



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PARASITOLOGIA**

**Estudo multicêntrico do uso da armadilha MosquiTRAP  
para captura de *Aedes aegypti* e geração de índices de  
vigilância entomológica.**

**Marcelo Carvalho de Resende**

Belo Horizonte – Minas Gerais

2009

**Marcelo Carvalho de Resende**

**Estudo multicêntrico do uso da armadilha MosquiTRAP  
para captura de *Aedes aegypti* e geração de índices de  
vigilância entomológica.**

Tese apresentada ao Departamento de  
Parasitologia do Instituto de Ciências  
Biológicas da Universidade Federal de  
Minas Gerais, como parte dos  
requisitos para obtenção de título de  
Doutor em Ciências.

Área de concentração: Entomologia

Orientador: Dr. Álvaro Eduardo Eiras

BELO HORIZONTE – MINAS GERAIS

Outubro - 2009



Trabalho realizado no Laboratório de Culicídeos do Departamento de Parasitologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG), sob a orientação do Prof. Dr. Álvaro Eduardo Eiras, com auxílio do Ministério da Saúde (MS), Organização Pan-Americana da Saúde (OPS-Brasil) e CNPq.



Agradeço à Coordenação de Pós-Graduação em Parasitologia do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, pela oportunidade de complementar meu conhecimento através da experimentação, de permitir meu desenvolvimento em aspectos inerentes à personalidade, intuição e valores humanos, e não apenas no lado profissional, mas nos campos da ética e da moral, por compartilhar comigo o saber e ativar minha capacidade de percepção e equilíbrio.

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais José Carvalho de Resende e Leila Pereira de Resende (in memória) os  
quais foram essenciais em minha caminhada. Esta gratidão tento reproduzir nos  
versos de minha mãe, poeta e guerreira.

Obrigado!

Seu filho, Marcelo Carvalho de Resende.

### **Gratidão**

A noite ainda está indecisa...  
E meu coração de solidão precisa,  
Para pensar e criar uma obra de arte resplandecente  
E ofertar ao meu bom Deus onipotente.

Sofri o triste derrame cerebral,  
E julgada pelo divino tribunal.  
Este poderia ter me paralisado no leito  
Mas estou andando, raciocinando sem nenhum defeito.

Quisera com escafandro mágico o meu pensamento sondar  
O fundo dos oceanos e lindas pérolas encontrar,  
Pedras preciosas multicores, procurar no espaço sideral  
E não arrancá-las neste mundo terreal!

O ouro do sol, em raios luminosos fulgurantes,  
Fios de prata do luar e das estrelas o brilhante,  
Do azul celeste, tirar a safira e turquesa,  
De tonalidades diferentes, mas de real beleza!

Do arco-íris, o topázio amarelo dourada  
Violeta da ametista e o verde da esmeralda  
E para completar esta portentosa incrustação,  
Com meu sangue cor do rubi  
Quisera escrever como o rei poeta David:  
Ao Deus Eterno, o meu amor e minha eterna gratidão!

**Leila Pereira de Resende**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao amigo e orientador, Prof. Dr. Álvaro E. Eiras, pela orientação, apoio e incentivo.

A Universidad Autónoma de Nuevo Leon – México, Laboratório de Entomologia Médica e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pela oportunidade de participar como aluno no Departamento de Pós-graduação.

A Organização Pan-Americana de Saúde (OPS-Brasil) por apoiar os estudos na Universidad Autónoma de Nuevo Leon – México.

A Guillermo Calderon Falero (Consultor/OPS), Michael Nelson (OPS/Brasil), aos professores da UANL (México) Idelfonso Fernandez Salas, Felisberto Reys Villanueva,, Adriana Flores Suarez, Alfonso Flores Leal, Mohammed Badii e os professores da banca de qualificação Nelder de Figueiredo de Gontijo (UFMG) e Marcelo Gustavo Lorenzo (CPqRR) pelo apoio.

A Dra. Ivoneide Silva (Universidade Federal do Pará) pela ajuda na realização dos trabalhos de campo.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Ecologia Química de Insetos Vetores (ICB/UFMG), Célia, Jivago, Renata Gama, Andrey, Felipe, Tatiana, Rose, João, Claudia, Laila, Mateus, Kelly e Ana Paula, pela amizade e convivência.

Aos meus irmãos José Carvalho, Murilo, Mauricio, Marcio e Leila, sobrinhos (as) Jomar, Karynne, Hítalo, Larissa, Letícia, Rafael, Daniel, Miguel, Sophia, Stella, Gabriel, Rafaela, aos cunhados (as) Paulo Leite, Maria Filomena e Maria das Graças e, Suzana Rebouças pelo carinho e apoio.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que estiveram ao meu lado e que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO	Página
<b>Resumo geral</b>	<b>14</b>
<b>Abstract</b>	<b>16</b>
<b>1. Introdução geral</b>	<b>18</b>
<b>1.1. Dengue</b>	<b>18</b>
1.1.1. O vírus e a doença	18
1.1.2. Dengue no Brasil	21
1.1.3. <u><i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> (Linnaeus, 1762)</u>	23
<b>1.2. Considerações históricas do controle de <i>Aedes aegypti</i> no Brasil</b>	<b>27</b>
<b>1.3. Vigilância entomológica de vetores da dengue</b>	<b>29</b>
1.3.1. Larvitampas	29
1.3.2. Armadilha de oviposição (Ovitampa)	30
1.3.3. Armadilha para captura de adultos (MosquiTRAP)	31
1.3.4. AtrAedes	34
<b>2. Fundamentos</b>	<b>35</b>
2.1. Objetivo geral	37
2.2. Objetivos específicos	37
<b>Capítulo I: Vigilância entomológica do <i>Aedes aegypti</i> usando MosquiTRAP, uma armadilha para captura de mosquito adulto</b>	<b>39</b>
<b>I. 1. Resumo</b>	<b>40</b>
<b>I. 2. Introdução</b>	<b>41</b>
<b>I. 3. Materiais &amp; Métodos</b>	<b>44</b>
I.3.1. Área experimental	44
I.3.2. Pesquisa larvária	44
I.3.3. Armadilha de oviposição	44

I.3.4. Armadilha para captura de adultos	45
I.3.5. Metodologia	45
I.3.6. Indicadores entomológicos	46
I.3.6.1. Pesquisa larvária	46
I.3.6.2. Ovitampa	47
I.3.6.3. MosquiTRAP	47
I.3.7. Análise estatística	48
I.3.8. Dados meteorológicos	48
<b>I. 4. Resultados</b>	<b>48</b>
I.4.1. Capacidade de retenção de adultos de <i>Aedes</i> sp pela MosquiTRAP	48
I.4.2. Indicadores entomológicos fornecidos pelos diferentes métodos de vigilância entomológica	50
I.4.3. Efeito das variáveis climáticas nos indicadores da ovitampa e MosquiTRAP	56
<b>I. 5. Discussões</b>	<b>59</b>
<b>Capítulo II: Avaliação operacional da armadilha MosquiTRAP em cinco diferentes regiões geográficas brasileiras</b>	<b>65</b>
<b>II.1. Resumo</b>	<b>66</b>
<b>II.2. Introdução</b>	<b>67</b>
<b>II.3. Materiais &amp; Métodos</b>	<b>69</b>
Estudo 1. Capacidade dos agentes de saúde de identificar os mosquitos capturados na MosquiTRAP e índice de pendência.	69
II.3.1.1. Seleção da área de estudo	69
II.3.1.2. A armadilha MosquiTRAP versão 2.0	70
II.3.1.3. Treinamento dos agentes de saúde na identificação dos mosquitos capturados na MosquiTRAP	70
<b>II.3.1.4. Parâmetros avaliados no estudo 1</b>	<b>70</b>
II.3.4.1.1. Identificação das espécies de mosquitos capturados pela MosquiTRAP em campo	70
II.3.4.1.2. Índice de pendência em campo (IPC)	71

Estudo 2. Tempo gasto pelos agentes de saúde	71
II.3.2. Tempo gasto pelos agentes de saúde nas operações de campo	71
<b>II.4. Resultados</b>	<b>73</b>
II.4.1. Avaliação dos agentes de saúde na identificação dos mosquitos capturados pela MosquiTRAP	73
II.4.2. Índice de pendência em campo (IPC)	74
II.4.3. Tempo gasto nas operações de campo	76
<b>II.5. Discussões</b>	<b>77</b>
<b>Capítulo III: O índice entomológico fornecido pela MosquiTRAP se relaciona com os índices fornecidos pela pesquisa larvária?</b>	<b>80</b>
<b>III.1. Resumo</b>	<b>81</b>
<b>III.2. Introdução</b>	<b>82</b>
<b>III.3. Materiais &amp; Métodos</b>	<b>84</b>
III.3.1. Área experimental:	84
III.3.2. Pesquisa larvária	84
III.3.3. MosquiTRAP (versão 2.0)	84
III.3.4. Parâmetros avaliados	84
III.3.4.1. Indicadores da pesquisa larvária	85
III.3.4.2. Indicadores da MosquiTRAP	85
III.3.5. Banco de dados	87
III.3.6. Defasagem de tempo	87
III.3.7. Análise estatística	88
<b>III.4. Resultados</b>	<b>88</b>
<b>III.5. Discussão</b>	<b>92</b>
<b>Capítulo IV: Otimização da armadilha MosquiTRAP para monitoramento de <i>Aedes aegypti</i> em condições de campo</b>	<b>95</b>
<b>IV.1. Resumo</b>	<b>96</b>
<b>IV. 2. Introdução</b>	<b>97</b>

<b>IV. 3. Materiais &amp; Métodos</b>	<b>98</b>
IV.3.1. Área experimental	98
IV.3.2. A armadilha MosquiTRAP versão 3.0	99
IV.3.3. Metodologia	99
IV.3.4. Parâmetros avaliados	101
IV.3.5. Análise estatística	102
<b>IV.4. Resultados</b>	<b>102</b>
IV.4.1. Quantidade total de fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> capturadas por diferentes densidades de MosquiTRAP	102
IV.4.2. Positividade da MosquiTRAP	103
IV.4.3. Média de <i>Ae. aegypti</i> capturados por casa	105
IV.4.4. Índice Médio de Fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> (IMFA)	106
IV.4.5. Índice Médio de Fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> por MosquiTRAP Positiva (IMFAMP)	108
<b>IV.5. Discussões</b>	<b>109</b>
<b>Considerações Finais</b>	<b>112</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>115</b>

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>Página</b>
<b>Introdução geral</b>	
<b>Figura 1.</b> Fêmea do mosquito <i>Aedes aegypti</i> realizando hematofagia	<b>24</b>
<b>Figura 2.</b> Número de municípios infestados por <i>Aedes aegypti</i> nos anos de 1995 e 2008 no Brasil	<b>28</b>
<b>Figura 3.</b> Armadilha para coleta de larvas (Larvitrapa).	<b>29</b>
<b>Figura 4.</b> Armadilha para coleta de ovos (Ovitrapa), utilizada no monitoramento do mosquito <i>Aedes aegypti</i> em áreas urbanas	<b>30</b>
<b>Figura 5.</b> Armadilha MosquiTRAP versão 1.0 (GAMA et al. 2007) utilizada nos experimentos de Pedro Leopoldo (MG)	<b>32</b>
<b>Figura 6.</b> Armadilha (MosquiTRAP) versão 2.0, utilizada nos experimentos em diferentes regiões brasileiras.	<b>32</b>
<b>Figura 7.</b> Armadilha MosquiTRAP versão 3.0 usada nos experimentos de saturação em Belo Horizonte.	<b>33</b>
<b>Capítulo I</b>	
<b>Figura 1.</b> Disposição das armadilhas na área experimental Bairro da Lua, Pedro Leopoldo (MG).	<b>46</b>
<b>Figura 2.</b> Índice Médio de ovos de <i>Aedes sp</i> (IMO) obtido através da ovitrapa e Índice Médio de Fêmeas de <i>Aedes sp</i> (IMFA) pela MosquiTRAP em Pedro Leopoldo, Minas Gerais	<b>51</b>
<b>Figura 3.</b> Comportamento dos Índices de Positividade da Ovitrapa (IPO), Índice de Positividade da MosquiTRAP (IPM) para <i>Aedes aegypti</i> e precipitação acumulada (mm) semanalmente registrados em Pedro Leopoldo, Minas Gerais	<b>55</b>
<b>Capítulo III</b>	
<b>Figura 1.</b> Representação esquemática do IMFA temporal com diferentes defasagens de tempo.	<b>86</b>
<b>Figura 2:</b> Comportamento dos indicadores elaborados a partir da MosquiTRAP (IMFA <sub>t2</sub> ) e os da pesquisa larvária (IP, IB e IR) em oito municípios brasileiros com presença de <i>Aedes aegypti</i> .	<b>91</b>
<b>Capítulo IV</b>	
<b>Figura 1.</b> Total acumulado de fêmeas de <i>Ae. aegypti</i> capturadas em diferentes densidades de MosquiTRAP nas quadras positivas e negativas (n=112), Belo Horizonte – MG	<b>103</b>

<b>Figura 2.</b> Média de <i>Ae. aegypti</i> capturados por casa em função do número de MosquiTRAP's instaladas nas casas dos bairros avaliados, Belo Horizonte – MG	<b>105</b>
<b>Figura 3.</b> Índice médio de fêmeas de <i>Aedes</i> (IMFA) e erro padrão ( $\pm$ ) para diferentes quantidades de MosquiTRAP® por casa, em (A) quadras positivas, (B) negativas e (C) positivas e negativas, Belo Horizonte – MG	<b>107</b>
<b>Figura 4.</b> Índice Médio de fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> por MosquiTRAP positiva (IMFAMP) em função da densidade de armadilhas instaladas nas quadras dos bairros avaliadas em Belo Horizonte – MG	<b>108</b>

## LISTA DE TABELAS

**Pagina**

### Capítulo I

<b>Tabela 1.</b> Capacidade de retenção de adultos de <i>Aedes sp</i> pela MosquiTRAP durante o período experimental em Pedro Leopoldo – MG, dezembro 2002 a março 2003	<b>49</b>
<b>Tabela 2.</b> Resultados obtidos com a Ovitrapa na coleta de ovos de <i>Aedes sp</i> e MosquiTRAP na captura de mosquitos adultos em Pedro Leopoldo – MG, dezembro 2002 a março 2003	<b>50</b>
<b>Tabela 3.</b> Indicadores entomológicos fornecidos pela Pesquisa Larvária, ovitrapa e MosquiTRAP por semana experimental, Pedro Leopoldo – MG, dezembro 2002 a março 2003.	<b>53</b>
<b>Tabela 4.</b> Análise de regressão do Índice Predial (IP), Índice de Breteau (IB) e Índice de Recipiente (IR) com os índices fornecidos pela ovitrapa e MosquiTRAP para <i>Aedes aegypti</i> no bairro Da Lua, Pedro Leopoldo – MG, dezembro 2002 a março 2003	<b>56</b>
<b>Tabela 5.</b> Dados meteorológicos coletados no 5º Distrito de Meteorologia de Sete Lagoas – MG, cidade próxima da área experimental de Pedro Leopoldo – MG, dezembro 2002 a março 2003	<b>57</b>
<b>Tabela 6.</b> Análise de regressão de temperatura média ( $^{\circ}$ C), precipitação acumulada (mm) e frequência de dias com chuvas por semana experimental e índice entomológico para ovitrapa e MosquiTRAP para <i>Aedes aegypti</i> em Pedro Leopoldo – MG, dezembro 2002 a março 2003	<b>58</b>

## Capítulo II

**Tabela 1.** Eficiência dos agentes na identificação dos mosquitos adultos capturados e Índice de pendência em campo (IPC) da armadilha MosquiTRAP em dez municípios brasileiros. **75**

**Tabela 2.** Comparação do tempo necessário para vistoria dos imóveis pelos diferentes métodos de vigilância entomológica de *Aedes aegypti* em Pedro Leopoldo, MG, dezembro 2002 a março 2003. **76**

## Capítulo III

**Tabela 1:** Correlação de Pearson entre o IMFA elaborado pela MosquiTRAP e os indicadores de Breteau (IB), Predial (IP) e de Recipiente (IR) em nove municípios brasileiros. **89**

## Capítulo IV

**Tabela 1.** Distribuição das armadilhas MosquiTRAP por quadra e por casa, instaladas nos bairros experimentais de Belo Horizonte, MG **100**

**Tabela 2.** Capacidade de detectar a presença de *Ae. aegypti* em função da densidade de armadilha MosquiTRAP instaladas nas quadra em quatro bairros de Belo Horizonte – MG **104**

## Resumo geral

A MosquiTRAP é uma armadilha adesiva desenvolvida pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) que tem o objetivo de atrair e capturar mosquitos adultos do gênero *Aedes* (Diptera: Culicidae), principalmente fêmeas grávidas, devido a presença de um atraente de oviposição sintético (AtrAedes). A MosquiTRAP permite a identificação da espécie de mosquito durante a inspeção da armadilha, agilizando os resultados e fornecendo informações sobre a presença e a distribuição do mosquito *Aedes aegypti*. Este estudo multicêntrico do uso da armadilha MosquiTRAP para captura de *Ae. aegypti* e geração de índices de vigilância entomológica foi descrito em quatro seções. A primeira comparou os métodos de pesquisa larvária, armadilha de oviposição e MosquiTRAP (versão 1.0) em Pedro Leopoldo (MG). Neste estudo observou-se que a capacidade de retenção do cartão adesivo da armadilha MosquiTRAP reduziu com o tempo em campo e, verificou-se que a substituição do cartão adesivo deve ser a cada 30 dias. Verificou se também que a temperatura influenciou positivamente a captura de adultos e ovos de *Ae. aegypti*, enquanto que para a precipitação e a frequência de dias com chuva foi observada uma relação negativa. A segunda seção, abordou aspectos operacionais da armadilha MosquiTRAP (versão 2.0) no monitoramento de *Ae. aegypti*, em estudo realizado em dez municípios brasileiros. Observou-se que o tempo gasto na vistoria da MosquiTRAP foi semelhante ao da ovitrampa (8,0 e 6,8 min., respectivamente), e ambos inferiores ao da pesquisa larvária (24,8 min.). Os agentes de saúde são capazes de identificar a espécie *Ae. aegypti* (97,4% de acerto) e *Aedes albopictus* (100% de acerto) em campo. O índice de pendência da armadilha MosquiTRAP em todos os municípios variou entre 0,20% e 4,43%. Na terceira seção, verificou se como os indicadores entomológicos fornecidos pela pesquisa larvária se correlacionam com o indicador Índice Médio de Fêmeas de Aedes (IMFA) da MosquiTRAP. Verificou-se

que não houve correlação entre o IMFA e os indicadores da pesquisa larvária na mesma semana epidemiológica de amostragem e a metodologia de defasagem temporal de duas semanas promoveu um ganho progressivo da correlação entre o índice IMFA e os índices da pesquisa larvária. A quarta seção, avaliou como os indicadores fornecidos pela MosquiTRAP se comportam quando diferentes densidades 1, 2, 4, 8, 16, 32 e 64 armadilhas são instaladas por quadra. Este estudo foi realizado em Belo Horizonte (MG) em quatro bairros do Distrito Sanitário Oeste com a MosquiTRAP (versão 3.0). Observou-se que ocorreu um aumento exponencial na captura de fêmeas de *Ae. aegypti* em função da densidade de armadilha/quadra e a instalação de no mínimo 8 MosquiTRAP/quadra permitiu positivar acima de 90% das quadras monitoradas. O indicador IMFA apresentou comportamento semelhante, independentemente da quantidade de armadilhas instaladas por quadra.

## Abstract

The MosquiTRAP is a sticky trap that was developed by Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) that attracts and catches adult mosquitoes of the genus *Aedes* (Diptera: Culicidae), mainly gravid females, because of the presence of a synthetic oviposition attractant (AtrAedes). The MosquiTRAP allows to identify the species of mosquito during of inspection the sticky trap, the results and informations about the presence and distribution of mosquito *Aedes aegypti* are fast and reliable. The present study is described in four sections: in the first section, were compared larval survey, ovitrap and MosquiTRAP (version 1.0) in experiment at Pedro Leopoldo city (MG). It was observed that the efficacy of MosquiTRAP reduced with the time in field, and the replacement is needed the sticky card at every 30 days. The temperature influenced positively the catch of adults and eggs of *Ae. aegypti* whereas the rainfall and number of rain days were observed negative relationship. The second study was deal with operational aspects of the MosquiTRAP (version 2.0) for monitoring *Ae. aegypti* in ten Brazilian cities. We observed that the time spend to inspection of the MosquiTRAP and ovitrap (8.0 e 6.8 min., respectively) and it was inferior than larval survey (24.8 min.). The field workers are able to identify the species *Ae. aegypti* (minimum of 97.4%) and *Aedes albopictus* (100%). The index of pendency of the MosquiTRAP in all the cities ranged between 0.20% and 4.43%. In the third study we verified if the entomological indices by larval survey correlated with Female *Aedes* MosquiTRAP Index (FAMI) by MosquiTRAP. We observed that no correlation occurs in the same epidemiological week and the methodology of temporal shift of two weeks promoted a progressive increase of correlation between FAMI and the larval survey indices. In the fourth study we evaluated the entomological indices provides by MosquiTRAP when different densities (1, 2, 4, 8, 16, 32, and 64) of sticky trap are placed in a block of

houses. This study was conducted in Belo Horizonte (MG) in four neighborhoods of Distrito Sanitário Oeste with the MosquiTRAP (version 3.0). We observed that there was an exponential increase of capture of females of *Ae. aegypti* in function of density of MosquiTRAP/block. The installation at least eight MosquiTRAP/block allowed to positive above 90% of block monitored. The FAMI index did not differ when different densities of sticky trap are placed in a block of houses.

## **1. Introdução Geral**

A dengue apresenta-se nos grandes centros urbanos de várias regiões do mundo, inclusive do Brasil, sob a forma de epidemias de grande magnitude, e sob a forma hiperendêmica, onde um ou mais sorotipos circularam anteriormente. Considerando-se as lacunas dos conhecimentos disponíveis para prever as futuras ocorrências de epidemias das formas graves desta enfermidade, as atuais situações epidemiológicas e entomológicas de extensas áreas de vários continentes, evidenciam grandes possibilidades para agravamento do cenário, pois os fatores que determinam estas infecções são difíceis de serem eliminados (TEIXEIRA 1999).

Atualmente, o controle do vetor, *Aedes aegypti*, mosquito endófilo e antropofílico, é a forma mais eficiente de reduzir a transmissão da dengue, pois até o momento não existe vacina e nem tratamento específico da doença (OOI & GUBLER 2009).

### **1.1. Dengue**

#### **1.1.1. O vírus e a doença**

Existem mais de 500 arbovírus formalmente reconhecidos, e destes, se sabe ou suspeita que mais de 200 são transmitidos por mosquitos. Entre eles se encontra o agente etiológico da dengue (KARABATSOS 1985).

A dengue é uma arbovirose causada por um vírus de genoma RNA pertencente ao gênero *Flavivirus* da família Flaviviridae que apresenta quatro sorotipos (DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4) (GUSMÁN & KOURI 1996). O agente etiológico da dengue foi denominado como vírus em 1907 e somente 36 anos após esta observação foi que alcançaram o conhecimento e a tecnologia necessária para o desenvolvimento

de pesquisas laboratoriais. Em 1906, Bancroft publicou as primeiras evidências do ciclo de transmissão da dengue e levantou a hipótese do *Ae. aegypti* ser o vetor da infecção, o que foi confirmado por Agramonte em 1906 e por Simons em 1931 (MARTINEZ-TORRES 1990). O isolamento dos vírus só ocorreu na década de 40, por Kimura em 1943, e Hotta em 1944, que isolaram a cepa Mochizuki. Sabin e Schlesinger em 1945 isolaram a cepa Havaí. Sabin no mesmo ano ao identificar outro vírus em Nova Guiné, observou que as cepas tinham características antigênicas diferentes. A partir deste conhecimento, passaram a considerar que eram sorotipos do mesmo vírus e as primeiras cepas ele denominou de sorotipo DENV-1 e a da Nova Guiné sorotipo DENV-2. Em 1956, na epidemia de dengue hemorrágica no sudeste asiático, foram isolados os vírus DENV-3 e DENV-4, definindo-se, a partir desta data, que o complexo dengue, é formado por quatro sorotipos (MARTINEZ-TORRES 1990).

A dengue é uma doença febril aguda de evolução benigna, na maioria dos casos, que se desenvolve em áreas tropicais e subtropicais, onde as condições ambientais favorecem o desenvolvimento dos vetores (MINISTÉRIO DA SAÚDE 2007). As infecções pelo vírus da dengue causam desde a forma clássica da doença (sintomática ou assintomática), caracterizada por febre alta, dor de cabeça, dor atrás dos olhos, dores musculares e articulares e manchas na pele, até a forma hemorrágica (Febre Hemorrágica da Dengue/FHD), que é mais severa, pois além dos sintomas já citados, é possível ocorrer manifestações hemorrágicas, hepatomegalia, insuficiência cardíaca e ocasionalmente choque, podendo levar à morte. A infecção por um deles confere proteção permanente para o mesmo sorotipo e imunidade parcial e temporária contra os outros tipos (MINISTÉRIO DA SAÚDE 2007).

Os primeiros documentos que registram a dengue na literatura, relatam a transmissão no Egito e Ilha de Java, ambas em 1779, e, em 1780, na Filadélfia nos Estados Unidos (GUBLER 1998). Nos últimos séculos, houve ocorrência de dengue nas Américas, África, Ásia, Europa e Austrália com pandemias e epidemias isoladas no período de 1779 a 1916 (HOWE 1977).

Nas Américas, em 1827, registrou-se uma epidemia no Caribe e, de 1881 a 1922, ocorreu uma expansão geográfica da área de transmissão atingindo toda a região do Caribe e sul dos Estados Unidos (GOMEZ-DÁNTES 1991, GUBLER & TRENT 1993). Em 1963, detectaram-se os primeiros casos na Jamaica, relacionados ao DENV-3, que depois se disseminou para outras ilhas do Caribe e atingiu a Venezuela e Colômbia, e foram notificados casos importados de dengue nos Estados Unidos (DONALÍSIO 1995).

Na década de 80, novamente se detectou a presença do vetor em vários países das Américas e do Caribe, e na sequência, o acontecimento epidemiológico relevante na história da dengue nas Américas é a epidemia de dengue hemorrágica que ocorreu em Cuba (1981). O vírus DENV-2 foi associado a esta epidemia, que foi precedida por outra, causada pelo vírus DENV-1, em 1977. Nos anos seguintes da década de 80 ocorreram epidemias na Bolívia (1987); Paraguai e Equador (1988); Venezuela (1989) (OPS 1995).

Na década de 90, o quadro epidemiológico da dengue nas Américas e Caribe agravou-se e epidemias de dengue clássico foram frequentemente observadas em vários centros urbanos, muitas delas associadas a ocorrência de casos de dengue hemorrágico.

No período de 2005 a 2007 o México, Venezuela, Colômbia, Nicarágua e Honduras apresentaram o maior número de casos de FHD nas Américas. Nestes países, observou-se que a variação na proporção de casos de FHD em relação ao total de casos de dengue notificados foi na Colômbia de 10,79% a 14,64%, México de 16,30% a 25,23%, Nicarágua de 3,85% a 10,67%, Honduras de 7,54% a 12,47% e Venezuela de 6,21% a 8,01%.

No Brasil, no mesmo período a proporção de casos de FHD em relação aos casos de dengue notificados variou de um mínimo de 0,18% e um máximo de 0,28%, nos anos de 2006 e 2007, respectivamente. No entanto, apesar da baixa proporção de casos de FHD neste triênio, o Brasil foi responsável por apenas 4,7% do total de casos

de FHD notificados no continente americano, observou-se que 40,1% dos óbitos por dengue foram registrados no Brasil (OPS 2009).

Estas variações podem ser imputadas a múltiplos fatores, destacando-se o número de sorotipos e o tempo em que estão circulando em cada espaço; à magnitude das epidemias de dengue clássico anteriores e atuais que determinam o estado imunológico das populações expostas a novas infecções; às diferenças genéticas entre as cepas; aos atributos pessoais como idade e raça dos indivíduos; às diferenças nos critérios de classificação e diagnóstico das formas de dengue, o que confere maior ou menor sensibilidade ao sistema de detecção de casos, bem como à qualidade e cobertura dos sistemas de saúde de cada país (TEIXEIRA et al. 1999).

