



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

**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**

**Luiz Henrique Vieira Mota**

Belo Horizonte – Minas Gerais  
Universidade Federal de Minas Gerais

2018

**Avaliação da supressão de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) com a armadilha Gravid *Aedes* Trap em condições de campo no município de Piumhi, Minas Gerais**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Parasitologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre.

Área de concentração: Entomologia

Orientador: Dr. Álvaro Eduardo Eiras (UFMG)

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

Belo Horizonte – Minas Gerais  
Universidade Federal de Minas Gerais

2018



Trabalho realizado no Setor de Zoonoses da Secretaria de Vigilância em Saúde da Prefeitura Municipal de Piumhi, em parceria com o Laboratório de Ecologia Química de Insetos Vetores (LabEQ) do Departamento de Parasitologia do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais, (UFMG), sob a orientação do Professor Dr. Álvaro Eduardo Eiras Ph.D. e Dr. Marcelo Carvalho de Resende Ph.D. com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) com recursos do Ministério da Saúde, CNPq/MCTIC e Capes/MEC.



Agradeço ao programa de Pós-Graduação em Parasitologia do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) pela oportunidade de formação do meu conhecimento, por permitir a transferência de valores não apenas no que diz respeito ao lado profissional dos saberes científicos, mas também no campo da *ética* e *moral* dos seres humanos.

**Luiz Henrique Vieira Mota**

**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.**

---

Dr. Álvaro Eduardo Eiras Ph.D (Orientador)  
**(LabEQ/ICB/UFMG)**

---

Dr. Marcelo Carvalho de Resende Ph.D (Co-orientador)  
**(LabEQ/ICB/UFMG)**

---

Dr. Maurício Roberto Viana Sant'Anna Ph.D  
**(ICB/UFMG)**

---

Dr. Karlos Diogo de Melo Chalegre  
**(DECIT/MS)**

---

Dr. Luciano Andrade Moreira Ph.D  
**(CPRR/FIOCRUZ)**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família, especialmente, minha mãe, Luzia Amélia Mota, minha Irmã, Sheila Cláudia Mota de Oliveira, meu cunhado, Alexandre de Oliveira, e minha sobrinha Julian Mota de Oliveira por terem me apoiado a todo o momento do meu curso.

A minha noiva, Laís Cristina da Silva, pela paciência e, principalmente, por compreender a minha ausência em alguns momentos.

Aos meus orientadores, Dr. Álvaro Eduardo Eiras e Dr. Marcelo Carvalho de Resende, por todas as orientações e ensinamentos transmitidos ao longo deste trabalho, pelo incentivo, paciência e pela contribuição no meu crescimento profissional.

Ao meu amigo e colega de laboratório, Paulo Cezar Demarco Junior, pelo agradável convívio, companheirismo, apoio e momentos de descontração (contribuição de Heraldo, Abel, Gaby, Tristão, Daniel Primo, Daniel Lucas e Igor Silva) durante o curso.

A toda equipe do Laboratório de Ecologia Química de Insetos Vetores (LabEQ) pelos momentos de descontração e aprendizado mútuo que compartilhamos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Parasitologia pelo excelente aprendizado que levarei por toda minha vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Parasitologia da UFMG pela oportunidade.

Aos profissionais do Setor de Endemias do município de Piumhi, Daniel Primo, Daniel Lucas, Igor Silva e Carlos Tristão pela experiência de campo, amizade e pela contribuição na realização deste trabalho.

“O homem não nasce para a morte: o  
homem nasceu para a vida e para a  
imortalidade”

(Ariano Suassuna)

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Casos de dengue entre janeiro de 2018 a fevereiro de 2018. Fonte: CDC, 2018. ... 20
- Figura 2.** Primeiros relatos do vírus zika nas Américas, 2014 (Ilha de Páscoa no Chile), 2015 (Estado de Pernambuco no Brasil) e 2016 (Bolívia). Fonte: (WHO, 2018a). ..... 21
- Figura 3.** Casos prováveis de dengue, chikungunya e febre zika por semana epidemiológica de início de sintomas, Brasil, 2015, 2016 e 2017. Fonte: Ministério da Saúde (2017a). ..... 22
- Figura 4.** Distribuição geográfica dos casos suspeitos de febre amarela notificados, com data de início dos sintomas entre 1º de dezembro de 2016 e 31 de julho de 2017, por município do local provável de infecção e classificação. Fonte: Ministério da Saúde (2017b). ..... 23
- Figura 5.** Distribuição de casos notificados e confirmados de dengue de 2001 a 2016 no município de Piumhi (MG). Fonte: Vigilância em Saúde/Setor de Endemias. .... 24
- Figura 6.** Distribuição de casos confirmados entre 2014 a 2016 por semana epidemiológica de notificação e semanas de experimento em 2016, Piumhi (MG). ..... 24
- Figura 7.** *Aedes aegypti* fêmea em processo de hematofagia ..... 25
- Figura 8.** Armadilha ovitrampa. Foto: Luiz H.V. Mota ..... 29
- Figura 9.** Armadilha larvitrapa no momento da vistoria. Fonte: Funasa, 2001. .... 30
- Figura 10.** Armadilha Mosquitrap. Fonte: Prefeitura de Cubatão. .... 32
- Figura 11.** Armadilha BG-Sentinel. Fonte: <https://www.bg-sentinel.com/> ..... 33
- Figura 12.** Armadilha GAT. Fonte: <https://www.biogents.com/bg-gat/> ..... 35
- Figura 13.** Localização geográfica do município de Piumhi no Estado de Minas Gerais. Fonte: Google Maps 2016. .... 46
- Figura 14.** Localização dos bairros Jardim Santo Antônio (marcador azul); Eliza Leonel; (marcador vermelho) e Lagoa de Trás (marcador verde). Fonte: Google Earth, 2016 - Modificado. .... 47
- Figura 15.** Armadilha 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. .... 48
- Figura 16.** (A). Medidas do cartão adesivo; (B). Atraente sintético. .... 49
- Figura 17.** Montagem da GAT: (A). Fixação da tela pelo anel (1 e 2); colocação do cartão adesivo com o lado inclinado ao centro e introdução do atraente (3 e 4) e colocação do funil (5 e 6); (B) armadilha montada para uso em campo; (C) armadilha montada para transporte até o campo. .... 50

<b>Figura 18.</b> Classificação de quadras e distribuição de armadilhas de monitoramento (P = quadras periféricas, C = quadras centrais).....	52
<b>Figura 19.</b> Linha do tempo das atividades realizadas nos períodos pré-intervenção, intervenção e pós-intervenção do experimento em Piumhi (MG) 2016. ....	54
<b>Figura 20.</b> Etiqueta de identificação de armadilhas de monitoramento. ....	55
<b>Figura 21.</b> Distribuição das armadilhas e numeração de quadras nas áreas experimentais instaladas em três bairros do município de Piumhi (MG) (29/02/2016): <b>A.</b> área Testemunho; <b>B.</b> área 1GAT/imóvel; <b>C.</b> área 2GAT/imóvel. * A quadra 5 da figura 21B foi incorporada da quadra 6 devido a diferença de extensão em relação das demais.....	57
<b>Figura 22.</b> (A) Fêmea de <i>Ae. aegypti</i> capturada em cartão adesivo; (B). Fixação dos cartões adesivos em placas em suporte de acrílico para transporte do material de campo para o laboratório.....	58
<b>Figura 23.</b> Etiqueta de identificação de armadilhas de supressão. ....	58
<b>Figura 24.</b> Distribuição e posição de armadilhas de supressão (quadras de cor azul) e monitoramento (todas as quadras) na área experimental de 1GAT/imóvel instaladas no bairro Jardim Santo Antônio de Piumhi (MG) (29/02/2016).....	60
<b>Figura 25.</b> Distribuição e posição de armadilhas de supressão e monitoramento na área experimental de 2 GAT/imóvel (quadras de cor vermelha). ....	60
<b>Figura 26.</b> Área experimental Testemunho (quadras de cor verde) .....	61
<b>Figura 27.</b> Atividade de bloqueio de transmissão realizada entre as semanas epidemiológicas 10 a 22 de 2016, em Piumhi, MG. (Verde) alcance do raio de 150 metros; (vermelho) caso notificado de dengue: (A). Testemunho; (B). 1GAT/imóvel; (C). 2GAT/imóvel. ....	62
<b>Figura 28.</b> Captura média de fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> ( $\bar{x} \pm$ erro padrão) nos períodos experimentais, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais: A. área Testemunho, B. 1GAT/imóvel e C. 2GAT/imóvel.....	71
<b>Figura 29.</b> Captura de fêmeas de <i>Aedes</i> sp. ( $\bar{x} \pm$ erro padrão) nas quadras periféricas e centrais nos períodos experimentais, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	72
<b>Figura 30.</b> Índice Médio de Fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> no bairro Lagoa de Trás sem instalação de armadilha de supressão, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.....	72
<b>Figura 31.</b> Índice Médio de Fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> no bairro Jardim Santo Antônio com instalação de 1GAT/imóvel, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.....	73
<b>Figura 32.</b> Índice Médio de Fêmeas (IMFA) de <i>Ae. aegypti</i> no bairro Eliza Leonel com instalação de 2GAT/imóvel, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.....	74
<b>Figura 33.</b> Índice Médio de Fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> nas quadras centrais em função dos tratamentos, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.....	75

<b>Figura 34.</b> Índice Médio de Fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> ( $\pm$ erro padrão) das quadras centrais e periféricas em função dos períodos, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	76
<b>Figura 35.</b> Dados meteorológicos registrados no período de fevereiro a maio de 2016, Piumhi (MG). Fonte: INMET, SAAE.....	78
<b>Figura 36.</b> Tipos de recipientes com presença de larvas e ou pupas de <i>Aede aegypti</i> identificados no Levantamento de Índice Rápido de Aedes no ano de 2016, no município de Piumhi, Minas Gerais. Fonte: SVS/SES/PM Piumhi. ....	81
<b>Figura 37.</b> Cobertura de aplicação espacial de adulticidas ( $\downarrow$ ) nas quadras periféricas (P) e centrais (C) nos tratamentos, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	82
<b>Figura 38.</b> Casos notificados e confirmados de dengue durante as semanas epidemiológicas 10 a 22 de 2014 a 2016 no município de Piumhi, Minas Gerais. Fonte: Prefeitura Municipal de Piumhi/Setor de Endemias.....	83
<b>Figura 39.</b> Curva da dissociação temperatura-dependente do Syber-Green mostrando a especificidade da amplificação dos genes. A linha vermelha indica o controle negativo, linha amarela controle positivo e linha verde amostra positiva para zika vírus (ZIKV), para fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> , fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	85
<b>Figura 40.</b> Positividade de detecção viral ( $\downarrow$ ) e cobertura das atividades de bloqueio de transmissão ( $\downarrow$ ) durante as semanas nos tratamentos com 1GAT/imóvel, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	87
<b>Figura 41.</b> Positividade de detecção viral ( $\downarrow$ ) e cobertura das atividades de bloqueio de transmissão ( $\downarrow$ ) durante as semanas no tratamento com 2GAT/imóvel, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	88
<b>Figura 42.</b> Comparativo do total de fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> capturadas nas áreas de supressão e variação do indicador IMFA por semana epidemiológica: A. Testemunho; B. 1GAT; e C. 2GAT, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	90

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Indicadores entomológicos utilizados no monitoramento de culicídeos de importância médica.....	28
<b>Tabela 2.</b> Cronograma de minicurso realizado pela equipe técnica para ACE's do setor de endemias do município para realização das vistorias das armadilhas em campo, Piumhi (MG). .....	51
<b>Tabela 3.</b> Identificação das armadilhas de monitoramento instaladas em três bairros do município de Piumhi (MG) (29/02/2016).....	56
<b>Tabela 4.</b> Cronograma de leitura das armadilhas de monitoramento instaladas em três bairros (áreas) do município de Piumhi (MG) (29/02/2016).....	56
<b>Tabela 5.</b> Classificação de imóveis e cobertura de instalação das armadilhas de supressão área experimental 1GAT/imóvel no município de Piumhi (MG) (2016). .....	59
<b>Tabela 6.</b> Classificação de imóveis e cobertura de instalação das armadilhas de supressão área experimental 2GAT/imóvel no município de Piumhi (MG) (2016). .....	59
<b>Tabela 7.</b> Atividade de ciclos de tratamentos preconizados pelo PNCD durante as semanas 10 a 22 de 2016 durante o experimento nas áreas experimentais, em Piumhi (MG). .....	61
<b>Tabela 8.</b> Quadras tratadas na atividade de bloqueio de transmissão realizada entre as semanas epidemiológicas 10 a 22 de 2016, em Piumhi, MG. ....	63
<b>Tabela 9.</b> Oligonucleotídeos usados para detecção do material genético de dengue e zika vírus. ....	64
<b>Tabela 10.</b> Teste de normalidade das áreas experimentais com fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> capturadas em GAT de monitoramento: comparação entre tratamentos, áreas e períodos entre as semanas epidemiológicas 10 a 22 de 2016, em Piumhi, MG. ....	66
<b>Tabela 11.</b> Média ( $\pm$ Erro Padrão) de mosquitos capturados em GAT de monitoramento por área experimental durante o monitoramento nas três áreas experimentais, no período de fevereiro a maio de 2016, Piumhi (MG). ....	68
<b>Tabela 12.</b> Média ( $\pm$ Erro Padrão) do total de mosquitos capturados em GAT de monitoramento nas três áreas experimentais, no período de fevereiro a maio de 2016, Piumhi (MG).....	68
<b>Tabela 13.</b> Diferença significativa entre as capturas das espécies de mosquito por tratamento. ....	69
<b>Tabela 14.</b> Total de culicídeos capturados por espécie e sexo nas armadilhas de monitoramento das três áreas experimentais, no período de fevereiro a maio de 2016, Piumhi (MG).....	69
<b>Tabela 15.</b> Índice de Positividade da GAT para <i>Ae. aegypti</i> nas quadras centrais e periféricas em função dos períodos, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	77

<b>Tabela 16.</b> Correlação das variáveis climáticas e o indicador IMFA fornecido pela armadilha GAT, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	79
<b>Tabela 17.</b> Correlação da variável precipitação (Barrera, Amador, Acevedo, Hemme, et al.) com o indicador IMFA fornecido pela armadilha GAT com defasagem de tempo, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	80
<b>Tabela 18.</b> Notificação de casos de dengue nas áreas experimentais de 2014, 2015 e 2016 no município de Piumhi, Minas Gerais. ....	84
<b>Tabela 19.</b> Taxa de infecção mínima (MIR) e tratamentos com amostras de <i>Ae. aegypti</i> positivas para zika vírus, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	86
<b>Tabela 20.</b> Porcentagem de Culicídeos capturados nas armadilhas GAT de supressão, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	88
<b>Tabela 21.</b> Total de Culicídeos capturados nas armadilhas GAT de supressão em função dos tratamentos, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	89
<b>Tabela 22.</b> Mosquitos capturados (soma, média, erro padrão EP e máx-min), em GAT no período de supressão massal em Piumhi (MG). ....	89
<b>Tabela 23.</b> Captura média quinzenal de fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> por quadra na área de supressão (média $\pm$ erro padrão), fevereiro a maio de 2016, Piumhi (MG). ....	91
<b>Tabela 24.</b> Comparação do indicador IMFA no período inicial (I) e final (F) das áreas experimentais (Teste de Mann-Whitney, $p = 0,05$ ), fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais. ....	92

## 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
EMV	Encefalite Marray Valley
EP	Erro Padrão
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GAT	Gravid Trap Aedes
IMFA	Índice Médio de Fêmeas de Aedes
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPG	Índice de Positividade da GAT
JSA	Jardim Santo Antônio
KUN	Kunjin
LIRAA	Levantamento Rápido do Índice de Infestação por <i>Aedes aegypti</i>
LT	Lagoa de Trás
MIR	Minimum Infection Rate
MQT	MosquiTrap
MS	Ministério da Saúde
OL	Ovitrapas Letais
OLB	Ovitrapas Letais Biodegradáveis
OMS	Organização Mundial da Saúde
PE	Ponto Estratégico

PAHO	Pan American Health Organization
PEAa	Programa de Erradicação do <i>Aedes aegypti</i>
PNCD	Programa Nacional de Controle da Dengue
PSF	Programa de Saúde da Família
RT-PCR	Real Time Polymerase chain reaction
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
VEEV	Vírus da Encefalite Equina Venezuelana
ZIKV	Zika Vírus

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>19</b>
1.1. Importância médica do <i>Ae. aegypti</i> .....	20
1.2. Biologia do <i>Ae. aegypti</i> .....	25
1.3. Monitoramento de <i>Ae. aegypti</i> no Brasil.....	27
1.3.1. Fases imaturas .....	27
1.3.2. Fase adulta.....	31
1.4. Detecção viral em culicídeos capturados por armadilhas .....	35
1.5. Controle de <i>Ae. aegypti</i> .....	36
1.5.1. Controle Físico .....	38
1.5.2. Controle Químico.....	39
1.5.3. Controle Biológico .....	40
1.5.4. Controle por armadilhas em coleta massal.....	41
<b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>43</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>45</b>
3.1. Objetivo Geral .....	45
3.2. Objetivos específicos.....	45
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>46</b>
4.1. Parcerias interinstitucionais.....	46
4.2. Caracterização da área de estudo.....	46
4.3. Armadilha usada nos experimentos.....	48
4.4. Metodologia.....	51
4.4.1. Desenho metodológico .....	51
4.4.2. Atividades desenvolvidas .....	55
4.5. Atividades do PNCD nas áreas experimentais .....	61

4.6.	Identificação das espécies de mosquitos capturados nas armadilhas .....	63
4.7.	Extração e purificação do RNA viral .....	64
4.7.1.	PCR em tempo real empregando a enzima Transcriptase Reversa (RT-PCR) .....	64
4.8.	Parâmetros avaliados .....	65
4.9.	Dados meteorológicos .....	65
4.10.	Análise estatística .....	65
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>67</b>
5.1.	Monitoramento .....	67
5.1.1.	Captura de Culicídeos .....	67
5.1.2.	Indicadores entomológicos.....	70
5.1.3.	Variáveis climáticas .....	78
5.1.4.	Levantamento Rápido de Índices para <i>Ae. aegypti</i> (LIRAA) no município .....	80
5.1.5.	Atividades de controle de adultos no município de Piumhi.....	81
5.1.7.	Análise viral através de RT-PCR em Culicídeos adultos.....	84
5.2.	Captura de Culicídeos nas áreas de supressão.....	88
5.2.1	Média de captura de <i>Ae. aegypti</i> nas áreas de supressão .....	91
<b>6.</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>92</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>100</b>
<b>8.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>101</b>
<b>9.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO I</b>	<b>Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO II</b>	<b>Folder de informações .....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO III</b>	<b>Modelo Planilha de Monitoramento .....</b>	<b>113</b>

## RESUMO

Novas metodologias de controle de mosquitos vetores se faz necessário diante dos recentes surtos e reemergências de arboviroses. Entre os métodos de controle de mosquitos adultos, o uso de armadilhas tem sido avaliado em vários países com resultados promissores, inclusive no Brasil. Recentemente, a armadilha GAT (do inglês “*Gravid Aedes Trap*”) foi desenvolvida e vem sendo utilizada em vários países como uma nova ferramenta para o monitoramento de adultos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. O presente estudo teve o objetivo de avaliar, pela primeira vez, a armadilha GAT em condições de campo como ferramenta de supressão de fêmeas de *Aedes aegypti* por meio da coleta massal. O experimento foi realizado em três áreas experimentais do município de Piumhi (MG), durante as semanas epidemiológicas 10 a 22 de 2016. Cada área consistiu de 25 quadras que foram monitoradas durante todo o estudo pela armadilha GAT. As três áreas foram monitoradas pela armadilha GAT e os tratamentos consistiram de testemunho (sem armadilha), 1GAT/imóvel e 2GAT/imóvel. Foram utilizados os indicadores entomológicos IMFA (Índice Médio de Fêmeas de Aedes) e IPG (Índice de Positividade da GAT) para avaliar o efeito da coleta massal. O experimento consistiu em avaliar os indicadores entomológicos durante os períodos de pré-intervenção (sem armadilha), intervenção (uso de armadilhas para coleta massal) e pós-intervenção (remoção das armadilhas). Os resultados demonstraram a especificidade da armadilha GAT em captura fêmeas de *Ae. aegypti*, pois do total de culicídeos capturados, a maior abundância foi de *Ae. aegypti* (81,5%) em relação a *Ae. albopictus* (3,2%) e *Culex* sp. (15,3%), 98,6% dos culicídeos foram fêmeas e apenas 1,4% machos. Observou-se que as áreas de supressão (1 ou 2GAT/imóvel) reduziram os indicadores entomológicos significativamente, durante o período intervenção e pós-intervenção. Houve um efeito com as variáveis climáticas, no qual a correlação significativa foi positiva para temperatura e negativa para precipitação com defasagem de uma semana das áreas com 1 e 2GAT/imóvel. O presente trabalho demonstrou, pela primeira vez, a presença do zika vírus em Piumhi, por meio da detecção de mosquitos infectados com ZIKV coletados na armadilha GAT nas áreas de coleta massal que não foram notificados casos humanos no SINAN do município. Os resultados recomendam futuros estudos para verificar a possibilidade da coleta massal de fêmeas de *Ae. aegypti* ter evitado casos de zika vírus. Concluímos que a armadilha GAT é uma ferramenta que poderá ser usada em programas de controle de *Ae. aegypti*, porém futuros estudos devem ser conduzidos em vários municípios em condições diversas para avaliar a eficácia da GAT como ferramenta de supressão massal no controle e prevenção de arboviroses transmitidas por *Ae. aegypti*.

Palavras-chave: Armadilha GAT, supressão massal e *Aedes aegypti*

## ABSTRACT

New methodologies for vector control are essential to prevent recent outbreaks and reemergence of arboviruses transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. Among adult mosquito control methods, the use of adult mosquito traps has been evaluated in several countries with promising results, including Brazil. Recently, the Gravid Aedes Trap (GAT) has been developed and used in several countries as a new tool for the monitoring of adults of *Aedes*. The present study aimed to evaluate for the first time, the GAT as a tool to suppress *Aedes aegypti* females in field conditions by mass trapping. The experiment was carried out in three experimental areas of Piumhi city (MG) during the epidemiological weeks of 10-22 of 2016. Each area consisted of 25 blocks that were monitored throughout the study by the 1 GAT per block. The treatments consisted of control (no trap), 1GAT/property and 2GAT/property. The entomological indices MAFI (Mean of Aedes Females Index) and GPI (GAT Positivity Index) were used to evaluate the effect of mass trapping. The experiment consisted of evaluating the entomological indices during the periods of pre-intervention (no trap), intervention (use of traps for mass collection) and post intervention (removal of mass trapping). The results showed that from the total of mosquitoes caught, the greatest abundant specie was *Ae. aegypti* (81.5%), compared with *Ae. albopictus* (3.2%) and *Culex* sp. (15.3%), whereas the sex ratio was 98.6% females and only 1.4% males. Thus, these results showed the specificity of the GAT trap in trapping female *Ae. aegypti*. It was observed that the entomological indices were significantly reduced during the intervention and post intervention period in mass trapping areas (1 or 2GAT/property). There was a positive correlation for temperature and negative for precipitation with a one-week lag of the mass trapping areas with 1 and 2GAT/property. This work reports for the first time the presence of the zika virus in the Piumhi city, but through infected mosquitoes caught by GAT trap specially in the mass trapping areas. We conclude that the GAT trap is a tool that can be used in control programs *Ae. aegypti* by mass trapping. However, future studies should be conducted in several municipalities under diverse conditions to evaluate if that mass trapping by GAT can control and prevent arboviruses transmission by *Ae. aegypti*.

Key words: GAT trap, suppress in mass, and *Aedes aegypti*.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Diversos fatores como crescimento urbano desordenado, mudanças climáticas e alterações no ambiente colaboram com a propagação e emergência de arboviroses como dengue, chikungunya e zika. A falta de uma vacina eficaz e antivirais efetivos faz do monitoramento e controle vetorial os métodos mais adequados e eficientes no combate das arboviroses (Lima-Camara, 2016).

Novas tecnologias para o controle do *Aedes aegypti* têm sido avaliadas no Brasil, entre elas ressaltamos a liberação de *Ae. aegypti* infectado com a bactéria *Wolbachia*, mosquitos geneticamente modificados e machos estéreis. No entanto, tais metodologias requerem estudos e testes em campo para comprovar sua eficácia (Wermelinger *et al.*, 2014).

O monitoramento de vetores é essencial em um programa de controle, o qual pode ser realizado em todas as fases do ciclo de vida do *Aedes*. Na fase de ovo, é usada a armadilha ovitrampa e nas fases larval e pupal, a larvitrapa (Funasa, 2001; Saúde *et al.*, 2009). O monitoramento de *Aedes* spp. na fase adulta pode ser feito por armadilhas ativas, que necessitam do uso de energia, e armadilhas passivas que dispõem de uma fonte de energia (Eiras e Resende, 2009; Barrera *et al.*, 2014; Eiras *et al.*, 2014). O monitoramento na fase adulta dos mosquitos, geralmente, utiliza estímulos visuais e olfativos para atrair, principalmente, fêmeas grávidas de *Aedes* spp. que buscam os criadouros para a oviposição (Eiras *et al.*, 2014).

Em 2016, o Grupo Consultivo de Controle de Vetores da Organização Mundial da Saúde (OMS) apontou potenciais métodos de controle de vetores para combater a epidemia de zika vírus, entre eles o controle por armadilhas. No entanto, ressaltou a necessidade de avaliações sobre questões operacionais como viabilidade, custo, sustentabilidade, operacionalidade em longo prazo e aceitação pela comunidade (WHO, 2017c).

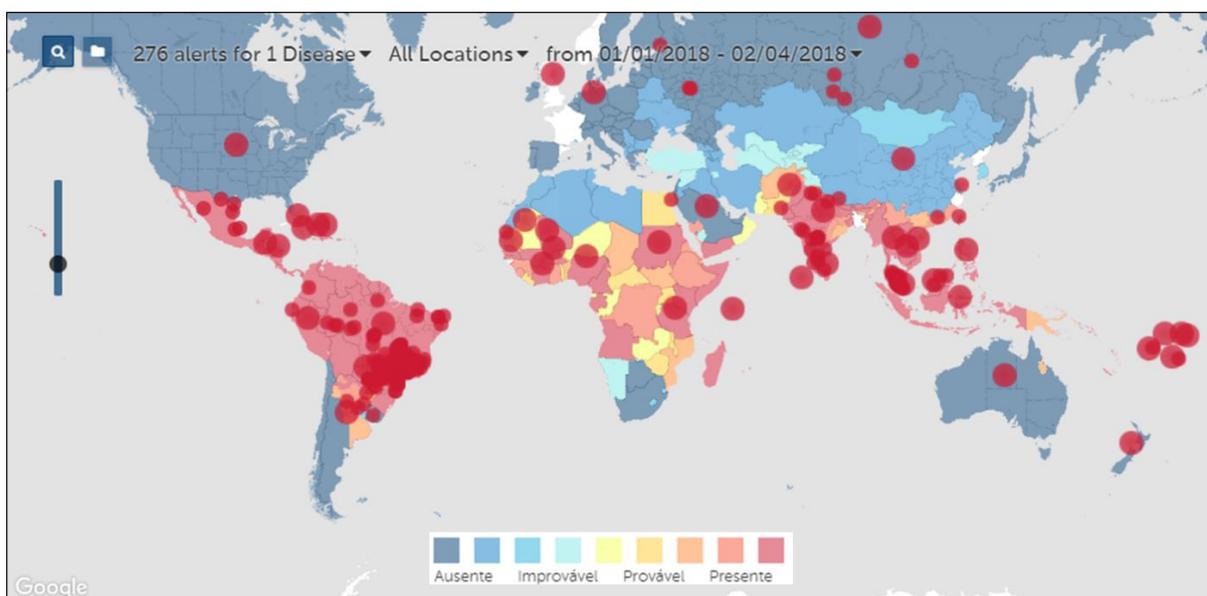
A armadilha GAT (do inglês “*Gravid Aedes Trap*”) apresenta vantagens em comparação com outros tipos de armadilhas para adultos, tais como: não necessita de CO<sub>2</sub> e de fonte luminosa, pode ser associada com atraentes naturais como infusão de gramíneas e pode utilizar mecanismos variados para retenção dos mosquitos adultos como cartão adesivo, óleo de canola, inseticida aerossol e telas impregnadas com inseticidas piretroides (Heringer *et al.*, 2016).

O presente estudo teve o objetivo de avaliar a armadilha GAT como ferramenta de supressão de *Ae. aegypti* em condições de campo.

### 1.1. Importância médica do *Ae. aegypti*

O *Ae. aegypti* é considerado o principal transmissor do Dengue vírus (DENV) no mundo, sobretudo nas Américas, o mosquito possui a capacidade de transmitir outras arboviroses como: encefalite equina venezuelana, mayaro, febre amarela, chikungunya e zika (Forattini, 2002; WHO, 2016).

A Dengue, atualmente, é um dos maiores problemas de saúde pública de todo o mundo (Figura 1) colocando metade da população mundial sob o risco de contaminação. Nos últimos 50 anos, houve um aumento da incidência da dengue em mais de 30 vezes e 50 a 100 milhões de pessoas são infectadas em mais de 100 países (WHO, 2018b).



**Figura 1.** Casos de dengue entre janeiro de 2018 a fevereiro de 2018. Fonte: CDC, 2018.

O primeiro relato do vírus Chikungunya (CHIKV) foi na Tanzânia, em 1952. É um vírus de RNA do gênero alfavírus da família Togaviridae. O nome “Chikungunya” tem sua origem na língua maconde que significa “aquele que se dobra” ou “torcido” devido ao quadro clínico dos doentes com aspecto curvado pela artralgia. Os primeiros registros de casos de Chikungunya no continente Americano ocorreram em 2014 e, em 2015, no Brasil, onde foram notificados 693.489 casos e confirmados 37.480 casos (WHO, 2018b).

O zika vírus é um flavivírus que foi descrito em Uganda, no ano de 1947, durante um estudo sobre febre amarela em macacos, posteriormente em humanos, no ano de 1952, novamente em Uganda e Tanzânia. Casos de zika foram relatados nas décadas de 60 a 80 no continente africano e asiático, em 2007, ocorreu um surto de grandes proporções na ilha de Yap

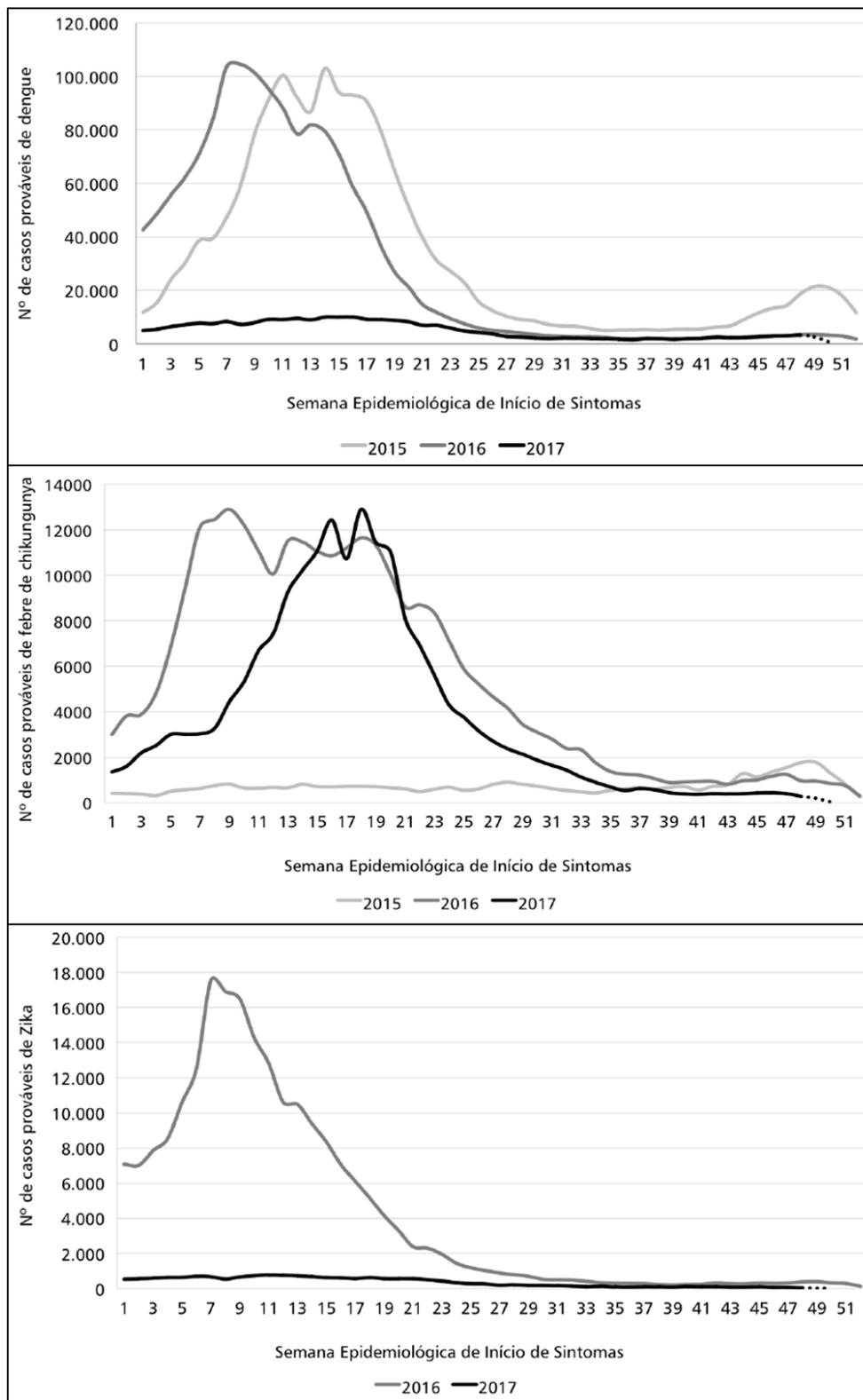
na Micronésia. Em abril de 2015, foram registrados os primeiros casos de zika no Brasil, estudos dessas notificações associaram o vírus com o aumento da incidência da microcefalia e a síndrome de Guillain-Barré (Figura 2) (WHO, 2018a).



