bairros com maior ITR foram Novo Tempo (45,2%), Centro (43,3%), Lagoa de Trás (37,2%), Aeroporto (33,9%) e Pindaíbas (30,5%).



Figura 41. Exemplos de situações ralos domésticos de PVC encontrados com acúmulo de detritos e tela desprendida no fundo dos ralos.

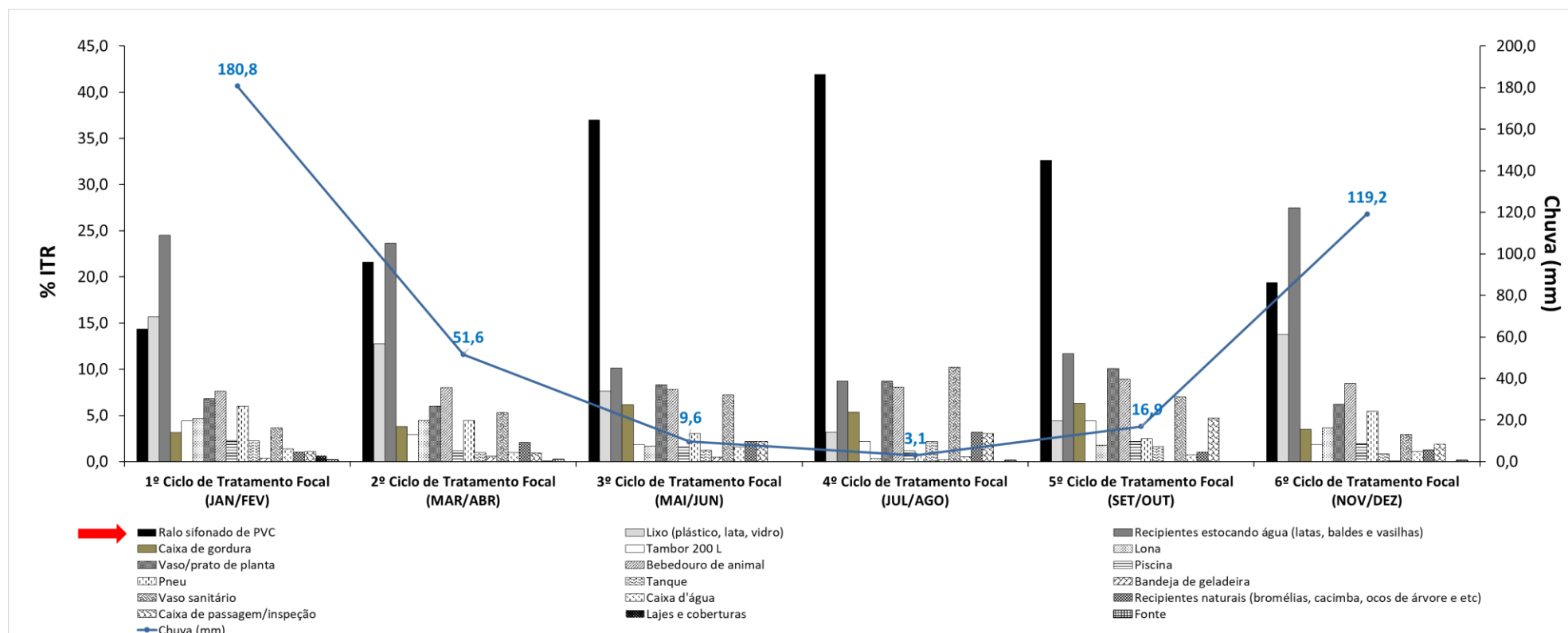


Figura 42. Índice por Tipo de Recipiente de criadouros encontrados durante os ciclos de tratamento focal no ano de 2020, Piumhi, Minas Gerais.

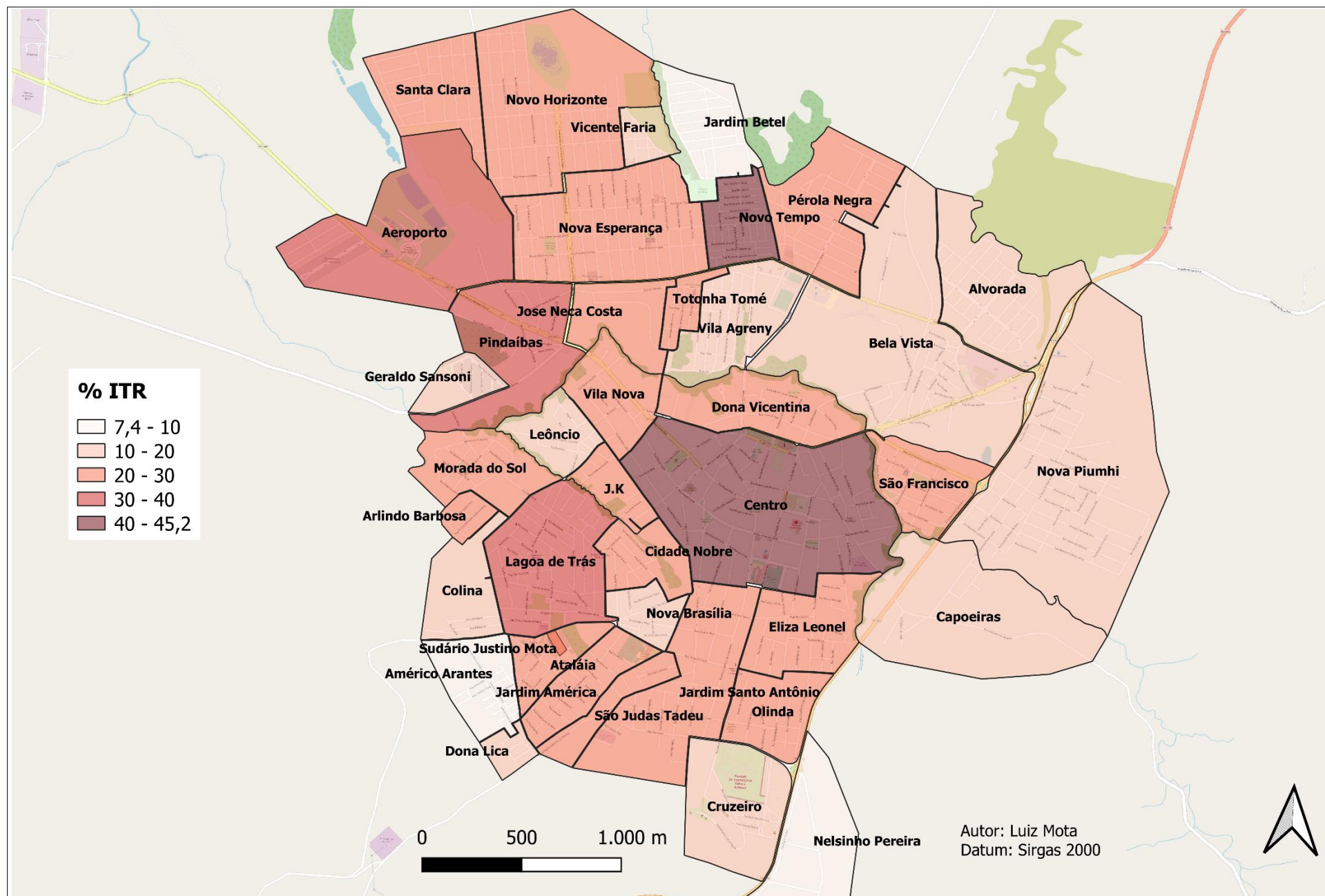


Figura 43. Índice por Tipo de Recipiente de ralos sifonados de PVC por bairro em 2020 no município de Piumhi, Minas Gerais.

III.6.2 Teste de avaliação dos protótipos

O teste de Shapiro-Wilk apontou que os dados de sobrevivência de *Ae. aegypti* nos protótipos de dispositivo antimosquito de ralos em função das cores (DAM-T, DAM-TVC, DAM-B, DAM-PF e Controle) se comportaram de forma normal para ralos menores (Tabela 36) e maiores (Tabela 37). Portanto, foram realizados testes paramétricos para os testes estatísticos dos resultados.

Tabela 36. Teste de normalidade da sobrevivência em ralos menores: comparação do número médio de sobreviventes entre tratamentos em condições de laboratório.

Tratamentos					
RALO SIFONADO DE PVC PEQUENO (100mm)	DAM-T	DAM-TVC	DAM-B	DAM-PF	C+
Mean	2,000	1,810	3,889	7,350	15,740
Std. Deviation	2,473	2,337	5,749	10,010	16,040
Std. Error of Mean	0,583	0,510	1,355	2,238	3,680
Shapiro-Wilk normality test					
W	0,7964	0,7163	0,7193	0,6678	0,8425
P value	0,0014	<0,0001	0,0001	<0,0001	0,0051
Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No
P value summary	**	****	***	****	**

Tabela 37. Teste de normalidade da sobrevivência em ralos maiores: comparação do número médio de sobreviventes entre tratamentos em condições de semi-campo, Piumhi, MG.

Tratamentos					
RALO SIFONADO DE PVC GRANDE (150mm)	DAM-T	DAM-TVC	DAM-B	DAM-PF	C+
Mean	0,10	0,26	0,27	1,95	20,21
Std. Deviation	0,32	0,65	0,59	2,59	19,93
Std. Error of Mean	0,10	0,15	0,15	0,59	4,57
Shapiro-Wilk normality test					
W	0,3657	0,4523	0,5253	0,7599	0,8489
P value	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0003	0,0064
Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No
P value summary	****	****	****	***	**

III.6.3 Sobrevivência de mosquitos nos dispositivos

Durante os ensaios em condições de semicampo foi observado sobrevivência de adultos de *Ae. aegypti* nos “Protótipo de dispositivo antimosquito de ralo” menores e maiores (Tabelas 38 e 39).

Ralos menores: No tratamento DAM-T obtivemos a menor sobrevivência em relação aos outros tratamentos, sendo que, nos ralos de número três e oito em DAM-T a mortalidade foi de 100%. Nos tratamentos Controle, onde não havia nenhum protótipo de “Dispositivo antimosquito para ralo” ocorreram ao todo 299 eventos de sobrevivência. Todos os quatro tratamentos Controle apresentaram maior média de sobrevivência em relação aos tratamentos com dispositivo antimosquito (Figura 44).

Em relação à porcentagem de sobrevivências de adultos em ralos menores, o intervalo entre o quinto e o oitavo dia foi o período em que ocorreu maior porcentagem de sobrevivências, foram 9 (0,9%) de *Ae. aegypti* no sétimo dia para a DAM-T, 8 (0,8%) no quinto e sexto dia para DAM-TVC, 19 (1,9%) no sexto dia para DAM-B, 42 (4,2%) no sétimo dia para DAM-PF e 53 (13,3%) no sexto dia para os tratamentos Controle (Figura 45).

O total de sobrevivências de mosquitos adultos por tratamento no teste de laboratório por dia de experimento foi de 36 (DAM-T's), 38 (DAM-TVC's), 70 (DAM-B's), 147 (DAM-PF) e 299 (C+) em ralos menores (Tabela 38). A média ($\pm$ erro padrão) geral de sobrevivências por tratamento foi $2,00 \pm 0,58$; $1,81 \pm 0,51$; $3,88 \pm 1,35$; $7,35 \pm 2,23$ e $15,74 \pm 3,68$ para DAM-T, DAM-TVC, DAM-B, DAM-PF e C+ respectivamente para ralos menores (Figura 46).

O teste ANOVA apontou que há diferença significativa entre as médias de sobrevivência dos tratamentos (valor $p = <0,0001$). O teste de comparação múltipla de Tukey mostrou que não há diferença significativa entre as médias de sobrevivência dos tratamentos, porém, na comparação dos tratamentos com o Controle, os tratamentos DAM-T, DAM-TVC, DAM-B e DAM-PF apresentaram diferença significativa (Tabela 40).

Ralos maiores: Durante os dias de experimento do total de 2.500 larvas de 3º e 4º estágio de *Ae. aegypti* (N = 4 ralos com 500 larvas + 1 ralo controle positivo) ocorrem o total de 47 sobrevivências nos quatro tratamentos em ralos maiores.

No tratamento DAM-T ocorreu a menor quantidade de sobrevivência (um evento de sobrevivência) em relação aos outros tratamentos, seguidos de quatro, cinco e 37 para os tratamentos DAM-B, DAM-TVC e DAM-PF respectivamente. O tratamento Controle onde não

havia nenhum protótipo de “Dispositivo antimosquito para ralo” ocorreram 384 eventos de sobrevivência (Tabela 39).

Para ralos maiores, a porcentagem maior de sobrevivências foi entre o sexto e o nono dia, sendo 1 (0,2%) no nono dia para DAM-T, 2 (0,4%) no sexto e sétimo dia para DAM-TVC, 2 (0,4%) no sétimo dia para DAM-B, 10 (2%) no sétimo dia para DAM-PF e 67 (13,4%) no sexto dia para o tratamento Controle (Figura 47). A média ($\pm$ erro padrão) geral de sobrevivências por tratamento foi $0,10 \pm 0,10$; $0,26 \pm 0,14$; $0,26 \pm 0,15$; $1,94 \pm 0,59$ e $20,21 \pm 4,57$ para DAM-T, DAM-TVC, DAM-B, DAM-PF e C+ respectivamente. (Figura 46).

O teste ANOVA apontou que há diferença significativa entre as médias de sobrevivência dos tratamentos (valor $p = <0,0001$). O teste de comparação múltipla de Tukey mostrou que não há diferença significativa entre as médias de sobrevivência dos tratamentos, porém, na comparação dos tratamentos com o Controle, semelhante ao ocorrido com ralos menores, os tratamentos DAM-T, DAM-TVC, DAM-B e DAM-PF apresentaram diferença significativa (Tabela 41).

Na comparação entre os mesmos tratamentos em ralos maiores e menores, a comparação múltipla de Tukey mostrou que não há diferença significativa nas médias de sobrevivência (Tabela 42).

Tabela 38. Teste de sobrevivência de *Ae. aegypti* em ralos menores (N = 10) por tratamento, em condições de semi-campo, Piumhi, Minas Gerais.

Dias de teste	DAM-T					DAM-TVC					DAM-B					DAM-PF							
	Periodo	°C	UR	Sobr. (μ)	C+ (μ)	Periodo	°C	UR	Sobr. (μ)	C+ (μ)	Periodo	°C	UR	Sobr. (μ)	C+ (μ)	Periodo	°C	UR	Sobr. (μ)	C+ (μ)			
Dia 0	19/11/2019	27,6	73	0	0	20/12/2019	25	72	0	0	20/01/2020	26,5	70	0	0	08/02/2020	25,5	68	0	0			
Dia 1	20/11/2019	25,8	75	0	0	21/12/2019	26,7	68	0	0	21/01/2020	24,7	67	0	2	09/02/2020	25	70	0,1	0			
Dia 2	21/11/2019	25,2	69	0	0	22/12/2019	26	70	0	0	22/01/2020	25,7	67	0,2	5	10/02/2020	24,6	74	0	0			
Dia 3	22/11/2019	26,6	66	0	0	23/12/2019	26,2	73	0,1	3	23/01/2020	25,3	85	1,6	6	11/02/2020	24,4	76	0,2	1			
Dia 4	23/11/2019	27	65	0	0	24/12/2019	27	70	0,4	6	24/01/2020	23,7	82	0,3	7	12/02/2020	23,9	81	0,6	3			
Dia 5	24/11/2019	26,4	70	0,3	3	25/12/2019	26	75	0,8	11	25/01/2020	23,8	79	0,5	8	13/02/2020	23,9	78	0,5	4			
Dia 6	25/11/2019	25,4	58	0,4	7	26/12/2019	27,9	56	0,8	25	26/01/2020	26	65	1,9	10	14/02/2020	24,2	76	1,7	11			
Dia 7	26/11/2019	25,4	62	0,9	12	27/12/2019	28	57	0,1	8	27/01/2020	25,7	69	1,1	7	15/02/2020	25,9	73	4,2	21			
Dia 8	27/11/2019	26,4	59	0,4	14	28/12/2019	28,4	55	0,3	5	28/01/2020	26,7	60	0,6	8	16/02/2020	26	73	2,1	13			
Dia 9	28/11/2019	26,7	56	0,5	8	29/12/2019	27	60	0,2	2	29/01/2020	26,2	68	0	5	17/02/2020	25,4	70	1,6	10			
Dia 10	29/11/2019	24,5	72	0,4	7	30/12/2019	27,9	56	0,2	2	30/01/2020	27,1	75	0,1	4	18/02/2020	25,7	67	0,3	5			
Dia 11	30/11/2019	25	80	0,1	7	31/12/2019	28	60	0,1	3	31/01/2020	27,7	53	0,4	5	19/02/2020	26	60	0,2	2			
Dia 12	01/12/2019	26,5	78	0	5	01/01/2020	27,9	55	0,3	1	01/02/2020	27,3	71	0,1	2	20/02/2020	27,1	57	0,2	4			
Dia 13	02/12/2019	26	76	0	3	02/01/2020	28,5	64	0	0	02/02/2020	27,5	69	0	2	21/02/2020	26,5	71	0,7	1			
Dia 14	03/12/2019	25,1	70	0,3	1	03/01/2020	26	75	0,1	5	03/02/2020	27,7	63	0	1	22/02/2020	26	73	0,3	3			
Dia 15	04/12/2019	26,5	65	0,1	1	04/01/2020	28,8	75	0,1	2	04/02/2020	27,8	63	0	1	23/02/2020	23	73	0,7	2			
Dia 16	05/12/2019	26	70	0,1	1	05/01/2020	27	60	0,1	-	05/02/2020	27	61	0	0	24/02/2020	24,7	74	0,3	1			
Dia 17	06/12/2019	24,1	81	0,1	-	06/01/2020	27,5	54	0	-	06/02/2020	23,6	74	0,2	0	25/02/2020	25	78	0,4	1			
Dia 18	-	-	-	-	-	07/01/2020	27	69	0	-	-	-	-	-	-	26/02/2020	26,1	75	0,3	2			
Dia 19	-	-	-	-	-	08/01/2020	26,5	77	0,1	-	-	-	-	-	-	27/02/2020	25	74	0,3	0			
Dia 20	-	-	-	-	-	09/01/2020	25,4	79	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
TOTAL DE SOBR. DE ADULTOS				3,6	69					3,8	73					7	73					14,7	84

Tabela 39. Teste de sobrevivência de *Ae. aegypti* em ralos maiores (N = 4) por tratamento, em condições de semi-campo, Piumhi, Minas Gerais.