### **1.1.2. Dengue no Brasil**

As primeiras evidências da ocorrência de dengue, no Brasil, apontam para o ano de 1846, nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Também outros surtos relacionados a esta virose em São Paulo foram referidos entre 1851 e 1853 (MEIRA 1916). Há registro de epidemias em São Paulo em 1916, em 1923 registrou-se epidemia em Niterói. A dengue só reaparece no Brasil na década de 80, onde em 1981/82 registrou-se a primeira epidemia documentada clínica e laboratorialmente em Boa Vista, (RR), com 12.000 casos (MARZORCHI 1994). Em março de 1986, iniciou-se uma grande epidemia pelo DENV-1 na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro e a partir daí, a virose disseminou-se para Niterói e Rio de Janeiro. Também em 1986, registram-se casos em Alagoas, em 1987 no Ceará, em Pernambuco e surtos localizados em pequenas cidades de São Paulo, Bahia e Minas Gerais (MINISTÉRIO DA SAÚDE 1988).

No final da década de 80 e na década seguinte, ocorreu um recrudescimento da dengue devido ao aumento da circulação do DENV-1 e da introdução do DENV-2 no Rio de Janeiro.

A despeito das tentativas de controle do vetor, o que se observou foi um aumento do número de municípios infestados e do número de municípios com transmissão de dengue, sendo que os casos concentraram-se na sua maioria nas regiões Sudeste e Nordeste.

Em 2002, com a circulação do sorotipo DENV-3 do vírus dengue no Rio de Janeiro, ocorreu uma epidemia importante com 794.219 casos e ainda neste ano, houve registro da circulação dos sorotipos DENV-1, DENV-2 e DENV-3 em 12 estados brasileiros (Pará, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia, Pernambuco, Paraíba e Ceará) e registro de 69 óbitos (FUNASA 2002).

Nos períodos de 2004 a 2007 foram registrados no Brasil 1.617.722 casos de dengue, dos quais 559.954 ocorreram no ano de 2007 (SVS 2007).

O relato de casos de dengue auxilia em detectar a tendência da doença, e a existência de uma parte considerável de infecções subclínicas ou inaparentes de dengue, não fornecem uma imagem clara da dinâmica de circulação viral. Assim, estudos sorológicos para determinar a prevalência de anticorpos de dengue para estimar a magnitude real destas infecções foram executados em várias cidades brasileiras. Tais estudos demonstraram que milhões de brasileiros já têm anticorpos para pelo menos um dos sorotipos do vírus dengue (TEIXEIRA et al. 2009). Estes estudos relataram que as taxas de prevalência para dengue em diversas regiões do Brasil têm variado entre as áreas estudadas, com taxas mais elevadas em Mossoró (97,8 %) e Macapá (48,4%) (DIAS 2006), Salvador (67 %) (TEIXEIRA et al. 2002), Niterói (66 %) (CUNHA 1993), Rio de Janeiro (44,5 %) (FIGUEIREDO et al. 1991), Fortaleza (44 %) (VASCONCELOS et al. 1998) e São Luís (41,4 %) (VASCONCELOS et al. 1999). Taxas mais baixas foram encontradas em Goiânia (29,5 %) (SIQUEIRA et al. 2004), Belo Horizonte (23,3 %) (CUNHA 2005) e Ribeirão Preto (5,4 %) (FIGUEIREDO et al. 1995).

### **1.1.3. *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762)**

O mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) provavelmente é oriundo da região etiópica (nordeste da África), tendo sido originalmente descrito no Egito (PESSÔA & MARTINS 1982). A espécie foi introduzida no Brasil provavelmente durante o período colonial, durante o tráfego de navios negreiros, por via marítima (OPAS 1992). É considerado um mosquito cosmopolita, e os primeiros registros de sua identificação em solo brasileiro foram em 1898 por Lutz e em 1899, por Ribas (FRANCO 1969).

O *Ae. aegypti* encontra-se basicamente na região tropical ou subtropical, e raramente, situa-se fora das latitudes 45º Norte e 35º Sul, que correspondem à isoterma de inverno de 10ºC. A distribuição desse mosquito também é restrita pela altitude. Embora a espécie não seja normalmente encontrada em zonas acima de 1000 metros de altitude, sua presença já foi detectada a alturas de mais de 2000 metros, na Índia e Colômbia (OPS 1995).

O *Ae. aegypti* é um mosquito adaptado ao ambiente urbano e utiliza os recipientes artificiais mais frequentes no intradomicílio ou peridomicílio, como pneus, latas, vidros, cacos de garrafa, pratos de vasos e vasos de cemitério, além de caixas de água, tonéis, latões e cisternas destampadas ou mal tampadas, ou mesmo piscinas e aquários abandonados, para o desenvolvimento de sua fase larvária. A proliferação do *Ae. aegypti* ocorre nestes recipientes quando a água acumulada nos mesmos estiver limpa (não turva) e pobre em matéria orgânica em decomposição e em sais, acumulada em locais sombreados (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA 1994).

Os adultos de *Ae. aegypti*, apresentam tórax enegrecido, frequentemente ornamentado com manchas, faixas ou desenhos de escamas branco-prateadas (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA 1994). A principal característica desta espécie é uma nítida faixa curva branco-prateadas de cada lado do tórax e outra mais

fina, reta, longitudinal e central, as quais formam a figura semelhante a uma lira (OPAS 1986) (Figura 1).



**Figura 1.** Fêmea do mosquito *Aedes aegypti* realizando hematofagia .

Ambos, machos e fêmeas, se alimentam de néctar presente em flores como fonte de nutrientes. No entanto, as fêmeas desta espécie necessitam das proteínas presentes no sangue do hospedeiro para poder produzir ovos. A digestão do sangue fornecerá os aminoácidos que serão convertidos em substâncias protéicas, transportadas para os ovaríolos e incorporadas no vitelo dos oócitos (CLEMENTS 2000). O repasto sanguíneo ocorre quase sempre durante o dia, nas primeiras horas do período matutino (entre 7:00 e 10:00h) e vespertino (entre 16:00 e 19:00h) (CHADEE & COBERT 1993).

Constituem fonte de repasto para as fêmeas de *Ae. aegypti* a maior parte dos vertebrados, inclusive o homem. Uma fêmea de *Ae. aegypti* inseminada ou não, pode ingerir entre 2 a 3  $\mu$ l de sangue a partir do segundo dia de idade (KLOWDEN & LEA 1979).

Após a ingestão do sangue, é formada no intestino médio do inseto uma estrutura chamada membrana peritrófica, que é permeável às enzimas proteolíticas

secretadas pelas células estomacais e aos produtos da digestão que devem ser absorvidos (CLEMENTS 2000).

Geralmente, uma fêmea *Ae. aegypti* em cada ciclo de oviposição, libera cerca de 50 a 70 ovos, distribuídos aos poucos, em diferentes criadouros. Este tipo de comportamento irá aumentar as chances de sobrevivência dos seus descendentes, garantindo o seu sucesso reprodutivo e a dispersão (BENTLEY & DAY 1989).

O intervalo médio entre a alimentação sangüínea e a postura de ovos é de três dias, em condições adequadas de temperatura (25° C) e umidade relativa (75%) (EIRAS 2005). A fêmea grávida é atraída por recipientes escuros, sombreados e com superfície áspera (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA 1994). A oviposição normalmente é feita na superfície das paredes dos recipientes, cerca de 1 a 2 cm acima do nível da água (ROBERTS & HSI 1977).

A dispersão do mosquito ocorre, principalmente, de maneira passiva, por via terrestre (rodoviária) e/ou aérea, através de ovos depositados em recipientes usados e através de adultos que se abrigam dentro de veículos (ônibus, caminhões, trens, aviões, etc.) que ao saírem de uma região positiva, levam as formas aladas para novas paragens (EIRAS 2005).

A capacidade de dispersão do *Ae. aegypti* pelo vôo (dispersão ativa) é variável, sendo guiada pela busca de sítios de oviposição apropriados (MINISTÉRIO DA SAÚDE 2007). REITER et al. (1995) realizaram um estudo em San Juan, Porto Rico e demonstraram que uma fêmea grávida de *Ae. aegypti* pode voar até 800 m em busca de local adequado para a oviposição, quando não há recipientes apropriados nas proximidades. HONÓRIO et al. (2003) realizaram um estudo de marcação-liberação-recaptura, na cidade de Nova Iguaçu (RJ), em uma área de 1600 metros de diâmetro, para avaliar a capacidade de dispersão de *Ae. aegypti* e *Aedes albopictus*. Os autores detectaram ovos marcados com rubídio a mais de 800 metros de distância do local de liberação, também foram encontrados ovos marcados nas áreas limítrofes da área de

estudo, sugerindo que a oviposição também ocorreu além destes limites. RUSSELL et al. (2005) também conduziram um estudo de marcação-liberação-captura para avaliar a dispersão das fêmeas de *Ae. aegypti* em Cairns (Austrália) e verificaram que 23,1% do total de fêmeas recapturadas estavam a uma distância maior que 100 m do ponto de liberação.

Quando a fêmea de *Ae. aegypti* é perturbada, mesmo que suavemente, durante o repasto sanguíneo, ela foge, voltando a atacar o mesmo ou outro hospedeiro até ficar completamente ingurgitada. Em poucos minutos, uma fêmea pode ingerir até quatro vezes o seu próprio peso em sangue (CLEMENTS 2000). Este comportamento tem grande implicação epidemiológica, uma vez que uma fêmea infectada com o vírus da dengue pode ter várias alimentações sanguíneas curtas em diferentes hospedeiros, disseminando desta forma os vírus (EIRAS 2005).

Outro fator determinante na epidemiologia desta doença é a resistência dos ovos de *Ae. aegypti* à dessecação, uma vez que os mesmos podem permanecer viáveis por mais de um ano (MINISTÉRIO DA SAÚDE 2007). Esta resistência é um dos principais obstáculos para o seu controle, pois esta condição permite que o ovo seja transportado por grandes distâncias em ambiente seco. O principal estímulo para a eclosão é o contato com a água ou a submersão nela.

A transmissão do hospedeiro vertebrado para o vetor ocorre quando uma fêmea dessa espécie se contamina ao picar um indivíduo infectado que se encontra na fase virêmica da doença, tornando-se, após um período de 10 a 14 dias, capaz de transmitir o vírus por toda a sua vida, durante a hematofagia, por meio da sua saliva contaminada (GUBLER et al. 1979).

## 1.2. Considerações históricas do controle de *Aedes aegypti* no Brasil

A Organização Pan-Americana da Saúde e a Organização Mundial da Saúde decidiram coordenar a erradicação do *Ae. aegypti* no continente em 1947, por intermédio do Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* (SOPER 1965). Essa espécie foi eliminada em quase toda a América, com exceção dos Estados Unidos da América, Suriname, Venezuela, Cuba, Jamaica, Haiti, República Dominicana e uma pequena parte da Colômbia (SOPER 1965).

O Brasil participou da campanha de erradicação continental do *Ae. aegypti* e teve êxito na primeira eliminação desse vetor em 1955. O último foco do mosquito foi extinto na zona rural do Município de Santa Terezinha, Bahia (FRANCO 1969).

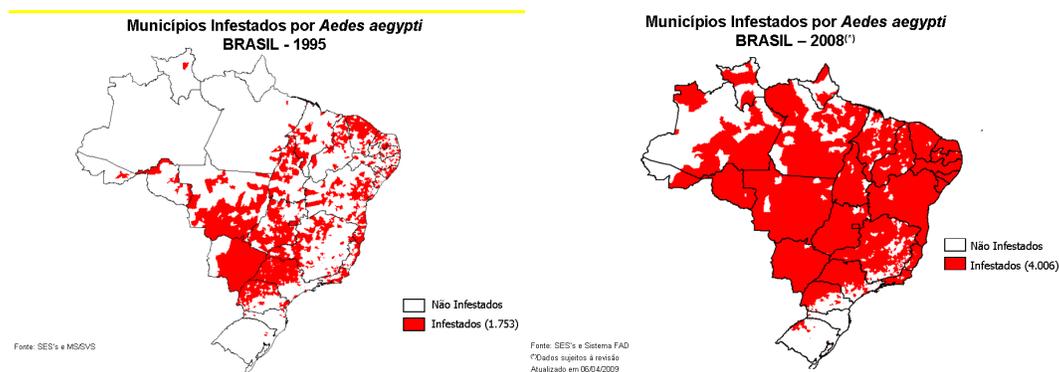
No Brasil, as condições sócio-ambientais favoráveis à proliferação do *Ae. aegypti* possibilitaram a dispersão do vetor, desde a sua reintrodução em 1976, bem como o avanço da doença. Essa reinvasão não pode ser controlada com os métodos tradicionalmente empregados (controle químico) no combate às doenças transmitidas por vetores em nosso país e no continente. Estes programas mostraram-se incapazes de conter um vetor com altíssima capacidade de adaptação ao novo ambiente criado pela urbanização acelerada e pelos novos hábitos da população (MINISTÉRIO DA SAÚDE 2007).

Em 1996, o Ministério da Saúde decidiu rever sua estratégia e propôs o Programa de Erradicação do *Ae. aegypti* (PEAa). A implantação do PEAa resultou em um fortalecimento das ações de combate ao vetor, com um significativo aumento dos recursos utilizados para essas atividades e ações de prevenção centradas, quase que exclusivamente, nas atividades de combate ao *Ae. aegypti* com o uso de inseticidas. No entanto, ao longo do processo de implantação desse programa, observou-se a

inviabilidade técnica de erradicação do mosquito no território brasileiro e no ano de 2002 foi elaborado o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD).

No período de 1995 a 2008, observou-se no Brasil um aumento gradativo da expansão da infestação de *Ae. aegypti* no território brasileiro (Figura 2). Em 1995 havia 1753 municípios com presença de *Ae. aegypti* e em 2008 havia 4006 municípios infestados. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2008) no Brasil constavam 5564 municípios, desta forma os dados indicam que no ano de 2008, acima de 72% dos municípios brasileiros encontravam-se infestados por *Ae. aegypti*.

Atualmente, o vetor está presente no continente americano desde o Uruguai até o sul dos Estados Unidos da América e no Brasil esta nos 26 estados e no Distrito Federal (SVS 2003, OPS 2003).



**Figura 2.** Número de municípios infestados por *Aedes aegypti* nos anos de 1995 e 2008 no Brasil.

Fonte: MS/SVS e SES's

### 1.3. Vigilância entomológica de vetores da dengue

No programa de controle da dengue no Brasil, a vigilância entomológica é feita, principalmente, a partir da coleta de larvas, de acordo com a proposta de CONNOR & MONROE (1923) para medir a densidade populacional de *Ae. aegypti* em áreas urbanas. Esta metodologia consiste em vistoriar os depósitos com água nos imóveis para cálculo dos índices de infestação predial (IP) e de Breteau (IB) (FUNASA 2001, OPS 1995).

Outra metodologia que pode ser adotada para o monitoramento de *Ae. aegypti* é o uso de armadilhas em áreas urbanas, as quais serão descritas a seguir:

#### 1.3.1. Larvitampa:

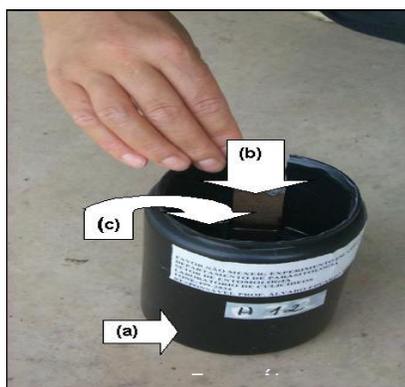
São depósitos feitos normalmente de pneus usados, contendo 2/3 de sua capacidade ocupada por água (Figura 3). Estas armadilhas são instaladas a uma altura aproximada de 80 cm do solo, em locais considerados como porta de entrada do vetor adulto, tais como portos fluviais ou marítimos, aeroportos, terminais rodoviários, ferroviários, de cargas etc. A finalidade básica das larvitampas foi a detecção precoce de infestações importadas porém atualmente não são usadas na rotina dos programas de controle da dengue (FUNASA 2001).



**Figura 3.** Armadilha para coleta de larvas (Larvitampa).

### 1.3.2. Armadilha de oviposição (Ovitampa):

Inicialmente foi desenvolvida como uma ferramenta de vigilância epidemiológica nos Estados Unidos, descrita por FAY & PERRY (1965) e aperfeiçoada por FAY & ELIASON (1966). A armadilha é constituída de um recipiente de cor preta e fosca, com volume variável. Em seu interior é fixado verticalmente um substrato de oviposição (palheta de madeira), com superfície rugosa exposta, para facilitar a postura dos ovos. Água de torneira ou infusão de gramínea (cerca de 300 ml) também é adicionada no interior da armadilha (Figura 4). A positividade das ovitrampas é determinada pela presença de ovos nas palhetas. Estas armadilhas são extensivamente utilizadas em aeroportos e portos internacionais e rotineiramente usadas em países desenvolvidos. As armadilhas de oviposição é um método sensível e econômico para detectar a presença de *Ae. aegypti*, em situações onde a densidade populacional é baixa (OPAS 1986, RAWLINS et al. 1998, BRAGA et al. 2000). As ovitrampas também podem ser usadas para monitorar populações de *Ae. aegypti* em períodos longos, especialmente em estudos epidemiológicos (MARQUES et al. 1993).

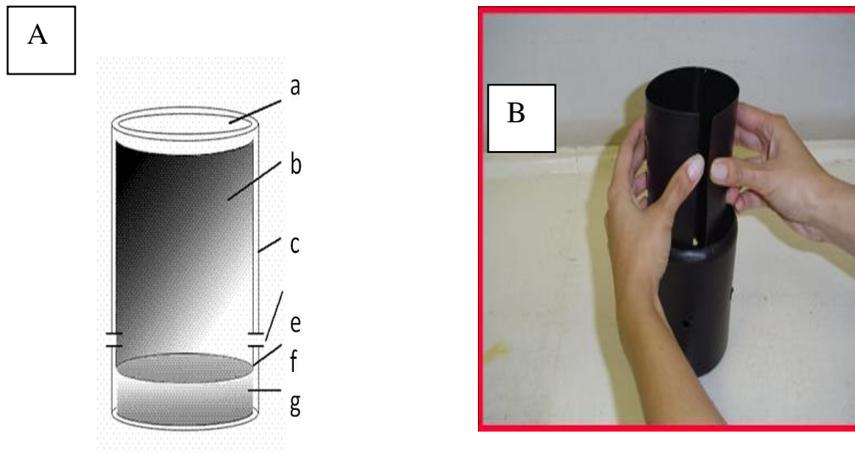


**Figura 4.** Armadilha para coleta de ovos (Ovitampa), utilizada no monitoramento do mosquito *Aedes aegypti* em áreas urbanas. (a) Armadilha; (b) substrato de oviposição; (c) atraente de oviposição (água ou infusão de gramínea).

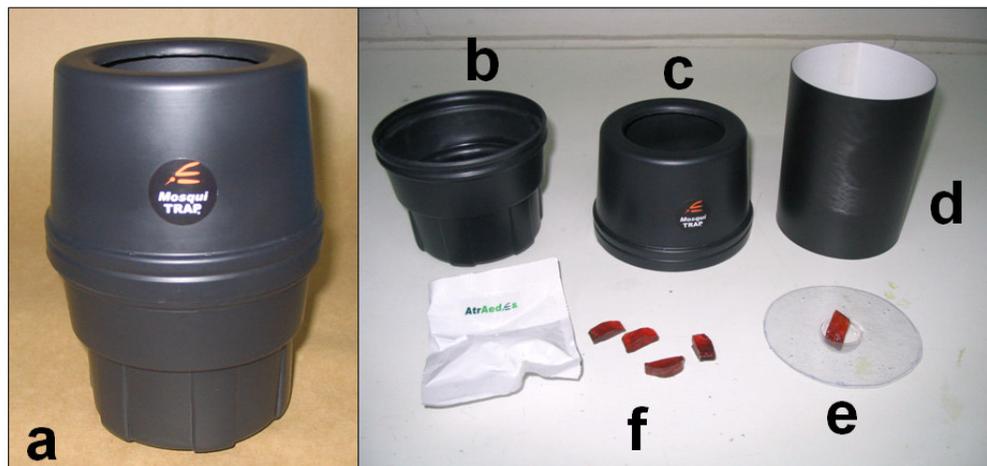
### **1.3.3. Armadilha para captura de adultos (MosquiTRAP):**

Tendo em vista as limitações dos métodos de detecção e controle do *Aedes* foi desenvolvido um novo modelo de armadilha que permite capturar mosquitos adultos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, principalmente fêmeas grávidas, devido a presença de atraentes de oviposição (EIRAS 2002), trata-se da MosquiTRAP.

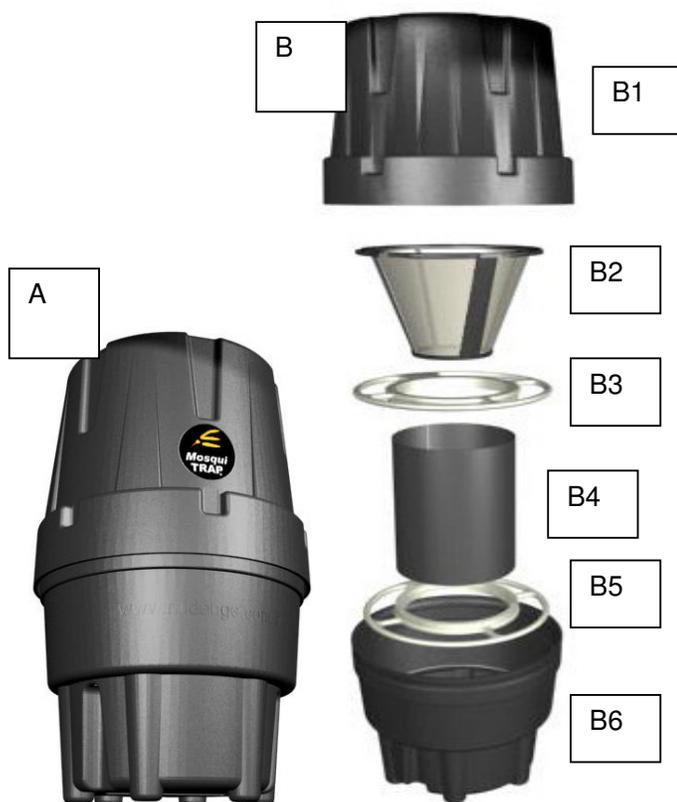
A MosquiTRAP é uma armadilha específica para a captura de fêmeas grávidas de *Aedes sp*, foi desenvolvida pelo Laboratório de Culicídeos do Departamento de Parasitologia da Universidade Federal de Minas Gerais (EIRAS 2002; FÁVARO et al. 2006, GOMES et al. 2006). A MosquiTRAP versão 1.0 (Figura 5) além de possuir em seu interior uma cartão adesivo para capturar as fêmeas de *Aedes sp*, utilizou atraente natural (infusão de gramínea). Visando facilitar o processo de preparo de infusão de gramíneas que necessita de mão de obra no preparo e transporte até o campo, a armadilha MosquiTRAP<sup>®</sup> versão 2.0 (Figura 6) foi desenvolvida utilizando atraentes de oviposição sintéticos que são colocados presos ao cartão adesivo, sendo responsáveis pela atração de fêmeas grávidas à armadilha (EIRAS & SANT'ANA 2001 – Patente). A armadilha MosquiTRAP versão 2.0, após avaliações em campo, levou ao desenvolvimento da armadilha MosquiTRAP versão 3.0 (Figura 7) que se diferencia da versão anterior por apresentar maior volume (capacidade de 3 litros) e incorporar novos componentes como um funil, novo atraente de oviposição e suporte (superior e inferior) para fixar o cartão adesivo e apoiar o funil. Estas modificações na armadilha MosquiTRAP foram promovidas de forma a melhorar sua performance em campo.



**Figura 5.** (A) Armadilha MosquiTRAP versão 1.0 (GAMA et al. 2007) utilizada nos experimentos de Pedro Leopoldo (MG), (a) abertura superior; (b) cartão adesivo para captura de mosquitos adultos, inserido no interior do frasco; (c) frasco preto fosco de capacidade aproximada de 1 litro (e) orifício de drenagem do excesso de água; (f) nível da infusão dentro da armadilha; (g) capacidade da armadilha para armazenar aproximadamente 300 ml de infusão a 10%, (B) Foto ilustrativa da montagem da armadilha MosquiTRAP versão 1.0.



**Figura 6.** (a) Armadilha (MosquiTRAP) versão 2.0, utilizada nos experimentos em diferentes regiões brasileiras. (b) parte inferior (bojo) onde se coloca água; (c) parte superior (tampa); (d) cartão adesivo que é colocado no interior da armadilha (e) tela de proteção que evita o contato do mosquito com a água e serve de suporte para o (f) AtrAedes (Atraente de oviposição sintético)



**Figura 7.** (A) Armadilha MosquiTRAP versão 3.0 usada nos experimentos de saturação em Belo Horizonte, (B) componentes da armadilha MosquiTRAP versão 3.0 (B1) parte superior (tampa); (B2) funil (B3) suporte superior de encaixe do funil e cartão adesivo (B4) cartão adesivo (B5) suporte inferior de encaixe do cartão adesivo (B6) parte inferior (bojo); .

A eficiência desta armadilha na captura de fêmeas grávidas de *Aedes sp* foi avaliada em testes de campo realizados no bairro Itapoã, região da Pampulha, município de Belo Horizonte, no ano de 2002 (GAMA et al. 2007). Verificou-se que apesar da ovitrampa mostrar-se mais sensível na detecção da presença do *Ae. aegypti* na área avaliada, a MosquiTRAP mostrou-se mais prática e rápida nas vistorias e na obtenção dos dados, mostrando-se válida para o uso no monitoramento vetorial.

FÁVARO et al. (2006) utilizaram armadilhas MosquiTRAP associadas ao AtrAedes® em Mirrassol, São Paulo, para verificar qual o melhor local de instalação da armadilha nas residências (peridomicílio ou intradomicílio) e verificaram que a armadilha tem a capacidade de capturar um grande número de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti*, reforçando o seu potencial como uma ferramenta de monitoramento em programas de controle da dengue.

#### **1.3.4. AtrAedes:**

Em armadilha ovitrampa, o atraente natural de oviposição usado em diferentes países, inclusive no Brasil, é uma infusão de gramínea ou material orgânico (BRAGA et al. 2000). A atratividade da ovitrampa pode ser significativamente afetada quando iscada com diferentes tipos e idade de gramíneas, período e concentração de fermentação (SANT'ANA et al. 2006).

Visando amenizar os problemas de produção de infusões e padronizar um atraente de oviposição, foram identificados e sintetizados os atraentes de oviposição provenientes de infusão de gramínea, responsáveis pela atração de fêmeas grávidas à ovitrampa, e patenteados com o nome de AtrAedes (EIRAS & SANT'ANA 2001 – Patente UFMG). A armadilha MosquiTRAP iscada com o AtrAedes coleta número semelhante de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* à armadilha iscada com infusão natural de gramínea (ROQUE & EIRAS 2008).

## 2- Fundamentos:

Devido à gravidade da dengue no Brasil e no mundo, há urgência no desenvolvimento de novos indicadores que reflitam melhor o potencial de transmissão do vírus, auxiliando de forma mais eficiente os programas de monitoramento e controle do vetor (FOCKS 2003).

Os índices baseados na coleta de larvas são preconizados pelo Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) para medir o nível de infestação de *Ae. aegypti* e gerar indicadores de risco de transmissão de dengue, pela sua praticidade e reprodutibilidade. A pesquisa larvária é importante instrumento para verificar o impacto das estratégias de controle dirigidas à eliminação de larvas de *Ae. aegypti* (GOMES 1998).

Entretanto, os indicadores fornecidos por esta metodologia não permitem estimar a abundância de mosquitos adultos e são ineficazes para estimar o risco de transmissão, embora venham sendo usados com essa finalidade (FURLOW & YOUNG 1970, NELSON 1994, MARQUES et al. 1993, EIRAS et al. 1999).

A armadilha de oviposição (ovitampa) é um método mais sensível que a pesquisa larvária, detectando a presença de populações de *Aedes* em baixas densidades o que seria mais difícil e oneroso com o método da coleta de larvas (OPAS 1986). O uso de ovitampas é recomendado especialmente na detecção, ou seja, para verificar a presença ou ausência de *Ae. aegypti* e tem sido considerado como de menor custo e mais efetivo quando comparado com metodologias que usaram larvitampas (FURLOW & YOUNG 1970) ou pesquisa larvária (EIRAS et al. 1999; BRAGA et al. 2000).

