

**LÍGIA LEANDRO NUNES SERPA**

**Oviposição de *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em município com transmissão de dengue, Estado de São Paulo, Brasil**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, para obtenção do Título de Doutor em Ciências.

**Área de Concentração:** Pesquisas Laboratoriais em Saúde Pública

**Orientador:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gisela R.A.M. Marques

**SÃO PAULO**

**2014**

### FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pelo Centro de Documentação – Coordenadoria de Controle de Doenças/SES-SP

©reprodução autorizada pelo autor, desde que citada a fonte

Serpa, Ligia Leandro Nunes

Oviposição de *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em município com transmissão de dengue, Estado de São Paulo, Brasil. / Ligia Leandro Nunes Serpa - São Paulo, 2014.

Tese (doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo.

Área de concentração: Pesquisas Laboratoriais em Saúde Pública

Orientadora: Gisela R. A. M. Marques

1. *Aedes* 2. Ambiente 3. Dengue 4. Conceitos meteorológicos  
5. Oviposição

SES/CCD/CD-292/14

**LÍGIA LEANDRO NUNES SERPA**

**Oviposição de *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em município com transmissão de dengue, Estado de São Paulo, Brasil**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, para obtenção do Título de Doutor em Ciências.

**Área de Concentração:** Pesquisas Laboratoriais em Saúde Pública

**Orientador:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gisela R.A.M. Marques

**SÃO PAULO**

**2014**

**Aos meus filhos, Leonardo e Letícia,  
e ao meu marido Márcio Serpa.**

## **AGRADECIMENTOS**

A Professora Dr<sup>a</sup> Gisela R. A. M. Marques pela orientação e companheirismo no trabalho;

Ao Prof. Dr. Júlio Cesar Voltolini do Departamento de Biologia da Universidade de Taubaté (UNITAU) pela análise estatística dos dados e contribuição na discussão do tema;

A Dra. Maria de Fátima Costa Pires pelo apoio e sugestões no trabalho;

Ao Dr Gerson Laurindo Barbosa pela orientação nos mapas de geoprocessamento;

Ao Dr Luiz Fillipe Mucci pela confecção da figura do município de estudo e sugestão dada;

A Dra Virgília Luna Castor de Lima pela coordenação geral do projeto de pesquisa e discussão dos dados;

A Dra Marylene de Brito Arduino e Dr Valmir Roberto Andrade pela coordenação operacional regional do projeto de pesquisa;

As bolsistas Gabrielle de Jesus, Gabriela de Oliveira Ávila, Marilena Fogaça e a colega de trabalho Juliana Ferreira Cardoso do Laboratório de Biologia e Ecologia de Culicídeos da SUCEN - Taubaté pela colaboração nas atividades;

A Ana Paula de Lima, Bióloga e bolsista da FUNDAP (Fundação do Desenvolvimento Administrativo) na Superintendência de Controle de Endemias (Sucen) do Serviço Regional de Taubaté (biênio 2011 a 2012)

pela grande amizade construída ao longo do presente trabalho, pela seriedade e empenho na realização das atividades de campo e laboratório e dedicação a toda e qualquer tarefa que lhe era solicitada, indispensáveis na construção do estudo científico;

Ao colega de trabalho Sérgio Zaina pela colaboração na formatação deste trabalho e também pelo apoio amigo na conquista deste título;

Aos colegas de trabalho Luís Milton Bonafé e Laércio Molinari pela solidariedade nos variados momentos de reflexão nas etapas da construção do estudo;

Aos alunos da Pós-Graduação – ano de 2010 – em especial a Mônica, Marcelo, Kátia, Maria Luíza, Marianni, Dyane e Fabiana pelo companheirismo durante a realização das disciplinas;

Aos colegas de trabalho Valdir e Valdomiro da Superintendência de Controle de Endemias, Serviço Regional de Taubaté – Setor de Caraguatatuba e Guaratinguetá, pela dedicação, empenho e amizade nos trabalhos exaustivos de campo;

Aos profissionais da Superintendência de Controle de Endemias, Serviço Regional de Caraguatatuba pela colaboração na execução das atividades de campo;

Aos profissionais de da Superintendência de Controle de Endemias, Sede, município de São Paulo na pessoa de Rosângela e Julinha, pela colaboração nos trâmites administrativos;

Ao meu melhor amigo, meu marido Márcio Serpa por ser o principal facilitador desta realização profissional, me apoiando, compreendendo e se dedicando indiretamente a mesma jornada;

Aos meus sogros Sra. Lúdia e Sr. Flávio Serpa pelos cuidados especiais transparecidos na maneira zelosa em que me ofertaram hospedagem no seio de seu lar, durante o período de realização das disciplinas e,

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o meu aperfeiçoamento profissional.

Este trabalho teve o apoio financeiro da Superintendência de Controle de Endemias (SUCEN) Número do processo 000005/2011 e da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) Número do processo 53123-7/2009.



## RESUMO

Serpa LLN. Oviposição de *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em município com transmissão de dengue, Estado de São Paulo, Brasil. São Paulo 2013. [Tese de Doutorado – Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo]

Objetivou-se estudar a distribuição e abundância de ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, a co-ocorrência das espécies e aspectos do comportamento de oviposição nas armadilhas. Foram expostas, por quatro dias de cada mês, 80 ovitramas nos ambientes peri- e intradomiciliar de 40 residências urbanas de 22 bairros sorteados mensalmente em São Sebastião, SP, entre fevereiro de 2011 e fevereiro de 2012. Analisou-se a distribuição mensal dos índices de positividade de ovitrapas (IPO) e média de ovos por armadilha (MOA) de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* utilizando-se o teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dwass-Steel-Christchlow-Flinger. Foi utilizado o teste de correlação de Spearman e Regressão Linear Simples para verificar a associação entre as variáveis meteorológicas com o número de armadilhas com ovos e número de ovos. O padrão de evasão e superoviposição nas armadilhas com *Ae. aegypti* foi analisado por comparação de categorias de classe de número de ovos aplicando-se teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dwass-Steel-Christchlow-Flinger, para as comparações múltiplas. Nas análises de comparação dos valores de IPO das armadilhas de co-ocorrência das espécies, entre os ambientes peri- e intradomiciliares, assim como nas análises de MOA, utilizou-se o teste Mann-Whitney. Para avaliar intensidade da infestação por espécie foi utilizado o estimador de densidade Kernel. O IPO e MOA de *Ae. aegypti* foram maiores no peridomicílio,  $p=0,03$ ;  $p=0,03$ , respectivamente. Verificou-se correlação positiva entre temperatura e número de armadilhas com ovos e número de ovos desta espécie, nos ambientes domiciliares. Não houve diferença no IPO ( $p=0,33$ ) e MOA ( $p=0,57$ ) de *Ae. albopictus* entre os ambientes. Houve correlação positiva entre temperatura e positividade de armadilhas com *Ae. albopictus* do peridomicílio. Foi verificado maior IPO de

*Ae. aegypti* comparado a *Ae. albopictus*, no peri- ( $p=0,00$ ) e intradomicílio ( $p=0,00$ ). A MOA de *Ae. aegypti* foi superior a de *Ae. albopictus*, no peri- ( $p=0,00$ ) e no intradomicílio ( $p=0,01$ ). Não se verificou diferença significativa entre o número de armadilhas positivas das diferentes categorias de classe de número de ovos ( $T = 3.48$ ;  $p = 0,32$ ). O número de ovos registrado nas categorias de classe foi diferente ( $H = 10.86$ ;  $p = 0,01$ ), revelando-se maior na classe 31 a 60, quando comparada a  $\leq 30$  ( $p=0,03$ ), e na classe  $\geq 91$ , essa comparada a  $\leq 30$  ( $p=0,00$ ). A comparação da distribuição das espécies nas armadilhas de co-ocorrência não mostrou diferença significativa ( $H = 4.61$ ;  $p = 0,20$ ). Observou-se um padrão temporal e espacial da distribuição e abundância das espécies, *Ae. aegypti* predominando sobre *Ae. albopictus* e revelando no peridomicílio seu espaço prioritário na seleção do local de oviposição. Estas espécies ocuparam o espaço urbano de maneira diferente indicando segregação de habitat o que pode ter contribuído para a co-ocorrência verificada. Foi constatada superoviposição nas armadilhas o que sugere pouca disponibilidade de criadouros apropriados no ambiente.

Palavras-chaves: *Aedes*. Ambiente. Bioecologia. Dengue. Fatores Meteorológicos. Oviposição.

## ABSTRACT

Serpa LLN. Oviposition of *Aedes (Stegomyia) aegypti* and *Aedes (Stegomyia) albopictus* in city with dengue transmission, state of São Paulo, Brazil. São Paulo 2013. [Doctoral Thesis - Coordination of Disease Control of the Ministry of Health of São Paulo]

The objective was to study the distribution and abundance of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* eggs, the co-occurrence of species and aspects of oviposition behavior in the traps. During 4 days in every month, 80 traps were exposed in the peri- and intra domiciliary environments of 40 urban residences in 22 blocks sorted out in Sebastião, SP, from February, 2011 to February, 2012. It was analyzed the monthly distribution of the ovitraps positivity indexes (IPO) and eggs average per ovitrap (MOA) of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*, by using the Kruskal-Wallis test, followed by the Dwass-Steel-Chritchlow-Flinger test. The Spearman correlation and simple linear regression test was used to assess the association between meteorological variables with the number of traps with eggs and number of eggs. The standard of evasion and superoviposition in the ovitraps with *Ae. aegypti* was analyzed per comparison of class categories of number of eggs, by applying Kruskal-Wallis test, followed by the Dwass-Steel-Chritchlow-Flinger test, for multiple comparisons. In the comparison analysis of IPO values in the traps of the species co-occurrences, in indoors and outdoors sites, as well as in the MOA analysis, the Mann-Whitney test was used. To evaluate the infestation intensity per species was utilized the estimator of Kernel density. The *Ae. aegypti* IPO and MOA were higher in the peri- domiciliary environment,  $p=0,03$  ;  $p=0,03$ , respectively. It was verified the positive correlation among temperature and number of ovitraps with eggs and number of eggs of this species, in domiciliary environments. There was no difference in the IPO ( $p=0,33$ ) and MOA ( $p=0,57$ ) of *Ae. albopictus* between the environments. There was positive correlation between temperature and positivity of ovitraps with *Ae. albopictus* in the peri- domiciliary environment. It was verified higher IPO of *Ae. aegypti* compared to *Ae. albopictus*, in the peri- ( $p=0,00$ ) and intra

domiciliary sites ( $p=0,00$ ). The MOA of *Ae. aegypti* was higher than the *Ae. albopictus* in the peri- ( $p=0,00$ ) and in the intra domiciliary ( $p=0,01$ ). No significant difference was showed in the number of positive ovitraps of the different class categories of number of eggs. ( $T = 3.48$ ;  $p = 0,32$ ). The number of eggs registered in the class categories was different ( $H = 10.86$ ;  $p = 0,01$ ), presenting in the class 31 to 60, when compared to  $\leq 30$  ( $p=0,03$ ), and in the class  $\geq 91$ , this one compared to  $\leq 30$  ( $p=0,00$ ). The comparison of the species distribution in ovitraps of co-occurrence, per domicile environment, has not showed significant difference ( $H = 4.61$ ;  $p = 0,20$ ). The spatial distribution of eggs ovitraps revealed higher intensity of infestation by *Ae. aegypti* in the south area of the study, a highly urbanized area. Regarding *Aedes albopictus*, the conglomeration of occurrence places of the species was in the north coast, place of little population concentration. There was a temporal and spatial patterns of distribution and abundance of species, *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* predominating over revealing peridomiciles your priority space in the selection of oviposition site. These species occupy urban space differently indicating segregation of habitat which may have contributed for the co-occurrence found. Overcrowding was found in the traps which suggests little availability of suitable breeding sites in the environment.

Key words: *Aedes*. Bioecology. Dengue. Environment. Meteorological Factors. Oviposition.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

**PERI-** — Peridomicílio

**INTRA-** — Intradomicílio

## **LISTA DE SIGLAS**

**CDC** – Center of Disease of Control

**CIIAGRO** – Centro integrado de informações agrometeorológicas

**DEN** – Dengue

**DENV** – Vírus dengue

**DER** – Departamento de Estrada e Rodagem

**DERSA** – Desenvolvimento Rodoviário S.A.

**FD** – Febre do dengue

**FHD** – Febre hemorrágica do dengue

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IPO** – Índice de positividade de ovitrampa

**MOA** – Média de ovos por armadilha

**OMS** – Organização Mundial da Saúde

**PNCD** – Plano Nacional de Controle da Dengue

**RNA** – Ácido Ribonucleico

**SCD** – Síndrome do choque do dengue

**SCC** – Sistema de Classificação Climática

**SES** – Secretaria Estadual de Saúde

**SIG** – Sistema de informação geográfica

**SPP** – Espécie

**SPG** – Sistema de Posicionamento Geográfico

**Sucen** – Superintendência de Controle de Endemias

**LaBEC** – Laboratório de Biologia e Ecologia de Culicídeos

**L<sub>1</sub>** – Larva de primeiro estágio

**L<sub>2</sub>** – Larva de segundo estágio

**L<sub>3</sub>** – Larva de terceiro estágio

**L<sub>4</sub>** – Larva de quarto estágio

## LISTA DE SÍMBOLOS

**Kg** – quilograma

**L** – litro

**mm** – milímetro

**cm** – centímetro

**mL** – mililitro

**°C** – graus Célsius

## LISTA DE QUADRO

**Quadro 1** – Proporção de folhas secas de feno e volume de água utilizado na preparação da infusão atrativa 50



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Limite do município de São Sebastião segundo arruamentos e vias rodoviárias de acesso (A) e localização da área de estudo sobre imagem do Google Earth (B). 46
- Figura 2:** Desenho esquemático dos quarteirões, quadras, logradouros, domicílios e locais de instalação da ovitrampas, segundo ambiente peri- e intradomiciliar. 48
- Figura 3.** (A) Modelo de ovitrampa, (B) palheta face rugosa e (C) palheta face lisa com identificação. 50
- Figura 4.** Procedimento de preparação da infusão de feno. (A e B) folhas de feno + água e (C) emborcamento da infusão de feno para o recipiente de transporte em campo. 51
- Figura 5:** Procedimento de preparo da armadilha com água de torneira e infusão de feno a 10% em atividade de pesquisa em campo. 52
- Figura 6.** Etapas do trabalho em campo: (A) localização no mapa do quarteirão sorteado, (B) seleção do imóvel e instalação da armadilha, (C) coleta da palheta e da armadilha, (D) acondicionamento da palheta em caixa de sopor. 53
- Figura 7.** Leitura de ovos em palheta utilizando-se de microscópio estereoscópico e contador manual. 54
- Figura 8.** Imersão individual de palhetas positivas para eclosão larval em laboratório. 55

- Figura 9.** Identificação de larvas em microscópio óptico. 55
- Figura 10.** Distribuição mensal do Índice de Positividade de Ovitrapa (IPO) e da Média de Ovos por Armadilha (MOA) com *Ae. (Ste.)* spp. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 67
- Figura 11.** Distribuição sazonal do índice de Positividade de Ovitrapa (IPO) e da Média de Ovos por Armadilha (MOA) com *Ae. aegypti* (A) e *Ae. albopictus* (B). Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 74
- Figura 12.** Distribuição sazonal da comparação do índice de Positividade de Ovitrapa (IPO) (A) e da Média de Ovos por Armadilha (MOA) com *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (B) por ambiente. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 75
- Figura 13.** Distribuição mensal da temperatura máxima, mínima, média e pluviosidade total e média dos dias de exposição das armadilhas de ovos. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 77
- Figura 14.** Distribuição mensal do número de ovos coletados, número de armadilhas positivas, temperatura média e pluviosidade média dos dias de exposição das armadilhas de ovos. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 78
- Figura 15.** Distribuição mensal da pluviosidade acumulada e número de ovos de *Ae. (Ste.)* spp. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 81
- Figura 16.** Distribuição mensal do número de ovos de *Ae. (Ste.)* spp. em armadilhas com a co-ocorrência das espécies, segundo ambiente peri- e

intradomiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 89

**Figura 17A.** Distribuição mensal do número de ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em armadilhas com a co-ocorrência das espécies, em ambiente peridomiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 89

**Figura 17B.** Distribuição mensal do número de ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em armadilhas com a co-ocorrência das espécies, em ambiente intradomiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 89

**Figura 18.** Distribuição dos pontos de instalação de ovitrampas na área estudada do município de São Sebastião no período de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 91

**Figura 19.** Distribuição espacial dos pontos quentes de ovos de *Ae. aegypti*, município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 92

**Figura 20.** Vista aérea da localização do ponto quente de ovos de *Ae. aegypti*, município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 92

**Figura 21.** Distribuição espacial dos pontos quentes de ovos de *Ae. albopictus*, município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 93

**Figura 22.** Vista aérea da localização do ponto quente de ovos de *Ae. albopictus*, município de São Sebastião de 2011 a fevereiro de 2012. 93

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Distribuição mensal do Índice de Positividade de Ovitampa (IPO) e Média de Ovos por Armadilha (MOA) de *Ae. (Ste.)* spp. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 61

**Tabela 2.** Distribuição mensal da positividade de armadilhas e número de palhetas com eclosão larval, segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 62

**Tabela 3.** Distribuição mensal do número armadilhas positivas, ovos coletados e larvas eclodidas de *Ae. (Ste.)* spp., segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 64

**Tabela 4.** Distribuição mensal do número de palhetas imersas, ovos coletados e eclosão larval de *Ae. aegypti*. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 65

**Tabela 5.** Distribuição mensal do número de palhetas imersas, ovos coletados e eclosão larval de *Ae. albopictus*. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 66

**Tabela 6.** Distribuição mensal do Índice de Positividade de Ovitampa (IPO) com *Ae. aegypti* e com *Ae. albopictus*, segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 69

**Tabela 7.** Distribuição mensal da Média de Ovos por Armadilha (MOA) com *Ae. aegypti* e com *Ae. albopictus*, segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 70

**Tabela 8.** Comparação do índice de Positividade de Ovitampa (IPO) (%) e da Média de Ovos por Armadilha (MOA) de cada espécie e entre as duas espécies, *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 71

**Tabela 9.** Correlação de Spearman e regressão linear simples entre temperatura e pluviosidade dos dias de exposição das armadilhas com o número de armadilhas com ovos e número de ovos, por espécie e ambiente domiciliar, São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 80

**Tabela 10.** Rendimento total do número de armadilhas com ovos de *Ae. (Ste.) spp.*, segundo classe de número de ovos na palheta. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 82

**Tabela 11.** Rendimento total do número de ovos das armadilhas com *Ae. (Ste.) spp.*, segundo classe de número de ovos coletados. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 83

**Tabela 12.** Distribuição mensal dos valores do índice de positividade de oitrampas (IPO) com a co-ocorrência das espécies, segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 84

**Tabela 13.** Distribuição mensal dos valores da média de ovos por armadilha (MOA) com a co-ocorrência das espécies, segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 85

**Tabela 14.** Distribuição mensal do número de palhetas, ovos e respectiva eclosão de larvas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em armadilhas com co-ocorrência das espécies. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. 85

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	22
1.1 Aspectos Epidemiológicos da dengue e da febre amarela	22
1.2 Vetores: origem e distribuição	26
1.3 Aspectos bioecológicos dos vetores	30
1.4 Interação de <i>Ae aegypti</i> e <i>Ae.albopictus</i>	35
1.5 Clima	36
1.6 Vigilância Entomológica	37
1.7 Georreferenciamento	39
<b>2. OBJETIVOS</b>	42
2.1 Geral	42
2.2 Específicos	42
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	44
3.1 Caracterização da área de estudo	44
3.2 Amostragem, seleção dos imóveis e escolha dos locais de instalação das armadilhas	46
3.3 Descrição da armadilha de ovos	48
3.3.1 Infusão de feno	49
3.4 Procedimentos de instalação e coleta das armadilhas	51
3.5 Procedimentos laboratoriais	53
3.5.1 Contagem de ovos	54
3.5.2 Identificação das larvas	55
3.6 Fonte de dados meteorológicos	56

3.7 Tratamento dos dados	56
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>60</b>
4.1 Dados Gerais	60
4.2 Perfil do Índice de Positividade de Ovitampa (IPO) e Média de Ovos por Armadilha (MOA) com <i>Ae. aegypti</i> e com <i>Ae. albopictus</i> , segundo ambiente peri- e intradomiciliar	67
4.3 Abundância sazonal de ovos de <i>Ae. aegypti</i> e <i>Ae. albopictus</i> , segundo ambiente peri- e intradomiciliar	72
4.4 Associação entre temperatura e pluviosidade dos dias de exposição das armadilhas com o número de armadilhas positivas e com o número de ovos, segundo espécie <i>Ae. aegypti</i> e <i>Ae. albopictus</i> e ambiente peri- e intradomiciliar	76
4.5 Número de armadilhas positivas e número de ovos de <i>Ae. (Ste.)</i> spp., segundo categoria de classe de número de ovos	81
4.6 Perfil do Índice de Positividade de Ovitampa (IPO), e da Média de Ovos por Armadilha (MOA) com a co-ocorrência de <i>Ae. (Ste.) aegypti</i> e <i>Ae. (Ste.) albopictus</i> , segundo ambiente domiciliar	83
4.7 Abundância sazonal de <i>Ae. aegypti</i> e <i>Ae. albopictus</i> em armadilhas com a co-ocorrência das espécies, segundo ambiente peri- e intradomiciliar	88
4.8 Padrão de distribuição espacial de <i>Ae. aegypti</i> e <i>Ae. albopictus</i>	90
<b>5. DISCUSSÃO</b>	<b>94</b>
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>107</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO</b>	

## 1. INTRODUÇÃO

O grupo de insetos mais importante sob o ponto de vista da Saúde Pública é o de mosquitos (Diptera: Culicidae), seja porque eles transmitem um grande número de agentes etiológicos causadores de doenças, seja pela magnitude de problemas de saúde que essas enfermidades ocasionam pelo mundo. Espécies de mosquitos pertencentes à família Culicidae participam da transmissão de vírus do gênero *Flavivirus*, compreendendo cerca da metade das enfermidades resultantes. Dentre elas encontram-se duas espécies do subgênero *Stegomyia*, *Aedes aegypti* (Linnaeus) e *Aedes albopictus* (Skuse). A primeira é considerado principal vetor dos agentes etiológicos da dengue no mundo e a segunda, de maior importância epidemiológica no Continente Asiático (Forattini, 2002).