DIAS DE TESTE	Período	°C	UR	DAM-T	DAM-TVC	DAM-B	DAM-PF	C+
Dia 0	20/01/2020	25	72	0	0	0	0	0
Dia 1	21/01/2020	26,7	68	0	0	0	1	3
Dia 2	22/01/2020	26	70	0	0	0	0	7
Dia 3	23/01/2020	26,2	73	0	0	0	0	13
Dia 4	24/01/2020	27	70	0	0	0	3	20
Dia 5	25/01/2020	26	75	0	0	1	1	33
Dia 6	26/01/2020	27,9	56	0	2	0	1	67
Dia 7	27/01/2020	28	57	0	2	2	10	60
Dia 8	28/01/2020	28,4	55	0	0	0	5	50
Dia 9	29/01/2020	27	60	1	0	0	2	32
Dia 10	30/01/2020	27,9	56	0	0	0	1	23
Dia 11	31/01/2020	28	60	0	0	0	0	22
Dia 12	01/02/2020	27,9	55	0	0	0	0	15
Dia 13	02/02/2020	28,5	64	0	0	0	1	8
Dia 14	03/02/2020	26	75	0	0	1	0	13
Dia 15	04/02/2020	25,8	75	0	0	0	3	9
Dia 16	05/02/2020	27	60	0	0	0	0	2
Dia 17	06/02/2020	27,5	54	0	0	0	5	2
Dia 18	07/02/2020	27	69	0	1	0	4	5
Dia 19	08/02/2020	26,5	77	0	0	0	0	0
Dia 20	09/02/2020	25,4	79	0	0	0	0	0
TOTAL DE SOBR. DE ADULTOS				1	5	4	37	384

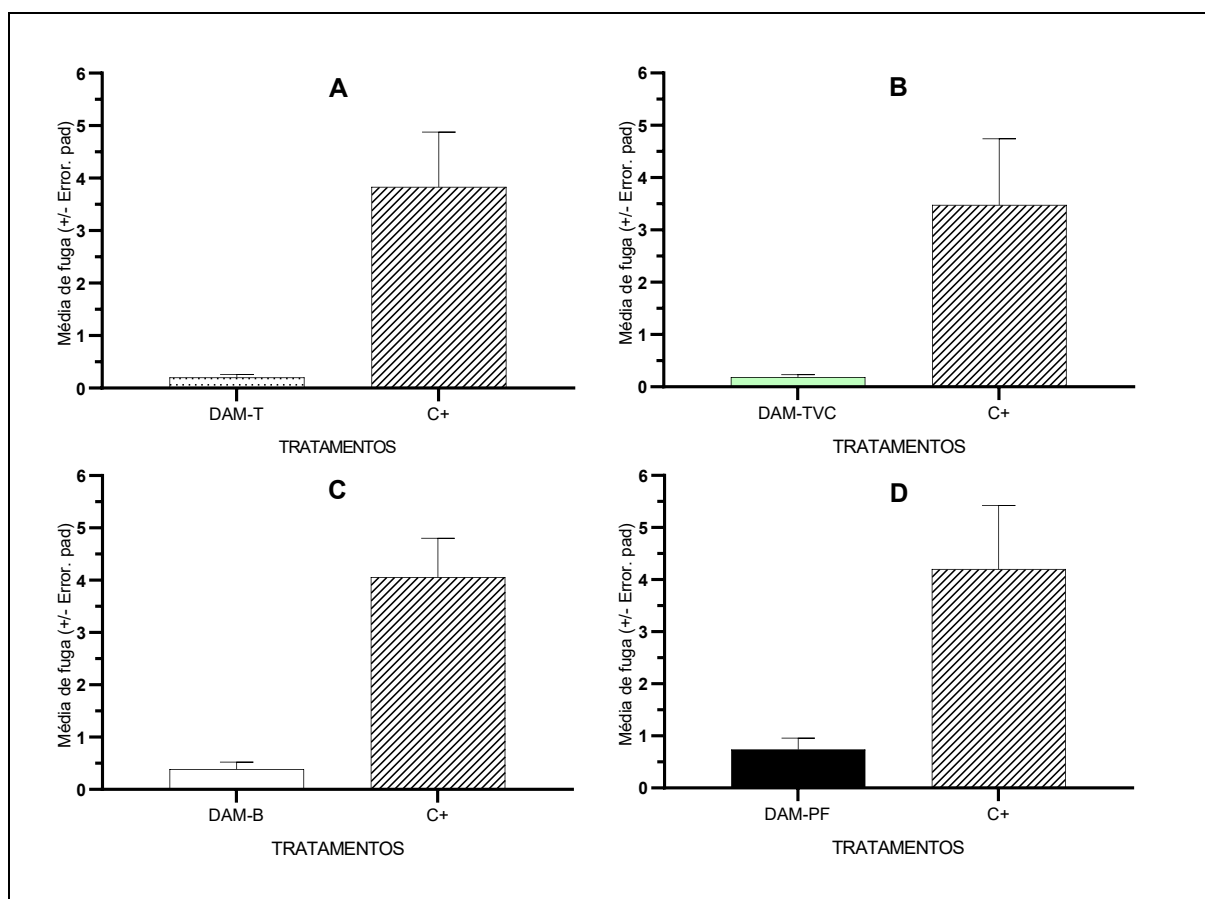


Figura 44. Teste de eficácia do "Protótipo de dispositivo antimosquito de ralo" em 10 ralos menores (100mm) por tratamento em condições de semi-campo: (A) DAN-T; (B) DAN-TVC; (C) DAM-B; e (D) DAM-PF.

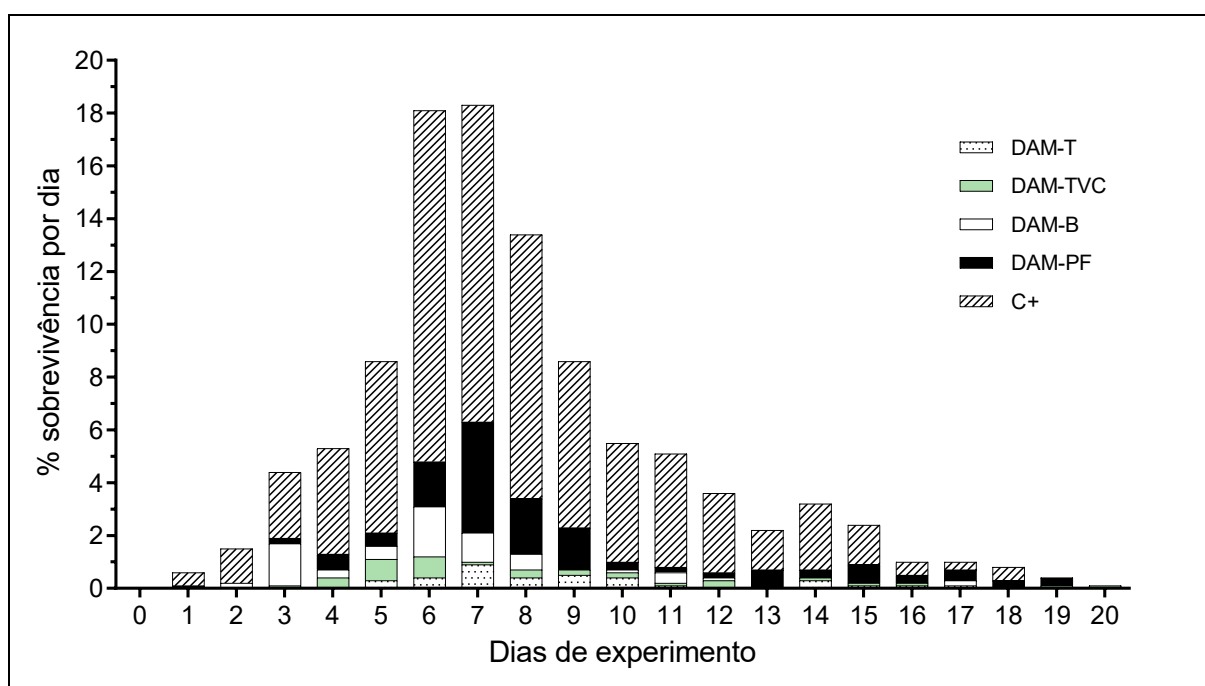


Figura 45. Porcentagem de sobrevivências de adultos de *Ae. aegypti* em ralos menores por dia em diferentes tratamentos.

Tabela 40. Comparação entre os tratamentos DAM-T, DAM-TVC, DAM-B, DAM-PF e C+ em relação a diferença da média de sobrevivências em ralos menores.

Teste ANOVA				
Valor p <0,0001				
Valor p aproximado				
As medianas variam significativamente? (P <0,05)? Sim				
Tukey	Dif. média	Signif.?	Sumário	Valor p ajustado
DAM-TVC vs. DAM-T	-0,1905	No	ns	>0,9999
DAM-B vs. DAM-T	1,889	No	ns	0,9694
DAM-PF vs. DAM-T	5,35	No	ns	0,3588
C+ vs. DAM-T	13,74	Yes	***	0,0001
DAM-B vs. DAM-TVC	2,079	No	ns	0,9508
DAM-PF vs. DAM-TVC	5,54	No	ns	0,2847
C+ vs. DAM-TVC	13,93	Yes	****	<0,0001
DAM-PF vs. DAM-B	3,461	No	ns	0,7578
C+ vs. DAM-B	11,85	Yes	**	0,0011
C+ vs. DAM-PF	8,387	Yes	*	0,0348

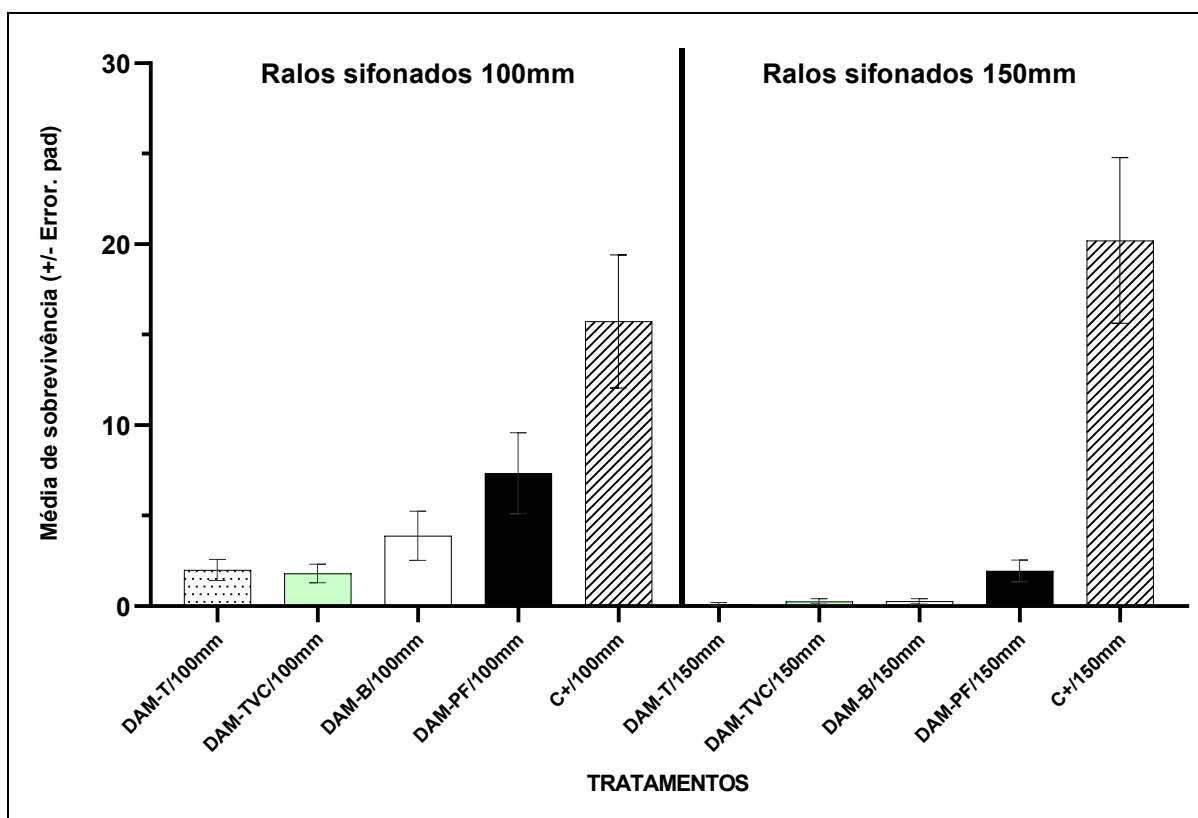


Figura 46. Teste de eficácia do método por sobrevivência de mosquitos adultos ($\pm$ erro padrão) por diferentes luminosidades em ralos pequenos (100mm) e ralos grandes (150mm) em condições de semi-campo.

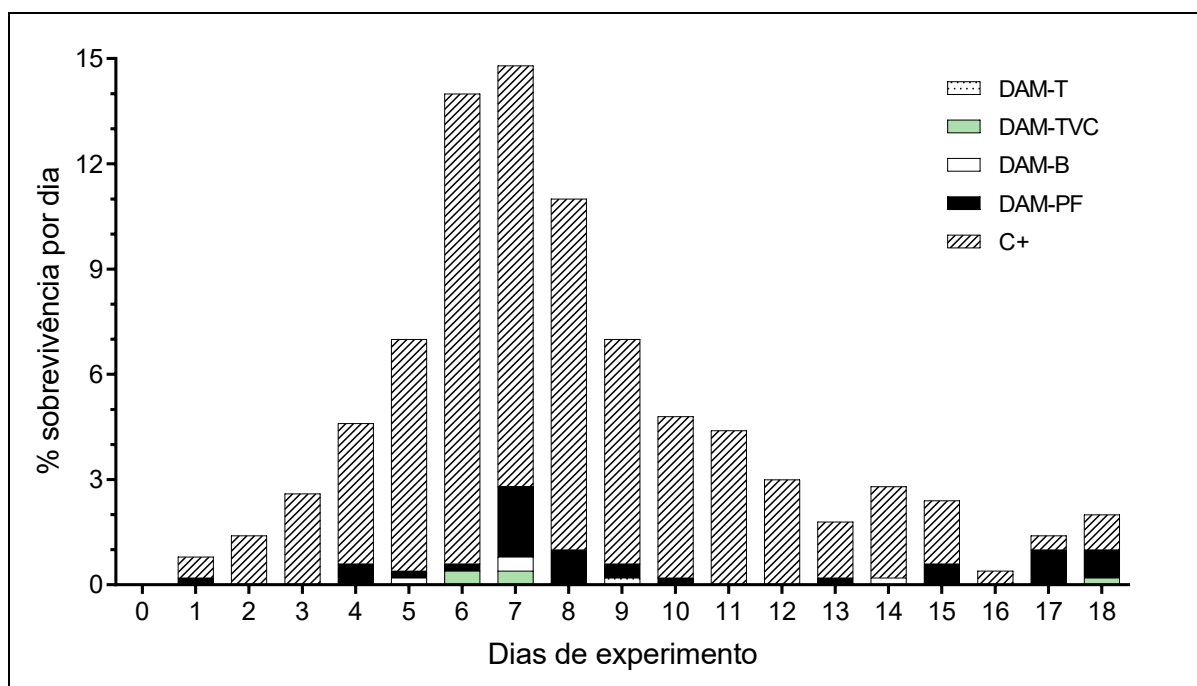


Figura 47. Porcentagem de sobrevivências de adultos de *Ae. aegypti* em ralos maiores por dia em diferentes tratamentos.

Tabela 41. Comparação entre os tratamentos em relação a diferença da média de sobrevivências em ralos maiores (150mm).

Teste ANOVA				
Valor p <0,0001				
Valor p aproximado				
As medianas variam significativamente? (P <0,05)? Sim				
Tukey	Dif. média	Signif.?	Sumário	Valor p ajustado
DAM-TVC vs. DAM-T	0,16	No	ns	>0,9999
DAM-B vs. DAM-T	0,17	No	ns	>0,9999
DAM-PF vs. DAM-T	1,85	No	ns	0,9884
C+ vs. DAM-T	20,11	Yes	****	<0,0001
DAM-B vs. DAM-TVC	0,00	No	ns	>0,9999
DAM-PF vs. DAM-TVC	1,68	No	ns	0,9836
C+ vs. DAM-TVC	19,95	Yes	****	<0,0001
DAM-PF vs. DAM-B	1,68	No	ns	0,9871
C+ vs. DAM-B	19,94	Yes	****	<0,0001
C+ vs. DAM-PF	18,26	Yes	****	<0,0001

Tabela 42. Comparação entre o mesmo tipo de tratamento em relação a diferença da média de sobrevivências em ralos menores (100mm) e maiores (150mm).

Tukey	Dif. média	Signif.?	Sumário	Valor p ajustado
DAM-T/150mm vs. DAM-T/100mm	-1,900	No	ns	>0,9999
DAM-TVC/150mm vs. DAM-TVC/100mm	-1,546	No	ns	>0,9999
DAM-B/150mm vs. DAM-B/100mm	-3,622	No	ns	0,9830
DAM-PF/150mm vs. DAM-PF/100mm	-5,403	No	ns	0,7285
C+/150mm vs. C+/100mm	4,474	No	ns	0,8986

III.6.4 Sobrevivência

Avaliando os dados das comparações das curvas sobrevivência nos ralos menores (Figura 48) e maiores (Figura 49) foi observado que houve diferença significativa entre as curvas nos dois tamanhos ($p < 0,0001$).

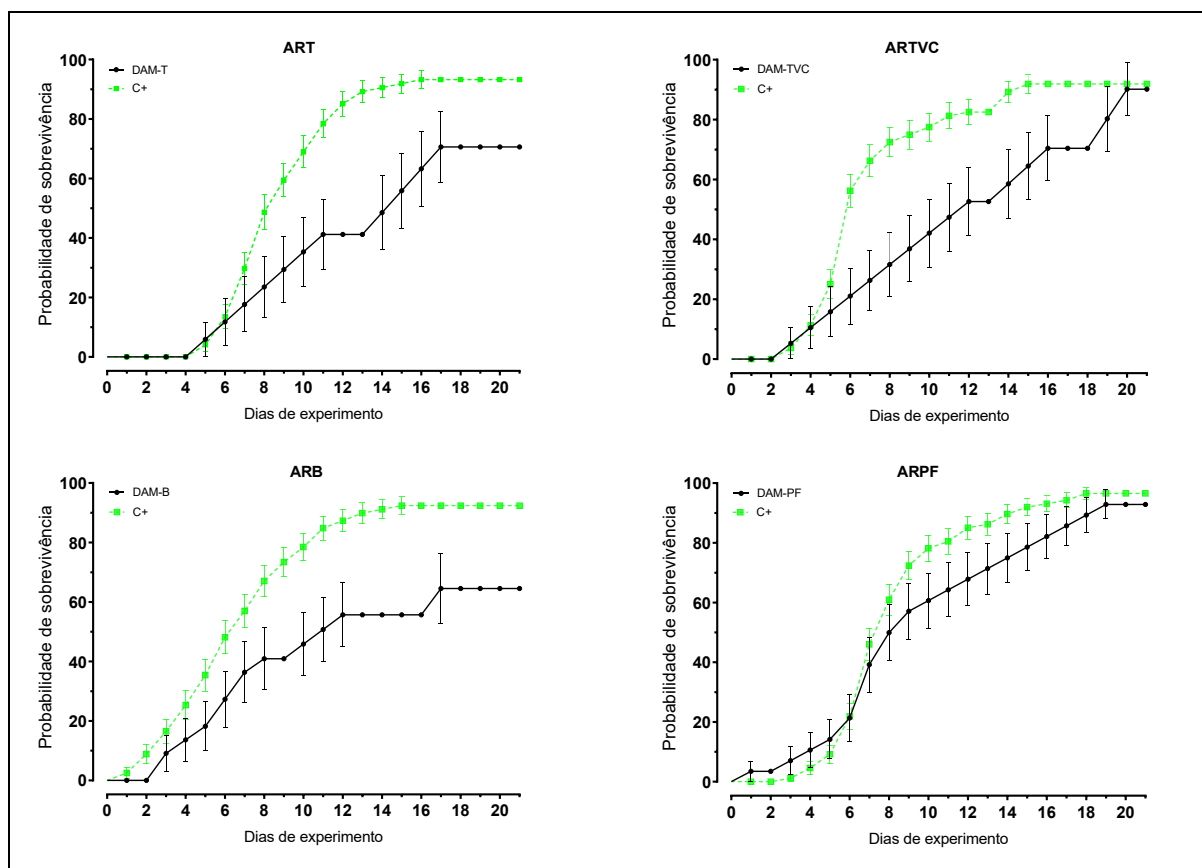


Figura 48. Comparação das curvas de sobrevivência ($\pm$ erro padrão) pelo teste estatístico de Log-rank (Mantel-Cox) dos diferentes tratamentos em ralos menores (100mm): (A) Dispositivo Antimosquito Transparente (DAM-T); (B) Dispositivo Antimosquito Transparente Verde Claro (DAM-TVC); (C) Dispositivo Antimosquito Branco (DAM-B); e (D) Dispositivo Antimosquito Preto Fosco (DAM-PF).