A ovitampa é um método eficiente e de baixo custo, porém requer mão de obra em laboratório para contar o número dos ovos depositados nas palhetas (substrato de oviposição) e identificar a(s) espécie(s) de *Aedes* coletadas para

conhecer o nível de infestação, o que impede a sua utilização em larga escala no país, apesar de sua melhor eficiência.

Os índices mais utilizados com a ovitrampa para se avaliar o nível de infestação de uma localidade por *Aedes* sp são o índice de positividade de ovitrampa (IPO) e o índice de densidade de ovos (IDO) (GOMES 1998). No entanto, estes índices não são usados em programas de vigilância entomológica e não são considerados como indicadores de risco de transmissão da dengue. Para que a armadilha de oviposição possa ser usada como uma ferramenta indicadora de risco para dengue, para tanto é necessário que estudos futuros superem as dificuldades atuais no cálculo da densidade de população adulta do vetor (GOMES 1998, FOCKS 2003).

Recentemente, tem havido grande interesse no desenvolvimento de novas ferramentas que auxiliem na determinação de índices de infestação focados na população adulta do vetor. Essas armadilhas são denominadas como “sticky trap” por utilizarem cola para capturarem as fêmeas de *Ae. aegypti* (RITCHIE et al. 2004, GAMA et al. 2007, FACCHINELLI et al. 2008). A grande vantagem dessas armadilhas em relação à tradicional armadilha de oviposição, é que elas permitem a estimativa da abundância de adultos na área. Além disso, o processo de identificação e quantificação de adultos é mais simples que o dos ovos, podendo em alguns casos, ser realizado diretamente no campo (EIRAS & RESENDE 2009).

Vários estudos têm avaliado o potencial desta armadilha para o monitoramento do *Ae. aegypti*, comparando-a com outros métodos de amostragem. Os dados sugerem que o melhor local de instalação da MosquiTRAP é o peridomicílio (FÁVARO et al. 2006) e que a MosquiTRAP apresenta sensibilidade equivalente ao aspirador de Nasci, com a vantagem de ser um método operacionalmente mais fácil e menos invasivo (FÁVARO et al. 2008).

## 2.1. Objetivo Geral

- ✓ Avaliar a armadilha MosquiTRAP com atraentes sintéticos de oviposição em vários municípios e regiões brasileiras para captura de *Aedes aegypti*, visando a geração de índices de vigilância entomológica.

## 2.2. Objetivos específicos

- ✓ Comparar em condições de campo a efetividade dos métodos de pesquisa larvária, ovitrampa e MosquiTRAP no monitoramento de *Ae. aegypti*;
- ✓ Avaliar a sensibilidade da armadilha MosquiTRAP na captura de mosquito adulto em área urbana;
- ✓ Avaliar a influência da temperatura e precipitação nos indicadores fornecidos pelas armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP;
- ✓ Avaliar a capacidade dos agentes de saúde para identificar corretamente os mosquitos capturados em campo pela MosquiTRAP;
- ✓ Avaliar a aceitação ou recusa dos residentes para a inspeção das armadilhas instaladas nos imóveis;
- ✓ Comparar o tempo gasto pelos agentes de saúde quando utilizam as metodologias pesquisa larvária, ovitrampa e MosquiTRAP para o monitoramento de *Ae. aegypti*;
- ✓ Avaliar se existe relação entre os índices Predial, Breteau e Recipientes, fornecidos pela pesquisa larvária com o índice IMFA proposto para a MosquiTRAP;

- ✓ Avaliar o efeito de diferentes densidades da armadilha MosquiTRAP por quadra na captura de fêmeas de *Ae. aegypti* ;
- ✓ Avaliar se ocorre saturação no indicador entomológico fornecido pela MosquiTRAP em função da densidade de instalação da armadilha na quadra em condições de campo;
- ✓ Elaborar novos índices estegômicos e comparar os novos índices com os preconizados pelo Programa Nacional de Controle da Dengue no Brasil, visando fornecer índices alternativos.

## Capítulo I

# **VIGILÂNCIA ENTOMOLÓGICA DO *Aedes aegypti* USANDO MosquiTRAP, UMA ARMADILHA PARA CAPTURA DE MOSQUITO ADULTO.**

## I.1. Resumo

A vigilância entomológica de *Aedes aegypti* tradicionalmente é um método de amostragem de estádios imaturos e os indicadores fornecidos por estes métodos carecem de sensibilidade epidemiológica. Com o objetivo de comparar os métodos de pesquisa larvária e armadilhas de oviposição com a armadilha MosquiTRAP (versão 1.0) para captura de adultos de *Ae. aegypti* foi conduzido em condições de campo este estudo na área urbana do município de Pedro Leopoldo - Minas Gerais. Verificou-se que a capacidade de retenção do cartão adesivo da armadilha MosquiTRAP reduziu com o tempo em campo e, que a substituição deve ser realizada a cada 30 dias. O uso da armadilha MosquiTRAP possibilitou verificar a flutuação populacional de vetores na área e indicou novos indicadores entomológicos para o programa de controle da dengue que permitem estimar a densidade populacional de fêmeas de *Ae. aegypti*. A armadilha MosquiTRAP em comparação com a ovitrampa, representou vantagens tais como: contagem de adultos em campo; não requer estrutura de laboratório, exceto quando houver dúvidas na identificação da(s) espécie(s) coletadas em campo; resultados e índices formulados em 24 horas. Os resultados demonstraram que a temperatura influenciou positivamente a captura de adultos e ovos de *Ae. aegypti*, enquanto que para a precipitação e frequência de dias com chuva foi observada uma relação negativa.

**Palavras-chave:** *Aedes aegypti*, armadilhas, vigilância entomológica

## I.2. Introdução

O mosquito *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) é o principal vetor da dengue nas Américas e como não há uma vacina disponível, o controle de vetor é a única estratégia disponível para evitar epidemias de dengue (GUBLER 1997). As medidas de controle que são comumente empregadas estão baseadas no combate do vetor por métodos químico, biológico e programas de educação em saúde (WHO 1997).

Programas de controle de vetores dependem da inspeção das moradias e de realizar uma cansativa e repetitiva vistoria de casa a casa (NATHAN et al. 1993). Estes dados do levantamento larval são convertidos em índices entomológicos os quais são conhecidos por ter uma fraca relação com o risco de transmissão de dengue (REITER 1992, COELHO 2008).

O monitoramento do *Ae. aegypti* é utilizado para determinar sua dispersão e obter medidas ao longo do tempo, de forma a facilitar a tomada de decisões relativas às intervenções de controle. Esta atividade pode ocorrer nas fases de ovo, larva, pupa e adulto, com a utilização de armadilhas de oviposição, pesquisa de estádios imaturos com coleta de larvas e/ou pupas e captura de mosquitos adultos (NELSON 1994).

No Brasil, o Ministério da Saúde implantou em 2002, o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) onde o único método de monitoramento preconizado para *Ae. aegypti* e *Aedes albopictus* é a pesquisa larvária. Os indicadores entomológicos utilizados pelo PNCD são: índice Predial (IP) (CONNOR & MONROE 1923), Breteau (IB) (BRETEAU 1954) e de Recipientes (IR) (CONNOR & MONROE 1923) comumente adotados como indicadores de risco de transmissão de dengue. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) que propôs a densidade OMS, que agrupa os três índices larvários (IP, IB, IR) e estabelece uma equivalência epidemiológica entre os mesmos, indica que IP maior ou igual a 1% e IB maior ou igual a 5 indicam situação de risco de transmissão de dengue (WHO 1972). No entanto, estes índices não são eficientes para estimar a abundância de adultos na

área e nem sempre expressam com segurança o risco, ao qual a população humana está exposta (FOCKS 2003).

A armadilha de oviposição (ovitampa) é um método de coleta de ovos que detecta a presença de *Aedes* (FAY & PERRY 1965), apresenta baixo custo, porém requer infraestrutura de laboratório e recursos humanos especializados para contagem dos ovos depositados no substrato de oviposição (palhetas) e identificação da(s) espécie(s) de *Aedes* eclodidas dos ovos, para conhecer a infestação da localidade pesquisada. Historicamente, ovitampas têm fornecido informações úteis na detecção precoce de novas infestações, distribuição espacial (presença ou ausência), temporal (sazonal) e para monitorar o impacto de atividades de controle sobre *Ae. aegypti*, inclusive por inseticidas (REITER et al. 1991, CHADEE 1991, REITER & NATHAN 2001). Vários estudos comparativos entre a pesquisa larvária e ovitampa demonstraram que a ovitampa é mais sensível na detecção de *Ae. aegypti*, bem como de menor custo e operacionalmente viável na vigilância entomológica (RAWLINS et al. 1998, BRAGA et al. 2000).

Os índices mais utilizados com as ovitampas para avaliar a infestação de uma localidade por *Aedes* sp são o índice de positividade de ovitampa (IPO) e o índice de densidade de ovos (IDO) (GOMES 1998). No entanto, estes índices usados em programas de vigilância entomológica não são considerados como indicadores de risco de transmissão da dengue, pois não é possível conhecer a densidade da população adulta do vetor (GOMES 1998, FOCKS 2003).

Os métodos de captura de adultos de *Aedes* sp mais utilizados são os que utilizam instrumentos de sucção que capturam alados em repouso nos domicílios (MORRISON et al. 2004, SCHOELER et al. 2004), armadilhas com odor humano (KROCKEL et al. 2006, MACIEL-DE-FREITAS et al. 2006) ou armadilhas adesivas (MUIR & KAY 1998, KAY et al. 2000, ORDONEZ-GONZALEZ et al. 2001, RITCHIE et al. 2003, GAMA et al. 2007, FACHINELLI et al. 2008, EIRAS & RESENDE 2009). Alternativamente, a metodologia de captura de mosquitos adultos nas casas com

aspirador costal (NASCI 1981) tem sido utilizada para coletar adultos em repouso, principalmente em locais escuros no intradomicílio e fornece estimativas da densidade de insetos adultos por casa amostrada. O uso desta metodologia é mais indicado em projetos de pesquisa, do que nas atividades de rotina de um programa de controle da dengue, por ser considerado um método invasivo (FÁVARO et al. 2008), exigir intensa atividade laborativa, promover recusa dos moradores e os resultados das capturas podem ser afetados pela variação na eficiência dos coletores (SCOTT et al. 2000, FÁVARO et al. 2006).

A MosquiTRAP versão 1.0, é uma armadilha adesiva que captura fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, devido a presença de atraentes de oviposição natural (SANT'ANA et al. 2006) e quando comparada com o capturador de Nasci, demonstrou performance similar na captura de fêmeas de *Ae. aegypti* (FÁVARO et al. 2008).

Diante da grande capacidade de adaptação do *Ae. aegypti* face a conjunturas sociais e urbanas diferenciadas, vários estudos tem examinado as condições climáticas que afetam o padrão de oviposição e comportamento das fêmeas de *Ae. aegypti* nos criadouros que podem estar determinados especialmente pela chuva, umidade relativa do ar, temperatura e velocidade do vento (BENTLEY & DAY 1989; THIRAPATSAKUN et al. 1981).

Os objetivos do presente trabalho foram de (a) comparar em condições de campo a efetividade dos métodos de pesquisa larvária, ovitrampa e MosquiTRAP no monitoramento de *Ae. aegypti*; (b) conhecer a sensibilidade da armadilha na captura do mosquito adulto em área urbana; (c) avaliar a influência da temperatura e precipitação nos indicadores fornecidos pelas armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP; (d) elaborar novos índices estegômicos e comparar os novos índices com os preconizados pelo PNCD no Brasil, visando fornecer alternativas.

### **1.3. Materiais & Métodos**

### **I.3.1. Área experimental:**

O estudo foi conduzido no Bairro Da Lua, município de Pedro Leopoldo (19° 37'04"S e 44° 02'34"W), Minas Gerais, Brasil. A área experimental foi de 60 quadras residenciais com 1924 imóveis residenciais e comerciais, um terreno baldio e uma população de aproximadamente 2.000 habitantes. A maioria das ruas do bairro não era pavimentada e somente duas eram asfaltadas, havendo muitas erosões causadas pelas chuvas. O saneamento básico do bairro é precário, com águas correndo a céu aberto, uso de reservatório de água para uso doméstico e coleta de lixo com frequência de três vezes por semana. Os moradores são trabalhadores de renda familiar baixa.

### **I.3.2. Pesquisa larvária:**

A pesquisa larvária foi executada por 10 agentes de saúde do Centro de Controle de Zoonoses da Prefeitura Municipal de Pedro Leopoldo. Foram pesquisados 10% dos imóveis da área, de forma que pelo menos um imóvel de cada quadra fosse amostrado (MS, 2002). A frequência da pesquisa larvária foi mensal e ocorreu nas semanas epidemiológicas 51 (16/12/2002), 02 (06/01/2003), 06 (03/02/2003) e 10 (02/04/2003) para a construção dos índices Predial (IP), Breteau (IB) e Recipiente (IR) conforme preconizado pelo PNCD.

### **I.3.3. Armadilha de oviposição:**

A ovitrampa consistiu de um frasco preto fosco de aproximadamente 1 litro com uma palheta de madeira compensada (3 x 12cm) fixada verticalmente por um clipe no seu interior. Usou-se como atraente natural, infusões do capim *Panicum maximum* diluídas a 10% (SANT'ANA et al. 2006). As armadilhas foram colocadas no

peridomicílio, em locais protegidos da chuva e do sol, fora do alcance de crianças e animais domésticos. Semanalmente, as infusões foram substituídas, as palhetas foram recolhidas por dois agentes de saúde e enviadas ao laboratório para contagem dos ovos e identificação das espécies.

#### **I.3.4. Armadilha para captura de adultos:**

A MosquiTRAP (versão 1.0) usada no estudo consistiu de um frasco preto fosco, capacidade máxima de 1 litro e preenchido com aproximadamente 300ml de uma solução a 10% de infusão de capim *Panicum maximum* como atraente natural e dentro tinha inserido um cartão adesivo preto para capturar as fêmeas grávidas de *Aedes sp* (GAMA et al. 2007). A MosquiTRAP foi instalada no peridomicílio em locais que apresentavam características semelhantes aos da ovitrampa (FÁVARO et al. 2006). A infusão foi substituída semanalmente enquanto que o cartão adesivo mensalmente. Os mosquitos adultos capturados na armadilha foram retirados, identificados com auxílio de uma lupa manual com aumento de 20x e os dados anotados em uma planilha de papel no momento da vistoria, realizada por dois agentes de saúde. Semanalmente a armadilha foi também analisada para verificar se havia presença de larvas de culicídeos. Estes dados foram registrados em planilha e as larvas encaminhadas ao laboratório para sua identificação.

#### **I.3.5. Metodologia:**

O experimento iniciou-se na semana epidemiológica 49 de 2002 (02/12/02) com o cadastramento dos imóveis e encerrou-se na semana epidemiológica 10 de 2003 (06/03/2003). A instalação das ovitrampas e MosquiTRAP's ocorreu na semana epidemiológica 50 (09/12/2002) e em cada quadra foram colocadas uma ovitrampa e uma MosquiTRAP, em extremidades opostas, conforme pode ser observado na Figura 1. Semanalmente, os agentes de saúde vistoriaram ambas as armadilhas e



b) Índice de Breteau (IB): é uma relação entre o número de recipientes positivos com larvas e/ou pupas de *Ae. aegypti* ou *Ae. albopictus* e o número de imóveis inspecionados (BRETEAU 1954).

c) Índice de Recipiente (IR): é uma relação percentual entre o número de recipientes positivos com larvas e/ou pupas de *Ae. aegypti* ou *Ae. albopictus* e o número de recipientes inspecionados (CONNOR & MONROE 1923).

#### **I.3.6.2. Ovitrapa:**

a) Índice de Positividade de Ovitrapa (IPO): é uma relação entre o número de armadilhas positivas para *Aedes sp* e o número de armadilhas instaladas, independente do número de ovos coletados (GOMES 1998).

b) Índice Médio de Ovos (IMO): é uma relação entre o total de ovos de *Aedes sp* nas palhetas e o número de ovitrampas vistoriadas (EIRAS & RESENDE 2009).

#### **I.3.6.3. MosquiTRAP :**

a) Índice de Positividade da MosquiTRAP (IPM): é uma relação percentual entre o número de MosquiTRAP com adultos por espécie (*Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*, *Culex sp*) e o número de armadilhas vistoriadas (EIRAS & RESENDE 2009).

b) Índice Médio de Fêmeas de *Aedes* (IMFA): é uma relação entre o total de fêmeas por espécie (*Ae. aegypti*, *Ae. albopictus*) capturadas e o número de armadilhas vistoriadas (EIRAS & RESENDE 2009). Para *Culex sp* a sigla é IMFC

Outro parâmetro avaliado foi a capacidade de retenção do cartão da armadilha MosquiTRAP que representa o percentual de armadilhas MosquiTRAP que tinham somente larvas de *Ae. aegypti* na infusão e ausência de adultos de *Ae. aegypti* no cartão adesivo da MosquiTRAP no momento da vistoria pelo agente de saúde.

### **I.3.7. Análise estatística:**

Para avaliar a variação semanal no número de ovos e adultos coletados, os dados foram transformados ( $\log x+1$ ) e submetidos a ANOVA, seguido de teste Tukey (SOKAL & ROLF 1995). Para comparação da frequência de ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* nas palhetas foi utilizado o teste de Student. Os índices de positividade para as duas armadilhas foram calculados e comparados através de correlação de Pearson. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa Systat V.8.0.

### **I.3.8. Dados meteorológicos:**

Os dados meteorológicos foram coletados pela estação meteorológica de Sete Lagoas, Minas Gerais, localizada a 19° 27'S, 44° 15' W e altitude de 732m e fornecidos pelo 5º Distrito Nacional de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia. As variáveis climáticas utilizadas foram temperatura média diária do ar (°C) calculada pela formula  $(T = t_{12:00} + 2*t_{24:00} + t_{max.} + t_{min.})/5$  e os valores médios de precipitação pluviométrica diária (mm) foram totalizados de acordo com a hora média de Greenwich (12UTC). A relação entre os parâmetros climáticos e os indicadores fornecidos pelas armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP foram submetidos a análise de regressão no programa Systat V 8.0.

## **I. 4. Resultados**

### **I.4.1. Capacidade de retenção de adultos de *Aedes* sp pela MosquiTRAP:**

Durante as duas primeiras semanas de experimento não foram encontradas larvas na infusão das MosquiTRAPs, portanto a capacidade de retenção da armadilha foi de 100% (Tabela 1). Após a segunda semana, observou-se que 5% das

MosquiTRAPs tinham somente larvas de *Aedes sp* nas infusões e ausência de *Aedes sp* no cartão adesivo, sugerindo que a capacidade de retenção da armadilha sofreu redução com o passar do tempo. Após quatro semanas em campo, a capacidade de retenção caiu para 88%, período em que o cartão adesivo da MosquiTRAP foi substituído. Após a primeira substituição do cartão adesivo da MosquiTRAP a capacidade de retenção da MosquiTRAP aumentou de 88% para 96% e após a segunda substituição de 84% para 93%.

Tabela 1. **Capacidade de retenção de adultos de *Aedes sp* pela MosquiTRAP durante o período experimental em Pedro Leopoldo – MG, dezembro 2002 a março 2003.**

Semanas	MosquiTRAP	
	% Larva <sup>a</sup>	% Retenção <sup>b</sup>
1	0	100
2	0	100
3	5	95
4*	12	88
5	4	96
6	12	88
7	13	87
8*	16	84
9	7	93
10	5	95
11	14	86
12	0	100

\* Troca de cartão adesivo da MosquiTRAP;

<sup>a</sup> % de MosquiTRAP só com de larvas de *Aedes sp* e sem adultos no cartão adesivo;

<sup>b</sup> % de retenção de adultos de *Aedes* pela MosquiTRAP.

**I.4.2. Indicadores entomológicos fornecidos pelos diferentes métodos de vigilância entomológica:**

Durante as 12 semanas do estudo observou-se para os métodos com ovitrampa e MosquiTRAP que ocorreu uma flutuação no número de adultos capturados e ovos coletados (Tabela 2). Coletou-se o total de 91.511 ovos de *Aedes sp* nas ovitrapas, sendo observada a menor quantidade na primeira semana (2873) e a maior quantidade na oitava semana de estudo (11851).

A MosquiTRAP foi capaz de coletar três espécies de mosquitos adultos durante o período de estudo, sendo *Ae. aegypti* (79.5%) predominante sobre *Culex sp* (13.8%) e *Ae. albopictus* (6.7%).(Tabela 2)

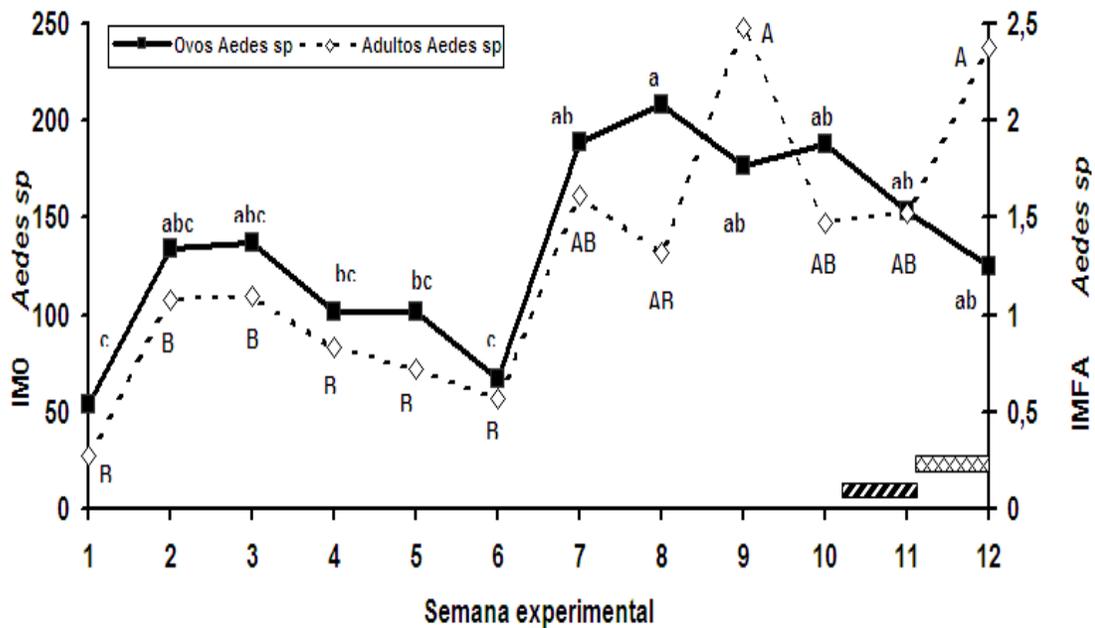
**Tabela 2:** Resultados obtidos com a Ovitrampa na coleta de ovos de *Aedes sp* e MosquiTRAP na captura de mosquitos adultos em Pedro Leopoldo – MG, dezembro 2002 a março 2003.

Semanas	S.E.*	Total de ovos coletados	Total de mosquitos adultos capturados		
			<i>Ae. aegypti</i>	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Culex sp.</i>
1	51	2.873	14	1	11
2	52	7.102	51	2	4
3	01	7.830	57	2	10
4	02	5.797	41	7	18
5	03	5.478	34	7	10
6	04	3.597	28	4	2
7	05	10.763	69	15	18
8	06	11.851	66	8	6
9	07	9.884	136	8	22
10 <sup>a</sup>	08	10.710	80	4	17
11 <sup>b</sup>	09	8.732	80	8	8
12	10	6.894	132	1	11
<b>TOTAL</b>		<b>91.511</b>	<b>789</b>	<b>66</b>	<b>137</b>

(S.E\*).Semana epidemiológica; (a ) atividade de remoção de criadouros; (b) aplicação de larvicida Temephos.

O número médio de ovos de *Aedes sp* por ovitrampa vistoriada (IMO) variou significativamente durante o experimento (Anova,  $F_{[11,655]}=5,82$ ;  $p<0,001$ ) sendo que a média de ovos coletados na 1ª e 6ª semana foi significativamente inferior às demais semanas, exceto para a 2ª, 3ª, 4ª e 5ª semana. Os maiores números médios de ovos foram obtidos entre a 7ª e 12ª semana (Figura 2).

O índice médio de fêmeas de *Aedes sp* por MosquiTRAP (IMFAedes) também variou significativamente no decorrer do experimento (Anova,  $F_{[11,654]}=5,23$ ;  $p<0,001$ ) e mostrou padrão similar a ovitrampa, porem para a MosquiTRAP picos foram observados na 9ª e 12ª semana (Figura 2).



**Figura 2:** Índice Médio de ovos de *Aedes sp* (IMO) obtido através da ovitrampa e Índice Médio de Fêmeas de *Aedes sp* (IMFA) pela MosquiTRAP em Pedro Leopoldo, Minas Gerais.

\*As letras minúsculas representam IMO da ovitrampa e letras maiúsculas IMFA da MosquiTRAP.

\*\* As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

 Atividade de remoção de criadouros  
 Aplicação de larvicida Temephos

Comparando o Índice de Positividade da MosquiTRAP (IPM) e o Índice de Positividade da Ovitampa (IPO), observou-se que o IPO variou entre 52,8% a 92,9% e obteve-se a média de 78,4%, enquanto que o IPM, para *Ae. aegypti* variou entre 19,6% e 70,7%, com a média de 46,4% (Tabela 3). O comportamento dos indicadores entomológicos IPO e IPM para *Aedes sp* menores ocorreram na 1<sup>a</sup> semana experimental enquanto que os maiores IPO ocorreram na 8<sup>a</sup> e 9<sup>a</sup> semana e os maiores IPM ocorreram na 9<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> .

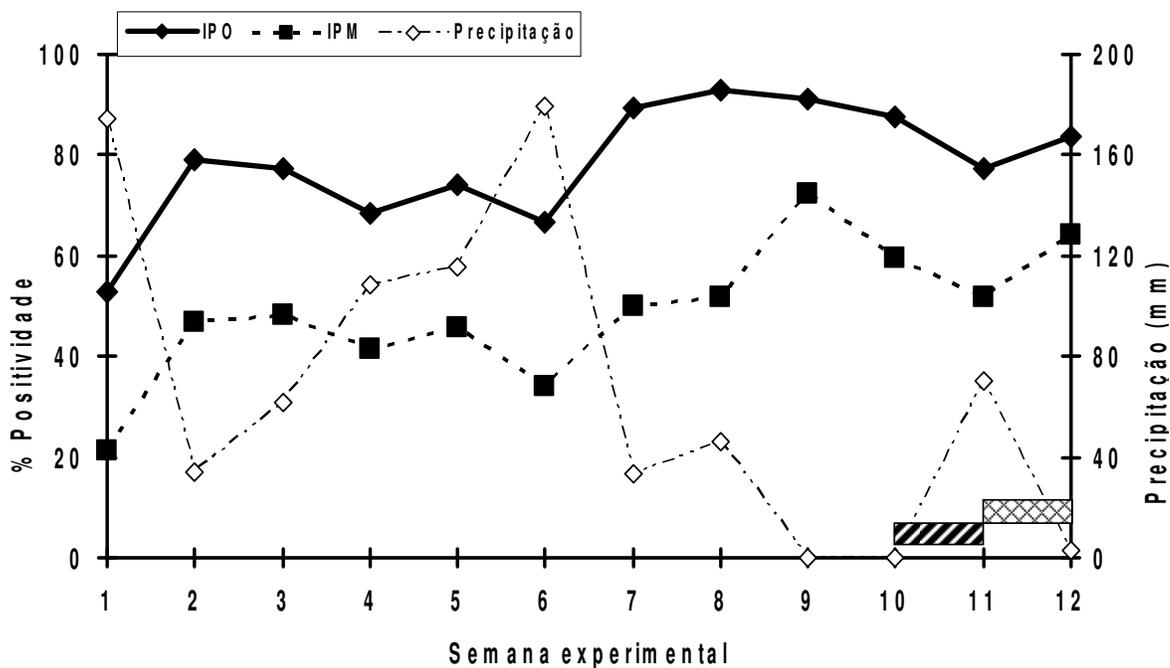
**Tabela 3.** Indicadores entomológicos fornecidos pela Pesquisa Larvária, Ovitampa e MosquiTRAP por semana experimental, Pedro Leopoldo – MG, dezembro 2002 a março 2003.