Biologicamente, os quatro sorotipos do vírus Dengue estão adaptados ao mosquito a tal ponto que em locais de área endêmica, considera-se que a re-emergência da doença, de uma fase interepidêmica para uma fase epidêmica, possivelmente seja decorrente da transmissão transovariana dos vírus nas espécies vetoras (Joshi et al., 2002, Chatuverdi & Nagar, 2008). Esse fenômeno etiológico, aliado ao transporte passivo de suas formas imaturas, em especial o ovo, principal forma de dispersão do vetor, torna essa fase do ciclo de desenvolvimento alvo de crescente interesse por parte dos pesquisadores (Forattini, 2002).

### 1.1 Aspectos epidemiológicos da dengue, febre amarela e chicungunha

A dengue é uma doença infecciosa re-emergente de origem arboviral (derivado da expressão inglesa “arthropod borne virus”). São considerados seus vetores três mosquitos do gênero *Aedes*, subgênero *Stegomyia*, espécies *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* e *Ae. polynesiensis*, das quais os vírus têm sido isolados *in natura* (Teixeira et al., 1999), e outros



membros do grupo *Ae. scutellaris*, dependendo da área geográfica (Gubler, 1998). Os vírus da dengue são os agentes etiológicos da doença, ou seja, qualquer um dos quatro sorotipos do vírus RNA: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4. Tais vírus são membros do gênero *Flavivirus* e pertencentes a família *Flaviviridae* que apresentam-se sorologicamente relacionados, mas genética e antigenicamente distintos (Whitehead et al., 2007; Drumond et al., 2013).

A distribuição dessa doença incide em uma larga faixa abaixo e acima do equador (35°N e 35°S) apresentando-se endêmica na África, nas Américas, no Leste do Mediterrâneo, no Sudeste Asiático e no Oeste do Pacífico (Forattini, 2002). Endêmica na maioria das populações dos trópicos se tornou a arbovirose mais prevalente nos seres humanos. Não se sabe exatamente qual o número de casos ao ano, mas estima-se que seja de 50 a mais de 200 milhões. Desses, 2 milhões apresentam-se na forma de febre hemorrágica. São registradas cerca de 20.000 mortes causadas por dengue ao ano, o que a tornou a doença arboviral mais importante que afeta os humanos (Gubler, 2011). Seu ressurgimento parece estar relacionado ao crescimento populacional desorganizado; urbanização não planejada; aumento de viagens aéreas; ausência de um programa de controle efetivo do mosquito, e a deteriorização da infraestrutura da Saúde Pública (Taulil, 2002; Teixeira & Cruz, 2011).

O padrão global de transmissão é de hiperendemicidade, o que significa dizer que há circulação de diferentes sorotipos e presença de pessoas com imunidade a alguns deles, ou seja, ocorre a diminuição do número de casos, mas aumenta o risco de casos graves e de óbito (Teo et al., 2009). Desde 2001, todos os sorotipos têm circulado regularmente nas Américas, e em pelo menos 14 países ocorre o registro da presença simultânea de mais de um sorotipo (Torres & Castro, 2007). Se a tendência global de crescimento populacional, urbanização e globalização continuar pode-se esperar um contínuo aumento da frequência, magnitude e severidade dos casos de dengue (Gubler, 2011).

No Brasil, os relatos da doença datam do século XIX, no Estado de São Paulo, entre 1851 e 1853, e do século XX, no Estado do Rio de Janeiro, em 1923. Esse é o país da América do Sul com o mais alto impacto econômico da dengue e também conta com o principal registro de casos no continente, como evidenciado em estudo de 7 anos (Shepard et al., 2011).

O registro dos diferentes sorotipos no Brasil obedece à seguinte sequência histórica: em 1981, foram isolados os sorotipos DENV-1 e DENV-4, entretanto somente o primeiro se manteve (Osanai et al., 1983). Na década seguinte, em 1990, tem-se o início da circulação do DENV-2, e em dezembro de 2000 o DENV-3, quando então o quadro epidemiológico da doença apresentava-se em média em indivíduos mais jovens completamente susceptíveis e naqueles monotipicamente imunes (Nogueira et al., 2002; Nogueira et al., 2008; Barraquer et al., 2011). Mais recentemente, em 2010, o DEN-4 foi registrado na Região Norte e a partir de 2011, nas Regiões Nordeste e Sudeste (CVE, 2011). No Estado de São Paulo, a introdução do sorotipo DENV-1 se deu em 1987, DENV-2 em 1997, DENV-3 em 2002 e o DENV-4, em 2011 (CVE, 2011).

Quatro podem ser suas formas clínicas: infecção inaparente, Dengue Clássica (DC), Febre Hemorrágica da Dengue (FHD) e Síndrome do Choque da Dengue (SCD) (Chaturvedi & Nagar, 2008).

O quadro clínico da dengue com complicações é todo caso que não se enquadre nos critérios de FHD e quando a classificação de dengue clássica é insatisfatória devido o potencial de risco. Nessa situação a presença de um dos itens a seguir caracteriza o quadro: alterações neurológicas; disfunção cardiorrespiratória; insuficiência hepática; plaquetopenia igual ou inferior a  $50.000/\text{mm}^3$ ; hemorragia digestiva; derrames cavitários; leucometria global igual ou inferior a  $1.000/\text{mm}^3$ ; óbito (Funasa, 2002).

As formas graves da dengue ainda não são bem compreendidas, mas algumas teorias tentam explicá-las relacionando-as, em sua maioria, a uma segunda infecção por sorotipo heterólogo. Outras sugerem a circulação concomitante de mais de um sorotipo de vírus; a virulência da cepa viral; os

fatores individuais do hospedeiro, e teorias que as relacionam a combinação de todas essas proposições anteriores (Tauil, 2002; Rico-Hesse, 2003; Cummings et al., 2005; Halstead et al., 2005; Teo et al., 2009).

Recentemente, outra teoria aborda a circulação simultânea de diferentes linhagens de DENV-2, o que pode estar associado a um maior número de surtos epidêmicos e de manifestações graves da doença (Drumond et al., 2013).

O processo de infecção do vetor inicia-se a partir da realização de hematofagia de fêmea do seu principal vetor no mundo, *Ae. aegypti*, sobre um indivíduo doente, ainda na fase de viremia. Decorrido o período de incubação extrínseco, que pode variar de 7 a 14 dias, o vetor torna-se infectante para o resto de sua vida (Teo et al., 2009).

O próprio ser humano é considerado sua fonte de infecção e reservatório vertebrado, muito embora a circulação dos vírus entre macacos tenha sido demonstrada na África e na Ásia (Rodhain & Rosen, 1997). Gubler (1998) descreve três ciclos de transmissão do dengue sendo o principal deles o ciclo urbano endêmico/epidêmico (*Aedes aegypti*-humano-*Aedes aegypti*). Os outros dois referem-se ao ciclo enzoótico primitivo, que envolve mosquitos *Aedes* e primatas de florestas tropicais da Ásia e da África, e o que pode ocorrer em áreas rurais ou ilhas, onde a população humana é pequena. No geral, as arboviroses são mantidas em baixos níveis de infecção em mosquitos vetores e hospedeiros, com transientes, surtos esporádicos entre os humanos (Lampman et al., 2006).

Figueiredo et al. (2010) em atividade de vigilância dos vírus da dengue em mosquitos Culicidae e utilizando ensaio específico de RT-Hemi-Nested-PCR, relataram o encontro do DENV-1 infectando fêmeas de *Haemagogus leucocelaenus* de uma floresta tropical da região Nordeste do Brasil, na cidade de Coribe, Estado da Bahia. Este achado pode sugerir um ciclo silvestre do vírus, representando o início da adaptação de um vírus silvestre circulando na área urbana.

Assim como o vírus da dengue, o vírus causador da febre amarela está incluído entre os 70 agentes que compõem o gênero *Flavivirus* da

família Flaviviridae. Essa arbovirose é de grande importância em Saúde Pública. Trata-se de doença viral endêmica nas regiões tropicais da África e das Américas. Supõe-se que este vírus, após introduções nas Américas a partir da África encontrou no mosquito *Ae. aegypti* seu transmissor, ocasionando epidemias urbanas, e adaptando-se a um novo ciclo, silvestre, envolvendo macacos americanos e mosquitos *Haemagogus*, mantendo-se como uma zoonose de primatas e apresentando-se, portanto, em dois ciclos epidemiologicamente distintos: febre amarela silvestre (FAS) e febre amarela urbana (FAU) (Anjos et al., 2014).

A OMS estima que cerca de 200.000 pessoas sejam infectadas anualmente com cerca de 30.000 mortes no período. Os dados epidemiológicos apontam para um crescimento da doença a partir de 1980, razão pela qual tem sido designada como uma doença re-emergente. A letalidade global por esta doença situa-se entre 5-10%, mas, nos casos graves que necessitam de hospitalização, oscila entre 40%-60%. No Brasil, nos últimos 20 anos situa-se em torno de 45%. Ocorrência de surtos vem alternando-se a cada dois ou três anos. Os Estados de Goiás, Pará e Minas Gerais são os que mais notificam casos. A febre amarela pode ser prevenida pelo uso da vacinação antiamarílica mediante aplicação da vacina 17D. (Gonçalves et al., 2010). Entretanto, a ocorrência de surtos em 2008 e 2009 nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, em áreas com mais de 50 anos sem transmissão, mostra que a força de transmissão da febre amarela cresce e emerge a cada ano, se dirigindo para o litoral, região mais populosa do Brasil e com baixa cobertura vacinal, aproximadamente 20% (ABC, 2010; Anjos et al., 2014).

No que se refere ao vírus Chicungunha, arbovirose que circula na África, Ásia e Oceano Índico, tem como agente causador um alfavírus da família Togaviridae. A primeira epidemia por esse vírus foi registrada em área entre a Tanzânia e Moçambique, durante os anos de 1952 e 1953 (Ross, 1956), por meio da picada de fêmeas infectadas de mosquitos *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (Rao, 1964). Durante o triênio 2011-2013 o interesse a respeito dessa enfermidade ressurgiu devido ao aumento do

número de infecções com o registro de mais de 11.000 casos na República do Congo (Brazzaville), em 2011. No ano seguinte 29 casos da infecção foram registrados na Índia (Rajasthan) e dois surtos adicionais foram registrados na Cambódia, com quase 1.500 casos e na terra de Papua New Guinea, com um total de 633 casos suspeitos, entre outros registros ocorridos em Bali e Samar (Philippines) cujo taxa de infecção foi aumentando dia a dia (Caglioti et al., 2013).

Os casos humanos são caracterizados por febre abrupta ( $> 38,9^{\circ}\text{C}$ ), poliartralgia e erupção maculopapular, sendo que em alguns episódios, os sintomas clínicos são indistinguíveis aos da dengue. O período de incubação varia de 3 a 7 dias ocorrendo infecções assintomáticas em uma taxa de 5 a 15% dos casos. O índice de letalidade é estimado em 1:1000, com a maioria das mortes ocorrendo em recém-nascidos, adultos em condições de baixa imunidade e pessoas idosas (Lemant et al., 2008). Após a transmissão, CHIKV se replica na pele e, em seguida, difunde para o fígado e articulações, presumivelmente através do sangue. A infecção aguda pode durar 1-10 dias, e é caracterizada por elevados níveis de viremia, que pode durar até 12 dias (Das et al., 2010). A maioria dos sintomas dos pacientes melhora em um período de 1 semana, embora em algumas pessoas as dores nas articulações possa persistir por meses (Robinson, 1955; Schuffenecker et al., 2006). Não existe um tratamento específico, vacina ou medicamento preventivo disponível para a infecção pelo vírus Chikungunha, o que torna o tratamento meramente paliativo, podendo incluir repouso, líquidos e o uso de analgésicos e antitérmicos (Strauss & Strauss, 1994; Schuffenecker et al., 2006).

No Brasil, até o momento, foram notificados casos importados, e não há registros de casos autóctones dessa doença no país. Contudo, a circulação do vírus em território nacional representa ameaça epidemiológica já que a presença de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* é registrada no país (OPAS, 2014).

## 1.2 Vetores: origem e distribuição

As principais espécies vetoras biológicas dos vírus da dengue são *Ae. aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) e *Ae. albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) (Tauil, 1998). Mosquitos exóticos que chegaram ao Continente Americano em diferentes épocas históricas são espécies altamente sinantrópicas e mais importantes vetoras de arbovírus para o homem, além de serem as únicas do subgênero *Stegomyia*, presentes na Região Neotropical (Forattini, 2002).

*Aedes aegypti*, principal vetor dos vírus da dengue no mundo é originário do nordeste da África. Foi descrito no Egito (Pessôa & Martins, 1982) e pode ter sido introduzido na região neotropical em razão do intenso comércio entre a África, seu centro endêmico original, e as Américas. Sua distribuição encontra-se entre os paralelos de 45° de latitude Norte e 40° de latitude Sul, respeitando os limites geográficos impostos pela baixa temperatura (Forattini, 2002). *Ae. aegypti* foi tido como erradicado no Brasil na década de 1950. Porém, a partir de meados de 1960, foi reintroduzido (Fraíha, 1968; Teixeira et al., 1999). No início do ano de 2000 já podia ser encontrado em todos os Estados brasileiros (Souza-Santos & Carvalho, 2000). Esta espécie apresenta capacidade vetorial para transmitir além dos vírus da dengue, o Vírus da Febre Amarela Urbana e Chikungunya. Recentemente foi incriminado na transmissão desse vírus em condições naturais no Egito (Zayed et al., 2012). Em laboratório, *Ae. aegypti* se demonstra eficiente para albergar e veicular algumas filarioses (Forattini, 2002; CDC, 2012).

*Aedes albopictus*, mosquito associado à transmissão do dengue na Ásia é originário das Selvas Asiáticas, área geográfica tida como de procedência do dengue clássico. Esta espécie está adaptada ao frio da Ásia setentrional, existindo registros de sua presença em cidades com temperatura média de até -4,8°C no mês mais frio (Rai, 1991). Encontra-se amplamente disperso no mundo, abrangendo mais recentemente áreas de latitude desde 40° Norte até pouco mais de 20° Sul (Hawley, 1988; Estrada-

Franco e Craig J, 1995). Sua dispersão nas Américas se deu em consequência do intenso comércio de pneus. De recente introdução no território brasileiro, sua primeira ocorrência foi no Estado do Rio de Janeiro, no ano de 1986 (Forattini, 1986). Em consequência de sua expansão pelo mundo, *Ae. albopictus* foi listado pelo World Conservation Union como uma das piores espécies invasoras (Lowe et al., 2000), além de lhe conferir o “status” de um dos mais importantes vetores de arbovírus (Kawada et al., 2007).

Reconhece-se a suscetibilidade experimental de *Ae. albopictus* a mais de 20 tipos de vírus incluindo oito alfavírus, oito flavivírus e, quatro bunivírus representando os três principais gêneros de arbovírus que incluem patógenos humanos (Gratz, 1984; Paupy et al., 2009). Tal aspecto é preocupante já que se trata de uma espécie que pode frequentar igualmente os meios urbano e silvestre. (Silva et al., 2006).

Apresenta também competência na transmissão horizontal e vertical dos vírus da dengue, compreendendo taxas de transmissão trans-ovariana superior a do *Ae. aegypti* (Rosen et al., 1983; Rosen, 1987), além de apresentar maior suscetibilidade à infecção oral aos 4 sorotipos (Jumali et al., 1979).

*Ae. albopictus* pode utilizar o homem ou animais domésticos como fonte de alimentação e, como abrigo, ecótopos artificiais. Contudo, quando comparado a *Ae. aegypti* é vetor de menor domiciliação, conseqüentemente, de importância epidemiológica secundária (Service, 1992).

No Brasil é fato o registro dos vírus da dengue em larvas de *Ae. albopictus* o que pode ser verificado no isolamento do sorotipo 1 em larvas coletadas em Campos Altos – Minas Gerais (Serufo et al., 1993) e o registro de uma sequência de nucleotídeos do DENV-3 em larvas coletadas da cidade de Santos, litoral sul de São Paulo (Figueiredo et al., 2010). Outro achado importante foi a co-infecção em *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* por dois sorotipos detectados a partir de ovos coletados em atividade de campo em Belo Horizonte. Tal encontro foi considerado o primeiro registro na literatura brasileira de dupla infecção por sorotipos diferentes do vírus da dengue em

larva, o que significa dizer que a geração seguinte desses mosquitos pode ser co-infectada pela transmissão transovariana (Pessanha et al., 2011). *Ae. albopictus* foi incriminado na transmissão de outro patógeno, o vírus Chikungunya, nas ilhas do Oceano Índico, na África Central e Itália (Reiter et al., 2006; Bonilauri et al., 2008; Pages et al., 2009). Em 2004, teve uma expansão global do vírus chikungunya sem precedentes, agente etiológico que tem sido responsável por epidemias na África, Ásia, ilhas na região do Oceano Índico, e, surpreendentemente, em regiões temperadas, como a Europa. Curiosamente, nenhuma transmissão local desse vírus chikungunya tem sido relatada nas Américas, até recentemente, apesar da presença de vetores e de ocorrência de casos importados anualmente (Vega-Rúa et al., 2014).

A distribuição geográfica desses mosquitos sobrepõe-se na Ásia tropical, América, oeste da África e ilhas Africanas no Oceano Índico (Braks et al., 2004).

Segundo, dados da Superintendência de Controle de Endemias (Sucen), para o ano de 2012, a infestação por *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, faz referência a co-ocorrência das espécies em 87% dos municípios do Estado de São Paulo. A presença exclusiva de *Ae. aegypti* se dava em 3,00% e de *Ae. albopictus*, em 1,20%. Os 8,80% dos municípios restantes encontravam-se, até aquele ano, sem infestação por essas espécies.

### 1.3 Aspectos bioecológicos dos vetores

*Ae. aegypti* é uma espécie que apresenta hábito hematofágico diurno e acentuadamente antropofílico, embora possa se utilizar do sangue de outros animais (Forattini, 2002; Teixeira et al., 1999). Esse mosquito encontra-se com maior frequência no ambiente domiciliar realizando a hematofagia, na maior parte das vezes, no intradomicílio. A desova desses Culicidae se dá em uma ampla variedade de criadouros, essencialmente os



artificiais, localizados no interior e ao redor das habitações humanas, em locais com restrita presença de vegetação (Forattini, 2002).

*Ae. albopictus*, generalista ecológico que se adaptou a diversas condições ambientais nas regiões tropicais e temperadas (Forattini, 2002) freqüentemente é encontrado no peridomicílio (Sucharit et al., 1978; Foo et al., 1985). Sua capacidade em colonizar recipientes artificiais e naturais e sua habilidade de conviver com outras espécies em localidades de áreas urbanas e periurbanas pode aumentar sua dispersão para novas áreas onde não há controle vetorial (Natal et al., 1997). Esse mosquito possui hábitos diurnos e padrão de alimentação sanguíneo eclético exercendo a hematofagia em um grande número de animais apresentando inclusive caráter acentuadamente antropofílico em ambiente externo do domicílio (Marques & Gomes, 1997; Teixeira et al., 1999).

Assim como todos os mosquitos, esses *Stegomyia* apresentam essencialmente o mesmo padrão de desenvolvimento biológico, com duas fases no seu desenvolvimento: a aquática (ovo, larva L<sub>1</sub>- L<sub>2</sub>- L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub> e pupa), e a terrestre, nesse caso correspondente ao mosquito adulto.