**Figura 2.** Primeiros relatos do vírus zika nas Américas, 2014 (Ilha de Páscoa no Chile), 2015 (Estado de Pernambuco no Brasil) e 2016 (Bolívia). Fonte: (WHO, 2018a).

Fatores relacionados aos sinais e sintomas de febre zika configuram um problema na epidemiologia da arbovirose, visto que a notificação e o encerramento dos casos são dificultados devido à grande quantidade de casos clínicos leves e principalmente assintomáticos, ocasionando aumento de subnotificação e propagação de forma silenciosa (Duffy et al., 2009) configurando um problema na vigilância epidemiológica em detectar precocemente a doença, principalmente para gestantes devido à associação da arbovirose com casos de aborto e nascituros com quadros clínicos de microcefalia ocorridos no estado de Pernambuco (Oliveira et al., 2016).

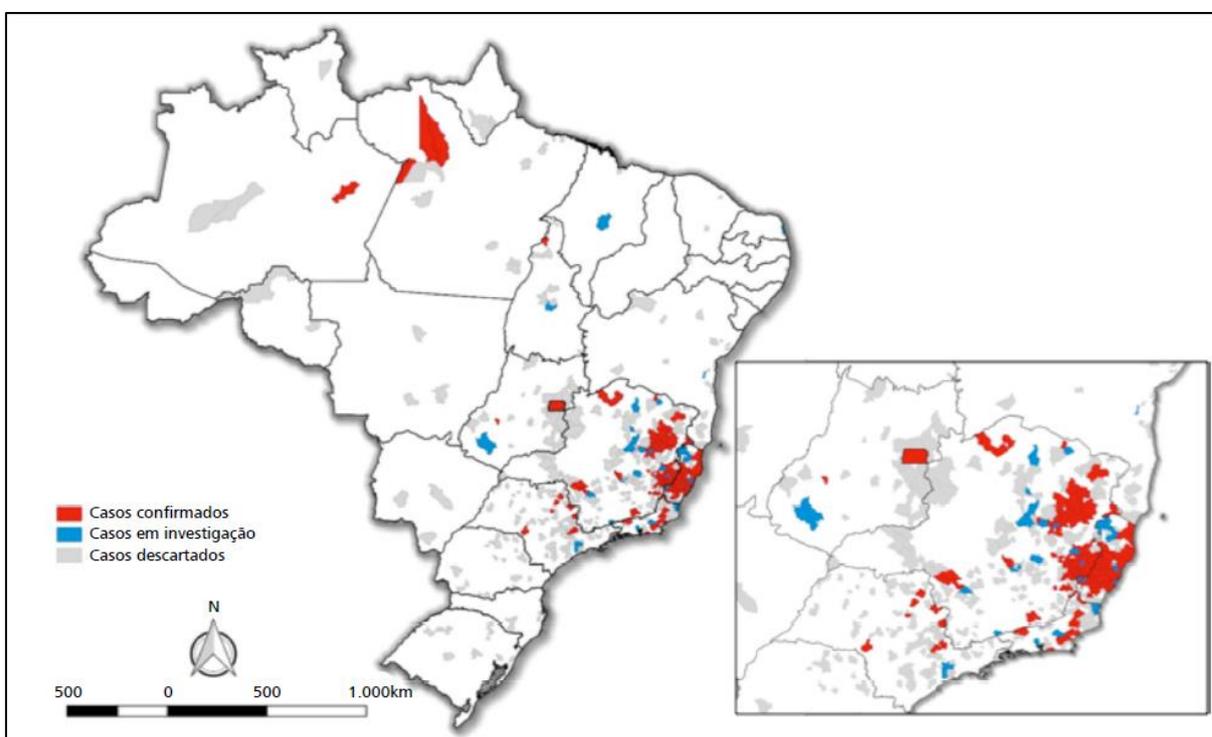
Doenças transmitidas pelo *Ae. aegypti* como dengue, chikungunya e febre zika são arboviroses de notificação compulsória no Brasil. A febre zika foi acrescentada recentemente à lista Nacional de Notificação Compulsória devido à sua introdução no país. Em 2016, foram notificados 1.483.623 casos de dengue, 277.882 casos de chikungunya e 216.207 casos de febre zika e, em 2017, até a semana, 50 notificados 249.056, 185.605 e 17.338 casos de dengue, chikungunya e febre zika, respectivamente no Brasil (Figura 3) (MS, 2017a).



**Figura 3.** Casos prováveis de dengue, chikungunya e febre zika por semana epidemiológica de início de sintomas, Brasil, 2015, 2016 e 2017. Fonte: Ministério da Saúde (2017a).

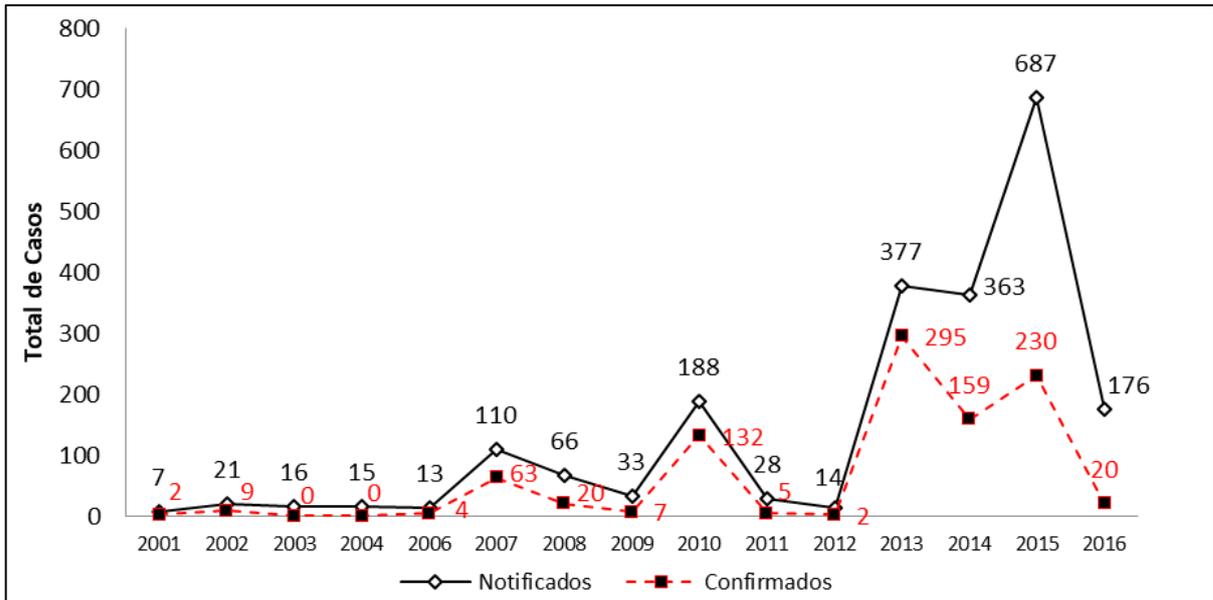
A febre amarela é uma arbovirose que apresenta dois ciclos de transmissão, (i) ciclo silvestre e (ii) ciclo urbano em que o *Ae. aegypti* é a espécie vetora. Os últimos registros de transmissão no ciclo urbano no Brasil ocorreram, em 1942, no estado do Acre. Devido à

expansão da área de circulação viral por epizootias para regiões Sudeste e Sul do Brasil, foram ampliadas ações de prevenção e controle, com o objetivo de reduzir a incidência da arbovirose e impedir sua reintrodução no meio urbano. Em 2016, a arbovirose emergiu nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e Rio de Janeiro, considerado o maior surto nas últimas décadas (Figura 4). Entre as atividades desenvolvidas pelo MS no combate à arbovirose, além da vacinação, o monitoramento e controle vetorial também devem ser realizados em áreas com casos humanos e/ou epizootias com suspeita ou confirmada de febre amarela. No período de surto, foram notificados 3.564 casos, destes, 777 foram confirmados, principalmente, em Minas Gerais (456 casos) e Espírito Santo (252 casos) (MS, 2017b).



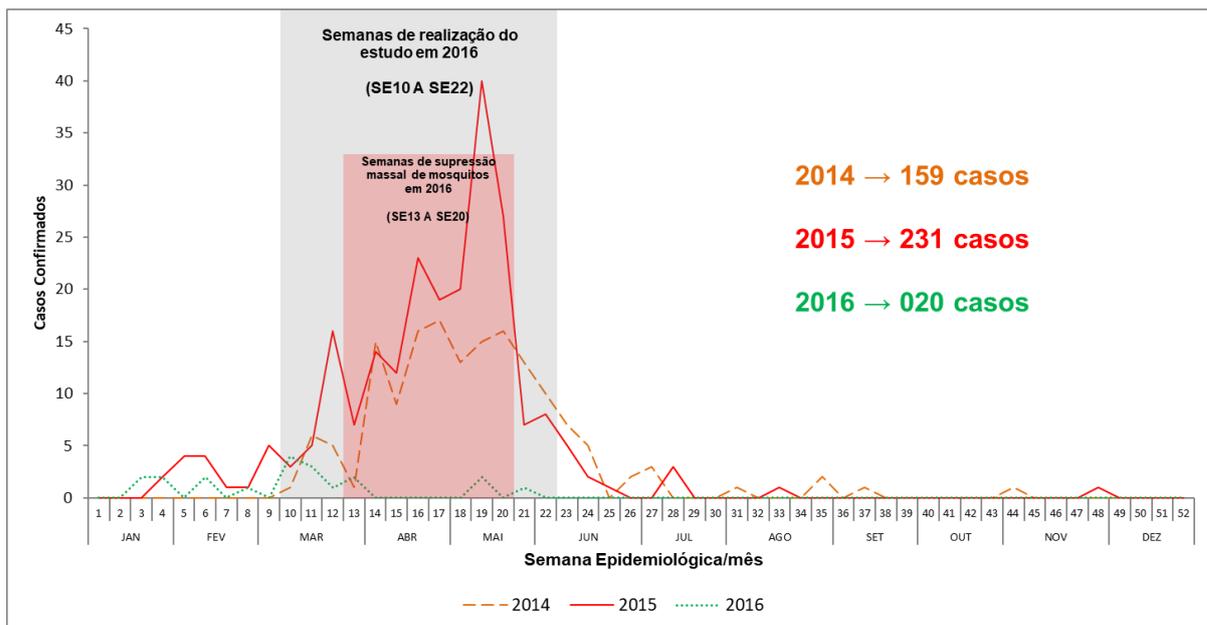
**Figura 4.** Distribuição geográfica dos casos suspeitos de febre amarela notificados, com data de início dos sintomas entre 1º de dezembro de 2016 e 31 de julho de 2017, por município do local provável de infecção e classificação. Fonte: Ministério da Saúde (2017b).

A arbovirose de maior ocorrência no município de Piumhi (MG) e única registrada até a data de produção deste trabalho é a dengue. A Vigilância em Saúde/Setor de Endemias do município tem dados epidemiológicos registrados desde o ano de 2001. Nesse período, ocorreram quatro grandes epidemias, 2010 (132 casos), 2013, 2014 e 2015 com 295, 159 e 230 casos confirmados, respectivamente (Figura 5).



**Figura 5.** Distribuição de casos notificados e confirmados de dengue de 2001 a 2016 no município de Piumhi (MG). Fonte: Vigilância em Saúde/Setor de Endemias.

As semanas de maior importância epidemiológica no município onde ocorre a maior parte dos casos confirmados de dengue estão entre as semanas 14 e 21, pertencentes aos meses de abril e maio. Em 2016 os testes de campo ocorreram entre as semanas 10 a 22, no entanto, o intervalo entre as semanas 13 a 20 ocorreram a introdução de armadilhas de supressão no município (Figura 6).



**Figura 6.** Distribuição de casos confirmados entre 2014 a 2016 por semana epidemiológica de notificação e semanas de experimento em 2016, Piumhi (MG).

Fonte: Vigilância em Saúde/Setor de Endemias.

No município de Piumhi não ocorreram casos notificados e confirmados de ZIKV, apenas em municípios da mesma regional de saúde, como ocorrido em Passos e Itamogi (MG).

## 1.2. Biologia do *Ae. aegypti*

Pertencente à família Culicidae e à ordem Diptera, o gênero *Aedes* compreende 439 espécies atualmente catalogadas (Harbach e Howard, 2007), é considerado um dos principais gêneros de dípteros causadores de doenças (Cimerman e Cimerman, 2002). Desenvolvem-se através de metamorfose completa (holometabolos) e o ciclo de vida compreende quatro fases: ovo, larva (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>), pupa e adulto. A oviposição nas espécies do gênero *Aedes* pode variar de 50 a 500 ovos que, dependendo da espécie, pode ser realizada diretamente na superfície da água, nas laterais de criadouros, isolados ou aglomerados (Forattini, 2002).

O *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) (Figura 7) é originário do Velho Mundo e foi relatado, primeiramente, no antigo Egito. Possui hábitos domiciliares, urbanos e, devido à sua antropofilia marcante, dispersou pelos continentes auxiliado pela atividade humana de forma passiva, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais (Consoli e Oliveira, 1994). A dispersão passiva ocorre quando o organismo se desloca transportado mecanicamente por outro indivíduo, conseguindo colonizar novas áreas (Peroni e Hernández, 2011).



**Figura 7.** *Aedes aegypti* fêmea em processo de hematofagia

Fonte: <http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/galeria/galeria.html>

O mosquito *Ae. aegypti* apresenta aspectos morfológicos como o corpo rajado e escuro quando adulto, mesclado de branco nas suas articulações e abdômen, com um desenho prateado

em forma de lira no mesonoto. O ciclo biológico de ovo a adulto em condições ideais tem duração que pode variar entre 7 a 10 dias e, depois da emergência dos adultos, os machos, após um período de um a três dias, estarão aptos para acasalarem com as fêmeas. As fêmeas logo procuram um hospedeiro para o repasto sanguíneo para o processo de amadurecimento dos ovos e depois realizar a postura (Rey, 2008). Vivem cerca de 30 dias em condições ideais de temperatura e umidade (Freitas e Sylvestre, 2013).

A dispersão através do voo para o *Ae. aegypti* normalmente não alcança grandes distâncias ficando restrita à presença de criadouros. Em locais com criadouros dentro das residências, o vetor tem uma dispersão reduzida entre 10 a 30 metros do criadouro de origem e indivíduos adultos se agrupam, na maioria das vezes, nesse intervalo de distância (Getis *et al.*, 2003). As fêmeas grávidas em busca de criadouros podem dispersar ativamente a distâncias maiores e a literatura relata a distância de dispersão, normalmente, variando entre 200 a 500 metros, podendo ocorrer deslocamentos superiores a 700 metros por dia (Forattini, 2002; Neves, 2009; Neves e Filippis, 2014; Eiras, 2016).

Dentre os fatores que influenciam as fêmeas de *Ae. aegypti* a selecionarem os locais para oviposição estão os criadouros de grandes proporções, escuros e contendo formas imaturas. As fêmeas de *Ae. aegypti* podem apresentar diferentes comportamentos de oviposição, colocando a maioria dos ovos em um único local ou espalhando em pequenas quantidades em vários criadouros. A oviposição em local com condições ideais pode ser vantajoso para a espécie em períodos, nos quais não há oferta de criadouros temporários como nas estações secas, ao contrário do que acontece nas estações chuvosas quando predomina uma oviposição em vários criadouros (Abreu *et al.*, 2015).

Dentro das estratégias de sobrevivência da espécie, está a resistência à dessecação do ovo ocorrendo o fenômeno de diapausa embrionária por longos períodos, além da característica de realizar sua oviposição de forma isolada em diferentes recipientes. Fêmeas de *Ae. aegypti* ovipõem pequenos grupos de ovos em um mesmo ciclo gonadotrófico em vários depósitos, comportamento conhecido como “oviposição em salto”, o que torna as ações de controle vetorial mais difíceis de serem realizadas (Santos, 2008). O comportamento de oviposição nas laterais dos recipientes, acima do nível da água, é uma estratégia de sobrevivência da espécie, é vantajoso eclodir os ovos no período propício, ao contrário, quando ovipõem diretamente na água, a estratégia é eficaz em período de estiagem, quando os mosquitos não dependem de chuva (Abreu *et al.*, 2015).

### **1.3. Monitoramento de *Ae. aegypti* no Brasil.**

A vigilância entomológica de *Ae. aegypti* tem o objetivo de monitorar e avaliar a presença do vetor, a sazonalidade das espécies visando a mensurar a flutuação vetorial em um período de tempo, tendo grande importância no planejamento das ações voltadas para o controle. Vários métodos de monitoramento podem ser empregados na vigilância do *Ae. aegypti*, porém a escolha da metodologia deve considerar questões como tipos de indicadores entomológicos (Tabela 1), custo e recursos humanos (WHO, 2017a).

#### **1.3.1. Fases imaturas**

O monitoramento pode ser realizado em qualquer fase do ciclo de vida (ovo, larva, pupa e adulto). A metodologia por pesquisa larvária é a mais utilizada pelos programas de controle de *Ae. aegypti*, que consiste da inspeção de recipientes com água e coleta de amostras de larvas e pupas para identificação das espécies em uma unidade laboratorial. A partir dos dados entomológicos, serão calculados os indicadores para classificação dos bairros ou municípios quanto ao risco de transmissão das arboviroses transmitidas por *Ae. aegypti* (Gomes, 1998; Saúde, 2009).

**Tabela 1.** Indicadores entomológicos utilizados no monitoramento de culicídeos de importância médica.

<b>Fase</b>	<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Referências</b>
<b>Ovo</b>	Índice Positividade de ovitrampa (IPO)	% de ovitrampas positivas em relação ao total de vistoriadas.	Fay & Perry 1965
	Índice de Densidade de Ovo (IDO)	Média de ovos de <i>Aedes</i> spp. por ovitrampa positiva.	Gomes, 1998
	Índice de Densidade Vetorial (IDV)	Média de ovos de <i>Aedes</i> spp. por ovitrampa vistoriada.	Eiras & Resende, 2009
<b>Larva</b>	Índice de Edifício (IE)	% de edifícios positivos para fase larval.	Connor & Monroe, 1923
	Índice de Recipiente (IR)	% de recipientes com água positivos para larvas.	Connor & Monroe, 1923
	Índice de Breteau (IB)	% de recipientes positivos com larvas por imóvel.	Breteau, 1954
	Índice de Densidade Larvária (IDL)	Número médio de larvas por imóvel.	Chan et al., 1971
	Índice Estegômico (IE)	Número de recipientes positivos por 1.000 pessoas.	Bang et al., 1981
	Índice de Densidade Larvária de Stegomia (IDLS)	Número de larvas de <i>Aedes</i> spp. Por 1.000 habitantes área.	Lok, 1985
	Índice de Densidade da Larvitrapa (IDL <sub>a</sub> )	Média do número de larvas por larvitrapa positiva.	Lok, 1985
<b>Pupa</b>	Índice pupal (IPu)	Número de pupas por 100 imóveis.	Lok, 1985
	Índice de produtividade de adulto (IPA)	Produtos do número de criadouros positivos e a média de pupas encontradas.	Tun-Lin, 1996
<b>Adulto</b>	Índice da taxa de picada (ITP)	Número de fêmeas coletadas por homem/hora.	Reisen, 1989
	Índice de Densidade para Casa (IDC)	Número de fêmeas de <i>Aedes</i> spp. por casa ou número de fêmeas por casa por 15 minutos.	Gomes, 1998
	Índice de Rede (IR)	Número de fêmeas capturadas por homem/hora em ambiente com vegetação.	Gomes, 1998
	Índice Médio de Fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> (IMFA)	Média de fêmeas de <i>Aedes</i> spp. capturadas em relação ao total de armadilhas vistoriadas.	Eiras & Resende, 2009
	Índice Médio de Fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> temporal (IMFA <sub>t</sub> )	Média de fêmeas de <i>Aedes</i> spp. capturadas em relação ao total de armadilhas vistoriadas pelo período de semanas.	Eiras & Resende, 2009

## a) Ovos

O monitoramento de ovos de *Ae. aegypti* é realizado por meio da armadilha ovitrampa, que permite capturar ovos e calcular os indicadores de infestação em um bairro ou cidade (Funasa, 2001; Eiras, 2002; Forattini, 2002; Saúde *et al.*, 2009). A ovitrampa foi desenvolvida por Fay e Eliason(1966), é específica para coletar ovos de *Aedes Stegomyia* e tem o objetivo de indicar a presença de *Ae. aegypti* em áreas com infestação recente (Figura 8).

Pela sensibilidade da armadilha ovitrampa comparada com a pesquisa larvária verifica-se que a armadilha de oviposição (Li *et al.*, 2016) foi mais eficiente que a pesquisa larvária na detecção da infestação do *Ae. aegypti* (Beserra *et al.*, 2014).



**Figura 8.** Armadilha ovitrampa. Foto: Luiz H.V. Mota

O monitoramento da atividade de oviposição por ovitrampas também pode ser empregado com o objetivo de observar a influência de variáveis climáticas nas populações de *Ae. aegypti* em determinada área e comparar com a incidência de arboviroses como a dengue. Estudos de campo mostraram a capacidade da ovitrampa de relacionar o aumento da média de ovos por armadilha com o aumento dos casos de dengue e correlação com as variações climáticas precipitação e temperatura com o aumento da oviposição (Barrera *et al.*, 2011).

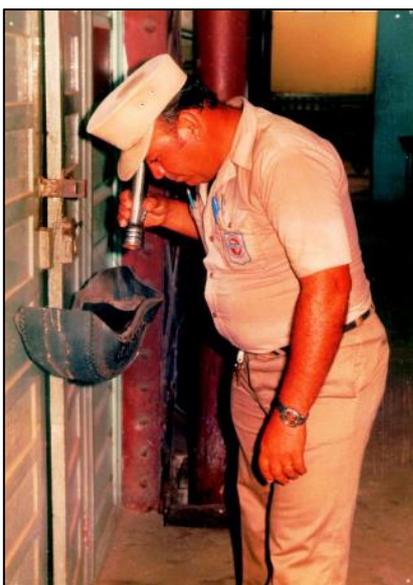
## b) Larvas e pupas

O Levantamento Rápido de Índice para *Aedes aegypti* (LIRAA) foi criado em 2002 para calcular dados entomológicos relacionados à pesquisa larvária em um determinado tempo de forma rápida e deve ser realizado antes do início do verão auxiliando nas ações de prevenção e controle da dengue, principalmente, em áreas com índice de infestação elevado (Brasil, 2009).

O LIRAA é realizado, geralmente, em grandes cidades onde a aplicação do LI/LIA não é viável devido a questões operacionais, recursos financeiros e tempo limitado. Os resultados são obtidos de amostras aleatórias simples, estratos ou conglomerados de bairros da cidade, após serem definidos, é realizado o procedimento de amostragem para constatar as residências que serão vistoriadas nos bairros, tendo como objetivo principal a obtenção de indicadores entomológicos de forma rápida (Brasil, 2009).

O município é dividido em estratos que tenham as mesmas características ambientais e socioeconômicas, obtendo uma conformidade para cada estrato e promovendo ações a serem desenvolvidas no controle dos vetores depois da realização do LIRAA. Na criação e divisão dos estratos, estes devem ter entre 8.100-12.000 imóveis dos quais 9.000 seria a quantidade mais adequada. Em seguida à coleta de uma amostra independente nos bairros selecionados, realiza-se a inspeção em 20% dos imóveis. Essa metodologia torna possível um Índice de Breteau (IB) mais detalhado e possibilita priorizar ações de controle em locais mais infestados no município (Brasil, 2013).

Larvitampas (Figura 9) são recipientes para coleta de larvas e pupas que podem ser feitos de pneus ou outro recipiente. Criadas, inicialmente, com o objetivo de serem instaladas em locais estratégicos como portos fluviais, aeroportos e rodoviárias. As vistorias são realizadas semanalmente para a captura de fases imaturas. Entretanto, sua instalação não é recomendada em locais com grande quantidade de possíveis criadouros como pontos estratégicos (P.E) (Funasa, 2001; Saúde, 2009)



**Figura 9.** Armadilha larvitampa no momento da vistoria. Fonte: Funasa, 2001.

Estudos comparativos entre a eficácia de larvitampas e ovitampas mostraram que a ovitampa é uma metodologia mais sensível na positividade, mesmo na presença de outros

criadouros, mais eficiente e mais eficaz na avaliação do efeito de adulticidas (Marques *et al.*, 1993), da sua operacionalidade e viabilidade no monitoramento da espécie (Braga *et al.*, 2000). A larvitrapa não é seletiva e várias espécies de culicídeos podem ser coletadas (Zequi *et al.*, 2005; Rezende *et al.*, 2011). No entanto, há relatos nos quais constataram que a larvitrapa demonstrou ser mais eficaz na positividade em relação a ovitrapa (Silva *et al.*, 2009).

### 1.3.2. Fase adulta

A captura de mosquitos na fase adulta pode ser realizada com o uso de dispositivos manuais, como aspirador elétrico, capturador do tipo Castro e puçás (Nelson, 1994) e diversos tipos de armadilhas com diferentes metodologias de atração, que variam de atração luminosa como a CDC (Sudia e Chamberlain, 1962), Shannon (Shannon, 1939), Fay Prince luminosa com isca de CO<sub>2</sub> (Fay e Prince, 1970) e armadilhas que usam estímulos visuais e olfativos como a BG-Sentinel<sup>®</sup> utilizando o BG-Lure<sup>®</sup> (Kroeckel *et al.*, 2006) e a MosquiTRAP<sup>®</sup> com o AtrAedes<sup>®</sup> (Eiras e Resende, 2009).

Armadilhas entomológicas geralmente são divididas em dois grupos: armadilhas passivas e armadilhas ativas. Armadilhas ativas possuem dispositivos que funcionam por eletricidade, por exemplo, armadilhas que capturam por ventilação ou que atraem por fonte luminosa. Armadilhas passivas não utilizam energia elétrica. Devido a esta limitação das armadilhas ativas, vários trabalhos e testes comparando a efetividade de capturas entre os dois grupos foram realizados com atraentes sintéticos e naturais e atrativo visual (Eiras e Resende, 2009; Ritchie *et al.*, 2013).

Armadilhas passivas para fêmeas do gênero *Aedes* são sempre de maior interesse para o monitoramento e controle de arboviroses. O uso das Armadilhas passivas como a ovitrapa letal, Autocidal Gravid Ovitrap (AGO) (Barrera *et al.* 2014) e Gravid Aedes Trap (Eiras *et al.* 2014) são recomendadas como ferramentas no controle de arboviroses, associada à alta cobertura (>80%) das áreas e campanhas educativas (Johnson *et al.*, 2017). A seguir, serão descritas as características de algumas armadilhas usadas no monitoramento de adultos de *Ae. aegypti*.

#### a) MosquiTrap<sup>®</sup>

A MosquiTrap (MQT) é uma armadilha passiva para captura de fêmeas grávidas de *Ae aegypti* que utiliza um cartão adesivo em seu interior, desenvolvida com base em estudos sobre oviposição em ovitrapas. A primeira versão da MosquiTrap era semelhante à ovitrapa com capacidade de 1 Litro, contendo como atraente a infusão de gramínea e cartão adesivo (Favaro

et al. 2006). A segunda versão era constituída de um recipiente de plástico de cor preta e fosco, com capacidade média de 2 L, dividido em duas partes, na qual a base inferior contém 300 ml de água, e, acima do nível da água, é instalado um cartão adesivo e o atraente sintético (*AtrAedes*) colocado na parte superior (Resende *et al.*, 2010).

A MQT desenvolvida na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), licenciada pela empresa ECOVEC<sup>S.A</sup>, é uma ferramenta ecologicamente correta no monitoramento de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* em grande escala e tem sido considerada eficiente em reduzir o número de casos de dengue em diversas cidades (Eiras & Resende, 2009; Pepin et al. 2013).

Durante a vistoria de campo, os mosquitos são identificados com auxílio de lupa pelos agentes de saúde em aproximadamente 10 minutos. O tempo de vistoria da MQT é significativamente menor em comparação com a pesquisa larvária, eficaz e de baixo custo (Resende *et al.*, 2010). O local de instalação da MQT deve ser protegido da chuva e luz solar sempre no peridomicílio para potencializar sua captura em comparação quando instalada no intradomicílio, demonstrando ser mais eficaz provavelmente devido ao hábito de oviposição (Fávaro *et al.*, 2006).

O uso da MQT (Figura 10) como ferramenta de monitoramento semanal da flutuação do *Ae. aegypti* mostrou ser um método mais seguro pelos seus índices entomológicos, capaz de apontar a possibilidade de surtos de dengue (Ferreira *et al.*, 2017). A MQT é utilizada pela empresa ECOVEC<sup>S.A</sup> para monitoramento de adultos em pacotes de serviços oferecidos para as secretarias de saúde municipais, como MI-Aedes<sup>®</sup> que disponibiliza semanalmente a infestação de adultos, diagnóstico de circulação viral em mosquitos, antecipando possíveis casos humanos (ECOVEC, 2018).



**Figura 10.** Armadilha Mosquitrap. Fonte: Prefeitura de Cubatão.

## b) Armadilha BG-Sentinela

Armadilha BG-Sentinela (BGS) (Figura 11) é uma armadilha ativa e foi desenvolvida no Instituto de Zoologia da Universidade de Regensburg (Regensburg, Alemanha) e licenciada para a empresa BioGents. A BGS captura os mosquitos por sucção de uma ventoinha contida no seu interior e os mosquitos são atraídos pela cor e, potencializada, pelo atraente sintético BG-Lure<sup>®</sup>, simulando metabólitos da pele humana, o que dispensa o uso de CO<sub>2</sub>. Em comparação com outras armadilhas, a BGS demonstrou ser mais eficaz e sensível para medir a flutuação de *Ae. aegypti* (Kroeckel *et al.*, 2006).

Tanto em condições de campo quanto em semicampo, a BGS demonstrou ser eficaz na captura de culicídeos, principalmente fêmeas de *Ae. albopictus* comparado com as armadilhas CDC e ovitrampas, o que enfatiza seu uso na vigilância do vetor em programas de controle de arboviroses (Li *et al.*, 2016).

A BGS demonstrou ser capaz de capturar mais de 20 espécies de culicídeos durante estudos de campo, principalmente as espécies *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823) e *Ae. aegypti* em maior quantidade de ambos os sexos, e relacionar o aumento da captura com a incidência de dengue em atividade de monitoramento (Barrera *et al.*, 2011).

A BGS associada ao BG-Lure<sup>®</sup> foi avaliada como ferramenta de controle da espécie *Ae. albopictus* em três áreas experimentais do norte da Itália, dispostas em raios que variaram de 150 a 350 metros, onde foi observada uma redução da captura de quase 90% de *Ae. albopictus*, indicando que o uso contínuo de grandes quantidades pode reduzir a flutuação do culicídeo em áreas urbanizadas (Englbrecht *et al.*, 2015).



**Figura 11.** Armadilha BG-Sentinela. Fonte: <https://www.bg-sentinel.com/>

### c) Gravid Aedes Trap

A armadilha GAT (do inglês “*Gravid Aedes Trap*” (Figura 12) é passiva e foi desenvolvida e baseada em estudo comportamental sequencial do *Ae. aegypti* na Universidade de James Cook, Austrália, em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais (Eiras e Ritchie, 2012 – Patente). A GAT foi licenciada para empresa alemã Biogents S.A (Regensburg, Alemanha) que produz e comercializa mundialmente a armadilha.

A GAT atrai especificamente fêmeas grávidas de *Aedes* sp. quando procuram locais para a oviposição, também utiliza estímulos visuais (cor preta), físicos (umidade) e olfativos (infusão). 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 também na captura de fêmeas de outras espécies como *Ae. albopictus* e *Culex* sp (Eiras *et al.*, 2014; Ritchie *et al.*, 2014).