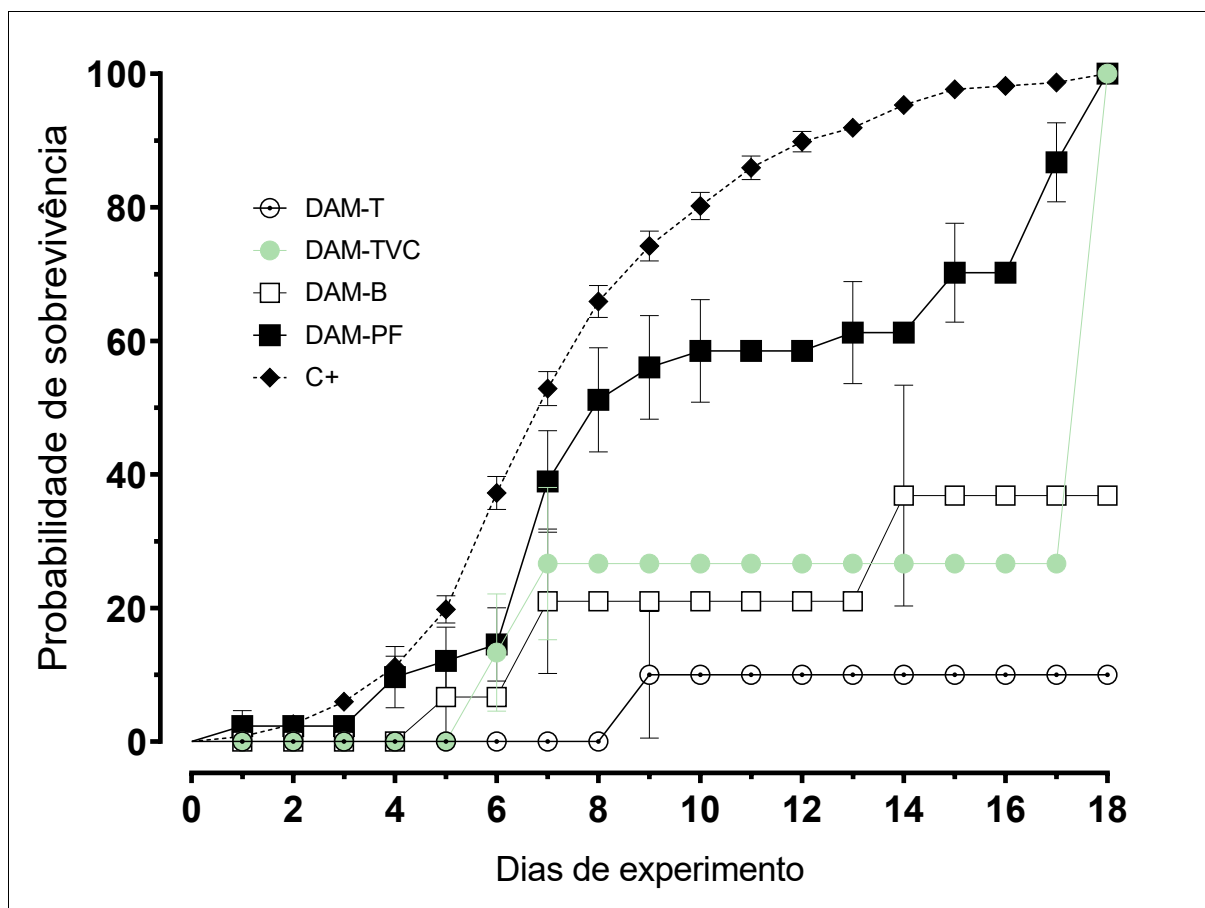


Figura 49. Comparação das curvas de sobrevivência ($\pm$ erro padrão) pelo teste estatístico de Log-rank (Mantel-Cox) dos diferentes tratamentos em ralos maiores (150mm).

III.6.5 Variáveis Climáticas

Durante o período de estudo, a temperatura variou de 23°C a 28,8°C (média de 26,08°C) e a umidade relativa de 53% a 85% (média de 68,9%) para ralos menores (Figura 50) e 25°C a 28,5°C (média 26,9°C) e umidade relativa de 54% a 79% (média 65,7%) para ralos maiores (Figura 51). Comparação das curvas de sobrevivência dos diferentes tratamentos em ralos maiores (150mm). As faixas de temperatura e umidade relativa ideais para o desenvolvimento larval da espécie *Ae. aegypti* (Brogdon e Mcallister, 1998; Organization, 2016; 2022) foram inseridas nos gráficos para acompanharmos as oscilações das variáveis climáticas.

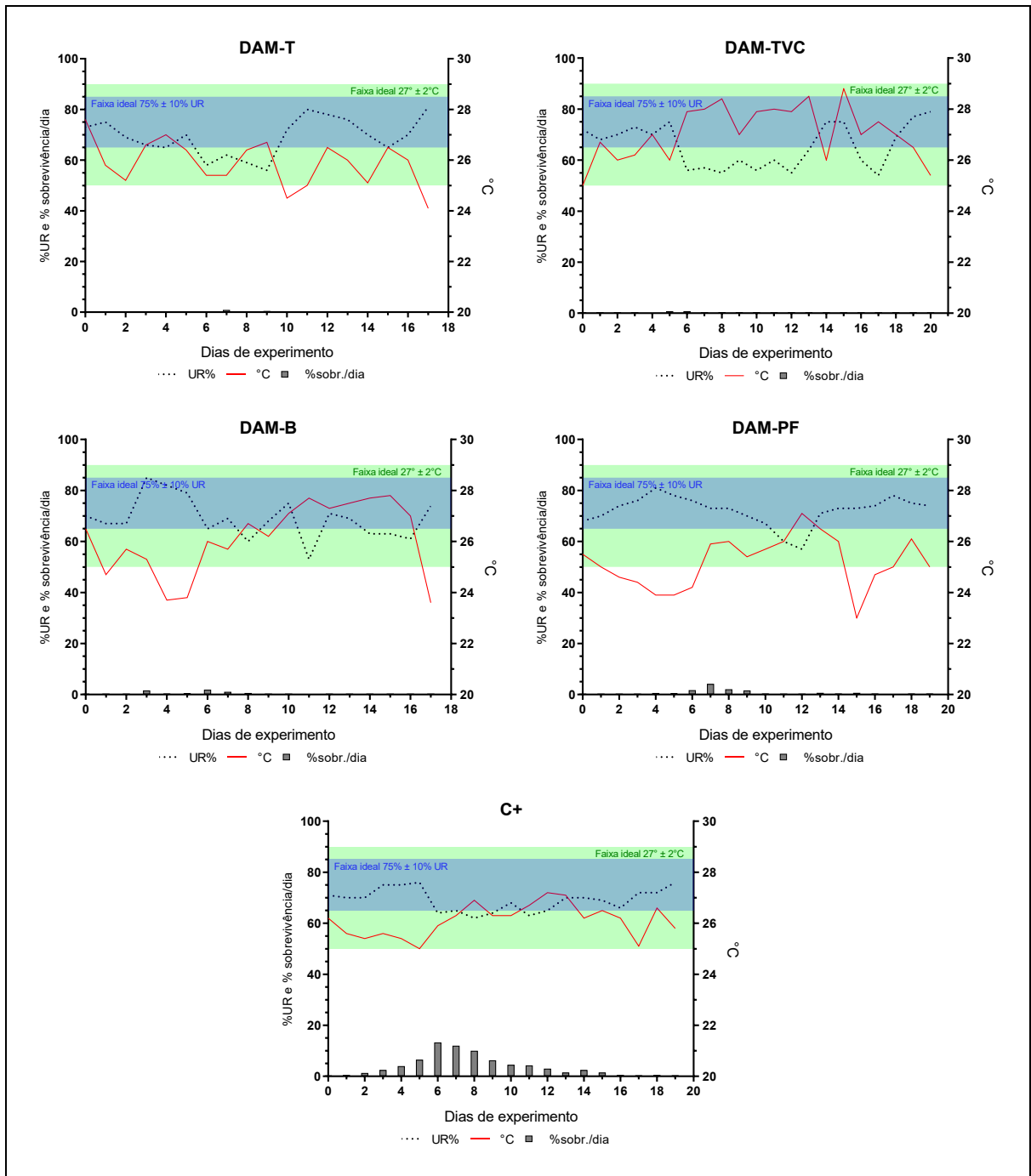


Figura 50. Dados climáticos registrados no teste de eficácia as Armadilhas em semi-campo em raios de 100mm.

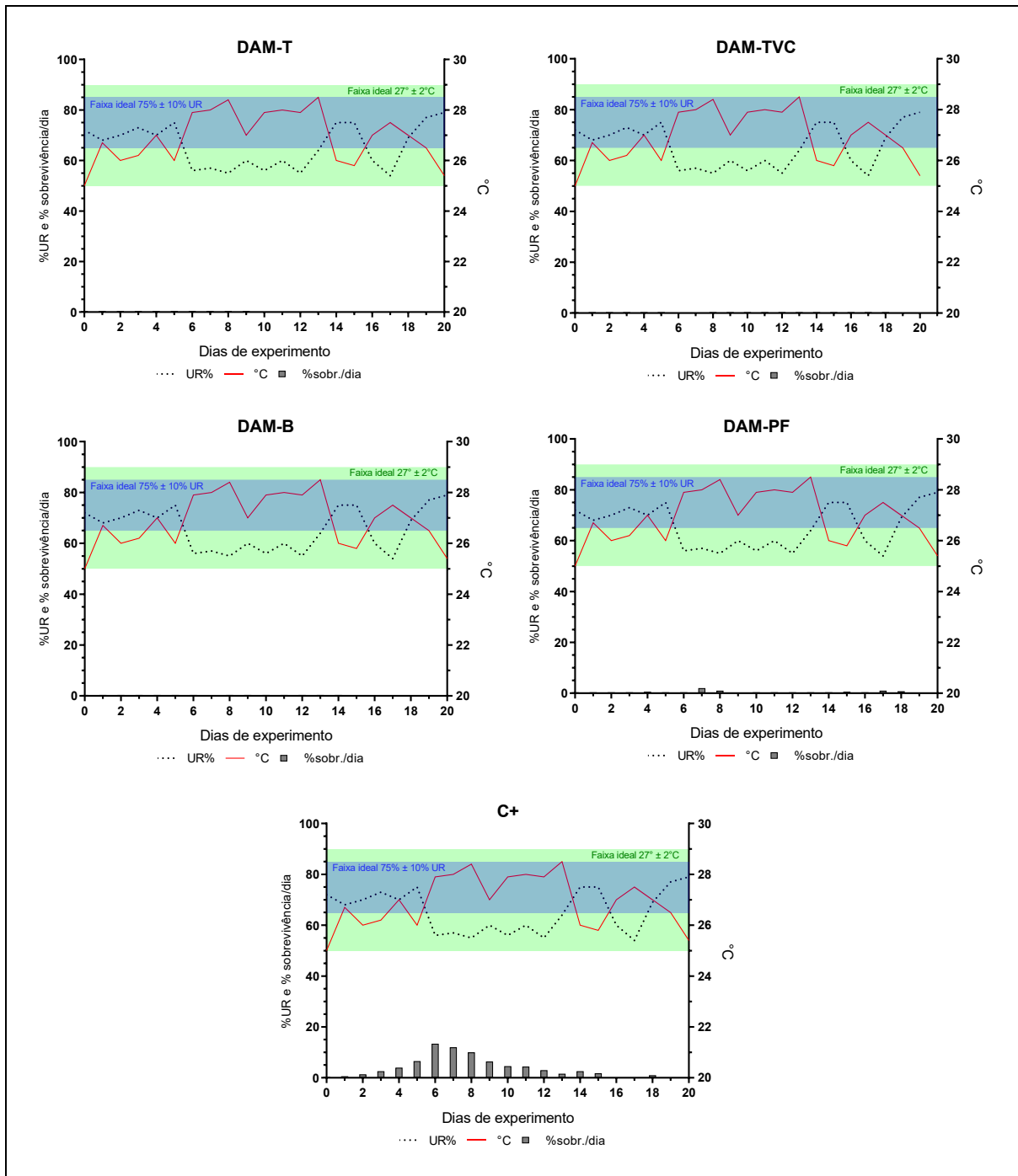


Figura 51. Dados climáticos registrados no teste de eficácia as Armadilhas em semi-campo em ralos de 150mm

III.7 DISCUSSÃO

No presente estudo, avaliou-se a importância de ralos domésticos como criadouros e o efeito dos protótipos de ralo antimosquito em condições de laboratório, no município de Piumhi (MG), para avaliar o efeito da armadilha no controle de *Ae. aegypti*, e propor uma alternativa complementar de proteção para este tipo de criadouro prevalente nos municípios brasileiros.

Verificou-se a prevalência de ralos domésticos com formas imaturas de mosquitos no município de Piumhi (MG) nas edificações, corroborando com os achados de Pereira (2001), Domingos (2005), Holcman e colaboradores (2012) e Chadee e colaboradores (2016) em relação a importância de ralos domésticos como criadouro predominante. Deve-se enfatizar que a estratégia de telagem dos ralos em campo pelo morador se mostrou pouco eficiente, considerando os achados de telas soltas no fundo dos ralos, cheia de detritos e a não aceitação por alguns moradores devido ao receio de entupimento. Os ACEs relataram formas imaturas em ralo doméstico de alumínio com sistema de fechamento que permanecia aberta porque a moradora relatou que o fluxo de água ficava comprometido quando fechado. A falta de manutenção dos ralos domésticos pelos moradores e associado ao fato de parte apresentarem criadouros, favorecem a manutenção do *Ae. aegypti* nos bairros (Focks *et al.*, 2006). A grande oferta de ralos domésticos para fêmeas realizarem a oviposição, amplamente distribuído no município e o mesmo não apresentar potenciais predadores de larvas, aumenta a chance de sobrevivência e dispersão da espécie (Kiflawi *et al.*, 2003; Blaustein *et al.*, 2004).

Outros fatores associados aos ralos domésticos como apresentar grande quantidade de matéria orgânica e redução do fluxo de água parada nos imóveis durante o período seco, são fatores que favorecem a escolha destes criadouros pelas fêmeas de *Ae. aegypti* por fornecerem fonte alimentar para as formas imaturas e favorecer a colonização de bactérias e seus metabólitos atuando como atraente de oviposição (Barrera *et al.*, 2006; Wong *et al.*, 2011).

Os ralos domésticos normalmente contém água de chuva, porém, são abastecidos pela rede de abastecimento dos municípios nas edificações, o que impossibilita a dessecação completa do recipiente em períodos secos, tornando o ralo doméstico um potencial criadouro devido redução da oferta dos demais criadouros em períodos de estiagem e sua ampla distribuição no meio urbano (Kearney *et al.*, 2009; Arana-Guardia *et al.*, 2014).

A prevalência dos ralos domésticos como criadouro prioritário no município de Piumhi conforme o ITR por bairro da cidade, enfatiza a necessidade da vigilância entomológica municipal de considerar novas estratégias de controle para este tipo de criadouro durante a rotina de trabalho.

O teste de eficácia das armadilhas mostrou diferença em relação aos tratamentos luminosos (transparente, transparente verde claro, branca e preto fosco) em comparação aos tratamentos controle, tanto em ralos menores, quanto em ralos maiores, reforçando a influência da intensidade luminosa no interior das armadilhas na sobrevivência de mosquitos, principalmente do tratamento preto fosco, onde o foco luminoso apenas na entradas da armadilhas possivelmente direcionou as pupas no evento de eclosão para mosquitos adultos devido a questão biológica de foto sensibilidade da espécie *Ae. aegypti*. Estes resultados se assemelham a outros resultados disponíveis na literatura (Consoli e Oliveira, 1994; Forattini, 2002a; Ioc, 2008; Glasser *et al.*, 2011). Do total de sobrevivência de mosquitos adultos, observou-se a maior porcentagem de mortalidade da DAM-T (96,4% ralo 100mm; 99,8% ralo 150mm) em relação a DAM-TVC (96,2% ralo 100mm; 99% ralo 150mm), DAM-B (93% ralo 100mm; 99,2% ralo 150mm), DAM-PF (85,3% ralo 100mm; 92,6% ralo 150mm) e principalmente comparado ao tratamento Controle (25,2% ralo 100mm; 23,2% ralo 150mm). Apesar dos tratamentos não apresentarem diferença significativa em relação a comparação entre cores e tamanhos diferentes, a eficiência em DAM-T demonstrada nos ralos de N° 3 e 8 no teste de semicampo em ralos menores de 100mm, onde não ocorreu evento de sobrevivência ocasionando 100% de mortalidade das larvas de *Ae. aegypti*, o que não ocorreu nos demais tratamentos, provavelmente influenciado devido ao fato da transparência, é uma questão a ser considerada. Desta forma, a avaliação do teste de eficácia das armadilhas aponta a tendência de que o tratamento DAM-T seja mais efetivo em comparação aos demais tratamentos independentemente de não se ter observado diferença significativa entre os tratamentos. Estes resultados corroboram com os achados de Hammer e colaboradores (2011), onde a armadilha de malha de aço inoxidável que permitia maior penetração da luz capturou mais mosquitos que a armadilha de plástico preto e Montgomery e colaboradores (2004) em estudo com armadilha de emersão transparente capturando grande quantidade de *Ae. aegypti* em caixas de drenagem pluvial.

Na comparação das médias de sobrevivência do mesmo tipo de tratamento entre o tamanho dos ralos, não houve diferença significativa. Apesar dos dados não apresentarem diferença significativa, as armadilhas nos ralos maiores ocorreram menos evento de sobrevivência porque o espaço interno é maior (158,6cm²) em comparação a ralos menores (60,5cm²), e tanto em ralos menores quanto em maiores, a saída da armadilha é de 20mm, diminuindo ainda mais as chances de fuga. A redução do diâmetro de 20mm nas armadilhas em ralos menores para equivaler as chances de sobrevivência não é viável, pois em condições de

campo uma armadilha com diâmetro inferior de saída aumentaria as chances de entupimento inviabilizando o dispositivo.

Deve ser considerada, no presente trabalho, a importância do acompanhamento da temperatura e UR no local do teste de eficácia da armadilha no semi-campo, devido a possibilidade de influência negativa na sobrevivência e desenvolvimento larval do *Ae. aegypti*, haja vista que, as variáveis em nenhum momento atingiram valores desfavoráveis, mantendo as médias dentro das faixas ideais para o desenvolvimento da espécie, corroborando dados de Rueda e colaboradores (1990), no qual a queda de temperatura abaixo dos 20°C influenciou negativamente na sobrevivência da espécie, Brogdon e McAllister (1998) e WHO (2016; 2022) que estabelecem as faixas ideais de temperatura ($27^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa ($75\% \pm 10\%$) para o desenvolvimento larval para *Ae. aegypti*, e de Reinhold e colaboradores (2018) em estudo de revisão menciona a faixa de desenvolvimento entre 16°C e 34°C e mortalidade significativa em 14°C e 38°C.

Os “Protótipo de dispositivo antimosquito de ralo” foram capazes de reter em seu interior a maioria dos mosquitos adultos de *Ae. aegypti*, principalmente os protótipos DAM-T e DAM-TVC (>95% de mortalidade), indicando que o dispositivo poderá ser uma alternativa complementar de proteção para ralos domésticos de PVC. A alta porcentagem de *Ae. aegypti* adultos retidos no interior dos ralos pelas armadilhas e os poucos eventos de fuga de adultos, apontam a eficácia do dispositivo para este tipo de criadouro. Estes resultados corroboram com (Glasser *et al.*, 2011) sobre a elaboração de novas metodologias e estratégias para este tipo de criadouro.

O presente trabalho propôs uma nova alternativa complementar de proteção para ralos sifonados de PVC, no combate a mosquitos vetores, testado em condições de semicampo no município de Piumhi/MG. Portanto, estudos posteriores devem ser conduzidos para verificar a eficácia do método em condições de campo para os dois tamanhos de ralos avaliados. Os resultados obtidos enfatizam positivamente o uso do método como ferramenta auxiliar no combate ao *Ae. aegypti* pela população, devido este tipo de recipiente ser o principal criadouro colonizado pelo *Ae. aegypti* registrado nos LIRAA's e principalmente por ser um método de fácil aplicação, de fácil montagem e de baixa manutenção em comparação ao método atual de telagem de proteção orientado pelo governo e institutos de pesquisa.