Os ovos, menores que 1mm de comprimento, inicialmente não possuem o embrião desenvolvido, o que será alcançado de dois a três dias após sua postura, desde que garantidos teor de umidade e limites de temperatura (20 a 46°C). Uma vez embrionado, o ovo é a fase do ciclo de vida do mosquito de extrema resistência ao ressecamento, podendo assim manter-se viável por vários meses no ambiente, fenômeno conhecido como diapausa, condição ecológica de fundamental importância na dispersão passiva dessas espécies (Silva et al., 1995; Forattini, 2002). Ao receber o estímulo necessário, os ovos estarão prontos para a eclosão larval (Gadelha & Toda, 1985).

Os ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* apresentam muitas semelhanças, o que torna difícil sua separação pela visualização dos caracteres morfológicos por microscopia comum, para tanto sendo necessário utilizar-se da microscopia eletrônica de varredura para a diferenciação morfológica e morfométrica (Suman et al., 2011). Em atividade

de rotina laboratorial a distinção dessas espécies se faz a partir da eclosão e desenvolvimento larval, prática de menor custo, porém de maior delonga e trabalho. A identificação da espécie pode se dar também na fase alada (Santos Neto & Marques, 1996).

As larvas dos mosquitos passam a maior parte do tempo se alimentando de detritos orgânicos, bactéria e levedos vivos, o que determinará o tamanho do adulto. O tempo necessário para o desenvolvimento larval é de poucos dias, o que dependerá da temperatura, nível de nutrientes e competição por recursos. Seu crescimento é sequencial de 1 mm para 6 ou 7 mm de comprimento passando de um estágio larval para o outro pelo desprendimento do exoesqueleto (Gadelha & Toda, 1985).

Após o desenvolvimento larval, um breve estágio pupal raramente ultrapassa dois dias. Nesse período ocorrem as transformações tissulares surgindo os caracteres do indivíduo adulto. Este, quando macho, emerge um dia antes da fêmea. Em condições favoráveis, principalmente, de temperatura e disponibilidade de alimento o tempo de desenvolvimento, a partir da oviposição até a fase adulta, conclui-se em aproximadamente 10 dias, (Gadelha & Toda, 1985; Forattini, 2002).

Logo após emergir do estágio pupal, o inseto adulto procura pousar sobre as paredes do recipiente, assim permanecendo durante várias horas, o que permite o endurecimento do exoesqueleto, das asas e no caso dos machos, a rotação da genitália em 180°. Essa é a fase reprodutora do mosquito adulto, cujo acasalamento pode ocorrer após 24 horas da emergência, mais comumente durante o voo. Uma única inseminação é suficiente para fecundar todos os ovos que a fêmea venha a produzir durante sua vida. Os adultos podem permanecer vivos em laboratório durante meses, mas na natureza vivem em média de 30 a 35 dias (Forattini, 2002).

Na fase adulta, os machos são pouco longevos, se alimentam primariamente de néctar para obtenção de energia, assim como as fêmeas adultas. Acrescenta-se para essas, nutrição de sangue cuja busca se dá logo após o acasalamento. Nesse momento, inicia-se o ciclo gonotrófico,

período que compreende desde a resposta ao odor do hospedeiro, alimentação sanguínea, digestão do sangue, formação do lote de oócitos maduros e termina com a oviposição. A importância da alimentação sanguínea das fêmeas refere-se a obtenção de proteína e nutrientes utilizados no desenvolvimento dos ovos, ou seja, após a sua digestão os aminoácidos serão transportados para os ovários e incorporados aos oócitos. Esse se completa em dois ou três dias, após um repasto sanguíneo completo. Da-se então a oviposição em intervalo de 3 ou 4 dias, desde que a fêmea tenha ingerido sangue entre duas posturas sucessivas. Com frequência, a fêmea se alimenta mais de uma vez, entre duas posturas consecutivas, em especial quando perturbada, antes de totalmente ingurgitada (cheia de sangue). Este fato pode resultar na variação de hospedeiros, com disseminação do vírus (Gadelha & Toda, 1985; Clements, 2000).

A capacidade vetorial do mosquito é influenciada pelo seu grau de domiciliação, relação entre a população de vetores e a humana, e é dependente de feições comportamentais controladas geneticamente, tais como a oviposição (Donalísio & Glasser, 2002).

Pronta para ovipor, ação que se dá durante o dia por ter a iluminação papel determinante no seu mecanismo regulador, a fêmea procura um criadouro em que possa depositar seus ovos (Gadelha & Toda, 1985; Norris, 2004). Os ovos são depositados próximos à linha d'água ou, mais raramente, sobre ela, ou ainda em recipientes possivelmente inundáveis (Soman & Reuben, 1970; Bentley & Day, 1989).

A oviposição é um importante fator que pode causar impacto na dispersão, extensão de voo, sobrevivência, e longevidade do mosquito, (Edman et al., 1998, Harrington & Edman, 2001) podendo, portanto, ter um impacto significativo sobre a história de vida da prole no ecossistema, e contribuir para a transmissão do vírus a nova população suscetível (Christophers, 1960, Rozeboom et al., 1973; Bentley & Day, 1989; Apostol et al., 1994, Reiter et al., 1995, Colton et al., 2003; Harrington et al., 2008).

Fêmeas de *Ae. aegypti* apresentam um padrão de oviposição bimodal, com um pequeno pico pela manhã, diminuindo sua atividade ao longo do dia e apresentando um pico predominante no final da tarde e começo da noite (16:00h às 20:00h) (Wong et al., 2011). Sua primeira postura atinge de 80 a 100 ovos, reduzindo-se nas subsequentes à uma média de 25 a 30. Em condições propícias, o número de oviposições pode atingir entre 12 a 15, ou seja, um total de 300 a 450 ovos por fêmea de vida longa (Gadelha & Toda, 1985).

Em *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* as estratégias de oviposição são semelhantes, normalmente as fêmeas distribuem seus ovos de forma parcelada em múltiplos criadouros (Christophers, 1960). Tal comportamento é mediado por estímulos, assim como aqueles emitidos pelos hospedeiros e pelo parceiro sexual. No geral, os recipientes domésticos se apresentam com grande diversidade de combinações de fatores responsáveis pela distribuição de ovos (Gadelha & Toda, 1985; Braga et al., 2000; Madeira et al., 2002; Wong et al., 2011).

Em *Ae. aegypti* o comportamento de oviposição “em saltos” depende de numerosos fatores. Esses incluem o estado físico do criadouro, a presença de ovos de fêmeas coespecíficas, se é de um mesmo ou de diferentes indivíduos, do número ou do tamanho dos lotes de ovos já presente no local de oviposição. Além disso, a disponibilidade de recipientes artificiais durante as estações do ano parece refletir nessa mudança de padrão de oviposição. Quando o número de recipientes com água é pouco frequente pode levar à desova completa, por parte de fêmeas, num mesmo receptáculo o que ocasiona a superoviposição (Chadee, 2009). Deste modo, a atração co-específica, ou seja, atração por local onde pré-existe a mesma espécie pode levar a uma densa agregação de larvas, conseqüentemente a uma superpopulação, e assim contribuir para o fenômeno de regulação dependente de densidade (Wong et al., 2011).

Em alguns quintais de área urbana são constatadas condições bastante favoráveis a atividade de oviposição e conseqüente

desenvolvimento desses vetores. Outros, mais cuidados, diminuem o favorecimento à proliferação do mosquito (Almeida et al., 2006).

O estudo do comportamento de oviposição no ambiente domiciliar pode esclarecer se a distribuição dos focos larvários é consequência apenas da pequena oferta de recipientes com água no intradomicílio ou também da preferência de *Ae. aegypti* em realizar oviposição no peridomicílio (Donalísio & Glasser, 2002).

#### 1.4 Interação de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*

A literatura tem demonstrado que *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* interagem de forma competitiva (Braks et al., 2004). Esse tipo de associação é um fenômeno dependente de densidade que afeta a sobrevivência e a fecundidade estando, portanto, relacionada com a regulação populacional. Em associação competitiva, para que as populações atinjam um estado de equilíbrio deverá ocorrer a separação ecológica. Nesta, quando não ocorrer substituição de uma espécie pela outra, poderá haver ocupação de lugares distintos, ou ainda, a utilização de recursos diferentes (Forattini, 1992).

O efeito do deslocamento competitivo foi observado no Sudeste Asiático, com o favorecimento de *Ae. aegypti* no ambiente urbano e *Ae. albopictus* em áreas suburbanas e rurais (Gilotra, 1967; Pant et al., 1973). Na Costa Sul dos Estados Unidos da América, observou-se declínio das populações de *Ae. aegypti*, espécie previamente bem estabelecida, a partir da invasão e expansão do *Ae. albopictus*, (Nasci et al., 1989; O'Meara et. al., 1993).

Em virtude da coexistência e deslocamento das populações de vetores, vários fenômenos podem ser observados, como o transporte de arbovírus da área rural à urbana, redução de espécies não alvo do controle em decorrência do emprego de inseticidas e a exposição de *Ae. albopictus* aos sorotipos do vírus da dengue (Fantinatti et al., 2007). A suscetibilidade e a adaptabilidade ecológica de *Ae. albopictus*, em

ambientes rurais, poderão viabilizá-lo como ponte de ligação entre os ciclos urbanos e selváticos de transmissão da febre amarela na América do Sul, além de outras populações de vírus associados a populações humanas (Monath, 1986; Gomes et al., 1999).

Na natureza, fatores abióticos são modificadores de interações bióticas, como a competição, e podem ter os mais importantes efeitos sobre a distribuição e co-ocorrência de espécies, além de contribuir para a coexistência de espécies, predições importantes para o futuro ecológico, econômico ou de impacto na saúde (Constanzo et al., 2005; Leishmam & Juliano, 2009).

## 1.5 Clima

O clima, importante fator abiótico que interfere no tamanho de populações, influencia fortemente a ecologia, desenvolvimento, comportamento, sobrevivência dos mosquitos e a dinâmica de transmissão das doenças. Dentre os fatores climáticos que agem sobre o potencial biótico de populações cita-se, entre outros, precipitação e temperatura. Aquela aumenta a disponibilidade de criadouros inundados produzindo maior número de fêmeas e chances de obtenção e transmissão do patógeno para indivíduos suscetíveis (Kuno, 1997). Já a temperatura, além do tempo de desenvolvimento biológico do mosquito afeta a taxa de multiplicação do patógeno no inseto, conseqüentemente, a probabilidade de sucesso de transmissão para outro hospedeiro (Reiter, 2001; Forattini, 2002).

São cada vez maiores as evidências de que a ampliação das áreas de ocorrência de doenças transmitidas por vetores em vários continentes e seu agravamento tiveram, entre outros determinantes, o aumento da temperatura do planeta, especialmente nos últimos 100 anos (0,8°C na Europa; 0,3°C a 0,8°C na Ásia) (Githeko et al., 2000).

A região Sudeste do Brasil possui uma característica climática diversificada, devido a sua topografia, posição geográfica e, principalmente,

os aspectos dinâmicos da atmosfera, que incluem os sistemas meteorológicos de micro, meso e grandes escalas, que atuam direta ou indiretamente no regime pluvial (Minuzzi et al., 2007). De acordo com Paiva (1997), o período chuvoso nessa região concentra-se entre os meses de outubro a março, quando ocorrem mais de 80% do total anual de chuvas.

Contudo, algumas áreas apresentam tipos climáticos distintos como a faixa litorânea, com clima tropical chuvoso e sem estação seca definida podendo registrar precipitação média do mês mais seco superior a 60 mm (CIIAGRO).

Quanto a temperatura, pode-se observar, em determinadas populações de *Ae. aegypti*, diferentes comportamentos exibindo um padrão distinto de crescimento e potencial biótico e sugerindo adaptação às condições climáticas próprias de cada região (Beserra et al., 2006, Beserra & Castro, 2008).

## 1.6 Vigilância Entomológica

A Vigilância Entomológica, conceituada como a contínua observação e avaliação de informações originadas das características biológicas e ecológicas dos vetores, seus níveis de infestação e influência de fatores ambientais, constitui pré-requisito indispensável para o controle das doenças. A vigilância do mosquito *Ae. aegypti* está baseada na determinação de sua presença, frequência de ocorrência, atividade e alterações no nível de sua densidade (Lok, 1985). Tem como finalidade a recomendação de medidas de prevenção e controle de risco, para tanto, dependendo do conhecimento das densidades dos vetores (Gomes, 1998; Gomes, 2002). Tais medidas são alcançadas pela determinação de índices que são obtidos por diferentes métodos, dentre eles a identificação de ovos que visa estimar a atividade de postura (Braga & Vale, 2007), a identificação de larvas e mosquitos adultos que determinam a população de fêmeas (Connor & Monroe, 1923).

Mediante a necessidade de uma vigilância permanente de *Ae. aegypti* Fay & Perry (1965) estudaram, em laboratório, as características de criadouros que os tornavam preferidos, pelas fêmeas do mosquito quando da atividade de desova. Com esses dados Fay & Eliason (1966) montaram uma armadilha, também chamada de ovitrampa, de cor escura na qual foi aderido um substrato para fixação de ovos.

“A ovitrampa foi usada para o controle de *Aedes aegypti* em 1969, no Aeroporto Internacional de Singapura”. (Chan, 1973) *apud* Zeichner & Perich (1999, p. 234).

Em muitas partes do mundo a armadilha de ovos foi empregada para detecção e monitoramento de populações do vetor dos vírus da dengue, especialmente em situações de baixas densidades (Service, 1992). Segundo Chen et al. (2006), a ovitrampa é uma ferramenta sensível para atrair fêmeas grávidas desse mosquito.

Desde sua invenção e aplicação, a armadilha de oviposição demonstra ser um método sensível e econômico para detectar a presença de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, principalmente quando os níveis de infestação das localidades estão tão baixos que o levantamento larvário não os revela (Chadee et al., 1995; Rawlins et al., 1998). Tal método permite verificar a presença dos mosquitos não só durante as chuvas, mas também no período da seca e, ao atrair a fêmea grávida, diminui a possibilidade da oviposição nos demais criadouros (Gomes, 1998; Nunes et al., 2011). Por sua maior sensibilidade na verificação da presença do vetor, comparada a pesquisa larvária e armadilha de larvas, foi introduzida de maneira rotineira pelo Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) fornecendo também dados de abundância de *Aedes* em áreas com baixa densidade e sob vigilância do vetor. Esta armadilha é capaz, não somente de detectar a presença do mosquito, mas também de estimar indiretamente a densidade relativa da população de fêmeas, pela contagem de ovos (Apostol et al.,



1994; Morato et al., 2005). Contudo, o cálculo da densidade da população adulta do vetor é ainda um desafio (Focks, 2003).

Atualmente, o Programa de Controle do *Aedes aegypti* no Estado de São Paulo adota os índices obtidos pela coleta larvária. Entretanto, tais índices possuem imprecisões, pois não consideram diferenças ambientais, socioeconômicas e são desprovidos de sensibilidade suficiente para diferenciar situações de alto e baixo risco de transmissão. Embora continue sendo de máxima importância tê-los como base de informação sobre a distribuição e densidade dos vetores deixam dúvidas quanto ao momento de desencadeamento das ações preventivas. (Gomes et al., 1998; Morato et al., 2005; Gomes et al., 2008).

De acordo com Regis et al. (2008), em nível local, o uso da ovitrampa permite não apenas a identificação dos pontos concentrados da população vetora, mas também aponta áreas de alta prioridade para o controle. Lee et al. (2013) mostraram haver correlação positiva entre o número de ovos depositados semanalmente na armadilha e mosquitos adultos capturados em armadilhas de fêmeas grávidas do mesmo período.

## 1.7 Georreferenciamento

A disposição dos organismos no espaço é uma característica ecológica da espécie que resulta do nascimento, morte e migração dos indivíduos de uma determinada população. A incorporação de dados nos sistemas de informação geográfica (SIG), com o intuito de melhor compreender sua distribuição no espaço, vem se tornando cada vez mais comum, contudo apresentando-se como um desafio para o esclarecimento de questões fundamentais em diversas áreas do conhecimento. O conhecimento da bioecologia dos vetores dos vírus da dengue é fundamental para ajudar a compreender o processo de transmissão. O padrão de oviposição, a partir de dados como os obtidos de contagens de ovos é importante para inferir na distribuição e, conseqüentemente, na

tomada de decisão no controle do inseto (Taylor, 1984). Esse sistema trata de técnicas de geoprocessamento poderosas para o planejamento, monitoramento e avaliação dos programas de saúde no estudo da espacialização do fenômeno, o que se obtém por meio da pontuação dos locais de ocorrência, para posterior correlação. Cada vez mais a disponibilidade de tecnologias emergentes de mapeamento proporciona novas oportunidades para a visualização espacial e padrões espaço-temporal de dados entomológicos e epidemiológicos, para gerar modelos de risco de infestação pelo vetor e exposição ao vírus da dengue (Chiesa et al., 2002; Lozano-Fuentes et al., 2008).

Do mesmo ponto de vista, fatores culturais, sociais, comportamentais, ambientais e biológicos, aos que estão submetidos os indivíduos, podem influenciar na incidência de doenças e mortalidade, porque o homem e o ambiente interagem.

O uso de técnicas de SIG tem possibilitado identificar mais precisamente as áreas de risco para dengue, pois permitem a análise conjunta dos dados encontrados de áreas de maior transmissão, mais vulneráveis ao vetor e planejamento das ações de controle, buscando otimizar as atividades de vigilância epidemiológica e entomológica (Barcellos et al., 2005).

O uso da ovitrampa é comprovadamente eficaz no monitoramento de populações do *Ae. aegypti* podendo, atualmente, ter seu desempenho aumentado pela adoção de novas tecnologias como o geoprocessamento (Silva et al., 2012).

Bonat et al. (2009) sugerem a investigação da distribuição espacial e temporal (sazonal) de ovos do mosquito, a partir do uso de armadilhas de oviposição por fornecer dados entomológicos úteis assim como, para a verificação do impacto de medidas de controle.

O uso da estatística espacial para analisar dados de diferentes medidas de densidade de *Ae. aegypti*, em Iquitos no Peru, mostraram que esta espécie tende a ser espacialmente agrupada ao nível das casas, em

locais onde há abundância de hospedeiros humanos assim como de oviposição (Getis et al., 2003).

Como se sabe, desde o início do século XX, a eliminação de criadouros é o método empregado no controle do vetor dos vírus da febre amarela urbana e da dengue, o que se tornou desafiador logística e operacionalmente, dado as complexidades urbanas. Vale a pena ainda mencionar o aumento da resistência dos vetores aos inseticidas, e a capacidade apenas parcial de dados entomológicos preverem precisamente epidemias. Mediante tal situação, tem sido apontada a necessidade urgente de agregação de novas técnicas para o controle do vetor (Maciel-de-Freitas et al., 2012).

Considerando a não existência de uma vacina eficaz para a dengue, entende-se que a ampliação do conhecimento bioecológico de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, assim como de sua interação é perspectiva real e necessidade constante de impacto na saúde. Assim, investigar em campo o padrão de oviposição desses vetores em município endêmico de dengue pode revelar aspectos comportamentais e hábitos preferenciais das espécies com perspectivas de aprimoramento das estratégias de vigilância e controle vetorial.

Diante do exposto supõe-se que a população de ovos de *Ae. aegypti* seja predominante a de *Ae. albopictus*, que sua presença seja constante ao longo do ano, encontrando no peridomicílio ambiente de maior ocorrência. Já para *Ae. albopictus*, espera-se frequência bastante reduzida, sendo o peridomicílio ambiente de maior registro. No que se refere a co-ocorrência de ovos dessas espécies, admite-se que seja pouco frequente com predomínio de *Ae. aegypti*.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Estudar a distribuição e abundância de ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, a co-ocorrência das espécies segundo ambiente peri- e intradomiciliar e aspectos do comportamento de oviposição nas armadilhas, em município com transmissão de dengue.

### 2.2 Específicos

2.2.1 Descrever o perfil do Índice de Positividade de Ovitrapa (IPO) e da Média de Ovos por Armadilha (MOA) com *Ae. aegypti* e com *Ae. albopictus*, segundo ambiente peri- e intradomiciliar;

2.2.2 Descrever a abundância sazonal do Índice de Positividade de Ovitrapa (IPO) e da Média de Ovos por Armadilha (MOA) com *Ae. aegypti* e com *Ae. albopictus*, segundo ambiente peri- e intradomiciliar;

2.2.3 Verificar a associação entre fatores abióticos temperatura e pluviosidade com o número de armadilhas positivas e número de ovos, segundo espécie *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e ambiente peri- e intradomiciliar;

2.2.4 Analisar o número de armadilhas com ovos e número de ovos de *Ae. (Ste.) spp.*, segundo categoria de classe de número de ovos.