Semanas	Ovitampa		Pesquisa Larvária			MosquiTRAP					
	IPO	IMO	IP	IB	IR	<i>Ae. aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>		<i>Culex SP</i>	
						IPM	IMFA	IPM	IMFA	IPM	IMFC
<b>1</b>	52.8	54.2	1,84	3,23	1,19	19,6	0,25	1,8	0,02	17,9	0,20
<b>2</b>	79.2	134.0	-	-	-	42,9	1,04	4,0	0,04	6,1	0,08
<b>3</b>	77.1	137.4	-	-	-	46,3	1,06	3,7	0,04	16,7	0,19
<b>4</b>	68.4	101.7	4,14	4,86	1,19	34,5	0,71	8,6	0,12	15,5	0,31
<b>5</b>	74.0	101.4	-	-	-	42,1	0,60	5,3	0,12	14,0	0,18
<b>6</b>	66.6	66.6	-	-	-	30,4	0,50	7,1	0,07	3,6	0,04
<b>7</b>	89.4	188.8	-	-	-	46,2	1,33	11,5	0,29	15,4	0,35
<b>8</b>	92.9	207.9	5,55	6,79	2,69	50,0	1,18	8,9	0,14	8,9	0,11
<b>9</b>	91.0	176.5	-	-	-	70,7	2,34	8,6	0,14	25,9	0,38
<b>10</b>	87.7	187.9	-	-	-	57,9	1,40	7,0	0,07	21,1	0,30
<b>11</b>	77.1	153.2	-	-	-	51,7	1,38	6,9	0,14	10,3	0,14
<b>12</b>	83.6	125.3	1,57	5,90	5,00	64,3	2,36	1,8	0,02	7,1	0,20
<b>Média</b>	<b>78,4</b>	<b>136.2</b>	<b>3,28</b>	<b>5,20</b>	<b>2,52</b>	<b>46,4</b>	<b>1,18</b>	<b>6,3</b>	<b>0,10</b>	<b>13,5</b>	<b>0,20</b>

O indicador IMO da ovitrampa variou entre 54,2 a 207,9 com a média de 136,2. O IMFA da MosquiTRAP por espécie de mosquito, verificou-se que o IMFAegypti mostrou uma oscilação entre 0,25, na primeira semana, e 2,36 na última semana, semanas estas onde foram observados o menor e maior IMFAegypti respectivamente. Para *Ae. albopictus*, observou-se que o IMFAalbopictus variou de um mínimo de 0,02 (1ª semana) e o máximo de 0,29 (7ª semana). A média do IMFAegypti (1,18) foi superior ao IMFAalbopictus (0,10). No IMFCulex ocorreu uma variação, entre 0,04 a 0,38 com média de 0,20 (Tabela 3).

Comparando-se os indicadores entomológicos fornecidos pelos métodos de vigilância entomológica, ovitrampa e MosquiTRAP, verificamos que os indicadores de positividade, IPO e IPM, variaram na razão aproximada de 2:1 (Figura 3). Para os indicadores de densidade, IMO e IMFA, variaram na razão aproximada de 130:1 (Figura 2). A correlação entre os indicadores de positividade (IPO e IPM), verificou-se que os indicadores IPO e IPMaegypti apresentaram correlação positiva de +0,85 durante todo o período de estudo e ao analisar a correlação entre os indicadores de positividade nas sete primeiras semanas observou-se uma correlação de +0,94 e nas últimas cinco semanas foi de +0,21. Para os indicadores de densidade (IMO e IMFA), a correlação foi positiva de +0,61 durante todo o período de estudo e a correlação entre os indicadores de densidade nas sete primeiras semanas foi de +0,98. Porém nas últimas cinco semanas a correlação entre os indicadores de densidade foi negativa de -0,62 (Figura 3).

Os índices entomológicos fornecidos pela pesquisa larvária (IP, IB IR) e os fornecidos pela ovitrampa (IPO, IMO) e MosquiTRAP (IPM, IMFA), aumentaram no decorrer do estudo, sugerindo que ocorreu um aumento na população de *Ae. aegypti* na área. No entanto, o índice predial (IP) do último mês de estudo reduziu-se de 5,55 para 1,57 (Tabela 3).



**Figura 3.** Índices de Positividade da Ovitrapa (IPO), Índice de Positividade da MosquiTRAP (IPM) e precipitação acumulada (mm), semanalmente registrados em Pedro Leopoldo, Minas Gerais.

 Atividade de remoção de criadouros  
 Aplicação de larvívica Temephos

A tabela 4 apresenta a correlação entre todos os índices entomológicos produzidos pela pesquisa larvária, ovitrapa e MosquiTRAP, onde observa-se ajuste reduzido entre o índice IP e todos os índices entomológicos produzidos pelas armadilhas ovitrapa e MosquiTRAP. O índice de Breteau foi fortemente correlacionado com o IPO ( $r^2=0.993$ ), IPM ( $r^2=0.717$ ) e o IMO ( $r^2=0.844$ ), porém somente o índice IPO foi significativo ( $F=268.6; p<0.01$ ). O IR apresentou forte correlação somente com os indicadores da MosquiTRAP, IPM( $r^2=0.855$ ) e IMFA ( $r^2=0.896$ ).

**Tabela 4.** Análise de regressão do Índice Predial (IP), Índice de Breteau (IB) e Índice de Recipiente (IR) com os índices fornecidos pela ovitrampa e MosquiTRAP para *Aedes aegypti* no bairro Da Lua, Pedro Leopoldo – MG, dezembro 2002 a março 2003.

Variável Dependente (y)	Variável Independente (x)	Equação	Ajuste ( $r^2$ )	ANOVA	
				Valor (F)	Probabilidade (p)
IPO	IB	$y = 11,482x + 14,820$	0,993	268,62	0,004*
IMO	IB	$y = 30,064x - 0,005$	0,844	10,82	0,081
IPM	IB	$y = 10,694x - 13,453$	0,717	5,06	0,153
IMFA	IB	$y = 0,452x - 0,010$	0,478	1,83	0,309
IPO	IP	$y = 4,803x + 58,736$	0,270	0,74	0,481
IMO	IP	$y = 21,533x + 85,657$	0,672	4,10	0,180
IPM	IP	$y = 0,536x + 40,345$	0,003	0,01	0,947
IMFA	IP	$y = -0,086x + 2,619$	0,027	0,05	0,836
IPO	IR	$y = 6,453x + 58,221$	0,435	1,54	0,341
IMO	IR	$y = 7,933x + 136,208$	0,081	0,18	0,715
IPM	IR	$y = 9,924x + 17,116$	0,855	11,79	0,075
IMFA	IR	$y = 0,526x + 1,013$	0,896	17,32	0,053
IPO	IPM	$y = 0,789x + 41,269$	0,747	5,91	0,136
IMO	IMFA	$Y = 17,498x + 115,278$	0,122	0,28	0,65

\* nível de significância entre as variáveis.

Forte correlação foi observada entre os indicadores de positividade das armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP, IPO e IPM ( $r^2 = 0,747$ ) e fraca correlação entre os indicadores de densidade das armadilhas, IMO e IMFA ( $r^2 = 0,122$ ).

#### 1.4.3. Efeito das variáveis climáticas nos indicadores da ovitrampa e MosquiTRAP

A temperatura média variou de 22,7°C a 25,3°C, sendo o menor e maior registro na 1ª e 12ª semana, respectivamente.

Nas semanas experimentais 1, 4, 5 e 6 foram registrados os maiores valores para precipitação acumulada e frequência de dias com chuva por semana experimental, bem como a precipitação média diária. Não foram registradas precipitações na área de estudo na semana 9 e 10 (Tabela 5).

**Tabela 5. Dados meteorológicos coletados no 5º Distrito de Meteorologia de Sete Lagoas – MG, cidade próxima da área experimental de Pedro Leopoldo – MG, dezembro 2002 a março 2003.**

Semana experimental	Semana Epidemiológica	Temperatura média (°C)	Precipitação acumulada por semana (mm)	Frequência de dias de chuva por semana	Precipitação média por dia (mm)
1	50	22,70	174,7	7	24,9
2	51	23,21	34,3	3	11,4
3	1	23,80	61,8	6	10,3
4	2	23,17	108,6	6	18,1
5	3	23,49	115,8	7	16,5
6	4	22,91	179,2	7	25,6
7	5	24,09	33,6	4	8,4
8	6	23,84	46,1	2	23,0
9	7	24,67	0	0	0,0
10	8	24,83	0	0	0,0
11	9	23,23	70,1	5	14,0
12	10	25,33	3	1	3,0

Verifica-se que o aumento da temperatura influenciou significativamente os indicadores produzidos pela ovitrampa e MosquiTRAP (Tabela 6). Os indicadores fornecidos pela ovitrampa, IMO e IPO, tiveram uma relação positiva fraca,  $r^2=0,261$  e  $r^2=0,551$ , respectivamente, sugerindo que a temperatura tem um efeito moderado na coleta de ovos. A maior correlação foi observada entre a temperatura média e o IMFA e o IPM da MosquiTRAP,  $r^2=0,754$  e  $0,759$ , respectivamente (Tabela 6).

Foi observada uma relação negativa significativa entre a precipitação e os índices produzidos pelos dois tipos de armadilhas, ou seja, à medida que a precipitação aumentava, a coleta de ovos e captura de adultos foi reduzida (Tabela 6). Relação semelhante foi observada para a frequência de dias com chuva por semana experimental, onde a ocorrência de maior frequência de dias com chuva indicou uma redução nos indicadores fornecidos pelas armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP (Tabela 6).

**Tabela 6.** Análise de regressão de temperatura média (°C), precipitação acumulada (mm) e frequência de dias com chuva por semana experimental e índice entomológico para ovitrampa e MosquiTRAP para *Aedes aegypti* em Pedro Leopoldo – MG, dezembro 2002 a março 2003.

Variável Dependente (y)	Variável Independente (x)	Equação	Ajuste ( $r^2$ )	ANOVA	
				Valor (F)	Probabilidade (p)
IMO	Temperatura <sup>1</sup>	$Y = 26.201x - 454.01$	0.261	3.54	0.0890
IPO	Temperatura	$Y = 10.647x - 174.79$	0.551	12.27	0.0056*
IMFA	Temperatura	$Y = 0.697x - 15.39$	0.754	30.67	0.0002*
IPM	Temperatura	$Y = 15.139x - 313.51$	0.759	31.65	0.0002*
IMO	Precipitação <sup>2</sup>	$Y = -0.530x + 205.41$	0.637	17.56	0.0018
IPO	Precipitação	$Y = -0.1637x + 89.605$	0.775	34.53	0.0001*
IMFA	Precipitação	$Y = -0.0089x + 1.792$	0.730	27.13	0.0003*
IPM	Precipitação	$Y = -0.2015x + 60.27$	0.801	40.32	0.0001*
IMO	Freq. chuvas <sup>3</sup>	$Y = -10.128x + 209.37$	0.433	7.65	0.0199
IPO	Freq. chuvas	$Y = -3.442x + 92.087$	0.638	17.68	0.0018*
IMFA	Freq. chuvas	$Y = -0.2008x + 1.982$	0.693	22.66	0.0007*
IPM	Freq. chuvas	$Y = -4.397x + 63.973$	0.710	24.58	0.0005*

\* nível de significância entre as variáveis.

<sup>1</sup>.Temperatura (°C); <sup>2</sup>.Precipitação (mm) e <sup>3</sup>.Frequência de dias com chuva por semana experimental.

## I.5. Discussões

A gravidade da dengue no Brasil e no mundo indica a necessidade de buscar melhorias nos atuais indicadores entomológicos e desenvolvimento de novos indicadores que reflitam melhor o potencial de transmissão do vírus dengue, auxiliando de forma mais eficiente os programas de controle e monitoramento do vetor (FOCKS 2003, TEIXEIRA et al. 2005). Os tradicionais índices de *Stegomyia* fornecidos pela pesquisa larvária apresentam um valor operacional na avaliação da produtividade dos criadouros e impacto das medidas de controle do *Ae. aegypti* (KAY et al. 2002).

A capacidade de retenção de *Aedes* sp pelo cartão adesivo da MosquiTRAP indica que o cartão da armadilha é eficiente na retenção dos mosquitos por 30 dias. A presença de larvas dentro da água da MosquiTRAP, indica que as fêmeas de *Ae. aegypti* pousaram e depositaram seus ovos diretamente na superfície da infusão e, em seguida, estas fêmeas conseguiram escapar da armadilha. Esta redução na capacidade de captura com o tempo pode estar relacionada com a durabilidade do cartão adesivo da MosquiTRAP em campo ou pelo comportamento de parte da população das fêmeas de *Ae. aegypti* que acessam diretamente a superfície da água, necessitando de substituição a cada 30 dias.

A redução na capacidade de retenção do cartão adesivo da armadilha MosquiTRAP de aproximadamente 7% que foi observada durante o estudo pode ser atribuída as diferenças comportamentais na população de *Ae. aegypti*, que faz com que algumas fêmeas não visitem a borda do recipiente antes ou após a postura, como é o usual nesta espécie. Este resultado está de acordo com as observações de laboratório sobre o comportamento de oviposição de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* no interior de ovitampas iscadas com infusão a 10%. Estas observações realizadas por meio de gravações em videocassete evidenciaram que a frequência do primeiro pouso das fêmeas de *Ae. aegypti* na parede da ovitampa, na palheta e sobre a infusão foram de

60,4%, 22,9% e 16,7%, respectivamente (EIRAS, A.E. dados não publicados). Portanto, era esperado que uma pequena porcentagem de fêmeas de *Ae. aegypti* pudessem pousar diretamente na superfície da infusão e realizar a postura. A versão 1.0, da armadilha MosquiTRAP, foi confeccionada de forma artesanal no laboratório, e melhoramentos na armadilha devem ser realizados a partir dos resultados relatos neste trabalho.

No presente trabalho, na comparação da sensibilidade das armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP verificou-se que os indicadores da ovitrampa (IMO e IPO) foram superiores aos indicadores da MosquiTRAP (IPM e IMFA). Estes dados sugerem que apesar da sensibilidade da ovitrampa ser maior que a MosquiTRAP, semanalmente os dados coletados pela MosquiTRAP apresentaram comportamento semelhante aos da ovitrampa e possibilitaram verificar a flutuação da população de vetores na área. Estudos conduzidos por FÁVARO et al. (2006), verificaram resultados semelhantes na sensibilidade da MosquiTRAP (82,1%) que foi próxima da ovitrampa (89,7%). RITCHIE et al. (2003) na Austrália, encontraram similar positividade quando compararam sticky ovitraps (67,5%) com armadilhas de oviposição (64,0%).

A comparação entre os indicadores entomológicos fornecidos pela ovitrampa e MosquiTRAP fica prejudicada em função de que estamos medindo características biológicas diferentes no ciclo do *Ae. aegypti*, já que um método avalia número de ovos depositados e o outro esta baseado no número de fêmeas grávidas capturadas.

A correlação positiva entre os indicadores de positividade das armadilhas (IPO e IPM), observados para este estudo em Pedro Leopoldo, Minas Geris, indicou que os valores altos do IPO foram associados aos valores altos de IPMAegypti. Para os indicadores de densidade (IMO e IMFA), a correlação negativa observada nas últimas cinco semanas de estudo indicou que neste período os valores baixos do IMO apresentaram tendência de associar aos valores altos do IMFAegypti.

A relação entre o número de adultos capturados pela MosquiTRAP e o número de ovos coletados pela armadilha de oviposição em uma área é usualmente baixa (FÁVARO et al. 2008, LOURENÇO et al. 2008). Isto se deve provavelmente ao comportamento de distribuição dos ovos pelas fêmeas, onde estas depositam os ovos em vários recipientes em vez de um único local (CHADEE et al. 1993). Conseqüentemente, uma fêmea de *Ae. aegypti* pode colocar seus ovos em várias armadilhas de oviposição. O comportamento de oviposição de *Ae. aegypti* pode ser influenciado por vários fatores exógenos, especialmente precipitação, temperatura, velocidade do vento e fatores relativos à localização e à seleção do criadouro para oviposição que envolve respostas visuais, olfativas e táteis (BENTLEY & DAY 1989). Dentre os fatores físicos, comprimento de onda, intensidade de luz refletida na água ou substrato (KENNEDY 1940), absorção de água e aspereza do substrato (FAY & PERRY 1965) podem determinar a escolha de criadouros para a postura de ovos.

A dispersão espontânea de uma fêmea de *Ae. aegypti* é em média de 30 a 50 metros o que limita suas visitas a poucas casas durante sua vida, porém sua dispersão depende da disponibilidade de criadouros, podendo ser mais longa (REITER et al. 1995, RODRIGUEZ-TOVAR et al. 2000, RUSSELL & RITCHIE 2004) e uma única fêmea pode distribuir seus ovos em diferentes recipientes (CHADEE 1991). Estas características comportamentais do *Ae. aegypti* pode ter contribuído para a sensibilidade diferenciada da armadilha ovitrampa em relação a MosquiTRAP.

As contradições observadas entre os indicadores fornecidos pela pesquisa larvária e os métodos de ovitrampa e MosquiTRAP, onde na última semana de avaliação ocorreu redução no IP e esta resposta não foi observada nos outros métodos, provavelmente foi devido à baixa sensibilidade do método da pesquisa larvária quando comparado com a ovitrampa (MORATO et al. 2005, BRAGA et al. 2000) e MosquiTRAP (GAMA et al. 2007). Ressaltamos também que nas últimas semanas do experimento ocorreram intervenções de controle na área experimental, o que provavelmente impactou mais os índices larvários e o mesmo não se refletiu na população de mosquitos adultos.

Estes resultados encontrados com os métodos de MosquiTRAP e ovitrampa pode indicar que o método baseado no uso de armadilhas permitiram detectar melhor a presença de *Ae. aegypti* que o método de pesquisa larvária.

Quando comparada com a ovitrampa, a MosquiTRAP, por permitir a captura de adultos, mostrou ter um grande potencial e sugere novos indicadores entomológicos para o programa de controle de *Ae. aegypti*. Além disso, podem-se ressaltar algumas vantagens no uso da armadilha para captura de adultos, tais como: permitir a contagem e identificação dos mosquitos adultos em campo; não requer estrutura de laboratório, exceto quando houver dúvidas na identificação da(s) espécie(s) coletadas em campo; resultados e índices fornecidos no mesmo dia da coleta de dados em campo. No entanto, para as ovitrapas, o material coletado deve ser enviado ao laboratório para contar ovos e identificar as larvas eclodidas, requer uma estrutura de laboratório e os resultados e índices são fornecidos com uma defasagem de 7-10 dias.

Vários estudos encontraram relação direta entre os indicadores fornecidos pela ovitrampa para *Ae. aegypti* com a precipitação (HOECK et al. 2003, MICIELI & CAMPOS 2003, STEIN et al. 2005). Em época de seca, período em que a pesquisa larvária apresenta baixa capacidade de detectar a presença de *Ae. aegypti*, a MosquiTRAP demonstrou ser eficiente na captura de fêmeas do vetor (GAMA et al. 2007).

DONALISIO & GLASSER (2002) mostraram que entre as três medidas de temperatura (mínima, média e máxima), a temperatura mínima foi o fator determinante dos níveis de infestação de *Ae. aegypti*. Os resultados encontrados neste trabalho reforçam para as armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP que a variáveis climáticas afetam os indicadores entomológicos gerados por estas armadilhas e que a temperatura média afetou significativamente os índices IPO, IMFA e IPM.

Os resultados sugerem que o IMFA está diretamente relacionado com a temperatura, ou seja, quanto maior a temperatura maior o IMFA. A precipitação acumulada e a frequência de dias com chuva na semana, afetaram negativamente o IMO, IPO, IPM e IMFA. Provavelmente, este fato ocorreu devido às chuvas aumentarem

o número de criadouros disponíveis (recipientes com água) na área experimental, fazendo que houvesse uma competição destes criadouros com as armadilhas ovitrampas e MosquiTRAP. Estes resultados são semelhantes aos observados por GLASSER (1997) no estado de São Paulo e KOOPMAN et al. (1991) no México onde verificaram que a temperatura média atuou como fator modelador do processo de infestação por *Ae. aegypti*. No entanto, GAMA et al. (2007) em estudo conduzido com ovitrampa e MosquiTRAP em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, durante o período de outono-inverno, não observaram influencia da temperatura e precipitação nos índices de positividade e densidade. Segundo os autores provavelmente esta ausência de relação entre os fatores climáticos e os indicadores fornecidos pelas armadilhas, ocorreu devido a baixa amplitude de variação das variáveis climáticas e baixa densidade populacional do vetor na área.

Por meio da MosquiTRAP, o presente trabalho abriu uma nova linha da pesquisa aplicada na elaboração de índices entomológicos que podem atuar como indicadores de risco para transmissão de dengue em áreas urbanas (CRAIG et al. 2007, FOCKS 2003, RITCHIE et al. 2004).

A MosquiTRAP também poderá ser usada na investigação de sorotipo viral circulante em fêmeas de *Aedes sp* e avaliação do impacto de medidas de controle de vetores. Entretanto, estudos específicos devem ser conduzidos a fim de conhecer o potencial da MosquiTRAP para os temas relacionados.

RITCHIE et al.(2004) em estudo conduzido na Austrália, com armadilhas adesivas (Sticky Trap), mostraram que a presença de duas ou mais fêmeas de *Ae. aegypti* por armadilha estava associada a uma intensa transmissão de dengue, entretanto um número médio de fêmeas por armadilha menor que um, representava um declínio na transmissão.

O presente trabalho sugere que a MosquiTRAP pode ser usada para gerar indicadores entomológicos em programas de controle da dengue, assim como foi estabelecido para o índice de Breteau. No entanto, novos estudos devem ser realizados

com a MosquiTRAP visando estabelecer uma relação entre os índices fornecidos pela armadilha e o risco de transmissão de dengue (FÁVARO et al. 2008, CRAIG et al. 2007).

Finalmente, os resultados demonstraram que a armadilha MosquiTRAP tem um potencial como ferramenta de vigilância entomológica de *Ae. aegypti* e poderá substituir o método de pesquisa larvária por apresentar características de simplicidade operacional.

*Capítulo II*

**AVALIAÇÃO OPERACIONAL DA ARMADILHA  
MOSQUITRAP EM CINCO DIFERENTES REGIÕES  
GEOGRÁFICAS BRASILEIRAS**

## II.1. Resumo

Aspectos operacionais da armadilha MosquiTRAP, ovitrampa e da pesquisa larvária no monitoramento de *Aedes aegypti*, foram avaliados em doze municípios das cinco regiões geográficas do Brasil. O tempo gasto pelos agentes de saúde na vistoria da MosquiTRAP foi semelhante ao da ovitrampa (8,0 e 6,8 min., respectivamente) e ambos foram inferiores em relação a pesquisa larvária (24,8 min.). Os agentes de saúde foram capazes de identificar *Ae. aegypti* (mínimo de 97,4% de acerto) e *Ae. albopictus* (100% de acerto) em cinco dos seis municípios onde esta espécie foi registrada. O índice de pendência da armadilha MosquiTRAP, que refere ao percentual de imóveis fechados ou que o responsável pelo imóvel recusou à vistoria da MosquiTRAP, em todos os municípios, variou entre 0,20% e 4,43%.

**Palavras-chave:** *Aedes aegypti*, MosquiTRAP, ovitrampa, pesquisa larvária.

## II.2. Introdução

Dengue é atualmente a arbovirose com maior repercussão em saúde pública no mundo. Esta doença tem reemergido em grande magnitude nos países tropicais infestados com *Aedes aegypti* (Linnaeus), onde dois ou mais sorotipos do vírus dengue circulam (GUBLER & KUNO 1997, OOI & GUBLER 2009).

Devido a importância da dengue no mundo, os atuais métodos de monitoramento do *Ae. aegypti* necessitam de novas ferramentas que auxiliem de forma mais eficiente os programas de controle e monitoramento dos vetores (FOCKS 2003).

O Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) redirecionou a política da erradicação para controle do *Ae. aegypti*, tendo sido instituídos dez componentes de ação de forma permanente e intersetorial. As atividades de inspeção domiciliar realizadas pelo agente de saúde constituem importante ação no controle da dengue (FUNASA 2001). Atividades de levantamento de índices entomológicos, eliminação de criadouros, tratamento com larvicida quando indicado e o aporte de informações à população, são de fundamental importância para promoção de mudanças de comportamento, colaborando para que o ambiente doméstico permaneça livre do *Ae. aegypti* (FUNASA 2002).

Dentro deste escopo, a qualidade da inspeção domiciliar se reveste de importância fundamental para as ações de monitoramento e controle do *Ae. aegypti* e o Ministério da Saúde do Brasil tem estabelecido o parâmetro de um agente de campo para cada 800 a 1000 imóveis existentes no município (MINISTÉRIO DA SAÚDE 2005).

No Brasil, o PNCD estabeleceu o monitoramento entomológico pela pesquisa larvária, que consiste em vistoriar os recipientes com água, localizados dentro ou fora dos imóveis. Estes imóveis podem ser residenciais, comerciais, terrenos baldios, pontos considerados estratégicos por produzirem grande quantidade de mosquitos adultos e vulneráveis a infestação, tais como: barracões, ferros velhos e cemitérios de acordo com proposta de CONNOR & MONROE (1923) para medir a densidade de *Ae. aegypti* em áreas urbanas. (FUNASA 2001, OPS 1995).

Segundo PESSANHA et al. (2009) o não cumprimento das metas, na quase totalidade dos municípios prioritários para dengue das regiões Sudeste e Centro-Oeste aponta para a revisão operacional do PNCD. Recomendaram uma ação mais focalizada nas áreas onde se observa com frequência a presença de *Ae. aegypti*, e que os esforços para vistoria dos imóveis fechados ou que apresentaram recusas deveriam ser intensificados.

A MosquiTRAP é uma armadilha adesiva que foi criada à partir de estudos do comportamento de oviposição de fêmeas de *Ae. aegypti* no interior de armadilha de oviposição. A primeira versão da MosquiTRAP consistiu de um frasco (semelhante à ovitrampa) contendo infusão de gramíneas (SANT'ANA et al. 2006) e um cartão adesivo removível, na parte interna, acima do nível da água, onde os mosquitos são capturados (GAMA et al. 2007). A segunda versão da MosquiTRAP consistiu de dois frascos de cor preta e foscos, de aproximadamente dois litros, onde a parte inferior contém 300 ml de água e uma tela para evitar a postura de ovos por fêmeas de *Ae. aegypti*. Acima do nível da água é colocado um cartão adesivo com o atraente sintético de oviposição (AtrAedes) fixado na sua superfície (FÁVARO et al. 2008). O atraente sintético de oviposição (AtrAedes<sup>®</sup>) foi identificado à partir de voláteis liberados por infusões de gramínea *Panicum maximum* (ROQUE & EIRAS 2008).

Com o objetivo de avaliar operacionalmente em campo a capacidade dos agentes de saúde para identificar corretamente os mosquitos capturados pela MosquiTRAP (versão 2.0), a aceitação ou recusa dos residentes para a inspeção das armadilhas instaladas nos imóveis e comparar o tempo gasto pelos agentes de saúde quando usam as metodologias de pesquisa larvária, ovitrampa e MosquiTRAP (versão 1.0) para o monitoramento de *Ae. aegypti*, foram conduzidos experimentos em diferentes municípios brasileiros.

## **II.3. Materiais & Métodos**

Neste estudo, materiais e métodos foram descritos em duas partes, na primeira parte caracteriza a área onde foram avaliados os parâmetros relacionados a identificação das espécies de mosquitos capturados e índice de pendência em campo, quando usou-se a MosquiTRAP (versão 2.0) em dez municípios brasileiros.

Na segunda parte descreveu-se para o parâmetro tempo gasto pelos agentes de saúde nas operações de campo, onde se comparou esta variável nos métodos de pesquisa larvária, ovitrapa e MosquiTRAP (versão 1.0) em outros dois municípios.

### **Estudo 1. Capacidade dos agentes de saúde de identificar os mosquitos capturados na MosquiTRAP e índice de pendência.**

#### **II.3.1.1. Seleção da área de estudo:**

Os experimentos foram realizados em dez municípios brasileiros, localizados nas cinco regiões: Norte (Manaus - AM, Boa Vista - RR), Nordeste (Teresina - PI, Natal - RN, Fortaleza - CE), Centro-Oeste (Goiânia - GO), Sudeste (Santos - SP, Rio de Janeiro - RJ) e Sul (Blumenau - SC, Foz do Iguaçu - PR).