O uso de um método de combate que dispensa inseticida, pode ser considerada uma forma estratégica de combate a vetores em regiões que há confirmação da resistência aos inseticidas, evitando assim a utilização de inseticidas (Heringer *et al.*, 2016)

Fatores como o ralo doméstico de PVC ser o recipiente mais encontrado com formas imaturas de *Ae. aegypti*, as metodologias atuais de controle neste recipiente mostrando-se ineficazes e com muitas desvantagens, ser classificado no LIRAa como fixo (tipo C), não podendo ser descartado, eliminado ou inutilizado além de não depender de água exclusivamente da chuva, como criadouros expostos no peridomicílio (abastecimento de água encanada), sendo também em períodos secos e frios encontrado com larvas, faz deste recipiente um grande problema em controle do *Ae. aegypti* no meio urbano, apontando a extrema necessidade de um método mais eficaz neste tipo de criadouro, corroborando com estudos de Hribar e colaboradores (2004), Domingos e colaboradores (2005), Rey e colaboradores (2006) e Glasser e colaboradores (2011).

As únicas alternativas atuais de combate aos vetores neste recipiente são o tratamento químico com larvicida e telagem dos ralos, no entanto, estes métodos tem maiores limitações e desvantagens como a diluição do larvicida pelas sifonagem da água (Anderson *et al.*, 2011) e a telagem exige manutenção contínua do morador do imóvel devido entupimentos pelo acúmulo de sujeira na tela e ajustamentos.

Diante da situação dos ralos domésticos encontrados pelos Agentes de Endemias do município de Piumhi apontando a ineficácia da telagem dos ralos corrobora com os estudos de Glasser e colaboradores (2011) sobre as desvantagens das atuais alternativas de prevenção serem pouco eficazes, havendo a necessidade de elaboração de uma nova alternativa de proteção neste tipo de recipiente para o controle de mosquitos vetores.

A elaboração de uma armadilha eficaz que impede a liberação de mosquitos adultos em ralos de drenagem pode evitar a mudança de comportamento de oviposição das fêmeas, que poderão continuar a ovipor mesmo com instalação da armadilha, porém, impedindo quase em sua totalidade a liberação de formas adultas, corroborando com os achados de (Wong *et al.*, 2012).

Estes resultados são de extrema importância para avaliações futuras em campo, de forma mais eficiente, estabelecendo a forma correta de uso do método pela população e o impacto na flutuação de *Ae. aegypti* nas áreas com as armadilhas instaladas.

Uma vez que este trabalho em condições de semicampo obteve resultados promissores, faz necessário um estudo de campo com participação da população para demonstrar que este dispositivo poderá ser uma alternativa complementar de proteção para este tipo de criadouro e eficiente no controle de *Ae. aegypti*.

CONCLUSÕES FINAIS

Iº Capítulo:

- ✓ A ovitrampa demonstrou ser mais eficiente em apontar a presença de fêmeas de *Ae. aegypti* em comparação as armadilhas GAT e MQT nas semanas de estudo, porém, no período seco e baixas temperaturas, a GAT mostrou ser igualmente sensível a OVT para apontar a presença de fêmeas de *Ae. aegypti* em campo;
- ✓ As variáveis temperatura (Tmax, Tmin e Tmed) influenciaram de forma significativa a positividade de captura das armadilhas GAT e OVT em comparação a MQT, apontando que tais variáveis afetam diretamente a oviposição e os fatores que envolve a busca de criadouros por fêmeas grávidas;
- ✓ A precipitação apresentou ser um fator determinante apenas para a positividade de armadilhas GAT e OVT no período integral, sugerindo que variáveis climáticas têm efeito diferenciado conforme o tipo de monitoramento e a janela temporal analisada. Isso implica que programas de vigilância entomológica devem considerar a sazonalidade e o tipo de armadilha para prever surtos com base em dados pluviométricos;
- ✓ A forte correlação entre o IMFA (GAT) e o IDV (ovitrampa) principalmente em períodos integral e chuvoso, indica que armadilhas de adultos e de oviposição capturam processos ecológicos complementares. Esta convergência valida o uso combinado de ambas as metodologias para ampliar a sensibilidade da vigilância entomológica e fêmeas de *Ae. aegypti* em regiões com alta variabilidade climática;
- ✓ Na estação seca, as variáveis temperatura e precipitação não influenciaram na positividade da armadilha OVT, mas a variável Tmax interferiu de forma oposta e significativa na positividade da GAT em condições de campo. Este comportamento diferencial exige o uso de protocolos distintos por estação, priorizar a GAT em períodos secos para detecção precoce de mudanças populacionais, e a OVT em cenários de estabilidade climática;
- ✓ Em período chuvoso, a positividade das armadilhas GAT e OVT sofreu pouca influência com as variáveis temperatura e precipitação;
- ✓ A armadilha GAT apresentou ser mais eficiente em identificar pontos de calor em relação as armadilhas OVT e MQT nos mapas de Kernel integral, seco e chuvoso;
- ✓ As armadilhas GAT e OVT apresentam semelhança em apontar os mesmos pontos de calor comparado a MQT;

- ✓ Os pontos de calor para GAT aumentaram principalmente no período seco em relação ao período chuvoso e de temperaturas mais altas em comparação a OVT;
- ✓ A maioria dos pontos de calor da OVT convergiram com os pontos da GAT;
- ✓ A excelência da sensibilidade da armadilha OVT em atrair e identificar a presença de *Ae. aegypti* em comparação a potenciais criadouros e armadilhas, pode ser explicado pelo conjunto de características favorecem a captura, de forma a buscarmos modificações na armadilha GAT para alcançar a mesma sensibilidade tanto em período seco quanto em período chuvoso;
- ✓ A armadilha GAT é uma ferramenta promissora de controle vetorial e monitoramento em períodos secos e temperaturas baixas promovendo um controle da espécie de forma mais estratégica e integrada com outras ações.

IIº Capítulo:

- ✓ O indicador entomológico IMFA no município de Piumhi (MG), mostrou que quanto maior a densidade de armadilhas GAT por hectare mais eficiente foi a supressão de fêmeas de *Ae. aegypti*, comprovando sua eficácia como ferramenta auxiliar no controle vetorial da espécie;
- ✓ A área Testemunho apresentou os maiores valores médios do indicador entomológico IMFA em comparação com áreas com armadilhas de supressão, apontando a eficiência da GAT como ferramenta de coleta massal;
- ✓ O método de supressão massal pela armadilha GAT apresentou como uma alternativa de controle integrado na estação de inverno, período de maior fragilidade do *Ae. aegypti*;
- ✓ Coberturas de armadilhas a partir de 60% e 14GAT/ha demonstraram eficácia na supressão massal de fêmeas de *Ae. aegypti* em diferentes contextos e realidades locais;
- ✓ O efeito de proteção da coleta massal no tratamento 1GAT<50%, indica a necessidade de estudos futuros de soroprevalência, a fim de avaliar o impacto da supressão na transmissão de arboviroses;
- ✓ O estudo apresentou efeito residual na supressão de fêmeas de *Ae. aegypti* de até cinco semanas após retirada das armadilhas, viabilizando o uso da armadilha em programas de controle;
- ✓ Há necessidade da alta adesão e mobilização social da comunidade para ter êxito em alcançar a cobertura mínima de segurança com efeito de supressão;

- ✓ A supressão de populações de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* por armadilhas GAT em massa pode ser aplicado principalmente em regiões onde outros métodos de controle não foram bem-sucedidos pelos programas de controle vetorial, principalmente em locais onde há comprovação de populações resistentes a inseticidas;

IIIº Capítulo:

- ✓ O ralo de drenagem doméstica demonstrou ser um importante criadouro em área urbana, amplamente distribuído no município de Piumhi e mantenedor da espécie *Ae. aegypti* principalmente em período seco;
- ✓ Fatores como não sofrer dessecações constantes, apresentar grande quantidade de matéria orgânica, ausência de predadores e ampla distribuição, faz do ralo doméstico um criadouro potencial, garantindo maior sobrevivência da espécie;
- ✓ O dispositivo avaliado demonstrou ser uma alternativa complementar de proteção para ralos domésticos em condições de semicampo em ralos menores e maiores;
- ✓ O dispositivo denominado como “Protótipo de dispositivo antimosquito de ralo” demonstraram eficácia satisfatória ao evitar a sobrevivência de *Ae. aegypti*, principalmente os protótipos transparentes;
- ✓ As variáveis temperatura e umidade relativa não tiveram efeito negativo sobre a sobrevivência de *Ae. aegypti*;
- ✓ A metodologia atual de controle para ralos domésticos aponta a necessidade de uma revisão operacional no que diz respeito à sua eficácia de impedir a colonização por formas imaturas de *Ae. aegypti* e outras espécies de importância médica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a armadilha GAT, desenvolvida pela UFMG e James Cook University, como ferramenta de monitoramento e supressão de populações de *Ae. aegypti*, bem como propor soluções complementares para ambientes domiciliares, com foco na prevenção de arbovirose em contextos urbanos. A GAT, por ser uma armadilha passiva, demonstrou elevada sensibilidade e especificidade para fêmeas grávidas de *Ae. aegypti*, mostrando uma alternativa promissora dentro das estratégias de manejo integrado de vetores. Ao longo deste trabalho, três estudos foram conduzidos com diferentes enfoques.

No primeiro capítulo, foi realizada a comparação entre as armadilhas GAT, MQT e OVT no município de Piumhi (MG), em diferentes estações do ano. Observou-se que a OVT apresentou, de maneira geral, maior sensibilidade para detecção da presença do vetor. No entanto, durante o período seco e com temperaturas mais baixas, GAT e OVT não apresentaram diferenças significativas, onde a GAT demonstrou correlação negativa com as temperaturas máxima, mínima e média. Esses resultados reforçam que em contextos com baixa oferta de criadouros, o monitoramento de adultos com a armadilha GAT pode ser uma estratégia mais eficaz do que a simples detecção de ovos, especialmente em condições climáticas de período seco e de baixas temperaturas.

No segundo capítulo, foi investigado a capacidade da armadilha GAT de promover supressão populacional de *Ae. aegypti* em diferentes porcentagens cobertura por quadra e densidade por área. Foram definidos cinco períodos de avaliação (Pré Intervenção, Intervenção Inicial, Intervenção Final, Pós Intervenção Inicial e Pós Intervenção Final), revelando diferenças estatísticas significantes no IMFA entre os tratamentos com armadilhas de supressão e Testemunho. A combinação de maior cobertura e densidade, 2GAT >60% a 60GAT/ha, foi a mais eficaz, embora a comparação entre os tratamentos de supressão não tenha mostrado diferenças significativas. Um achado importante foi a constatação do efeito residual das armadilhas, que durou por 5, 7, 10 e 12 semanas após retirada das armadilhas de coleta massal nos diferentes tratamentos. Tal efeito evidencia o potencial prolongado da GAT na contenção da população vetorial, mesmo após o término do período de intervenção.

A comparação dos dados entomológicos com mapas de kernel de casos confirmados de dengue sugeriu um possível efeito de proteção principalmente em uma das áreas com cobertura acima de 40%, especialmente onde a densidade era de 14GAT/ha. Entre as áreas sob intervenção, uma apresentou ausência de casos confirmados (1GAT<50%) e outra apresentou apenas um caso confirmado (1GAT>60%), ao passo que *hotspots* de alta densidade de

transmissão foram identificados em periferias não tratadas com armadilhas de supressão. Este achado corrobora o potencial da GAT não apenas como ferramenta de controle vetorial, mas também como elemento de bloqueio da transmissão viral.

A análise da relação entre porcentagem de cobertura de armadilhas por imóvel e densidade de armadilhas por área, revelou que ambos os parâmetros devem ser combinados para maior eficácia, realizando adaptações de acordo com as características locais e estruturais das localidades em relação ao tamanho das propriedades. Conclui-se que uma cobertura mínima de 60% dos imóveis com ao menos uma GAT e uma densidade de 19 GAT/ha distribuídas de forma mais homogênea possível, são suficientes para realizar uma redução expressiva nas populações locais de *Ae. aegypti*, principalmente durante o inverno, quando a pressão vetorial é menor e o impacto do controle tende a ser mais duradouro com o passar das semanas. Este método de supressão massal se mostra com viabilidade, custo-efetivo e aplicável em diversos cenários urbanos, podendo ser incorporado ao programa de controle vetorial em nível nacional.

No terceiro, o estudo se concentrou no desenvolvimento e avaliação de dispositivos antimosquito aplicáveis a ralos sifonados de PVC domésticos, que geralmente representam criadouros frequentes e negligenciados, mostrando ser um desafio para o programa de controle vetorial nos municípios. Foram avaliados quatro modelos com diferentes características de cor e opacidade em condições de semicampo. Principalmente os dispositivos transparentes (DAM-T e DAM-TVC) e DAM-B mostraram desempenho superior na retenção de *Ae. aegypti* adultos, com taxas de sobrevivência significativamente menores em comparação ao modelo preto fosco (DAM-PF). Tais resultados mostram que soluções simples, como barreiras físicas adaptadas aos ralos sifonados de PVC, podem representar importantes aliadas no manejo ambiental, principalmente quando é integrada a outras estratégias de controle vetorial da espécie, como a supressão por armadilhas em massa. Avaliações futuras em condições de campo se faz necessário para avaliar capacidade do dispositivo na proteção aos ralos domésticos e outros parâmetros como a aceitabilidade do dispositivo pela população, uso combinado com a GAT e demais questões operacionais.

Portanto, os três estudos aqui apresentados enfatizam a viabilidade da GAT como ferramenta de monitoramento e supressão vetorial do *Ae. aegypti*, com especial eficácia em períodos secos e frios no inverno. Sua associação com dispositivos antimosquitos em ralos de ambientes domiciliares podem potencializar os resultados, criando um sistema de controle vetorial mais robusto, duradouro e adaptável a diferentes realidades urbanas. Esses resultados contribuem para a criação de novas abordagens no combate ao mosquito *Ae. aegypti*, transmissor da dengue e outras arboviroses de importância médica, principalmente em regiões

onde estratégias convencionais de controle vetorial não têm alcançado os resultados esperados. O presente trabalho, portanto, oferece bases concretas para a incorporação da GAT em programas de Manejo Integrado de Vetores, promovendo um controle da espécie mais efetivo, preventivo e sustentável.

ANEXOS

ANEXO I: Reportagens em jornal local sobre o projeto de pesquisa no município.

AUTO S. FRANCISCO Domingo, 24 de fevereiro de 2019 **ano 98 ■ 10**

COMBATE AO AEDS

Armadilhas passam a ser utilizadas no controle ecológico do mosquito

Pesquisadores da UFMG Álvaro Eiras e Marcelo Rezende estiveram em Piumhi na segunda, 18, e anunciaram nova fase do projeto das GATs método que não utilizaria qualquer agente químico

Os pesquisadores Álvaro Eiras e Marcelo Rezende, professores do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) onde atuam no Departamento de Parasitologia estiveram na cidade na segunda, 18, quando se reuniram com o prefeito Adeberto (Deco) José de Melo e a imprensa para apresentar oficialmente a nova etapa do projeto de implantação da *Gravid Aedes Trap* (GAT), armadilhas implantadas experimentalmente em Piumhi pela primeira vez em 2016 para monitorar áreas com maior ocorrência do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor dos vírus da dengue, chikungunya e zika.

"A participação e colaboração do município foi de essencial importância no bom andamento da pesquisa, no desenvolvimento desta nova tecnologia ao mesmo tempo simples e que vem demonstrando excelente eficiência, embora só em 2020 tenhamos os resultados finais deste trabalho, incluindo a avaliação custo-benefício destas armadilhas, mas poder-se adicionar que o Ministério da Saúde vê com bons olhos o curso dos experimentos", relata Álvaro Eiras, pesquisador que desenvolve a GAT.

O diretor do Departamento Municipal de Vigilância Epidemiológica (DMVE), biólogo Luiz Henrique Vieira Mota, disse que o monitoramento do mosquito continua. "Cada bairro apresenta uma configuração diferente para a implantação das armadilhas, um delas continuará sendo utilizada como 'bairro-controle' enquanto que em outros haverá o combate direto empregando as GATs", explicou.

Até dois meses atrás, as armadilhas estavam concentradas em três áreas do núcleo urbano, Jardim Santo Antônio, Nova Piumhi e Lagoa de Trás. Agora, nesta etapa, a expansão do projeto para a parte baixa do Centro (limites com os bairros São Francisco e Dona Vicentina) e ao Vila Agreny. Até então, cada quadra formada por imóveis recebe uma GAT monitorada semanalmente com a retirada e contagem das fêmeas de *Aedes* capturadas e nas quais é realizada a verificação para detecção de arbovírus. Os insetos são encaminhados ao laboratório de biologia molecular onde é realizada análise quanto à infecção viral.

"Desta forma é possível até mesmo detectar a presença do vírus antes do registro de casos de pacientes infectados, como aconteceu aqui mesmo em Piumhi, por exemplo, onde encontramos o zika vírus em uma das fêmeas capturadas pela GAT, possibilitando assim o direcionamento das ações de controle para determinadas regiões onde aconteceu a detecção", revelou Marcelo Rezende.

Deco de Melo evidencia o sucesso do projeto no município. "Apesar das mais de duas décadas de casos suspeitos de dengue, não tivemos até agora um só que tenha se confirmado como sendo da doença, demonstrando claramente a eficácia do método que, além disso, é também ecologicamente correto e limpo, dispensando o emprego de inseticidas", observou o prefeito durante o encontro.

Na fase prestes a ter início, está programada a instalação de uma GAT em cada um dos imóveis totalizando algo entre 1,5 mil e 2 mil armadilhas nos bairros da cidade. "Estamos ainda calculado exatamente qual número de GATs necessário para sua utilização como ferramenta de controle do *Aedes* e estudaremos o impacto na eliminação do mosquito em determinadas áreas, num trabalho que deve se estender por cerca de seis meses", disse o professor Marcelo Rezende.

Do primeiro dia do ano até a quinta, 21, o DMVE tem notificados 28 casos suspeitos de dengue, nenhum confirmado por resultados de análises laboratoriais até a tarde da sexta, 22.

ALTO DIAGNÓSTICO



O biólogo Luiz Henrique, o prefeito Deco de Melo e os pesquisadores Marcelo Rezende e Álvaro Eiras durante encontro na segunda, 18: controle ecológico do *Aedes* tem apresentado bons resultados em Piumhi

Piumhi coloca em prática o controle ecológico do Aedes

Depois de três anos de pesquisa a GAT mostra eficiência e vai ser espalhada na cidade para o controle do transmissor da Dengue

ALTO DIAGNÓSTICO



Das planilhas de pesquisa para o campo. Os pesquisadores e professores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Álvaro Eiras e Marcelo Rezende estiveram em Piumhi na segunda, 18, quando apresentaram os resultados da *Gravid Aedes Trap* (GAT) sistema de controle do *Aedes aegypti* em experiência na cidade há quase três anos. O equipamento testado inicialmente em alguns bairros se mostra eficiente no combate ecológico do transmissor de doenças como a Dengue e será espalhado em pontos críticos da área urbana onde serão instaladas de 1,5 mil a 2 mil armadilhas.

P. 10 Álvaro Eiras fala da GAT para controle do *Aedes*

'GUERRA' AO AEDES

GAT vai combater diretamente o vetor da dengue em quatro bairros

Mais de 800 armadilhas já estão instaladas no Vila Agreny, Nova Piumhi, Jardim Santo Antônio e Lagoa de Trás para atuarem de forma incisiva na redução dos índices de infestação do mosquito

Se até o ano passado a *Granid Aedes Trap* (GAT) era empregada em Piumhi pelo Departamento Municipal de Vigilância Epidemiológica (DMVE) apenas como método de monitoramento do mosquito *Aedes aegypti* agora se torna também uma ferramenta na eliminação de fêmeas da espécie em estágio de postura. É a operação já começou. Entre os dias 23 de fevereiro e a segunda, 4, equipes daquela divisão se empenharam na implantação de mais de 800 armadilhas deste modelo em quatro áreas da cidade.