2.2.5. Descrever o perfil do Índice de Positividade de Ovitrapa (IPO) e da Média de Ovos por Armadilha (MOA) com a co-ocorrência das

espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, segundo ambiente peri- e intradomiciliar;

2.2.6 Descrever a abundância sazonal de ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* das armadilhas com a co-ocorrência das espécies, segundo ambiente peri- e intradomiciliar;

2.2.7 Avaliar o padrão de distribuição espacial de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da Área de Estudo

Considerou-se critério para a escolha da área de estudo a presença de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e a ocorrência de transmissão de dengue endêmica, ininterrupta nos últimos 10 anos. Para tanto, foi selecionado o município de São Sebastião, cuja localização se dá na Costa Norte do Estado de São Paulo, Brasil (45°21'00"W a 23°21'20"S).

Este município possui área territorial de aproximadamente 400 km<sup>2</sup>, dos quais  $\frac{3}{4}$  é coberto por Mata Atlântica. Sua população, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012) constitui-se por uma população de 73.942 habitantes, cuja densidade demográfica é de 184,68 hab/km<sup>2</sup>. Seu relevo é de planície litorânea com altitude, no perímetro urbano, de 10 m acima do nível do mar, e registro de temperatura média anual em torno de 24°C. Segundo o Sistema de Classificação Climática (SCC) de Köppen simplificado (Setzer, 1966), São Sebastião é considerado Af, o que caracteriza clima tropical chuvoso, sem estação seca definida e precipitação média do mês mais seco superior a 60 mm (CIIAGRO).

Distante 209 km da capital, é cortado pela Rodovia Estadual Paulista Doutor Manuel Hipólito Rego (SP- 55), parte da Rodovia Rio-Santos-BR-101 (DER 2010). Seu limite territorial se faz com os municípios de Caraguatatuba a Norte, Bertioga ao Sul, Oceano Atlântico a Leste e com o município e Salesópolis a Noroeste (Figura 1).

As principais atividades econômicas desenvolvidas neste município são a pesca, atividades portuárias, comércio e o turismo, o qual ocasiona elevada flutuação populacional humana, em épocas de temporada. Segundo a Companhia Docas de São Sebastião, esse município possui um porto

marítimo cuja configuração natural o coloca como a 3ª melhor região portuária do mundo.

Sua área urbana extrapola os limites das planícies invadindo as montanhas costeiras. Essa situação é tida como consequência do processo de ocupação intenso, desordenado e pressionado pelo crescimento da população urbana residente e turística flutuante (Ribeiro et al., 2006).

O presente estudo foi conduzido em área do perímetro urbano, que se constitui de 13 bairros, todos pertencentes à costa norte da cidade, a saber: Canto do Mar, Enseada, Jaraguá, Cigarras, Figueira, São Francisco, Morro do Abrigo, Olaria, Pontal da Cruz, Porto Grande, Centro, Topolândia e Topovaradouro. Nesse espaço geográfico, o qual apresenta variadas condições sanitárias e de nível sócioeconômico, encontram-se registrados 532 quarteirões, 16.833 imóveis e população estimada de 40.116 habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

A área de estudo, assim como município, foi primeiramente infestada por *Ae. albopictus*, no final da década de 1980, e posteriormente, no ano de 1996, por *Ae. aegypti*. No entanto, foi no ano de 2001 que o município sofreu sua primeira epidemia de dengue (Passos et al., 2003). Desde então casos de dengue vem sendo registrados sucessivamente, embora sejam realizadas atividades de controle periódicas. Durante esse processo de endemidade foi confirmada a circulação dos sorotipos DENV 1, DENV 2, DENV 3, e mais recentemente DENV 4, segundo dados do Centro de Vigilância Epidemiológica da Secretaria Estadual da Saúde de São Paulo (CVE, 2011 ). O número de casos autóctones do DENV registrados no município de São Sebastião, ao longo de sua trajetória epidemiológica foi de: 896/2001; 972/2002; 07/2003; 35/2004; 05/2005; 205/2006; 131/2007; 94/2008; 117/2009; 1613/2010; 410/2011, 74/2012 e 658/2013, respectivamente (CVE, 2014).

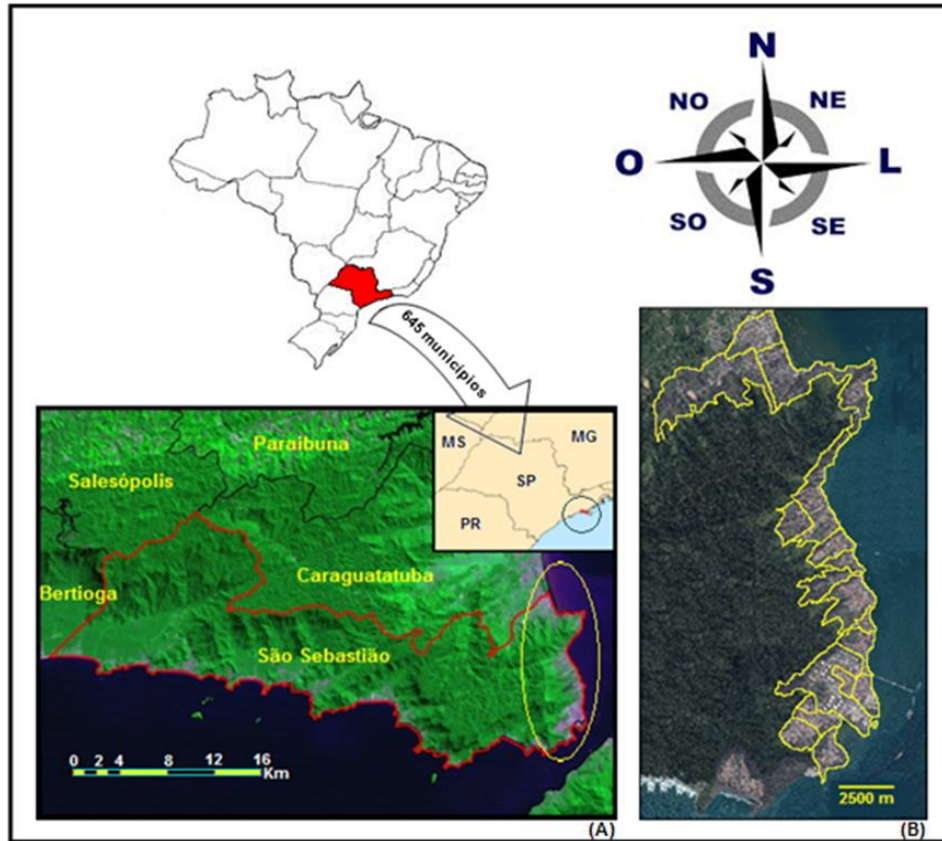


Figura 1. Limite do município de São Sebastião segundo arruamentos e vias rodoviárias de acesso (A) e, localização da área de estudo sobre imagem do Google Earth (B).

### 3.2 Amostragem, seleção dos imóveis e escolha dos locais de instalação das armadilhas

A unidade amostral foi o quarteirão que foi obtido por sorteio sistemático mensal, por conglomerado em estágio único, com reposição (Alves & Silva, 2001). Para tanto, todos os quarteirões da área de estudo foram numerados de um (01) até o último. De posse dessa informação, era realizado o sorteio dos quarteirões, o que significa dizer que o primeiro quarteirão a compor a amostra era selecionando de forma aleatória e, em seguida somava-se o intervalo amostral a esse número obtendo-se assim todos os quarteirões da amostra (SES/Sucen, 1997; SES/Sucen, 2006).



Foi adotado o tamanho amostral do número de quarteirões proposto atualmente no Programa Estadual de Vigilância e Controle de *Aedes aegypti* do Estado de São Paulo, e com base no tamanho da área de estudo (Alves & Silva, 2001; SES/Sucen, 2006). O número de quarteirões a ser trabalhado variou mensalmente de 18 a 22, com base na pendência da Avaliação de Densidade Larvária (ADL) do mês anterior. Da mesma forma, o número de imóveis trabalhados variou entre 36 a 44.

Para cada quarteirão sorteado foram trabalhados dois imóveis residenciais, considerando como critério de escolha semelhantes feições paisagísticas e maior distanciamento entre eles.

Para cada mês foi realizado novo sorteio dos quarteirões com reposição, ou seja, todos os quarteirões (independente de já terem sido trabalhados em meses anteriores ou não) foram incluídos nos sorteios, o que resultou em nova amostra.

No presente estudo, peridomicílio se referiu ao exterior da edificação, mas limitando-se às imediações da casa, enquanto que o intradomicílio, às áreas da casa sob seu teto, ou seja, cercada por quatro paredes. Nessas habitações humanas, após obtenção de consentimento informado do proprietário, foram instaladas duas armadilhas em cada, sendo uma no peri- e outra no intradomicílio (Figura 2). Os locais de instalação das armadilhas foram determinados de maneira a evitar os vértices do imóvel, devido a turbulência do fluxo de ar, em lugares preferencialmente cobertos, sombreados (Craig et al., 2006) e protegidos do acesso de crianças e animais domésticos, padronizando a altura da instalação da armadilha de aproximadamente 1,20 metros acima do nível do chão (Chadee et al., 1991).

O estudo foi realizado de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012, com uma coleta mensal nos ambientes peri- e intradomiciliares.

Foram trabalhados 257 quarteirões, nesses as armadilhas foram instaladas em 514 domicílios, o que totalizou 1028 armadilhas, tendo sido 50% no peri- e 50% no intradomicílio.

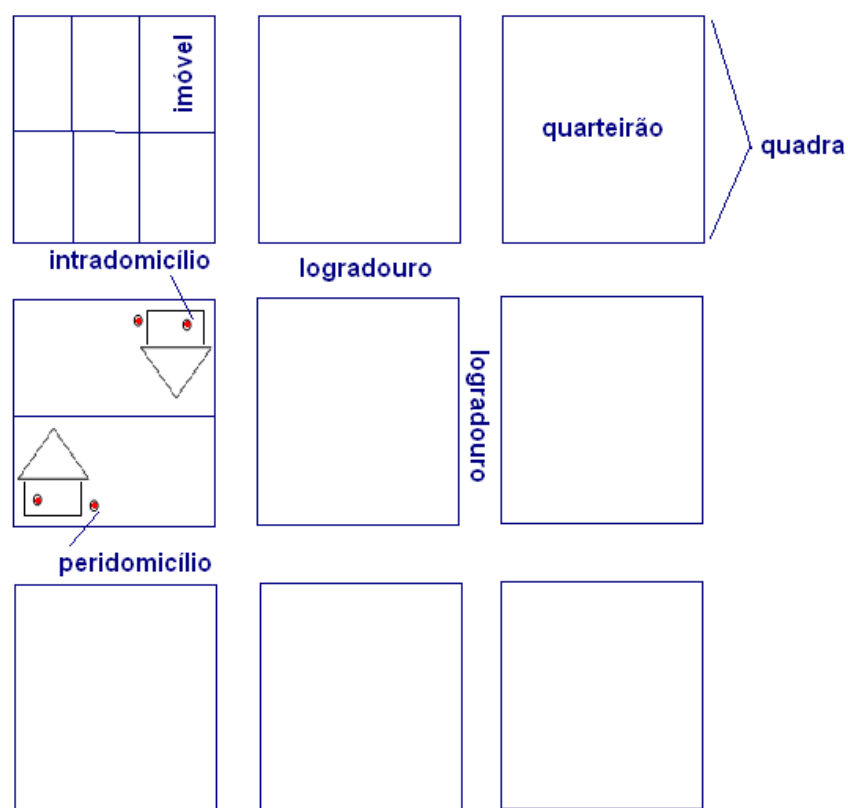


Figura 2: Desenho esquemático dos quarteirões, quadras, logradouros, domicílios e locais de instalação da ovitrampas, segundo ambiente peri- e intradomiciliar.

### 3.3 Descrição da armadilha de ovos

O método de investigação entomológica utilizado neste estudo foi o de coleta de ovos pelo uso de uma armadilha de oviposição, também denominada de ovitrampa (Fay & Perry, 1966).

O modelo adotado no presente estudo foi baseado em Fay & Eliason (1966) sendo formado por um recipiente plástico pintado de preto, com 10,50cm de diâmetro de abertura e 15,00cm de altura, cuja capacidade máxima foi de 1000 mL (Figura 3 A). Lateralmente a armadilha encontra-se um orifício, denominado de “ladrão”, através do qual se dava o extravasamento do eventual excedente de água, ao nível de 500 mL, impedindo a inundação dos ovos e consequente estímulo de eclosão das

larvas. No interior da armadilha foram vertidos 450 mL de água de torneira acrescida de 50 mL de infusão de feno concentrada. Como substrato de oviposição foi acoplado uma palheta a parede interna da armadilha. Trata-se de placa de madeira compensada (2,5cm x 17,0cm) do tipo Eucatex® que possui uma superfície lisa e outra rugosa, essa posicionada para cima (Figura 3 B e C). Cada palheta recebeu uma identificação correspondente ao número de ordem de instalação e local no domicílio, se peri- ou intradomiciliar. Todos os dados foram registrados em um formulário de campo.

### 3.3.1 Infusão de feno

O uso de infusão orgânica é realizado para alcançar um melhor desempenho da ovitrampa, já que a atratividade de fêmeas grávidas é influenciada pelo processo de crescimento de bactéria, com subsequente e secundária produção metabólica (Navarro et al., 2003). Tal resposta atrativa se dá pela biomassa e composição de espécies de plantas, importantes determinantes ambientais da ocorrência e abundância de mosquitos (Ponnusamy et al., 2010). São várias as infusões empregadas na literatura como exemplo cita-se àquelas a base de feno (Reiter et al., 1991), folha de abacate-branco (Ponnusamy et al., 2008, Trexler et al., 1998), além daquelas da ordem das gramíneas, como a *Panicum maximum* (Sant'ana et al., 2006).

Na presente pesquisa, optou-se pelo uso da infusão de feno proveniente da leguminosa alfafa (*Medicago sativa*). O preparo não tem uma formulação precisa e restritiva. Em um recipiente foram adicionadas folhas secas de feno, na proporção de 120 mg para 15 L de água (Quadro 1).

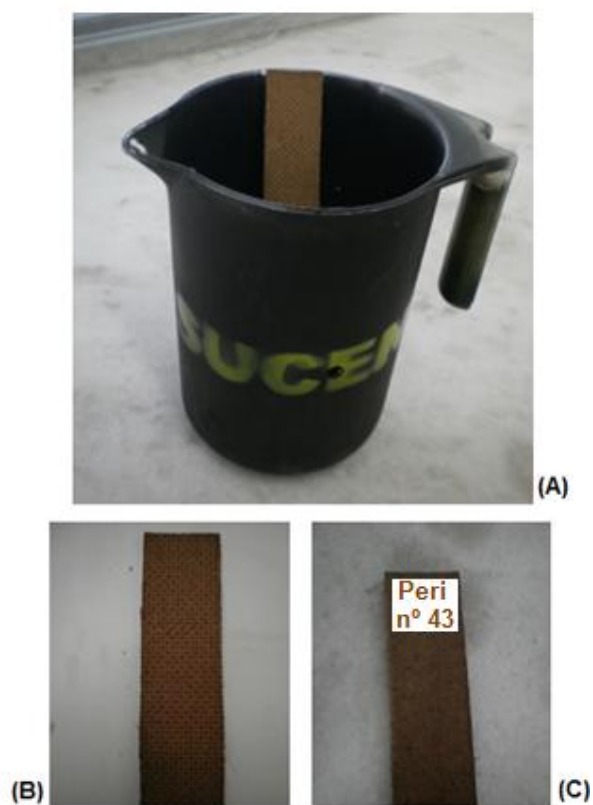


Figura 3. (A) Modelo de ovitrampa, (B) palheta face rugosa e (C) palheta face lisa com identificação.

Quadro 1. Proporção de folhas secas de feno e volume de água utilizado na preparação de solução atrativa.

FENO (gr)	ÁGUA (L)
1.000	120
500	60
250	30
125	15

O recipiente permaneceu fechado durante sete dias, preferencialmente exposto ao sol. Após este período, a infusão foi coada e transferida para recipientes menores, visando facilitar o transporte para o campo (Reiter et al., 1991) (Figura 4). Devido ao fato da infusão perder seu poder de atração ao longo do tempo, para cada instalação foi preparada nova infusão de feno.



Figura 4: Procedimento de preparação da infusão de feno. (A e B) folhas de feno + água e (C) emborcamento da infusão de feno para o recipiente de transporte em campo.

#### 3.4 Procedimentos de instalação e coleta das armadilhas

Anteriormente à primeira instalação, as palhetas foram imersas em água de torneira por 72 horas, com o intuito de minimizar odores e produtos químicos eventualmente existentes.

Na face interna da parede da armadilha foi acoplada uma palheta de tamanho padronizado (2,5 cm X 17,0 cm) com a superfície rugosa voltada para cima, posicionada em ângulo aproximado de 45° (Figura 3A, Figura 3B). Sequencialmente, 450 mL de água de torneira foram veritadas no seu

interior acrescida de 50 mL de infusão de feno, o que resultou na solução de feno a 10%. A adoção desse procedimento teve como intenção potencializar o efeito atrativo da armadilha sobre as fêmeas grávidas (Reiter et al., 1991) (Figura 5).



Figura 5. Procedimento de preparo da armadilha com água de torneira e infusão de feno a 10%, em atividade de pesquisa em campo.

As ovitrampas permaneceram expostas nos domicílios por período de quatro dias tendo sido instaladas na segunda feira e coletadas na sexta feira, respeitando o tempo mínimo de desenvolvimento do ciclo biológico, a fim de que não se configurassem como criadouros. Além disso, uma vez que várias gerações de *Ae. aegypti* podem se sobrepor em campo, um curto período de coleta poderia excluir algumas fêmeas da população amostrada. Por outro lado, um longo período de coleta pode superestimar o tamanho da população de fêmeas realmente capazes de completar múltiplos ciclos de oviposição (Wong et al., 2011).

O processo de coleta se deu primeiramente pela retirada da palheta segurando-a pela extremidade seca, local de ausência de ovos seguida da remoção da armadilha, na tentativa de redução da possibilidade de eclosão de larvas dos ovos já embrionados (Figura 6C). Todo o conteúdo líquido da

armadilha foi eliminado no local e as armadilhas transportadas para o laboratório, para lavagem e reutilização. As palhetas foram então acondicionadas individualmente, em grade, dentro de caixa térmica de isopor para transporte ao laboratório (Figura 6D).

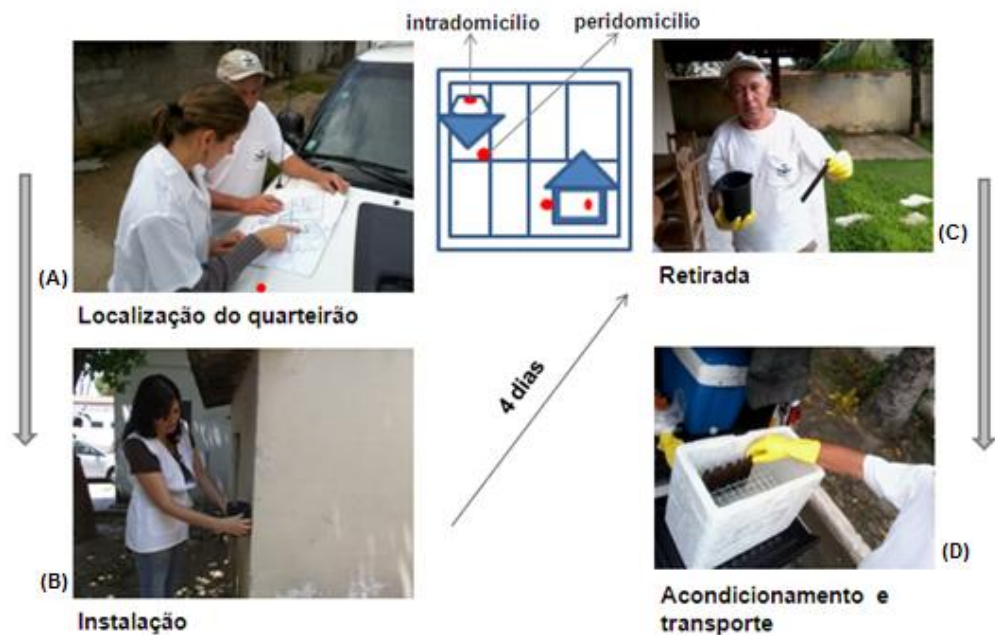


Figura 6. Etapas do trabalho em campo: (A) localização no mapa do quarteirão sorteado, (B) seleção do imóvel e instalação da armadilha, (C) coleta da palheta e da armadilha, (D) acondicionamento da palheta em caixa de isopor.

### 3.5 Procedimentos laboratoriais

No Laboratório de Culicídeos da Superintendência de Controle de Endemias (Sucen) de Taubaté, as armadilhas foram mergulhadas em água fervente na intenção de danificar ovos eventualmente presentes. Após ultrapassado período mínimo de 15 minutos, as palhetas foram lavadas em água corrente com esponja áspera e sabão de coco garantindo a remoção de ovos por ventura ali aderidos possibilitando sua reutilização no mês subsequente.