O uso da GAT como ferramenta de vigilância do *Ae. albopictus* em campo no Vietnã foi comparada a BGS e foi demonstrado que a BGS capturou um número superior de machos e fêmeas do que a GAT nos seus períodos de amostragem. No entanto, a porcentagem de positividade de armadilhas com fêmeas de *Ae. albopictus* foi semelhante em ambas. No mesmo estudo. foram comparadas a captura de mosquitos em armadilhas GAT instaladas intradomiciliar e peridomiciliar, avaliando diferentes tipos de atraentes e água pura. A GAT também demonstrou ser eficiente na captura de fêmeas de *Ae. albopictus* em ambos os locais, até mesmo em armadilhas nas quais não havia infusão e água, não havendo diferença da eficácia entre água pura e demais infusões, reforçando a importância visual na captura (Johnson *et al.*, 2016).

O uso de cartões adesivos na GAT como alternativa de captura demonstrou ser eficaz e uma nova opção em locais onde há relatos de mosquitos resistentes a inseticidas (Heringer *et al.*, 2016). A armadilha GAT tem sido usada para a detecção e o monitoramento de *Ae. aegypti* na Austrália, Irlanda do Norte, Estados Unidos, Itália, França, Espanha e Filipinas. No Brasil, a armadilha foi avaliada em situação de semicampo e demonstrou ser capaz de reduzir em 60% fêmeas grávidas (Heringer *et al.*, 2016).



**Figura 12.** Armadilha GAT. Fonte: <https://www.biogents.com/bg-gat/>

#### **1.4. Detecção viral em culicídeos capturados por armadilhas**

O monitoramento de arboviroses em culicídeos é de extrema importância na epidemiologia das doenças principalmente no que diz respeito a medidas de prevenção e controle. Porém, os métodos conhecidos para isolamento viral em culicídeos e humanos são, geralmente, onerosos e sistematicamente inviáveis para alguns países em programas de controle mosquitos.

A identificação de arbovírus em mosquitos capturados em diversos tipos de armadilhas tem sido reportada em diversos países. Na Baía de Tampa (Flórida, E.U.A.), foram isolados os vírus da Encefalite de Sant Louis em *Culex nigripalpus* capturados pelas armadilhas luminosas CDC e armadilhas com iscas vivas, durante epidemia ocorrida em 1962 (Dow *et al.*, 1964). Na Tailândia, aproximadamente 60 tipos diferentes de arbovírus foram identificados em várias espécies de culicídeos, principalmente *Culex tritaeniorhynchus*, com a armadilha CDC (Leake *et al.*, 1986). O monitoramento do arbovírus da Encefalite Marray Valley (MVE) e Kunjin (Li *et al.* 2016) em mosquitos da espécie *Culex annulirostris* foi realizado em Billiluna (Austrália).

Na Colômbia, uma versão modificada da armadilha de isca viva Trinidad Trap foi utilizada para estudos de enzootia causada pelo vírus da Encefalite Equina Venezuelana (VEEV) e foram encontrados isolados de culicídeos silvestres (*Culex vomerifer*, *Culex pedroi* e *Culex adamesi*) (Ferro *et al.*, 2003). No município de Sincelejo, o vírus da dengue (DENV-2) foi identificado em *Ae. aegypti* capturados em armadilhas Mosquitrap utilizadas no sistema de monitoramento do *Aedes* (Blanco-Tuirán *et al.* 2014).

Na Austrália, foi desenvolvida uma armadilha para captura de mosquitos que detecta o arbovírus na saliva durante a alimentação com iscas açucaradas em cartões que conservam

material genético dos arbovírus (Hall-Mendelin *et al.*, 2010). O método de “*Real Time Polymerase Chain Reaction*” (RT-PCR) foi utilizado para detecção do vírus isolado de mosquitos capturados em testes de campo pela armadilha. Neste estudo, realizado em duas áreas experimentais na Austrália, foram isolados os arbovírus Ross River e Barmah Forest preservados até sete dias nos cartões, demonstrando a capacidade e eficácia do método em monitorar semanalmente a presença de arbovírus em populações de mosquitos otimizando a vigilância das arboviroses.

No Brasil, as armadilhas BG-Sentinel, ovitrampa e Mosquitrap foram usadas para coletas de ovos e adultos de *Ae. aegypti* e verificaram que os materiais colhidos estavam infectados pelo DENV-3 (Vilela et al. 2010).

O monitoramento de vetores pela armadilha adesiva MosquiTrap em tempo real oferecido pela empresa ECOVEC <sup>S.A</sup> associado a detecção viral de fêmeas capturadas criou o serviço de monitoramento inteligente do vírus (MI-Vírus) capaz de detectar precisamente em uma localidade, por técnica de RT-PCR, a presença de arbovírus antes da ocorrência de casos humanos (ECOVEC, 2018).

### **1.5. Controle de *Ae. aegypti***

Desde a descoberta de doenças transmitidas por mosquitos, começou-se, então, o combate aos vetores, na tentativa de controlar os agravos, por meio uso de inseticidas e ações educativas. Porém, o uso incorreto e indiscriminado de inseticidas causa danos ao meio ambiente, contaminando o solo e a água, além de matar outros insetos, e causar seleção de insetos resistentes (Al-Akel e Suliman, 2011).

Os primeiros trabalhos de campo realizados no Brasil para prevenção de doenças de importância médica foram elaborados por Oswaldo Cruz, Diretor-Geral de Saúde Pública, em 1903, a partir da realização de campanhas de combate à febre amarela. As diretrizes desses trabalhos pioneiros seguiram parâmetros militares criando a “polícia sanitária”. Oswaldo Cruz dividiu o município em distritos sanitários com seus respectivos coordenadores, onde também realizava parcerias nas esferas administrativas do governo e contava com apoio de setores municipais, realizando ações para minimizar a situação, orientando a população, em suas residências sobre como se prevenir da doença. Tais ações envolveram as chamadas “brigadas mata-mosquito” (Funasa, 2017) que, posteriormente, centralizando as ações de campo no combate à febre amarela, sob encargo da Inspeção dos Serviços de Profilaxia, foram também

chamadas de "serviço de polícia de foco", priorizando o combate ao vetor e eliminando seus criadouros nas residências (Franco, 1969).

Em 2001, o então Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD), diferentemente dos demais programas governamentais, trouxe uma preocupação em efetivar campanhas de mobilização social, resultando em uma maior participação comunitária no combate ao vetor, principalmente em suas casas, melhoria na vigilância epidemiológica, melhoria na qualidade de combate ao vetor no trabalho de campo, parceria com Programa de Saúde da Família (PSF) dentre outros. O PNCD foi criado com os objetivos e metas de (i) reduzir a infestação pelo *Ae. aegypti* a menos de 1% em todo Brasil, (ii) reduzir a incidência da dengue abaixo dos 50% do número de casos de 2003 em relação a 2002, sendo 25% nos anos seguintes e (iii) reduzir a letalidade por febre hemorrágica de dengue abaixo de 1%. Dentre as ações de combate ao vetor preconizada no PNCD, incluem a redução do índice de pendência a menos de 10% em todos os municípios e avaliar periodicamente a efetividade dos larvicidas e adulticidas usados no combate ao vetor (Brasil, 2002).

Anos após a criação do PNCD, foi realizada uma avaliação do programa, para estimar a situação epidemiológica e os objetivos propostos em cidades consideradas prioritárias pelo PNCD, constatando o não cumprimento das metas nos períodos de 2003 a 2006, na maioria dos municípios das regiões Sudeste e Centro-Oeste. Como a não redução de 50% dos casos de dengue não foi alcançada pela metade dos municípios avaliados, a taxa de letalidade manteve acima do limite preconizado em 22,6% dos municípios. A pesquisa larvária na metodologia de Levantamento de Índice Rápido de Infestação por *Ae. aegypti* (LIRAA) de outubro de 2005 a outubro de 2006 indicou que a meta de diminuir abaixo de 1% o Índice de Infestação Predial (IIP) não foi alcançada. Diante dos fatos obtidos, é consciente que o PNCD necessita de revisão no que diz respeito aos seus objetivos e metas (Pessanha *et al.*, 2009).

Em nova avaliação do PNCD em relação aos objetivos e metas do programa, por meio de revisão de estudos científicos, análise de documentos técnicos e por especialistas, foi constatada uma tendência lógica e comum entre os tópicos, porém foram observadas irregularidades do programa na esfera administrativa municipal, principalmente no que diz respeito à estrutura e à coordenação de Vigilância em Saúde ou Setor de endemias. Tendo em vista as irregularidades do programa, principalmente em não alcançar na totalidade seus objetivos, metas e falhas nos níveis de gestão, é notória a necessidade de uma revisão operacional (Figueiró *et al.*, 2010).

Várias técnicas e abordagens para auxílio no controle do *Ae. aegypti* e demais mosquitos vetores de importância médica vem mostrando constante evolução e mudanças como (i)

monitoramento seletivo, (ii) medidas sociais, (iii) aplicação de inseticidas, (iv), controle biológico por patógenos, parasitoides e predadores e (v) técnicas moleculares, no entanto, é necessária uma avaliação da competência, eficácia, viabilidade e custo para serem integradas ao PNCD. Portanto, o combate aos vetores tem que ser visto e realizado de forma a utilizar as abordagens conjuntas e no tempo certo, em um pensamento a ser definido mais como controle integrado e estratégico (Zara *et al.*, 2016). Atualmente o PNCD faz parte da Coordenação Geral dos Programas de Controle da Malária e das Doenças Transmitidas pelo *Aedes* (CGPNCMD), no entanto, o enfoque deste estudo será apenas restrito as ações do PNCD.

### **1.5.1. Controle Físico**

O controle físico é uma importante estratégia de combate aos vetores da dengue visando à eliminação e remoção de criadouros no ambiente domiciliar como também o lixo doméstico e mutirões de limpeza (Funasa, 2001). Devido à questão atual da 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 nos domicílios visando à substituição ou eliminação de depósitos e recipientes com focos e a vedação de depósitos com água. Ações municipais realizadas pelo setor de limpeza urbana junto à coleta regular do lixo doméstico principalmente em áreas de risco são importantes no combate à dengue (Brasil, 2002).

O manejo ambiental também é considerado uma área de atuação da Vigilância Sanitária, de forma a integrar as ações e complementar a responsabilidade. A atividade de manejo ambiental são métodos e ações realizadas nos fatores de risco ambientais de forma que evitem ou reduzam a dispersão dos transmissores da dengue. Atividades de eliminar ou inutilizar os criadouros mais comuns por meio do destino correto do lixo, instalação de ecopontos descritos na resolução do CONAMA nº 307/2003 e a regulação de comércios, escolas, hospitais, indústrias e outros têm o objetivo de eliminar os riscos da existência de focos dos mosquitos (Brasil, 2009). A recomendação do PNCD para recipientes de armazenamento de água para consumo humano, depósitos fixos, ou passíveis de remoção e proteção é que sejam tratados com larvicida como última alternativa (Brasil, 2013).

### 1.5.2. Controle Químico

Desde a descoberta de doenças transmitidas por mosquitos, começou-se, então, o combate aos vetores, na tentativa de controlar os agravos, mediante o uso de inseticidas. Porém, o uso incorreto e indiscriminado de inseticidas causa danos ao meio ambiente, contaminando o solo e a água, além de matar outros insetos, e causar seleção de insetos resistentes (Al-Akel e Suliman, 2011).

Controle químico é um método de combate a vetores de doenças no qual são utilizados produtos químicos e podem ser usados para eliminar insetos tanto na fase larval, quanto insetos adultos. Todos os inseticidas utilizados pelo governo brasileiro são de grupos específicos, regulamentados pela OMS que orienta e alerta sobre os compostos contidos em cada inseticida e indica a quantidade utilizada para cada tipo de aplicação existente (Brasil, 2009).

Os inseticidas domésticos devem ser de baixa toxicidade e contaminação para o ser humano conforme a legislação sanitária. Os grupos químicos mais usados são os piretroides, organofosforados e carbamatos. Os piretroides são compostos sintéticos produzidos a base de piretrina natural e seus princípios ativos mais conhecidos como inseticidas são cipermetrina, deltametrina, permetrina e alfacipermetrina (Batistuzzo *et al.*, 2008)

Piretrinas naturais são inseticidas eficazes, além de serem pouco tóxicos para mamíferos, embora sua ação no que tange à degradação do meio ambiente seja mais lenta. Quando entra em contato ou é ingerido pela praga alvo, age no sistema nervoso do inseto que é eliminado rapidamente e seu efeito no local onde foi usado pode durar muito tempo. No entanto, isso dependerá de como foi aplicado e da fórmula do inseticida, além de conter ação repelente (Brasil, 2001).

O controle químico pode ser aplicado em distintas fases de vida do inseto e em diferentes locais, chamado de tratamento o qual se divide em focal, perifocal e ultrabaixo volume (UBV). Tratamento focal é utilizado com a atividade de eliminar o mosquito na sua fase larval, ou seja, nos depósitos onde há água parada, e não podem ser destruídos. No tratamento perifocal, é feita uma aplicação do inseticida com o auxílio de bomba manual, em recipientes localizados em pontos estratégicos, para que, no momento em que o inseto pousar, ele entre em contato com o inseticida. A aplicação de adulticida por UBV pode ser realizada por meio de equipamentos portáteis ou pesados montado sobre veículo e, consiste na aplicação do inseticida de forma espacial, onde as partículas do inseticida são muito pequenas e seu uso é restrito para deter a transmissão das arboviroses (Brasil, 2001).

O uso e manipulação do controle químico apresentam muitas desvantagens como intoxicações adversas que variam com o grupo químico do pesticida, além da ação residual em tecidos de animais e humanos e também desequilíbrio ecológico. Vale mencionar que, não são específicos, uma vez que matam outros tipos de insetos e inimigos naturais, e ainda causam resistência da praga devido ao uso incorreto do pesticida e quantidade aplicada (Fragoso et al., 2002; Japp et al., 2010; Guirado, 2009; Valle, 2007).

### 1.5.3. Controle Biológico

Uma forma de combate à larva do mosquito *Ae. aegypti* é o controle biológico que pode ser realizado com o uso de patógenos como, por exemplo, a bactéria *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) (Berliner 1915) (Mello; Azevedo, 2000) ou o uso de predadores como peixes larvófagos que se alimentam dos mosquitos na sua fase imatura, o que tem sido usado em várias partes do mundo no combate a vetores de doenças como a dengue (WHO, 2018). Vários pesquisadores no Brasil e no mundo têm testado a capacidade de peixes na predação de larvas de mosquitos (Cavalcante, 2006).

Estudos realizados em Fortaleza (CE) compararam a postura de ovos de *Ae. aegypti* na presença de peixes de duas espécies (*Betta splendens* e *Poecilia reticulata*) em depósitos contendo biolarvicida *Bti*. Os resultados mostraram que houve uma inibição significativa da postura de ovos do vetor na presença de *B. splendens*, quando comparada com *P. reticulata* que não se mostrou eficaz nessa questão (Cavalcante, 2009). Com base nesses resultados, o larvicida temefós foi substituído pelo biolarvicida *Bti* nas cidades de Fortaleza, Juazeiro do Norte e Caucaia (PE) devido ao registro de populações de *Ae. aegypti* resistentes ao organofosforados (Lima et al., 2006).

Estudos voltados para controle do *Ae. aegypti* com a bactéria endossimbionte *Wolbachia pipientis* mostraram que a bactéria tem a capacidade de impedir a replicação de patógenos virais na espécie, competindo com sítios específicos de replicação e interagindo com o sistema imune inato do vetor. Essa descoberta de proteção contra replicação viral na espécie associada ao efeito de redução do tempo de vida pode ser uma forma eficaz de controle estratégico e integrado de arboviroses transmitidas pelo *Ae. aegypti* (Moreira et al., 2009).

Em estudos com *Ae. aegypti* criados em laboratório com a bactéria *Wolbachia pipientis* verificaram que a bactéria impede a transmissão do DENV e, quando acasalam com os *Ae. aegypti* selvagens, transmitem a bactéria para as gerações seguintes, diminuindo drasticamente a viabilidade dos ovos e dessecação ao longo do tempo (Mcmeniman e O'Neill, 2010). No Brasil,

mosquitos infectados com *Wolbachia* foram liberados no meio ambiente, em 2012, na Ilha do Governador (RJ). Esse método teve o objetivo de reduzir a incidência da arbovirose em longo prazo, nas áreas onde os mosquitos foram liberados (Maciel-De-Freitas *et al.*, 2012).

Pesquisas comprovaram que a *Wolbachia* confere certa proteção a *Ae. aegypti* infectados contra exposições por cepas de ZIKV encontradas em epidemias no Brasil. A *Wolbachia* interfere diretamente na replicação de ZIKV acarretando um déficit na carga viral na saliva, influenciando diretamente na viabilidade de transmissão. Esses resultados mostram que o uso de mosquitos infectados por *Wolbachia* pode ser uma estratégia de controle biológico no combate à febre zika no Brasil (Dutra *et al.*, 2016).

Recentemente, estudos de modelos matemáticos mostraram que a liberação de mosquitos machos e fêmeas modificados com *Wolbachia* é capaz e eficaz em propagar a bactéria entre as populações selvagens de *Ae. aegypti*, é possível o controle da transmissão (Wang *et al.*, 2017).

Modificação de mosquitos para controle populacional pode ser realizada abordando dois tipos de técnicas (1) , mosquitos machos estéreis liberados onde o resultado da cópula com fêmeas selvagens gera indivíduos na sua maioria inviáveis ocasionando a redução da população de vetores, e (ii) mosquitos incompatíveis, pela introdução de cepa de *Wolbachia* em colônia de mosquitos, que nesse caso apenas machos hospedando *Wolbachia* são liberados em campo, onde na eventualidade de cópula com fêmeas selvagens desprovidas da mesma cepa de *Wolbachia* ou que não albergam *Wolbachia*, ocorre mortalidade da prole devido à incompatibilidade citoplasmática. A combinação das duas técnicas poderia proporcionar um controle vetorial mais efetivo. As técnicas com o uso da *Wolbachia* no controle de mosquitos vetores exigem a soltura de mosquitos no meio ambiente para controlar a doença, de forma que o apoio e a cooperação da população local são de extrema importância para que os resultados sejam promissores (Flores & O'Neill, 2018).

#### **1.5.4. Controle por armadilhas em coleta massal**

A adequação de medidas de supressão de mosquitos por meio de grande quantidade de armadilha (coleta massal) é uma técnica que tem sido utilizada como método alternativo. É extremamente necessário buscar sua integração em programas de controle, no que diz respeito a fatores operacionais, educação e informação da população local e, principalmente, dos profissionais da área de combate de vetores, devido à resistência de novas metodologias nas

quais a cultura de controle de adultos por pulverização de inseticidas é considerada de excelência e prioritária (Kline, 2006).

A busca por dispositivos e ferramentas que visem a, além de monitorar, promover a supressão de mosquitos tem sido alvo de pesquisas para avaliar sua eficácia. Nos Estados Unidos da América, o uso de armadilhas em massa para supressão de mosquitos adultos com a armadilha Magnet™ reduziu consideravelmente a presença de mosquitos da espécie *Ochlerotalus taeniorhynchus* em campo (Kline, 2006).

Durante avaliações de coleta massal em campo, foram testados dois tipos de ovitrampas em Cairns (Austrália) durante as estações seca e úmida, Ovitrapa Letal Padrão (OLP) e Ovitrapa Letais Biodegradáveis (OLB) em um período de quatro semanas, em três áreas experimentais com coberturas de 75% a 93%, respectivamente dos imóveis, foram 4 ovitrampas por imóvel, observou-se que tanto em OLP quanto em OLB houve alta porcentagem de positividade para *Ae. aegypti*. Os resultados sugerem que ovitrampas em coleta massal podem ser uma alternativa de controle vetorial visando ao impacto sobre a transmissão de arboviroses (Rapley *et al.*, 2009; Ritchie *et al.*, 2009).

Armadilhas OL impregnadas com inseticidas também foram avaliadas na Tailândia (Sithiprasasna *et al.*, 2003) e Brasil (Perich *et al.*, 2003) e demonstraram eficiência para reduzir a população de mosquitos adultos. Segundo Williams *et al.* (2006), seria necessário até quatro OL por imóvel para obter resultados promissores. No entanto, o número de armadilhas por imóvel é elevado e apresenta limitações para programas de controle.

Em Porto Rico, a armadilha Autocidal Gravid Ovitrap (AGO) foi avaliada como ferramenta de supressão de formas adultas em condição de campo nas quantidades de três a quatro armadilhas por imóvel. Foi verificada a redução de capturas de até 53,70% nas áreas onde foram instaladas, reduzindo o risco de transmissão em até 81% dos imóveis onde foram instaladas. A captura de *Ae. aegypti* pelo método que dispensa o uso de inseticidas, colabora na prevenção contra seleção de insetos resistentes. Ter baixo custo e ser uma armadilha passiva fazem dela uma opção como ferramenta auxiliar em programas de controle (Barrera *et al.*, 2014). Avaliação posterior padronizando três AGO por imóvel confirmou, novamente, a eficácia de reduzir as populações de *Ae. aegypti* em até 79% em comparação às outras áreas no período de intervenção, onde a flutuação vetorial aumentou em comparação com áreas com AGO em massa. A atividade de manejo ambiental nas áreas experimentais para recolher possíveis criadouros que competem com a AGO antes da introdução em massa potencializa a ação de captura, no entanto pode variar de acordo com a realidade de cada área, em se tratando

de criadouros que não podem ser removidos e de criadouros naturais (Barrera, Amador, Acevedo, Hemme, *et al.*, 2014).

A armadilha BGS foi avaliada em condições de campo no Brasil (Degener *et al.*, 2014) e na Itália (Englbrecht *et al.*, 2015) e demonstrou ser eficiente no controle de fêmeas de *Aedes*. No entanto, verificou-se que, no Brasil, a supressão foi efetiva apenas no período chuvoso (Degener *et al.*, 2014).

A armadilha BGS foi avaliada como ferramenta de supressão massal de formas adultas de *Ae. aegypti* em condições de campo no município de Manaus (AM), em doze áreas experimentais, foram seis tratamentos com BGS de supressão e seis controles positivos. Para avaliar a influência da armadilha nas populações de vetores, foram instaladas quatro BGS de monitoramento em cada área. Ao todo foram capturados 24.478 espécimes do gênero *Aedes* spp. , ou seja, 24.135 (98,5%) *Ae. aegypti* e 343 (1,5%) *Ae. albopictus*. Os resultados demonstraram que, com o passar das semanas, observou-se redução de *Ae. aegypti* capturados nas BGS de supressão e redução da média de captura nas armadilhas de monitoramento no período pós-intervenção, foi mais evidente nas áreas com supressão, apontando que a armadilha BGS pode ser uma ferramenta capaz de reduzir a infestação de *Ae. aegypti* em campo (Ázara, 2009).

A eficácia da MQT foi avaliada no município de Manaus (AM) para suprimir adultos de *Ae. Aegypti*, e os resultados demonstraram que a armadilha não foi eficaz no controle, sugerindo que seu uso em grandes quantidades não seria viável em programas de controle, foi sugerida, apenas, para o monitoramento vetorial (Degener *et al.*, 2015).

Recentemente em testes realizados em condições de campo e semicampo a GAT demonstrou eficácia em capturar mais de 80% de mosquitos utilizando diferentes agentes letais ou aqueles que mantêm os insetos no interior da armadilha, tais como óleo de canola, tela de nylon impregnada com inseticida, aplicação de piretroide aerossol e placa adesiva. Não houve diferença significativa das capturas entre os métodos com óleo de canola e cartão adesivo comparados com tela com inseticida e piretroide aerossol. Estes resultados apontam métodos alternativos de captura de mosquitos que dispensam o uso de adulticidas, ideal em regiões onde ocorre populações de vetores resistentes (Heringer *et al.*, 2016).

## **2. JUSTIFICATIVA**

As recentes epidemias de arboviroses transmitidas por mosquitos do gênero *Aedes* têm afetado mais de 1000 países e vários continentes, este é considerado um dos mais importantes

vetores da atualidade (WHO, 2017b). A ausência de vacinas para algumas arboviroses e a impossibilidade da erradicação dos vetores por diversos motivos, que vai do descaso por parte do homem a fatores ambientais, remetem a limitações no controle.

O controle químico de adultos, apesar de apontar bons resultados, pode causar seleção de indivíduos geneticamente resistentes e, com o passar do tempo, pode haver a necessidade de se utilizar inseticidas cada vez mais tóxicos e com risco de contaminar o meio ambiente. Devido a estes fatores, há necessidade de desenvolver novas ferramentas eficazes no controle de vetores que devem ser fomentadas, avaliadas e, principalmente, ecologicamente viáveis.

O uso de armadilhas ovitrampa letal associada com larvicida como controle massal foi avaliado e a necessidade de uma grande quantidade de dispositivos por imóvel (10 em média) limita sua aplicabilidade em campo (Perich *et al.*, 2003; Sithiprasasna *et al.*, 2003; Rapley *et al.*, 2009). A armadilha BGS mostrou ser eficiente no controle de fêmeas de *Aedes*, na Itália (Englbrecht *et al.*, 2015) e no Brasil (Degener *et al.*, 2014), porém a armadilha é produzida na Alemanha e o seu custo elevado impossibilita seu uso em grande escala.

A eficácia da GAT em capturar *Ae. aegypti* foi comparada com outras armadilhas de captura como a MQT, BGS e ovitrapas pegajosas. Observou-se que a GAT, apesar de ter capturado menor quantidade de fêmeas do que BGS, capturou 30% a mais de fêmeas grávidas, enfatizando sua eficiência em capturar fêmeas em busca de criadouros (Ritchie *et al.*, 2014).

Apesar dos resultados promissores de Barrera e colaboradores (2014) sobre a AGO em controlar as populações de mosquitos, a necessidade de, pelo menos, três a quatro armadilhas por imóvel para obter o resultado esperado acarreta um custo elevado e por isso pode ser desvantajoso, uma vez que é necessária grande quantidade para obter bons resultados. A praticidade do manejo da GAT além de alternativos agentes de captura com resultados promissores, que dispensa inseticidas (Heringer *et al.*, 2016), faz da armadilha uma boa opção para estudos de supressão populacional de vetores e como ferramenta auxiliar em programas de controle.

O potencial uso das armadilhas adesivas (passivas) no monitoramento e na supressão populacional de *Aedes* foi revisado por (Johnson *et al.*, 2017). Os autores sugerem o uso das armadilhas AGO e GAT em programas de controle do vetor, tendo como parâmetro de eficiência o monitoramento por ovitrampa, BGS e a GAT.

Dessa forma, a avaliação da GAT como ferramenta de supressão de fêmeas de *Aedes* associado à necessidade da existência de um método de controle eficaz que dispense o uso de inseticidas diante de recorrente epidemias e aparecimento de outras arboviroses, torna-se

essencial e necessária diante dessas realidades. É possível, se confirmada sua eficácia, a introdução em programas de controle vetorial.

A utilização de uma armadilha na supressão populacional de mosquitos vetores, no enfoque ao *Ae. aegypti*, torna-se promissora no PNCD. Tendo em vista que este não tem alcançado seus objetivos desde a sua criação, há necessidade de novos métodos de controle. Assim, a busca de soluções, como reduzir a infestação do vetor, evitar as chances da seleção de espécies resistentes e a ocorrência de outras arboviroses emergentes e reemergentes como a chikungunya, zika e a febre amarela, poderá representar uma mudança significativa no quadro epidemiológico do Brasil, se ancorado em um permanente diálogo entre agentes de saúde e comunidade.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Avaliar a armadilha GAT como ferramenta de supressão de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* em condições de campo no município de Piumhi (MG).

#### **3.2. Objetivos específicos**

- I. Monitorar fêmeas de *Ae. aegypti* nas áreas durante o estudo;
- II. Avaliar o efeito das variáveis climáticas na captura de *Aedes* adultos com a armadilha GAT;
- III. Comparar as metodologias de monitoramento com a armadilha GAT e a pesquisa larvária pela metodologia do LIRAA;
- IV. Avaliar a armadilha GAT como ferramenta de supressão de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* nas quantidades de uma e duas GAT por imóvel;
- V. Avaliar o efeito das ações de controle de adultos preconizadas pelo PNCD sobre os indicadores entomológicos produzidos pela GAT;
- VI. Avaliar a presença de mosquitos infectados por arbovírus nas áreas de experimento;
- VII. Realizar detecção viral em *Ae. aegypti* capturados pelas armadilhas GAT de monitoramento.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Parcerias interinstitucionais

O estudo foi desenvolvido a partir da colaboração entre a Secretaria Municipal de Saúde de Piumhi e o Laboratório de Ecologia Química de Vetores do Departamento de Parasitologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

### 4.2. Caracterização da área de estudo

#### a) Local

O município de Piumhi (MG) (Latitude 20°27'42.63"S e Longitude 45°56'44.53"O) (Figura 13), área selecionada para a realização do projeto, fica situado na região Centro-oeste de Minas Gerais, tem limites com os municípios de Doresópolis, 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 902.348 km<sup>2</sup>. A população de Piumhi, de acordo com o censo demográfico de 2016, é de 34.306 habitantes e densidade demográfica de 35,33 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2016).



**Figura 13.** Localização geográfica do município de Piumhi no Estado de Minas Gerais. Fonte: Google Maps 2016.

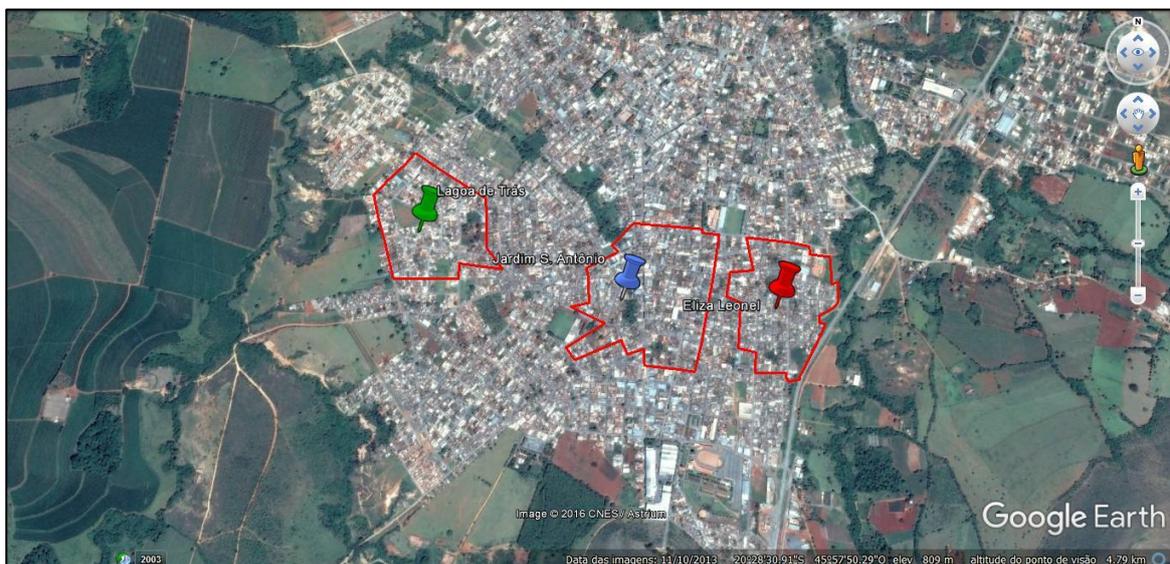
Piumhi está situado em uma região onde a vegetação está inserida entre os domínios do Cerrado (Rizzini, 1997), com predomínio dos campos e das florestas estacionais (Messias *et al.*, 2015). O relevo é acidentado e a altitude na sede do município está situada a 793 m (Pedrosa,

2013). O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Temperado úmido (Cwa), ou seja, com verão chuvoso e quente e inverno seco (Nimer, 1989). A precipitação média anual é de 1562 mm e a temperatura média é de 20,6°C (Messias *et al.*, 2015).

## b) Área Experimental

Para seleção das áreas experimentais, no município de Piumhi, foram considerados os casos confirmados de dengue no ano de 2015 e o Levantamento de Índice Rápido para *Ae. aegypti* (LIRAA) realizado em janeiro de 2016. Assim, foram selecionados três bairros que apresentavam histórico de transmissão de arboviroses por *Ae. aegypti* e maiores Índices de Infestação Predial.

Os bairros selecionados foram sorteados aleatoriamente para cada tratamento. Dessa forma o bairro Lagoa de Trás (LT) foi definido como área experimental (A), o Jardim Santo Antônio (JSA) como área experimental (B) e o bairro Eliza Leonel (EL) como área experimental (C) (Figura 14).