O Vila Agreny conta agora com a cobertura de 414 unidades da GAT, com duas instaladas em cada residência em nove quadras na região central do bairro. O Jardim Santo Antônio recebeu 188 armadilhas instaladas uma por casa também localizadas em um núcleo de nove quadras. Mesma metodologia empregada no Lagoa de Trás onde foram implantadas 83 GATs. Na proporção de duas armadilhas por casa localizada num perímetro de nove quadras, o bairro Nova Piumhi recebeu 128 unidades.

"O objetivo agora é mesmo de supressão, ou seja, baixar os índices de infestação. A leitura destas armadilhas será manual, momento em que os agentes irão recolher as fêmeas capturadas e que seguirão para análise laboratorial. No



Agentes da Vigilância Epidemiológica conferem detalhes de mais um conjunto de GAT instalados na cidade

início deste ano, quando as GATs estavam sendo utilizadas no monitoramento do inseto, foram coletadas 183 fêmeas, destas 63 estavam no Centro, 22 na Vila Agreny, 25 na Nova Piumhi, 24 na Lagoa de Trás e 17 no Jardim Santo Antônio", explicou o diretor do DMVE, biólogo Luis Henrique Vieira Mota.

No Centro, segue a operação de monitoramento do transmissor da dengue, doença que ainda não teve caso confirmado no mu-

nicipio este ano. Nesta região, as nove armadilhas – uma em cada quarteirão – instaladas em nove imóveis são verificadas semanalmente e analisadas. As últimas aferições obtidas por meio do Levantamento de Índices Rápidos para o *Aedes aegypti* (LIRAA) em janeiro deste ano, indicam que a cidade se vê às voltas com um percentual de infestação por esta espécie de mosquito que indica que em cada 100 casas visitadas pelos agentes do DMVE, oito

abrigariam um ou mais criatórios do inseto.

A GAT foi desenvolvida pelo professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Álvaro Eduardo Rivas que recentemente esteve em Piumhi anunciando a nova etapa de utilização da armadilha na cidade, que num avanço progressivo ao longo do ano podem chegar a algo entre 1,5 mil e 2 mil unidades implantadas estrategicamente nas mais variadas áreas do núcleo urbano.

SAFRA DE MILHO

Área de plantio se mantém a mesma de 10 anos atrás mas a produtividade avança 15%

Dados colhidos pelo ALTO junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostram que a safra de milho do ano agrícola 2018/2019 atinge o total de 51.840 toneladas correspondente a 864 mil sacas de 60 quilos, volume 15% a mais que as 45.000 toneladas, 750 mil sacas previstas para a colheita estimada para o ano de 2008. Os números são do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) e apontam ainda que hoje as lavouras de milho do município se espalham por uma área de 7.450 hectares, 50 a menos que os 7.500 hectares somados pelo estado uma década atrás.

Se o parque instalado no município para a produção de milho em grão segue praticamente estacionado territorialmente na última década, a produtividade das lavouras dá um salto significativo, de 6.000 para 6.950 quilos por hectare, avanço que pode ser creditado à adoção de práticas de ma-

naje e tecnologias avançadas pelo produtor rural. Quanto a essa estabilidade, até mesmo uma breve redução na área de plantio do cereal, deve-se observar que muitos ruralistas na região têm voltado parte de seus investimentos para o cultivo da soja que por sua vez tem mostrado rentabilidade mais atrativa.

Se em 2008 durante a safra a tonelada de milho era comercializada pelo produtor ao preço de R\$ 400,00 (R\$ 24,00 a saca) no LSPA aparece agora com a cotação de R\$ 628,40 por tonelada (R\$ 38,00 a saca). Se bem que em 2007 a saca do cereal chegava a alcançar o valor de R\$ 32,00 por saca. Das pode-se observar a sazonalidade da cotação do milho com uma expressiva oscilação com alta na entressafra e queda no período de colheita, diferentemente que pode significar a distância entre o lavoura e o prejeito para o ruralista na hora de comercializar a sua produção.

COMBATE À DENGUE

Em apenas um mês GATs eliminaram mais de 1 mil fêmeas do *Aedes aegypti*

Relatório mensal de atividades dos agentes da Vigilância Epidemiológica foi apresentado em coletiva com a imprensa na manhã da quarta, 3. Município tem 14 casos possíveis de dengue

O diretor do Departamento Municipal de Vigilância Epidemiológica (DMVE) biólogo Luis Henrique Vieira Mota e o prefeito Aderberto (Deco) José de Melo reuniram-se com a imprensa na manhã da quarta, 3, para apresentar em gráficos que mostram o ritmo de captura de fêmeas do *Aedes aegypti* em quatro regiões da cidade através da utilização das *Granid Aedes Trap* (GAT), além de um panorama no município da principal doença transmitida por esta espécie de mosquito, a dengue.

Até 2018 a armadilha era utilizada em Piumhi apenas como método de monitoramento do inseto. No entanto, a partir deste ano passa a ser empregada na eliminação de fêmeas que estejam em estágio de postura de ovos. A implantação das GATs com esta finalidade começou em 23 de fevereiro em quatro bairros, Lagoa de Trás, Nova Piumhi, Jardim Santo Antônio e Vila Agreny. E em um mês a metodologia já apresenta seus primeiros

resultados positivos.

"No período de apenas trinta dias que fechamos em 23 de março obtivemos um volume de capturas que superou o número de 1 mil fêmeas prontas para depositarem seus ovos e que, se não fossem eliminadas poderiam com suas posturas produzir algo em torno de 1 milhão de novos mosquitos circulando no meio urbano", contabiliza o diretor do DMVE falando aos jornalistas.

O bairro Vila Agreny conta com 414 unidades instaladas, enquanto que outras 118 estão

de armadilhas implantadas em nove imóveis em parte do Centro. Nesta região, as GATs são verificadas semanalmente e as amostras de insetos capturados analisadas. Vieira Mota adianta que o próximo Levantamento de Índices Rápidos para o *Aedes aegypti* (LIRAA) deve sair mesmo apenas no final do mês.

Ainda de acordo com o biólogo, num avanço progressivo ao longo do ano Piumhi pode chegar a contar com algo entre 1,5 mil e 2 mil armadilhas deste modelo ativas e estrategicamente alocadas nas mais variadas áreas da cidade. "Essa em análise qual quantidade de GATs seria necessária um controle satisfatório de infestação pelo *Aedes aegypti*", e também segue sendo avaliada do qual seria o ratio de ação de cada armadilha que tem em seu interior uma substância de odor atrativo da fêmea uma vez que simula o ambiente de um criatório", explicou.

Os últimos números divulgados pelo DMVE indicam que o



Acompanhado de Deco de Melo o biólogo Luis Henrique destaca a eficiência das GATs no controle do Aedes

município já registrou este ano 64 casos suspeitos de dengue, 41 deles foram descartados, 9 aguardam ainda por resultado de análise laboratorial e 14 continuam sendo confirmados a partir do chamado teste-rápido (NS1).

realizado em unidades de saúde pública, restando serem ratificados pelo exame definitivo em laboratório.

"A dengue é uma preocupação que atinge praticamente todos os municípios de nossa região, precisamos portanto que, além das ações que estamos utilizando nos campos da

prevenção e do combate direto ao mosquito, a população fique atenta não deixando água parada em seus quintais e terrenos e deixe definitivamente de realizar o descarte ilegal de lixo, material que também contribui para a proliferação desta e de outras doenças", disse Aderberto José de Melo.

'LESÃO AO DIREITO DE ESCOLHA'

ANEXO II: Folder de orientação entregue a comunidade para instalação da armadilha GAT

FRENTE

Onde instalar a armadilha na minha casa?



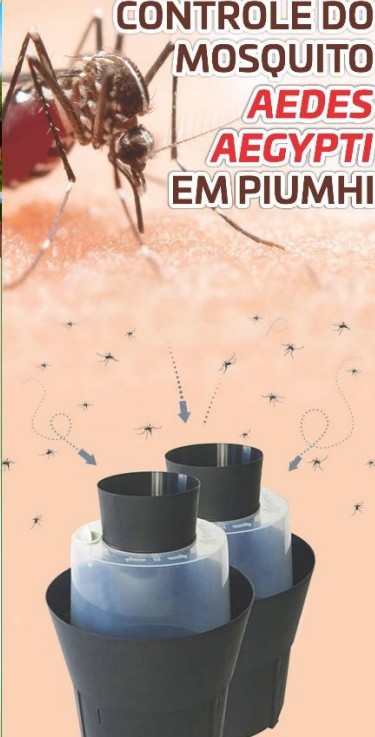
1 - Árvores / 2 - Jardins / 3 - Cobertura e varandas
4 - Garagens / 5 - Área externa (NÃO instalar em áreas externas)

Como proceder com mais de uma armadilha no imóvel?

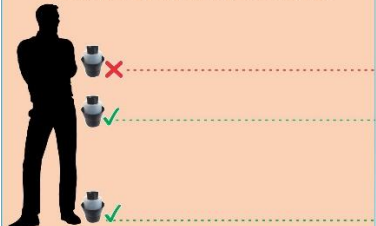


Imóveis com mais de uma armadilha devem sempre posicioná-las longe uma das outras

**PROJETO
CONTROLE DO
MOSQUITO
Aedes
Aegypti
EM PIUMHI**



Instalar armadilhas no máximo até a altura da cintura.



Armadilhas afastadas de perto de produtos de limpeza e com o cartão adesivo em sentido oposto a parede.



Armadilhas instaladas ao lado de produtos de limpeza com o cartão adesivo voltado para a parede.

REALIZAÇÃO:



PARCERIA:



VERSO

Conheça o projeto:

O projeto busca o controle de Aedes por meio de armadilhas. É uma parceria entre a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Secretaria Municipal de Saúde de Piumhi.

O tempo de duração do estudo será de 8 meses e você poderá contribuir para o projeto será permitindo a instalação e cuidando da armadilha em sua casa.

O projeto iniciou em 2016 e já foi divulgado várias vezes na mídia de Piumhi.



Qual objetivo do projeto?

É de avaliar se é possível diminuir o número de mosquitos nas residências utilizando uma nova armadilha.



A armadilha é instalada na varanda, quintal ou na frente da residência.

Como funciona a armadilha?

A armadilha é ecológica, portanto, não contém inseticidas ou produtos tóxicos à sua saúde. Ela imita um criadouro do Aedes, mas quando o mosquito entra, ele fica preso em um cartão com cola e morre. A armadilha captura os mosquitos transmissores de dengue, Zika e Chikungunya e também outros pernilongos.



Os mosquitos são atraídos para dentro da armadilha e ficam presos em um cartão adesivo.

Como montar a armadilha em minha casa?



Montagem da GAT: (1 e 2) Instalação da tela e do anel; (3 e 4) instalação do cartão adesivo e introdução do atraiente; (5) Instalação do funil; (6) armadilha montada para uso em campo.

Como retirar o cartão de dentro da armadilha?



Instalação de cartão adesivo:
(1) Retirar o funil girando para os lados;
(2) Retirar o cartão adesivo do gancho e entregar para os agentes de endemias;
(3) Com um novo cartão retirar a proteção dupla face;
(4) Pendurar o cartão no gancho pela abertura (seta vermelha);
(5) Cartão instalado.

ANEXO III: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

 
Caro munícipe, O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “Avaliação da supressão de adultos de <i>Aedes aegypti</i> por armadilhas e monitoramento em tempo real no controle integrado do vetor”. Pedimos a sua autorização para instalar em sua residência armadilhas para capturar os mosquitos transmissores da Zika, Dengue e Chikungunya, visando melhorar as ações para o controle dessas doenças em nosso município. Esta pesquisa está sendo desenvolvido pela Prefeitura Municipal de Piumhi (PMP), sob a coordenação da Secretaria Municipal de Saúde/Setor de Endemias e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: Iremos instalar as armadilhas em um pequeno espaço na região externa do seu domicílio e um agente de saúde irá realizar a vistoria da armadilha, para coletar os mosquitos e ovos capturados, semanalmente ou mensalmente durante 12 meses. Gostaríamos de informar que estas armadilhas não possuem substâncias tóxicas, não atrairão mais mosquitos para o imóvel, tampouco gerar custos e interferir na rotina de sua casa. Em caso de dúvidas você poderá consultar o agente de saúde durante visita em sua residência ou o responsável pelo estudo no município, Luiz Henrique Vieira Mota, conforme informações abaixo:
Luiz Henrique Vieira Mota Coordenador de Endemias
Nome e assinatura do Voluntário: _____ Nome do Agente: _____
Via do voluntário Via do agente
 
Caro munícipe, O Sr. (a) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “Avaliação da supressão de adultos de <i>Aedes aegypti</i> por armadilhas e monitoramento em tempo real no controle integrado do vetor”. Pedimos a sua autorização para instalar em sua residência armadilhas para capturar os mosquitos transmissores da Zika, Dengue e Chikungunya, visando melhorar as ações para o controle dessas doenças em nosso município. Esta pesquisa está sendo desenvolvido pela Prefeitura Municipal de Piumhi (PMP), sob a coordenação da Secretaria Municipal de Saúde/Setor de Endemias e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: Iremos instalar as armadilhas em um pequeno espaço na região externa do seu domicílio e um agente de saúde irá realizar a vistoria da armadilha, para coletar os mosquitos e ovos capturados, semanalmente ou mensalmente durante 12 meses. Gostaríamos de informar que estas armadilhas não possuem substâncias tóxicas, não atrairão mais mosquitos para o imóvel, tampouco gerar custos e interferir na rotina de sua casa. Em caso de dúvidas você poderá consultar o agente de saúde durante visita em sua residência ou o responsável pelo estudo no município, Luiz Henrique Vieira Mota, conforme informações abaixo:
Luiz Henrique Vieira Mota Coordenador de Endemias
Nome e assinatura do Voluntário: _____ Nome do Agente: _____

ANEXO IV: Planilha simplificada de criadouros utilizada durante atividades de Tratamento Focal e pesquisa larvária.



Prefeitura Municipal de Piumhi
Secretaria Municipal de Saúde
Vigilância em Saúde
Vigilância Ambiental/Endemias
Programa Nacional de Controle da Dengue



CRIADOUROS DE MOSQUITOS ENCONTRADOS DURANTE TRABALHO DE CAMPO – TF

BAIRRO: _____ **SETOR:** _____ **CICLO DE TRATAMENTO:** _____

AGENTE: _____ **ANO:** _____

CRIADOUROS	RESIDÊNCIAS, COMÉRCIO e OUTROS	TERRENO BALDIO
Ralo sifonado de PVC (LIRAA: C)		
Lixo (plástico, metal, vidro, sucatas e entulhos) (LIRAA: B)		
Recipientes estocando água (latas, baldes, vasilhas, brinquedos e demais materiais que acumule água) (LIRAA: B)		
Caixa de gordura (LIRAA: C)		
Tambor (LIRAA: A2)		
Lona (LIRAA: B)		
Vaso/prato de planta/planta aquática (LIRAA: B)		
Bebedouro de animais (LIRAA: se o recipiente for pequeno e móvel é B, se for de grande proporção tipo coxo de animais de grande porte é C)		
Piscina (LIRAA: se fixa ou plástica/fibra de tamanho grande é C, se for pequena para bebês é B)		
Pneu (LIRAA: D1)		
Calha (LIRAA: C)		
Tanque (LIRAA: A2)		
Bandeja de geladeira (LIRAA: B)		
Vaso sanitário (LIRAA: se estiver instalado é C, se tiver solto é B).		
Caixa d'água (LIRAA: A1)		
Recipientes naturais (bromélias, cacimba, ocos de árvore e etc) (LIRAA: E)		
Caixa de passagem/inspeção (LIRAA: C)		
Lajes e coberturas (LIRAA: C)		
Fontes (LIRAA: se fixa é C, se pequena e móvel é B)		
OUTROS:		

ANEXO V: Registro de patente, dispositivo antimosquito para ralo sifonado



Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2025 005296 2

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 17217985000104

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Instituição de Ensino e Pesquisa

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar- sala 2011

Cidade: Belo Horizonte

Estado: MG

CEP: 31270-901

País: Brasil

Telefone: (31) 3409-6430

Fax:

Email: patentes@ctit.ufmg.br

PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em
19/03/2025 às 15:46, Petição 870250021703