Já as palhetas foram mantidas na caixa de transporte sobre bancada do laboratório, protegidas do acesso de formigas pelo uso de uma armadilha com água, onde permaneceram por dois dias (sábado e domingo).

### 3.5.1 Contagem de ovos

Neste estudo, a atividade de oviposição foi registrada como a presença de ovos na palheta, também denominada palheta positiva. Decorridos esses dois dias, os ovos de *Aedes (Stegomyia)* spp. aderidos às palhetas foram visualizados em microscópio estereoscópico e contados utilizando-se de um contador manual (Figura 7).



**Figura 7. Leitura de ovos em palheta utilizando-se de microscópio estereoscópico e contador manual.**



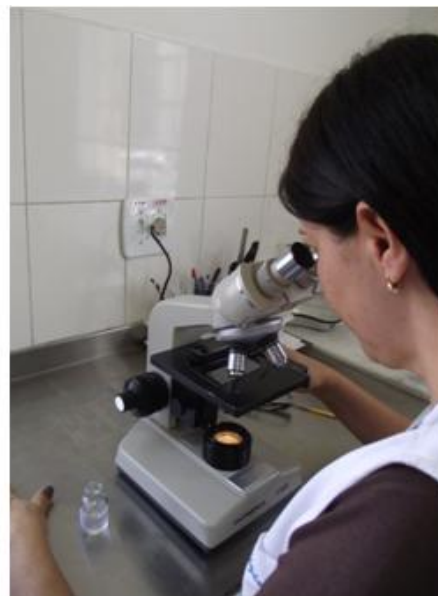
Na sequência, as palhetas foram novamente acondicionadas nas grades da caixa térmica, onde permaneceram por período máximo de 5 dias, em temperatura e umidade relativa ambiente, na intenção de se promover completo desenvolvimento embrionário dos ovos. Os dados de contagem foram registrados nos boletins de laboratório.

### 3.5.2 Identificação das larvas

Decorridos 5 dias, 100% das palhetas positivas foram individualmente imersas em recipiente plástico de capacidade máxima de 500 mL, preenchida com água de torneira a temperatura ambiente. Foi então adicionada pequena porção de ração para peixes tropicais como estímulo para a eclosão larval e posterior alimentação (Figura 8). Quando elas atingiram o terceiro ou quarto estágio foram mortas pelo uso de álcool 70%. Posteriormente, as larvas foram identificadas em microscópio óptico (objetiva 10x) (Figura 9) pelo uso de chave taxonômica, para confirmação das espécies (Consoli & Lourenço-de-Oliveira, 1994).



**Figura 8.** Imersão individual de palhetas positivas para eclosão larval em laboratório.



**Figura 9.** Identificação de larvas em microscópio óptico.

O procedimento de lavagem das palhetas se deu, primeiramente pela sua imersão em água em estado de ebulição na intenção de destruir os ovos. Após, foram lavadas em água corrente, escovando-se todas as suas faces, inclusive as laterais. A secagem dessas se deu a temperatura ambiente, período após o qual se encontravam prontas para reutilização em campo.

Os dados de abundância foram obtidos pelo registro do número de ovos de cada palheta em cada coleta.

### 3.6 Fonte de dados meteorológicos

Variáveis meteorológicas refletidas pelos dados de temperatura e pluviosidade, dos dias de exposição das armadilhas foram obtidas a partir do Centro integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo da estação do município de São Sebastião.

### 3.7 Tratamento dos dados

As medidas de infestação de populações de ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foram expressas pelo índice de Positividade de Ovitampa (IPO) e pela Média de Ovos por Armadilha (MOA) (Gomes et al., 1998).

$$\text{IPO} = \frac{\text{Número de armadilhas positivas}}{\text{Número de armadilhas examinadas}} \times 100$$

$$\text{MOA} = \frac{\text{Número de ovos coletados}}{\text{Número de armadilhas examinadas}}$$

Os dados foram avaliados quanto à normalidade e, homocedasticidade, pelo teste Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Em seguida, utilizou-se nas análises o software Statistics (Statsoft Inc.) 5.0.

Para verificar a associação entre IPO e MOA de *Ae. (Ste.)* spp. utilizou-se correlação de Spearman.

Na avaliação do perfil do IPO e da MOA de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, segundo ambiente peri- e intradomiciliar, utilizou-se teste de Kruskal-Wallis, seguido de Dwass-Steel-Christchlow-Flinger (DSCF) (Zar, 2009).

Na associação entre variáveis meteorológicas de temperatura média mínima, média máxima e média, pluviosidade total e média, dos quatro dias de exposição da armadilha, com o número de armadilhas com ovos e número de ovos, segundo espécie e ambiente, foi empregada correlação de Spearman e regressão linear simples.

Para verificar a existência de associação entre a pluviosidade acumulada dos meses menos chuvosos (fevereiro, maio a outubro e fevereiro) e dos meses mais chuvosos (março, abril, novembro a janeiro), com o número de ovos dos respectivos períodos foi aplicada correlação de Spearman.

As palhetas positivas (com ovos) foram categorizadas segundo número de ovos de *Ae. (Ste.)* spp., para tanto se adotando a classificação  $\leq 30$  ovos, 31 – 60 ovos, 61 – 90 ovos e  $\geq 91$  ovos (Chadee, 2009). Tais dados foram analisados por comparação entre as categorias aplicando-se teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dwass-Steel-Christchlow-Flinger, para as comparações múltiplas.

Foi avaliado se havia diferença entre o número de larvas eclodidas de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus* das armadilhas de co-ocorrência das espécies utilizando-se o teste de Welch. Já na análise da existência de diferença entre o número de larvas eclodidas de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus* das armadilhas de co-ocorrência das espécies, por ambiente domiciliar, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis.

Nas análises de comparação dos valores de IPO das armadilhas de co-ocorrência das espécies, entre os ambientes peri- e intradomiciliares, assim como nas análises de MOA, utilizou-se o teste Mann-Whitney.

Para todos os testes acima mencionados, o nível de significância foi de 0,05.

A descrição da distribuição espacial de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foi feita segundo o Sistema de Posicionamento Global (SPG). Tais dados georreferenciados foram identificados na base cartográfica digital do município de São Sebastião adquirida a partir do sistema projeção UTM, datum SAD69, Zona 23 sul, referente ao sistema cartográfico brasileiro. Tal base cartográfica continha o polígono do limite da área de estudo, importado no programa ArcGisv10.0. A partir da obtenção destes, foram então gerados mapas temáticos para uma análise exploratória, identificando a posição espacial das ovitrampas na área de estudo e estimada à intensidade da infestação, ou seja, o número esperado de eventos, a partir dos dados de pontos por espécie distribuídos no espaço. Para tanto se utilizou do estimador de densidade Kernel, que permite analisar a intensidade do processo na região de estudo através da interpolação (Bailey & Gatrell, 1995).

Seja  $s$ , que representa uma localização geral em  $R$  e  $s_1, s_2, \dots, s_n$  as localizações de  $n$  eventos observados,  $\lambda(s)$  é definida por:

$$\hat{\lambda}_\tau(s) = \frac{1}{\delta_\tau(s)} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{(s - s_i)}{\tau}\right) y_i \quad \text{onde:}$$

$\hat{\lambda}_\tau(s)$  é o valor estimado por área;

$\delta_\tau(s)$  é um valor entre 0 e 1 que representa uma correção de borda;

$\tau$  é a largura da banda e determina o fator de suavização;

$s$  é o centro de cada espaço da grade regular;

$s_i$  é o local de ocorrência do evento;

$k$  é uma função de densidade de probabilidade;

$y_i$  é o valor do evento no ponto (indicador de ovos).

Quando houve mais de um evento no mesmo ponto, este foi computado, de acordo com sua frequência. Essa contagem foi ponderada pela distância de cada evento ao ponto de referência  $(x, y)$ , através do fator de suavização  $\tau$ . O parâmetro largura da banda ( $\tau$ ) define a vizinhança do ponto a ser interpolado e controla o alisamento da superfície gerada (um raio centrado em  $s$ ). Neste estudo foi considerado como raio de influência (largura da banda) 300 metros, com base na distância de voo do *Ae. aegypti* (Maciel-de-Freitas & Lourenço-de-Oliveira, 2009). As manchas avermelhadas, também chamadas de pontos quentes, correspondem ao ponto de localização da maior densidade do vetor.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Dados Gerais

Ao final de 13 meses de estudo foram realizadas 13 coletas totalizando 257 quarteirões trabalhados, nos quais 514 imóveis residenciais tiveram ovitrampas armadas, inteirando 1.028 armadilhas instaladas e recolhidas.

O exame microscópico das respectivas palhetas revelou a presença de ovos de *Ae. (Ste.)* spp. em 255 (24,81%) das mesmas. A positividade foi observada em todos os meses de estudo cujos índices variaram entre 1,25% (setembro de 2011) a 59,76% (fevereiro de 2011).

A contagem de ovos das palhetas totalizou, no período estudado, 20.264 exemplares, mostrando que houve ampla variação nos valores dos números médios de ovos registrados por armadilha (0,99 a 83,22) para os meses de setembro e fevereiro de 2011, respectivamente (Tabela1).

Tabela 1. Distribuição mensal do Índice de Positividade de Ovitampa (IPO) e Média de Ovos por Armadilha (MOA) de *Ae. (Ste.)* spp. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Mês	Número de armadilha		IPO (%)	Número de ovos coletados	MOA
	coletada	Positiva			
Fev	82	49	59,76	6824	83,22
Mar	78	19	24,36	731	9,37
Abr	72	26	36,11	1938	26,92
Mai	72	23	31,94	1163	16,15
Jun	80	16	20,00	771	9,64
Jul	76	5	6,58	432	5,68
Ago	76	6	7,89	140	1,84
Set	80	1	1,25	79	0,99
Out	84	10	11,90	359	4,27
Nov	84	18	21,43	1143	13,61
Dez	84	18	21,43	861	10,25
Jan	84	36	42,86	2982	35,50
Fev	76	28	36,84	2841	37,38
Total	1028	255	24,81	20264	19,71
Média	79,08	19,62	24,80	1558,77	19,60
Desvio Padrão	1,23	3,68	4,57	509,96	6,25

A distribuição do número de armadilhas positivas (n= 255) por ambiente domiciliar mostrou que 182 foram registradas no peri- (71,37%) e 73 (28,63%) no intradomicílio. Após a imersão da totalidade das palhetas positivas observou-se taxa de eclosão larval geral de 86,27% (n= 220). A distribuição dessas por ambiente domiciliar mostrou que o peridomicílio deteve eclosão larval em 75,00% (n= 165) e o intradomicílio, em 25,00% (n= 55). A relação de proporção entre o número de palhetas positivas e as que apresentaram eclosão larval, por ambiente domiciliar, mostrou que no peri- a eclosão larval correspondeu a 90,66% e no intradomicílio, 75,34% (Tabela 2).

As palhetas positivas submersas que não apresentaram eclosão larval (n= 35) representaram 13,73%. Sua distribuição entre os ambientes domiciliares permitiu evidenciar que 6,67% (n= 17) foi correspondente ao peri- e 7,06 (n= 18) ao intradomicílio.

Tabela 2. Distribuição mensal da positividade de armadilhas e número de palhetas com eclosão larval, segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Mês	Número de armadilha (palheta)									
	Coletada	Positiva	Peridomicílio			Intradomicílio			Total de eclosão larval	
			submersa	eclosão larval	%	submersa	eclosão larval	%	eclosão larval	%
Fev	82	49	33	29	87,88	16	12	75,00	41	83,67
Mar	78	19	17	15	88,24	2	2	100,00	17	89,47
Abr	72	26	16	16	100,00	10	8	80,00	24	92,31
Mai	72	23	17	15	88,24	6	4	66,67	19	82,61
Jun	80	16	10	7	70,00	6	4	66,67	11	68,75
Jul	76	5	4	3	75,00	1	1	100,00	4	80,00
Ago	76	6	4	1	25,00	2	1	50,00	2	33,33
Set	80	1	1	1	100,00	0	0	0,00	1	100,00
Out	84	10	8	7	87,50	2	1	50,00	8	80,00
Nov	84	18	13	13	100,00	5	5	100,00	18	100,00
Dez	84	18	14	14	100,00	4	4	100,00	18	100,00
Jan	84	36	25	25	100,00	11	8	72,73	33	91,67
Fev	76	28	20	19	95,00	8	5	62,50	24	85,71
Total	1028	255	182	165	90,66	73	55	75,34	220	86,27
Média	79,08	19,62	14,00	12,69	85,91	5,62	4,23	71,04	16,92	83,66
Desvio Padrão	1,23	3,68	2,48	2,42	5,76	1,28	0,96	7,80	3,30	4,91

Os 20.264 ovos totalizados nas 255 armadilhas positivas apresentaram-se distribuídos entre os ambientes peri- e intradomiciliar na proporção de 80,03% (n=16.217) e 19,97% (n= 4.047), respectivamente. Entretanto, a eclosão larval foi registrada em 220 palhetas cujo número de ovos era 18.802, 15.450 no peri- (82,17%) e 3.352 no intradomicílio (17,83%). Desses, houve eclosão larval de 12.476 (66,35%), 10.170 (81,52%) no peri- e 2.306 (18,48%) no intra. Tais valores relativizados por ambiente domiciliar de coleta mostrou que no peri- a taxa de eclosão foi de 65,83% e no intradomicílio, 68,79% (Tabela 3).

Dentre os 6.326 ovos restantes que não apresentaram eclosão larval, 5.280 (83,47%) eram pertencentes ao peri- e 1.046 (16,53%), ao intradomicílio. Proporcionalmente, a taxa de não eclosão desses ovos foi de 34,17% no peri- e no 31,21% no intra.

A taxa de eclosão entre as armadilhas positivas, segundo espécie, mostrou a presença exclusiva de *Ae. aegypti* em 77,27% das armadilhas (n=170), de *Ae. albopictus* em 9,09% (n= 20) e da co-ocorrência dessas duas espécies em 13,64% (n=30).



A presença exclusiva de *Ae. aegypti* verificada em 170 (peri-=127; intra= 43) armadilhas totalizou 12.249 ovos, 79,34% no peri- (n=9.718) e 20,66% (n=2.531) no intradomicílio. A eclosão larval se deu em 7.938, 64,81% dos ovos. A distribuição dessa por ambiente revelou que 78,00% (n= 6.192) corresponderam ao peri- e 22,00% (n= 1.746), ao intradomicílio. A relação de proporção entre o número de ovos existentes por ambiente e o número de larvas eclodidas mostrou que 63,72% foram correspondentes ao peri- e 68,98%, ao intradomicílio

Os demais ovos das armadilhas com *Ae. aegypti* que não apresentaram eclosão larval (n= 4.311) corresponderam a 28,79% e 6,41%, aos ambientes peri- e intradomicílio, respectivamente. Proporcionalmente esses valores referem-se a 36,28% do peri- e 31,02% do intra (Tabela 4).

Na mesma sequência de raciocínio, a presença exclusiva de *Ae. albopictus* se deu em 20 armadilhas, essas distribuídas entre o peri- (75%; n=15) e o intradomicílio (25%; n= 05), que totalizaram 1.157 ovos coletados (peri-= 82,45%; intra= 17,55%). Desse total, a eclosão larval se deu em 776 ovos (67,07%). A distribuição dessa eclosão larval por ambiente domiciliar mostrou que 630 exemplares foram do peri- (81,19%), e 146 do intradomicílio (18,81%). A relação de proporção entre o número de ovos existentes por ambiente e o número de larvas eclodidas revelou os percentuais de 66,04% no peri- e de 71,92% no intra.

Dentre os 381 ovos que não apresentaram eclosão larval, 28,00% foram coletados no peri- e 4,90%, no intradomicílio, evidenciando por ambiente os valores proporcionais de 33,96% no peri- e de 28,08% no intradomicílio (Tabela 5).

Tabela 3. Distribuição mensal do número armadilhas positivas, ovos coletados e larvas eclodidas de *Ae. (Ste.)* spp., segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Mês/ ano	Número de Armadilha positiva	Número de ovos	Número de Armadilha com eclosão larval	Número de ovos	Peridomicílio			Intradomicílio		
					Armadilha com eclosão larval	Número de ovos	Número de larvas	Armadilha com eclosão larval	Número de ovos	Número de larvas
Fev	49	6824	41	6194	29	5186	2741	12	1008	632
Mar	19	731	17	716	15	693	488	2	23	23
Abr	26	1938	24	1915	16	1588	1091	8	327	185
Mai	23	1163	19	1132	15	933	708	4	199	164
Jun	16	771	11	592	7	331	153	4	261	104
Jul	5	432	4	375	3	360	197	1	15	1
Ago	6	140	2	91	1	8	7	1	83	83
Set	1	79	1	79	1	79	68	0	0	0
Out	10	359	8	346	7	319	256	1	27	26
Nov	18	1143	18	1143	13	856	643	5	287	227
Dez	18	861	18	861	14	672	430	4	189	167
Jan	36	2982	33	2848	25	2190	1441	8	658	487
Fev	28	2841	24	2510	19	2235	1947	5	275	207
Total	255	20264	220	18802	165	15450	10170	55	3352	2306
Média	19,62	1558,77	16,92	1446,31	12,69	1188,46	782,31	4,23	257,85	177,38
Desvio Padrão	3,68	509,96	3,30	464,91	2,42	390,01	227,65	0,96	80,12	52,49

Tabela 4. Distribuição mensal do número de palhetas imersas, ovos coletados e eclosão larval de *Ae. aegypti*. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Mês	Peridomicílio					Intradomicílio				
	Nº de palhetas	Número de ovos	Número de eclosão	Número de não eclosão	% não eclosão	Nº de palhetas	Número de ovos	Número de eclosão	Número de não eclosão	% não eclosão
Fev	21	3125	1632	1493	47,78	8	747	505	242	32,40
Mar	14	646	441	205	31,73	1	6	6	0	0,00
Abr	11	802	527	275	34,29	7	300	168	132	44,00
Mai	9	513	422	91	17,74	4	199	164	35	17,59
Jun	7	331	153	178	53,78	4	261	104	157	60,15
Jul	3	360	197	163	45,28	1	15	1	14	93,33
Ago	1	8	7	1	12,50	1	83	83	0	0,00
Set	1	79	68	11	13,92	0	0	0	0	0,00
Out	7	319	256	63	19,75	1	27	26	1	3,70
Nov	13	856	643	213	24,88	3	184	141	43	23,37
Dez	10	494	359	135	27,33	4	189	167	22	11,64
Jan	19	1572	1017	555	35,31	5	311	235	76	24,44
Fev	11	613	470	143	23,33	4	209	146	63	30,14
Total	127	9718	6192	3526	36,28	43	2531	1746	785	31,02
Média	9,77	747,54	476,31	271,23	29,82	3,31	194,69	134,31	60,38	26,21
Desvio Padrão	1,71	226,39	121,27	108,99	3,64	0,68	55,52	37,41	20,68	7,55

Tabela 5. Distribuição mensal do número de palhetas imersas, ovos coletados e eclosão larval de *Ae. albopictus*. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Mês	Peridomicílio					Intradomicílio				
	Nº de palhetas	Número de ovos	Número de eclosão	Número de não eclosão	% não eclosão	Nº de palhetas	Número de ovos	Número de eclosão	Número de não eclosão	% não eclosão
Fev	1	46	46	0	0,00	1	49	17	32	65,31
Mar	1	0	0	0	0,00	1	17	17	0	0,00
Abr	2	179	123	56	31,28	0	0	0	0	0,00
Mai	3	161	107	54	33,54	0	0	0	0	0,00
Jun	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0,00
Jul	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0,00
Ago	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0,00
Set	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0,00
Out	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0,00
Nov	0	0	0	0	0,00	2	103	86	17	16,50
Dez	3	66	41	25	37,88	0	0	0	0	0,00
Jan	3	293	151	142	48,46	1	34	26	8	23,53
Fev	2	209	162	47	22,49	0	0	0	0	0,00
Total	15	954	630	324	33,96	5	203	146	57	28,08
Média	1,15	73,38	48,46	24,92	13,36	0,38	15,62	11,23	4,38	8,10
Desvio Padrão	0,36	28,19	17,70	11,60	5,11	0,18	8,51	6,70	2,69	5,21

O coeficiente de correlação de Spearman calculado entre o IPO e a MOA apresentou resultado estatisticamente significativo com forte grau de relação ( $r=0,94$ ,  $p=0,00$ ) (Figura 10).