Em cada município foram instaladas aproximadamente 100 armadilhas MosquiTRAP (versão 2.0) na proporção de 1 armadilha por quadra. As armadilhas foram instaladas no peridomicílio das residências, em locais protegidos da chuva, do sol e fora do alcance de animais (GAMA et al. 2007). Como atraente de oviposição foi utilizada uma pastilha de *AtrAedes* presa na parte interna da armadilha (FÁVARO et al. 2006). O cartão adesivo e o *AtrAedes* foram substituídos mensalmente.

### **II.3.1.2. A armadilha MosquiTRAP versão 2.0:**

Consistiu de um recipiente de cor preta-fosca que é dividido em duas partes: (a) a inferior (base) na qual foram adicionados aproximadamente 300 ml de água de torneira e (b) a superior que acopla na base. Entre a base e a parte superior foi colocado um cartão adesivo inodoro que retém os mosquitos adultos capturados. O liberador do atraente sintético de oviposição (AtrAedes) foi fixado na tela de proteção que evita o contato do mosquito com a água. As armadilhas MosquiTRAPs foram instaladas no peridomicílio, na frente ou no fundo (quintal) das casas, em local visível, altura máxima de 1,5 metro, protegidas do sol e da chuva, fora do alcance de animais domésticos e de crianças.

### **II.3.1.3. Treinamento dos agentes de saúde na identificação dos mosquitos capturados na MosquiTRAP:**

Em cada município, dois agentes de saúde foram capacitados durante o período de cinco dias, em tempo integral, incluindo uma visita com atividades de campo, onde receberam treinamento sobre o uso da MosquiTRAP, local de instalação, identificação de mosquitos adultos com ênfase em *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Culex* sp. Os agentes de saúde foram responsáveis pela instalação e vistoria semanal das MosquiTRAP nas suas áreas de abrangência.

### **II.3.1.4. Parâmetros avaliados no estudo 1:**

#### **II.3.1.4.1. Identificação das espécies de mosquitos capturados pela MosquiTRAP em campo:**

A identificação das espécies dos mosquitos *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Culex* sp coletados pela MosquiTRAP foi realizada pelos agentes de saúde municipais treinados,

com o auxílio de uma lupa manual (20x) no momento da inspeção da armadilha MosquiTRAP.

Visando avaliar a capacidade dos agentes de saúde na identificação das espécies de mosquitos capturados pela MosquiTRAP, os culicídeos foram retirados do cartão adesivo durante as vistorias semanais e acondicionados em pequenos tubos de polietileno (4mm diâmetro e 12 cm de altura), etiquetados, por espécie e sexo. A confirmação das espécies identificadas em campo pelos agentes de saúde foi realizada pelos laboratórios de entomologia de cada município e pelo Laboratório de Ecologia Química de Insetos Vetores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Houve uma exceção neste procedimento de revisão para o município do Rio de Janeiro, onde todas as etapas ocorreram somente no laboratório de entomologia municipal.

#### **II.3.1.4.2. Índice de pendência em Campo (IPC):**

É a percentagem de MosquiTRAP que não foram vistoriadas semanalmente em cada município devida a recusa dos moradores ou imóveis fechados e a fórmula para cálculo do IPC foi a seguinte:

$$\text{IPC} = \left(1 - \frac{\text{número de armadilhas MosquiTRAP vistoriadas}}{\text{número de armadilhas MosquiTRAP instaladas}}\right) \times 100$$

### **Estudo 2. Tempo gasto pelos agentes de saúde**

#### **II.3.2. Tempo gasto pelos agentes de saúde nas operações de campo**

Os dados de tempo (em minutos) que os agentes de saúde da FUNASA gastaram nas operações de campo quando usaram pesquisa larvária e ovitampa foram coletados em Juiz de Fora (MG) em maio de 1998.

**Pesquisa larvária:**

A pesquisa larvária foi executada por agentes de saúde onde foram pesquisados 10% dos imóveis da área, de forma que pelo menos um imóvel de cada quadra fosse amostrado (MS, 2002).

**Armadilha de oviposição (ovitrampa):**

As armadilhas foram instaladas no peridomicílio dos imóveis e semanalmente foram vistoriadas para substituição das palhetas e infusões.

Dez agentes de saúde da FUNASA trabalharam em cada metodologia, sendo que um cronômetro foi acionado quando o agente de saúde entrou no imóvel para fazer a pesquisa larvária ou vistoria da ovitrampa. Após o término destas atividades dentro do imóvel e saída do agente de saúde, o cronômetro foi acionado novamente, e o tempo gasto em minutos em cada atividade foi registrado em planilhas.

**MosquiTRAP:**

Para o monitoramento com a MosquiTRAP o tempo gasto em minutos pelos agentes de saúde da FUNASA na vistoria da MosquiTRAP foi estimado no experimento realizado entre 02/12/02 e 06/03/2003 no município de Pedro Leopoldo (MG) com a armadilha MosquiTRAP (versão 1.0).

Neste estudo, o tempo gasto em minutos pelo agente de saúde na inspeção da MosquiTRAP foi estimado em função do número de agentes de saúde que executaram estas atividades e o tempo de sua jornada de trabalho na área experimental. Desta forma, semanalmente dois agentes de saúde percorreram 60 quadras e vistoriaram 60 armadilhas durante quatro horas de trabalho. Sendo assim, cada agente de saúde ficou responsável por 30 armadilhas durante todo o experimento.

Na instalação da MosquiTRAP na quadra, o agente de saúde selecionou um imóvel onde o morador informou que pelo menos uma pessoa estaria a maior parte do tempo presente no imóvel, autorizou a instalação da armadilha no peridomicílio do imóvel e acompanhou os agentes de saúde na vistoria da armadilha

## **II.4. Resultados**

### **II.4.1. Avaliação dos agentes de saúde na identificação dos mosquitos capturados pela MosquiTRAP:**

Os resultados da confirmação em laboratório da identificação das espécies feita pelos agentes de saúde demonstram que os mesmos foram capazes de identificar as espécies de *Aedes* no campo com alta probabilidade de acerto (Tabela 1). Nos dez municípios avaliados, a menor porcentagem de identificação correta do *Ae. aegypti* foi verificada em Foz do Iguaçu (97,4%). Em quatro municípios as porcentagens de identificação correta das espécies foram acima de 99% e em quatro municípios a identificação correta foi de 100%. Os caracteres morfológicos do *Ae. albopictus* foram visualizados mais facilmente. Este fato fica evidente pelos 100% de acerto observado em cinco dos seis municípios onde esta espécie foi registrada.

Para os mosquitos do gênero *Culex sp* as porcentagens de identificação correta nos municípios de Santos (SP), Rio de Janeiro (RJ), Natal (RN), Teresina (PI), Boa Vista (RR) e Foz de Iguaçu (PR) variaram entre 99 a 100%. Alternativamente, os municípios de Blumenau (SC), Goiânia (GO), Manaus (AM) e Fortaleza (CE) registraram 80,2%, 89,7%, 87,7% e 94,4% de identificação correta, respectivamente.

Observa-se na Tabela 1 que o percentual de insetos danificados que chegaram ao laboratório da UFMG foi menor para *Ae. albopictus* (2,9%) seguido para os mosquitos do gênero *Culex sp* (12,9%) e para *Ae. aegypti* (29,9%).

#### **II.4.2. Índice de pendência em Campo (IPC):**

Os resultados demonstram que o IPC da armadilha MosquiTRAP em todos os municípios foi baixo durante a condução dos experimentos, variando entre 4,43% em Manaus (AM) e 0,20% em Natal (CE) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Eficiência dos agentes de saúde na identificação dos mosquitos adultos capturados e Índice de pendência em campo (IPC) da armadilha MosquiTRAP em dez municípios brasileiros.

Cidades (Estados)	<i>Aedes aegypti</i>		<i>Aedes albopictus</i>		<i>Culex sp</i>		IPC (%)
	% identificação correta	% exemplares danificados	% identificação correta	% exemplares danificados	% identificação correta	% exemplares danificados	
Santos (SP)	100	1,9	-	-	100	2,6	1,94
Rio de Janeiro (RJ)	100	0,0	100	20,0	100	0,6	1,60
Natal (RN)	100	23,8	100	0	99,7	9,6	0,20
Fortaleza (CE)	98,6	25,4	-	-	94,4	2,1	0,44
Teresina (PI)	99,2	56,1	-	-	99,2	15,8	0,55
Manaus (AM)	100	48,5	99,3	9,2	87,7	11,9	4,43
Boa Vista (RR)	99,1	65,4	-	-	99,9	2,3	0,19
Goiânia (GO)	99,2	29,1	100	0	89,7	6,9	1,52
Foz do Iguaçu (PR)	97,4	48,7	100	0	100	67,9	0,62
Blumenau (SC)	-	-	100	0	80,2	9,4	1,31

### II.4.3. Tempo gasto nas operações de campo:

Na área experimental de Pedro Leopoldo - MG, a pesquisa larvária foi realizada por dez agentes de saúde durante 8 horas de trabalho, totalizando aproximadamente 80 horas de trabalho por dia e para a ovitrampa e MosquiTRAP utilizou 4 agentes por dia durante 4 horas de trabalho para inspecionar o total de 120 armadilhas, o que correspondeu a 30 armadilhas para cada agente de saúde (Tabela 2).

Apesar de não ter cronometrado neste trabalho o tempo gasto pelo agente na inspeção da MosquiTRAP, porém, estimando o tempo em função que um agente de saúde trabalhou quatro horas diárias na vistoria de 30 armadilhas, obtém-se a média de 8,0min./vistoria/agente de campo, incluindo o tempo de deslocamento entre as residências o que está próximo do tempo encontrado para ovitrampa que foi de 6,8 minutos por imóvel no município de Juiz de Fora – MG onde o tempo foi cronometrado durante a instalação e vistoria de ovitrampas e pesquisa larvária (EIRAS & RESENDE, dados não publicados).

**Tabela 2.** Comparação do tempo necessário para vistoria dos imóveis pelos diferentes métodos de vigilância entomológica de *Aedes aegypti* em Pedro Leopoldo, MG, dezembro 2002 a março 2003.

MÉTODOS	Frequência	Nº. de agentes para levantamento em 1 dia de trabalho	Nº. de imóveis visitados/mês	Tempo/imóvel /agente (min.)	Tempo total/mês (horas)
Pesquisa Larvária	Mensal	10	192	24,8 ± 11,40 <sup>a</sup>	80
Ovitrampa	Semanal	2	236	6,8 ± 0,34 <sup>a</sup>	32
MosquiTRAP	Semanal	2	236	8,0 <sup>b</sup>	32

<sup>a</sup> Tempo cronometrado gasto pelo agente de saúde durante a inspeção do imóvel para os dois métodos (Dados não publicados, Álvaro E. Eiras e Marcelo C. Resende); <sup>b</sup> Tempo estimado.

## II.5. Discussões

O desafio dos programas de controle de *Ae. aegypti* encontra-se na execução do levantamento dos índices entomológicos, os quais contam com restrições de uso por seu caráter invasivo e incômodo, portanto às residências e seus ocupantes (GOMES et al. 2007).

A armadilha MosquiTRAP é um método de monitoramento do mosquito *Ae. aegypti*, onde o local ideal para a sua instalação é o peridomicílio dos imóveis (FÁVARO et al. 2006). Portanto esta armadilha é um método não invasivo (MACIEL-DE-FREITAS et al. 2006), ou seja, o agente de saúde não necessita entrar no intradomicílio, facilitando o seu emprego no monitoramento.

Nossos resultados indicam também que a vigilância entomológica para *Ae. aegypti* com as armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP apresentou vantagens em relação a pesquisa larvária com redução do tempo de trabalho gasto pelos agentes de saúde na vistoria das casas e, conseqüentemente, implicando uma redução de custos com recursos humanos e número de agentes de saúde necessários na atividade de monitoramento. Resultados semelhantes foram obtidos por FACHINELLI et al. (2008) ao comparar uma armadilha adesiva (sticky trap), com a coleta de adultos com aspirador costal na Tailândia. No presente trabalho, o número de agentes de saúde necessários para a pesquisa larvária de 10% dos imóveis em um bairro seria suficiente para monitorar uma área aproximadamente quatro vezes maior se fossem utilizados os métodos de ovitrampa ou MosquiTRAP, economizando portanto tempo, recursos financeiros e humanos.

TUN-LIN et al. (1996) afirmaram a necessidade de métodos de monitoramento de baixo custo voltados para as formas adultas do *Ae. aegypti* e se mostraram esperançosos com a possibilidade da utilização de armadilhas adesivas (sticky trap) para a realização do monitoramento de adultos desse vetor.

As armadilhas adesivas por seu baixo custo e simplicidade operacional podem ser usadas como uma ferramenta em programa de controle da dengue (RITCHIE et al. 2004, FÁVARO et al. 2008). Portanto, é de fundamental importância que esta identificação do mosquito seja feita de forma correta pelos agentes de saúde para que o monitoramento do *Ae. aegypti* seja eficiente. Os resultados do presente trabalho demonstraram que os agentes de saúde, após o treinamento, foram capazes de identificar as espécies de importância epidemiológica para o programa de controle da dengue com percentuais de acerto acima de 97%. Uma vez que a MosquiTRAP permite identificar o mosquito capturado na armadilha, sem necessitar de procedimentos laboratoriais, a informação coletada no campo chega ao gestor de saúde quase em tempo real (WHO 2006, EIRAS & RESENDE 2009).

Apesar de apresentar para alguns municípios um percentual grande de mosquitos danificados, a amostragem das identificações confirmadas como corretas indicam a eficiência dos agentes de saúde para a identificação de *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Culex sp* em campo.

Quando comparamos o percentual de mosquitos danificados dos nove municípios com o município do Rio de Janeiro, onde a revisão da identificação foi no laboratório de entomologia do município, sem envio para a UFMG, este percentual foi expressivamente baixo. Sendo assim, consideramos que a avaliação da capacidade dos agentes de saúde na identificação correta dos mosquitos adultos deve ser feita preferencialmente no próprio município para reduzir o percentual de danificados em virtude do processo de manipulação. Entretanto, danificações podem ocorrer no mosquito no momento de retirada do cartão adesivo pelo agente de saúde com a pinça.

Um dos principais obstáculos para o êxito dos programas de controle da dengue são as pendências, caracterizadas pela existência de imóveis fechados no momento da visita do agente de saúde, ou aqueles em que o proprietário não permite que o agente execute seu trabalho (FUNASA 2002). O PNCD, reconhecendo a influência que as

pendências determinam no alcance das metas preconizadas, destinou especial atenção ao seu componente de Legislação, propondo a elaboração de um instrumento normativo que orientasse a ação do poder público municipal e/ou estadual para orientar o trabalho dos agentes de saúde nas atividades de prevenção e controle da dengue (FUNASA 2002b, COELHO 2008).

TAUIL (2002) relatou que o componente institucional crítico no controle do *Ae. aegypti* é a inspeção de imóveis, que é feita durante o dia, quando muitos imóveis encontram-se fechados em função das atividades laborais de seus ocupantes. Dessa forma, a inspeção fica quantitativamente prejudicada e muitos focos de mosquitos não são identificados. Verificou-se que o baixo índice de pendência observado no método de monitoramento pela MosquiTRAP pode ser atribuído a estratégia de instalação da armadilha na quadra e o responsável pelo imóvel ao final da vistoria da armadilha receber informações pela primeira vez sobre o vetor adulto, enquanto que na pesquisa larvária somente a larva é observada pelo morador. Segundo TAUIL (2002) a informação, educação e comunicação da população é um elemento institucional importante para reduzir os fatores domiciliares que favorecem a multiplicação dos mosquitos. Desta forma as medidas educativas promovidas com o uso da armadilha MosquiTRAP são mais um elemento para auxiliar a mobilização comunitária para a adoção de práticas de redução dos vetores. Muitas vezes, a população tem a informação correta, porém suas práticas não são coerentes com o problema. Sendo assim, a abordagem do assunto pelos meios de comunicação e escolas deve buscar justamente a mudança de práticas habituais facilitadoras da proliferação do *Ae. aegypti*.

Um dos avanços oferecidos pelo monitoramento do *Ae. aegypti* usando a armadilha MosquiTRAP foi a possibilidade de identificação dos mosquitos capturados pelo cartão adesivo, no momento da vistoria da armadilha, e se apresentar como um instrumento operacional simples para instalação e vistoria pelos agentes de saúde.

## **Capítulo III**

# **O ÍNDICE ENTOMOLÓGICO FORNECIDO PELA MosquiTRAP SE RELACIONA COM OS ÍNDICES FORNECIDOS PELA PESQUISA LARVÁRIA?**

### III.1. Resumo

Os índices fornecidos pela pesquisa larvária (Predial, Breteau e Recipientes) continuam sendo a principal ferramenta para a vigilância de *Aedes aegypti* em muitos países. A armadilha MosquiTRAP captura fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* e fornece o Índice Médio de Fêmeas de *Aedes* (IMFA). O objetivo deste trabalho foi de verificar se existe relação entre os índices fornecidos pela pesquisa larvária e o índice IMFA da MosquiTRAP. O estudo foi realizado em dez municípios das cinco regiões do Brasil. As metodologias de pesquisa larvária e MosquiTRAP foram realizadas em uma área aproximada de 100 quadras, enquanto que uma armadilha MosquiTRAP foi instalada por quadra. Adotou-se o critério de médias móveis do IMFA com defasagem de tempo para ajustar a diferença entre os índices coletados pelos diferentes métodos de amostragem e a média móvel definida como Índice Médio de Fêmeas de *Aedes aegypti* temporal (IMFAt) foi adotada nas análises com os índices da pesquisa larvária. Quando comparou-se as correlações entre os índices da pesquisa larvária com o IMFAt da MosquiTRAP, verificou-se que não houve correlação na mesma semana epidemiológica de amostragem, exceto para o município de Goiânia (+0,78). Foram observadas correlações positivas quando houve defasagem de uma ou duas semanas epidemiológicas entre o IMFAt e os índices Predial (IP), Breteau (IB) e Recipientes (IR). As maiores correlações observadas entre o IP e o IMFAt com uma semana de defasagem foram de +0,71 e +0,56 e com duas semanas de defasagem foram de +0,71 e +0,43. A metodologia de defasagem temporal de duas semanas promoveu um ganho progressivo da correlação entre o indicador IMFA e os indicadores da pesquisa larvária, provavelmente devido às formas do ciclo do vetor que são coletadas pelos dois métodos de amostragem.

Palavras-chave: Indicadores, *Aedes aegypti*, MosquiTRAP.

### III.2. Introdução

No Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD), o monitoramento entomológico é feito principalmente a partir de coletas de larvas que consiste em vistoriar os recipientes com água, localizados dentro ou fora dos imóveis, de acordo com proposta de CONNOR & MONROE (1923) e BRETEAU (1954) para medir a densidade de *Aedes aegypti* em áreas urbanas (FUNASA 2001, OPS 1995).

A vigilância entomológica do *Ae. aegypti* é uma estratégia fundamental para o controle da dengue, visto que, ao utilizar as informações sobre o vetor da doença, permite detectar indicadores entomológicos relacionados a circulação viral, alertando os serviços de saúde quanto ao desencadeamento de medidas de prevenção (GOMES 2002, TAUIL 2002).

Existem vários índices disponíveis para medir o nível de infestação vetorial, sendo que aqueles que indicam a presença de larvas e/ou pupas do vetor, consideram apenas a proporção de imóveis positivos (índice de infestação predial) (CONNOR & MONROE 1923), independentemente do número e produtividade dos recipientes vistoriados. Outros, como o índice de Breteau (BRETEAU 1954), quantificam o número de recipientes com larvas por imóveis vistoriados, porém também não avaliam a produtividade desses habitats e o índice de recipiente (CONNOR & MONROE 1923) fornece informações sobre a oferta de recipientes contendo água porém não considera a produtividade de adultos em função do tamanho dos criadouros existentes. Entretanto, tem sido constatado que nenhum dos índices disponíveis é sensível e seguro para medir a distribuição e intensidade de infestação vetorial e indicar o nível crítico de transmissão da dengue (KUNO 1995, GOMES 1998, FOCKS 2003).

A coleta de machos e fêmeas de *Ae. aegypti* pode ser feita por diferentes métodos, tais como: caixas de repouso, coleta em repouso, armadilha visual e adesiva, aspiradores, que são informativos e de interesse em uma variedade de aplicações nos levantamentos entomológicos (WHO 2003).

Nos últimos anos, vários modelos de armadilhas adesivas para coleta de *Ae. aegypti* foram desenvolvidos e permitiram avaliações sobre a dispersão em experimentos de marcação-liberação-recaptura no México, Austrália e Brasil (ORDONEZ et al. 2001, RUSSELL et al. 2005, MACIEL-DE-FREITAS et al. 2008). Vigilância da presença de vírus em *Ae. aegypti* (BANGS et al. 2001), amostragem de mosquitos que utilizam habitats subterrâneos (KAY et al. 2000), vigilância entomológica e comportamento (RUSSELL & RITCHIE 2004, CRAIG et al. 2006, GAMA et al. 2007, FÁVARO et al. 2006). Vigilância entomológica de *Ae. albopictus* (FACCHINELLI et al. 2007), monitoramento de *Ae. aegypti* em áreas urbanas e associação entre número de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas e risco de transmissão de dengue (RITCHIE et al. 2004, EIRAS & RESENDE 2009).

A armadilha MosquiTRAP que coleta fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* segundo relatou a Organização Mundial da Saúde é uma ferramenta promissora e deve ser considerada futuramente no monitoramento de *Ae. aegypti* (WHO 2006). O indicador entomológico da MosquiTRAP, Índice Médio de Fêmeas de *Aedes* (IMFA), está sendo recomendado no monitoramento de *Ae. aegypti* no Brasil, com resultados positivos para indicar ações de controle (EIRAS & RESENDE 2009).

Os índices fornecidos pela pesquisa larvária têm sido usados durante mais de 60 anos para estimar as populações de *Ae. aegypti* e desta forma determinar o possível risco de transmissão de dengue (WHO 1986, OPS 1995). Apesar da capacidade destes índices para prognosticar o aparecimento de epidemias ter sido colocada em juízo por vários autores, estes índices continuam sendo a principal ferramenta para a vigilância de *Ae. aegypti* em muitos países. (GOMEZ-DANTES et al. 1995, SULAIMAN et al. 1996).

Desta forma o objetivo deste trabalho foi de verificar se existe relação entre os índices Predial, Breteau e Recipientes, fornecidos pela pesquisa larvária com o índice IMFA proposto para a MosquiTRAP.

### **III.3. Materiais & Métodos:**

#### **III.3.1. Área experimental:**

Os experimentos foram realizados em dez cidades: Boa Vista (RR), Manaus (AM), Natal (RN), Teresina (PI), Fortaleza (CE), Goiânia (GO), Rio de Janeiro (RJ), Santos (SP), Blumenau (SC) e Foz do Iguaçu (PR). Em cada cidade foi avaliada uma área de aproximadamente 100 quadras e estes estudos foram desenvolvidos nos diferentes municípios entre a 13ª semana epidemiológica de 2004 a 31ª semana epidemiológica de 2005.

#### **III.3.2. Pesquisa larvária:**

As pesquisas larvárias foram realizadas por agentes de saúde de cada município em 10% dos imóveis da área delimitada (FUNASA 2001). Foi realizada uma pesquisa larvária ao início do projeto e repetida quinzenalmente durante todo o experimento, totalizando, no mínimo oito vezes.

#### **III.3.3. MosquiTRAP (versão 2.0):**

Neste estudo foi avaliada a armadilha MosquiTRAP (versão 2.0). As armadilhas foram instaladas em cada cidade em uma área experimental de aproximadamente 100 quarteirões e a densidade de uma MosquiTRAP por quadra. As vistorias das armadilhas foram semanais e a troca dos cartões adesivos e atraentes sintéticos a cada 30 dias.

#### **III.3.4. Parâmetros avaliados:**

Os indicadores entomológicos da pesquisa larvária e MosquiTRAP avaliados, foram os seguintes:

### III.3.4.1. Indicadores da pesquisa larvária:

**a) Índice Predial (IP):** é uma relação percentual entre o número de imóveis com larvas e/ou pupas de *Ae. aegypti* ou *Ae. albopictus* e o número de imóveis inspecionados (CONNOR & MONROE 1923).

**b) Índice de Breteau (IB):** é uma relação entre o número de recipientes positivos com larvas e/ou pupas de *Ae. aegypti* ou *Ae. albopictus* e o número de imóveis inspecionados (BRETEAU 1954).

**c) Índice de Recipiente (IR):** é uma relação percentual entre o número de recipientes positivos com larvas e/ou pupas de *Ae. aegypti* ou *Ae. albopictus* e o número de recipientes inspecionados (CONNOR & MONROE 1923).

### III.3.4.2. Indicadores da MosquiTRAP:

**a) Índice Médio de Fêmeas de *Aedes aegypti* (IMFA):** é uma relação entre o total de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas nas armadilhas e o total de armadilhas MosquiTRAP vistoriadas (EIRAS & RESENDE 2009).

**b) Índice Médio de Fêmeas de *Aedes aegypti* temporal (IMFAt):** é a média móvel com diferentes defasagens de tempo, cuja fórmulas são as seguintes:

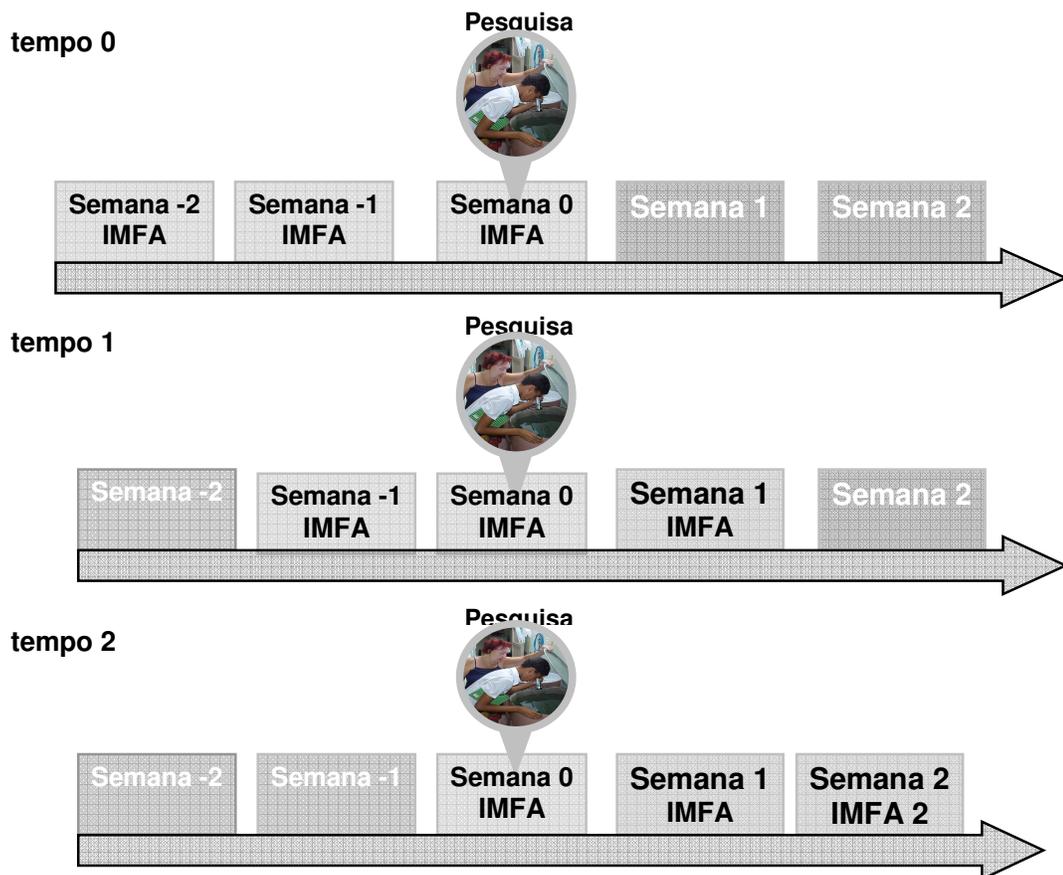
$$\text{IMFAt}_0 = \frac{\text{IMFA semana -2} + \text{IMFA semana -1} + \text{IMFA semana 0}}{3}$$

$$\text{IMFAt}_1 = \frac{\text{IMFA semana -1} + \text{IMFA semana 0} + \text{IMFA semana 1}}{3}$$

$$\text{IMFAt}_2 = \frac{\text{IMFA semana 0} + \text{IMFA semana 1} + \text{IMFA semana 2}}{3}$$

A técnica de médias móveis foi adotada com o objetivo de reduzir o erro padrão do indicador IMFA quando este é calculado na semana epidemiológica (WERKEMA & AGUIAR 1996). O **IMFA<sub>t</sub>** é o IMFA durante três semanas consecutivas, **IMFA<sub>semana-2</sub>** é o valor do IMFA de duas semanas anteriores, **IMFA<sub>semana-1</sub>** é o valor do IMFA de uma semana anterior e **IMFA<sub>semana 0</sub>** é o valor do IMFA da semana que está sendo comparada.