1/1

DESENHOS

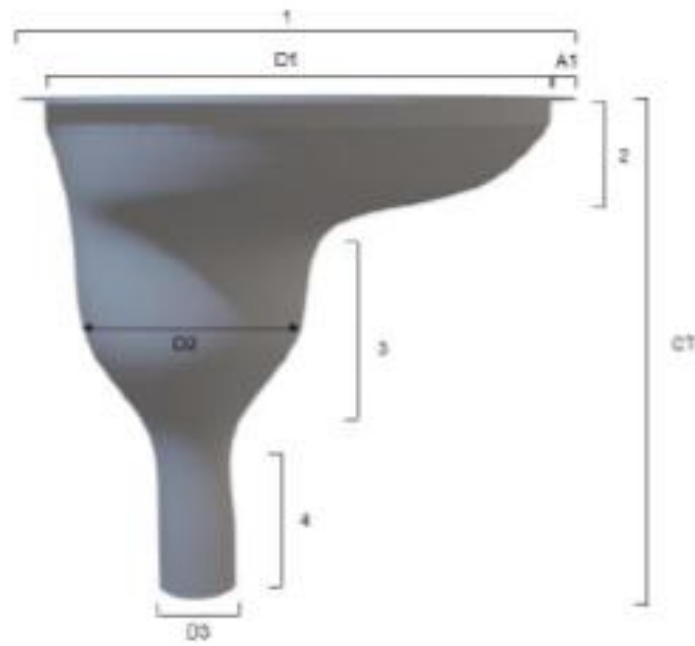


FIGURA 1

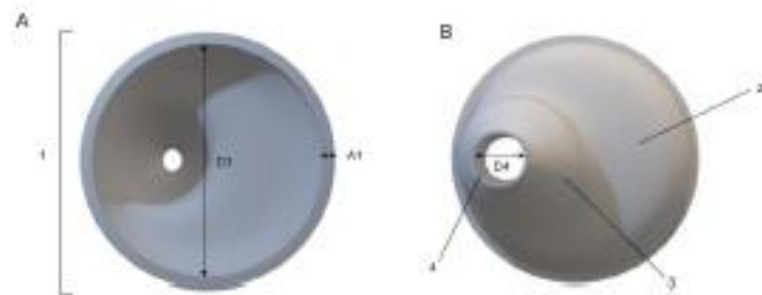


FIGURA 2

1/1



FIGURA 3

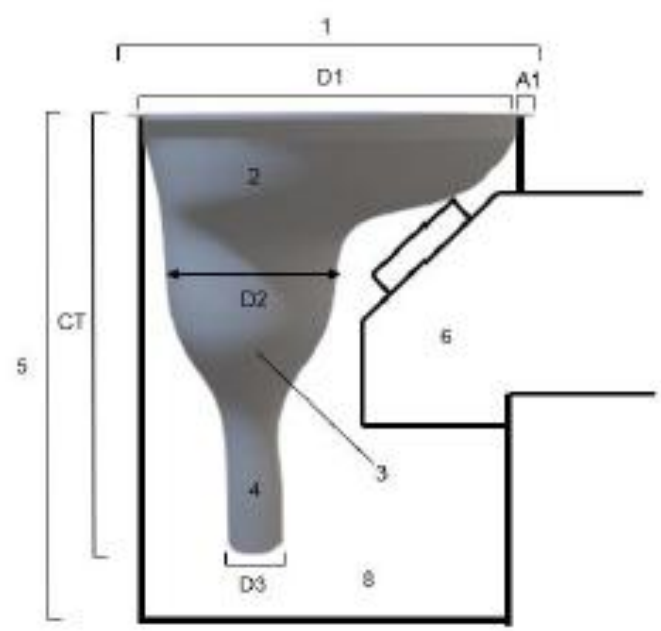


FIGURA 4

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A POLSON, K. et al. The use of ovitraps baited with hay infusion as a surveillance tool for *Aedes aegypti* mosquitoes in Cambodia. **Dengue Bulletin**, v. 26, p. 178-184, 2002. ISSN 0250-8362.
- ABREU, F. V. S. D. et al. Influence of breeding site availability on the oviposition behaviour of *Aedes aegypti*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 110, n. 5, p. 669, 2015.
- ACEVEDO, V. et al. Operational aspects of the Centers for Disease Control and Prevention autocidal gravid ovitrap. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 32, n. 3, p. 254, 2016.
- AGUILAR-DURÁN, J. A. et al. Effectiveness of mass trapping interventions using autocidal gravid ovitraps (AGO) for the control of the dengue vector, *Aedes (Stegomyia) aegypti*, in Northern Mexico. **Parasites & Vectors**, v. 17, n. 1, p. 344, 2024. ISSN 1756-3305.
- AHMAD-AZRI, M. et al. A comparison of different types of ovitraps for outdoor monitoring of *Aedes* mosquitoes in Kuala Lumpur. 2019.
- ALLAN, S. A.; KLINE, D. L. Evaluation of organic infusions and synthetic compounds mediating oviposition in *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Journal of chemical ecology**, v. 21, p. 1847-1860, 1995. ISSN 0098-0331.
- ALTMAN, D. G. Practical statistics for medical research Chapman and Hall. **London and New York**, 1991.
- ALTO, B. W.; JULIANO, S. A. Precipitation and temperature effects on populations of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): implications for range expansion. **Journal of medical entomology**, v. 38, n. 5, p. 646-656, 2001. ISSN 1938-2928.
- ANDERSON, E. M.; DAVIS, J. A. Field evaluation of the response of *Aedes albopictus* (*Stegomyia albopicta*) to three oviposition attractants and different ovitrap placements using black and clear autocidal ovitraps in a rural area of Same, Timor-Leste. **Medical and veterinary entomology**, v. 28, n. 4, p. 372-383, 2014. ISSN 0269-283X.
- ANDERSON, J. F. et al. Control of mosquitoes in catch basins in Connecticut with *Bacillus thuringiensis israelensis*, *Bacillus sphaericus*, and *spinosad*. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 27, n. 1, p. 45-55, 2011. ISSN 8756-971X.
- ARANA-GUARDIA, R. et al. Stormwater drains and catch basins as sources for production of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. **Acta tropica**, v. 134, p. 33-42, 2014. ISSN 0001-706X.
- ARBAOUI, A.; CHUA, T. Bacteria as a source of oviposition attractant for *Aedes aegypti* mosquitoes. **Trop Biomed**, v. 31, n. 1, p. 134-42, 2014.
- AZIL, A. H. et al. The development of predictive tools for pre-emptive dengue vector control: a study of *Aedes aegypti* abundance and meteorological variables in North Queensland,

Australia. **Tropical Medicine & International Health**, v. 15, n. 10, p. 1190-1197, 2010. ISSN 1365-3156.

BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C. **Interactive spatial data analysis**. Longman Scientific & Technical Essex, 1995.

BAKRAN-LEBL, K. et al. First nationwide monitoring program for the detection of potentially invasive mosquito species in Austria. **Insects**, v. 13, n. 3, p. 276, 2022. ISSN 2075-4450.

BANG, Y.; BOWN, D. N.; ONWUBIKO, A. Prevalence of larvae of potential yellow fever vectors in domestic water containers in south-east Nigeria. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 59, n. 1, p. 107-114, 1981.

BARKER, C. M. et al. Habitat preferences and phenology of *Ochlerotatus triseriatus* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in southwestern Virginia. **Journal of Medical Entomology**, v. 40, n. 4, p. 403-410, 2003. ISSN 1938-2928.

BARRERA, R. New tools for *Aedes* control: mass trapping. **Current Opinion in Insect Science**, p. 100942, 2022. ISSN 2214-5745.

BARRERA, R. et al. Impact of autocidal gravid ovitraps on chikungunya virus incidence in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in areas with and without traps. **Journal of medical entomology**, v. 54, n. 2, p. 387-395, 2017.

BARRERA, R. et al. A comparison of mosquito densities, weather and infection rates of *Aedes aegypti* during the first epidemics of Chikungunya (2014) and Zika (2016) in areas with and without vector control in Puerto Rico. **Medical and veterinary entomology**, v. 33, n. 1, p. 68-77, 2019. ISSN 0269-283X.

BARRERA, R. et al. Use of the CDC autocidal gravid ovitrap to control and prevent outbreaks of *Aedes aegypti*. **Journal of Medical Entomology**, v. 51, n. 1, p. 145-154, 2014.

BARRERA, R. et al. Sustained, area-wide control of *Aedes aegypti* using CDC autocidal gravid ovitraps. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 91, n. 6, p. 1269-1276, 2014. ISSN 0002-9637.

BARRERA, R.; AMADOR, M.; CLARK, G. G. Ecological factors influencing *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) productivity in artificial containers in Salinas, Puerto Rico. **Journal of medical entomology**, v. 43, n. 3, p. 484-492, 2006. ISSN 1938-2928.

BARRERA, R.; AMADOR, M.; MACKAY, A. Population dynamics of *Aedes aegypti* and dengue as influenced by weather and human behavior in San Juan, Puerto Rico. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 5, n. 12, p. e1378, 2011. ISSN 1935-2735.

BARRERA, R. et al. Integrated vector control of *Aedes aegypti* mosquitoes around target houses. **Parasites & vectors**, v. 11, p. 1-8, 2018.

BARRERA, R. et al. Citywide control of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) during the 2016 Zika epidemic by integrating community awareness, education, source reduction, larvicides,

and mass mosquito trapping. **Journal of medical entomology**, v. 56, n. 4, p. 1033-1046, 2019. ISSN 0022-2585.

BARRETO, E. et al. Evaluation of the baited ovitrap with natural attractant for monitoring *Aedes* spp. in Dili, capital of East Timor. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 665-672, 2020. ISSN 1413-8123.

BARTLETT-HEALY, K.; HEALY, S. P.; HAMILTON, G. C. A model to predict evaporation rates in habitats used by container-dwelling mosquitoes. **Journal of medical entomology**, v. 48, n. 3, p. 712-716, 2011. ISSN 1938-2928.

BATISTUZZO, J. D. O.; CAMARGO, M.; OGA, S. **Fundamentos de toxicologia**. São Paulo: Atheneu, 2008. 667 p.

BECKER, N. et al. First mass development of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae)—its surveillance and control in Germany. **Parasitology research**, v. 116, n. 3, p. 847-858, 2017. ISSN 1432-1955.

BENITEZ, E. M. et al. Understanding the role of temporal variation of environmental variables in predicting *Aedes aegypti* oviposition activity in a temperate region of Argentina. **Acta tropica**, v. 216, p. 105744, 2021. ISSN 0001-706X.

BERNÁTH, B.; HORVÁTH, G.; MEYER-ROCHOW, V. B. Polarotaxis in egg-laying yellow fever mosquitoes *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* is masked due to infochemicals. **Journal of Insect Physiology**, v. 58, n. 7, p. 1000-1006, 2012. ISSN 0022-1910.

BESERRA, E. B.; RIBEIRO, P. S.; DE OLIVEIRA, S. A. Flutuação populacional e comparação de métodos de coleta de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (Diptera, Culicidae). **Iheringia. Série Zoologia**, v. 104, n. 4, p. 418-425, 2014. ISSN 0073-4721.

BIOGENTS. Mosquito traps. **BG-GAT**, 2017. Disponível em: <<https://www.biogents.com/mosquito-traps/>>. Acesso em: 12 out./2016.

BLAUSTEIN, L. et al. Oviposition habitat selection in response to risk of predation in temporary pools: mode of detection and consistency across experimental venue. **Oecologia**, v. 138, p. 300-305, 2004. ISSN 0029-8549.

BOULLIS, A. et al. Behavioural and antennal responses of *Aedes aegypti* (l.) (Diptera: Culicidae) gravid females to chemical cues from conspecific larvae. **PLoS One**, v. 16, n. 2, p. e0247657, 2021. ISSN 1932-6203.

BRAGA, I. A. et al. Comparative study between larval surveys and ovitraps to monitor populations of *Aedes aegypti*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 33, n. 4, p. 347-353, 2000. ISSN 0037-8682.

BRASIL. Diagnóstico rápido dos municípios para a vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil - LIRAA. **Ministério da Saúde Brasil**, v. 1, p. 1-61, 2005.

BRASIL, M. D. S., FUNASA. **Programa Nacional de Controle da Dengue**. Brasília: 2002.

BREDA, R.; MOTTA, A. D. S. D. Análise da influência de determinantes meteorológicos na periodicidade de epidemias de dengue em Porto Alegre. **Revista do Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, SP.**, v. 83, n. e39267, p. 16, 2024. ISSN 0073-9855.

BRETEAU, H. La fievre jaune en Afrique-occidentale francaise: un aspect de la medicine preventive massive. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 11, n. 3, p. 453, 1954.

BRISCO, K. K. et al. Field evaluation of In2Care mosquito traps to control *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Hawai'i Island. **Journal of medical entomology**, v. 60, n. 2, p. 364-372, 2023. ISSN 0022-2585.

BROBAN, A. et al. Seroprevalence of IgG antibodies directed against dengue, chikungunya and West Nile viruses and associated risk factors in Madagascar, 2011 to 2013. **Viruses**, v. 15, n. 8, p. 1707, 2023. ISSN 1999-4915.

BROGDON, W. G.; MCALLISTER, J. C. Simplification of adult mosquito bioassays through use of time-mortality determinations in glass bottles. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 14, n. 2, p. 159-164, 1998. ISSN 8756-971X.

BURKE, R. et al. Septic tanks as larval habitats for the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* in PlayaΓÇÉPlayita, Puerto Rico. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 24, n. 2, p. 117-123, 2010. ISSN 0269-283X.

CÂMARA, D. C. P. et al. Entomological surveillance of aedes mosquitoes: Comparison of different collection methods in an endemic area in RIO de Janeiro, Brazil. **Tropical Medicine and Infectious Disease**, v. 7, n. 7, p. 114, 2022. ISSN 2414-6366.

CAMINADE, C.; MCINTYRE, K. M.; JONES, A. E. Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1436, n. 1, p. 157-173, 2019. ISSN 0077-8923.

CARLOS, H. A. et al. Density estimation and adaptive bandwidths: a primer for public health practitioners. **International journal of health geographics**, v. 9, p. 1-8, 2010.

CARRIERI, M. et al. Effects of the Weather on the Seasonal Population Trend of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Northern Italy. **Insects**, v. 14, n. 11, p. 879, 2023. ISSN 2075-4450.

CHADEE, D. Oviposition strategies adopted by gravid *Aedes aegypti* (L.)(Diptera: Culicidae) as detected by ovitraps in Trinidad, West Indies (2002ΓÇô2006). **Acta tropica**, v. 111, n. 3, p. 279-283, 2009. ISSN 0001-706X.

CHADEE, D. D.; CORBET, P. S.; TALBOT, H. Proportions of eggs laid by *Aedes aegypti* on different substrates within an ovitrap in Trinidad, West Indies. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 9, n. 1, p. 66-70, 1995. ISSN 0269-283X.

CHADEE, D. D.; MARTINEZ, R. *Aedes aegypti* (L.) in Latin American and Caribbean region: With growing evidence for vector adaptation to climate change? **Acta tropica**, v. 156, p. 137-143, 2016. ISSN 0001-706X.

CHAN, Y.; CHAN, K.; HO, B. *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* (Skuse) in Singapore City: 1. Distribution and density. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 44, n. 5, p. 617-627, 1971.

CHAREONVIRIYAPHAP, T. et al. Larval habitats and distribution patterns of *Aedes aegypti* (Linnaeus) and *Aedes albopictus* (Skuse), in Thailand. **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**, v. 34, n. 3, p. 529-535, 2003. ISSN 0125-1562.

CHEN, C. et al. Mixed breeding of *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* Skuse in four dengue endemic areas in Kuala Lumpur and Selangor, Malaysia. **Tropical biomedicine**, v. 23, n. 2, p. 224-227, 2006. ISSN 0127-5720.

CILEK, J. E.; KNAPP, J. A.; RICHARDSON, A. G. Comparative Efficiency of Biogents Gravid *Aedes* Trap, CdC Autocidal Gravid Ovitraps, and CDC Gravid Trap in Northeastern Florida. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 33, n. 2, p. 103-107, 2017. ISSN 8756-971X.

CODEÇO, C. T. et al. Surveillance of *Aedes aegypti*: comparison of house index with four alternative traps. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 9, n. 2, p. 1-23, 2015. ISSN 1935-2735.

CONNOR, M.; MONROE, W. *Stegomyia* indices and their value in yellow fever control. **American Journal of Tropical Medicine**, v. 3, n. 1, p. 9-19, 1923.

CONSOLI, R. A.; OLIVEIRA, R. L. D. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1994. 225.

CORNEL, A. J. et al. Surveillance, insecticide resistance and control of an invasive *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) population in California. **F1000Research**, v. 5, 2016.

COSTA, C. F. D. et al. Evidence of vertical transmission of Zika virus in field-collected eggs of *Aedes aegypti* in the Brazilian Amazon. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 12, n. 7, p. e0006594, 2018. ISSN 1935-2735.

CRUZ, I. O. Dengue, Vírus e Vetor. ***Aedes aegypti* principais criadouros**, 2020. Disponível em: < <https://www.ioc.fiocruz.br/dengue/textos/infografico.html> >. Acesso em: 06/02/2020.

DAVID, M. R.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; FREITAS, R. M. D. Container productivity, daily survival rates and dispersal of *Aedes aegypti* mosquitoes in a high income dengue epidemic neighbourhood of Rio de Janeiro: presumed influence of differential urban structure on mosquito biology. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 104, p. 927-932, 2009. ISSN 0074-0276.

DEGENER, C. M. et al. Temporal abundance of *Aedes aegypti* in Manaus, Brazil, measured by two trap types for adult mosquitoes. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 109, p. 1030-1040, 2014. ISSN 0074-0276.

DEGENER, C. M. et al. Mass trapping with MosquiTRAPs does not reduce *Aedes aegypti* abundance. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 110, n. 4, p. 517-527, 2015. ISSN 0074-0276.

DEGENER, C. M. et al. Evaluation of the effectiveness of mass trapping with BG-sentinel traps for dengue vector control: a cluster randomized controlled trial in Manaus, Brazil. **Journal of medical entomology**, v. 51, n. 2, p. 408-420, 2014.

DENEGER, C. **Avaliação das armadilhas MosquiTRAP, BG-Sentinel e BGMosquitito como possíveis ferramentas no controle de Aedes aegypti**. 2014. 173 p. (Doutorado em Parasitologia). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DJIAPPI-TCHAMEN, B. et al. Aedes Mosquito Surveillance Using Ovitrap. **Sweep Nets, and Biogent Traps in the City of Yaoundé, Cameroon**. *Insects*, v. 13, n. 9, 2022.

DOMINGOS, M. D. F. **Aspectos da ecologia de Aedes aegypti (Linnaeus) em Santos, São Paulo, Brasil**. 2005. 85 p. (Doutorado em Epidemiologia). Escola de Saúde Pública, Tese, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DONALÍSIO, M. R.; GLASSER, C. M. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 5, n. 3, p. 259-279, 2002. ISSN 1415-790X.

DONATTI, J. E.; GOMES, A. D. C. Adultrap: Descrição de armadilha para adulto de Aedes aegypti (Diptera, Culicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 51, p. 255-256, 2007. ISSN 1806-9665.

DOS REIS, I. C. et al. Entomo-virological surveillance strategy for dengue, Zika and chikungunya arboviruses in field-caught Aedes mosquitoes in an endemic urban area of the Northeast of Brazil. **Acta tropica**, v. 197, p. 105061, 2019. ISSN 0001-706X.

DOS SANTOS, T. P. et al. Dengue serotype circulation in natural populations of Aedes aegypti. **Acta tropica**, v. 176, p. 140-143, 2017. ISSN 0001-706X.

EIRAS, A. Armadilha para captura de mosquitos. **Patente: Privilégio e Inovação. n. PI0203907-9, Armadilha para captura de mosquitos**, v. 05/09/2006 (Depósito), 2002.

EIRAS, Á. E. A armadilha para o Aedes aegypti é adotada no combate à doença em BH. **Revista FAPEMIG**, Belo Horizonte, 22/12/2017 2002. Disponível em: <<http://revista.fapemig.br/materia.php?id=163>>.

EIRAS, Á. E.; BUHAGIAR, T. S.; RITCHIE, S. A. Development of the gravid Aedes trap for the capture of adult female container-exploiting mosquitoes (Diptera: Culicidae). **Journal of medical entomology**, v. 51, n. 1, p. 200-209, 2014.

EIRAS, A. E. et al. Semi-field assessment of the Gravid Aedes Trap (GAT) with the aim of controlling Aedes (Stegomyia) aegypti populations. **Plos one**, v. 16, n. 4, p. e0250893, 2021. ISSN 1932-6203.

EIRAS, A. E. et al. Practical application of olfactory cues for monitoring and control of Aedes aegypti in Brazil: a case study. In: (Ed.). **Olfaction in vector-host interactions**: Wageningen Academic, 2010. p.365-398. ISBN 9086866980.

EIRAS, A. E. et al. A high-risk Zika and dengue transmission hub: virus detections in mosquitoes at a Brazilian university campus. **Parasites & vectors**, v. 11, n. 1, p. 1-6, 2018. ISSN 1756-3305.

EIRAS, A. E.; RESENDE, M. C. Preliminary evaluation of the 'Dengue-MI' technology for *Aedes aegypti* monitoring and control. **Cad Saude Publica**, v. 25 Suppl 1, p. S45-58, 2009. ISSN 1678-4464 (Electronic) 0102-311X (Linking). Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19287866> >.

ENGLBRECHT, C. et al. Evaluation of BG-Sentinel trap as a management tool to reduce *Aedes albopictus* nuisance in an urban environment in Italy. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 31, n. 1, p. 16-25, 2015. ISSN 8756-971X.

FAIZUL AKMAL, A.; MY, M. F. Ovitrap Surveillance of the Dengue Vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Selected Endemic Areas in Sandakan, Sabah. **International Research Journal of Insect Sciences**, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2021.

FARIDAH, L. et al. Temporal correlation between urban microclimate, vector mosquito abundance, and dengue cases. **Journal of Medical Entomology**, v. 59, n. 3, p. 1008-1018, 2022. ISSN 0022-2585.

FÁVARO, E. A. et al. Physiological state of *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* mosquitoes captured with MosquiTRAPs in Mirassol, São Paulo, Brazil. **Journal of Vector Ecology**, v. 31, n. 2, p. 285-291, 2006. ISSN 1081-1710.

FÁVARO, E. A. et al. Assessment of entomological indicators of *Aedes aegypti* (L.) from adult and egg collections in São Paulo, Brazil. **Journal of Vector Ecology**, v. 33, n. 1, p. 8-16, 2008. ISSN 1081-1710.

FAY, R.; ELIASON, D. A. A preferred oviposition site as a surveillance method for *Aedes aegypti*. **Mosq news**, v. 26, n. 4, p. 531-534, 1966.

FAY, R.; PERRY, A. Laboratory studies of ovipositional preferences of *Aedes aegypti*. **Mosquito News**, v. 25, n. 3, p. 276-281, 1965.

FAY, R. W.; PRINCE, W. H. A modified visual trap for *Aedes aegypti*. **Mosq News**, v. 30, n. 1, p. 20-23, 1970.

FERREIRA, D. A. D. C. et al. Meteorological variables and mosquito monitoring are good predictors for infestation trends of *Aedes aegypti*, the vector of dengue, chikungunya and Zika. **Parasites & vectors**, v. 10, n. 1, p. 78, 2017. ISSN 1756-3305.