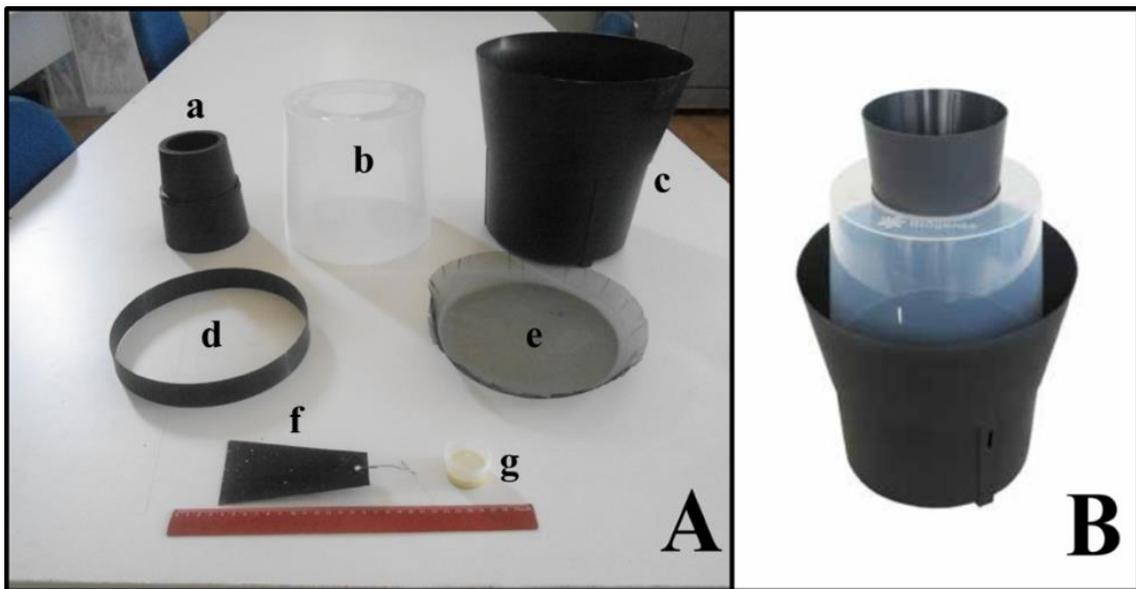


**Figura 14.** Localização dos bairros Jardim Santo Antônio (marcador azul); Eliza Leonel; (marcador vermelho) e Lagoa de Trás (marcador verde). Fonte: Google Earth, 2016 - Modificado.

### 4.3. Armadilha usada nos experimentos

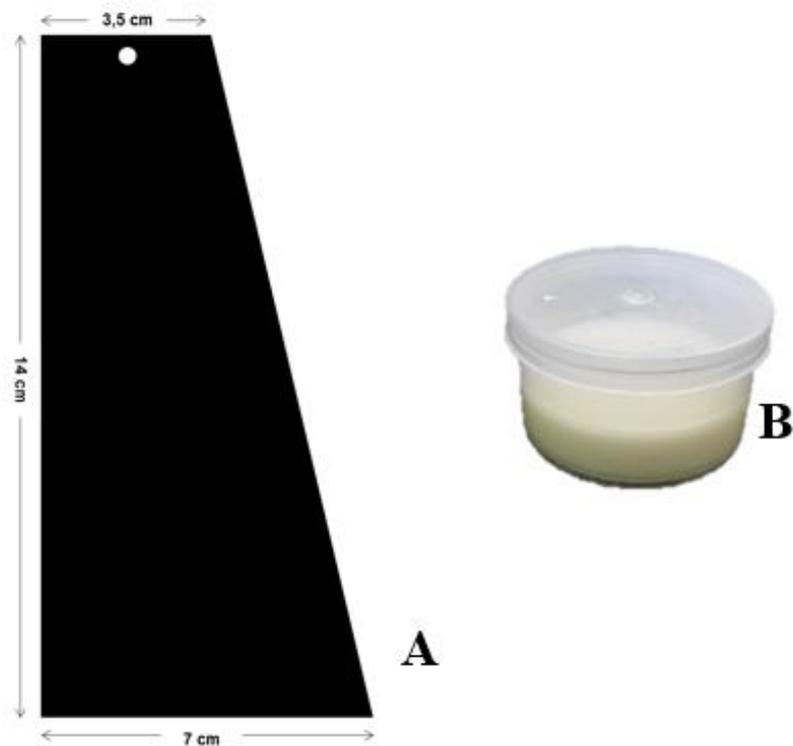
#### a) Descrição da armadilha GAT

A armadilha GAT (Figura 15) consiste de 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.



**Figura 15.** Armadilha 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.

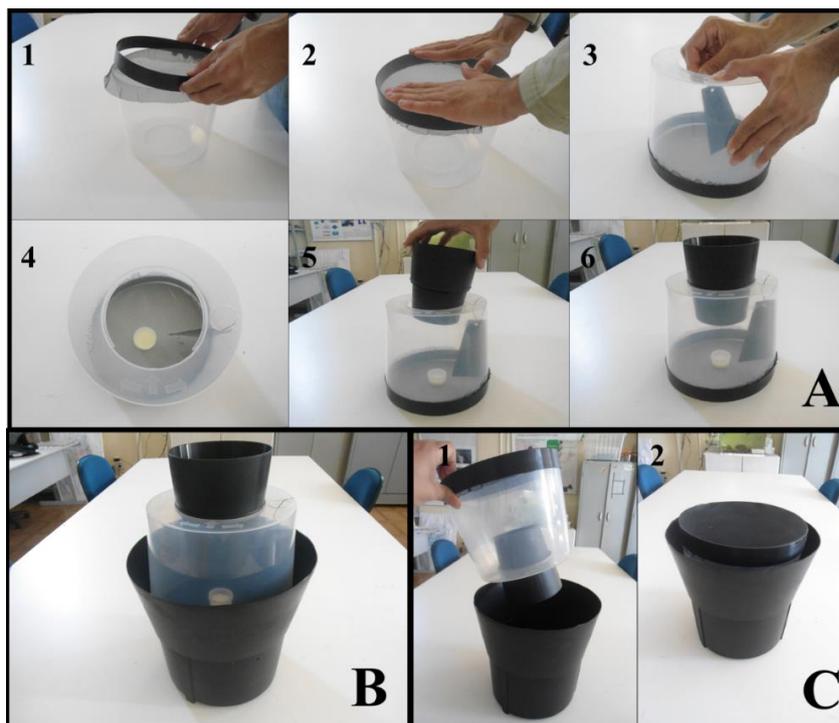
A parte superior da câmara translúcida possui um disco circular que permitiu a instalação de cartão adesivo em formato trapezoidal com dimensões 14cm x 7cm x 3,5cm (Figura 16A) (Heringer et al, 2016) para captura dos adultos de *Aedes* spp (Eiras et al. 2014; Ritchie et al., 2014). Na base do componente translúcido da GAT, usou-se uma nova formulação de atraente sintético AtrAedes desenvolvido pela UFMG (Figura 16B) (dados não publicados).



**Figura 16.** (A). Medidas do cartão adesivo; (B). Atraente sintético.

#### **b) Montagem da armadilha GAT**

As armadilhas foram parcialmente montadas na sede do setor de Vigilância Epidemiológica do município de Piumhi (Figuras 17A-B) e, para o transporte até as áreas experimentais, a câmara transparente foi voltada para baixo dentro do balde base (Figura 17C). O transporte das armadilhas de monitoramento foi realizado por carro de pequeno porte e de supressão foi realizado com caminhão de carga devido à grande quantidade. O cartão adesivo e o atraente sintético foram inseridos nas armadilhas, no momento de instalação nos imóveis.



**Figura 17.** Montagem da GAT: (A). Fixação da tela pelo anel (1 e 2); colocação do cartão adesivo com o lado inclinado ao centro e introdução do atraente (3 e 4) e colocação do funil (5 e 6); (B) armadilha montada para uso em campo; (C) armadilha montada para transporte até o campo.

### c) Instalação das armadilhas

Durante a instalação das armadilhas de monitoramento e supressão nos baldes, foram-lhes adicionados três litros de água de torneira e dada a preferência para um local visível, sombreado, protegido de chuvas e da exposição direta do sol (Ritchie et al., 2014; Heringer et al., 2016; Johnson et al., 2016) na área peridomiciliar (Fávaro *et al.*, 2006). Locais onde haviam 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 foi priorizado, principalmente nas armadilhas de monitoramento.

Nas atividades de instalação das armadilhas, houve a participação efetiva de cinco a sete Agentes de Controle de Endemias (ACE) do município de Piumhi, que devidamente selecionados pela coordenação, passaram por processo de treinamento em um minicurso organizado pela equipe técnica do projeto, com duração de sete dias (Tabela 2), 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, identificação

dos espécimes capturados nas armadilhas, com base na classificação entomológica de Forattini (2002).

**Tabela 2.** Cronograma de minicurso 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
22/02/2016 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.	À. 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).	À. Eiras e M. Resende
23/02/2016 Terça-Feira	08:00 às 11:30	<u>Apresentação:</u> Montagem, manejo e manutenção da armadilha Gravid Trap <i>Aedes</i> (GAT) em campo.	Procedimentos de montagem e manutenção da GAT durante as vistorias domiciliares. Durante a apresentação também foi utilizado a GAT.	L. Mota e P. Demarco
	13:00 às 16:30	<u>Aula Prática:</u> Coleta de mosquitos em cartão adesivo.	Metodologia para coleta de mosquitos em cartão adesivo em GAT de monitoramento e supressão.	À. Eiras e M. Resende
24/02/2016 Quarta-Feira	08:00 às 11:30	<u>Apresentação:</u> Visita domiciliar em imóveis para vistoria em armadilhas de monitoramento e supressão.	Procedimentos adotados durante visita domiciliar e vistoria em GAT de monitoramento e supressão.	M. Resende
	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 e supressão.	M. Resende e L. Mota
25/02/2016 Quinta-Feira	08:00 às 11:30 13:00 às 16:30	<u>Prática de Campo:</u> Visita domiciliar e vistoria nas armadilhas em campo.	Simulação de visita nos imóveis e vistoria nas armadilhas em campo.	L. Mota e P. Demarco
26/02/2016 Sexta-Feira	08:00 às 11:30 13:00 às 16:30	<u>Prática de Campo:</u> Visita domiciliar e vistoria nas armadilhas em campo.	Simulação de visita nos imóveis e vistoria nas armadilhas em campo.	L. Mota e P. Demarco

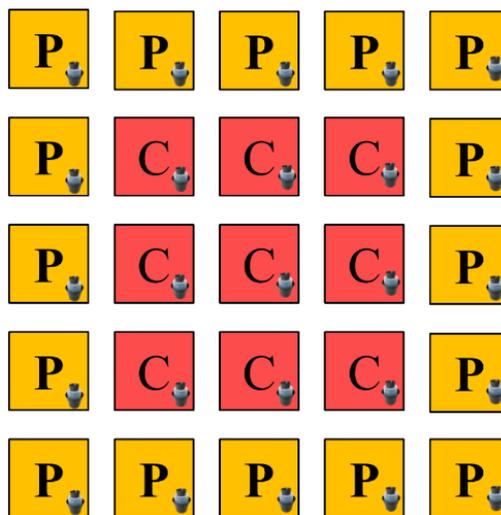
## 4.4. Metodologia

### 4.4.1. Desenho metodológico

A armadilha GAT foi utilizada como ferramenta de monitoramento e para o 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 nos três tratamentos

(bairros). 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 25 quadras de cada bairro, as 9 quadras centrais foram denominadas de “Área Central” (C) e as 16 quadras de periferia foram denominadas de “Área Periférica” (P) (Figura 18).



**Figura 18.** Classificação de quadras e distribuição de armadilhas de monitoramento (P = quadras periféricas, C = quadras centrais).

O estudo foi dividido em três períodos:

**1. Pré-intervenção:** O período Pré-intervenção consistiu na instalação de armadilhas de monitoramento (1 GAT por quadra), com o total de 75 quadras monitoradas nas três áreas experimentais (A, B e C) com vistorias semanais das armadilhas. O monitoramento de *Aedes* spp iniciou em 29/02/2016 e finalizou em 22/03/2016 (semanas epidemiológicas SE10 a SE12) (Figura 19);

**2. Intervenção:** consistiu na instalação das armadilhas de supressão de adultos nas nove quadras centrais das áreas experimentais B e C que receberam 1 e 2 armadilhas/imóvel, respectivamente. As armadilhas de supressão foram vistorias quinzenalmente e permaneceram durante oito semanas epidemiológicas (SE13 a SE20) nos imóveis (Figura 19);

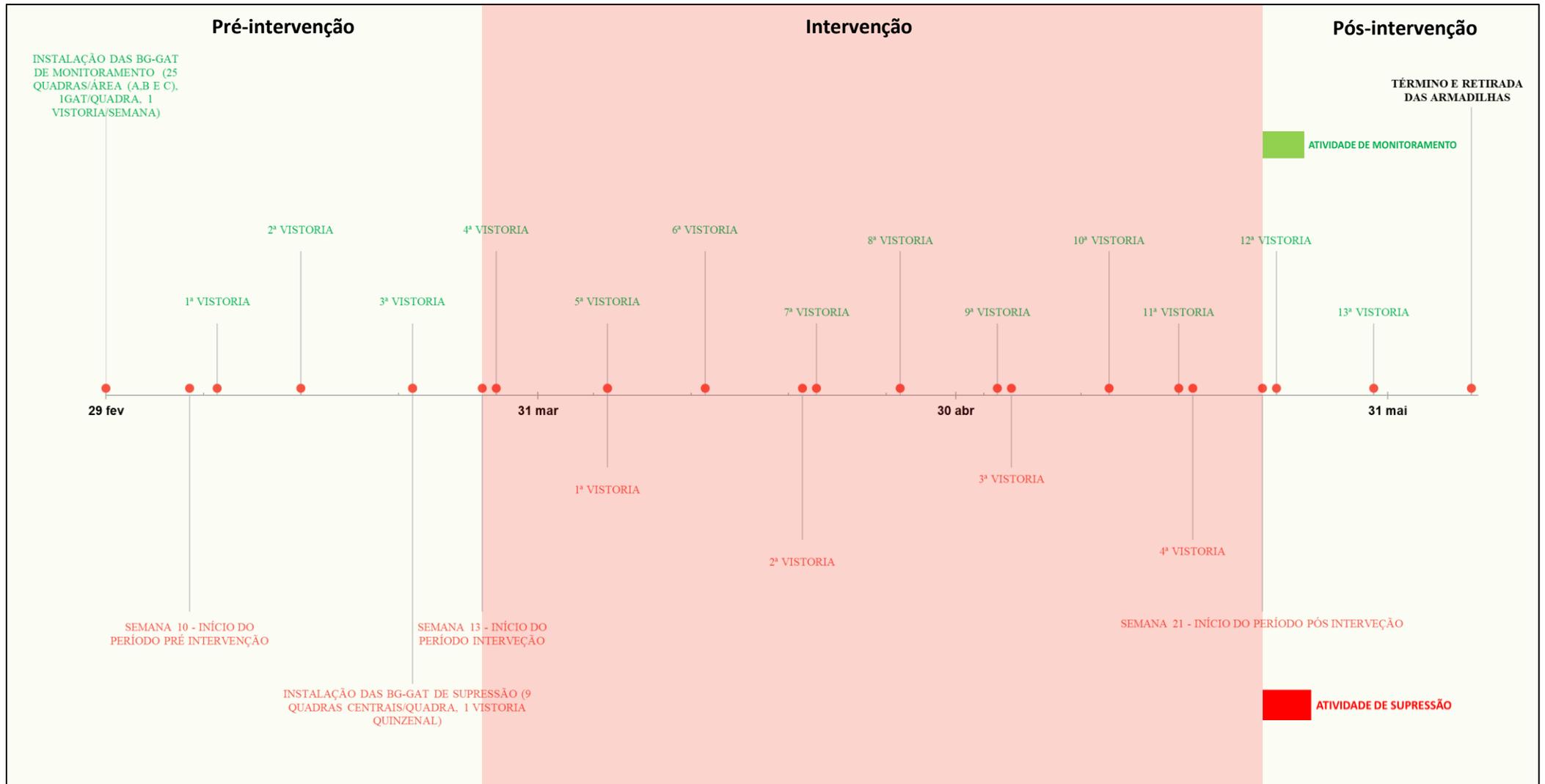
**3. Pós-intervenção:** o período de Pós-Intervenção consistiu apenas no monitoramento de *Aedes* spp e iniciou-se após a retirada das armadilhas de supressão de adultos na semana

epidemiológica 20 (26/05/2016). Esse período teve duração de duas semanas epidemiológicas (SE21 e SE22) (Figura 19).

**OBS:** Durante o período de planejamento deste estudo, inicialmente as armadilhas seriam instaladas em meados de outubro e novembro de 2015, no entanto, houve um problema com a importação das armadilhas que vieram da Alemanha, ocasionando a redução do tempo neste estudo.

O experimento teve três tratamentos:

- a) **Testemunho:** consistiu em instalar apenas uma armadilha de monitoramento nas 25 quadras;
- b) **Supressão com 1 GAT/imóvel:** consistiu em instalar uma armadilha por imóvel nas nove quadras centrais e o monitoramento nas 25 quadras;
- c) **Supressão 2 GAT/imóvel:** consistiu em instalar duas armadilhas por imóvel nas nove quadras centrais e o monitoramento nas 25 quadras. Na ocasião, em imóvel com área peridomiciliar reduzida, uma GAT era instalada nos fundos e outra à frente do imóvel (ex: jardim, varanda e garagem) com o objetivo de evitar a sobreposição entre as armadilhas.

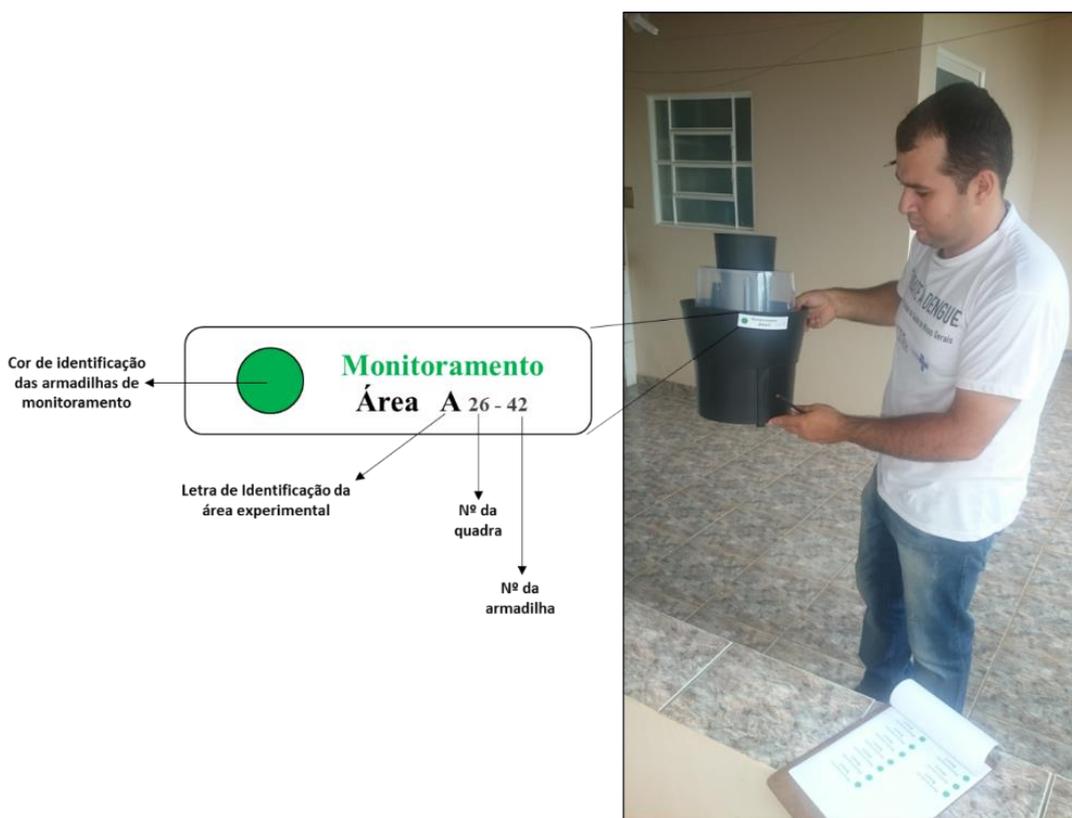


**Figura 19.** Linha do tempo das atividades realizadas nos períodos pré-intervenção, intervenção e pós-intervenção do experimento em Piumhi (MG) 2016.

#### 4.4.2. Atividades desenvolvidas

##### a) Atividade de monitoramento

Os imóveis que receberam as armadilhas GAT de monitoramento foram agendados previamente pelos ACE's que, na ocasião, solicitaram a autorização do morador ou proprietário. Os moradores que concordaram em participar do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo I) e receberam um folder com a descrição do experimento e a importância da sua colaboração (Anexo II). As armadilhas de monitoramento foram identificadas com etiquetas na cor verde e com uma letra de identificação da área experimental, número da quadra e número da armadilha (Figura 20). A numeração da quadra e a numeração da armadilha foram inseridas no momento da instalação.



**Figura 20.** Etiqueta de identificação de armadilhas de monitoramento.

Em todas as quadras das áreas experimentais (bairros) A, B e C, foram instaladas 1 GAT por quadra para monitoramento de *Aedes* spp (Degener *et al.*, 2015) e o total de 75 armadilhas de monitoramento foram instaladas, ou seja, vinte e cinco em cada área experimental (Tabela 3).

**Tabela 3.** Identificação das armadilhas de monitoramento instaladas em três bairros do município de Piumhi (MG) (29/02/2016).

Área experimental B			Área experimental C			Área experimental A		
Nº quadra	Tipo de quadra	Código da GAT	Nº quadra	Tipo de quadra	Código da GAT	Nº quadra	Tipo de quadra	Código da GAT
2	C	A2 - 39	11	C	B11 - 32	18	C	C18 - 4
3	C	A3 - 40	12	C	B12 - 21	19	C	C19 - 5
4	C	A4 - 41	12	C	B12 - 71	21	C	C21 - 7
6	C	A6 - 61	13	C	B13 - 22	22	C	C22 - 8
7	C	A7 - 46	14	C	B14 - 23	23	C	C23 - 9
8	C	A8 - 47	15	C	B15 - 24	24	C	C24 - 10
10	C	A10 - 49	18	C	B18 - 27	25	C	C25 - 11
11	C	A11 - 50	19	C	B19 - 33	26	C	C26 - 12
12	C	A12 - 55	20	C	B20 - 34	27	C	C27 - 13
1	P	A1 - 38	21	C	B21 - 35	8	P	C8 - 1
9	P	A9 - 48	3	P	B3 - 19	9	P	C9 - 2
9	P	A9 - 75	4	P	B4 - 20	17	P	C17 - 3
16	P	A16 - 52	5	P	B5 - 28	20	P	C20 - 6
15	P	A15 - 51	6	P	B6 - 29	28	P	C28 - 14
13	P	A13 - 53	9	P	B9 - 30	29	P	C29 - 15
14	P	A14 - 54	10	P	B10 - 31	30	P	C30 - 16
17	P	A17 - 56	22	P	B22 - 36	31	P	C31 - 17
18	P	A18 - 57	22	P	B22 - 37	32	P	C32 - 18
19	P	A19 - 58	17	P	B17 - 26	9	P	C9 - 62
20	P	A20 - 59	16	P	B16 - 25	17	P	C17 - 63
21	P	A21 - 60	4	P	B 4 - 73	31	P	C31 - 64
22	P	A22 - 42	5	P	B5 - 70	30	P	C30 - 65
23	P	A23 - 43	6	P	B6 - 69	29	P	C29 - 66
24	P	A24 - 44	17	P	B17 - 72	20	P	C20 - 67
25	P	A25 - 45	10	P	B10 - 74	20	P	C20 - 68

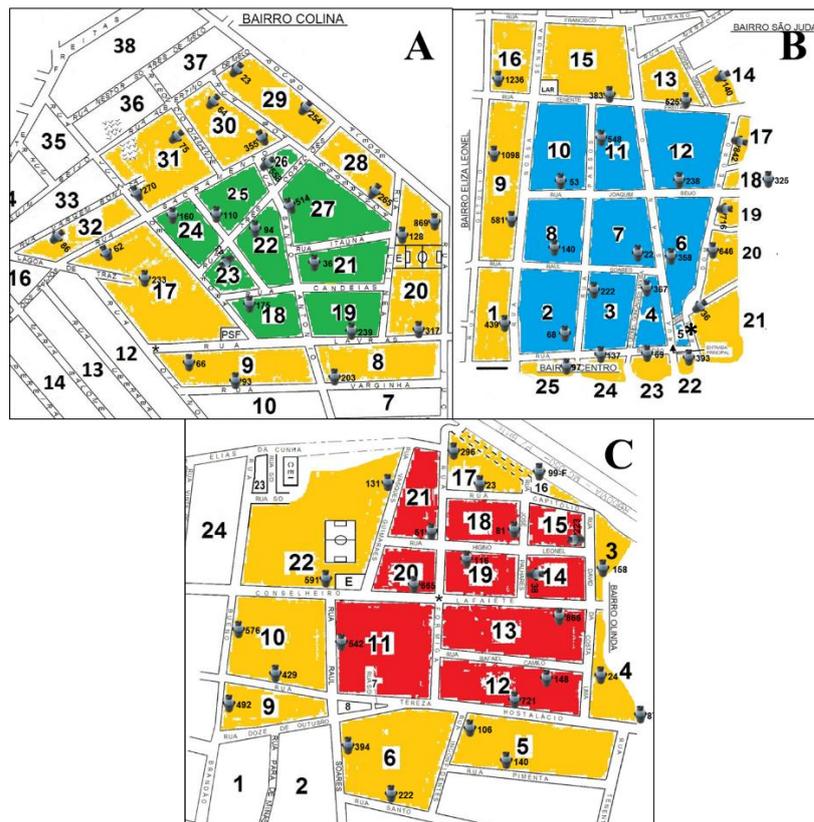
**Tabela 4.** Cronograma de leitura das armadilhas de monitoramento instaladas em três bairros (áreas) do município de Piumhi (MG) (29/02/2016).

Instalação dia 29/02/2016			
Semana Epidemiológica	Área experimental B	Área experimental C	Área experimental A
10	08/03/2016	07/03/2016	07/03/2016
11	14/03/2016	14/03/2016	14/03/2016
12	22/03/2016	22/03/2016	21/03/2016
13	28/03/2016	28/03/2016	28/03/2016
14	05/04/2016	05/04/2016	06/04/2016
15	12/04/2016	11/04/2016	12/04/2016
16	20/04/2016	19/04/2016	20/04/2016
17	26/04/2016	26/04/2016	26/04/2016
18	04/05/2016	04/05/2016	04/05/2016
19	11/05/2016	10/05/2016	11/05/2016
20	16/05/2016	16/05/2016	16/05/2016
21	23/05/2016	23/05/2016	23/05/2016
22	30/05/2016	30/05/2016	30/05/2016

As armadilhas de monitoramento foram instaladas, em 29/02/2016, nas três áreas experimentais e inspecionadas semanalmente. As vistorias das armadilhas de monitoramento iniciaram na semana epidemiológica 10 (08/03/2016) e terminaram na semana epidemiológica 22 (30/05/2016) (Tabela 4).

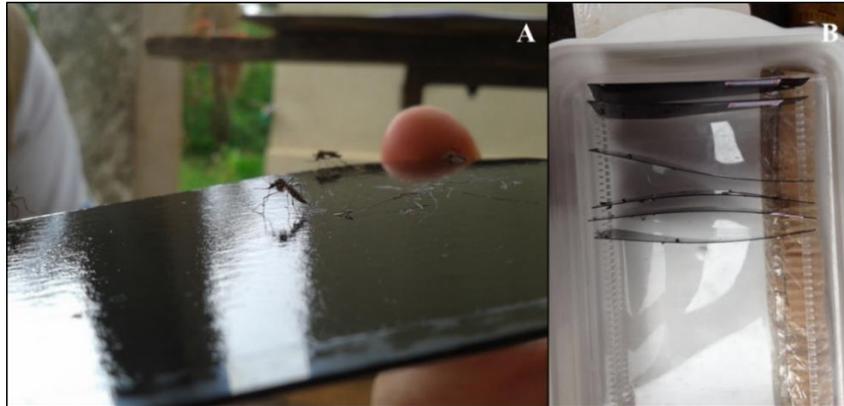
Os dados de instalação das armadilhas de monitoramento foram inseridos manualmente em planilha de papel (Anexo III) e consistiram na identificação da área experimental, bairro, atividade realizada, nome do agente de saúde, data, semana epidemiológica, horário de entrada e saída da residência, número da quadra, nome do morador, endereço e o código da armadilha.

As quadras periféricas (P) das áreas experimentais que não apresentavam formato quadrangular e tamanho acima do padrão receberam a instalação de duas armadilhas (Figura 21). Com o objetivo de realizar uma distribuição mais homogênea das armadilhas, houve a necessidade de instalação de duas GAT de monitoramento em uma quadra central (12) seguindo o critério de escolha da quadra, ou seja, a que apresenta maior número de imóveis (Figura 21C).



**Figura 21.** Distribuição das armadilhas e numeração de quadras nas áreas experimentais instaladas em três bairros do município de Piumhi (MG) (29/02/2016): A. área Testemunho; B. área 1GAT/imóvel; C. área 2GAT/imóvel. \* A quadra 5 da figura 21B foi incorporada da quadra 6 devido a diferença de extensão em relação das demais.

No momento da inspeção das armadilhas de monitoramento, os cartões adesivos com presença de mosquitos foram identificados com etiquetas e acondicionados em suporte de madeira ou acrílico, impedindo que as placas adesivas colassem sobre as outras durante o transporte para o laboratório (Figura 22 A e B).

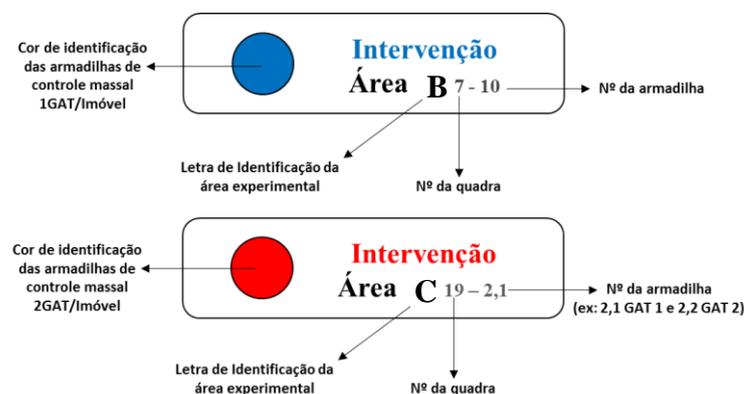


**Figura 22.** (A) Fêmea de *Ae. aegypti* capturada em cartão adesivo; (B). Fixação dos cartões adesivos em placas em suporte de acrílico para transporte do material de campo para o laboratório.

### b) Armadilhas de supressão

Nas quadras centrais (C) das áreas experimentais B e C, na semana epidemiológica 12 (22/03/2016) foram instaladas armadilhas para supressão de adultos (Figura 23).

Na área experimental B (bairro Jardim Santo Antônio) foi instalada 1 GAT/imóvel, e na área C (bairro Eliza Leonel), foram instaladas 2 GAT/imóvel. As armadilhas foram instaladas no peridomicílio dos imóveis, com exceção de imóveis do tipo comercial que não tinham área externa, onde foram instaladas no intradomicílio. Na área experimental A (bairro Lagoa de Trás), não houve instalação de armadilhas de supressão de adultos, foi classificada como *área Testemunho*.



**Figura 23.** Etiqueta de identificação de armadilhas de supressão.

As armadilhas foram instaladas em todos os imóveis das áreas de intervenção. Os moradores concordaram em participar do estudo e assinaram o TCLE. Não houve instalação de armadilhas em imóveis desabitados ou em ocasiões de recusa. Durante a instalação das armadilhas de supressão, buscou-se o percentual mínimo de 70% dos imóveis habitados (residências + comércios) de cada quadra. Na área experimental com 1 GAT/imóvel a cobertura foi 100% (Tabela 5) e 99,4% na área 2 GAT/imóvel (Tabela 6).

**Tabela 5.** Classificação de imóveis e cobertura de instalação das armadilhas de supressão área experimental 1GAT/imóvel no município de Piumhi (MG) (2016).

Nº da Quadra	R	C	Total de imóveis habitados	Total de Imóveis 1GAT	Total de GAT Instaladas	% Cobertura	Total de Imóveis Recusados	Hab.
2	17	11	28	28	28	100,0	0	74
3	13	6	19	19	19	100,0	0	61
4	5	5	10	10	10	100,0	0	23
6	21	4	25	25	25	100,0	0	71
7	16	4	20	20	20	100,0	0	60
8	13	6	19	19	19	100,0	0	58
10	27	2	29	29	29	100,0	0	88
11	17	4	21	21	21	100,0	0	67
12	19	5	24	24	24	100,0	0	68
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>148</b>	<b>47</b>	<b>195</b>	<b>195</b>	<b>195</b>	<b>100,0</b>	<b>0</b>	<b>570</b>

R (Residência) C (Comércio) HAB (Habitantes)

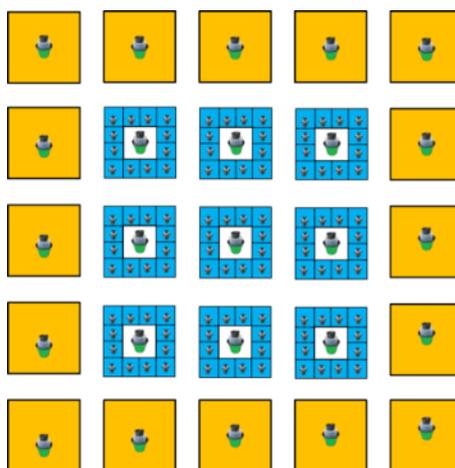
**Tabela 6.** Classificação de imóveis e cobertura de instalação das armadilhas de supressão área experimental 2GAT/imóvel no município de Piumhi (MG) (2016).