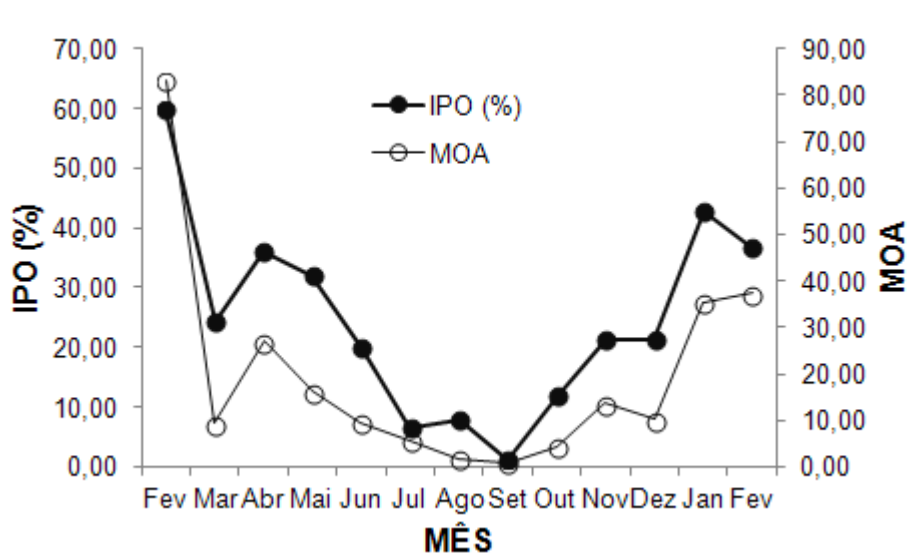


Figura 10. Distribuição mensal do Índice de Positividade de Ovitampa (IPO) e da Média de Ovos por Armadilha (MOA) com *Ae. (Ste.)* spp. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

#### 4.2 Perfil do Índice de Positividade de Ovitampa (IPO) e Média de Ovos por Armadilha (MOA) com *Ae. aegypti* e com *Ae. albopictus*, segundo ambiente peri- e intradomiciliar.

Os valores do IPO com *Ae. aegypti* variaram ao longo dos meses de estudo, no peri- e no intradomicílio (peri- IPO=2,50% a 51,22%; intra IPO=2,38% a 19,51%). *Ae. albopictus* foi registrado nos dois ambientes domiciliares, ocorrendo no peri- nos meses de fevereiro a maio e dezembro de 2011, sendo novamente registrado em janeiro e fevereiro de 2012 (IPO=2,44% a 8,33%). Já no intradomicílio seu registro se deu nos meses de fevereiro, março e novembro de 2011, posteriormente em janeiro de 2012 (IPO=2,38% a 4,76%) (Tabela 6).

A MOA com *Ae. aegypti* mostrou variação ao longo do período de estudo. Os maiores valores registrados no peri- variaram de 0,18 a 39,80; e no intra, de 0,03% a 12,32%. Já para *Ae. albopictus* discretos valores variaram entre 0,98 a 4,26 no peri-, e entre 0,41 a 2,25 no intradomicílio (Tabela 7).

Na Tabela 8 está apresentada a comparação do IPO e da MOA, do período de estudo, segundo espécie *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e ambiente domiciliar. As comparações dos IPOs revelaram diferenças significativas ( $H=30,51$ ,  $p=0,00$ ). O teste Dwass-Steel-Chritchlow-Flinger (DSCF) mostrou que o IPO com *Ae. aegypti* do peri- foi maior que o do intradomicílio ( $p=0,03$ ). Contrariamente, o IPO com *Ae. albopictus* não diferiu entre os ambientes ( $p=0,33$ ). Verificou-se que o IPO com *Ae. aegypti* foi maior que o IPO com *Ae. albopictus*, nos dois ambientes (peri-  $p=0,00$  e intradomicílio  $p=0,00$ ).

Quanto a MOA, foi verificada diferença significativa ( $H=27,60$ ,  $p=0,00$ ). A comparação múltipla mostrou que o peri- foi o ambiente de maior MOA com *Ae. aegypti* ( $p=0,03$ ). Já para *Ae. albopictus*, não foi evidenciada diferença estatística significativa entre os ambientes ( $p=0,57$ ). A MOA com *Ae. aegypti* foi significativamente maior que a MOA com *Ae. albopictus*, no peri- ( $p=0,00$ ) e no intradomicílio ( $p=0,01$ ). Ainda na Tabela 8 pode ser observada a proporção das espécies por tipo de ambiente. Verifica-se que o IPO e a MOA com *Ae. aegypti* no peri- foi aproximadamente três vezes maior que no intradomicílio. Valores semelhantes desses mesmos índices foram observados para *Ae. albopictus*, porém não significativos. A proporção, agora entre as espécies, mostrou que o IPO com *Ae. aegypti* foi 8 vezes maior que o IPO com *Ae. albopictus* no peri-, e 9 vezes no intradomicílio. Isso foi também verificado na MOA, porém com valores ainda maiores, 9,50 vezes no peri- e 11,80 vezes no intradomicílio. A proporção de ovos de *Ae. aegypti* foi de 3,55:1,00 e de *Ae. albopictus* 4,32:1,00, nos ambientes peri- e intradomiciliar.

Tabela 6. Distribuição mensal do Índice de Positividade de Ovitrapa (IPO) com *Ae. aegypti* e com *Ae. albopictus*, segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Mês	Peridomicílio					Intradomicílio				
	Nº arm instalada	<i>Ae.aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>		Nº arm instalada	<i>Ae.aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>	
		Positiva	IPO (%)	Positiva	IPO (%)		Positiva	IPO (%)	Positiva	IPO (%)
Fev	41	21	51,22	1	2,44	41	8	19,51	1	2,44
Mar	39	14	35,90	1	2,56	39	1	2,56	1	2,56
Abr	36	11	30,56	2	5,56	36	7	19,44	0	0,00
Mai	36	9	25,00	3	8,33	36	4	11,11	0	0,00
Jun	40	7	17,50	0	0,00	40	4	10,00	0	0,00
Jul	38	3	7,89	0	0,00	38	1	2,63	0	0,00
Ago	38	1	2,63	0	0,00	38	1	2,63	0	0,00
Set	40	1	2,50	0	0,00	40	0	0,00	0	0,00
Out	42	7	16,67	0	0,00	42	1	2,38	0	0,00
Nov	42	13	30,95	0	0,00	42	3	7,14	2	4,76
Dez	42	10	23,81	3	7,14	42	4	9,52	0	0,00
Jan	42	19	45,24	3	7,14	42	5	11,90	1	2,38
Fev	38	11	28,95	2	5,26	38	4	10,53	0	0,00
Total	514	127	24,71	15	2,92	514	43	8,37	5	0,97
Média	39,54	9,77	24,52	1,15	2,96	39,54	3,31	8,41	0,38	0,93
Desvio Padrão	0,62	1,71	4,18	0,36	0,91	0,62	0,68	1,76	0,18	0,44

Tabela 7. Distribuição mensal da Média de Ovos por Armadilha (MOA) com *Ae. aegypti* e com *Ae. albopictus*, segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Mês	Peridomicílio					Intradomicílio				
	Nº arm. Instalada	<i>Ae. aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>		Nº arm. Instalada	<i>Ae. aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>	
		Nº de ovos	MOA	Nº de ovos	MOA		Nº de ovos	MOA	Nº de ovos	MOA
Fev	41	1632	39,80	46	1,12	41	505	12,32	17	0,41
Mar	39	441	11,31	0	0,00	39	6	0,15	17	0,44
Abr	36	527	14,64	123	3,42	36	168	4,67	0	0,00
Mai	36	422	11,72	107	2,97	36	164	4,56	0	0,00
Jun	40	153	3,83	0	0,00	40	104	2,60	0	0,00
Jul	38	197	5,18	0	0,00	38	1	0,03	0	0,00
Ago	38	7	0,18	0	0,00	38	83	2,18	0	0,00
Set	40	68	1,70	0	0,00	40	0	0,00	0	0,00
Out	42	256	6,10	0	0,00	42	26	0,62	0	0,00
Nov	42	643	15,31	0	0,00	42	141	3,36	86	2,05
Dez	42	359	8,55	41	0,98	42	167	3,98	0	0,00
Jan	42	1017	24,21	151	3,60	42	235	5,60	26	0,62
Fev	38	470	12,37	162	4,26	38	146	3,84	0	0,00
Total	514	6192	12,05	630	1,23	514	1746	3,4	146	0,28
Média	39,54	476,31	11,92	48,46	1,26	39,54	134,31	3,38	11,23	0,27
Desvio Padrão	0,62	121,27	2,94	17,70	0,46	0,62	37,41	0,92	6,70	0,16



Tabela 8. Comparação do índice de Positividade de Ovitrapa (IPO) (%) e da Média de Ovos por Armadilha (MOA) de cada espécie e entre as duas espécies, *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Espécie	Ambiente	IPO			MOA		
		Média ± Desvio Padrão	p	Proporção	Média ± Desvio Padrão	p	Proporção
<i>Ae. aegypti</i> x <i>Ae. aegypti</i>	Peri X Intra	24,52 ± 4,18 x 8,41 ± 1,76	<b>0,03</b>	2,92:1,00	12,12 ± 2,98 x 3,41 ± 0,94	<b>0,03</b>	3,55:1,00
<i>Ae. albopictus</i> x <i>Ae. albopictus</i>	Peri X Intra	2,96 ± 0,91 x 0,93 ± 0,44	0,33	3,18:1,00	1,27 ± 0,48 x 0,29 ± 0,16	0,57	4,32:1,00
<i>Ae. aegypti</i> x <i>Ae. albopictus</i>	Peri X Peri	24,52 ± 4,18 x 2,96 ± 0,91	<b>0,00</b>	8,28:1,00	12,12 ± 2,98 x 1,27 ± 0,48	<b>0,00</b>	9,54:1,00
<i>Ae. aegypti</i> x <i>Ae. albopictus</i>	Intra X Intra	8,41 ± 1,76 x 0,93 ± 0,44	<b>0,00</b>	9,04:1,00	3,41 ± 0,94 x 0,29 ± 0,16	<b>0,01</b>	11,76:1,00

Negrito= p≤0,05.

#### 4.3 Abundância sazonal de ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, segundo ambiente peri- e intradomiciliar.

Observa-se nas Figura 11A, B e nas Figuras 12A e B a distribuição mensal do IPO e MOA de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* no período estudado. Foi verificada a ocorrência de *Ae. aegypti* durante todo o estudo e de *Ae. albopictus*, nos primeiros e últimos meses do mesmo.

Para *Ae. aegypti* verifica-se semelhança no perfil de ocorrência desses indicadores, ao longo de todo o estudo, nos dois ambientes domiciliares. Excetua-se no peridomicílio o mês de julho, quando a MOA mostrou discreta elevação, e no mês de maio, quando a MOA mostrou-se inalterada, comparado ao mês anterior, em ambos os momentos, acompanhado pela queda da positividade (Figura 11A). Já para *Ae. albopictus*, contrariamente ao observado para a outra espécie, a MOA apresenta discreta queda, no peridomicílio, nos meses de março e maio, quando a positividade mostrou tendência de aumento. Para essa mesma espécie observou-se, ainda no peridomicílio, tendência de aumento da MOA nos meses de janeiro e fevereiro, do segundo período de estudo, não acompanhado da positividade (Figura 11B).

A presença de *Ae. albopictus* durante o período de estudo foi reduzida, embora tenha ocorrido em ambos os ambientes domiciliares, simultaneamente ou alternando-se entre eles, porém limitando-se entre os primeiros e últimos meses do período de estudo. A presença de *Ae. aegypti* no peridomicílio foi registrada da primeira até a última coleta, com dois picos significativos, em fevereiro de 2011 (51,22%) e janeiro de 2012 (45,24%). A diminuição dos valores foi observada a partir de março (35,90%), com o menor índice em setembro (2,50%), que, em seguida, aumentou depois de outubro (16,67%). A ausência de ovos *Ae. aegypti* nas armadilhas ocorreu em setembro e só no ambiente intradomiciliar (Figura 11B).

A ausência de *Ae. albopictus* foi observado de junho a novembro no peridomicílio, entre abril e outubro nas instalações intradomiciliares e, posteriormente, em dezembro e fevereiro. Os picos desta espécie no

peridomicílio foram registrados em maio, dezembro e janeiro. Por outro lado, esta espécie atingiu o pico no intradomicílio em novembro (Figura 11B).

A densidade de ovos, aqui expressa pela média de ovos por armadilha (MOA), variou mensalmente para as duas espécies com a menor média de ovos de *Ae. aegypti* por armadilha (0,21) registrados em agosto e a maior média (40,66) registrado em fevereiro de 2011, nas instalações peridomicílio. O maior valor registrado nas instalações intradomiciliares (12,66) ocorreu em fevereiro de 2011 (Figura 11A). A maior MAO de *Ae. albopictus* no peridomicílio foi registrado em fevereiro de 2012 (4,26) e no intradomicílio, em novembro de 2011 (2,10). A partir de setembro observa-se aumento da MOA dessa espécie atingindo seu maior valor, nesse segundo período de ocorrência, no mês de janeiro de 2012 (Figura 11B).

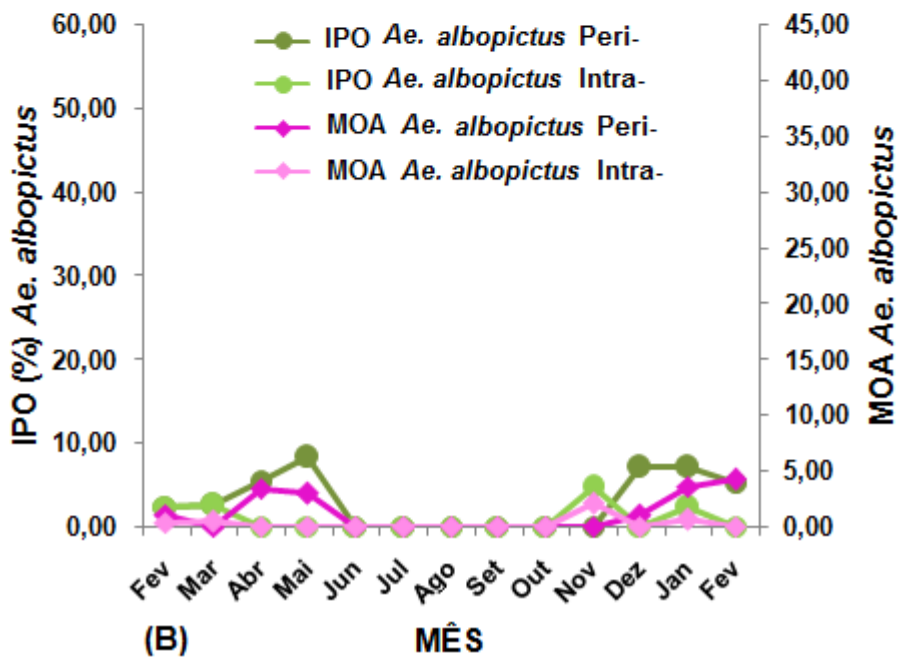
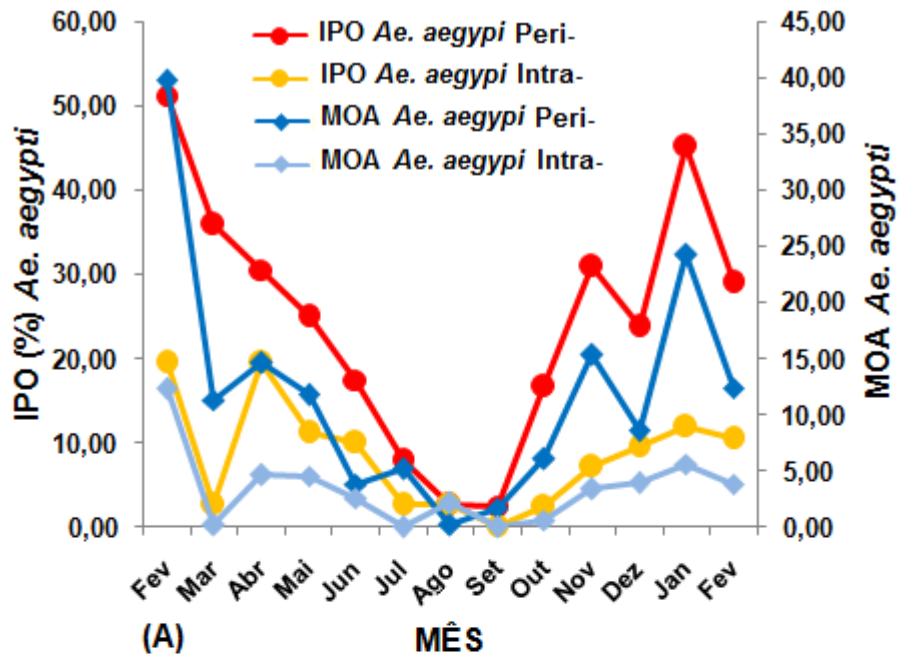


Figura 11. Distribuição sazonal do índice de Positividade de Ovitampa (IPO) e da Média de Ovos por Armadilha (MOA) com *Ae. aegypti* (A) e *Ae. albopictus* (B). Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

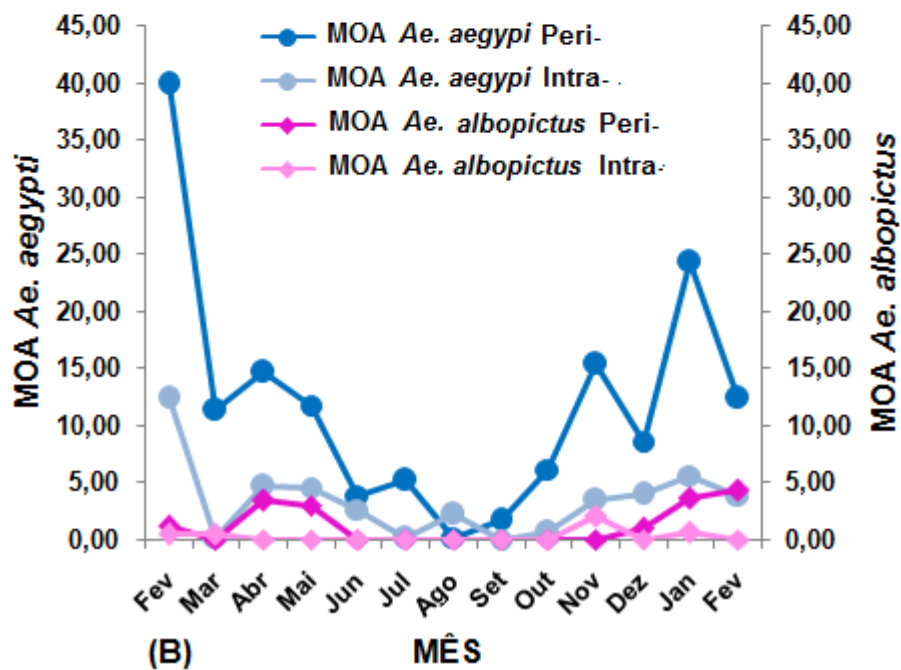
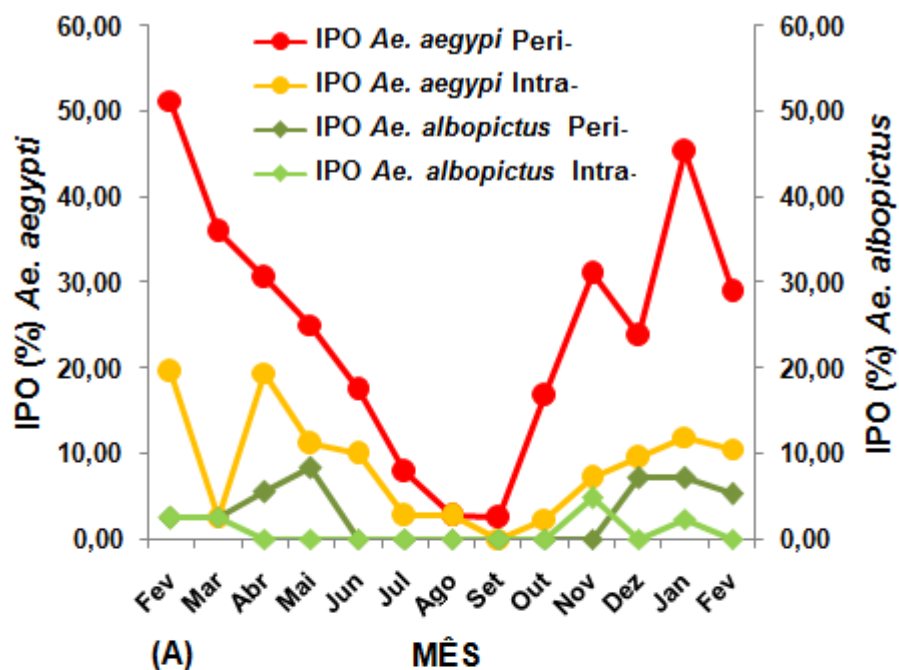


Figura 12. Distribuição sazonal da comparação do índice de Positividade de Ovitampa (IPO) (A) e da Média de Ovos por Armadilha (MOA) com *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (B) por ambiente. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

A comparação da distribuição sazonal da positividade de armadilhas com *Ae. aegypti* e com *Ae. albopictus* no mesmo ambiente domiciliar está

apresentada na Figura 12A. Observa-se no peridomicílio constante e maior presença de *Ae. aegypti*, quando comparada a *Ae. albopictus*. Os menores registros de *Ae. aegypti* no peridomicílio se deram nos mesmos meses em que *Ae. albopictus* esteve ausente, exceto no mês de novembro. No intradomicílio a presença das espécies foi reduzida, *Ae. aegypti* apresentando-se praticamente permanente ao longo do ano enquanto que *Ae. albopictus*, mais evidente no final do ano. Já na comparação da distribuição mensal da MOA de *Ae. aegypti* com *Ae. albopictus* pode ser verificado picos nos mesmos meses dos registrados para a positividade de armadilhas de cada uma das espécies (Figura 12B).