Na Figura 1 encontra-se a representação esquemática do IMFA temporal com defasagem de zero, uma e duas semanas.



**Figura 1.** Representação esquemática do IMFA temporal com diferentes defasagens de tempo.

### **III.3.5. Banco de dados:**

A cidade de Foz do Iguaçu (PR) foi desconsiderada para a análise, pois verificamos inconsistência nos dados para cálculo do índice de recipiente a partir a metade do experimento, foi constatado um aumento de 10 vezes na quantidade de recipientes. Provavelmente, ocorreu erro na metodologia de coleta de dados em campo pelos agentes de saúde municipal. Desta forma os municípios avaliados foram Blumenau (SC), Boa Vista (RR), Manaus (AM), Teresina (PI), Fortaleza (CE), Natal (RN), Goiânia (GO), Santos (SP) E Rio de Janeiro (RJ).

### **III.3.6. Defasagem de tempo:**

Adotou-se o critério de defasagem de tempo para ajustar a diferença entre as coletas dos diferentes métodos de amostragem, pois enquanto a pesquisa larvária coleta larvas, a MosquiTRAP coleta fêmeas grávidas. Os agentes de saúde coletam durante a inspeção de criadouros as larvas nos estádios L3 e L4, devido este tamanho de larva facilitar a visualização durante a inspeção do criadouro e identificação da espécie no laboratório (FUNASA 2001). As larvas L3 e L4 desenvolvem em aproximadamente 2 a 4 dias para a fase adulta, e para fazer a hematofagia precisam de cerca de 2 a 3 dias. A maturação dos ovos ocorre em cerca de 2 a 3 dias (CLEMENTS 2000). Portanto, o tempo estimado entre as larvas encontradas na pesquisa larvária até se tornarem mosquitos adultos seria de aproximadamente 6 a 10 dias. Desta forma as análises de defasagem foram até 2 semanas entre a pesquisa larvária e a coleta de adultos pela MosquiTRAP.

### III.3.7. Análise estatística:

Os indicadores elaborados a partir da pesquisa larvária (IP, IB e IR) e da MosquiTRAP (IMFA) foram submetidos à correlação de Pearson na semana em que foram realizadas as amostragens pelos dois métodos amostragem e com defasagem do tempo de zero, uma e duas semanas (IMFAt).

### III.4. Resultados

As correlações entre os índices IP, IB e IR elaborados a partir da pesquisa larvária e o IMFA da MosquiTRAP em nove municípios brasileiros, usando defasagem de tempo de zero, uma e duas semanas, encontram-se na Tabela 1. Verificou-se para as nove cidades onde foi detectada a presença de *Ae. aegypti* que não existiu correlação entre os índices fornecidos pela pesquisa larvária (IP, IB e IR) e pela MosquiTRAP (IMFA) quando a defasagem de tempo foi zero, exceto para o município de Goiânia (GO) onde os três indicadores da pesquisa larvária apresentaram correlação positiva entre +0,75 e +0,78.

As maiores correlações positivas observadas entre os indicadores da pesquisa larvária e da MosquiTRAP nos municípios com presença de *Ae. aegypti* foram quando na análise adotou-se o critério de defasagem temporal de uma e duas semanas (Tabela 1).

Verificou-se que nos municípios de Boa Vista (RR), Natal (RN) e Teresina (PI) que as correlações entre o indicador IMFA e os indicadores IP, IB e IR aumentaram gradativamente quando passou da defasagem de tempo zero para defasagem de duas semanas.

Nos municípios de Manaus (AM) e Rio de Janeiro (RJ) observou-se que a correlação entre o indicador IMFA e os indicadores da pesquisa larvária foram negativos para todos os tempos de análise.

No município de Blumenau (SC) onde foi detectada somente a presença de *Aedes albopictus*, verificou-se que a maior correlação ocorreu na mesma semana epidemiológica, onde a correlação do indicador IMFA com os indicadores IP, IB e IR foram iguais (+0,41).

Observa-se que as correlações entre o IMFA e os indicadores IP, IB e IR, nos nove municípios, que a metodologia de defasagem temporal de duas semanas promoveu um ganho progressivo da correlação entre o indicador IMFA e os indicadores da pesquisa larvária.

**Tabela 1:** Correlação de Pearson entre o IMFA elaborado pela MosquiTRAP e os indicadores de Breteau (IB), Predial (IP) e de Recipiente (IR) em nove municípios brasileiros.

Municípios (Estado)	Predial			Breteau			Recipientes		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
Blumenau (SC) <sup>a</sup>	<b>0,41</b>	0,20	0,27	<b>0,41</b>	0,20	0,27	<b>0,41</b>	0,20	0,27
Boa Vista (RR)	-0,09	0,42	<b>0,85</b>	0,27	0,18	<b>0,71</b>	0,39	0,18	<b>0,64</b>
Manaus (AM)	-0,40	-0,39	-0,46	-0,43	-0,37	-0,41	-0,34	-0,26	-0,29
Goiânia (GO)	<b>0,78</b>	0,70	0,50	<b>0,75</b>	0,69	0,50	<b>0,78</b>	0,72	0,53
Fortaleza (CE)	0,66	<b>0,71</b>	0,63	0,66	<b>0,71</b>	0,63	0,76	<b>0,84</b>	0,76
Natal (RN)	-0,62	-0,11	<b>0,13</b>	-0,60	-0,21	<b>0,03</b>	-0,57	-0,14	<b>0,11</b>
Teresina (PI)	0,37	0,14	<b>0,49</b>	0,29	0,04	<b>0,41</b>	0,22	-0,04	<b>0,34</b>
Rio de Janeiro (RJ)	-0,43	-0,48	-0,49	-0,42	-0,31	-0,11	-0,48	-0,37	-0,15
Santos (SP)	0,49	<b>0,56</b>	-0,01	0,49	<b>0,56</b>	-0,01	0,48	<b>0,57</b>	0,01

(a) município de Blumenau refere-se somente ao índice IMFA para *Ae. albopictus*, não foi detectada a presença de *Ae. aegypti* durante o período experimental; \* Valores em negrito significam as maiores correlações observadas; (0) Dados da mesma semana epidemiológica; (1) defasagem de tempo de uma semana, (2) defasagem de tempo de duas semanas.

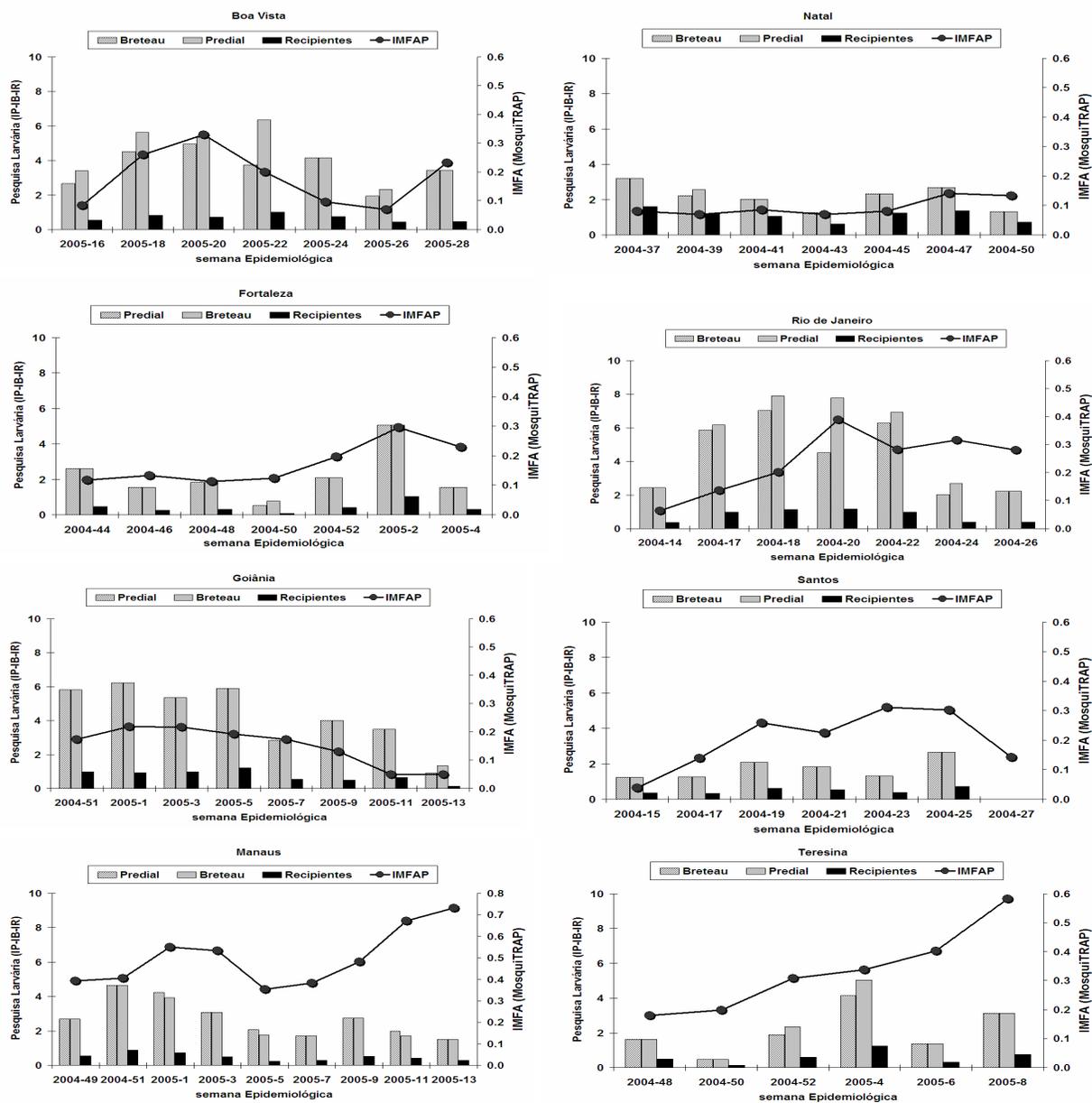
Na figura 2 observa-se o comportamento dos indicadores da pesquisa larvária (IP, IB e IR) e o indicador IMFAt para duas semanas de defasagem da MosquiTRAP durante o período experimental em cada um dos oito municípios onde foi detectada a presença de *Ae. aegypti*.

Observa-se que o indicador IP da pesquisa larvária menor que 2 ocorreu no município de Santos (SP), valores intermediários do IP entre 2 e 5 foram observados nos municípios de Natal (RN), Fortaleza (CE), Manaus (AM) e Teresina (PI) e valores de IP acima de 5 correu nos municípios de Boa Vista (RR), Rio de Janeiro (RJ) e Goiânia (GO).

Para o índice de Breteau os valores foram semelhantes aos observados para o índice IP. Para o índice de Recipientes que representa o percentual de recipientes positivos com larvas *Ae. aegypti* em relação aos recipientes com água, observou-se para a cidade de Natal (RN) que este índice esteve próximo aos índices IP e IB durante o período experimental.

Observou-se também para a cidade do Rio de Janeiro (RJ) e Manaus (AM) que o comportamento do  $IMFAt_2$  em relação aos índices da pesquisa larvária foram variáveis no período analisado.

Para o município de Boa Vista onde foi observada a maior correlação (+0,85) com duas semanas de defasagem observou um comportamento similar dos índices da pesquisa larvária e o  $IMFAt_2$  da MosquiTRAP.



**Figura 2:** Comportamento dos indicadores elaborados a partir da MosquiTRAP ( $IMFA_{t_2}$ ) e os da pesquisa larvária (IP, IB e IR) em oito municípios brasileiros com presença de *Aedes aegypti*.

### III.5. Discussão

É clara a necessidade da vigilância entomológica de um índice ou uma medida da densidade de população de *Ae. aegypti* que permita ao serviço de saúde uma previsão da transmissão de epidemia de dengue. Uma vez que a erradicação do vetor não é viável atualmente, a meta dos programas nacionais de controle da dengue tem focalizado em medidas preventivas, isto é, em manter o vetor numa densidade populacional abaixo de um nível que não permita a transmissão viral sustentada (OOI et al. 2006).

Pensava-se a partir da experiência em Singapura na década de 70 que a manutenção do índice de infestação predial para *Ae. aegypti* menor que 5% seria suficiente para evitar a epidemia de dengue (Chan 1985). No entanto, desde a década de 1990, em Singapura, a incidência de dengue aumentou drasticamente, apesar de um índice de infestação predial abaixo de 2%. Estas observações foram atribuídas a natureza insensível do índice predial da pesquisa larvária e da mesma forma, outros estudos demonstraram a capacidade limitada dos indicadores associados ao uso de índices de Breteau e Recipientes (OOI et al. 2006).

Um dos objetivos do PNCD é “reduzir a infestação predial pelo *Ae. aegypti* a menos de 1% em todas as cidades brasileiras (FUNASA 2002). Os indicadores utilizados pelo PNCD são elaborados a partir da busca ativa de larvas e/ou pupas nos criadouros presentes no peridomicílio e intradomicílio dos imóveis pelos agentes de saúde (FUNASA 2001). No entanto, LOK (1985) chamou atenção para o fato que este limite mínimo de 1% foi estabelecido no controle da febre amarela e que ainda não ter sido calculado para dengue hemorrágico.

TINKER (1978) demonstrou que o IP, o IR e o IB mantêm correlação quando as taxas de infestação estão baixas, ou seja, nível até 5%. Com a elevação deste patamar, ocorreu uma progressiva divergência. Este fato foi explicado pelo maior número de múltiplos criadouros num imóvel, ao contrário da situação da infestação

abaixo de 5% onde prevalece quase sempre um criadouro por imóvel. CHAN et al. (1971) encontraram correlação entre o IP e IB, mas não com o IR. Observou-se no presente estudo que as cidades do Rio de Janeiro e Manaus tiveram correlação negativa para todos os tempos de defasagem analisados. Provavelmente em função dos maiores índices de infestação predial observados nestes municípios, o que corrobora com os relatos de TINKER (1978).

SERVICE (1992) descreveu que entomologistas em diferentes partes do mundo têm comparado os vários índices larvários, mas frequentemente encontram diferentes conclusões sobre seu valor. Entretanto, isto não é surpreendente, haja vista a diversidade ambiental das diferentes áreas, tipos de habitats larvários e nível populacional do vetor. Infelizmente nenhum dos índices larvários tem mostrado consistente correlação com a transmissão de dengue.

A MosquiTRAP é uma armadilha que se baseia na captura passiva de adultos de *Ae. aegypti*, principalmente fêmeas grávidas, devido a estímulos visuais e olfativos (AtrAedes) (FÁVARO et al. 2006). Portanto, a pesquisa larvária e a MosquiTRAP baseiam-se em estratégias diferentes de amostragem por buscarem informações em fases distintas do ciclo biológico do mosquito. Cada metodologia de amostragem, seja por pesquisa larvária ou armadilha MosquiTRAP, as quais coletam dados em diferentes fases de desenvolvimento do vetor, promovem os seus respectivos indicadores que deverão ser analisados pela vigilância entomológica de forma independente para cada metodologia adotada. A média entre as correlações nos nove municípios com valores próximos de zero na mesma semana epidemiológica indicou efeito de nulidade, ou seja, o indicador da MosquiTRAP não se correlacionou com os indicadores da pesquisa larvária. Sendo assim, o indicador entomológico IMFA, da armadilha MosquiTRAP, não se relacionou com os indicadores da pesquisa larvária, na mesma semana epidemiológica, com exceção no município de Goiânia, provavelmente devido as metodologias coletarem dados em fases distintas do ciclo biológico do *Ae. aegypti*.

Considerando que os procedimentos de amostragem de alados podem fornecer dados valiosos como sazonalidade, dinâmica de transmissão ou avaliação das intervenções. Este estudo dispõe para a vigilância entomológica a opção de medir os níveis de infestação de *Ae. aegypti* em áreas urbanas com a armadilha MosquiTRAP, através do indicador entomológico IMFA, que apresenta com a perspectiva de ser usado no monitoramento de *Ae. aegypti* (WHO 2006).

*Capítulo IV*

**OTIMIZAÇÃO DA ARMADILHA MOSQUITRAP PARA  
MONITORAMENTO DE *Aedes aegypti* EM CONDIÇÕES  
DE CAMPO.**

## IV.1. Resumo

No Brasil, a armadilha MosquiTRAP® vem sendo avaliada no monitoramento semanal de fêmeas de *Ae. aegypti* em tempo real. No entanto, desconhece-se como os indicadores fornecidos pela MosquiTRAP se comportam quando diferentes densidades de armadilhas são instaladas na quadra, o efeito desta densidade na captura de fêmeas de *Ae. aegypti* e na positividade da armadilha em detectar a presença do vetor na área. Este estudo foi realizado no Município de Belo Horizonte (MG) em quatro bairros do Distrito Sanitário Oeste. Observou-se que ocorreu um aumento exponencial na captura de fêmeas de *Ae. aegypti* em função da densidade de armadilha/quadra e que a armadilha poderá ser testada como uma ferramenta no controle de *Ae. aegypti*. A capacidade da MosquiTRAP em detectar a presença de *Ae. aegypti* em uma localidade foi dependente de sua densidade por quadra e a instalação de no mínimo 8 MosquiTRAP/quadra permitiu positivar acima de 90% das quadras monitoradas. Este estudo descreveu pela primeira vez a relação de saturação do Índice Médio de Fêmeas de *Ae. aegypti* por MosquiTRAP positiva (IMFAMP) e a densidade de MosquiTRAP/quadra em condições de campo. O Índice Médio de Fêmeas de *Ae. aegypti* por MosquiTRAP vistoriada (IMFA) apresentou comportamento semelhante independentemente da densidade de armadilha por quadra.

**Palavras-chave:** *Aedes aegypti*, saturação, MosquiTRAP

## IV.2. Introdução

Devido à gravidade da dengue no Brasil e no mundo há necessidade de melhorar os atuais índices para *Stegomyia*, que foram propostos por CONNOR & MONROE (1923) e BRETEAU (1954), os quais são frequentemente elaborados a partir de estádios imaturos dos mosquitos (larvas e/ou pupas). Os tradicionais índices estegômicos apresentam valores operacionais na avaliação do impacto das medidas de controle de *Ae. aegypti*, porém são ineficazes na detecção do vetor adulto (FOCKS 2003).

O desenvolvimento de novos indicadores entomológicos que reflitam melhor o potencial de transmissão do vírus dengue, auxiliará de forma mais eficiente os programas de monitoramento e controle de vetores (FOCKS & CHADEE 1997, FOCKS 2003, TEIXEIRA et al. 2005).

No Brasil, o método mais utilizado para monitoramento de *Ae. aegypti* e *Aedes albopictus* em áreas urbana é a pesquisa larvária. Este método apresenta baixa sensibilidade, requer mão de obra para a procura de criadouros nos imóveis e agentes de saúde habilitados para identificar o mosquito em laboratório (BRAGA et al. 2000, BRAGA & VALLE 2008, EIRAS & RESENDE 2009). Tendo em vista as limitações dos métodos de monitoramento baseados na pesquisa de formas imaturas do vetor, foi desenvolvida uma armadilha que permite capturar mosquitos adultos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, principalmente fêmeas grávidas, devido a presença de atraentes de oviposição (FÁVARO et al. 2006, MACIEL-DE-FREITAS et al. 2007, EIRAS & RESENDE 2009). A MosquiTRAP é uma armadilha adesiva que permite a identificação do inseto capturado no momento da inspeção da armadilha, evitando assim a mão de obra e o tempo necessário em laboratório para identificação do inseto (GAMA et al. 2007, FÁVARO et al. 2006, EIRAS & RESENDE 2009). Esta armadilha tem sido avaliada para estimar o tamanho da população de fêmeas de *Ae. aegypti* (MACIEL-DE-FREITAS et al. 2008), na comparação com os métodos de pesquisa larvária e

armadilha de oviposição (ovitampa) (GAMA et al. 2007) e aspirador de Nasce (FÁVARO et al. 2008).

Os indicadores entomológicos Índice Médio de Fêmeas de *Aedes aegypti* (IMFA) e Índice de Positividade da MosquiTRAP (IPM) fornecidos pela MosquiTRAP vem sendo usados como potenciais indicadores entomológicos no monitoramento de adultos de *Ae. aegypti* no Brasil, na densidade de 1 armadilha/200m<sup>2</sup> (WHO 2006, EIRAS & RESENDE 2009). No entanto, desconhece-se como estes indicadores fornecidos pela MosquiTRAP se comportam quando diferentes densidades de armadilhas são instaladas na quadra e o efeito desta densidade na captura de fêmeas de *Ae. aegypti*.

Desta forma, os objetivos deste trabalho foram de avaliar (a) o efeito de diferentes densidades da armadilha MosquiTRAP por quadra na captura de fêmeas de *Ae. aegypti*; (b) nos indicadores entomológicos fornecidos pela MosquiTRAP; (c) sensibilidade da armadilha em detectar a presença do vetor na área e (d) se ocorre saturação no indicador entomológico em função da densidade de armadilha instalada na quadra.

### **IV.3. Materiais & Métodos**

#### **IV.3.1. Área experimental:**

O estudo foi realizado no Distrito Sanitário Oeste (DSO) que corresponde à administração regional da Prefeitura de Belo Horizonte e segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2000), possui uma população de 268.124 habitantes. O distrito Sanitário Oeste possui uma extensão territorial de 31,27 Km<sup>2</sup>, com uma densidade demográfica de 8.573,38 hab/Km<sup>2</sup>. No Distrito Sanitário Oeste, quadras dos bairros Jardim América, Barroca, Grajaú e Nova Suíça foram selecionadas para condução do experimento. As áreas selecionadas apresentavam características

de ocupação horizontal, ruas pavimentadas, coleta semanal de lixo e sistema de abastecimento de água regular e presença de *Ae. aegypti* confirmada pelo Serviço de Controle de Zoonoses do DSO (PBH 2009).

#### **IV.3.2. A armadilha MosquiTRAP versão 3.0:**

Consistiu de um recipiente de cor preto-fosco (33cm altura x 15cm largura) que é dividido em duas partes: (a) a inferior (base) foram adicionados aproximadamente 300ml de água de torneira e (b) a superior que acopla na base e apresenta uma abertura em forma de funil (EIRAS & RESENDE 2009). Entre a base e a parte superior foi colocado um cartão adesivo inodoro que retém os mosquitos adultos capturados. O liberador do atraente sintético de oviposição (AtrAedes) foi fixado no cartão adesivo. As armadilhas MosquiTRAPs foram instaladas no peridomicílio, na frente ou no fundo (quintal) das casas, em local visível, altura máxima de 1,5m, protegidas do sol e da chuva, fora do alcance de animais domésticos e de crianças. Os procedimentos de montagem, instalação e leitura das armadilhas foram contemplados em treinamento específico para a equipe de campo, integrada por 10 pessoas que formaram 5 (cinco) duplas para trabalhar as quadras selecionadas.

#### **IV.3.3. Metodologia:**

A primeira fase do experimento consistiu em um teste preliminar para identificar e selecionar quadras com presença e ausência de *Ae. aegypti*. Nesta fase experimental, trinta quadras em cada um dos bairros selecionados receberam a instalação de uma armadilha MosquiTRAP perfazendo o total de 120 quadras avaliadas nos quatro bairros. Esta avaliação foi realizada no período de 08/01/07 (instalação das armadilhas) a 11/01/07 (leitura e retirada das armadilhas).

Na segunda fase do experimento que durou quatro semanas (15/01/2007 a 15/02/2007), sete quadras positivas (onde foi detectada a presença de *Ae. aegypti*) e sete quadras negativas (sem detecção de *Ae. aegypti*), identificadas no teste

preliminar, foram selecionadas em cada um dos quatro bairros e, posteriormente, realizou-se uma seleção aleatória das quadras que receberam os tratamentos para a instalação de 1, 2, 4, 8, 16, 32 e 64 armadilhas por quadra. Assim, um total de 63 casas nas quadras positivas e 63 casas nas quadras negativas, perfazendo o total de 126 imóveis, foram avaliadas nos quatro bairros: Jardim América, Nova Suíça, Barroca e Grajaú. Na densidade de 1 a 16 armadilhas por quadra, cada casa recebeu apenas uma armadilha, enquanto que a densidade de 32 e 64 armadilhas por quadra, cada casa recebeu duas e quatro armadilhas, respectivamente. Estabeleceu-se o limite máximo de 16 casas por quadra para instalação das armadilhas (Tabela 1). Os imóveis selecionados para a instalação da armadilha foram distribuídos de forma uniforme nas quatro faces do quarteirão. A distribuição das armadilhas em cada um dos quatro bairros (áreas) selecionados, por casa e por quadra, encontra-se na Tabela 1.

**Tabela 1:** Distribuição das armadilhas MosquiTRAP por quadra e por casa instaladas nos bairros experimentais de Belo Horizonte, MG.

No. MosquiTRAP /quadra	No. de casas com MosquiTRAP®	No. de MosquiTRAP® /casa
1	1	1
2	2	1
4	4	1
8	8	1
16	16	1
32	16	2
64	16	4

Área em cinza representa o número de uma, duas e quatro MosquiTRAP por imóvel que receberam análise separada.

A vistoria das armadilhas foi realizada semanalmente por duplas de agentes de saúde do Centro de Controle de Zoonoses, Distrito Sanitário Oeste da Prefeitura de Belo Horizonte e estagiários do Laboratório de Ecologia Química de Insetos Vetores (LabEQ\_Vetores) da Universidade Federal de Minas Gerais/ (ICB/UFMG). Durante as vistorias semanais, os exemplares adultos de *Ae. aegypti* capturados nas armadilhas foram identificados com auxílio de uma lupa manual de aumento de 20x no campo e os dados registrados em planilhas.

#### **IV.3.4. Parâmetros avaliados:**

- (a) **Quantidade total de fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* capturadas por tratamento:** Quantificou o número total de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas por cada densidade da armadilha, visando conhecer se a capacidade de captura de *Ae. aegypti* varia em função da densidade de instalação da armadilha na quadra;
- (b) **Positividade da MosquiTRAP:** indicou a capacidade da armadilha em detectar a presença de *Ae. aegypti* na quadra, ou seja, a armadilha foi considerada positiva para o vetor quando ocorreu a captura de no mínimo um exemplar de *Ae. aegypti* pela armadilha na quadra monitorada. A positividade foi calculada pela seguinte fórmula: (Positividade = total de quadras positivas para *Ae. aegypti* / total de quadras monitoradas com a armadilha x 100).
- (c) **Média de *Ae. aegypti* capturados por casa:** as densidades de 16, 32 e 64 armadilhas/quadra receberam uma, duas e quatro armadilhas por casa, respectivamente. Calculou-se a média de fêmeas de *Ae. aegypti* por casa..

(d) **Índice Médio de Fêmeas de *Ae. aegypti* (IMFA):** é a relação entre o total de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas pelo número de armadilhas vistoriadas;

(e) **Índice de Médio de Fêmeas de *Ae. aegypti* por MosquiTRAP Positiva (IMFAMP):** é a relação entre o total de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas pelo número de armadilhas MosquiTRAP positivas com *Ae. aegypti*.