Nº da Quadra	R	C	Total de imóveis habitados	Total de imóveis 2gat	Total de gat instaladas	% cobertura	Total de imóveis recusados	Hab.
11	21	3	24	24	48	100,0	0	102
12	26	0	26	26	52	100,0	0	95
13	27	0	27	27	54	100,0	0	105
14	19	0	19	18	36	94,7	1	61
15	13	1	14	14	28	100,0	0	62
18	14	0	14	14	28	100,0	0	43
21	18	0	18	18	34	100,0	0	87
20	11	1	12	12	24	100,0	0	49
19	17	0	17	17	36	100,0	0	63
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>166</b>	<b>5</b>	<b>171</b>	<b>170</b>	<b>340</b>	<b>99,4</b>	<b>1</b>	<b>667</b>

R (Residência) C (Comércio) HAB (Habitantes)

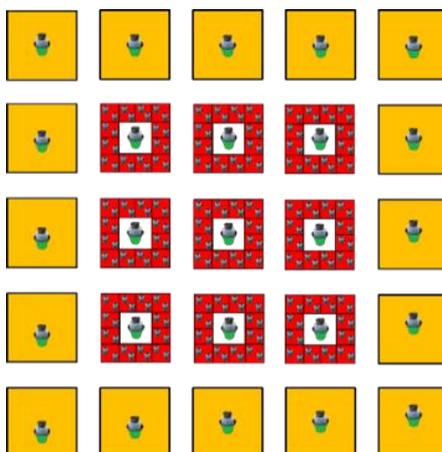
Os códigos das armadilhas de supressão foram por quadra, de modo que, na eventualidade de um morador se desligar do projeto, as alterações ficariam restritas apenas à quadra do imóvel desligado.

Na área experimental com instalação de 1 GAT/imóvel, foram instaladas no total 195 armadilhas na área central, das quais 148 foram instaladas em imóveis residenciais e 47 em imóveis comerciais. Nos imóveis onde havia armadilhas de monitoramento, a instalação das armadilhas de supressão de adultos foi feita em lado oposto no imóvel (Figura 24).



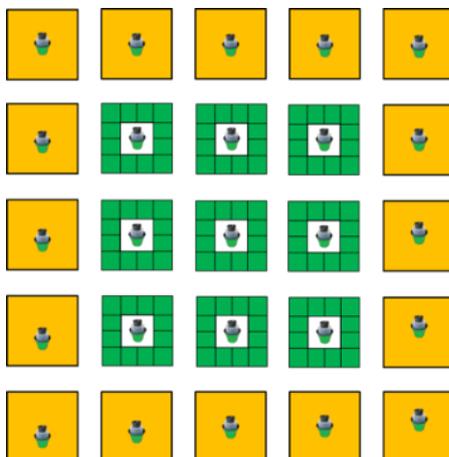
**Figura 24.** Distribuição e posição de armadilhas de supressão (quadras de cor azul) e monitoramento (todas as quadras) na área experimental de 1GAT/imóvel instaladas no bairro Jardim Santo Antônio de Piumhi (MG) (29/02/2016).

Na área experimental com instalação de 2 GAT/imóvel (Figura 25) foram instaladas 340 armadilhas na área central, ou seja, 330 em imóveis residenciais e 10 em imóveis comerciais.



**Figura 25.** Distribuição e posição de armadilhas de supressão e monitoramento na área experimental de 2 GAT/imóvel (quadras de cor vermelha).

Na **área experimental Testemunho**, não houve introdução de armadilhas de supressão de adultos nos imóveis da área central, apenas as vinte e cinco armadilhas de monitoramento (Figura 26).



**Figura 26.** Área experimental Testemunho (quadras de cor verde)

#### 4.5. Atividades do PNCD nas áreas experimentais

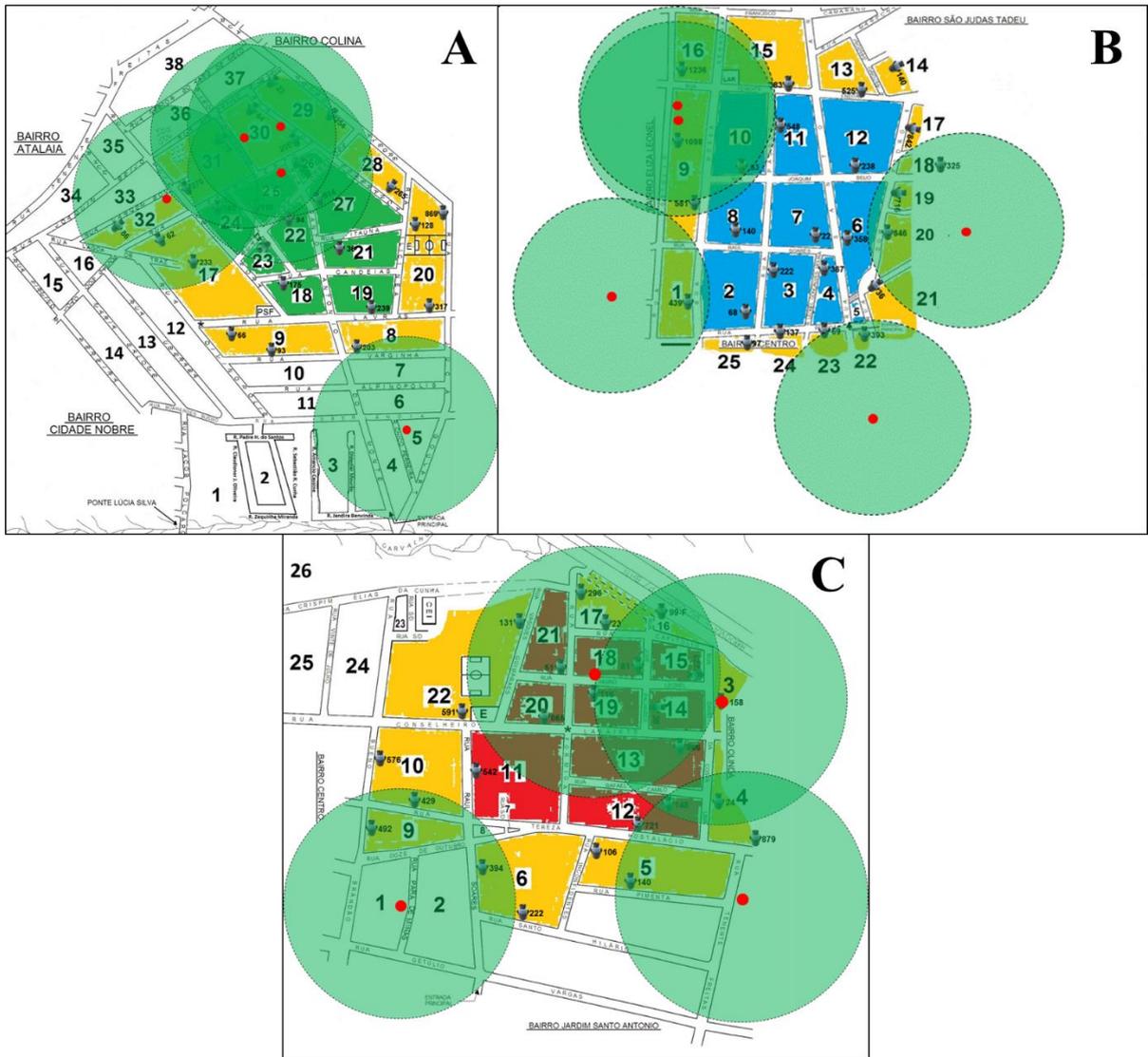
As atividades de rotina do Setor de Endemias no município de Piumhi foram mantidas durante o período de estudo.

Nas áreas experimentais, foram realizados três ciclos de aplicação do larvicida Pyriproxifen (Tabela 7) e atividades de bloqueios de transmissão (aplicação espacial do inseticida adulticida Malathion 44CE) realizados cinco vezes nas áreas A e C e quatro vezes na área B (Figura 27) em diferentes dias e semanas (Tabela 8).

**Tabela 7.** Atividade de ciclos de tratamentos preconizados pelo PNCD durante as semanas 10 a 22 de 2016 durante o experimento nas áreas experimentais, em Piumhi (MG).

Áreas experimentais	Nº imóveis vistoriados	Nº imóveis tratados com larvicida sumilarv® (pyriproxifen)*	Nº imóveis fechados
Jardim S. Antônio (1GAT/imóvel)	825	799	25
Eliza Leonel (2GAT/imóvel)	616	594	18
Lagoa de Trás (Testemunho)	493	454	31

\* Aplicação do larvicida Sumilarv 0,5G (Pyriproxifen) por tratamento focal: 2º ciclo 390g, 3º ciclo 190g e 4º ciclo 210g.



**Figura 27.** Atividade de bloqueio de transmissão realizada entre as semanas epidemiológicas 10 a 22 de 2016, em Piumhi, MG. (Verde) alcance do raio de 150 metros; (vermelho) caso notificado de dengue: (A). Testemunho; (B). 1GAT/imóvel; (C). 2GAT/imóvel.

**Tabela 8.** Quadras tratadas na atividade de bloqueio de transmissão realizada entre as semanas epidemiológicas 10 a 22 de 2016, em Piumhi, MG.

<b>Quadras tratadas</b>			
<b>DATA</b>	<b>1 GAT/imóvel Jardim S. Antônio</b>	<b>2 GAT/imóvel Eliza Leonel</b>	<b>Testemunho Lagoa de Trás</b>
21/jan	9,1,8,10,15,16	–	–
03/fev	6,18, 19, 20, 21	–	–
18/fev	–	–	21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31
25/fev	9,1,8,10,15,16	–	–
01/mar	22,23	–	–
01/mar	–	–	17,32,31,25,24
15/mar	–	–	8
28/mar	1	1,2,6,9,10	–
02/abr	–	4,5,12	–
20/abr	–	–	22,25,26,27,28,29,30,31
26/abr	–	12,13,19,18,17,16,14,15,3,4	–
10/mai	–	11,12,13,3,16,17,22,14,15,18,19,20,21	–
19/mai	–	–	22,24,25,26,29,30,31

#### **4.6. Identificação das espécies de mosquitos capturados nas armadilhas**

Nas armadilhas de supressão de adultos, a identificação das espécies de mosquitos e sexagem foram realizadas pelos ACE's com ajuda de uma lupa de entomológica manual 45x (Opton modelo *NSZ-405*) enquanto que nas armadilhas de monitoramento, as identificações foram realizadas por técnicos da Secretaria Municipal de Saúde, em condições de laboratório com auxílio de microscópio entomológico. 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).

Nas inspeções semanais nas armadilhas de monitoramento, os ACE's coletaram os cartões com mosquitos e transportaram ao laboratório de Entomologia da Secretaria Municipal de Saúde de Piumhi. Os exemplares foram acondicionados em tubos de Eppendorf contendo solução de guanidina e separados por código de barra para encaminhamento para a Universidade Federal de Minas Gerais para posterior análise de RT-PCR.

Durante as inspeções quinzenais nas armadilhas de supressão de adultos 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.

## 4.7. Extração e purificação do RNA viral

Os culicídeos coletados nas armadilhas GAT de monitoramento foram semanalmente colocados em microtubos contendo 250µL de solução de guanidina, para a preservação do material genético. Os insetos coletados foram, subsequentemente, utilizados para a extração de material genético e identificação da presença de arbovírus. Para a extração do RNA viral, os mosquitos foram agrupados em “pools” contendo no máximo 30 insetos. Em seguida, os mosquitos foram macerados manualmente, utilizando pistilos, para o rompimento do exoesqueleto e liberação das células possivelmente infectadas com arbovírus. Dessa forma, facilitando a lise celular e a liberação do material genético viral. Esse material foi extraído e purificado utilizando o *QIAamp® Viral RNA Mini Kit (Qiagen®)* de acordo com as instruções do fabricante.

### 4.7.1. PCR em tempo real empregando a enzima Transcriptase Reversa (RT-PCR)

Para a detecção de possíveis partículas virais, foram utilizados primers específicos descritos por Leparc-Goffart (2009) e Balm (2012) para a detecção de material genético dos DENV e ZIKV (Tabela 9). Para a detecção de partículas virais de dengue vírus, foi utilizado o kit *SuperScript® III Platinum® One-Step Quantitative RT-PCR System (Life Technologies)*, e as análises também foram feitas utilizando a o termociclador *StepOne™ System (Applied Biosystems™)*. O volume final da reação foi de 12,5 µL contendo 4 µL de RNA das amostras anteriormente purificadas, 1500 nM dos primers forward e reverse, 500 nM da sonda TaqMan e 5,0 mM de MgCl<sub>2</sub>. O perfil de ciclos térmicos da reação foi de 30 minutos a 50°C, 2 minutos a 95°C, seguido por 40 ciclos de PCR a 95°C durante 30 segundos e 60°C durante 1 minuto. Como controle negativo, utilizamos um mix com água RNase Free e para controle positivo ZIKV cultivado em plasmídeo e depois transcrito na concentração de 1,03 x 10<sup>-6</sup> ng/µL.

**Tabela 9.** Oligonucleotídeos usados para detecção do material genético de dengue e zika vírus.

Vírus	Primer Forward	Primer Reverse	Sondas
DENVALL	AGGACYAGAGGTTAGAGGAGA	CGYTCTGTGCCTGGAWTGAT	6FAM- ACAGCATATTGACGCTGGGARAG ACC-QSY
ZIKA V	CCTGGATTCTTGAACGAGGA	AGAGCTTCATTCTCCAGATCAA	OBS: SYBR Green

## 4.8. Parâmetros avaliados

### 4.8.1. Indicadores entomológicos produzidos pela armadilha GAT

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

- a) Índices Médios de Fêmeas de *Ae. aegypti* (IMFA = n° de fêmeas capturadas / n° de armadilhas vistoriadas na semana); (Eiras e Resende, 2009)

$$\text{IMFA} = \frac{\text{n° fêmeas de } Aedes \text{ capturadas}}{\text{n° de armadilhas vistoriadas na semana}}$$

- b) Índice de Positividade da GAT (IPG = n° de armadilhas positivas / n° de armadilhas vistoriadas \* 100).

## 4.9. Dados meteorológicos

Os dados diários da variável 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 e dias de chuva relativos às semanas epidemiológicas 10 a 22 de 2016. Os dados sobre as médias de temperatura e umidade relativa do ar foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

## 4.10. Análise estatística

Na avaliação da supressão massal em situação de campo, além dos indicadores entomológicos IMFA e IPG, também foram observadas outras variáveis como: (i) número de fêmeas capturadas/quadra/tipo de tratamento; (ii) média de fêmeas capturadas/quadra/tratamento. 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 R (<http://www.R-project.org>) versão 3.3.2 foi utilizado para as análises estatísticas (correlação no Statistical Package for the Social Sciences - SPSS) o

programa GraphPad Prism versão 7.0 (GraphPad Software, San Diego Califórnia USA) (7.0) para a produção de gráficos.

Devido os períodos de estudo acontecerem em intervalos diferentes de semanas (pré-intervenção três semanas, intervenção oito semanas e pós-intervenção duas semanas), foi necessário ajustar o tempo, padronizar os intervalos de períodos para que fosse possível realizar as análises estatísticas. Dessa forma, para analisar os dados, os três períodos foram ajustados em dois tempos, o primeiro período inicial (semanas epidemiológicas 10 a 15) e o segundo período final (semanas 16 a 22).

Foram analisadas as séries temporais das capturadas de fêmeas de *Ae. aegypti* e variáveis climáticas. A variável precipitação foi calculada de uma a quatro semanas em relação às semanas de vistorias das armadilhas. A correlação das variáveis climáticas e indicadores entomológicos foi verificada pelo teste não paramétrico Sperman. Com base na divisão do período de estudo. para analisarmos os dados (período inicial e período final) do indicador entomológico IMFA em cada área experimental, foi realizado teste de Shapiro-Wilk apontando que os dados se comportam de forma normal e anormal em todas as áreas (Tabela 10). Portanto, foram realizados testes não paramétricos para validação dos resultados.

Para comparar as taxas de infecção viral na espécie *Ae. aegypti* foi usado o cálculo de taxa de infecção mínima (MIR-Minimum Infection Rate). Esse índice foi calculado da seguinte forma; MIR- dividindo-se o número de pools infectados por espécie pelo número total de mosquitos testados para a espécie, multiplicado por 1.000 (CHOW et al., 1998).

**Tabela 10.** Teste de normalidade das áreas experimentais com fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas em GAT de monitoramento: comparação entre tratamentos, áreas e períodos entre as semanas epidemiológicas 10 a 22 de 2016, em Piumhi, MG.

Tratamento	Área	Períodos Inicial (I) Final (F)	Shapiro-Wilk		
			p - valor		Normalidade* IMFA
1GAT/imóvel	Periférica	I	0.01344	p < 0,05	A
		F	0.6605	p > 0,05	N
	Central	I	0.4203	p > 0,05	N
		F	0.9637	p > 0,05	N
2GAT/imóvel	Periférica	I	0.7805	p > 0,05	N
		F	0.355	p > 0,05	N
	Central	I	0.1139	p > 0,05	N
		F	0.01014	p < 0,05	A
Testemunho	Periférica	I	0.9104	p > 0,05	N
		F	0.1748	p > 0,05	N
	Central	I	0.645	p > 0,05	N
		F	0.006436	p < 0,05	A

\* Resultado do teste de normalidade por área. Anormal (A), Normal (N).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Monitoramento

#### 5.1.1. Captura de Culicídeos

A armadilha GAT detectou a presença de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* nas três áreas experimentais e em todas as semanas de monitoramento para *Ae. aegypti* (Tabela 11). Durante as 13 semanas de monitoramento, a armadilha capturou nas três áreas experimentais o total de 745 culicídeos, quais sejam 687 (92,2%) *Ae. aegypti*, 31 (4,2%) *Ae. albopictus* e 27 (3,6%) *Culex* spp.

Em relação à captura de culicídeos na GAT por espécie e sexo foram 681 (91,4%) fêmeas de *Ae. aegypti* que predominaram sobre os demais culicídeos coletados, foram somente 27 (3,6%) fêmeas de *Ae. albopictus* e 23 (3,1%) fêmeas de *Culex* spp. As coletas de machos de culicídeos foram de apenas 6 (0,8%) para *Ae. aegypti* e 4 (0,54%) para *Ae. albopictus* e *Culex* spp. A maior proporção de culicídeos capturados foi do gênero *Aedes*, com a coleta total de 708 (95,0%) fêmeas e 10 (1,3%) machos.

No período de monitoramento, as armadilhas GAT de monitoramento capturaram, em média ( $\pm$  erro padrão):  $0,67 \pm 1,48$ ;  $0,60 \pm 1,40$  e  $0,91 \pm 1,71$  *Ae. aegypti* fêmeas nos tratamentos 1GAT, 2GAT e Testemunho, respectivamente (Tabela 12). A média ( $\pm$  erro padrão) geral de captura de fêmeas no monitoramento foi  $0,73 \pm 1,54$ ;  $0,02 \pm 0,20$  e  $0,02 \pm 0,19$  para *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Culex* spp., respectivamente.

**Tabela 11.** Média ( $\pm$  Erro Padrão) de mosquitos capturados em GAT de monitoramento por área experimental durante o monitoramento nas três áreas experimentais, no período de fevereiro a maio de 2016, Piumhi (MG).

932 observações	Lagoa de Trás - A						Jardim Santo Antônio - B						Eliza Leonel - C					
	<i>aeg.</i>		<i>alb.</i>		<i>Culex sp.</i>		<i>aeg.</i>		<i>alb.</i>		<i>Culex sp.</i>		<i>aeg.</i>		<i>alb.</i>		<i>Culex sp.</i>	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
<b>Soma</b>	278	2	10	3	2	0	217	2	6	0	6	1	186	2	11	1	15	3
<b>Média</b>	0,91	0	0,03	0,01	0	0	0,67	0	0,01	0	0,01	0	0,6	0	0,03	0	0,04	0,01
<b>EP</b>	0,098	0,005	0,013	0,006	0,005	0,000	0,083	0,004	0,011	0,000	0,008	0,003	0,080	0,005	0,012	0,003	0,017	0,006
<b>Varição de captura (min - max)</b>	0-11	0-1	0-3	0-1	0-1	0-0	0-18	0-1	0-3	0-0	0-1	0-1	0-9	0-1	0-2	0-1	0-4	0-1

**Tabela 12.** Média ( $\pm$  Erro Padrão) do total de mosquitos capturados em GAT de monitoramento nas três áreas experimentais, no período de fevereiro a maio de 2016, Piumhi (MG).

	<i>Ae. aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>		<i>Culex sp.</i>	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
<b>Soma</b>	681	6	27	4	23	4
<b>Média</b>	0,73	0	0,02	0	0,02	0
<b>EP</b>	0,051	0,003	0,007	0,002	0,006	0,002
<b>Varição de captura (min - max)</b>	0 - 18	0 - 1	0 - 3	0 - 1	0 - 4	0 - 1

Não houve diferença entre os tratamentos ( $F= 1,33$ ,  $p >0,05$ ) no número de culicídeos capturados nas armadilhas GAT de monitoramento por área experimental em relação às espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Culex* spp. Os valores de captura para cada bairro, foram comparados utilizando o teste estatístico ANOVA (Tabela 13).

**Tabela 13.** Diferença significativa entre as capturas das espécies de mosquito por tratamento.

Espécies	Tratamentos	p-valor (ajustado)
<i>Ae. aegypti</i>	2GAT/imóvel vs. 1GAT/imóvel	0,713
	Testemunho vs. 1GAT/imóvel	0,321
	Testemunho vs. 2GAT/imóvel	0,117
<i>Ae. albopictus</i>	2GAT/imóvel vs. 1GAT/imóvel	0,986
	Testemunho vs. 1GAT/imóvel	0,982
	Testemunho vs. 2GAT/imóvel	0,999
<i>Culex sp.</i>	2GAT/imóvel vs. 1GAT/imóvel	0,956
	Testemunho vs. 1GAT/imóvel	0,990
	Testemunho vs. 2GAT/imóvel	0,910

No período de monitoramento, as fêmeas de *Ae. aegypti* foram coletados em maior percentual no Bairro Lagoa de Trás (40,2%), seguido pelo bairro Jardim Santo Antônio com (31,9%) e o bairro Eliza Leonel (27,3%). Os machos de *Ae. aegypti* foram coletados em quantidades iguais nas três áreas de monitoramento (Tabela 14).

**Tabela 14.** Total de culicídeos capturados por espécie e sexo nas armadilhas de monitoramento das três áreas experimentais, no período de fevereiro a maio de 2016, Piumhi (MG).

Área experimental	Total de captura						Total de mosquitos/área
	<i>Ae. aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>		<i>Culex sp.</i>		
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	
Testemunho	278	2	10	3	2	0	<b>295</b>
1 GAT/imóvel	217	2	6	0	6	1	<b>232</b>
2GAT/imóvel	186	2	11	1	15	3	<b>218</b>
<b>Total</b>	<b>681</b>	<b>6</b>	<b>27</b>	<b>4</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	<b>745</b>

### 5.1.2. Indicadores entomológicos

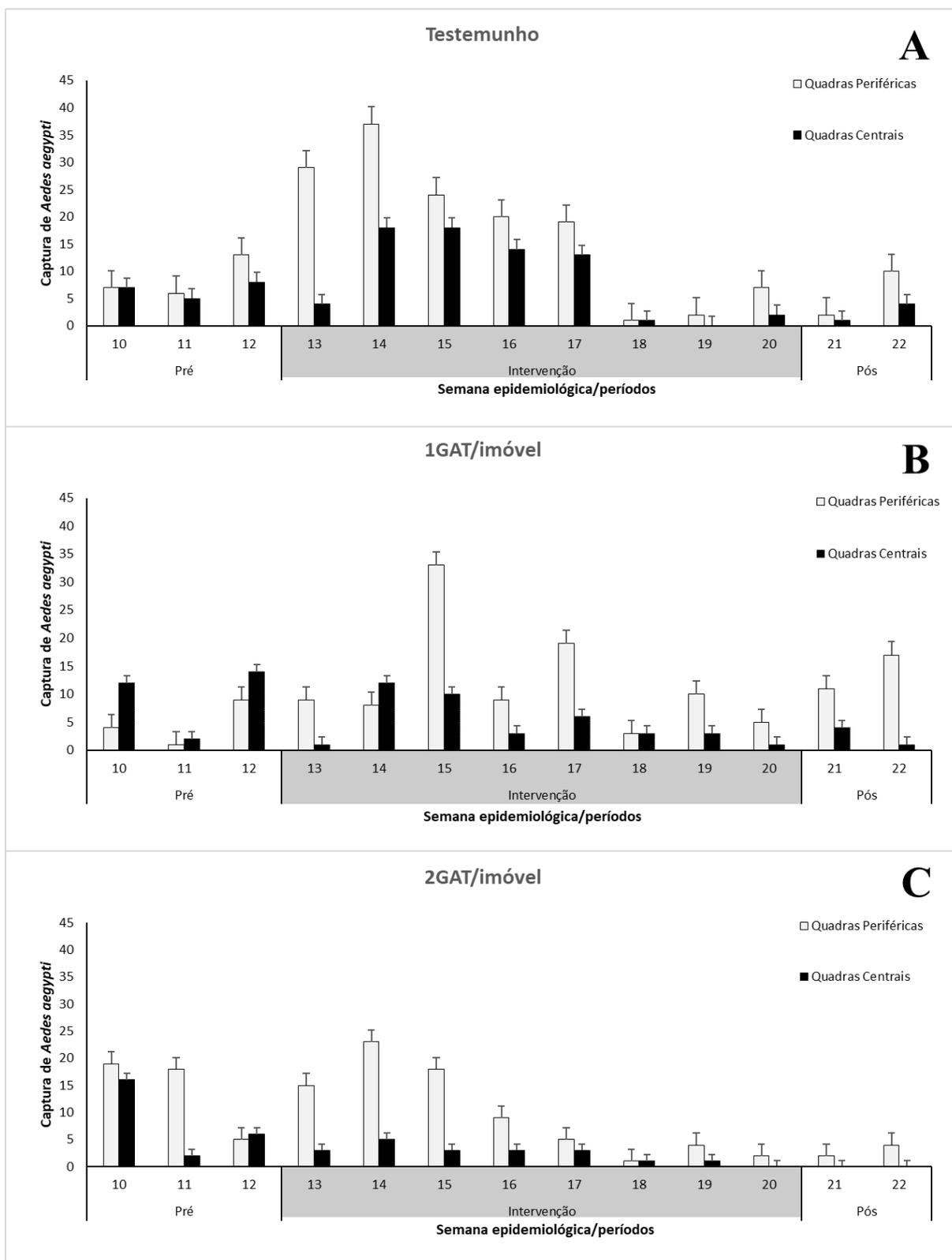
#### a) Captura de *Ae. aegypti* em função dos períodos experimentais

Observou-se que as capturas de fêmeas de *Ae. aegypti* entre as semanas epidemiológicas 10 e 22, por área experimental e tipo de quadra, foram constantes em todas as semanas de estudo com exceção das quadras centrais do Bairro Eliza Leonel (área experimental B - 2GAT/Imóveis). Notou-se a falta de captura para fêmeas na semana de intervenção 20 e nas semanas pós-intervenção 21 e 22 (Figura 28).

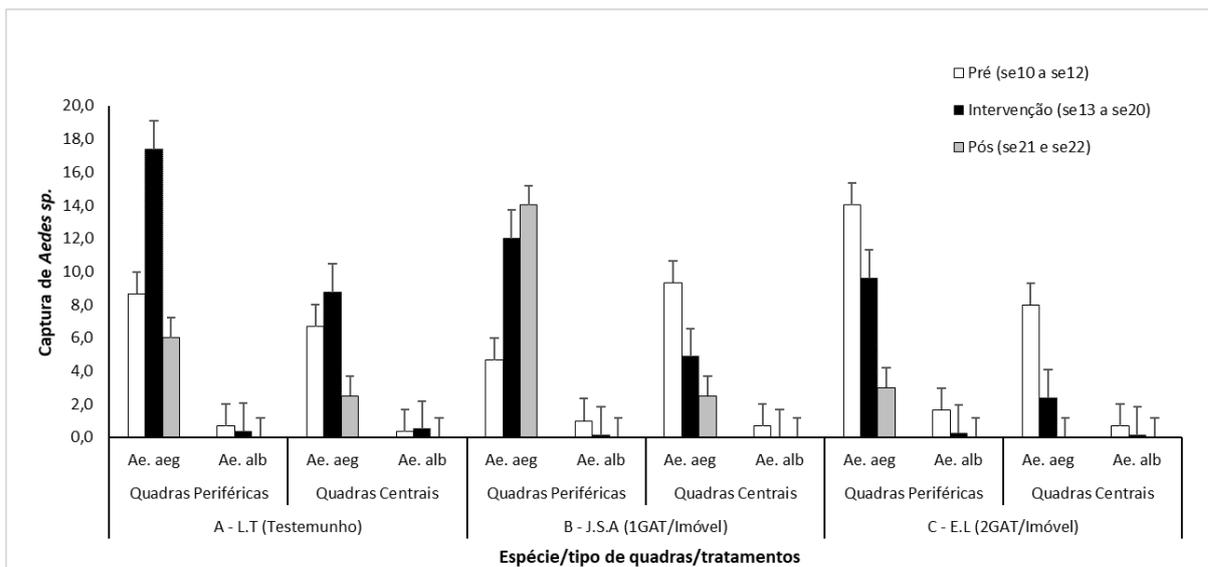
As capturas nas quadras centrais dos bairros Jardim Santo Antônio (B) e Eliza Leonel (C) que receberam armadilhas de supressão registraram menores quantidades de fêmeas de *Ae. aegypti* em comparação com as quadras periféricas que não receberam armadilhas GATs de supressão. Ressalta-se que as quadras centrais de supressão com 2GAT/imóvel apresentaram redução constante nas capturas de *Ae. aegypti* (Figura 28).

Na área periférica do tratamento “1GAT/imóvel”, as capturas de *Ae. aegypti* nas quadras periféricas aumentaram nos períodos de intervenção e pós-intervenção. Em relação ao período de pré-intervenção e nas quadras centrais, observou-se uma diminuição nos períodos de intervenção e pós-intervenção. No tratamento “2GAT/imóvel”, as quadras periféricas e centrais, as capturas nos períodos experimentais diminuíram em relação ao período de pré-intervenção, porém as quadras centrais não registraram capturas no período pós-intervenção. No tratamento Testemunho (sem supressão), as capturas comportaram semelhantes em ambos os tipos de quadra nos três períodos, ressalta-se que as capturas foram maiores no período de intervenção (Figura 29).

As capturas de *Ae. albopictus* nas quadras periféricas e centrais dos tratamentos de 1 e 2 GAT/imóvel observou-se redução nas capturas, nos períodos de intervenção e pós-intervenção, em relação ao período de pré-intervenção. Nas quadras periféricas e centrais do tratamento Testemunho, ocorreram pequenas oscilações nas capturas no período de intervenção em relação ao pré-intervenção e não ocorreram registros de *Ae. albopictus* no período de pós-intervenção, nas quadras periféricas e centrais (Figura 29).



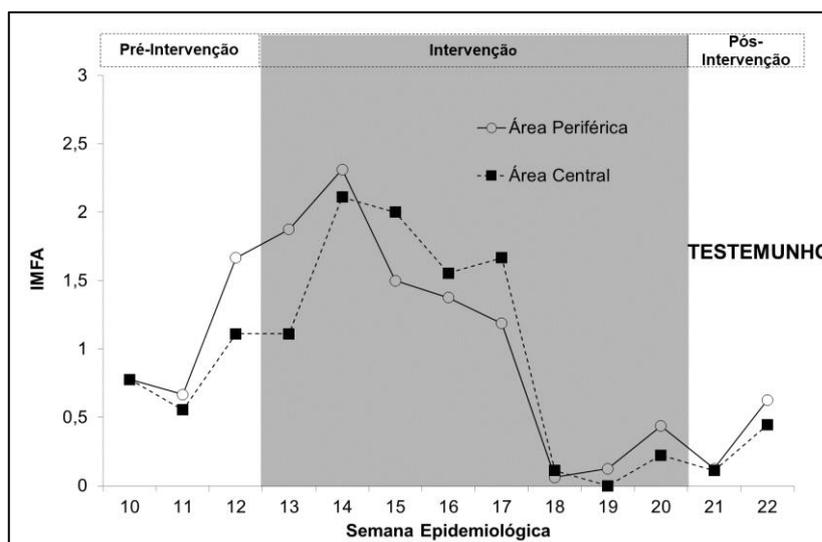
**Figura 28.** Captura média de fêmeas de *Ae. aegypti* ( $\bar{x} \pm$  erro padrão) nos períodos experimentais, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais: A. área Testemunho, B. 1GAT/imóvel e C. 2GAT/imóvel.