4.4 Associação entre temperatura e pluviosidade dos dias de exposição das armadilhas com o número de armadilhas positivas e com o número de ovos, segundo espécie *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e ambiente peri- e intradomiciliar

Os dados de temperatura dos quatro dias de exposição das armadilhas de cada mês de coleta apresentaram pequena variação. Os menores registros da temperatura média referem-se às coletas realizadas entre os meses de junho a setembro. As médias registradas nas coletas desses meses foram superiores a 15°C e inferiores a 20°C. Nas demais foram anotadas temperaturas médias superiores a 21°C e inferiores a 28°C (Figura 13). Nesse mesmo período a temperatura mínima não foi inferior a 12°C e a máxima não foi inferior a 22°C.

Os valores mais elevados da pluviosidade total e média foram registradas nas coletas dos meses de fevereiro e março de 2011. Nesses meses o volume de chuva ultrapassou 90 mm<sup>3</sup> e 22 mm<sup>3</sup> respectivamente. Nos meses subsequentes notou-se certa constância do volume de chuva não ultrapassando a marca de 28 mm<sup>3</sup> para a pluviosidade total e 6 mm<sup>3</sup> para a média, exceto nos meses de julho e novembro.

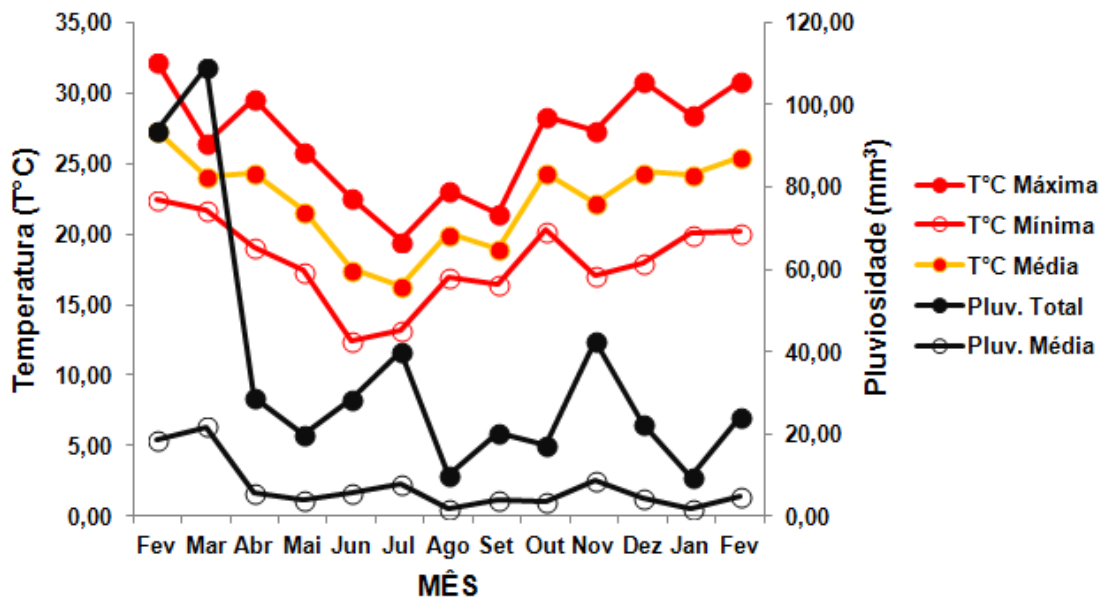


Figura 13. Distribuição mensal da temperatura máxima, mínima, média e pluviosidade total e média dos dias de exposição das armadilhas de ovos. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Na Figura 14 pode-se notar que o maior número de ovos coletados ( $n=6824$ ) ocorreu no mês de fevereiro de 2011, quando do registro da maior temperatura média ( $27,30^{\circ}\text{C}$ ), e pluviosidade média de  $18,76\text{mm}^3$ , registrados nos dias de exposição das armadilhas. No período de coleta do mês seguinte, observou-se queda da temperatura e elevação da pluviosidade ( $21,80\text{mm}^3$ ), acompanhada de acentuada redução no número de ovos ( $n=731$ ). No período de maio a setembro ocorreu redução do número de ovos, assim como da temperatura e pluviosidade média. Com a elevação da temperatura no mês de outubro ( $24,32^{\circ}\text{C}$ ) notou-se discreto aumento do número de ovos ( $n=359$ ) acompanhado de queda da pluviosidade ( $3,50\text{mm}^3$ ). No mês de novembro a temperatura apresentou discreta queda, acompanhada de elevação de pluviosidade ( $8,56\text{mm}^3$ ) com tendência de aumento do número de ovos ( $n=1143$ ). O segundo momento de maior registro de número de ovos foi o mês de janeiro ( $n=2.982$ ) que manteve valor praticamente inalterado em fevereiro de 2012, quando a temperatura e a pluviosidade média apresentaram-se com tendência de aumento. No que diz respeito ao número de armadilhas positivas, foi possível observar, ainda na Figura 14, padrão de distribuição semelhante ao

de número de ovos. Contudo, observou-se no mês de agosto, diferentemente desse, discreto aumento no número de armadilhas positivas, quando a temperatura média elevou-se (20,03°C).

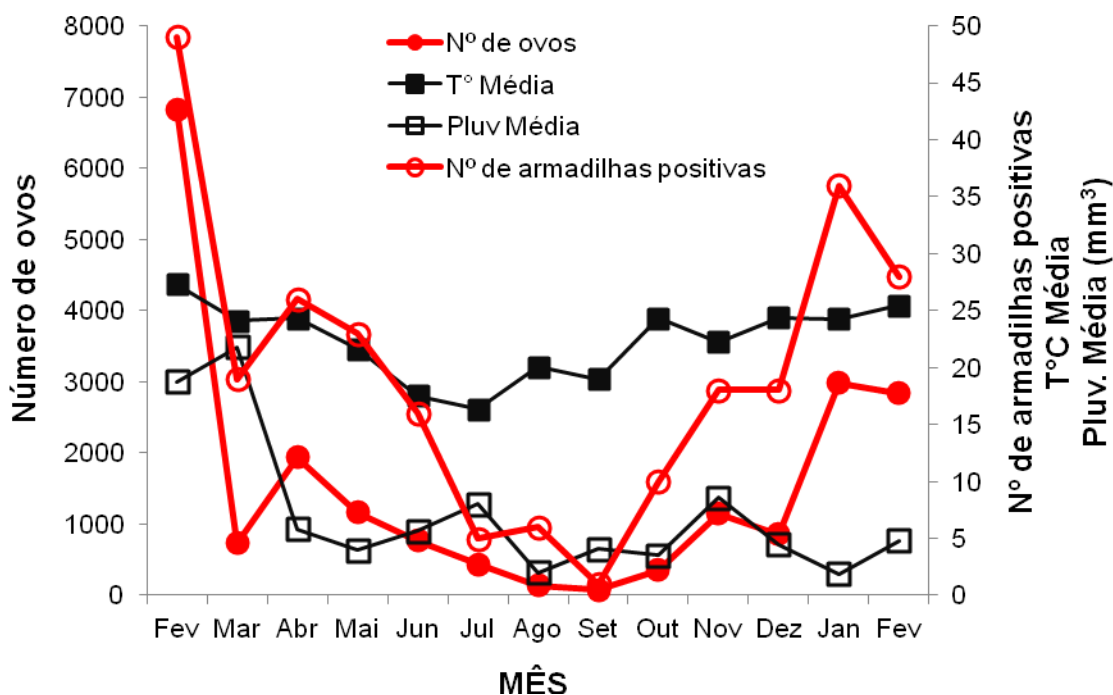


Figura 14. Distribuição mensal do número de ovos coletados, número de armadilhas positivas, temperatura média e pluviosidade média dos dias de exposição das armadilhas de ovos. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Na Tabela 9 observa-se o resultado do coeficiente de correlação de Spearman e regressão linear simples, entre a temperatura (mínima, máxima e média) e presença e número de ovos da espécie, por ambiente (peri- e intradomiciliar). Foi constatada correlação positiva entre a temperatura mínima, máxima e média com o número de armadilhas e o número de ovos de *Ae. aegypti* no peridomicílio. Já no intradomicílio foi constatada correlação entre a temperatura máxima e média com o número de armadilhas e o número de ovos dessa espécie.

Para *Ae. albopictus*, verificou-se correlação positiva entre a temperatura máxima e o número de armadilhas com ovos no peridomicílio. Todas as demais correlações avaliadas não foram significativas.



Observa-se que o grau de relacionamento entre a variável meteorológica de temperatura máxima e o número de armadilhas com ovos no peridomicílio, observado para ambas as espécies, registrou maior força com *Ae. aegypti*.

Na Figura 15 está apresentada a distribuição mensal da pluviosidade acumulada e número de ovos de *Ae. (Ste.) spp.* Considerando o número reduzido de ovos de *Ae. albopictus*, optou-se por analisar essa associação reunindo as duas espécies. O coeficiente de correlação de Spearman calculado entre a pluviosidade acumulada dos meses menos chuvosos (fevereiro, maio a outubro e fevereiro) e dos meses mais chuvosos (março, abril, novembro a janeiro) dos respectivos períodos não mostrou resultados significativos para aqueles ( $r=0,29$ ;  $p=0,49$ ) e para esses últimos meses ( $r=0,60$ ;  $p=0,28$ ).

Tabela 9. Correlação de Spearman e regressão linear simples entre temperatura e pluviosidade dos dias de exposição das armadilhas com o número de armadilhas com ovos e número de ovos, por espécie e ambiente domiciliar, São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Nº de armadilhas e nº de ovos	Variável Meteorológica	<i>Ae. aegypti</i>			Variável Meteorológica	<i>Ae. albopictus</i>		
		r	r <sup>2</sup>	p		r	r <sup>2</sup>	p
armadilhas no peri-	T°C Mínima	<b>0,67</b>	<b>0,45</b>	<b>0,01</b>	T°C Mínima	0,38	0,14	0,20
	T°C Máxima	<b>0,76</b>	<b>0,58</b>	<b>0,00</b>	T°C Máxima	<b>0,58</b>	<b>0,33</b>	<b>0,04</b>
	T°C Média	<b>0,76</b>	<b>0,58</b>	<b>0,00</b>	T°C Média	0,52	0,27	0,07
	Pluv. Total	0,49	0,24	0,09	Pluv. Total	-0,16	0,02	0,61
	Pluv. Média	0,49	0,24	0,09	Pluv. Média	-0,16	0,02	0,61
armadilhas no intra-	T°C Mínima	0,34	0,12	0,25	T°C Mínima	0,34	0,11	0,26
	T°C Máxima	<b>0,69</b>	<b>0,47</b>	<b>0,01</b>	T°C Máxima	0,28	0,08	0,36
	T°C Média	<b>0,57</b>	<b>0,32</b>	<b>0,04</b>	T°C Média	0,32	0,1	0,29
	Pluv. Total	0,15	0,02	0,61	Pluv. Total	0,49	0,24	0,09
	Pluv. Média	0,15	0,02	0,61	Pluv. Média	0,49	0,24	0,09
ovos no peri-	T°C Mínima	<b>0,62</b>	<b>0,39</b>	<b>0,02</b>	T°C Mínima	0,39	0,15	0,19
	T°C Máxima	<b>0,67</b>	<b>0,44</b>	<b>0,01</b>	T°C Máxima	0,52	0,27	0,07
	T°C Média	<b>0,68</b>	<b>0,47</b>	<b>0,01</b>	T°C Média	0,49	0,24	0,09
	Pluv. Total	0,49	0,24	0,09	Pluv. Total	-0,24	0,06	0,43
	Pluv. Média	0,49	0,24	0,09	Pluv. Média	-0,24	0,06	0,43
ovos no intra-	T°C Mínima	0,45	0,20	0,12	T°C Mínima	0,14	0,02	0,65
	T°C Máxima	<b>0,66</b>	<b>0,43</b>	<b>0,01</b>	T°C Máxima	0,19	0,04	0,52
	T°C Média	<b>0,6</b>	<b>0,36</b>	<b>0,03</b>	T°C Média	0,18	0,03	0,55
	Pluv. Total	0,26	0,07	0,38	Pluv. Total	0,26	0,07	0,40
	Pluv. Média	0,26	0,07	0,38	Pluv. Média	0,26	0,07	0,40

Negrito=  $p \leq 0,05$ ; peri-= peridomicílio; intra-= intradomicílio.

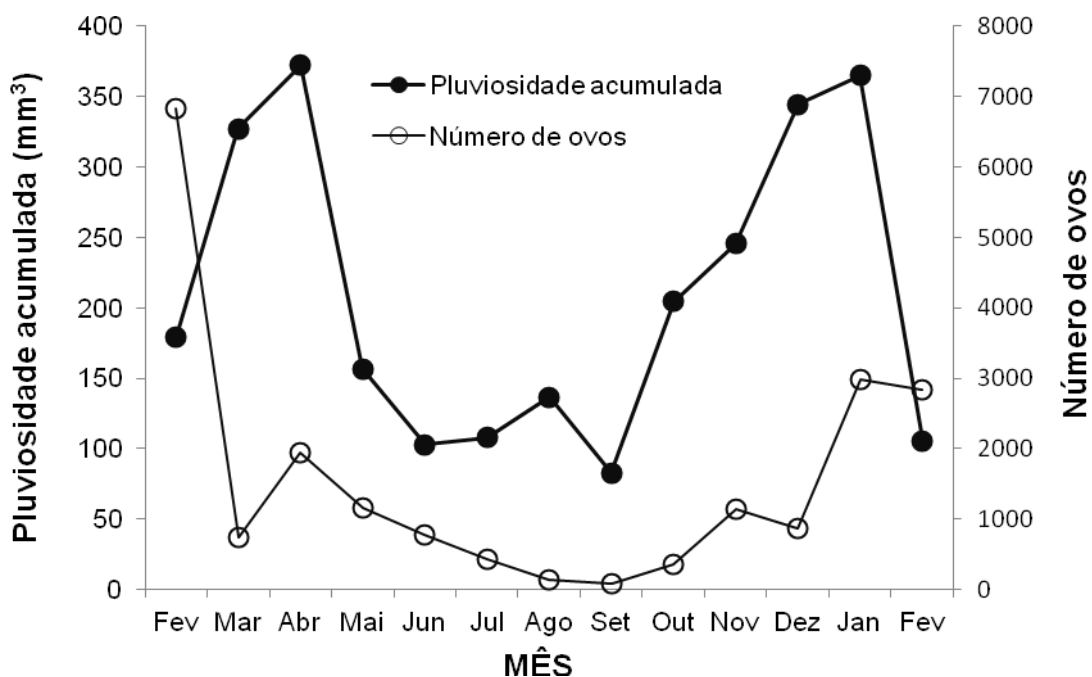


Figura 15. Distribuição mensal da pluviosidade acumulada e número de ovos de *Ae. (Ste.)* spp. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

4.5 Aspectos do comportamento de oviposição nas armadilhas: número de armadilhas positivas e número de ovos de *Ae. (Ste.)* spp., segundo categoria de classe de número de ovos.

Na Tabela 10 está apresentada a distribuição mensal do número de armadilhas positivas, segundo categoria de número de ovos. Observa-se que a categoria de 61 a 90 ovos apresentou-se em todos os meses de estudo. Não houve registro de ovos no mês de setembro, na classe  $\leq 30$  ovos, nos meses de setembro e outubro na classe 31 a 60 e, entre os meses de agosto a outubro na classe  $\geq 91$  ovos.

A análise do número de armadilhas com ovos, aplicando-se o teste de Kruskal-Wallis, revelou não haver diferença significativa entre o número de armadilhas positivas das diferentes categorias de classe de número de ovos ( $T = 3,48$ ;  $p = 0,32$ ). Contudo, observa-se na classe 61 a 90 ovos número de armadilhas bastante reduzido comparado as demais, muito

embora o registro de ovos nessa classe tenha se dado em todos os meses de coleta.

Tabela 10. Rendimento total do número de armadilhas com ovos de *Ae. (Ste.) spp.*, segundo classe de número de ovos na palheta. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Mês	Classe de nº de ovos				Total	%
	≤ 30	31 - 60	61 - 90	≥ 91		
Fev	6	10	3	30	49	19,22
Mar	11	2	3	3	19	7,45
Abr	7	7	5	7	26	10,20
Mai	10	6	3	4	23	9,02
Jun	6	6	2	2	16	6,27
Jul	2	1	1	1	5	1,96
Ago	5	0	1	0	6	2,35
Set	0	0	1	0	1	0,39
Out	4	5	1	0	10	3,92
Nov	5	5	3	5	18	7,06
Dez	8	5	2	3	18	7,06
Jan	10	7	6	13	36	14,12
Fev	2	12	7	7	28	10,98
Total	76	66	38	75	255	100,00
%	29,8	25,88	14,9	29,41	100,00	100,00
Média	8,50	6,00	2,92	5,77	19,62	7,69
Desvio Padrão	0,98	1,57	0,55	2,26	3,68	1,44

No geral, a distribuição mensal do número de ovos coletados foi maior na categoria  $\geq 91$ . Essa registrou um número de ovos 5 vezes maior que as classes de 31 a 60 e de 61 a 90, e 12 vezes acima da classe  $\leq 30$  (Tabela 11).

O uso do teste de Kruskal-Wallis permitiu evidenciar diferença estatística significativa na comparação entre o número de ovos e categorias de classe ( $H = 10.86$ ;  $p = 0,01$ ). Nas comparações múltiplas posteriores (DSCF) foi evidenciado maior número de ovos na classe 31 a 60, quando

comparada a  $\leq 30$  ( $p=0,03$ ), e na classe  $\geq 91$ , quando comparada a  $\leq 30$  ( $p=0,00$ ) (Tabela 11).

Tabela 11. Rendimento total do número de ovos das armadilhas com *Ae. (Ste.)* spp., segundo classe de número de ovos coletados. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Mês	Classe de número de ovos				Total
	$\leq 30$	31 - 60	61 - 90	$\geq 91$	
Fev	84	442	189	6109	6824
Mar	113	84	217	317	731
Abr	139	260	339	1200	1938
Mai	143	222	212	586	1163
Jun	97	280	147	247	771
Jul	38	57	66	271	432
Ago	57	0	83	0	140
Set	0	0	79	0	79
Out	48	250	61	0	359
Nov	93	194	207	649	1143
Dez	161	232	139	329	861
Jan	172	299	424	2087	2982
Fev	18	594	510	1719	2841
Total	1163	2914	2673	13514	20264
Média	89,46	224,15	205,62	1039,54	1558,77
Desvio Padrão	15,28	46,96	39,05	460,84	509,96

#### 4.6 Perfil do Índice de Positividade de Ovitampa (IPO), e da Média de Ovos por Armadilha (MOA) com a co-ocorrência de *Ae. (Ste.) aegypti* e *Ae. (Ste.) albopictus*, segundo ambiente domiciliar

O registro da co-ocorrência de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* se deu nos dois ambientes de estudo, 7 coletas do peri- e quatro (4) do intradomicílio.

Os valores de IPO do peri- variaram entre 17,07%, registrado em fevereiro, e 2,38%, em dezembro, ambos de 2011. Para o intradomicílio este índice variou entre 7,32 em fevereiro de 2011 e 2,63, em fevereiro de 2012

(Tabela 12). As análises de comparação dos valores de IPO entre os ambientes domiciliares não mostrou diferença significativa (U= 109; p= 0,17).

Tal positividade traduziu-se pelo registro total de 5.396 ovos cuja MOA mostrou ampla variação de valores no peri-. Já no intradomicílio, houve registro de menor variação (Tabela 13). As análises de comparação dos valores da MOA entre os ambientes domiciliares não mostrou diferença significativa (U= 112; p= 0,12).