FIELD, A. **Discovering statistics using IBM SPSS statistics**. 5. Sage publications limited, 2018. ISBN 1529668700.

FLORES, A. E. et al. Wide spread cross resistance to pyrethroids in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Veracruz state Mexico. **Journal of economic entomology**, v. 106, n. 2, p. 959-969, 2013. ISSN 1938-291X.

FOCKS, D. A. et al. **Multicountry study of Aedes aegypti pupal productivity survey methodology: findings and recommendations**. World Health Organization. 2006

FORATTINI, O. P. **Culicidologia Médica: identificação, biologia e epidemiologia**. São Paulo: Edusp, 2002a. 860.

_____. **Culicidologia Médica: princípios gerais, morfologia e glossário taxonômico**. São Paulo: Edusp, 2002b. 548.

FUNASA, F. N. D. S. **Dengue-Instruções para pessoal de combate ao vetor**. Manual de normas técnicas. Brasília: Ministério da Saúde: 83 p. 2001.

GAMA, R. 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, n. 2, p. 294-302, 2007. ISSN 1519-566X.

GAO, Q. et al. Field evaluation of Mosq-ovitrap, Ovitrap and a CO2-light trap for Aedes albopictus sampling in Shanghai, China. **PeerJ**, v. 7, p. e8031, 2019. ISSN 2167-8359.

GERAIS, S. E. D. S. D. M. Dengue, Zika e Chikungunya. **Material de Campanha**, 2020. Disponível em: < <https://www.saude.mg.gov.br/aedes> >. Acesso em: 06/02/2020.

GIRIKUMAR, A.; VENKATESWARA RAO, P. A low cost floating cage to trap emerging mosquitoes under urban or rural conditions. 1984.

GJULLIN, C.; JOHNSEN, J.; PLAPP JR, F. The Effect of Odors released by Various Waters on the Opposition Sites selected by Two Species of Culex. **Mosquito News**, v. 25, n. 3, p. 268-71, 1965.

GLASSER, C. M. et al. Comportamento de formas imaturas de Aedes aegypti, no litoral do Estado de São Paulo. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop**, v. 44, n. 3, p. 349-55, 2011.

GOMA, L. Laboratory observations on the oviposition habits of Aedes (Stegomyia) aegypti (Linnaeus). **Annals of Tropical Medicine & Parasitology**, v. 58, n. 3, p. 347-349, 1964. ISSN 0003-4983.

GOMES, A. D. C. Medidas dos níveis de infestação urbana para Aedes (Stegomyia) aegypti e Aedes (Stegomyia) albopictus em programa de vigilância entomológica. **Informe epidemiológico do SUS**, v. 7, n. 3, p. 49-57, 1998. ISSN 0104-1673.

GONZALEZ, P. V.; GONZÁLEZ AUDINO, P. A.; MASUH, H. M. Oviposition behavior in Aedes aegypti and Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) in response to the presence of heterospecific and conspecific larvae. **Journal of medical entomology**, v. 53, n. 2, p. 268-272, 2016. ISSN 1938-2928.

GORSICH, E. E. et al. A comparative assessment of adult mosquito trapping methods to estimate spatial patterns of abundance and community composition in southern Africa. **Parasites & vectors**, v. 12, n. 1, p. 1-12, 2019. ISSN 1756-3305.

HALL-MENDELIN, S. et al. Exploiting mosquito sugar feeding to detect mosquito-borne pathogens. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 25, p. 11255-11259, 2010. ISSN 0027-8424.

HAMER, G. L. et al. Evaluation of a novel emergence trap to study *Culex* mosquitoes in urban catch basins. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 27, n. 2, p. 142-147, 2011. ISSN 8756-971X.

HAMESSE, C. et al. Ovitrap Monitor-Online application for counting mosquito eggs and visualisation toolbox in support of health services. **Ecological Informatics**, v. 75, p. 102105, 2023. ISSN 1574-9541.

HAQ, S.; KUMAR, G.; DHIMAN, R. C. Interspecific competition between larval stages of *Aedes aegypti* and *Anopheles stephensi*. **Journal of Vector Borne Diseases**, v. 56, n. 4, p. 303-307, 2019.

HARRINGTON, L. et al. Influence of container size, location, and time of day on oviposition patterns of the dengue vector, *Aedes aegypti*, in Thailand. **Vector-Borne and Zoonotic Diseases**, v. 8, n. 3, p. 415-424, 2008. ISSN 1530-3667.

HAZARD, E.; MAYER, M.; SAVAGE, K. Attraction and oviposition stimulation of gravid female mosquitoes by bacteria isolated from hay infusions. **Mosquito News**, v. 27, n. 2, p. 133-6, 1967.

HERINGER, L. et al. Evaluation of alternative killing agents for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the Gravid Aedes Trap (GAT). **Journal of medical entomology**, v. 53, n. 4, p. 873-879, 2016. ISSN 1938-2928.

HO, B. C.; EWERT, A.; CHEW, L.-M. Interspecific competition among *Aedes aegypti*, *Ae. albopictus*, and *Ae. triseriatus* (Diptera: Culicidae): larval development in mixed cultures. **Journal of medical entomology**, v. 26, n. 6, p. 615-623, 1989. ISSN 1938-2928.

HOEL, D. F. et al. Efficacy of Ovitrap Colors and Patterns for Attracting *Aedes albopictus* at Suburban Field Sites in North-Central Florida1. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 27, n. 3, p. 245-251, 2011. ISSN 8756-971X.

HOLCK, A.; MEEK, C.; HOLCK, J. Attractant enhanced ovitraps for the surveillance of container breeding mosquitoes. **J. Am. Mosq. Control Assoc.**, v. 4, p. 97-98, 1988.

HOLCMAN, M. M. et al. Infestação por *Aedes aegypti* em imóveis fechados nas visitas para vigilância e controle vetorial de dengue em municípios do Estado de São Paulo. **BEPA. Boletim Epidemiológico Paulista**, v. 9, n. 104, p. 14-23, 2012. ISSN 1806-4272.

HONÓRIO, N. A. et al. Temporal distribution of *Aedes aegypti* in different districts of Rio de Janeiro, Brazil, measured by two types of traps. **Journal of medical entomology**, v. 46, n. 5, p. 1001-1014, 2009. ISSN 1938-2928.

HONÓRIO, N. A. et al. Spatial evaluation and modeling of dengue seroprevalence and vector density in Rio de Janeiro, Brazil. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 3, n. 11, p. e545, 2009. ISSN 1935-2735.

HORVÁTH, G.; CSABAI, Z. Polarization vision of aquatic insects. In: (Ed.). **Polarized light and polarization vision in animal sciences**: Springer, 2014. p.113-145.

HRIBAR, L. J. et al. Mosquito larvae (Culicidae) and other Diptera associated with containers, storm drains, and sewage treatment plants in the Florida Keys, Monroe County, Florida. **Florida Entomologist**, v. 87, n. 2, p. 199-203, 2004. ISSN 0015-4040.

IBGE, I. B. D. G. E. E. Escolha um município, municípios, Minas Gerais. **Piumhi**, 2022. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/piumhi/panorama> >. Acesso em: 06/12/2023.

IOC, I. O. C. Notícias. Arquivos de notícias. **Aprenda a prevenir a dengue combatendo focos do mosquito**, 2008. Disponível em: < <http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=570&sid=32> >. Acesso em: 07/02/2018.

_____. **Avaliação de armadilhas para a vigilância entomológica de Aedes aegypti com vistas à elaboração de novos índices de infestação**. 3/2014/IOC-FIOCRUZ/DIRETORIA, N. T. N. Rio de Janeiro: Fiocruz: 1-7 p. 2014.

JAFFAL, A. et al. Current evidences of the efficacy of mosquito mass-trapping interventions to reduce Aedes aegypti and Aedes albopictus populations and Aedes-borne virus transmission. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 17, n. 3, p. e0011153, 2023. ISSN 1935-2735.

JAHIR, A. et al. Mass Trapping and Larval Source Management for Mosquito Elimination on Small Maldivian Islands. **Insects**, v. 13, n. 9, p. 805, 2022. ISSN 2075-4450.

JEANNIN, C. et al. An alien in Marseille: investigations on a single Aedes aegypti mosquito likely introduced by a merchant ship from tropical Africa to Europe. **Parasite**, v. 29, n. 42, p. 1-8, 2022.

JOHNSON, B. J. et al. Neighbors help neighbors control urban mosquitoes. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 15797, 2018. ISSN 2045-2322.

JOHNSON, B. J. et al. Field comparisons of the Gravid Aedes Trap (GAT) and BG-Sentinel trap for monitoring Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) populations and notes on indoor GAT collections in Vietnam. **Journal of medical entomology**, v. 54, n. 2, p. 340-348, 2017.

JOHNSON, B. J.; RITCHIE, S. A.; FONSECA, D. M. The State of the Art of Lethal Oviposition Trap-Based Mass Interventions for Arboviral Control. **Insects**, v. 8, n. 1, p. 5, 2017.

JUAREZ, J. G. et al. Variable coverage in an Autocidal Gravid Ovitrap intervention impacts efficacy of Aedes aegypti control. **Journal of Applied Ecology**, 2021. ISSN 0021-8901.

KADING, R. C. et al. Emergence of Arboviruses in the United States: The Boom and Bust of Funding, Innovation, and Capacity. **Tropical Medicine and Infectious Disease**, v. 5, n. 2, p. 96, 2020.

KAY, B. et al. Winter intervention against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) larvae in subterranean habitats slows surface recolonization in summer. **Journal of medical entomology**, v. 39, n. 2, p. 356-361, 2002. ISSN 1938-2928.

KAY, B. et al. The importance of subterranean mosquito habitat to arbovirus vector control strategies in north Queensland, Australia. **Journal of medical entomology**, v. 37, n. 6, p. 846-853, 2000. ISSN 1938-2928.

KAY, B.; SUTTON, K.; RUSSELL, B. A sticky entry-exit trap for sampling mosquitoes in subterranean habitats. **Journal of the American Mosquito Control Association-Mosquito News**, v. 16, n. 3, p. 262-265, 2000. ISSN 8756-971X.

KEARNEY, M. et al. Integrating biophysical models and evolutionary theory to predict climatic impacts on species' ranges: the dengue mosquito *Aedes aegypti* in Australia. **Functional Ecology**, v. 23, n. 3, p. 528-538, 2009. ISSN 0269-8463.

KENNEDY, J. S. On water-finding and oviposition by captive mosquitoes. **Bulletin of Entomological Research**, v. 32, n. 4, p. 279-301, 1942. ISSN 1475-2670.

KIFLAWI, M.; BLAUSTEIN, L.; MANGEL, M. Oviposition habitat selection by the mosquito *Culiseta longiareolata* in response to risk of predation and conspecific larval density. **Ecological Entomology**, v. 28, n. 2, p. 168-173, 2003. ISSN 0307-6946.

KITTAYAPONG, P. et al. Suppression of dengue transmission by application of integrated vector control strategies at sero-positive GIS-based foci. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 78, n. 1, p. 70-76, 2008. ISSN 0002-9637.

KLINE, D. L. Traps and trapping techniques for adult mosquito control. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 22, n. 3, p. 490-496, 2006.

KNOLS, B. G. et al. Rapid Elimination of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* Mosquitoes from Puerco Island, Palawan, Philippines with Odor-Baited Traps. **Insects**, v. 14, n. 9, p. 730, 2023. ISSN 2075-4450.

KROECKEL, U. 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. ISSN 8756-971X.

LANG, J. T. Ovipositional response of *Aedes triseriatus* females to horizontally and vertically open ovitraps in southern Illinois. **J Am Mosq Control Assoc**, v. 6, p. 530-553, 1990.

LEANDRO, A. D. S. et al. Entomo-virological surveillance followed by serological active survey of symptomatic individuals is helpful to identify hotspots of early arbovirus transmission. **Frontiers in Public Health**, v. 10, p. 1024187, 2022. ISSN 2296-2565.

LI, Y. et al. Comparative evaluation of the efficiency of the BG-Sentinel trap, CDC light trap and Mosquito-oviposition trap for the surveillance of vector mosquitoes. **Parasites & vectors**, v. 9, n. 1, p. 446, 2016. ISSN 1756-3305.

LIMA-CAMARA, T. N. Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil. **Revista de saude publica**, v. 50, 2016. ISSN 0034-8910.

LIMA, E. P.; GOULART, M. O. F.; ROLIM NETO, M. L. Meta-analysis of studies on chemical, physical and biological agents in the control of *Aedes aegypti*. **BMC public health**, v. 15, p. 1-14, 2015.

LIU, Q.-M.; GONG, Z.-Y.; WANG, Z. A Review of the Surveillance Techniques for *Aedes albopictus*. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 108, n. 2, p. 245, 2023.

LOK, C. K. **Singapore's dengue haemorrhagic fever control programme: a case study on the successful control of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* using mainly environmental measures as a part of integrated vector control**. Singapore: 1985.

LÓPEZ-DE-FELIPE ESCUDERO, M.; RODRÍGUEZ-SOSA, M. A.; ALARCÓN-ELBAL, P. M. Comparing captures and efficacy of two commercial gravid traps for characterizing *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) populations in the Mediterranean basin. **International Journal of Pest Management**, p. 1-10, 2025. ISSN 0967-0874.

LÓPEZ-DE-FELIPE, M. et al. Integrated Control of *Aedes albopictus* in a Residential Area Through a Community-Based Approach: NESCOTIGER, a Large-Scale Field Trial in Valencia, Spain. **Pathogens**, v. 14, n. 4, p. 367, 2025. ISSN 2076-0817.

LORENZ, C. et al. Predicting *Aedes aegypti* infestation using landscape and thermal features. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 21688, 2020. ISSN 2045-2322.

LORENZI, O. D. Reduced incidence of Chikungunya virus infection in communities with ongoing *Aedes Aegypti* mosquito trap intervention studies - Salinas and Guayama, Puerto Rico, November 2015-February 2016. **Morbidity and mortality weekly report**, v. 65, p. 479-480, 2016.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. et al. Comparison of different uses of adult traps and ovitraps for assessing dengue vector infestation in endemic areas. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 24, n. 3, p. 387-392, 2008. ISSN 8756-971X.

MACHANGE, J. J. et al. Comparison of the Trapping Efficacy of Locally Modified Gravid *Aedes* Trap and Autocidal Gravid Ovitrap for the Monitoring and Surveillance of *Aedes aegypti* Mosquitoes in Tanzania. **Insects**, v. 15, n. 6, p. 401, 2024. ISSN 2075-4450.

MACIEL-DE-FREITAS, R. et al. Undesirable consequences of insecticide resistance following *Aedes aegypti* control activities due to a dengue outbreak. **PLoS One**, v. 9, n. 3, p. e92424, 2014. ISSN 1932-6203.

MACIEL-DE-FREITAS, R.; EIRAS, Á. E.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Calculating the survival rate and estimated population density of gravid *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) in

Rio de Janeiro, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, n. 12, p. 2747-2754, 2008. ISSN 0102-311X.

MACIEL-DE-FREITAS, R.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Presumed unconstrained dispersal of *Aedes aegypti* in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista de saúde publica**, v. 43, p. 8-12, 2009. ISSN 0034-8910.

_____. Does targeting key-containers effectively reduce *Aedes aegypti* population density? **Tropical Medicine & International Health**, v. 16, n. 8, p. 965-973, 2011. ISSN 1360-2276.

MACIEL-DE-FREITAS, R. et al. Mosquito traps designed to capture *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) females: preliminary comparison of Adultrap, MosquiTRAP and backpack aspirator efficiency in a dengue-endemic area of Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 103, p. 602-605, 2008. ISSN 0074-0276.

MACKAY, A. J.; AMADOR, M.; BARRERA, R. An improved autocidal gravid ovitrap for the control and surveillance of *Aedes aegypti*. **Parasites & vectors**, v. 6, n. 1, p. 225, 2013. ISSN 1756-3305.

MARQUES, C. C. D. A. et al. Comparative study of the efficiency of larval and ovitraps for the surveillance of dengue and yellow fever vectors. **Revista de saúde publica**, v. 27, n. 4, p. 237-241, 1993. ISSN 0034-8910.

MARTINEZ, S. R. R.; LEGALL, S. W. E. G. A comparison of surveillance systems for the dengue vector *Aedes aegypti* in Port of Spain, Trinidad. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 14, n. 2, p. 131-136, 1998.

MELO, D. C. T. V. D. et al. Integrated strategies for *Aedes aegypti* control applied to individual houses: An approach to mitigate vectorial arbovirus transmission. **Tropical Medicine and Infectious Disease**, v. 9, n. 3, p. 53, 2024. ISSN 2414-6366.

MELO, D. P. O. D.; SCHERRER, L. R.; EIRAS, Á. E. Dengue fever occurrence and vector detection by larval survey, ovitrap and MosquiTRAP: a space-time clusters analysis. **PloS one**, v. 7, n. 7, p. e42125, 2012. ISSN 1932-6203.

MICIELI, M. V.; CAMPOS, R. E. Oviposition activity and seasonal pattern of a population of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in subtropical Argentina. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 98, n. 5, p. 659-663, 2003. ISSN 0074-0276.

MOGI, M. et al. Ovitrap surveys of dengue vector mosquitoes in Chiang Mai, northern Thailand: seasonal shifts in relative abundance of *Aedes albopictus* and *Ae. aegypti*. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 2, n. 4, p. 319-324, 1988. ISSN 0269-283X.

MONTGOMERY, B. L. et al. Subsoil drain sumps are a key container for *Aedes aegypti* in Cairns, Australia. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 20, n. 4, p. 365-369, 2004. ISSN 8756-971X.

MOTA, L. Avaliação da supressão de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) com a armadilha Gravid Aedes Trap em condições de campo no município de Piumhi,

Minas Gerais. 2018. 105 p. (Mestrado em Parasitologia). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MOURA, M. C. B. D. M. et al. Spatio-temporal dynamics of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* oviposition in an urban area of northeastern Brazil. **Tropical Medicine & International Health**, v. 25, n. 12, p. 1510-1521, 2020. ISSN 1360-2276.

MUIR, L. E.; KAY, B. H.; THORNE, M. J. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) vision: response to stimuli from the optical environment. **Journal of Medical Entomology**, v. 29, n. 3, p. 445-450, 1992. ISSN 1938-2928.

NADARAYA, E. A. On estimating regression. **Theory of Probability & Its Applications**, v. 9, n. 1, p. 141-142, 1964. ISSN 0040-585X.

NASCI, R. A LIGHTWEIGHT BATTERY-POWERED ASPIRATOR FOR COLLECTING RESTING MASQUITOES IN THE FIELD. **Mosq news**, v. 41, n. 4, p. 808-811, 1981.

NASIR, S. et al. Effect of climatic conditions and water bodies on population dynamics of the dengue vector, *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Journal of arthropod-borne diseases**, v. 11, n. 1, p. 50, 2017.

OBENAUER, P. et al. Infusion-baited ovitraps to survey ovipositional height preferences of container-inhabiting mosquitoes in two Florida habitats. **Journal of Medical Entomology**, v. 46, n. 6, p. 1507-1513, 2009. ISSN 1938-2928.

OLIVEIRA, S. D. S. **Análise espacial e temporal da infestação por *Aedes aegypti* mensurada por ovitrampas para geração de alerta precoce de dengue no município do Rio de Janeiro.** 2016. 136 p. (Mestre em Ciências da Saúde). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

ONG, J.; AIK, J.; NG, L. C. Adult *Aedes* abundance and risk of dengue transmission. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 6, p. e0009475, 2021. ISSN 1935-2735.

ONG, J. et al. A novel entomological index, *Aedes aegypti* Breeding Percentage, reveals the geographical spread of the dengue vector in Singapore and serves as a spatial risk indicator for dengue. **Parasites & vectors**, v. 12, n. 1, p. 17, 2019. ISSN 1756-3305.