**Figura 29.** Captura de fêmeas de *Aedes* sp. ( $x \pm$  erro padrão) nas quadras periféricas e centrais nos períodos experimentais, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

**b) Comparação do Índice Médio de Fêmeas de *Aedes* (IMFA) nas áreas Periférica e Central.**

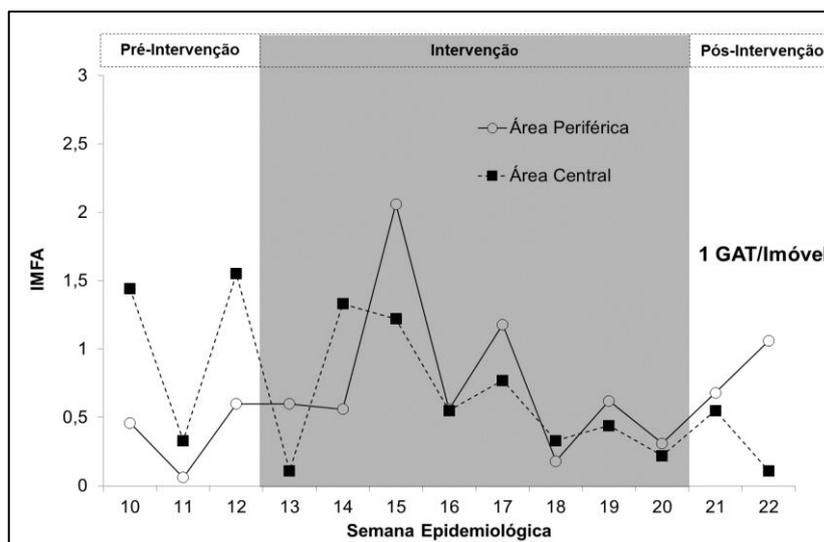
No tratamento “Testemunho”, o IMFA do período pré-intervenção das quadras periféricas e centrais iniciou com 0,78 e aumentou durante o período de intervenção. As quadras centrais e periféricas apresentaram o comportamento do IMFA semelhantes nos três períodos de tempo, com tendência de aumento ao final do experimento (Figura 30).



**Figura 30.** Índice Médio de Fêmeas de *Ae. aegypti* no bairro Lagoa de Trás sem instalação de armadilha de supressão, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

No tratamento “1 GAT/imóvel”, o indicador IMFA no período pré-intervenção das quadras periféricas foi inferior nas quadras centrais. Após a instalação das armadilhas GAT de

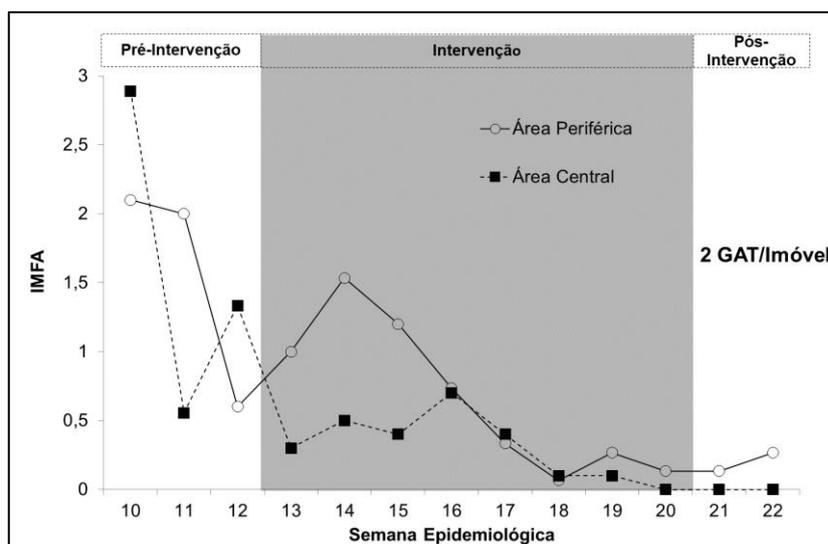
supressão nas quadras centrais, houve redução gradual do IMFA na área central e o das quadras periféricas apresentou comportamento oscilante e superior ao IMFA das quadras centrais na maioria das semanas epidemiológicas (SE), com pico na SE 15, no período de intervenção. No período pós-intervenção, observou-se que o IMFA periférico continuou superior ao IMFA central, no período pós-intervenção (Figura 31).



**Figura 31.** Índice Médio de Fêmeas de *Ae. aegypti* no bairro Jardim Santo Antônio com instalação de 1GAT/imóvel, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

No tratamento “2 GAT/imóvel”, o IMFA das quadras periféricas e centrais observou-se uma redução progressiva em ambas quadras, no entanto, não foi significativa na área central em relação às quadras periféricas (Mann-Whitney test,  $U=61$ ,  $p\text{-valor}=0,237$ ).

Após a semana 19, ocorreu uma redução do IMFA nas quadras centrais permanecendo até o final do experimento, ao contrário do IMFA das quadras periféricas onde observou-se uma tendência de aumento do IMFA (Figura 32).



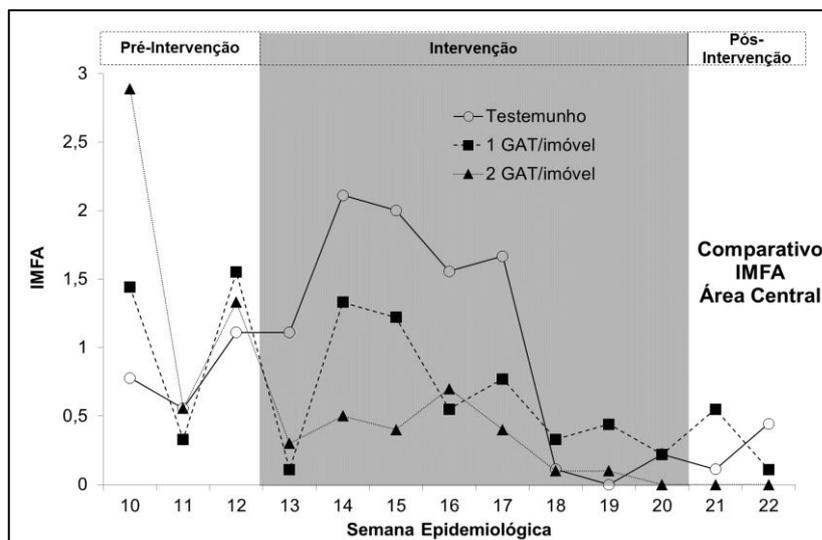
**Figura 32.** Índice Médio de Fêmeas (IMFA) de *Ae. aegypti* no bairro Eliza Leonel com instalação de 2GAT/imóvel, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

Na área periférica (sem GAT de supressão), o IMFA aumentou durante as semanas e apontou uma tendência no aumento no final do período de intervenção e pós-intervenção. No entanto, a área central (com 1GAT/imóvel) iniciou com o IMFA mais elevado que na área periférica, e com o passar das semanas, reduziu gradualmente e apontou essa tendência com o tempo, diferente da área periférica que tendeu a aumentar no mesmo período.

Apenas no tratamento Testemunho, mostrou uma tendência de aumentar seu IMFA no mesmo período de pós-intervenção, diferentemente das áreas com GAT de supressão que mantiveram sua redução, o que pode apontar a efetividade da armadilha em reduzir a infestação do *Ae. aegypti*. No tratamento Testemunho, as quadras periféricas e centrais tiveram o mesmo padrão de variação do IMFA, diferente das áreas com 1GAT e 2GAT nas quadras centrais que mantiveram a redução do IMFA, com o passar das semanas.

No tratamento Testemunho, houve oscilação na média do IMFA nos 3 períodos. No tratamento com 1/GAT, houve redução gradual com poucas diferenças entre os 3 períodos, e no tratamento com 2 GAT/imóvel, houve uma redução considerável entre os períodos. vale reforçar que no período pós-intervenção, a média do IMFA manteve zero no período.

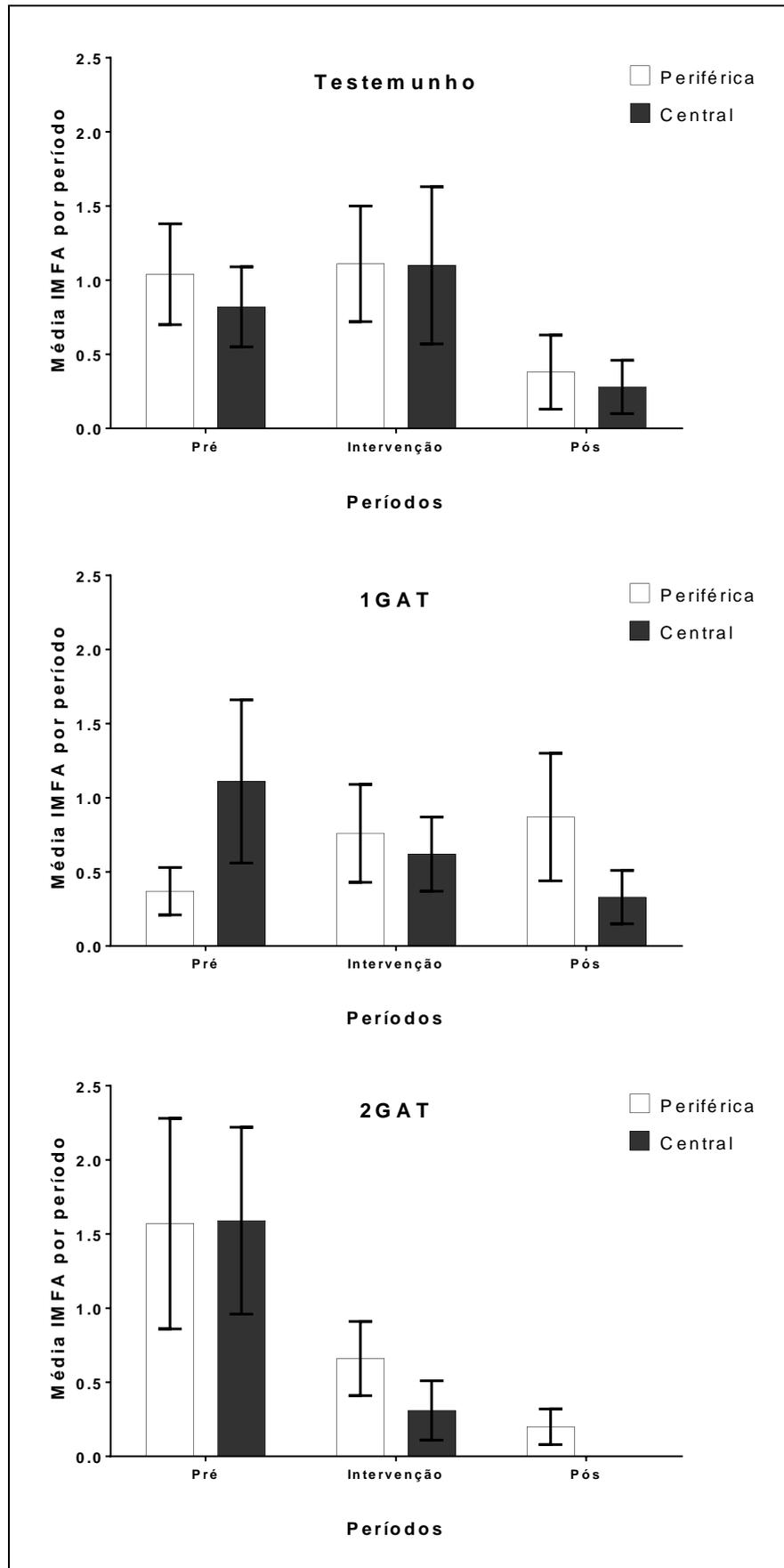
Em relação ao comportamento do IMFA nas quadras centrais, para os três tratamentos, observou-se que o IMFA iniciou mais elevado na área de supressão com 2GAT/imóvel e terminou com valores de zero nas três últimas semanas experimentais. Ao contrário, o tratamento testemunho (sem instalação de armadilhas de supressão) iniciou com o menor IMFA e apresentou valores mais elevados na maior parte do período de intervenção (SE 13 a 17) (Figura 33).



**Figura 33.** Índice Médio de Fêmeas de *Ae. aegypti* nas quadras centrais em função dos tratamentos, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

Os resultados dos valores da média do IMFA com duração de 13 semanas, ou seja, três, oito e duas semanas para cada período (pré-intervenção, intervenção e pós-intervenção respectivamente), demonstraram diferença nas populações de *Ae. aegypti* fêmeas nas três áreas, principalmente, no período pré-intervenção. O monitoramento com GAT revelou que a coleta massal pode ter causado um efeito significativo na redução dos indicadores entomológicos no período intervenção e pós-intervenção das áreas 1 e 2 GAT/imóvel. Observou-se um aumento do indicador IMFA de *Ae. aegypti* nas quadras periféricas do tratamento 1GAT, durante os três períodos, enquanto que no tratamento Testemunho, ocorreu uma redução apenas nos períodos de intervenção e pós-intervenção. Diferentemente dos demais tratamentos, o IMFA reduziu de pós a pré-intervenção na área 2GAT. Observa-se que nas quadras centrais das áreas contendo 1 e 2GAT/imóvel ocorreu a redução do IMFA nos três períodos, com maior diferença entre pré e pós-intervenção na área 2GAT, porém, na área Testemunho, houve pouca diferença nos valores do IMFA, durante as semanas nas quadras periféricas e centrais (Figura 34).

Os resultados demonstram que houve uma redução dos indicadores entomológicos IMFA e na média do IMFA, por período, nos tratamentos com armadilhas. Verificou-se, também, que, após a introdução das armadilhas de supressão massal, a média do IMFA por período reduziu de 1,59 no período pré-intervenção, para zero pós-intervenção. Apenas o tratamento com 2 GAT/imóvel conseguiu zerar as capturas no tempo pós-intervenção. Diferentemente dos gráficos das armadilhas de monitoramento, os dados referentes às armadilhas de captura massal apontam que não há diferença significativa entre os tratamentos com 1GAT e 2GAT imóvel.



**Figura 34.** Índice Médio de Fêmeas de *Ae. aegypti* ( $\pm$  erro padrão) das quadras centrais e periféricas em função dos períodos, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

### c) Índice de Positividade da GAT (IPG)

Na área Testemunho, o IPG das armadilhas aumentou de 55,6% na semana 10 (período pré-intervenção) para 77,8% na semana 17 (Intervenção), apresentando um dos valores mais elevados de positividade entre as três áreas. O tratamento 1GAT/imóvel na semana 14 (Intervenção) também apontou esse valor. No período pós-intervenção, a área Testemunho foi a única a apontar uma leve tendência de aumento do IPG, enquanto a positividade na área de supressão 2GAT/imóvel manteve redução constante com exceção das semanas 12 e 16 (ambas 56%) mantendo sua positividade a 0% no período pós-intervenção (Tabela 15).

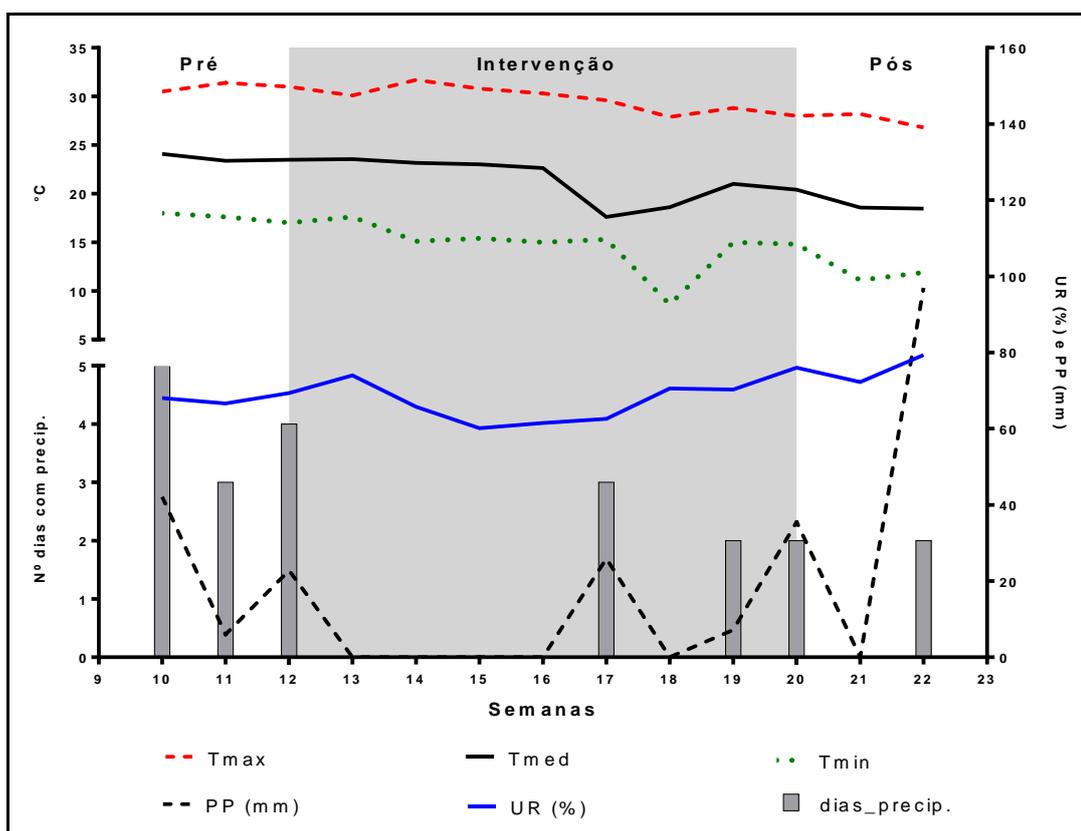
As positivities nas quadras periféricas nos três tratamentos apresentaram um padrão de oscilação na maioria das semanas, mantendo uma tendência ao aumento da positividade no final do período pós-intervenção. A positividade da área periférica 2GAT era mais elevada entre as três áreas no início do estudo, e na semana 22, era a mais baixa das áreas de estudo. A positividade das quadras periféricas no tratamento Testemunho foi a mais alta em 6 das 13 semanas de experimento. A positividade das quadras centrais na área Testemunho, onde não havia supressão, foi o único tratamento que não apontou redução no período pós-intervenção comparado ao IP central das áreas 1 e 2 GAT, comportando da mesma forma das quadras periféricas, com tendência no aumento da positividade na semana 22 (Tabela 15).

**Tabela 15.** Índice de Positividade da GAT para *Ae. aegypti* nas quadras centrais e periféricas em função dos períodos, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

Períodos	Semana	Testemunho		1GAT/imóvel		2GAT/imóvel	
		Área Periférica %	Área Central %	Área Periférica %	Área Central %	Área Periférica %	Área Central %
Pré	10	55,6	55,6	20,0	66,7	70,0	77,8
	11	22,2	44,0	6,7	22,2	40,0	44,4
	12	66,7	66,7	40,0	55,6	40,0	56,0
Intervenção	13	62,5	33,3	40,0	11,1	40,0	22,2
	14	62,5	33,3	43,8	77,8	46,7	22,2
	15	50,0	55,6	50,0	55,6	46,7	22,2
	16	50,0	55,6	31,3	44,4	53,3	56,0
	17	50,0	77,8	43,8	55,6	26,7	33,3
	18	6,3	11,1	18,8	33,3	6,7	11,1
	19	12,5	0,0	31,3	33,0	20,0	11,1
20	31,3	11,1	25,0	22,2	13,3	11,1	
Pós	21	6,3	11,1	25,0	44,4	13,3	0,0
	22	31,3	33,0	31,3	11,1	20,0	0,0

### 5.1.3. Variáveis climáticas

Durante o período de estudo, a temperatura mínima variou de 8°C a 18,6°C, a máxima de 26,8°C a 31,7°C, e a média de 17,6°C a 24°C. A precipitação variou de zero a 97mm, a umidade relativa de 60,1% a 79,3% e número de dias com precipitação de zero a cinco dias (Figura 35).



**Figura 35.** Dados meteorológicos registrados no período de fevereiro a maio de 2016, Piumhi (MG). Fonte: INMET, SAAE

Nas análises de correlação das variáveis climáticas e o indicador IMFA fornecido pela armadilha GAT, observou-se correlação significativa moderada e positiva na área de 1GAT com as variáveis *Temperatura* máxima e umidade relativa com IMFA central, no entanto, para a variável *Temperatura* média a correlação foi negativa e moderada com o IMFA periférico (Tabela 16).

Na área de 2GAT, as correlações significativas e positivas foram com o IMFA central com as variáveis *Temperatura* mínima, máxima e média. A variável umidade relativa apresentou correlação moderada e negativa com o IMFA central (Tabela 16).

Na área Testemunho, as correlações significativas moderadas e positivas foram observadas entre a variável Temperatura mínima com IMFA periférico e Temperatura máxima com IMFA periférico (Tabela 16).

A variável umidade relativa foi negativa para todos os IMFA's e a variável precipitação não apresentou nenhuma correlação significativa com os IMFA's e a maioria foram positivas, com exceção na área testemunha com o IMFA periférico (Tabela 16).

**Tabela 16.** Correlação das variáveis climáticas e o indicador IMFA fornecido pela armadilha GAT, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

TRATAMENTOS IMFA/Área		Variáveis				
		<i>Tmin</i>	<i>Tmax</i>	<i>Tmed</i>	PP	UR
		Coef. Corr. (valor de p)				
<b>Testemunho</b>	Periférica	0,544*	0,612*	0,506	-0,001	-0,301
	Central	0,37	0,474	0,271	0,026	-0,348
<b>1GAT</b>	Periférica	-0,334	-0,265	-0,581*	0,11	-0,276
	Central	0,377	0,617*	0,344	0,014	-0,655*
<b>2GAT</b>	Periférica	-0,314	-0,048	-0,341	0,157	-0,308
	Central	0,686**	0,786**	0,707**	0,071	-0,629*

\* 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 significativamente moderada negativa com uma semana de defasagem para o IMFA periférico na área com 1GAT e correlação significativa forte e negativa foi entre o IMFA periférico e a área com 2GAT (Tabela 17).

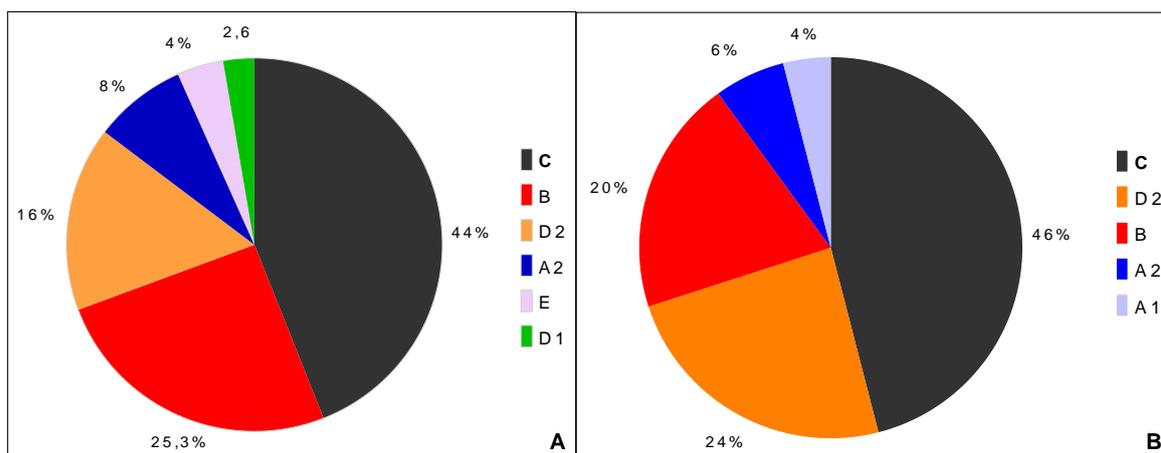
**Tabela 17.** Correlação da variável precipitação (Barrera, Amador, Acevedo, Hemme, *et al.*) com o indicador IMFA fornecido pela armadilha GAT com defasagem de tempo, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

TRATAMENTOS IMFA/Área		Defasagem Precipitação			
		PP-1	PP-2	PP-3	PP-4
		Coef. Corr. (valor de p)			
Testemunho	Periférica	-0,251	0,179	0,185	0,131
	Central	-0,225	0,006	-0,03	0,151
1GAT	Periférica	-0,613*	-0,006	0,036	0,392
	Central	-0,39	0,045	-0,437	0,361
2GAT	Periférica	-0,746**	0,066	-0,17	0,434
	Central	-0,196	-0,178	-0,387	0,01

#### 5.1.4. Levantamento Rápido de Índices para *Ae. aegypti* (LIRAA) no município

Em 2016, o Setor de Endemias da Vigilância em Saúde do município de Piumhi realizou dois LIRAA, o primeiro no mês de janeiro, e o segundo no mês de outubro, onde foram identificadas as espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. O índice de Infestação Predial (IIP) para *Ae. aegypti* foi de 7,2% e 3,8 % no primeiro e segundo LIRAA, respectivamente.

Os criadouros predominantes com larvas e/ou pupas de *Ae. aegypti* identificados pelo LIRAA foram recipientes fixos (C) com 44% e 46%, seguido dos depósitos móveis (B) com 25,3% e 20% e recipientes passíveis de remoção/proteção (D2) 16% e 24% registrados no primeiro e segundo LIRAA, respectivamente. Outros criadouros de *Ae. aegypti* detectados foram depósitos de água elevados (A2), recipientes ao nível do solo estocando água (A1), pneus e materiais rodantes (D1) e recipientes naturais (E) (Figura 36).



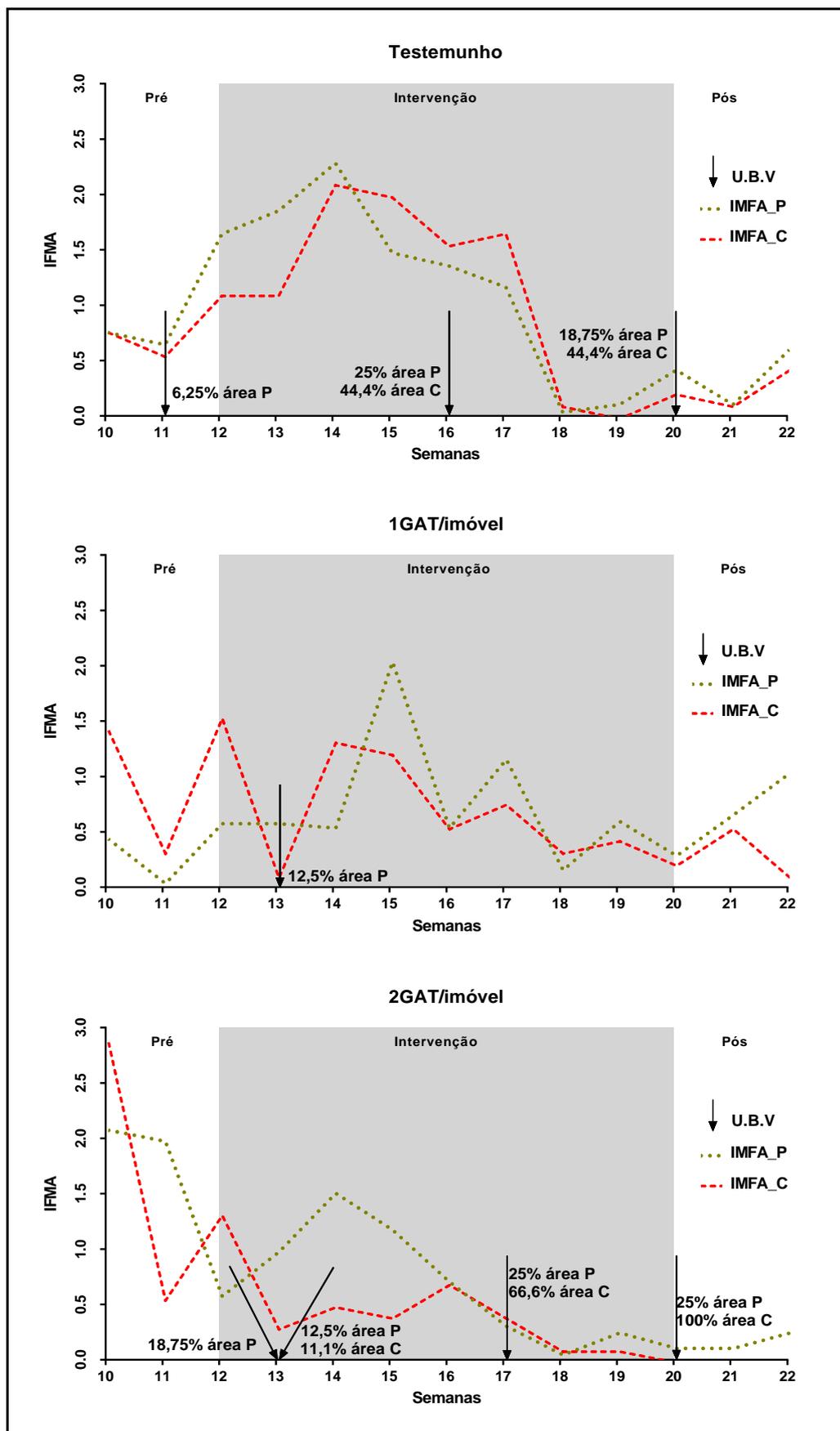
**Figura 36.** Tipos de recipientes com presença de larvas e ou pupas de *Aedes aegypti* identificados no Levantamento de Índice Rápido de Aedes no ano de 2016, no município de Piumhi, Minas Gerais. Fonte: SVS/SES/PM Piumhi.

### 5.1.5. Atividades de controle de adultos no município de Piumhi

Durante o período de estudo ocorreram oito atividades de aplicação espacial de inseticida pelo método de Ultra Baixo Volume (UBV), durante as semanas experimentais. Ocorreu uma aplicação na semana epidemiológica 13 na área de 1GAT/imóvel, quatro aplicações realizadas nas semanas epidemiológicas 13 (02 aplicações), 17, 19 na área 2GAT/imóvel e três aplicações realizadas nas semanas epidemiológicas 11, 16, 20 na área Testemunho (Figura 37).

Foi calculada, durante as atividades de UBV, a cobertura alcançada dentro das quadras periféricas e centrais, considerando o raio de aplicação de 150 metros. Na semana 13 do tratamento 1GAT, após a aplicação de adulticida na área periférica, ocorreu aumento do IMFA nas duas semanas seguintes, enquanto que na área com 2GAT, após duas aplicações em quadras periféricas e centrais nas semanas 13, 17 e 20, ocorreu a redução dos valores do IMFA.

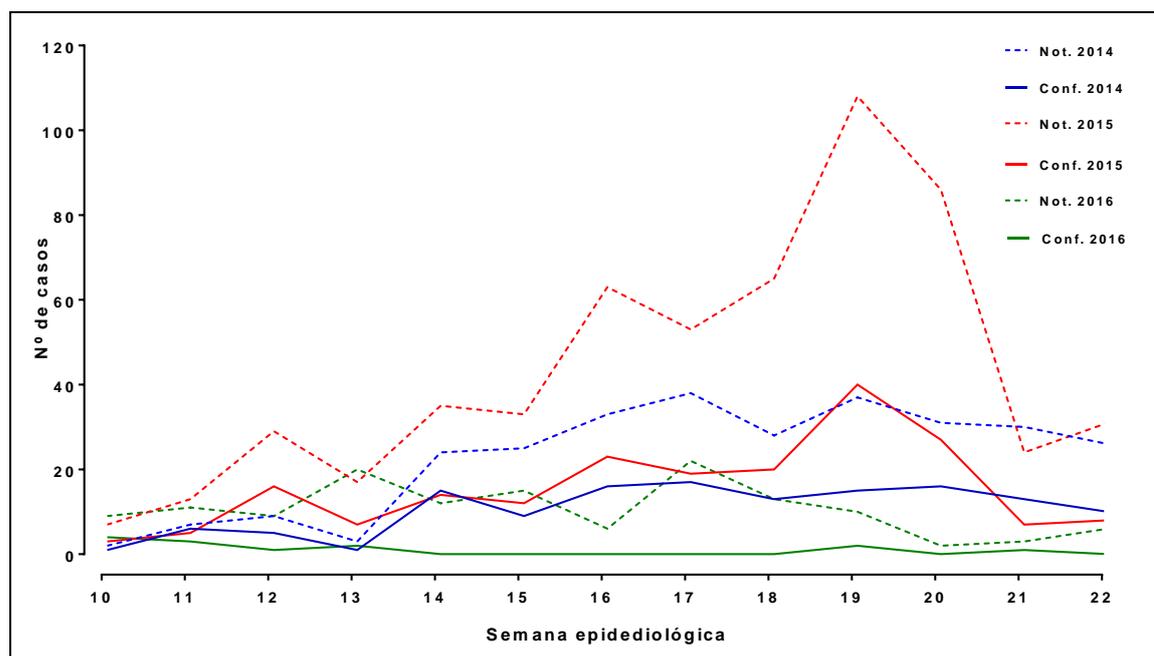
Na área Testemunho, ocorreu uma aplicação de adulticida durante a semana 11 em parte das quadras periféricas e os valores de IMFA aumentaram após o evento. Houve uma aplicação de adulticida na semana 16 em quadras periféricas e centrais e ocorreu a redução do IMFA, somente duas semanas após o evento. Novamente na semana 20, ocorreu outra aplicação em ambos os tipos de quadras com coberturas também semelhantes e todos os valores de IMFA do tratamento Testemunho apresentaram tendência de aumentar após a semana 21 (Figura 37).