#### **IV.3.5. Análise estatística:**

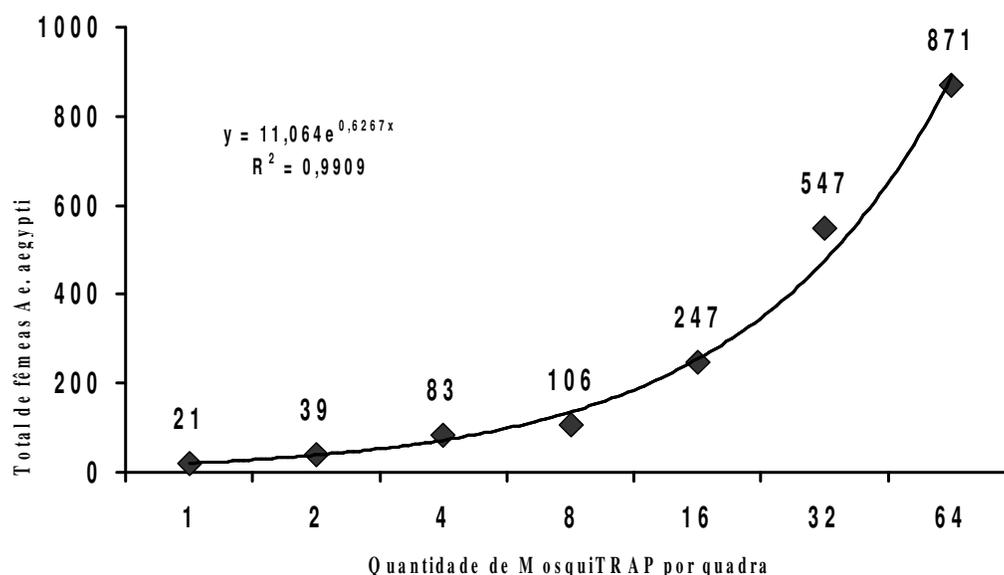
Os dados foram submetidos a teste de normalidade e subsequentemente foi realizada uma ANOVA seguida de teste Tukey (SOKAL & ROLF 1995) para os dados de média de *Ae. aegypti* capturados por casa, IMFA e IMFAMP. Para a positividade da MosquiTRAP os dados foram submetidos a Kruskal-Wallis seguido de teste de Dunn. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa SYSTAT V.8.0.

#### **IV.4. Resultados**

##### **IV.4.1. Quantidade total de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas por diferentes densidades de MosquiTRAP:**

Os resultados das capturas de fêmeas de *Ae. aegypti* durante as quatro semanas de estudo demonstraram que o número de adultos capturados aumentou exponencialmente ( $r^2=0,99$ ) em função da densidade de armadilhas instaladas nas quadras (Figura 1). O total acumulado de fêmeas de *Ae. aegypti* variou entre o mínimo de 21 fêmeas para a densidade de 1 MosquiTRAP por quadra e máximo de 871 fêmeas para a densidade de 64 MosquiTRAP por quadra. Observa-se que o menor acréscimo percentual na captura total de fêmeas de *Ae. aegypti* de 27,7% ocorreu quando aumentou a densidade de 4 para 8 MosquiTRAP/quadra e que o maior acréscimo percentual de 133,0% ocorreu quando aumentou a densidade de 8 para 16

MosquiTRAP/quadra. Quando aumentou a densidade de 16 para 32 armadilhas/quadra ocorreu ainda um ganho de 121,5% indicando uma tendência de estabilização e o aumento da densidade de 32 para 64 armadilhas/quadra provocou um ganho percentual de somente 59,2% indicando uma tendência de redução no ganho percentual de captura de fêmeas de *Ae. aegypti* para a densidade máxima testada (Figura 1).



**Figura 1:** Total acumulado de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas por diferentes densidades de MosquiTRAP nas quadras positivas e negativas (n=112), Belo Horizonte - MG.

#### IV.4.2. Positividade da MosquiTRAP:

Verificou-se que a positividade da armadilha em ambas as quadras (positivas e negativas) de detectar a presença de fêmeas de *Ae. aegypti* aumentou significativamente em função do aumento da densidade da MosquiTRAP instaladas nas quadras (H=66,6, p<0,01). Observou-se também que a positividade da MosquiTRAP

nas quadras classificadas como negativas (H= 22,0, p<0,01) e positivas (H=18,5, p<0,01), no pré-teste, apresentou diferença significativa na detecção de adultos de *Ae. aegypti* (Tabela 2).

Nas quadras onde foram instaladas somente 1 MosquiTRAP/quadra, a positividade foi de 31,3% e 50,0% para as quadras que foram classificadas como negativas e positivas no pré-teste, respectivamente. Quando se observou a positividade média da armadilha MosquiTRAP em ambas as quadras (negativas e positivas), nas densidades de 1 e 2 armadilhas por quadra a positividade foi de 40,6% e 59,4%, respectivamente, as quais foram significativamente inferiores as densidades de 8 ou mais armadilhas instaladas/quadra. A positividade máxima na detecção da presença de *Ae. aegypti* foi observada nas densidades de 16, 32 e 64 armadilhas/quadra (Tabela 2).

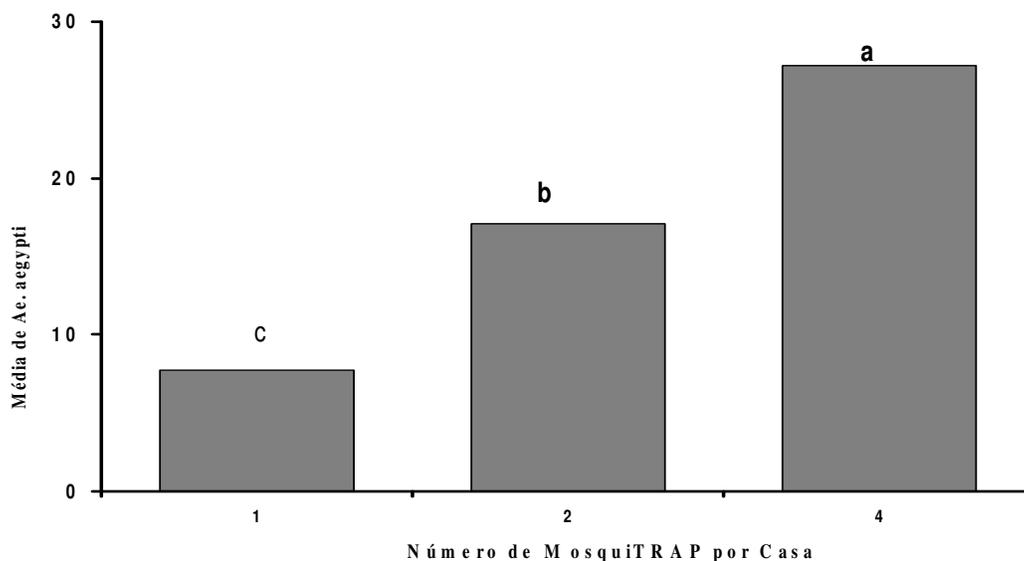
**Tabela 2.** Capacidade de detectar a presença de *Ae. aegypti* em função da densidade de armadilha MosquiTRAP instaladas nas quadra em quatro bairros de Belo Horizonte – MG.

No. de MosquiTRAP® instalada por quadra	Percentual de quadras com presença de <i>Ae. aegypti</i>		
	Quadras Negativas no pré-teste (%)	Quadras Positivas no Pré-teste (%)	Média Geral (%)
<b>1</b>	31,3 c	50,0 c	40,6 b
<b>2</b>	56,3 c	62,5 c	59,4 b
<b>4</b>	68,8 bc	75,0 bc	71,9 ab
<b>8</b>	93,8 ab	87,5 ab	90,6 a
<b>16</b>	100 a	100 a	100 a
<b>32</b>	100 a	100 a	100 a
<b>64</b>	100 a	100 a	100 a

As letras diferentes indicam diferença significativa (Tukey p < 0,05).

#### IV.4.3. Média de *Ae. aegypti* capturados por casa:

A média de *Ae. aegypti* capturados nas casas que receberam uma, duas e quatro armadilhas, variou significativamente ( $F_{48, 3} = 30,7$ ;  $p < 0,01$ ) quando comparada com os tratamentos com a densidade de 16, 32 e 64 MosquiTRAP por quadra (Figura 2).



As letras diferentes indicam diferença significativa (Tukey  $p < 0,05$ ).

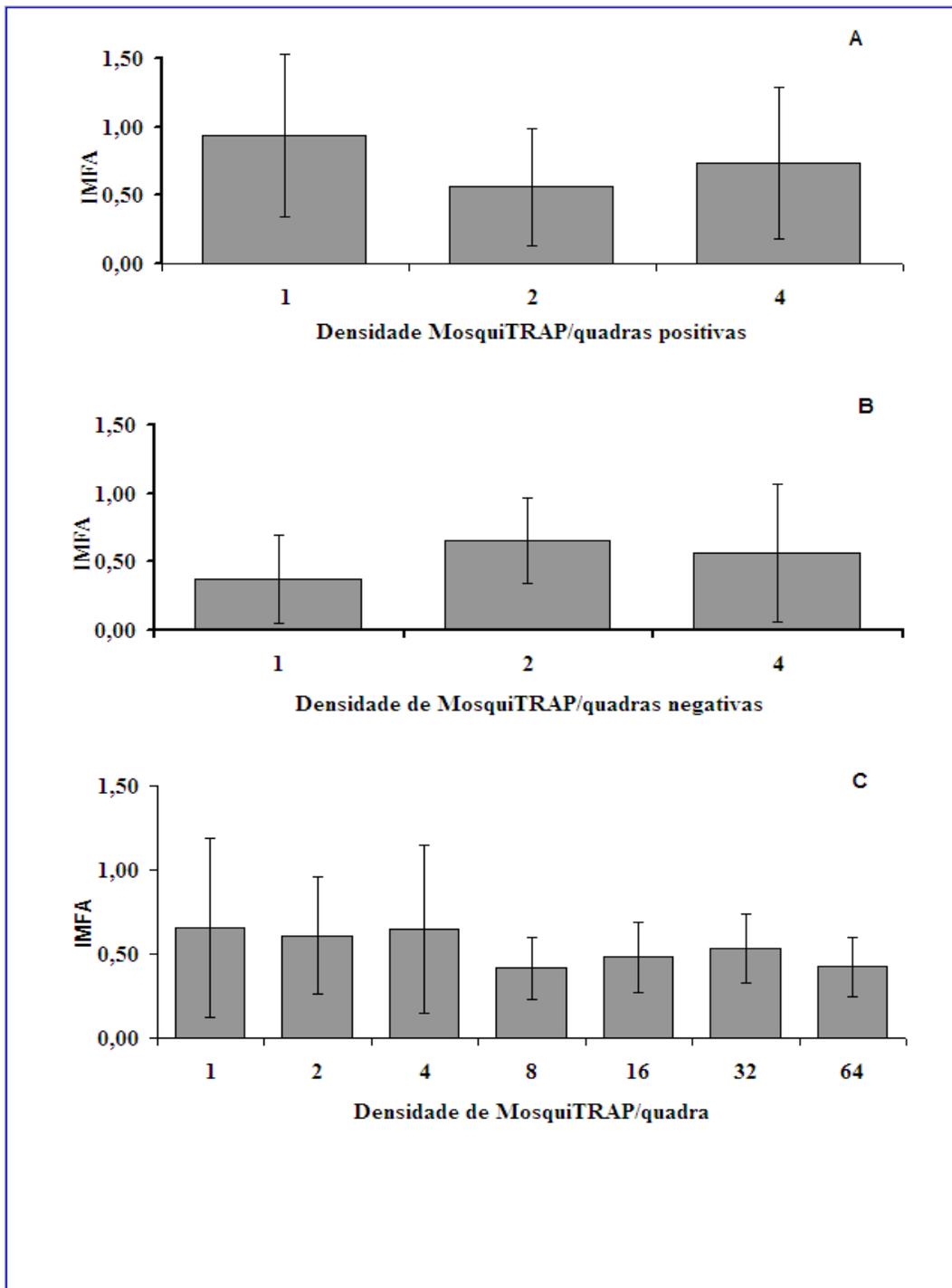
**Figura 2.** Média de *Ae. aegypti* capturados por casa em função do número de MosquiTRAP's instaladas nas casas dos bairros avaliados em Belo Horizonte - MG.

Verificou-se que a média de *Ae. aegypti* capturados por casa foi de 7,7; 17,1 e 27,2 mosquitos/casa, estes valores médios de captura foram observados nas densidades de 16, 32 e 64 MosquiTRAP/quadra, onde as dezesseis casas selecionadas nas quadras receberam uma, duas e quatro MosquiTRAP, respectivamente.

#### **IV.4.4. Índice Médio de Fêmeas de *Ae. aegypti* (IMFA):**

Observou-se que não houve variação significativa no indicador IMFA entre as diferentes densidades de 1, 2, 4, 8, 16, 32 e 64 armadilhas/quadra (ANOVA:  $F_{[6,223]} = 1,00$ ;  $p=0,423$ ) (Figura 3C). Os maiores valores e as maiores variações do IMFA foram observadas nas densidades 1, 2 e 4 armadilhas/quadra, enquanto os menores valores e variações do IMFA foram observados nas densidades de 8 a 64 armadilhas/quadra. Observou-se que o IMFA variou de um valor máximo de 0,66 para a densidade de 1 armadilha/quadra e o menor valor para o IMFA foi de 0,41 para a densidade de 4 armadilhas/quadra (Figura 3C).

Ao analisar separadamente as quadras que foram positivas e negativas para *Ae. aegypti* na etapa preliminar do estudo, em cada bairro, para as densidades de 1, 2 e 4 armadilhas/quadra, verificou-se que o IMFA para as quadras positivas variou de 0,94 a 0,56 para a densidade de 1 e 2 armadilhas/quadra, respectivamente (Figura 3 A). Para as quadras que foram negativas no pré-teste, observou-se o menor IMFA de 0,38 foi para a densidade de 1 armadilha/quadra e o maior valor do IMFA foi de 0,66 para a densidade de 2 armadilhas/quadra e com o aumento da densidade de 2 para 4 armadilhas/quadra ocorreu uma redução no IMFA para 0,56 (Figura 3B).

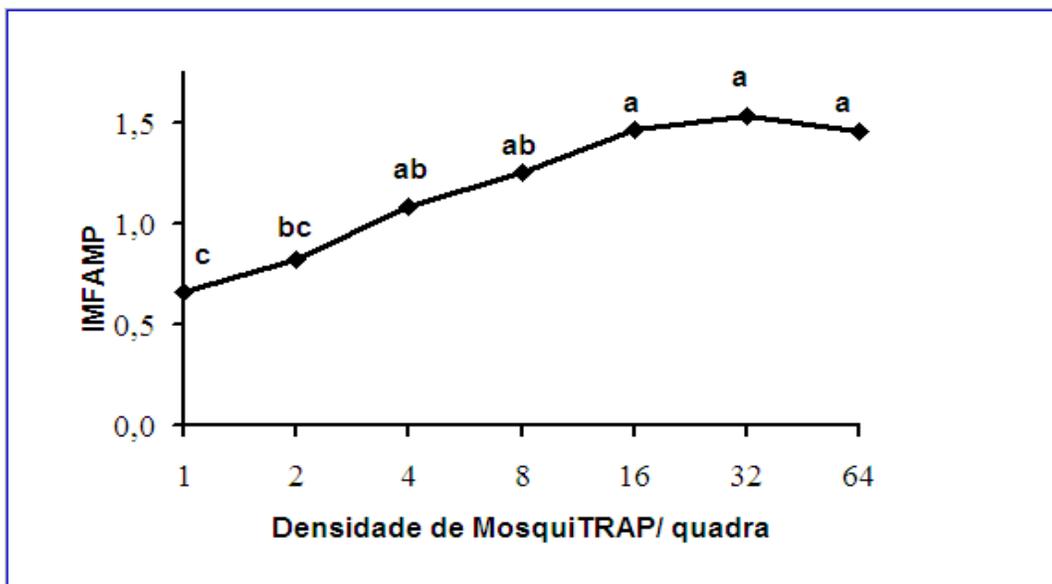


**Figura 3:** Índice Médio de fêmeas de *Aedes aegypti* (IMFA) e erro padrão ( $\pm$ ) para diferentes densidades de MosquiTRAP por quadra, em (A) quadras positivas, (B) negativas e (C) positivas e negativas, Belo Horizonte – MG.

#### IV.4.5. Índice Médio de Fêmeas de *Aedes aegypti* por MosquiTRAP Positiva (IMFAMP):

O IMFAMP variou significativamente em função da quantidade de MosquiTRAP's instaladas na quadra ( $F_{112;7} = 6,68$ ;  $p < 0,01$ ) (Figura 4). Nos tratamentos com densidade de 16, 32 e 64 MosquiTRAP/quadra o IMFAMP apresentou diferença significativa na captura de fêmeas de *Ae. aegypti* para as densidades de 1 e 2 MosquiTRAP/quadra.

Verificou-se que o IMFAMP atingiu o ponto máximo com a densidade de 32 MosquiTRAP/quadra e que a instalação de densidade de armadilha por quadra acima deste valor provocou uma tendência de queda no IMFAMP.



As letras diferentes indicam diferença significativa (Tukey  $p < 0,05$ ).

**Figura 4.** Índice Médio de Fêmeas de *Aedes aegypti* por MosquiTRAP Positiva (IMFAMP) em função da densidade de armadilhas instaladas nas quadras dos bairros avaliadas em Belo Horizonte - MG.

#### iv.5. Discussões

No Brasil, estudos demonstram a viabilidade de adotar a armadilha MosquiTRAP no monitoramento semanal de fêmeas de *Ae. aegypti* em tempo real, quando comparado com outros estudos que adotaram amostragem de formas imaturas (EIRAS & RESENDE 2009).

REGIS et al. (2008) avaliaram em Recife (Brasil) o uso de uma ovitrampa modificada (três palhetas e adição de *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) na infusão da armadilha) e verificaram que o uso da ovitrampa modificada no campo por até dois meses, mostrou a capacidade de recolher mais de 7000 ovos/ovitrampa e sugeriu que a coleta massiva de ovos associada ao tratamento dos reservatórios de água com larvicida poderia ser uma promissora estratégia de controle. Em nosso estudo, observou-se que ocorreu um aumento exponencial na captura de fêmeas de *Ae. aegypti* em função da densidade de MosquiTRAP instalada na quadra. Os resultados sugerem que uma densidade elevada de MosquiTRAP/quadra pode capturar um número expressivo de mosquitos. Portanto, futuros estudos necessitam ser conduzidos com protocolos específicos para avaliar o efeito do número de armadilhas MosquiTRAP na supressão populacional, como uma ferramenta no controle de *Ae. aegypti* por meio da coleta massal, técnica utilizada com sucesso para controlar alguns insetos praga na agricultura (VILELA & DELLA LÚCIA 2001).

Densidades ideais de armadilhas têm sido relatadas para pragas agrícolas, tais como mosca das frutas (IGA 1982) e mariposas (FACCIOLI et al. 1993), porém para a MosquiTRAP este parâmetro é desconhecido. Em nosso estudo verificou-se que a capacidade da MosquiTRAP detectar a presença de *Ae. aegypti* em uma localidade foi dependente de sua densidade de instalação nas quadras e que a instalação de no mínimo 8 MosquiTRAP/quadra permitiu positivar acima de 90% das quadras monitoradas. Estes resultados foram semelhantes aos relatados por FÁVARO et al.

(2006) que verificaram que a positividade da armadilha MosquiTRAP (82,1%) foi semelhante da ovitampa (89,7%) para detectar a presença de *Ae. aegypti* quando usaram a densidade de 4 MosquiTRAP (uma armadilha em cada face da quadra) e 1 ovitampa por quadra. A positividade da MosquiTRAP foi inferior quando comparada na mesma densidade de instalação por quadra (1:1) com a ovitampa (GAMA et al. 2007, SCHMARDICK et al. 2008). No entanto, a armadilha MosquiTRAP permite detectar e monitorar *Ae. aegypti* durante todo o ano e os indicadores entomológicos fornecidos pela coleta de mosquitos adultos estão mais associados ao risco de transmissão de dengue (FOCKS 2003, FÁVARO et al. 2006,). Os resultados do presente estudo indicam se a necessidade de um Programa de Controle da dengue for de detectar a presença de *Ae. aegypti* em uma área, deve-se adotar a estratégia de instalação de densidade mínima de 8 armadilhas/quadra o que poderá garantir maior sucesso em positivar uma localidade monitorada.

A média de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas por casa indicou que o aumento na quantidade de uma para quatro MosquiTRAP/casa resultou em uma maior de captura de *Ae. aegypti*. Este resultado concorda com os dados encontrados por CRAIG et al. (2006) que ao avaliar armadilhas de cola “Sticky ovitrap” em Cairns, Austrália, encontraram que a instalação de até oito armadilhas por casa (quatro dentro e quatro fora da casa) resultou em maior média de adultos de *Ae. aegypti* coletados por casa. No entanto, verificaram também que a instalação de oito armadilhas por casa gera dificuldades operacionais para um programa de controle de vetores e resistência dos moradores para instalação desta quantidade de armadilhas em uma mesma residência.

O indicador entomológico IMFAMP descrito aqui pela primeira vez, permitiu ilustrar a relação entre a densidade de armadilhas por quadra e o número médio de fêmeas de *Ae. aegypti* capturadas por armadilha positiva e indicou que o limite máximo do indicador IMFAMP foi alcançado quando usou a densidade de 32 armadilhas/quadra e que densidade acima deste limite não provocou incremento no indicador IMFAMP. Ao contrário, o aumento da densidade de 32 para 64 armadilhas/quadra provocou uma

redução no indicador IMFAMP. No entanto, a forma desta curva ou a natureza da relação entre densidade de MosquiTRAP e IMFAMP poderá ter outro comportamento, dependendo dos fatores de densidade humana, ocupação do solo, de densidade de vetor na área e ambientais. Este estudo pela primeira vez descreve esta relação de saturação da armadilha MosquiTRAP por quadra em condições de campo.

Nos últimos anos, armadilhas para coleta de adultos foram desenvolvidas e avaliadas em condições de campo, mostrando potencial para o monitoramento de *Ae aegypti* (MUIR & KAY 1998, KAY et al. 2000, ORDÓNEZ-GONSALEZ et al. 2001, RUSSELL et al. 2004, MACIEL-DE-FREITAS et al. 2006, WILLIAMS et al. 2006, FACCHINELLI et al. 2007, GAMA et al. 2007).

O indicadores entomológico fornecido pela MosquiTRAP: Índice Médio de Fêmeas de *Aedes* (IMFA) foi recomendado para acompanhar semanalmente as infestações de *Ae. aegypti* dos bairros e dos municípios (EIRAS & RESENDE 2009).

Em nosso estudo o IMFA como indicador entomológico no monitoramento de *Ae. aegypti* com a MosquiTRAP em função da variação da densidade de armadilha instalada nas quadras, verificou-se que a densidade de 1 armadilha/quadra como suficiente para gerar o indicador IMFA que apresentou comportamento semelhante quando analisamos as densidades de 1 a 64 MosquiTRAP/quadra.

Finalmente, é importante destacar que a estratégia de instalação de 1 armadilha/quadra além de não impactar o indicador IMFA, quando foram usadas densidades superiores de armadilhas/quadra, permitirá com a instalação de 1 armadilha/quadra ao programa de monitoramento do *Ae. aegypti* uma expressiva economia de tempo na vistoria das armadilhas, redução dos custos (armadilhas, atraentes e cartões adesivos) e recursos humanos (agentes de saúde). A Organização Mundial de Saúde (WHO, 2006) relatou que a armadilha MosquiTRAP é promissora e deve ser considerada como uma futura ferramenta no monitoramento de *Ae. aegypti*.

## **Considerações Finais:**

Este trabalho foi realizado na forma de quatro artigos, tendo como eixo principal a armadilha MosquiTRAP para captura e geração de índices de vigilância entomológica para *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae).

O primeiro artigo comparou os métodos de pesquisa larvária, armadilha de oviposição e MosquiTRAP (versão 1.0) em Pedro Leopoldo (MG). O segundo artigo mostrou aspectos operacionais da armadilha MosquiTRAP (versão 2.0) no monitoramento de *Ae. aegypti*, em estudo realizado em dez municípios brasileiros. O terceiro artigo buscou responder a um questionamento: se os indicadores entomológicos fornecidos pela pesquisa larvária se correlacionam com o indicador Índice Médio de Fêmeas de Aedes (IMFA) da MosquiTRAP? No quarto artigo avaliou-se como os indicadores fornecidos pela MosquiTRAP (versão 3.0) se comportam quando diferentes densidades de armadilhas são instaladas por quadra.

A MosquiTRAP é uma armadilha adesiva que captura principalmente fêmeas grávidas e permite a identificação da espécie de mosquito durante a inspeção da armadilha. A experimentação da armadilha MosquiTRAP em diferentes condições propiciou uma avaliação das diferentes versões da armadilha desde a versão 1.0 que foi o protótipo testado em Pedro Leopoldo, passando pela versão 2.0 avaliada em diferentes municípios e regiões brasileiras e finalmente chegando na versão 3.0 que foi avaliada em Belo Horizonte/MG.

Do exposto, concluiu-se com o estudo multicêntrico do uso da armadilha MosquiTRAP que:

- ✓ A capacidade de retenção do cartão adesivo da armadilha MosquiTRAP reduziu com o tempo em campo e, verificou-se que a substituição do cartão adesivo deve ser a cada 30 dias;

- ✓ A temperatura influenciou positivamente a captura de adultos e ovos de *Ae. aegypti*, enquanto que para a precipitação e a frequência de dias com chuva foi observada uma relação negativa;
- ✓ O tempo gasto na vistoria da MosquiTRAP foi semelhante ao da ovitrampa e ambos inferiores ao da pesquisa larvária;
- ✓ Os agentes de saúde foram capazes de identificar a espécie *Ae. aegypti* (97,4% de acerto) e *Aedes albopictus* (100% de acerto) em campo;
- ✓ O índice de pendência da armadilha MosquiTRAP em todos os municípios variou entre 0,20% e 4,43%;
- ✓ Não houve correlação entre o indicador IMFA da MosquiTRAP e os indicadores da pesquisa larvária na mesma semana epidemiológica de amostragem;
- ✓ A metodologia de defasagem temporal de duas semanas promoveu um ganho progressivo da correlação entre o índice IMFA e os índices da pesquisa larvária;
- ✓ Ocorreu um aumento exponencial na captura de fêmeas de *Ae. aegypti* em função da densidade de armadilha/quadra;
- ✓ A instalação de no mínimo 8 MosquiTRAP/quadra permitiu positivar acima de 90% das quadras monitoradas;
- ✓ O indicador IMFA apresentou comportamento semelhante, independentemente da quantidade de armadilhas instaladas por quadra.
- ✓ É evidente a necessidade de se realizarem pesquisas sobre o efeito da densidade de armadilhas MosquiTRAP na supressão populacional, como uma ferramenta de controle de *Ae. aegypti* por meio da técnica de coleta massal.

Finalmente considerando que amostragens de alados fornecem dados valiosos como sazonalidade, dinâmica de transmissão ou avaliação das intervenções. Este estudo disponibiliza para a vigilância entomológica, a opção de medir os níveis de infestação de *Ae. aegypti* em áreas urbanas com a armadilha MosquiTRAP, através de

seus indicadores entomológicos, que apresentam com a perspectiva de serem usados no monitoramento de *Ae. aegypti*.

## **Referências Bibliográficas**

- BANGS M.J., RATNA T., LISTIYANINGSIH E., KAY B.H., PORTER K.R. 2001.** Detection of dengue viral RNA in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) exposed to sticky lures using reverse-transcriptase polymerase chain reaction. *Journal of Medical Entomology*,38:720-724
- BENTLEY M.D., DAY J.F. 1989.** Chemical ecology and behavioral aspects of mosquito oviposition. *Ann. Rev. Entomol.*, 34:401-21.
- BRAGA I.A., GOMES A.C., NELSON M., MELLO R.C., BERGAMASCHI D.P., SOUZA J.M.P. 2000.** Comparação entre pesquisa larvária e armadilha de oviposição, para detecção de *Aedes aegypti*. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, 33:347-53.
- BRAGA I.A., VALLE D. 2008.** *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 16(2):113-18.
- BRETEAU H. 1954.** La fièvre jaune en Afrique-Occidentale Française. Un aspect de la médecine préventive massive. *Bulletim WHO*, 11 : 453-81.
- CHADEE D.D. 1991.** Seasonal incidence and vertical distribution patterns of oviposition by *Aedes aegypti* in an urban environment in Trinidad, W.I.J. *Am. Mosq. Control Assoc.*, 7:383-86.
- CHADEE D.D., COBERT P.S. 1993.** The gonotrophic status and diel pattern of entry to outdoor oviposition sites of female *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 87:263-8.
- CHADEE D.D., LAKHAN A., RAMDATH W.R., PERSAL R.C. 1993.** Oviposition response of *Aedes aegypti* mosquitoes to different concentrations of hay in Trinidad, West Indies. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*, 9:346-48.
- CHAN T.C., HO CHAN K.L., HO B.C. 1971.** *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* (Skuse) in Singapore: 1. Distribution and density. *Bulletin World Health Organization*, 44:617-27.