ORGANIZATION, W. H. Monitoring and managing insecticide resistance in *Aedes* mosquito populations. **World Health Organization: Geneva, Switzerland**, v. 16, p. 10665, 2016.

_____. **Manual for monitoring insecticide resistance in mosquito vectors and selecting appropriate interventions.** World Health Organization, 2022. ISBN 9240051082.

ORTIZ, D. I. et al. The impact of deforestation, urbanization, and changing land use patterns on the ecology of mosquito and tick-borne diseases in Central America. **Insects**, v. 13, n. 1, p. 20, 2021. ISSN 2075-4450.

PAAIJMANS, K. P. et al. Observations and model estimates of diurnal water temperature dynamics in mosquito breeding sites in western Kenya. **Hydrological processes: An international journal**, v. 22, n. 24, p. 4789-4801, 2008. ISSN 0885-6087.

PAHO, P. A. H. O. Programas, Controle da dengue. **Monitoramento e avaliação**, 2017. Disponível em: < <http://www.who.int/denguecontrol/monitoring/en/> >. Acesso em: 10 dez./2017.

PALANIYANDI, M. et al. Mapping the geographical distribution and seasonal variation of dengue and chikungunya vector mosquitoes (*Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*) in the epidemic hotspot regions of India. **Journal of Applied Ecology and Environmental Sciences**, v. 8, n. 6, p. 428-440, 2020.

PAN, C.-Y. et al. Comparison of fan-traps and gravidtraps for aedes mosquito surveillance in Taiwan. **Frontiers in Public Health**, v. 10, p. 778736, 2022. ISSN 2296-2565.

PAPLOSKI, I. A. D. et al. Storm drains as larval development and adult resting sites for *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Salvador, Brazil. **Parasites & vectors**, v. 9, n. 1, p. 419, 2016. ISSN 1756-3305.

PARRA, M. C. P. et al. Using adult *Aedes aegypti* females to predict areas at risk for dengue transmission: A spatial case-control study. **Acta Tropica**, v. 182, p. 43-53, 2018. ISSN 0001-706X.

PARZEN, E. On estimation of a probability density function and mode. **The annals of mathematical statistics**, v. 33, n. 3, p. 1065-1076, 1962. ISSN 0003-4851.

PEPIN, K. M. et al. Cost-effectiveness of novel system of mosquito surveillance and control, Brazil. **Emerging infectious diseases**, v. 19, n. 4, p. 542, 2013.

PEREIRA, M. **Produtividade e habitats larvários de *Aedes aegypti* em Santos, São Paulo. 2001. 98 p.** 2001. (Doutorado). Escola de Saúde Pública, Tese (Doutorado em Epidemiologia), Universidade de São Paulo, São Paulo.

PERICH, M. et al. Field evaluation of a lethal ovitrap against dengue vectors in Brazil. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 17, n. 2, p. 205-210, 2003. ISSN 1365-2915.

PESSANHA, J. E. M. et al. Ovitrap surveillance as dengue epidemic predictor. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 2, n. 2, p. 51-56, 2014. ISSN 2317-3076.

PESSANHA, J. E. M. et al. Evaluation of the Brazilian national dengue control plan. **Cadernos de saude publica**, v. 25, n. 7, p. 1637-1641, 2009. ISSN 0102-311X.

PLIEGO-PLIEGO, E. et al. Control strategies for a population dynamics model of *Aedes aegypti* with seasonal variability and their effects on dengue incidence. **Applied Mathematical Modelling**, v. 81, p. 296-319, 2020. ISSN 0307-904X.

PLIEGO, E. P.; VELÁZQUEZ-CASTRO, J.; COLLAR, A. F. Seasonality on the life cycle of *Aedes aegypti* mosquito and its statistical relation with dengue outbreaks. **Applied Mathematical Modelling**, v. 50, p. 484-496, 2017. ISSN 0307-904X.

PORTNOV, B. A.; DUBNOV, J.; BARCHANA, M. Studying the association between air pollution and lung cancer incidence in a large metropolitan area using a kernel density function. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 43, n. 3, p. 141-150, 2009. ISSN 0038-0121.

PRITCHARD, G.; SCHOLEFIELD, P. An adult emergence trap for use in small shallow ponds. 1981.

QUEZADA-YAGUACHI, W. E. et al. Comparative evaluation of the regular ovitrap vs an innovated larvitrap for Aedes entomological surveillance in Tapachula. **Advances in Entomology**, v. 10, n. 1, p. 77-84, 2021.

QURESHI, E. M. A.; TABINDA, A. B.; VEHRA, S. The distribution of Aedes aegypti (diptera, culicidae) in eight selected parks of Lahore, using oviposition traps during rainy season. **J. Pak. Med. Assoc**, v. 67, p. 1493-1497, 2017.

RAFIKOV, M.; RAFIKOVA, E.; YANG, H. M. Optimization of the Aedes aegypti control strategies for integrated vector management. **Journal of Applied Mathematics**, v. 2015, n. 1, p. 918194, 2015. ISSN 1687-0042.

RAPLEY, L. et al. A lethal ovitrap-based mass trapping scheme for dengue control in Australia: II. Impact on populations of the mosquito Aedes aegypti. **Medical and veterinary entomology**, v. 23, n. 4, p. 303-316, 2009. ISSN 1365-2915.

RAY, E. L. et al. Infectious disease prediction with kernel conditional density estimation. **Statistics in medicine**, v. 36, n. 30, p. 4908-4929, 2017. ISSN 0277-6715.

REGIS, L. et al. Developing new approaches for detecting and preventing Aedes aegypti population outbreaks: basis for surveillance, alert and control system. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 103, p. 50-59, 2008. ISSN 0074-0276.

REINBOLD-WASSON, D. D.; REISKIND, M. H. Development and validation of a three-dimensional printed multifunctional trap for surveillance of mosquitoes. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 37, n. 2, p. 68-75, 2021. ISSN 8756-971X.

REINHOLD, J. M.; LAZZARI, C. R.; LAHONDÈRE, C. Effects of the environmental temperature on Aedes aegypti and Aedes albopictus mosquitoes: a review. **Insects**, v. 9, n. 4, p. 158, 2018. ISSN 2075-4450.

REISEN, W. K. et al. Population ecology of preimaginal Culex tarsalis (Diptera: Culicidae) in Kern county, California. **Journal of medical entomology**, v. 26, n. 1, p. 10-22, 1989. ISSN 1938-2928.

REITER, P. A standardized procedure for the quantitative surveillance of certain Culex mosquitoes by egg raft collection. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 2, n. 2, p. 219-221, 1986. ISSN 8756-971X.

_____. A revised version of the CDC gravid mosquito trap. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 3, n. 2, p. 325-327, 1987. ISSN 8756-971X.

REITER, P.; AMADOR, M.; COLON, N. Enhancement of the CDC ovitrap with hay infusions for daily monitoring of *Aedes aegypti* populations. **J. Am. Mosq. Control. Assoc.**, v. 7, n. 1, p. 52-55, 1991.

RESENDE, M. C. D. et al. Field optimisation of MosquiTRAP sampling for monitoring *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera: Culicidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 107, n. 3, p. 294-302, 2012. ISSN 0074-0276.

RESENDE, M. C. D. et al. A comparison of larval, ovitrap and MosquiTRAP surveillance for *Aedes (Stegomyia) aegypti*. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 108, n. 8, p. 1024-1030, 2013. ISSN 0074-0276.

RESENDE, M. C. D.; SILVA, I. M. D.; EIRAS, Á. E. Avaliação da operacionalidade da armadilha MosquiTRAP no monitoramento de *Aedes aegypti*. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 19, n. 4, p. 329-338, 2010. ISSN 1679-4974.

REY, J. R. et al. Factors affecting mosquito production from stormwater drains and catch basins in two Florida cities. **Journal of Vector Ecology**, v. 31, n. 2, p. 334-343, 2006. ISSN 1081-1710.

RITCHIE, S. A. Effect of some animal feeds and oviposition substrates on *Aedes* oviposition in ovitraps in Cairns, Australia. **Journal of the American Mosquito Control Association-Mosquito News**, v. 17, n. 3, p. 206-208, 2001. ISSN 8756-971X.

RITCHIE, S. A. et al. Field validation of the Gravid *Aedes* Trap (GAT) for collection of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Journal of medical entomology**, v. 51, n. 1, p. 210-219, 2014.

RITCHIE, S. A. et al. A simple non-powered passive trap for the collection of mosquitoes for arbovirus surveillance. **Journal of medical entomology**, v. 50, n. 1, p. 185-194, 2013. ISSN 1938-2928.

RITCHIE, S. A. et al. A lethal ovitrap-based mass trapping scheme for dengue control in Australia: I. Public acceptability and performance of lethal ovitraps. **Medical and veterinary entomology**, v. 23, n. 4, p. 295-302, 2009. ISSN 1365-2915.

ROSENBLATT, M. Remarks on some nonparametric estimates of a density function. **The annals of mathematical statistics**, p. 832-837, 1956. ISSN 0003-4851.

ROSSI DA SILVA, K. et al. New traps for the capture of *Aedes aegypti* (Linnaeus) and *Aedes albopictus* (Skuse)(Diptera: Culicidae) eggs and adults. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 4, p. e0008813, 2021. ISSN 1935-2735.

RUEDA, L. et al. Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Journal of medical entomology**, v. 27, n. 5, p. 892-898, 1990. ISSN 1938-2928.

RUSSELL, B.; KAY, B.; SHIPTON, W. Survival of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) eggs in surface and subterranean breeding sites during the northern Queensland dry season. **Journal of medical entomology**, v. 38, n. 3, p. 441-445, 2001. ISSN 1938-2928.

SACRAMENTO, R. H. M. et al. Dengue Fever and *Aedes aegypti* in indigenous Brazilians: seroprevalence, risk factors, knowledge and practices. **Tropical Medicine & International Health**, v. 23, n. 6, p. 596-604, 2018. ISSN 1360-2276.

SALEEVAN, A. et al. Surveillance of dengue vector *Aedes aegypti* using infusion baited ovitraps at Ernakulam in Kerala, South India. 2020.

SÁNCHEZ-DÍAZ, E. et al. Oviposition dynamics of *Aedes aegypti* in Central Argentina. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 36, n. 1, p. 43-55, 2022. ISSN 0269-283X.

SANT'ANA, A. L.; ROQUE, R. A.; EIRAS, A. E. Characteristics of grass infusions as oviposition attractants to *Aedes* (*Stegomyia*)(Diptera: Culicidae). **Journal of medical entomology**, v. 43, n. 2, p. 214-220, 2006.

SASMITA, H. I. et al. Ovitrap surveillance of dengue vector mosquitoes in bandung city, west java province, Indonesia. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 15, n. 10, p. e0009896, 2021. ISSN 1935-2735.

SAÚDE, F. N. D. **100 anos de saúde pública: a visão da FUNASA**. Brasília-DF: FUNASA, 2004. 234.

SAÚDE, M. D. **Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* – LIRAA – para Vigilância Entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil**. Brasília-DF: SVS Dept. de Vigilância das Doenças Transmissíveis, 2013. 84.

_____. Assuntos. ***Aedes aegypti***, 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti> >. Acesso em: 06/02/2020.

SAÚDE, M. D.; SAÚDE, S. D. V. E.; EPIDEMIOLOGICA, D. D. V. **Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue**: Ministério da Saúde Brasília 2009.

SCHULTES, O. L. 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. ISSN 1360-2276.

SEDDA, L. et al. The spatial and temporal scales of local dengue virus transmission in natural settings: a retrospective analysis. **Parasites & vectors**, v. 11, p. 1-14, 2018.

SHANNON, R. C. Methods for Collecting and Feeding Mosquitoes in Jungle Yellow Fever Studies. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 1, n. 2, p. 131-140, 1939. ISSN 0002-9637.

SHARP, T. M. et al. Autocidal gravid ovitraps protect humans from chikungunya virus infection by reducing *Aedes aegypti* mosquito populations. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 13, n. 7, p. 1-22, 2019. ISSN 1935-2735.

SIHUINCHA, M. et al. Potential use of pyriproxyfen for control of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Iquitos, Peru. **Journal of medical entomology**, v. 42, n. 4, p. 620-630, 2005. ISSN 1938-2928.

SILVA, C. E.; LIMONGI, J. E. Avaliação comparativa da eficiência de armadilhas para a captura e coleta de *Aedes aegypti* em condições de campo. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 26, p. 241-248, 2018. ISSN 1414-462X.

SILVA, D. M. F. D. et al. Detection of arboviruses in *Aedes aegypti* through transovarian analysis: A study in Goiânia, Goiás. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 57, p. e00400-2023, 2024. ISSN 0037-8682.

SILVA, V. et al. Diversity of oviposition containers and buildings where *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* can be found. **Revista de saúde publica**, v. 40, n. 6, p. 1106-1111, 2006. ISSN 0034-8910.

SILVA, V. C. et al. Estudo comparativo entre larvitampas e ovitampas para avaliação da presença de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) em Campo Grande, Estado do Rio de Janeiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n. 6, p. 730-731, 2009.

SILVERMAN, B. Density estimation for statistics and data analysis. Chapman Hall, 37: 1-22. **Go to original source**, 1986.

SIMÕES, T. C. et al. Modeling the non-stationary climate dependent temporal dynamics of *Aedes aegypti*. **PloS one**, v. 8, n. 8, p. e64773, 2013. ISSN 1932-6203.

SIPPELL, W.; BROWN, A. Studies of the responses of the female *Aedes* mosquito. Part V. The role of visual factors. **Bulletin of Entomological Research**, v. 43, n. 4, p. 567-574, 1953. ISSN 1475-2670.

SITHIPRASASNA, R. et al. Field evaluation of a lethal ovitrap for the control of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand. **Journal of medical entomology**, v. 40, n. 4, p. 455-462, 2003. ISSN 0022-2585.

SOARES, F. A. et al. Study of oviposition behavior of *Aedes aegypti* in two neighborhoods under the influence of semi-arid climate in the municipality of Salinas, State of Minas Gerais, Brazil. **Rev Patol Trop**, v. 44, n. 1, p. 77-88, 2015.

STAPLES, K.; OOSTHUIZEN, J.; LUND, M. Effectiveness of s-methoprene briquets and application method for mosquito control in urban road gullies/catch basins/gully pots in a mediterranean climate: Implications for Ross River virus transmission. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 32, n. 3, p. 203-209, 2016. ISSN 8756-971X.

STEFFLER, L. M. et al. Risk of dengue occurrence based on the capture of gravid *Aedes aegypti* females using MosquiTRAP. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 106, p. 365-367, 2011. ISSN 0074-0276.

STEWART-IBARRA, A. M. et al. Spatiotemporal clustering, climate periodicity, and social-ecological risk factors for dengue during an outbreak in Machala, Ecuador, in 2010. **BMC infectious diseases**, v. 14, p. 1-16, 2014.

STEWART IBARRA, A. M. et al. Dengue vector dynamics (*Aedes aegypti*) influenced by climate and social factors in Ecuador: implications for targeted control. **PloS one**, v. 8, n. 11, p. e78263, 2013. ISSN 1932-6203.

SU, T. et al. Spatial and temporal distribution of mosquitoes in underground storm drain systems in Orange County, California. **Journal of Vector Ecology: Journal of the Society for Vector Ecology**, v. 28, n. 1, p. 79-89, 2003. ISSN 1081-1710.

SUDIA, W.; CHAMBERLAIN, R. Battery-operated light trap, an improved model. **Mosquito news**, v. 22, n. 2, p. 126-129, 1962.

SURVEILLANCE, V. A. P. Armed Forces Pest Management Board
Technical Guide No. 48. p. 112, 2013.

TEIXEIRA, A. F. et al. Simultaneous circulation of Zika, Dengue, and Chikungunya viruses and their vertical co-transmission among *Aedes aegypti*. **Acta Tropica**, v. 215, p. 105819, 2021. ISSN 0001-706X.

TROYO, A. et al. Seasonal profiles of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) larval habitats in an urban area of Costa Rica with a history of mosquito control. **Journal of Vector Ecology**, v. 33, n. 1, p. 76-88, 2008. ISSN 1081-1710.

TSUNODA, T. et al. Oviposition of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* on Ovitraps in Dry and Rainy Seasons in Southern Vietnam. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 37, n. 3, p. 169-171, 2021. ISSN 8756-971X.

TUN-LIN, W. et al. Critical examination of *Aedes aegypti* indices: correlations with abundance. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 54, n. 5, p. 543-547, 1996. ISSN 0002-9637.

VALDEZ, L. D.; SIBONA, G. J.; CONDAT, C. Impact of rainfall on *Aedes aegypti* populations. **Ecological Modelling**, v. 385, p. 96-105, 2018. ISSN 0304-3800.

VEZZANI, D.; VELÁZQUEZ, S. M.; SCHWEIGMANN, N. Seasonal pattern of abundance of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires city, Argentina. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 99, n. 4, p. 351-356, 2004. ISSN 0074-0276.

VILELA, A. P. et al. Dengue virus 3 genotype I in *Aedes aegypti* mosquitoes and eggs, Brazil, 2005-2006. **Emerging infectious diseases**, v. 16, n. 6, p. 989, 2010.

WERMELINGER, E. D.; CARVALHO, R. W. D. Métodos e procedimentos usados no controle do *Aedes aegypti* na bem-sucedida campanha de profilaxia da febre amarela de 1928 e 1929 no Rio de Janeiro. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, p. 837-844, 2016. ISSN 1679-4974.

WHITE, G. B. et al. Terminology of insect repellents. **Insect repellents handbook**, v. 2, p. 3-30, 2015.

WHO. Publications. **Water and sanitation interventions to prevent and control mosquito borne disease: focus on emergencies**, 2024. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789240090644>>. Acesso em: 13/08/2024.

WHO, W. H. O. Health topics, dengue and severe dengue, publications. **Western Pacific regional action plan for dengue prevention and control (2016)**, 2016a. Disponível em: < <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue> >. Acesso em: 08/17/2021.

_____. Home, Publications, Overview. **Vector Surveillance and Control at Ports, Airports, and Ground Crossings**, 2016b. Disponível em: < http://www.who.int/neglected_diseases/news/mosquito_vector_control_response/en/ >. Acesso em: 18 set./2023.

_____. Monitoring and managing insecticide resistance in Aedes mosquito populations. **World Health Organization: Geneva, Switzerland**, v. 16, p. 10665, 2016c.

_____. **Efficacy-testing of traps for control of Aedes spp. mosquito vectors**. World Health Organization. 2018

_____. Global vector control response: progress in planning and implementation. 2020. ISSN 9240007989.

_____. Health topics, dengue and severe dengue, fact sheets. **Dengue and severe dengue**, 2021a. Disponível em: < <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue> >. Acesso em: 08/17/2021.

_____. **Manual for monitoring insecticide resistance in mosquito vectors and selecting appropriate interventions**. World Health Organization, 2022. ISBN 9240051082.

WILLIAMS, C. R. et al. Optimizing ovitrap use for Aedes aegypti in Cairns, Queensland, Australia: effects of some abiotic factors on field efficacy. **Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 22, n. 4, p. 635-640, 2006. ISSN 8756-971X.

WILLIAMS, C. R. et al. Aedes aegypti population sampling using BG-Sentinel traps in north Queensland Australia: statistical considerations for trap deployment and sampling strategy. **Journal of medical entomology**, v. 44, n. 2, p. 345-350, 2007. ISSN 0022-2585.

WONG, J. et al. Linking oviposition site choice to offspring fitness in Aedes aegypti: consequences for targeted larval control of dengue vectors. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 6, n. 5, p. e1632, 2012. ISSN 1935-2735.

WONG, J. et al. Oviposition site selection by the dengue vector Aedes aegypti and its implications for dengue control. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 5, n. 4, p. e1015, 2011. ISSN 1935-2735.

WRIGHT, E. et al. Applicability of the Mexican ovitrap system for Aedes vector surveillance in Colombia. **Pathogens and Global Health**, v. 117, n. 6, p. 554-564, 2023. ISSN 2047-7724.