**Figura 37.** Cobertura de aplicação espacial de adulticidas (↓) nas quadras periféricas (P) e centrais (C) nos tratamentos, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

### 5.1.6. Ocorrência de dengue nas áreas experimentais

Nos anos de 2014, 2015 e 2016 durante as semanas epidemiológicas 10 a 22 foram notificados no município de Piumhi 293, 564 e 138 casos de dengue, dos quais 137, 201 e 13 foram confirmados, respectivamente, durante o período (Figura 38). Observou-se uma redução de 74,0% de casos de dengue notificados e 91,3% de casos confirmados em relação ao ano de 2015. Não houve notificações de casos de zika e chikungunya (Tabela 18).



**Figura 38.** Casos notificados e confirmados de dengue durante as semanas epidemiológicas 10 a 22 de 2014 a 2016 no município de Piumhi, Minas Gerais. Fonte: Prefeitura Municipal de Piumhi/Setor de Endemias.

Nos anos anteriores ao projeto (2014 e 2015), o número de casos notificados e confirmados nas três áreas experimentais foram relativamente maiores em relação ao de 2016, principalmente a área experimental 2GAT/imóvel (Tabela 18). Nos anos de 2014 a 2016, não foram notificados casos suspeitos de outras arboviroses no município.

**Tabela 18.** Notificação de casos de dengue nas áreas experimentais de 2014, 2015 e 2016 no município de Piumhi, Minas Gerais.

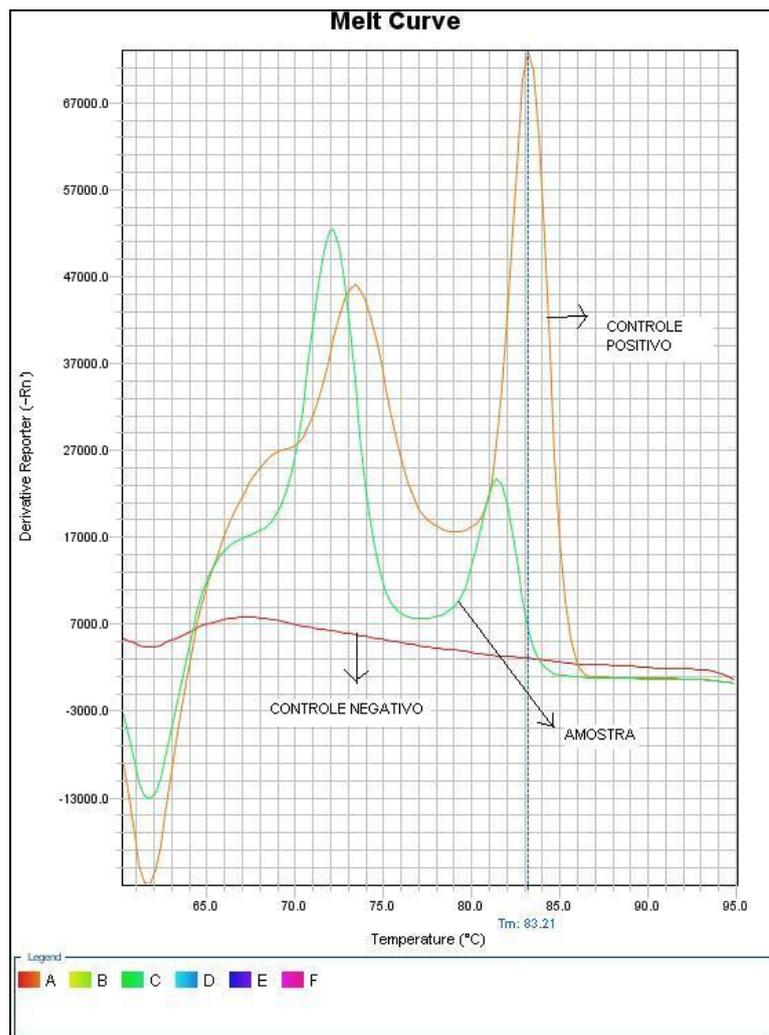
Bairros	2014				2015				2016 Monitoramento/Supressão			
	Not.		Conf.*		Not.		Conf.*		Not.		Conf.*	
	Nº	(%)	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<b>L. de Trás</b> (Testemunho)	29	(7,9)	11	(6,9)	49	(7,2)	13	(5,7)	11	(6,2)	2	(10,0)
<b>J. S. Antônio</b> (1GAT/imóvel)	10	(2,7)	4	(2,5)	32	(4,7)	13	(5,6)	3	(1,7)	2	(10,0)
<b>E. Leonel</b> (2GAT/imóvel)	20	(5,5)	10	(6,3)	86	(12,6)	50	(21,7)	3	(1,7)	0	(0,0)
<b>Outros bairros</b>	304	(83,7)	134	(84,2)	514	(75,5)	154	(67,0)	160	(90,4)	16	(80,0)
<b>Total</b>	363 (56,2%)		159 (43,8%)**		681 (66,3%)		230 (33,7%)**		177 (88,7%)		20 (11,3%)**	

\* Casos confirmados por critério sorológico e epidemiológico

\*\* Porcentagem de confirmação em relação ao número de casos notificados do ano

### 5.1.7. Análise viral através de RT-PCR em Culicídeos adultos

As análises virais dos *Ae. aegypti* coletados nas armadilhas de monitoramento apresentaram resultados negativos para DENV em todas as amostras, porém foram identificadas amostras positivas para zika vírus. A curva de dissociação apresentada evidencia os controles e uma amostra positiva para ZIKV, todas as amostras positivas obtiveram gráficos semelhantes (Figura 39).

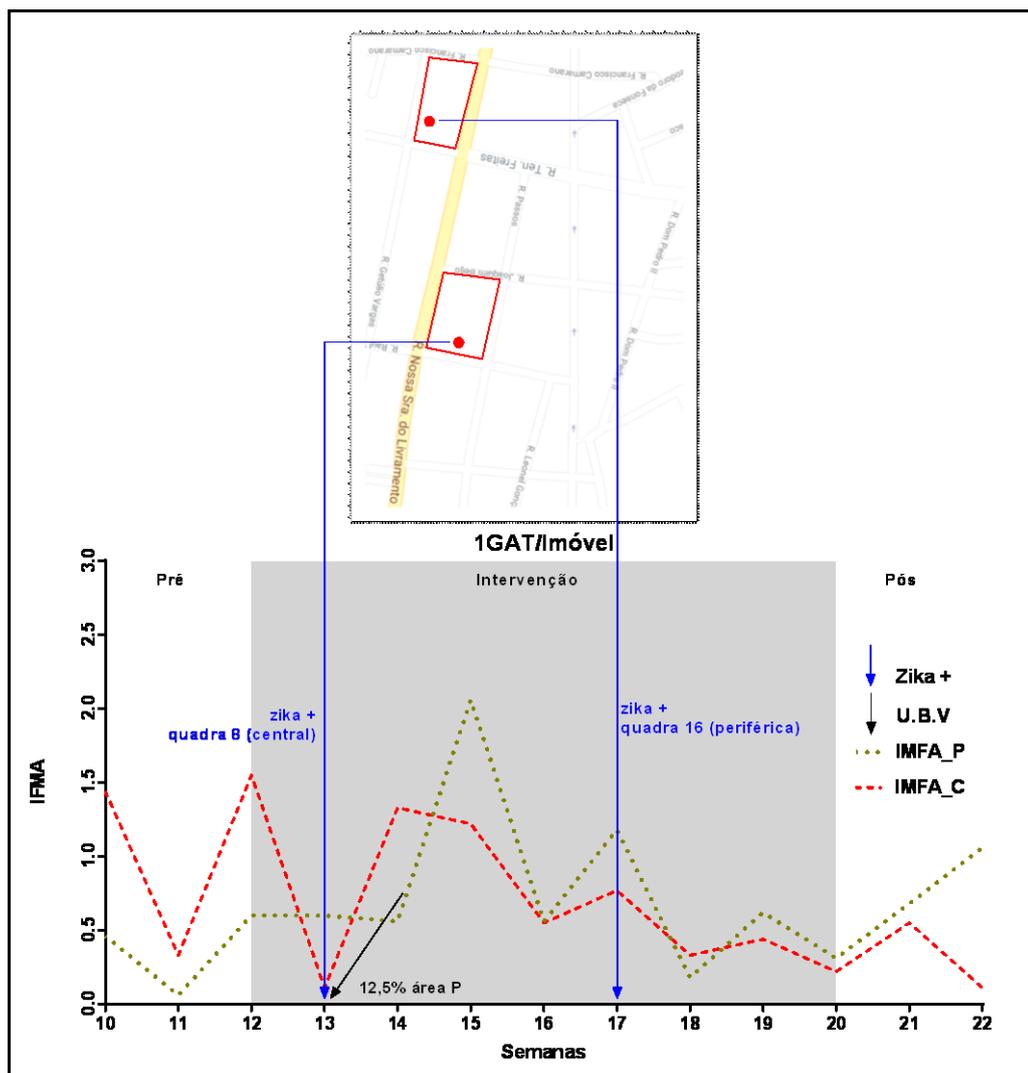


**Figura 39.** Curva da dissociação temperatura-dependente do Syber-Green mostrando a especificidade da amplificação dos genes. A linha vermelha indica o controle negativo, linha amarela controle positivo e linha verde amostra positiva para zika vírus (ZIKV), para fêmeas de *Ae. aegypti*, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

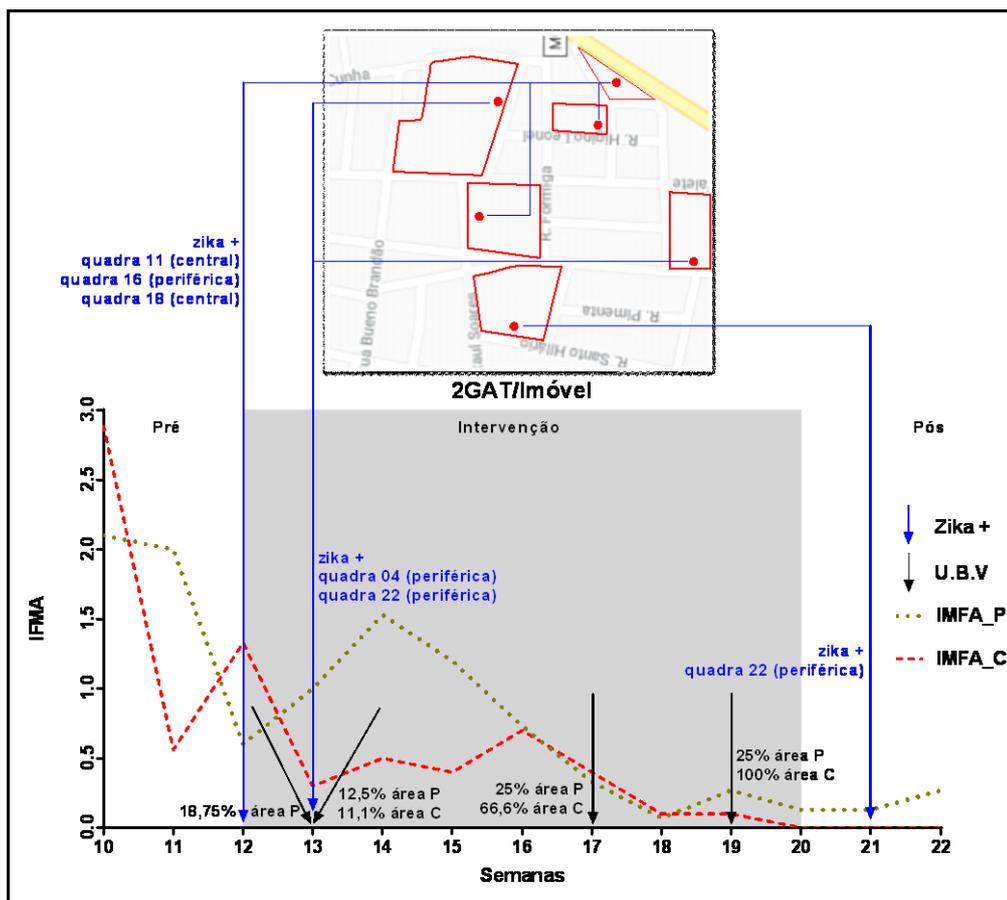
As amostras positivas para ZIKV em *Ae. aegypti* nas áreas experimentais ocorreram, a partir da SE 12 até a SE 21 de 2016. Os eventos de bloqueio de transmissão também foram acompanhados no período de detecção viral (Figuras 40-41). Foi coletado um total de oito amostras de *Ae. aegypti* infectadas com ZIKV, duas foram coletadas na área de “1GAT/imóvel”, ou seja, uma na quadra periférica nº 16, e outra na quadra central nº 8, e seis amostras de *Ae. aegypti* na área “2GAT/imóvel B”, duas nas quadras centrais nº 11 e 18 e quatro nas quadras periféricas nº 16, 4, 22 e 6. Na área Testemunho, não foram identificados *Aedes* infectados por ZIKV, dengue e chikungunya. A taxa de infecção mínima para ZIKV foi de 11,74 para fêmeas de *Ae. aegypti* (Tabela 19).

**Tabela 19.** Taxa de infecção mínima (MIR) e tratamentos com amostras de *Ae. aegypti* positivas para zika vírus, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

<b>Tratamento</b>	<b>Nº de mosquitos por Tubo</b>	<b>Semana Epidemiológica</b>	<b>Nº Quadra</b>	<b>Tipo de quadra</b>	<b>Código GAT</b>
<b>1GAT</b>	1	13	8	Central	A8 – 47
	1	17	16	Periférica	A16 – 52
<b>2GAT</b>	1	12	11	Central	B11 – 32
	3	12	18	Central	B18 – 27
	3	12	16	Periférica	B16 – 25
	1	13	4	Periférica	B 4 – 73
	1	13	22	Periférica	B22 – 36
	1	21	6	Periférica	B6 - 69
	<b>Taxa de infecção mínima (MIR) para <i>Ae. aegypti</i>: 11,74</b>				



**Figura 40.** Positividade de detecção viral (↓) e cobertura das atividades de bloqueio de transmissão (↓) durante as semanas nos tratamentos com 1GAT/imóvel, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.



**Figura 41.** Positividade de detecção viral (↓) e cobertura das atividades de bloqueio de transmissão (↓) durante as semanas no tratamento com 2GAT/imóvel, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

## 5.2. Captura de Culicídeos nas áreas de supressão

No total, 84,7% dos mosquitos capturados com as armadilhas de supressão massal foram do gênero *Aedes*, predominando o *Ae. aegypti* (Tabela 20). Os tratamentos com uma e duas GAT/imóvel capturaram cerca de 39,23% e 57,37% fêmeas de *Ae. aegypti*, respectivamente, do total de 2.378 culicídeos capturados, reforçando a especificidade e sensibilidade da armadilha em capturar fêmeas do gênero *Aedes* spp. (Tabela 21).

**Tabela 20.** Porcentagem de Culicídeos capturados nas armadilhas GAT de supressão, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

<i>Culicídeos/sexo</i>		<i>Culicídeos/espécie</i>			<i>Culicídeos/espécie/sexo</i>					
♀	♂	<i>Ae. aeg</i>	<i>Ae. alb</i>	<i>Culex sp.</i>	<i>Ae. aeg</i> ♀	<i>Ae. aeg</i> ♂	<i>Ae. alb</i> ♀	<i>Ae. alb</i> ♂	<i>Culex sp.</i> ♀	<i>Culex sp.</i> ♂
2346 (98,65%)	32 (1,35%)	1937 (81,46%)	77 (3,24%)	364 (15,31%)	1929 (81,12%)	8 (0,34%)	76 (3,20%)	1 (0,04%)	341 (14,34%)	23 (0,97%)

**Tabela 21.** Total de Culicídeos capturados nas armadilhas GAT de supressão em função dos tratamentos, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

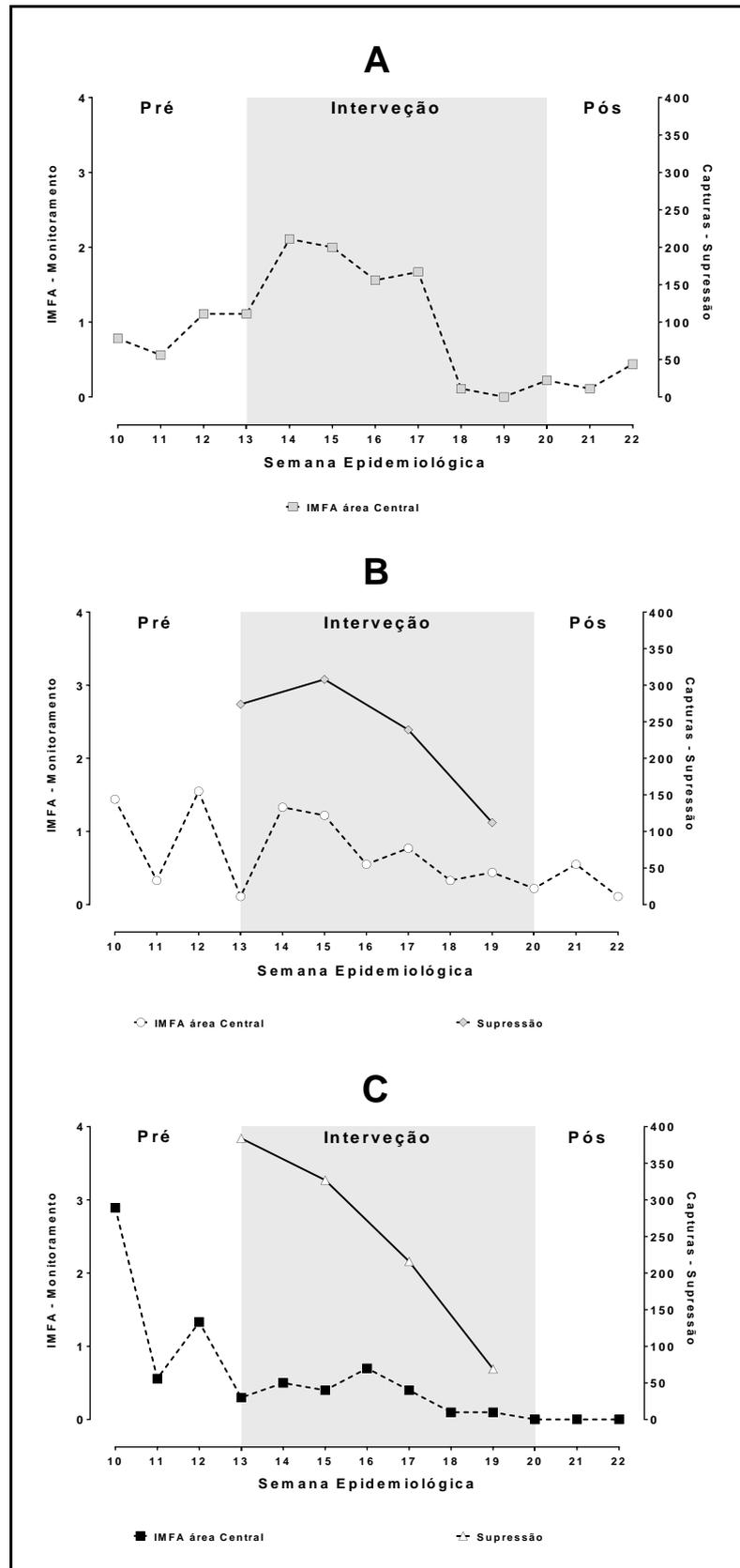
Tratamento	<i>Ae. aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>		<i>Culex sp.</i>		Total de mosquitos/área
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
1GAT/imóvel	7	933	0	21	4	120	1.085
2GAT/imóvel	1	996	1	55	19	221	1.293
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>1.929</b>	<b>1</b>	<b>76</b>	<b>23</b>	<b>341</b>	<b>2.378</b>

As armadilhas GAT utilizadas para supressão obtiveram os maiores índices em áreas com tratamentos de 1GAT e 2GAT, respectivamente. A maior captura de *Ae. aegypti* fêmeas no período de supressão massal, foi de 25 indivíduos em uma armadilha no tratamento com 2GAT e 22 em 1GAT (Tabela 22).

**Tabela 22.** Mosquitos capturados (soma, média, erro padrão EP e máx-min), em GAT no período de supressão massal em Piumhi (MG).

		<i>Ae. aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>		<i>Culex sp.</i>	
		♀	♂	♀	♂	♀	♂
<b>1</b> <b>GAT/IMÓVEL</b> (781 observações)	Soma	933	7	23	0	124	0
	Média	1,19	0	0,02	0	0,15	0
	EP	0,067	0,004	0,007	0,000	0,036	0,000
	Máximo	22	7	3	0	21	0
	Mínimo	0	0	0	0	0	0
<b>2</b> <b>GAT/IMÓVEL</b> (1383 observações)	Soma	996	0	55	1	230	19
	Média	0,72	0	0,03	0	0,16	0,01
	EP	0,044	0,000	0,007	0,001	0,017	0,007
	Máximo	25	0	3	1	10	4
	Mínimo	0	0	0	0	0	0

A supressão de *Ae. aegypti* nas áreas com 1GAT/imóvel e 2GAT/imóvel não constatou diferença significativa entre os tratamentos ( $U = 7$   $p = 0,885$ ). Os tratamentos com 1GAT e 2GAT/imóvel apresentaram pequena diferença durante as vistorias quinzenais, porém observou-se a redução do IMFA nas áreas de supressão comparado à área testemunho (Figura 42).



**Figura 42.** Comparativo do total de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas nas áreas de supressão e variação do indicador IMFA por semana epidemiológica: A. Testemunho; B. 1GAT; e C. 2GAT, fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

### 5.2.1 Média de captura de *Ae. aegypti* nas áreas de supressão

A captura média de fêmeas de *Ae. aegypti* quinzenal nas quadras de supressão na área de 1GAT/imóvel ( $1,18 \pm 0,02$  mosquitos/armadilha) foi superior à captura na área 2GAT/imóvel ( $0,70 \pm 0,19$ ) (Tabela 23). Foi observada diferença significativa entre as quadras do tramento de 1 GAT/imóvel (teste Friedman;  $Fr = 17,88$ ;  $p = 0,022$ ) e de 2GAT ( $Fr = 18,88$ ;  $p = 0,015$ ).

**Tabela 23.** Captura média quinzenal de fêmeas de *Ae. aegypti* por quadra na área de supressão (média  $\pm$  erro padrão), fevereiro a maio de 2016, Piumhi (MG).

	Quadras	Nº GAT (N)	♀ capturadas	média ♀ / GAT / Quadra	Varição ( $\pm$ EP)
1GAT/imóvel	2-A	28	130	1.16	0,40
	3-A	19	71	0.93	0,31
	4-A	10	46	1.15	0,51
	6-A	25	124	1.24	0,36
	7-A	20	124	1.55	0,16
	8-A	19	71	0.94	0,24
	10-A	29	173	1.49	0,21
	11-A	21	82	0.98	0,13
	12-A	24	112	1.17	0,31
	<b>Total</b>	<b>195</b>	<b>933</b>	<b>1,18</b>	<b>0,02</b>
2GAT/imóvel	11-B	48	124	0.64	0,20
	12-B	52	174	0.84	0,16
	13-B	56	193	0.86	0,27
	14-B	36	64	0.45	0,13
	15-B	28	43	0.39	0,16
	18-B	28	58	0.52	0,20
	19-B	34	170	1.25	0,41
	20-B	26	63	0.61	0,20
	21-B	37	107	0.72	0,22
	<b>Total</b>	<b>345</b>	<b>996</b>	<b>0,70</b>	<b>0,19</b>

Ao comparar o indicador IMFA entre o período inicial e final para cada área experimental, verificou-se que foi significativamente diferente: nas quadras centrais para o período final entre 1GAT/imóvel e 2GAT/imóvel ( $U = 21$ ,  $p = 0,031$ ) bem como para o período inicial e final para 1GAT/imóvel ( $U = 24$ ,  $p = 0,005$ ) e 2GAT/imóvel ( $U = 18$ ,  $p = 0,001$ ) (Tabela 24).

Observou-se redução significativa do IMFA entre o período inicial e final para área de 1GAT/imóvel ( $U = 18$ ,  $p = 0,001$ ) e 2GAT/imóvel ( $U = 36$ ,  $p = 0,035$ ) em relação à área Testemunho (sem supressão). As demais comparações do indicador IMFA nas áreas periféricas de 1GAT e 2GAT não foram significativas (Tabela 24).

**Tabela 24.** Comparação do indicador IMFA no período inicial (I) e final (F) das áreas experimentais (Teste de Mann-Whitney,  $p = 0,05$ ), fevereiro a maio de 2016, Piumhi, Minas Gerais.

COMPARAÇÃO IMFA		Mann-Whitney		
PERÍODOS / TRATAMENTOS Inicial (I) Final (F)		p – valor		Normalidade* IMFA
I Periféricas	I 1GAT X I 2GAT	0.142	$p > 0,05$	N
	I 1GAT X I Testemunho	0.093	$p > 0,05$	N
	I 2GAT X I Testemunho	1.0	$p > 0,05$	N
F Periféricas	F 1GAT X F 2GAT	0.093	$p > 0,05$	N
	F 1GAT X F Testemunho	1.0	$p > 0,05$	N
	F 2GAT X F Testemunho	0.280	$p > 0,05$	N
I Centrais	I 1GAT X I 2GAT	1,00	$p > 0,05$	N
	I 1GAT X I Testemunho	0.312	$p > 0,05$	N
	I 2GAT X I Testemunho	0.787	$p > 0,05$	N
F Centrais	F 1GAT X F 2GAT	0.031	$p < 0,05$	A
	F 1GAT X F Testemunho	1,0	$p > 0,05$	N
	F 2GAT X F Testemunho	0.093	$p > 0,05$	N
I - F Periféricas	I 1GAT X F 1GAT	0.001	$p < 0,05$	A
	I 2GAT X F 2GAT	0.035	$p < 0,05$	A
	I Testemunho X F Testemunho	0.083	$p > 0,05$	N
I - F Centrais	I 1GAT X F 1GAT	0.005	$p < 0,05$	A
	I 2GAT X F 2GAT	0.001	$p < 0,05$	A
	I Testemunho X F Testemunho	0.118	$p > 0,05$	N

\* Resultado do teste de normalidade por períodos e tratamentos. Anormal (A), Normal (N).

## 6. DISCUSSÃO

No presente estudo, avaliamos o efeito da supressão de fêmeas de *Ae. aegypti* pela armadilha passiva GAT em condições de campo, no município de Piumhi (MG), nas quantidades de 1 e 2 GAT por imóvel, utilizando como parâmetro os indicadores entomológicos IMFA e IPG para avaliar o efeito da coleta massal pela armadilha GAT como nova ferramenta de controle.

A armadilha GAT detectou a presença de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, nas três áreas experimentais, e em todas as semanas de monitoramento para *Ae. aegypti*, reforçando que a GAT é uma ferramenta sensível para o monitoramento do *Aedes* (Eiras *et al.*, 2014; Ritchie *et al.*, 2014; Johnson *et al.*, 2016; Johnson *et al.*, 2017). A captura constante de fêmeas de *Ae. aegypti* durante todo o período de monitoramento aponta uma constante flutuação da espécie mesmo com poucos eventos de precipitação, apontando a eficácia da espécie em colonizar diferentes criadouros, permanentes ou temporários dependendo da situação.

As capturas pela GAT mostraram diferença em relação ao sexo, reforçando a especificidade da armadilha em coletar fêmeas de *Ae. aegypti* que procuram locais para a oviposição, ocorrendo, assim, uma grande diferença entre a captura de fêmeas em relação aos machos (Johnson *et al.*, 2016; Cilek *et al.*, 2017). Do total de culicídeos capturados, observou-se a maior abundância de *Ae. aegypti* (81,5%) em relação a *Ae. albopictus* (3,2%) e *Culex* sp. (15,3%), 98,6% dos culicídeos foram fêmeas e apenas 1,4% machos. Sua eficiência também foi demonstrada pelo número de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas em uma única armadilha (22 e 25 indivíduos/área), corroborando dados de Ritchie e colaboradores (2014), Johnson e colaboradores (2017). As três áreas experimentais apresentaram o total de mosquitos capturados nas armadilhas de monitoramento semelhantes, foi observado que a área do tratamento Testemunho apresentou um número maior. Provavelmente, devido ao fato de as áreas de coleta massal terem reduzido a população do vetor.

No presente trabalho, não foi observada diferença significativa do total de culicídeos capturados nas GAT usadas para o monitoramento nas três áreas experimentais em relação as espécies, divergindo dos resultados de Deneger (2014), que observou diferença do total de culicídeos capturados entre as áreas e entre espécies. 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). Provavelmente, devido aos fatores ecológicos como a competição interespecífica por criadouros, adaptação ao meio urbano, fatores biológicos de antropofilia e antropofagia marcante da espécie, ao contrário do *Ae. albopictus* que, apesar de ser encontrado em algumas ocasiões pelas armadilhas, mantém suas características selvagens e mais distante do homem e o meio urbano corroborando dados de Martins e colaboradores (2010).

Apesar da espécie *Ae. albopictus* ser considerada um competidor larval superior ao *Ae. aegypti* (Braks *et al.*, 2004; Juliano e Philip Lounibos, 2005), no presente trabalho observou-se que a captura da espécie *Ae. aegypti* na armadilha GAT foi maior quando comparado com *Ae. albopictus* corroborando outros trabalhos (Ríos-Velásquez *et al.*, 2007; Degener *et al.*, 2014; Degener *et al.*, 2015). Porém, deve ser levada em consideração a alta adaptação de *Ae. aegypti* ao meio urbano e a sua predileção ao homem, e *Ae. albopictus* ainda é considerado intermediário com maior preferência a ambientes silvestres e de mata.

A alta antropofilia e antropofagia marcante do *Ae. aegypti* sobre as demais espécies de culicídeos intensificou sua infestação em áreas urbanas, foi bem estabelecido no município de Piumhi, certamente associado à oferta de criadouros. Mesmo o gênero *Culex* spp., considerado o mais próximo do homem e sua preferência alimentar marcante, questões ecológicas e

biológicas das espécies como escolha de criadouros mostraram que a espécie *Ae. aegypti* foi mais eficaz em manter a flutuação populacional (Lopes *et al.*, 1993). No entanto, a eficácia e a especificidade da GAT em capturar o gênero *Aedes* spp. devem ser consideradas em relação à captura, quando comparado a *Culex* spp. No entanto, o LIRAA realizado no município não apontou a presença de criadouros altamente poluídos ricos em matéria orgânica que favoreceria a positividade e densidade larval para *Culex* spp.

Os indicadores entomológicos usados no presente estudo foram utilizados para avaliar o efeito da coleta massal de *Ae. aegypti* pela armadilha GAT em relação aos períodos pré-intervenção e pós-intervenção de cada tratamento experimental (Testemunho, 1GAT e 2GAT/imóvel). Os resultados demonstraram que os valores da média do indicador IMFA por período apontam diferença no monitoramento de fêmeas *Ae. aegypti* nos três tratamentos, principalmente no período de intervenção. Durante o período pré-intervenção dos três tratamentos, o menor IMFA observado foi para o Testemunho, enquanto que o de 2GAT/imóvel apresentou o de maior valor. Interessantemente, durante o período intervenção, a média do IMFA aumentou mais na área Testemunho, enquanto as áreas contendo 1 e 2GAT houve redução do indicador, sugerindo portanto que a população do vetor foi reduzida pela coleta massal.

No presente estudo, observamos também que ocorreu uma redução da média de captura de fêmeas de *Ae. Aegypti*, no período pós-intervenção (retirada das armadilhas das residências dos tratamentos 1GAT e 2GAT/imóvel). Esses resultados corroboram outros trabalhos que demonstraram que ocorreu a redução de captura de fêmeas de *Ae. aegypti* pelas armadilhas de monitoramento, durante o período pós-intervenção com coleta massal em relação ao Testemunho, sugerindo que ocorreu a supressão populacional do vetor (Ázara, 2009; Deneger *et al.* 2014; Barrera, *et al.* 2014)

A avaliação dos indicadores entomológicos no monitoramento (IMFA e média do IMFA por período) apontou a tendência de que o tratamento com 2GAT/imóvel foi mais efetivo em comparação a 1GAT e Testemunho, independentemente de não se ter observado diferença significativa entre os tratamentos com 1 e 2GAT/imóvel. Em outros estudos de coleta massal de grávidas de *Ae. aegypti* foram necessárias mais de uma armadilha por imóvel para obter a redução das populações locais, e necessárias, pelo menos, quatro armadilhas OL por imóvel (Williams *et al.*, 2006), e de três a quatro armadilhas AGO por imóvel associado à alta cobertura de imóveis com armadilha por quadra (Barrera *et al.*, 2014). Como ainda não sabemos, ao certo, o exato raio de ação da GAT é incerto dizer em quais armadilhas e imóveis ocorreu

sobreposição de raios. Portanto, futuros estudos sobre a saturação da GAT deverão ser realizados para indicar o raio de ação da GAT.