- CHAN, K.L. 1985.** Methods and indices used in the surveillance of dengue vectors. Mosquito Borne Disease Bulletin, 1:79-88.
- CLEMENTS A.N. 2000.** The biology of mosquitoes. Sensory reception and behavior. (2<sup>nd</sup> Edition). 740 pp. CABI Publishing, London.
- COELHO G.E. 2008.** Dengue: desafios atuais. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, 17(3):231-33.
- CONNOR M.E., MONROE W.M. 1923.** Stegomyia indices and their value in yellow fever control. Am. J. Trop. Med. Hyg., 3:9-19.
- CONSOLI R.A.G.B., LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R. 1994.** Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro, Fiocruz, 228p.
- CRAIG R.W., SHARRON A.L., RUSSELL R.C., RITCHIE S.A. 2006.** Optimizing ovitrap use for *Aedes aegypti* in Cairns, Queensland, Australia: Effects of some abiotic factors on field efficacy. J. Am. Mosq. Control Assoc., 22(4):635-40.
- CRAIG R.W., LONG S.A., WEBB C.E., BITZHENNER M., GEIER M., RUSSELL R., RITCHIE S.À. 2007.** *Aedes aegypti* population sampling using BG-Sentinel traps in North Queensland Australian: statistical considerations for trap deployment and sampling strategy. J. Med. Entomol., 44(2):345-50.
- CUNHA R.V. 1993.** Estudo soro-epidemiológico sobre dengue em escolares do Município de Niterói, Rio de Janeiro, [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz.
- CUNHA M.C.N. 2005.** Fatores associados à infecção de dengue em Belo Horizonte: características individuais e diferenças intra-urbanas [Tese de Doutorado]. Belo Horizonte. Universidade Federal de Minas Gerais.
- DIAS J.P. 2006.** Avaliação da efetividade do Programa de Erradicação do *Aedes aegypti*. Brasil, 1996-2002 [Tese de Doutorado]. Salvador: Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia.

- DONALISIO M.R.C. 1995.** O enfrentamento de epidemias: as estratégias e perspectivas do controle do dengue (Tese de Doutorado). Campinas:UNICAMP.
- DONALISIO M.R., GLASSER C.M. 2002.** Vigilância entomológica e controle de vetores da dengue. Rev. Bras. Epidemiol., 5: 259-72.
- EIRAS A.E., ROQUE R.A., DUARTE R.N., IVO E.S., MOTA R.N., RESENDE M.C., LAMOUNIER M.A. 1999.** Comparação de dois métodos de monitoramento de mosquitos do gênero *Aedes* (Diptera: Culicidae): pesquisa larvária versus armadilha de oviposição. Resumos do 16º Congresso Brasileiro de Parasitologia p.45.
- EIRAS A.E., SANT'ANA A.L. 2001.** Atraentes de oviposição de mosquitos. Patente: Privilégio e Inovação. nºPI0106701-0. Data 20/12/2001.
- EIRAS A.E. 2002.** Armadilha para a captura de insetos. Depósito de patente no Brasil: PI0203907-9. Data 05/09/2002.
- EIRAS A.E. 2005.** Culicídeos. pp. 355-367 In: Parasitologia humana. Eds. D.P. Neves, A.L. de Melo, O. Genaro & P.M. Linardi. 11<sup>th</sup> Ed. Atheneu, Rio de Janeiro, Brazil. 494p.
- EIRAS A.E., RESENDE M.C. 2009.** Preliminary evaluation of the "Dengue-MI" technology for *Aedes aegypti* monitoring and control. Cad. Saúde Pública, 25, suppl.1, p.S45-S58.
- FACCIOLI G., PASQUALINI E., BARONIO P. 1993.** Optimal trap density in *Cossus cossus* (Lepidoptera: Cossidae) mass-trapping. J. Econ. Entomol., 86:850-53.
- FACCHINELLI L., VALERIO L., POMBI M., REITER P., COSTANTINI C., DELLA TORRE A. 2007.** Development of a novel sticky trap for container-breeding mosquitoes and evaluation of its sampling properties to monitor urban populations of *Aedes albopictus*. Medical and Veterinary Entomology, 21(2):183-95.
- FACCHINELLI L., KOENRAADT C.J.M., FANELLO C., KIJCHALAO U., VALÉRIO L., JONES J.W., SCOTT T.W., TORRE A. 2008.** Evaluation of a sticky trap for

- collection *Aedes (Stegomyia)* adults in a dengue-endemic area in Thailand. Am. J. Trop. Hyg., 78(6):904-09.
- FAVARO E.A., DIBO M.R., MONDINI A., FERREIRA A.C., BARBOSA A.A.C., EIRAS A.E., BARATA E.A.M.F., CHIARAVALLOTI-NETO, F. 2006.** Physiological state of *Aedes (Stegomyia) aegypti* mosquitoes captured with MosquiTRAPs® in Mirrasol, São Paulo, Brazil. J. Vector Ecol., 31:285-91.
- FÁVARO E.A., MONDINI A., DIBO M.R., BARBOSA A.A.C., EIRAS A.E., CHIARAVALLOTI-NETO F.C. 2008.** Assessment of entomological indicators of *Aedes aegypti* (L.) from adult and egg collections in São Paulo, Brasil. Journal of Vector Ecology, 33(1):8-16.
- FAY R.W., PERRY A.S. 1965.** Laboratory studies of oviposition preferences of *Aedes aegypti*. Mosq. News, 25:276-81.
- FAY R.W., ELIASON D.A. 1966.** A preferred oviposition site as a surveillance method for *Aedes aegypti*. Mosq. News. 26:531-35.
- FIGUEIREDO L.T.M., CAVALCANTE S.M.B., SIMÕES M.C. 1991.** Encuesta serológica sobre el dengue entre escolares de Rio de Janeiro. Brasil, 1986 y de 1987. Bol. Oficina Sanit. Panam., 111:525-33.
- FIGUEIREDO L.T.M., OWA M.A., CARLUCCI R.H., OLIVEIRA L. 1995.** Encuesta serológica sobre el dengue en Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. Bol. Oficina Sanit. Panam., 118:499-509.
- FOCKS D.A., CHADEE D.D. 1997.** Pupal survey: an epidemiologically significant surveillance method for *Aedes aegypti*; an example using data from Trinidad. Am. J. Trop. Med. Hyg., 53(5):489-506.
- FOCKS D.A. 2003.** A review of entomological sampling methods and indicators for dengue vectors. WHO, Geneva, 40p.
- FRANCO O. 1969.** Reinfestação do Pará por *Aedes aegypti*. Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais, 21(4):729-31.

- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. 2001.** Dengue – Instrução para pessoal de combate ao vetor: Manual de normas técnicas. – 3ª ed., rev. Brasília: Ministério da Saúde, 84p.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. 2002.** Ministério da Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue – PNCD, Brasília (DF), Ministério da Saúde, 32p.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. 2002b.** Programa Nacional de Controle da dengue: amparo legal a execução das ações de campo – imóveis fechados, abandonados ou com acesso não permitido pelo morador. Brasília, Ministério da Saúde, 154p.
- FURLOW B.M., YOUNG W.W. 1970.** Larval surveys compared to ovitrap surveys for detecting *Aedes aegypti* and *Aedes triseriatus*. Mosq. News. 30:468-70.
- GAMA R.A., SILVA E.M., SILVA I.M., RESENDE M.C., EIRAS A.E. 2007.** Evaluation of the sticky MosquiTRAP for detecting *Aedes aegypti* Linnaeus (Diptera: Culicidae) during the dry season in the district of Itapoã, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. Neotropical Entomology, 36(2):294-302.
- GLASSER C.M. 1997.** Estudo da infestação do estado de São Paulo por *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. (Dissertação de mestrado). São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP.
- GOMES A.C. 1998.** Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em programa de vigilância entomológica. Informativo Epidemiológico do SUS, 7:49-57.
- GOMES A.C. 2002.** Vigilância entomológica. Informativo Epidemiológico do SUS, 11(2):79-90.
- GOMES A.C., SILVA N.N., BERNAL R.T.I., LEANDRO A.S., CAMARGO N.J., SILVA A.M., FERREIRA A.C., OGURA L.C., OLIVEIRA S.J., MOURA S.M. 2007.** Especificidade da armadilha Adultrap para capturar fêmeas de *Aedes Aegypti* (Diptera: Culicidae). Rev. Soc. Bras. Med. Trop., 40(2):216-19.

- GOMES A.S., SCIAVICO C.J.S., EIRAS A.E. 2006.** Periodicidade de oviposição de fêmeas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) em laboratório e campo. Rev. Soc. Bras. Med. Trop., 39:327-32,
- GÓMEZ-DÁNTES H. 1991.** El dengue en las Americas. Um problema de Salud Regional. Salud Pública de México, 33 (4):347-55.
- GÓMEZ-DANTES H., MONTESANO-CASTELLANOS R., LOPEZ-MORENO S., TAPIA-CONYER R. 1995.** Dengue en México. Situación epidemiológica actual. Gac. Med. Mex. 131:237-40.
- GUBLER D.J., NALIM S., TAN R., SAIPAN H., SAROSO J.S. 1979.** Variation in susceptibility to oral infection with dengue viruses among geographic strains of *Aedes Aegypti*. Am. J. Trop. Med. Hyg., 28:1045-52.
- GUBLER D.J., TRENT D.W. 1993.** Emergence of Dengue/Dengue Hemorrhagic fever as a Public Health Problem in the Americas. Infections agents and disease. 2(6):383 – 93.
- GUBLER D.J. 1997.** Dengue and dengue hemorrhagic fever: its history and resurgence as a global health problem. In: Gubler DJ, Kuno G, editors. Dengue and dengue hemorrhagic fever. New York: CAB International p.1-22.
- GUBLER D.J., KUNO G. 1997.** Dengue and dengue hemorrhagic fever. New York: CAB International. p.45-60.
- GUBLER D.J. 1998.** Dengue and Hemorrhagic Dengue Fever. Clin. Microbiol. Rev., 11:480-96.
- GUSMÁN M.G., KOURI G. 1996.** Advances in Dengue Diagnosis. Minireview Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology, 3(6):621-27.
- HOECK P.A.E., RAMBERG F.B., MERILL S.A., MOLI C., HAGEDORA H.H. 2003.** Population and parity levels of *Aedes aegypti* collected in Tucson. J. Vector Ecol., 28:65-73.

- HONÓRIO N.A., SILVA W.C., LEITE P.J., GONÇALVES J.M., LOUNIBOS L.P. LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R. 2003.** Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Díptera: Culicidae) in an urban endemic dengue area in the state of Rio de Janeiro, Brazil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 98(2):191-98.
- HOWE G.M. 1977.** A world geography of human diseases. New York: Academic Press, p.302-317.
- IGA M. 1982.** Density of methyl eugenol traps for efficient trapping of adult males of oriental fruit fly *Dacus dorsalis* (Diptera: Tephritidae) on Ogasawara Island Japan. Jpn. J. Appl. Entomol., 26:172-76.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2000.** Censo demográfico 2000. Disponível:<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm>> (acessado em 18/08/09).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2008.** Perfil dos municípios Brasileiros 2008. Disponível:<[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?idnoticias1286&idmpagina+1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?idnoticias1286&idmpagina+1)> (acessado em 09/09/09).
- KARABATSOS W. 1985.** International catalog of arboviruses including certain other viruses of vertebrates. Am. Soc. Trop. Med. Hyg., San Antonio, Texas, USA, 3<sup>a</sup> ed., 1147p.
- KAY B.H., SUTTON K.A., RUSSELLI B.M. 2000.** A sticky entry-exit trap for sampling mosquitoes in subterranean habitats. J. Am. Mosq. Control Assoc., 16:262-65.
- KAY B.H., NAM V.S., TIEN T.V., YEN N.T., PHONG T.V., DIEN V.T.B., NINH T.U., BEKTAS A., AASKOV J.G. 2002.** Control of *Aedes aegypti* vectors of dengue in three provinces of Vietnam by use of *Mesocyclops* (Copepoda) and community based methods validated by entomologic, clinical and serological surveillance. Am. J. Trop. Med. Hyg., 66:40-8.

- KENNEDY J.S. 1940.** The visual responses of flying mosquitoes. Proc. Zool. Soc. Lond., 109: 221-46..
- KLOWDEN M.J., LEA A.O. 1979.** Humoral inhibition of host-seeking in *Aedes aegypti* during oocyte maturation. J. Insect Physiol., 25(3):231-5.
- KOOPMAN J.S., PREVOTS D.R., MARIN M.A.V., GOMES-DANTES H. 1991.** Determinants and predictors of dengue infection in Mexico. Am. J. Epidemiol., 133(11):1168-78.
- KROCKEL U., ROSE A., EIRAS A.E., GEIER M. 2006.** New tools for surveillance of adult yellow fever mosquitoes: comparison of trap catches with human landing rates in an urban environment. J. Am. Mosq. Control Assoc., 22:229-38.
- KUNO G. 1995.** Review of the factors modulating dengue transmission. Epidemiol. Reviews, 17:321-35.
- LOK C.K. 1985.** Singapore's dengue haemorrhagic fever control programme: a case study on the successful control of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* using mainly environmental measures as part of integrated vector control. National University of Singapore, Singapore.
- LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R., LIMA J.B.P., PERES R., ALVES F.C., EIRAS A.E., CODEÇO C.T. 2008.** Comparison of different uses of adult traps and ovitraps for assessing dengue vector infestation in endemic areas. J. Am. Mosq. Control Assoc., 24(3):387-92.
- MACIEL-DE-FREITAS R., EIRAS A.E., LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R. 2006.** Field evaluation of effectiveness of the BG-Sentinel, a new trap for capturing adult *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 101(3):321-25.
- MACIEL-DE-FREITAS R., PERES R.C., ALVES, F., BRANDOLINI M.B. 2008.** Mosquito traps designed to capture *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) females:

preliminary comparison of Adultrap, MosquiTRAP and backpack aspirator efficiency in a dengue-endemic area of Brazil. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 103:602-05.

**MARQUES C.C.A., MARQUES G.R.A.M., BRITO M., SANTOS-NETO L.G., ISHIBASCHI V.C., GOMES F.A. 1993.** Comparative study of the efficiency of larval and ovitraps for surveillance of dengue and yellow fever vectors. Rev. Saúde Pública, 27:237-41.

**MARTINEZ-TORRES E.M. 1990.** Dengue hemorrágico en niños: Havana, Cuba: Ed. José Martí: 180p.

**MARZORCHI, K.B.F. 1994.** Dengue in Brazil – Situation, Transmission and Control – A proposal for Ecological control. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 89(2):235-45.

**MEIRA R. 1916.** “Ürucubaca” Gripe ou dengue? Dengue. In: Clínica Médica. Gráfica. O Estado de São Paulo, 273-85.

**MICIELI M.V., CAMPOS R.E. 2003.** Oviposition activity and seasonal pattern of a population of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) in subtropical Argentina. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 98:659-63.

**MINISTÉRIO DA SAÚDE. 1988.** Dengue no Brasil. Relatório apresentado no Congresso Internacional de Medicina Tropical, Havana, Cuba.

**MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2002.** Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue – PNCD, Brasília (DF), FUNASA, 32p.

**MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2005.** Diagnóstico rápido nos municípios para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil - LIRAA: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial. Brasil, Brasília: Ministério da Saúde; Secretaria de Vigilância em Saúde, 60p.

**MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2007.** Disponível: <<http://www.saude.gov.br>> (acessado em 23/03/2008).

- MORATO V.C.G., TEIXEIRA M.G., GOMES A.C., BERGAMASCHI D.P., BARRETO M.L. 2005.** Infestation of *Aedes aegypti* estimated by oviposition traps in Brazil. Rev Saúde Publica, 39(4):553-58.
- MORRISON A.C., ASTETE H., CHAPILLIQUEN F., RAMIREZ-PRADA G., DIAZ G., GETIS A., GRAY K., SCOTT T.W. 2004.** Evaluation of a sampling methodology for rapid assessment of *Aedes aegypti* infestation levels in Iquitos, Peru. J. Med. Entomol., 41:502-10.
- MUIR L.E., KAY B.H. 1998.** *Aedes aegypti* survival and dispersal estimated by mark-release-recapture in northern Australia. Am. J. Trop. Med. Hyg., 58(3):277-82.
- NASCI R.S. 1981.** A light weight battery-powered aspirator for collecting mosquitoes in the field. Mosq. News, 41:808-11.
- NATHAN M.B. 1993.** Critical review of *Aedes aegypti* control programs in the Caribbean and select neighboring countries. J. Am. Mosq. Control Assoc., 9:1-7.
- NELSON M.J. 1994.** The role of sampling in vector control. Am. J. Trop. Med. Hyg., 50(6):145-50.
- OOI E.E., GUBLER D.J., NAM V.S. 2006.** Dengue research needs related to surveillance and emergency response. In: Report of scientific work group on dengue. World Health Organization, Geneva, Switzerland, p. 124-33.
- OOI E.E., GUBLER D.J. 2009.** Dengue in Southeast of Asia: epidemiological characteristics and strategic challenges in disease prevention. Cad. Saúde Pública, 25:S115-S124.
- ORDONEZ-GONZALEZ J.G., MERCADO-HERNANDEZ R., FLOREZ-SUAREZ A.E., FERNANDEZ-SALAS I. 2001.** The use of sticky ovitraps to estimate dispersal of *Aedes aegypti* in Northeastern México. J. Am. Mosq. Control Assoc., 17(2):93-7.

- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. 1986.** *Aedes aegypti*: Biología & Ecología. Washington, D.C., 50p.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. 1992.** El dengue y la fiebre hemorrágica del dengue en las Américas: una visión general del problema. Bol. Epidemiol., 13 (1).
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. 1995.** Dengue y dengue hemorrágico en las Américas: guías para su prevención y control. Washington, DC: OPS. 110p.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. 2009.** Number of reported cases of dengue & Dengue Hemorrhagic Fever (DHF). Region of the Americas. Disponível: <<http://www.paho.org/English/ad/dpc/cd/dengue-cases-2005/2007.htm>> (acessado em 11/08/2009).
- PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. 2003.** Number of reported cases of dengue & Dengue Hemorrhagic Fever (DHF). Region of the Americas (by country and subregion) 2004 (monografia na internet). Washington, DC:PAHO:2004. Disponível:<<http://www.paho.org/english/ad/dpc/cd/dengue-cases-2003.htm>>. (acessado em 11/08/2009)
- PESSANHA J.E.M., CAIAFFA W.T., CESAR C.C., PROIETTI F.A. 2009.** Avaliação do plano nacional de controle da dengue. Cad. Saúde Pública, 25(7):1637-41.
- PESSÔA S.B., MARTINS A.V. 1982.** Parasitologia Médica. 11ª edição, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Distrito Sanitário Oeste. 2009.** Disponível:<<http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?app=regionaloeste>> (acessado em 18/08/09).
- RAWLINS S.C., MARTINEZ R., WILTSHIRE S., LEGALL G. 1998.** A comparison of surveillance systems for the dengue vector *Aedes aegypti* in Port of Spain, Trinidad. J. Am. Mosq. Control Assoc., 14:131-36.

**REGIS L., MONTEIRO, A.M., MELO-SANTOS, M.A.V., SILVEIRA JR J.C., FURTADO A.F., ACIOLI R.V., SANTOS G.M., NAKAZAWA M., CARVALHO M.S., RIBEIRO JR P.J., SOUZA W.V. 2008.** Developing new approaches for detecting and preventing *Aedes aegypti* population outbreaks: basis for surveillance, alert and control system. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, 103(1):50-9.

**REITER P., AMADOR M.A., NELSON C. 1991.** Enhancement of the CDC ovitrap with hay infusions for daily monitoring of *Aedes aegypti* populations. J. Am. Mosq. Control Assoc., 7:52-5.

**REITER P. 1992.** Status of Current *Aedes aegypti* Control Methodologies, pp. 41-48. In: SB Halstead & Gomez-Dantes (eds.). Proceedings of the International Conference on Dengue and *Aedes aegypti* Community – Based Control I.

**REITER P., AMADOR M.A., ANDERSON R.A., CLARK G.G. 1995.** Short Report: dispersal of *Aedes aegypti* in an urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs. Am J Trop Med Hyg., 52(2):177-79.

**REITER P., NATHAN M.B. 2001.** Guidelines for assessing the efficacy of insecticidal space sprays for control of the Dengue vector *Aedes aegypti*. Geneva: WHO/CDS/CPE/PVC; 44p.

**RITCHIE S.A., LONG S., HART A., WEBB C.E., RUSSELL R.C. 2003.** An adulticidal sticky ovitrap for sampling container-breeding mosquitoes. J. Am. Mosq. Control Assoc., 19(3):235-42.

**RITCHIE S.A., LONG S., HARD A., SMITH G., PYKE A., KNOX T.B. 2004.** Entomological investigations in a focus of dengue transmission in Cairns, Queensland, Australia, by using the sticky ovitrap. J. Med. Entomol., 41:1-4.

- ROBERTS D.R., HSI B.P. 1977.** Method of evaluating *Aedes* ovipositional attractants. J. Med. Entomol.,14:129-31.
- RODRIGUEZ-TOVAR M.L., BADI M.H., OLSON J.K., FLOREZ-SUAREZ A. 2000.** Oviposition preference of *Aedes aegypti* (L.) in artificial containers in Nuevo Leon, Mexico. Southwest Entomol., 25:55-8.
- ROQUE R.A., EIRAS A.E. 2008.** Calibration and Evaluation of Cage for Oviposition Study with *Aedes (Stegomyia) aegypti* Female (L.) (Diptera: Culicidae). Neotropical Entomology, 37:478-85.
- RUSSELL R.C., RITCHIE S.A. 2004.** Surveillance and behavioural investigations of *Aedes aegypti* and *Aedes polynesiensis* in Moorea, French Polynesia, using a sticky ovitrap. J. Am. Mosq. Control Assoc., 20:370-75.
- RUSSELL R.C., WEBB C.E., WILLIAMS C.R., RITCHIE S.A. 2005.** Mark-release-recapture study to measure dispersal of the mosquito *Aedes aegypti* in Cairns, Queensland, Australia. Med. Vet. Entomol., 19:1-7.
- SANT'ANA A.L., ROQUE R.A., EIRAS A.E. 2006.** Characteristics of Grass infusions as oviposition attractants to *Aedes (Stegomyia)* (Diptera: Culicidae). J. Med. Entomol., 43:214-20.
- SCHMARDICK M.A.; BALL T.S.; BURKKOT T.R., GURR N.E. 2008.** Evaluation of three traps for sampling *Aedes polynesiensis* and other mosquito species in American Samoa. J. Am. Mosq. Control. Assoc., 24(2):319-22.
- SCHOELER G.B., SCHLEICH S.S., MANWEILER S.A., SIFUENTES V.L. 2004.** Evaluation of surveillance devices for monitoring *Aedes aegypti* an urban area of northeastern Peru. J Am Mosq Control Assoc., 20:6-11.

- SCOTT T.W., MORRISON A.M.Y.C., LORENZ L.H., CLARK G.G., STRICKMAN D., KITTAYAPONG P., ZHOU H., EDMAN J.D. 2000.** Longitudinal studies of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand and Puerto Rico: population dynamics. *Journal of Medical Entomology.*, 37(1):77-88.
- SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. 2003.** Departamento de Análise de situação de saúde. Dados e Indicadores selecionados. Brasília: Ministério da Saúde.  
Disponível:<[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/tabela\\_dengue2007.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/tabela_dengue2007.pdf)> (acessado 11/08/09)
- SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. 2007.** Programa Nacional de Controle de Dengue. Brasília, Ministério da Saúde  
Disponível:<[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/tabela\\_dengue2007.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/tabela_dengue2007.pdf)> (acessado em 11/08/2009).
- SERVICE N.W. 1992.** Importance of ecology in *Aedes aegypti* control. *Southeast Asian J. Trop. Med. Health*, 23(4):681-90.
- SIQUEIRA J.B., MARTELLI C.M., MACIEL I.J., OLIVEIRA R.M., RIBEIRO M.G., AMORIM F.P. 2004.** Household survey of dengue infection in central Brazil: spatial point pattern analysis and risk factors assessment. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 71:646-51.
- SOKAL R.R., ROLF F.J. 1995.** Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 3rd ed. W.H. Freeman, New York, 887p.
- SOPER F.L. 1965.** The 1964 status of *Aedes aegypti* eradication and yellow fever in the Americas. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 14(6):887-91.
- STEIN M., ORIA G.I., ALMIRÓN W.R., WILLENER J.A. 2005.** Fluctuación estacional de *Aedes aegypti* in Chaco Province Argentina. *Rev. Saúde Pública*, 39:559-64.
- SULAIMAN S., PAWANCHEE Z.A., ARIFIN Z., WAHAB A. 1996.** Relationship between Breteau and house indices and cases of dengue/dengue hemorrhagic fever in Kuala Lumpur, Malaysia. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*, 12:494-96.

- TAUIL P.L. 2002.** Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. Cad. Saúde Pública, 18(3):867-71.
- TEIXEIRA M.G., BARRETO M.L., GUERRA, Z. 1999.** Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. Informe Epidemiológico do SUS, 8(4):5-33.
- TEIXEIRA M.G., BARRETO M.L., COSTA M.C.N., FERREIRA L.D.A., VASCONCELOS P.F.C. 2002.** Dynamics of dengue virus circulating: a silent epidemic in a complex urban area. TM & IH. Tropical Medicine International Health, 7(9):757-62,
- TEIXEIRA M.G., COSTA M.C.N., BARRETO M.L., MOTA E. 2005.** Dengue and dengue hemorrhagic fever epidemic in Brazil: what research is needed based on trends, surveillance and control experiences? Cad. Saude Publica, 21(5):1307-315.
- TEIXEIRA M.G., COSTA M.C.N., BARRETO F., LIMA M.B. 2009.** Dengue: twenty-five years since reemergence in Brazil. Cad. Saúde Pública, 25, supl.1: S7- S18.
- THIRAPATSAKUN L., TAUTHONG P., PHANTHUMACHINDA B. 1981.** Surface preferences of oviposition of *Aedes aegypti* in Thailand. Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health, 12:209-12.
- TINKER M.E. 1978.** Relationship of the house index and the breteau index for *Aedes aegypti*. PAHO/WHO. Newsletter on dengue, yellow fever and *Aedes aegypti* in the Américas. 7:11-13.
- TUN-LIN W., KAY B.H., BARNES A. 1996.** Critical examination of *Aedes aegypti* indices: correlations with abundance. Am. J. Trop. Med. Hyg., 54:543-47.
- VASCONCELOS P.F.C., LIMA J.W.O., TRAVASSOS-DA-ROSA P.A., TIMBÓ M.J., TRAVASSOS-DA-ROSA J.L.S. 1998.** Epidemia de dengue em Fortaleza, Ceará: inquérito epidemiológico de soro aleatório. Rev. Saúde Pública, 32:447-54.
- VASCONCELOS P.F.C., LIMA J.W.O., RAPOSO M.L., RODRIGUES S.G., TRAVASSOS-DA-ROSA J.L.S., AMORIM S.M.C. 1999.** Inquérito soro-

epidemiológico na Ilha de São Luís durante epidemia de dengue no Maranhão. Rev. Soc. Bras. Med. Trop., 32:171-9.

**VILELA E.F., DELLA LUCIA T.M.C. 2001.** Introdução aos Semioquímicos e Terminologia. In: Evaldo F. Vilela; Terezinha M.C. Della Lucia. (Org.). Feromônios de Insetos - Biologia, Química e Emprego no Manejo de Pragas. 2 ed. Ribeirão Preto: Holos, p.9-206.

**WERKEMA C., AGUIAR S. 1996.** Análise de regressão: como entender o relacionamento entre variáveis de um processo. Ed. Fundação Christiano Ottoni. 328p.

**WILLIAMS, C.R., LONG, S., RUSSELL, R.C. 2006.** Field efficacy of the BG-Sentinel compared with CDC backpack aspirators and CO<sub>2</sub>-baited EVS traps for collection of adult *Aedes aegypti* in Cairns, Queensland, Australia. J. Am. Mosq. Control Assoc., 22:296-300.

**WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1972.** A system of world-wide surveillance for vectors. Wkly. Epidem. Rev., 47:73-84.

**WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1986.** Dengue hemorrhagic fever: diagnosis, treatment and control. Geneva, WHO, (Publ. Nº. 13).

**WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1997.** Chemical methods for the control of vectors and pests of public health importance. Geneva, (WHO/CTD/WHOPES/97.2).

**WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2003.** A review of entomological sampling methods and indicators for dengue vectors. Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases (TDR), Geneva, 40 p.

**WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2006.** Scientific working group, Report on dengue. (TDR/SWG/08), 1-5 October. Geneva, Switzerland, 168p.