O monitoramento das quadras periféricas e centrais de cada tratamento foi realizado para conhecer o comportamento das quadras que circundavam as quadras de coleta massal. Verificamos que os indicadores IMFA e IPG nas áreas periféricas reduziram, porém não na mesma intensidade que nas áreas centrais. Provavelmente, as áreas de coleta massal de mosquitos podem ter influenciado nas populações das áreas periféricas. Especula-se que, devido à alta cobertura nas quadras de supressão, estando mais de 80% dos imóveis contendo armadilha GAT, possa ter influenciado nas populações da periferia, corroborando Johnson e colaboradores (2017). Embora esses autores não tenham monitorado as quadras periféricas das áreas de supressão, observou-se um efeito positivo de supressão de fêmeas de *Ae. aegypti* estando as quadras com uma cobertura de 81% dos imóveis, contendo a armadilha AGO, reduzindo até 79% das populações de *Ae. aegypti*, quando comparado às áreas controle (sem supressão) onde a infestação era maior (Barrera *et al.*, 2014).

Quando comparados indicadores entomológicos produzidos pelo LIRAA com o da armadilha GAT (ex: IMFA), apontaram a redução de mosquitos com o passar do tempo pelos dois métodos de levantamento de índices. No entanto, deve ser considerada a janela de tempo entre os índices produzidos pelo LIRAA e os das armadilhas, pois são diferentes, e o fato do monitoramento de adultos ser considerado mais sensível do que a pesquisa larvária (Eiras e Resende, 2009). Verificou-se alta frequência de criadouros de recipientes fixos (tipo C), depósitos móveis (B) e recipientes passíveis de remoção/proteção (D2) durante os LIRAA's, possivelmente, por causa da predileção do vetor por esses tipos de criadouros associado à grande quantidade de recipientes que se enquadram nessas categorias, principalmente o ralo doméstico (tipo C) que é encontrado em todos os imóveis edificadas. O ralo doméstico foi principal criadouro durante o 1º e 2º LIRAA e corroboram resultados de outros (Pereira, 2001 e Domingos, 2005).

Os efeitos das variáveis climáticas devem ser considerados no presente trabalho. A probabilidade do efeito da redução da temperatura durante o período de estudo, provavelmente, influenciou negativamente na avaliação dos indicadores e coleta massal. Observamos uma brusca redução de capturas de fêmeas de *Ae. aegypti* nos três tratamentos, mesmo não tendo verificado uma correlação negativa com a variável temperatura. Essa observação também corrobora com os resultados de Barrera e colaboradores (2014).

É notável que a redução da temperatura da semana epidemiológica 18 ter atingido aproximadamente 10°C, influenciou negativamente a captura de fêmeas de *Ae. aegypti* nas

armadilhas e, conseqüentemente, uma brusca redução nos indicadores entomológicos dos três tratamentos. No entanto, com o aumento da temperatura nas semanas seguintes, observou-se o aumento das capturas e dos indicadores, principalmente da área Testemunho.

Dado o fato de que, após a semana 17, ocorreu periodicidade de precipitação regularmente e redução das capturas até o final do estudo, esses dados diferem dos resultados de Rapley e colaboradores (2009) e Deneger (2014), no qual o efeito de supressão massal foi negativo na queda variável precipitação. No entanto, deve ser levado em consideração o fato atípico de ocorrência de chuva e queda de temperatura no mesmo período, além deste estudo ter sido realizado em menor tempo. A redução e variações dos indicadores entomológicos para *Ae. aegypti* é correlacionada à queda de temperatura durante o período de estudo (Micieli e Campos, 2003; Vezzani *et al.*, 2004; Troyo *et al.*, 2008; Deneger, 2014).

A maioria das variáveis climáticas não tiveram forte correlação significativa na variação dos indicadores entomológicos de *Ae. aegypti* fêmeas, com exceção, apenas, da variável temperatura. No tratamento Testemunho, as variáveis precipitação, dias de chuva e umidade relativa foram associadas às variações dos indicadores entomológicos, quando comparadas com os tratamentos por armadilhas de supressão, apontando a eficácia da coleta massal dos tratamentos com 1 e 2 GAT/imóvel. Esses dados diferem dos resultados obtidos por Azil e colaboradores (2010), Deneger (2014), em que a variável de curto prazo mais significativa correlacionada com a flutuação de *Ae. aegypti* foi a média da umidade relativa, e Barrera e colaboradores (2011) a precipitação como variável climática de maior importância. A variável climática de maior correlação significativa com os indicadores entomológicos foi a temperatura,  $T_{max}$  0,78 e 0,75 para os IMFA's na área central contendo 2GAT/imóvel, corroborando os resultados de Ferreira e colaboradores (2017).

É altamente plausível associar que a queda de temperatura e a aplicação de inseticidas para controle de adultos possam ter influenciado na supressão de *Ae. aegypti*, corroborando dados de Rueda e colaboradores (1990), no qual a queda de temperatura abaixo dos 20°C influenciou negativamente na sobrevivência da espécie. No entanto, no presente trabalho, quando comparado aos tratamentos de áreas com armadilhas para supressão, o tratamento Testemunho apresentou maior aumento dos indicadores entomológicos dentro do período de intervenção e maior tendência a aumentar no período pós-intervenção, mesmo com a queda de temperatura e ter recebido aplicação de inseticida por U.B.V. Um efeito positivo da supressão de adultos poderia ser mais evidente, se o período de pós-intervenção fosse realizado por um período mais extenso.

No presente trabalho, mesmo com aumento das demais variáveis climáticas umidade relativa, precipitação, e número de dias de chuva/semana, a população de *Ae. aegypti* reduziu quando baseado nos indicadores entomológicos e pela quantidade de mosquitos capturados nas armadilhas usadas na coleta massal. Provavelmente, a ausência de um aumento da população de mosquitos, mesmo com aumento de variáveis que são benéficas para sua propagação pode ter ocorrido devido (i) a queda de temperatura e (ii) os principais criadouros de *Ae. aegypti* segundo os LIRAA's realizados no município não são dependentes de precipitação, recipientes classificados como fixos (C) ralos domésticos, caixa de passagem/inspeção e caixa de gordura que são abastecidos com água encanada e bebedouros de animais classificados como depósitos móveis (B) abastecidos manualmente pela população. Os dados do presente trabalho diferem dos resultados de Barrera e colaboradores (2011), sobre influência de variável precipitação como fator de importância na flutuação vetorial, onde os principais criadouros incriminados com formas imaturas de *Ae. aegypti* foram pneus e materiais descartáveis.

Deve ser considerada, no presente trabalho, a possibilidade de que a atividade de Bloqueio de Transmissão possa ter influenciado negativamente os indicadores entomológicos, haja vista que, durante o período de experimento ocorreram casos suspeitos de dengue nas áreas experimentais, que desencadearam consecutivamente essa ação de controle vetorial, reduzindo as populações do vetor (Funasa, 2001; Saúde *et al.*, 2009). Ressalta-se que ocorreu uma considerável redução de casos de dengue durante o presente estudo na área da coleta massal contendo 2 GAT/imóvel em 2016, quando comparado a 2014 e 2015. É importante destacar que o bairro Eliza Leonel (2 GAT/imóvel) é considerado o bairro de maior importância epidemiológica do município de Piumhi, pois confirmava a maior porcentagem de casos da arbovirose nos anos de 2014 e 2015, mas que teve uma redução dos casos notificados e confirmados durante o ano de estudo. No entanto, deve ser considerada a possibilidade de casos assintomáticos nesse período, o que enfatiza, nesse caso, a importância da detecção viral tanto em humanos quanto em fêmeas de *Ae. aegypti* na compreensão da epidemiológica da doença (Méndez *et al.*, 2006; Guedes *et al.*, 2010). Mesmos nos períodos em que ocorreram os maiores valores do indicador IMFA, apontando alta flutuação do *Ae. aegypti*, não ocorreram casos de dengue, diferentemente dos achados de Barrera e colaboradores (2011) que na ocasião de alta infestação vetorial foi registrada alta incidência da arbovirose.

O presente trabalho demonstrou, pela primeira vez, a presença do ZIKV em Piumhi. Ressalta-se que foi detectado em mosquitos infectados com ZIKV e não em casos humanos no SINAN do município. Portanto, estudos posteriores devem ser conduzidos para verificar a possibilidade da coleta massal de fêmeas de *Ae. aegypti* ter evitado o surto dessa arbovirose.

Esse pressuposto, enfatiza positivamente o uso da GAT como ferramenta auxiliar em programas de controle, devido principalmente por reduzir a infestação vetorial associado à captura de mosquitos infectados por ZIKV, corroborando com os achados de Barrera e colaboradores (2014). O uso da coleta massal por GAT pode ter eficácia semelhante a outros métodos de controle de arboviroses como o bloqueio de transmissão com adulticidas, porém futuros estudos devem ser conduzidos para comprovar essa afirmação. Especula-se também, a possibilidade de subnotificações de casos humanos de febre zika, devido à rede SUS do município no período de estudo ainda não estar bem orientada sobre critérios de notificação quanto à suspeita da arbovirose, e a confirmação por detecção viral nos mosquitos capturados pode comprovar o fato, corroborando Duffy e colaboradores (2009). Devido à sintomatologia de zika ser mais dermatológica e alguns sinais e sintomas clínicos serem mais atenuados do que a dengue, certa porcentagem dos casos subnotificados de febre zika podem estar entre os casos notificados de dengue que foram descartados. Esses dados mostram a grande importância da realização de testes para detecção viral em mosquitos para vigilância e controle de arboviroses.

Apesar das aplicações de adulticidas durante a atividade de bloqueio de transmissão, principalmente nas quadras contendo 2GAT/imóvel, ocorreram capturas de mosquitos adultos positivos para ZIKV, principalmente nas quadras periféricas. Cinco das oito amostras e apenas três positivas em quadras centrais que havia supressão massal, havendo maior possibilidade de capturas de *Ae. aegypti* infectados por ZIKV. Diante desse fato, da existência de mosquitos infectados com ZIKV em uma área, mesmo com sucessivas aplicações de adulticidas com intervalos de 0-7-14 dias, o método de controle vetorial por inseticidas deve ser avaliado nesse contexto, devido a sua eficiência ser considerada de excelência no controle de vetores adultos com o objetivo de impedir a ocorrência de arboviroses (Funasa, 2001; Saúde *et al.*, 2009). A existência de *Ae. aegypti* positivos para ZIKV capturados pelas armadilhas de monitoramento e sua maior ocorrência em quadras periféricas onde não havia supressão massal, deve ser considerada a hipótese do efeito positivo da GAT como ferramenta de supressão tenha capturado um número elevado de *Ae. aegypti* contaminados nas quadras centrais, diminuindo assim a chance de um possível surto da arboviroses durante as semanas de experimento. Uma vez que o presente trabalho apresentou uma cobertura de 100% e 99,4% dos imóveis nas áreas de 1GAT e 2GAT, respectivamente, essas observações corroboram Barrera e colaboradores (2014) sobre a quantidade de armadilhas de supressão instaladas por imóvel e cobertura ideal acima de 80% das quadras ter impedido surtos de arbovirose.

Os resultados do presente trabalho corroboram outros em que o uso de armadilhas para supressão de vetores em condições de semicampo simulando um local peridoméstico (Heringer

et al. 2016) e de campo (Kline, 2006; Rapley *et al.*, 2009; Ritchie *et al.*, 2009; Degener *et al.*, 2014; Degener *et al.*, 2015) que a armadilha GAT reduziu a população de fêmeas adultas e apresentam potencial como ferramenta auxiliar em programas de controle.

O uso da GAT associada a um agente letal sem inseticida tem suma importância no combate a populações resistentes de *Ae. aegypti* (Flores et al., 2013; Maciel-De-Freitas et al., 2014; Heringer et al., 2016). O uso de um agente letal que dispensa inseticida, de preço considerável e disponível a população, pode ser considerada uma forma estratégica de combate a vetores em regiões que há confirmação da resistência a adulticidas como o piretroide, evitando assim a utilização de adulticidas cada vez mais tóxicos tanto para o homem quanto para o meio ambiente (Heringer *et al.*, 2016).

De acordo com os resultados do presente trabalho, o uso de uma e duas armadilhas por imóvel reduziu os indicadores entomológicos no período de intervenção, com duas armadilhas a redução foi mais rápida. Quando analisado o comportamento das populações pelo indicador IMFA, no período final das quadras com supressão entre 1GAT e 2GAT, mostraram, significativamente, diferentes, sugerindo que o uso de duas armadilhas pode ser mais eficaz. No entanto, tal afirmação requer maiores estudos, usando séries temporais, e, também, considerar questões específicas de cada área como grau de infestações, fatores abióticos, variáveis climáticas, ações do programa de controle. além do raio de ação da armadilha que ainda não foi elucidado.

Estes resultados quando comparados com diferentes períodos e tratamentos são de extrema importância na compreensão e utilização da GAT de forma mais eficiente, estabelecendo um protocolo de uso com o objetivo de controle vetorial ou até mesmo com a mesma finalidade do bloqueio de transmissão com adulticidas. A quantidade de semanas correspondentes aos períodos não foi padronizada (pré = 3 semanas, intervenção = 8 semanas e pós = 2 semanas), e dificultou as análises estatísticas.

Uma vez que este trabalho foi preliminar para fornecer dados para subsidiar um estudo mais completo, com maior número de repetições e maior período de estudo, acreditamos que o presente trabalho atingiu seu objetivo de demonstrar que a armadilha GAT é eficiente em controlar adultos de *Ae. aegypti*. Futuros estudos complementares devem ser realizados para compreender melhor o efeito da GAT durante período constante e período de intermitência, para conhecer melhor a sua influência na redução de populações de *Ae. aegypti* em campo. Associado ao método de coleta massal pela GAT, outros métodos de controle possivelmente terão maior impacto no controle de populações de *Ae. aegypti* evitando, assim, a transmissão de arboviroses.

## 7. CONCLUSÕES

- ✓ A armadilha GAT demonstrou ser uma excelente ferramenta em monitorar mosquitos principalmente as espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em condições de campo;
- ✓ O indicador IMFA da GAT foi capaz de apontar a variação da infestação nas áreas experimentais, correspondendo o evento de supressão principalmente do período pós-intervenção onde as capturas eram escassas nas GAT de supressão e o IMFA igualmente era baixo;
- ✓ Os indicadores entomológicos pela GAT (IMFA e IPG) demonstraram ser satisfatórios quanto ao monitoramento das espécies adultas, e, também, demonstraram ser uma possível utilidade dessa armadilha em programas de monitoramento das espécies;
- ✓ As variáveis precipitação, dias de chuva e umidade relativa não possuíram efeito significativo sobre a flutuação de fêmeas de *Ae. aegypti*;
- ✓ Apenas a variável climática temperatura apontou ser significativa na flutuação de fêmeas de *Ae. aegypti* na área com supressão por duas armadilhas, as demais variáveis não foram relacionadas positivamente com significância;
- ✓ A temperatura foi correlacionada como uma variável positiva e significativa na redução de fêmeas de *Ae. aegypti*. Não houve correlação positiva e significativa de variáveis climáticas relacionada ao aumento de indicadores entomológicos;
- ✓ ZIKV foi identificado em mosquitos capturados pela armadilha GAT;
- ✓ Devido à ocorrência de captura de *Ae. aegypti* adultos positivos para ZIKV nas áreas experimentais, mesmo tendo ocorrido sucessivas aplicações de adulticidas, aponta-se que a atividade de bloqueio de transmissão necessita de uma revisão operacional no que diz respeito à sua eficácia e referência em metodologia para impedir a propagação de arboviroses;
- ✓ A comprovação de adultos positivos para zika vírus, mesmo tendo ocorrido bloqueios de transmissão nas áreas experimentais, sugere a realização de teste de resistência e susceptibilidade a inseticidas piretroides nas populações de *Ae. aegypti* do município para averiguar a possibilidade de indivíduos resistentes;
- ✓ A supressão com a armadilha GAT reduziu significativamente a população de *Ae. aegypti*, tanto no tratamento com uma e duas GAT por imóvel, quando comparado com a área Testemunho (controle);
- ✓ A supressão com GAT promoveu um efeito sobre indicadores entomológicos no período intervenção e pós, com redução gradual com o passar das semanas;

- ✓ A comparação da supressão massal usando uma e duas armadilhas por imóvel, ainda não pode ser totalmente elucidada, devido a questões ocorridas em campo como sobreposição de raios de ação e tamanho das áreas dos imóveis.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos de uso de armadilhas como ferramentas de controle são poucos, até o momento, e este trabalho realizado em condições de campo com uma armadilha passiva abre novas perspectivas de pesquisas operacionais.

Assim, avaliações do raio de ação da armadilha GAT em condições de campo e a determinação do ponto de saturação em experimentos de campo serão necessárias para maximizar a captura de *Ae. aegypti* em avaliações futuras.

Outros parâmetros poderão ser associados na supressão de fêmeas de *Ae. aegypti* como a redução de criadouros que podem competir com a armadilha, custos, aceitabilidade do método pelos residentes do imóvel e demais questões operacionais.

Diante dos resultados obtidos, fazem-se necessários mais estudos e avaliações de campo sobre o uso da GAT como ferramenta de supressão de vetores comparada ao bloqueio de transmissão com adulticidas.

Em trabalhos futuros teste de resistência a piretroides com amostras locais de *Ae. aegypti* podem apontar a significância e influência da aplicação de adulticidas nos indicadores entomológicos e sua eficácia no controle de vetores.

Os resultados comprovando detecção viral de ZIKV em populações de *Ae. aegypti* em campo mostram ser um método de grande importância no monitoramento de arboviroses de importância médica, visando a um controle mais estratégico e integrado em programas de controle.

Há necessidade de novas avaliações em condições de campo durante períodos mais extensos para afirmar a efetividade e eficácia comparativa entre uso da GAT nas quantidades de 1 e 2 por imóvel como ferramenta de supressão de vetores.

A armadilha GAT é uma ferramenta de monitoramento que poderá ser utilizada na coleta massal de *Ae. Aegypti*, reduzindo a população de vetores.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

AL-AKEL, A. S.; SULIMAN, E. M. Biological control agent for mosquito larvae: Review on the killifish, *Aphanius dispar dispar* (Rüppel, 1829). **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 44, p. 8683-8688, 2011. ISSN 1684-5315.

ÁZARA, T. M. F. D. **Captura de culicídeos com ênfase em *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) em área urbana de Manaus (AM)**. 2009. 103 (Mestrado em Parasitologia). Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

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.; MACKAY, A. J. 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.

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

BLANCO-TUIRÁN, P., CAMACHO-BURGOS, E., CORRALES-ALDANA, H., & RUIZ-CONTRERAS, V. (2015). Detección molecular del virus Dengue en mosquitos *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) de la ciudad de Sincelejo, Colombia. *Rev Inv Med Trop*, 1, 1-7.

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.

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.

BRAKS, M. A. H. et al. Interspecific competition between two invasive species of container mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazil. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 97, n. 1, p. 130-139, 2004. ISSN 0013-8746.

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

BROOM, A. K. et al. Epizootic activity of Murray Valley encephalitis and Kunjin viruses in an aboriginal community in the southeast Kimberley region of Western Australia: results of mosquito fauna and virus isolation studies. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 69, n. 3, p. 277-283, 2003. ISSN 0002-9637.

CDC, C. F. D. C. A. P. DengueMap. Atlanta, p. Diseases & Conditions, More, D, Dengue Fever (DF), DengueMap, 2018. Disponível em: < <http://www.healthmap.org/dengue/en/> >. Acesso em: 04/02/2018.

CHOW, V. et al. Monitoring of dengue viruses in field-caught *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes by a type-specific polymerase chain reaction and cycle sequencing. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 58, n. 5, p. 578-586, 1998. ISSN 0002-9637.

CILEK, J. E.; KNAPP, J. A.; RICHARDSON, A. G. Comparative Efficiency of Biogents Gravid Aedes Trap, Cdc Autocidal Gravid Ovitrap, 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.

CIMERMAN, B.; CIMERMAN, S. **Parasitologia humana e seus fundamentos gerais**. 2. Atheneu, 2002.

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

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.

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.

DOW, R. P. et al. Isolation of St. Louis encephalitis viruses from mosquitoes in the Tampa Bay area of Florida during the epidemic of 1962. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 13, n. 3, p. 462-468, 1964. ISSN 0002-9637.

DUFFY, M. R. et al. Zika virus outbreak on Yap Island, federated states of Micronesia. **New England Journal of Medicine**, v. 360, n. 24, p. 2536-2543, 2009. ISSN 0028-4793.

DUTRA, H. L. C. et al. Wolbachia blocks currently circulating Zika virus isolates in Brazilian *Aedes aegypti* mosquitoes. **Cell host & microbe**, v. 19, n. 6, p. 771-774, 2016. ISSN 1931-3128.

ECOVEC. Nossos serviços. **MI-Vírus**, 2018. Disponível em: < <http://v1.ecovec.com/mivirus.php> >. Acesso em: 15/04/2018.

ECOVEC. Soluções. **MI-Aedes**, 2018. Disponível em: < <http://ecovec.com/solucoes/#mi-aedes> >. Acesso em: 15/04/2018.

EIRAS, A. E. Culicidae. In: NEVES, D. P.; MELO, A. L. D., et al (Ed.). **Parasitologia humana**. São Paulo: Atheneu, 2016. cap. 43, p.387-401.

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.; 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.

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.

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

FERREIRA, B. J. et al. Evolução histórica dos programas de prevenção e controle da dengue no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, n. 3, p. 961-972, 2009. ISSN 1413-8123.

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.

FERRO, C. et al. Natural Enzootic vectors of Venezuelan equine encephalitis virus in the Magdalena Valley, Colombia. **Emerging infectious diseases**, v. 9, n. 1, p. 49, 2003.

FIGUEIRÓ, A. C. et al. Análise da lógica de intervenção do Programa Nacional de Controle da Dengue. **Rev. bras. saúde matern. infant**, v. 10, n. 1, p. 93-106, nov 2010.

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.

FLORES, H. A.; O'NEILL, S. L. Controlling vector-borne diseases by releasing modified mosquitoes. **Nature Reviews Microbiology**, p. 1, 2018. ISSN 1740-1534.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia Médica: identificação, biologia e epidemiologia**. São Paulo: Edusp, 2002.

FRANCO, O. **História da febre-amarela no Brasil**. Rio de Janeiro: Brasil. Divisao de Cooperação e Divulgação, 1969.

FREITAS, R.; SYLVESTRE, G. *Aedes Aegypti*: introdução aos aspectos científicos do Vetor. 2013. Acesso em: 12/08/2016.

FUNASA, F. N. D. S. **Dengue-Instruções para pessoal de combate ao vetor**: Manual de normas técnicas. Brasília: Ministério da Saúde: 2001.

\_\_\_\_\_. Museu Funasa,. **Cronologia Histórica da Saúde Pública**, 2017. Disponível em: < <http://www.funasa.gov.br/web/guest/cronologia-historica-da-saude-publica?inheritRedirect=true> >. Acesso em: 15/12/2017.

GETIS, A. et al. Characteristics of the spatial pattern of the dengue vector, *Aedes aegypti*, in Iquitos, Peru. **Am. J. Trop. Med. Hyg**, v. 69, n. 5, p. 494-505, 2003.

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.

GUEDES, D. et al. Patient-based dengue virus surveillance in *Aedes aegypti* from Recife, Brazil. **Journal of vector borne diseases**, v. 47, n. 2, p. 67-75, 2010. ISSN 0972-9062.

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.

HARBACH, R. E.; HOWARD, T. M. Index of currently recognized mosquito species (Diptera: Culicidae). **European Mosquito Bulletin**, v. 23, p. 1-66, 2007.

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.

IBGE, I. B. D. G. E. E. Escolha um município, municípios, Minas Gerais. **Piumhi**, 2016. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/piumhi/panorama> >. Acesso em: 06/12/2016.

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, 2016.

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.

JULIANO, S. A.; PHILIP LOUNIBOS, L. Ecology of invasive mosquitoes: effects on resident species and on human health. **Ecology letters**, v. 8, n. 5, p. 558-574, 2005. ISSN 1461-0248.

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.

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.

LEAKE, C. et al. Virus isolations from mosquitoes collected during the 1982 Japanese encephalitis epidemic in northern Thailand. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 80, n. 5, p. 831-837, 1986. ISSN 0035-9203.

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.

LOPES, J. et al. *Aedes* (Stegomyia) *aegypti* L. e a culicidofauna associada em área urbana da região sul, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 27, n. 5, p. 326-333, 1993. ISSN 0034-8910.

MACIEL-DE-FREITAS, R. et al. Why do we need alternative tools to control mosquito-borne diseases in Latin America? **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 107, n. 6, p. 828-829, 2012. ISSN 0074-0276.

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.

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 saude publica**, v. 27, n. 4, p. 237-241, 1993. ISSN 0034-8910.

MARTINS, V. E. P. et al. Distribuição espacial e características dos criadouros de *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* em Fortaleza, Estado do Ceará. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 43, n. 1, p. 73-77, 2010.

MCMENIMAN, C. J.; O'NEILL, S. L. A virulent *Wolbachia* infection decreases the viability of the dengue vector *Aedes aegypti* during periods of embryonic quiescence. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 4, n. 7, p. e748, 2010. ISSN 1935-2735.

MÉNDEZ, F. et al. Human and mosquito infections by dengue viruses during and after epidemics in a dengue-endemic region of Colombia. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 74, n. 4, p. 678-683, 2006. ISSN 0002-9637.

MESSIAS, M. et al. Uso popular de plantas medicinais e perfil socioeconômico dos usuários: um estudo em área urbana em Ouro Preto, MG, Brasil. **Rev. Bras. Pl. Med.**, v. 17, n. 1, p. 76-104, 2015.

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.

MS-Ministério da Saúde 2017a. Boletim Epidemiológico: Emergência epidemiológica de febre amarela no Brasil, no período de dezembro de 2016 a julho de 2017. Secretaria de Vigilância em Saúde. v. 48, n. 28. Brasília.

MS-Ministério da Saúde 2017b. Boletim Epidemiológico: Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 50. Secretaria de Vigilância em Saúde. v. 48, n. 45. Brasília.

MOREIRA, L. A. et al. A *Wolbachia* symbiont in *Aedes aegypti* limits infection with dengue, Chikungunya, and Plasmodium. **Cell**, v. 139, n. 7, p. 1268-1278, 2009. ISSN 0092-8674.

NELSON, M. J. The role of sampling in vector control. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 50, n. 6\_Suppl, p. 145-150, 1994. ISSN 0002-9637.

NEVES, D. P. **Parasitologia dinâmica**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2009.

NEVES, D. P.; FILIPPIS, T. D. **Parasitologia básica**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2014.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

OLIVEIRA, C. S. D. et al. Acompanhamento de gestantes com confirmação laboratorial de infecção pelo vírus Zika na Região Metropolitana de Belém, Estado do Pará, Brasil: dados preliminares. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 7, n. ESP, p. 209-211, 2016. ISSN 2176-6223.

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.

PASSOS, R. A. et al. Dominância de *Aedes aegypti* sobre *Aedes albopictus* no litoral sudeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n. 6, p. 729-734, 2003. ISSN 0034-8910.

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.

PERONI, N.; HERNÁNDEZ, M. I. M. **Ecologia de populações e comunidades.** Universidade Aberta do Brasil, 2011.

PESSANHA, J. E. M. et al. Evaluation of the Brazilian national dengue control plan. **Cadernos de saúde pública**, v. 25, n. 7, p. 1637-1641, 2009. ISSN 0102-311X.

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.

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, L. **Parasitologia.** 4. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2008.

REZENDE, H. R. et al. Aspectos ecológicos de culicídeos imaturos em larvitrapas de floresta e ambiente antrópico adjacente no Município de Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 20, n. 3, p. 385-391, 2011. ISSN 1679-4974.

RÍOS-VELÁSQUEZ, C. M. et al. Distribution of dengue vectors in neighborhoods with different urbanization types of Manaus, state of Amazonas, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 102, n. 5, p. 617-623, 2007. ISSN 0074-0276.

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.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos.** Âmbito Cultural, 1997.

SAÚDE, M. D. **Diretrizes Nacionais para Prevenção e controle de Epidemias de Dengue.** Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

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.

SERPA, L. L. N. et al. Variação sazonal de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no município de Potim, São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, p. 1101-1105, 2006. ISSN 0034-8910.

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.

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.

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.

SUDIA, W.; CHAMBERLAIN, R. Battery-operated light trap, an improved model. **Mosquito news**, v. 22, n. 2, p. 126-129, 1962.

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.

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.

WANG, L. et al. Modeling the transmission and control of Zika in Brazil. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 7721, 2017. ISSN 2045-2322.

WERMELINGER, E. D.; FERREIRA, A. P.; HORTA, M. A. The use of modified mosquitoes in Brazil for the control of *Aedes aegypti*: methodological and ethical constraints. **Cadernos de saude publica**, v. 30, n. 11, p. 2259-2261, 2014. ISSN 0102-311X.

WHO, W. H. O. Programmes, Dengue control. **Acompanhamento e avaliação de programas**, 2017a. Disponível em: < <http://www.who.int/denguecontrol/monitoring/en/> >. Acesso em: 08/12/2017.

\_\_\_\_\_. Programmes, Dengue control. **The diseases**, 2017b. Disponível em: < <http://www.who.int/denguecontrol/disease/en/> >. Acesso em: 08/12/2017.

\_\_\_\_\_. Programmes, Neglected tropical diseases, News archives, 2016. **Mosquito (vector) control emergency response and preparedness for Zika virus** 2017c. Disponível em: < [http://www.who.int/neglected\\_diseases/news/mosquito\\_vector\\_control\\_response/en/](http://www.who.int/neglected_diseases/news/mosquito_vector_control_response/en/) >. Acesso em: 10 dez./2017.

\_\_\_\_\_. Emergencies, Zika-virus. **The History of Zika Virus** 2018a. Disponível em: < <http://www.who.int/emergencies/zika-virus/history/en/> >. Acesso em: 06/02/2018.

\_\_\_\_\_. Media centre, All WHO fact sheets, C. **Chikungunya**, 2018b. Disponível em: < <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs327/en/> >. Acesso em: 05/02/2018.

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.

ZARA, A. L. D. S. A. et al. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 2, p. 391-404, 2016. ISSN 1679-4974.

ZEQUI, J. A.; LOPES, J.; MEDRI, Í. M. Imaturos de Culicidae (Diptera) encontrados em recipientes instalados em mata residual no município de Londrina, Paraná, Brasil. **Rev. bras. de Zoologia**, v. 22, n. 3, p. 656-661, 2005.





Este estudo é importante e necessita do seu apoio e participação. Sua ajuda tem papel fundamental para o sucesso desta pesquisa.

**Aviso importante:**  
Morador, caso você esteja fora de casa no dia da instalação da armadilha, pedimos a gentileza de avisar outro morador a respeito da visita.

**UFMG**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS




Em caso de dúvidas, entre em contato com o pesquisador responsável:

Luiz Henrique Vieira Mota  
(Coordenador de Endemias)  
Setor de Endemias: 37 3371-9255

## ARMADILHA CONTRA O *Aedes aegypti*

Transmissor de Dengue, Zika e Chikungunya



Um projeto da UFMG em parceria com a Secretaria de Saúde de Piumhi.

**PARTICIPE!**

**Vamos tentar uma nova estratégia na luta contra o *Aedes aegypti*!**

**Conheça o projeto:**

O objetivo do estudo é avaliar se é possível diminuir o número de mosquitos nas residências utilizando uma nova armadilha.

Para isto, colocaremos armadilhas em seu bairro para capturar grandes quantidades de mosquitos.

Este estudo é importante e necessita do seu apoio e participação. Sua ajuda tem papel fundamental para o sucesso desta pesquisa.

Muito obrigado por sua participação!

**CONHEÇA A ARMADILHA GAT**



A nova armadilha GAT (“Gravid Aedes Trap”) foi desenvolvida pela parceria entre Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e James Cook University (Austrália).

A armadilha GAT captura mosquitos transmissores de dengue, Zika e Chikungunya e também outros pernilongos em grandes quantidades. Os insetos entram na armadilha e ficam presos em um cartão adesivo.

A GAT não contém inseticidas, nem substâncias tóxicas. Mesmo assim, ela deve ser utilizada fora do alcance de crianças.

A armadilha será instalada fora das residências, provavelmente no quintal ou varanda, e será vistoriada periodicamente.

**PERGUNTAS E RESPOSTAS**

**Qual é o tempo de duração do estudo?**  
4 meses

**É preciso comprar as armadilhas?**  
Não. As armadilhas serão fornecidas pela UFMG durante o período do estudo e serão recolhidas ao final do mesmo.

**Quem vai fazer a vistoria da armadilha?**  
As armadilhas serão vistoriadas por agentes de saúde devidamente identificados por crachás e treinados para trabalhar neste projeto.

**Qual é a minha contribuição para o projeto?**  
Permitir a instalação e vistorias das armadilhas pelos agentes de saúde credenciados e evitar danos à armadilha.