Tabela 12. Distribuição mensal dos valores do índice de positividade de ovitrampas (IPO) com a co-ocorrência das espécies, segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Mês	Peridomicílio			Intradomicílio		
	Nº arm coletada	Nº arm positiva	IPO (%)	Nº arm coletada	Nº arm positiva	IPO (%)
Fev	41	7	17,07	41	3	7,32
Mar	39	1	2,56	39	0	0,00
Abr	36	3	8,33	36	1	2,78
Mai	36	3	8,33	36	0	0,00
Jun	40	0	0,00	40	0	0,00
Jul	38	0	0,00	38	0	0,00
Ago	38	0	0,00	38	0	0,00
Set	40	0	0,00	40	0	0,00
Out	42	0	0,00	42	0	0,00
Nov	42	0	0,00	42	0	0,00
Dez	42	1	2,38	42	0	0,00
Jan	42	3	7,14	42	2	4,76
Fev	38	5	13,16	38	1	2,63
Total	514	23	4,47	514	7	1,36
Média	39,54	1,77	4,54	39,54	0,54	1,35
Desvio Padrão	0,62	0,63	1,6	0,62	0,27	0,66

arm= armadilha

Tabela 13. Distribuição mensal dos valores da média de ovos por armadilha (MOA) com a co-ocorrência das espécies, segundo ambiente domiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Mês	Peridomicílio			Intradomicílio		
	Nº arm	Nº de ovos	MOA	Nº arm	Nº de ovos	MOA
Fev	41	2015	49,15	41	212	5,17
Mar	39	47	1,21	39	0	0,00
Abr	36	607	16,86	36	27	0,75
Mai	36	259	7,19	36	0	0,00
Jun	40	0	0,00	40	0	0,00
Jul	38	0	0,00	38	0	0,00
Ago	38	0	0,00	38	0	0,00
Set	40	0	0,00	40	0	0,00
Out	42	0	0,00	42	0	0,00
Nov	42	0	0,00	42	0	0,00
Dez	42	112	2,67	42	0	0,00
Jan	42	325	7,74	42	313	7,45
Fev	38	1413	37,18	38	66	1,74
Total	514	4778	9,30	514	618	1,20
Média	39,54	367,54	9,38	39,54	47,54	1,16
Desvio Padrão	0,62	176,44	4,43	0,62	27,57	0,66

A co-ocorrência das espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* foi registrada em 30 armadilhas, 77,00% (n= 23) no peri- e 23,00% (n= 07) no intradomicílio. A distribuição mensal do número de armadilhas, do número de ovos coletados e do número de larvas eclodidas pode ser observada na Tabela 14.

Observa-se que as 30 armadilhas totalizaram 5.396 ovos que distribuídos entre os ambientes apresentou o registro de 88,55% (n=4.778) no peri- e 11,45% (n= 618) no intradomicílio. Verificou-se eclosão larval em 3.762 exemplares (69,72%) do total coletado. Sua distribuição por ambiente correspondeu a 89,00% (n= 3.348) no peri- e 11,00% (n= 414) no intradomicílio, apontando proporcionalmente por ambiente o valor de 70,07% no peri- e 67,00% no intradomicílio.

Das 3.762 larvas eclodidas, 2.753 (73,18%) eram de *Ae. aegypti* e 1.009 (26,82%) eram de *Ae. albopictus*. O número médio de ovos registrado ao longo do período de estudo para a primeira espécie foi 211,77, e para a

segunda, 77,61. O uso do teste de Welch mostrou não haver diferença estatística significativa no número de larvas eclodidas das espécies ( $t = 1.21$ ;  $p = 0,24$ )

Quando foi considerada a distribuição das espécies por ambiente domiciliar, a presença de *Ae. aegypti* foi confirmada em 2.464 exemplares do peri- e em 289 do intra. Já para *Ae. albopictus* foram 884 larvas registradas no peri- e 125 no intradomicílio. O resultado da análise de comparação desses dados utilizando-se o teste Kruskal-Wallis não mostrou diferença significativa ( $H = 4.61$ ;  $p = 0,20$ ).

A relação de proporção do número de ovos existentes e o número de larvas eclodidas por espécie nos ambientes mostraram que no peridomicílio 51,57% foram de *Ae. aegypti* e 18,50%, *Ae. albopictus*. Já no intradomicílio, 46,76% foram de *Ae. aegypti* e 20,23%, *Ae. albopictus*.

A relação de proporção do número de larvas eclodidas de cada uma das espécies por ambiente mostrou que das 3.348 registradas no peridomicílio, 73,60% era de *Ae. aegypti* e 26,40%, de *Ae. albopictus*. No intradomicílio, das 414 larvas, 69,81% era de *Ae. aegypti* e 30,19%, de *Ae. albopictus*.

Dentre os 1.634 ovos que não apresentaram eclosão larval, 70,10% ( $n = 1.430$ ) corresponderam ao peri- e 29,90% ( $n = 204$ ), ao intradomicílio. Proporcionalmente, o número de ovos coletados por ambiente domiciliar que não obtiveram eclosão larval, 29,93% e 33,00% foram pertencentes ao peri- e intradomicílio, respectivamente.



Tabela 14. Distribuição mensal do número de palhetas, ovos e respectiva eclosão de larvas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em armadilhas com ocorrência das espécies. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

Mês	Total arm	Total ovos	Peridomicílio					Intradomicílio				
			Ovos		Larvas			Ovos		Larvas		
			Nº de arm positivas	Total ovos	<i>Ae. aegypti</i>	<i>Ae. albopictus</i>	Total	Nº de arm positivas	Total ovos	<i>Ae. aegypti</i>	<i>Ae. albopictus</i>	Total
Fev	10	2227	7	2015	529	534	1063	3	212	80	30	110
Mar	1	47	1	47	23	24	47	0	0	0	0	0
Abr	4	634	3	607	343	98	441	1	27	15	2	17
Mai	3	259	3	259	126	53	179	0	0	0	0	0
Jun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Out	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dez	1	112	1	112	8	22	30	0	0	0	0	0
Jan	5	638	3	325	209	64	273	2	313	173	53	226
Fev	6	1479	5	1413	1226	89	1315	1	66	21	40	61
Total	30	5396	23	4778	2464	884	3348	7	618	289	125	414
Média	2,31	415,08	1,77	367,54	189,54	68,00	257,54	0,54	47,54	22,23	9,62	31,85
Desvio Padrão	0,87	192,79	0,63	176,44	97,85	40,07	121,45	0,27	27,57	14,00	5,13	18,61

#### 4.7 Abundância sazonal de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em armadilhas com a co-ocorrência das espécies, segundo ambiente peri- e intradomiciliar

O número de ovos coletados nas armadilhas de co-ocorrência variou ao longo dos meses nos dois ambientes de estudo apresentando valores do peri- cerca de 8 vezes maiores que os do intradomicílio. Os picos mais expressivos registrados no peri- referem-se aos meses de fevereiro de 2011 e 2012. No intradomicílio, foram observados nos meses de fevereiro de 2011 e janeiro de 2012 (Figura 16).

Observa-se na Figura 17 a abundância sazonal de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* das armadilhas de co-ocorrência das espécies no período de estudo. A positividade dessas armadilhas foi registrada no ambiente peridomiciliar nos meses de fevereiro a maio e dezembro de 2011, e de janeiro a fevereiro de 2012. No ambiente intradomiciliar esse registro foi feito nos meses de fevereiro e abril de 2011, e de janeiro a fevereiro de 2012.

A distribuição das espécies, segundo ambiente domiciliar, mostrou que o número de ovos de *Ae. aegypti* do peridomicílio foi três vezes maior que o de *Ae. albopictus* no mesmo ambiente. Para aquela espécie, os picos mais expressivos foram registrados nos meses de fevereiro e abril de 2011 e fevereiro de 2012. Já *Ae. albopictus* apresentou seus maiores registros nos meses de fevereiro e abril de 2011 (Figura 17A). Os meses em que se deu a co-ocorrência das espécies nas armadilhas foram os de maior temperatura média registrada (Figura 14).

No intradomicílio, o número de ovos de *Ae. aegypti* foi o dobro, do registrado para *Ae. albopictus*. Picos expressivos de ambas as espécies foram verificados nos meses de fevereiro de 2011 e janeiro de 2012 (Figura 17B).

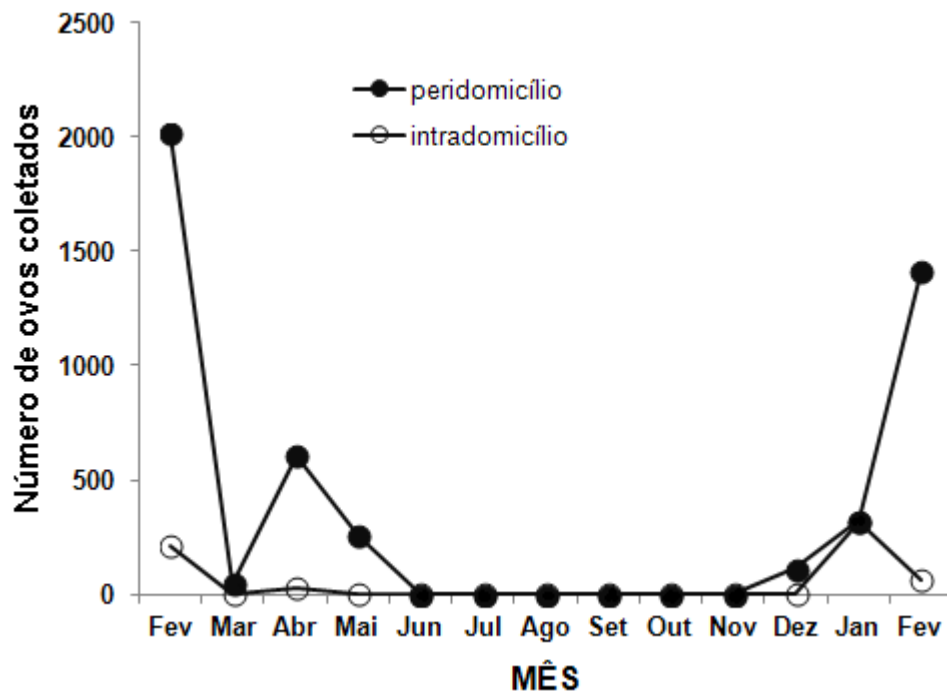


Figura 16. Distribuição mensal do número de ovos de *Ae. (Ste.)* spp. em armadilhas com a co-ocorrência das espécies, segundo ambiente peri- e intradomiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

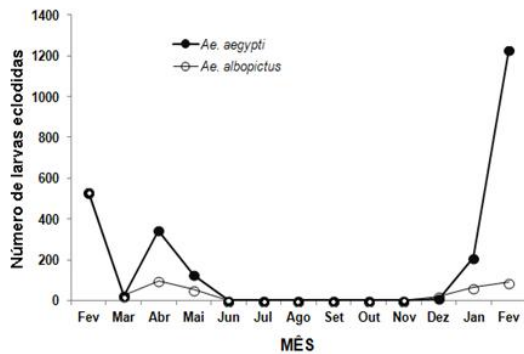


Figura 17A. Distribuição mensal do número de larvas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em armadilhas de co-ocorrência das espécies em ambiente peridomiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

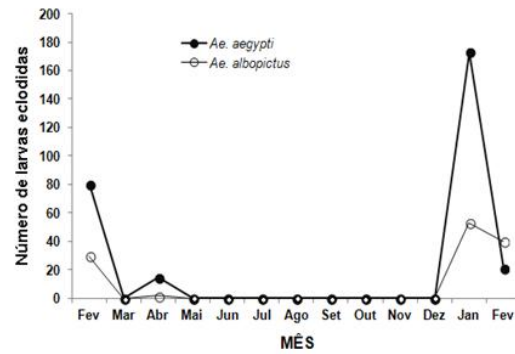


Figura 17B. Distribuição mensal do número de larvas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em armadilhas de co-ocorrência das espécies em ambiente intradomiciliar. Município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

#### 4.8 Padrão de distribuição espacial de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*

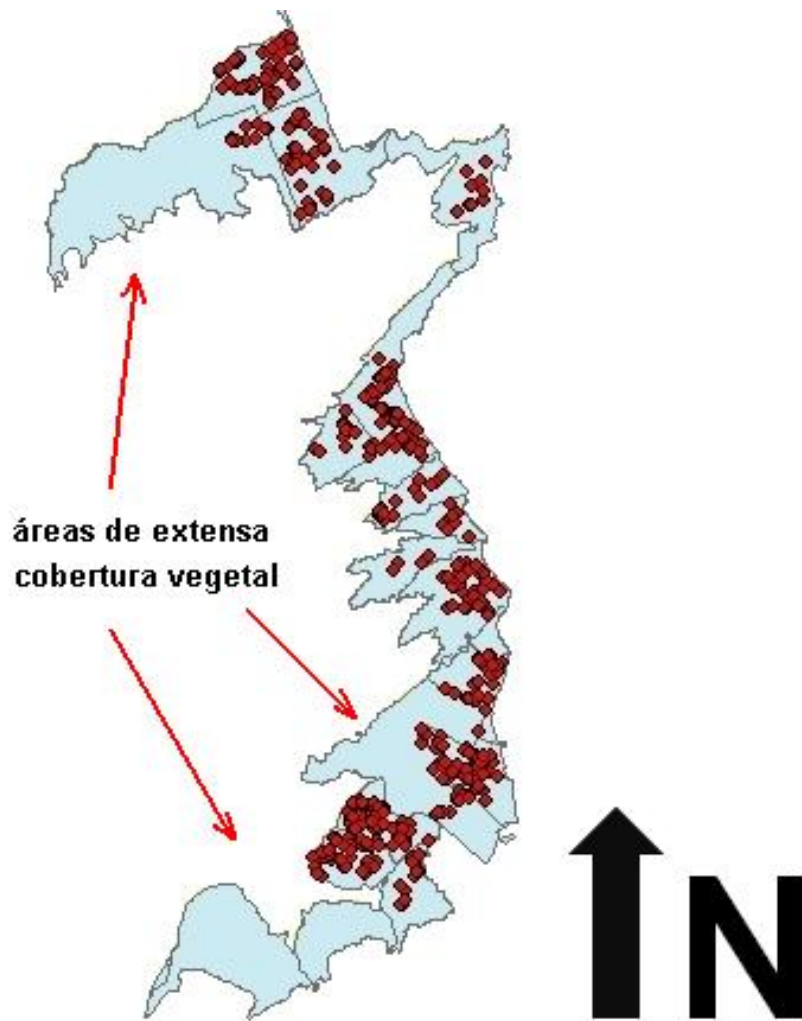
Decorridos 13 meses de trabalho de campo, o número de armadilhas positivas variou de 01 a 49. Já o número de ovos coletados por armadilha positiva variou de 01 a 2.577. A distribuição dos pontos de armadilhas instaladas é apresentada na Figura 18. Observa-se ampla distribuição das ovitrampas ao longo de toda a área estudada. Vale mencionar que as áreas sem a presença dos pontos de instalação das armadilhas referem-se a áreas não contempladas para este estudo por apresentarem extensa cobertura vegetal.

Na Figura 19 observa-se a intensidade da infestação por *Ae. aegypti* nos pontos de aglomerados da espécie, revelada pelo estimador de densidade kernel, na extensão da área de estudo. Observa-se ainda discreta presença da espécie no norte da área estudada.

Essa intensidade de ovos de *Ae. aegypti* coincidiu com área de favela, localizada em ponto geográfico de morro, ambiente altamente urbanizado e de grande concentração populacional localizado extremamente próximo a área de Mata Atlântica, (Figura 20).

Para *Ae. albopictus*, a estimativa Kernel revelou a aglomeração de pontos de ocorrência na costa norte da área de estudo, mais especificamente bairro Canto do Mar, local de menor alteração antrópica e concentração populacional (Figura 21).

Na Figura 22, observa-se a discreta presença da espécie em poucos pontos na extensão da área estudada. Ressalta-se, porém que os pontos de aglomeração estão localizados sempre próximos a presença de vegetação.



**Figura 18. Distribuição dos pontos de instalação de ovitrampas na área estudada do município de São Sebastião no período de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.**

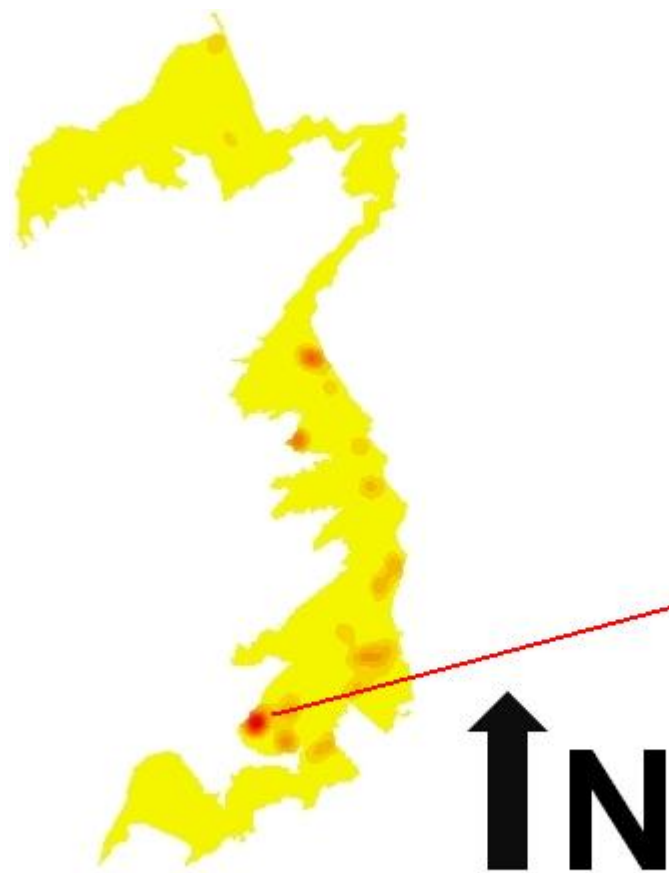


Figura 19. Distribuição espacial dos pontos quentes de ovos de *Ae. aegypti*, município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.



Figura 20. Vista aérea da localização do ponto quente de ovos de *Ae. aegypti*, município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

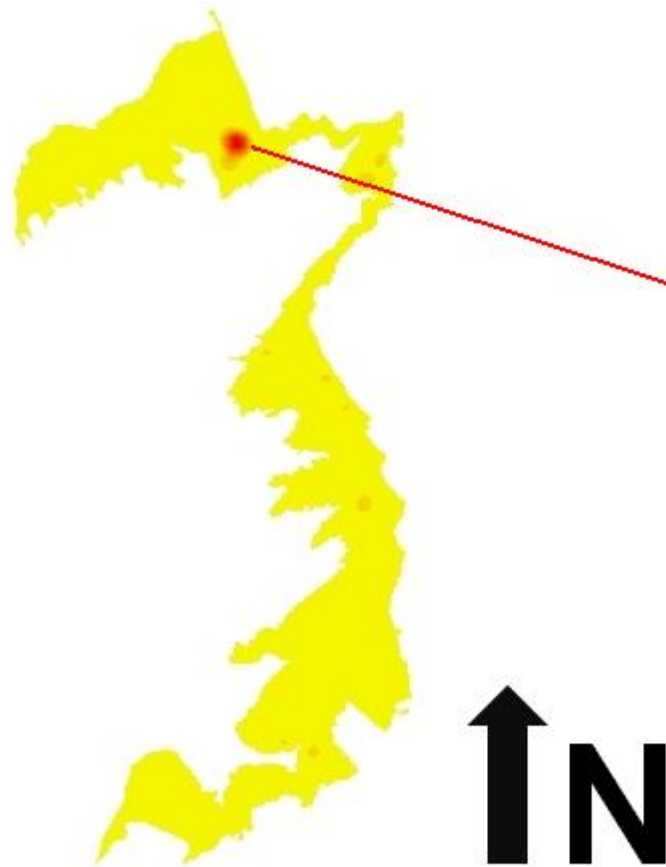


Figura 21. Distribuição espacial dos pontos quentes de ovos de *Ae. albopictus*, município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.



Figura 22. Vista aérea da localização do ponto quente de ovos de *Ae. albopictus*, município de São Sebastião, fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012.

## 5- DISCUSSÃO

A distribuição e a abundância de ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* nos ambientes peri- e intradomiciliar de área urbana do município de São Sebastião, foi analisada utilizando-se ovitrampa acrescida de solução de feno, cuja eficiência e eficácia permitiu detectar o vetor ao longo dos 13 meses de estudo. A positividade média das armadilhas foi de 24,81%, variando de 59,76% em fevereiro de 2011 a 1,25% em setembro do mesmo ano. Dibo et al. (2005) em município do Estado de São Paulo, constataram positividade média em 38,60% das armadilhas. Almeida et al. (2013), evidenciaram elevada positividade de armadilhas para *Ae. aegypti*, na Costa Rica, Estado do Mato Grosso do Sul. A positividade mínima, máxima e média registrada no referido estudo foi de 15,00%, 86,70% e 51,3%, respectivamente. Deve ser ressaltado que, em nosso estudo, assim como nos supracitados foi verificada a ocorrência de transmissão de dengue. Lee (1992) em estudo levado a efeito na Malásia cita que, um índice de positividade acima de 10% pode indicar risco de epidemia de dengue.

Em São Sebastião, *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* se apresentaram como espécies domiciliadas frequentando as armadilhas localizadas tanto no peri- como no intradomicílio. Nos dois ambientes, a positividade e a densidade de *Ae. aegypti* foi superior a de *Ae. albopictus*. Tais resultados foram coincidentes com os registrados por Lim et al. (2010), em duas vilas de pescadores na Malásia. Os autores atribuíram o resultado encontrado a escassa vegetação encontrada no ambiente investigado. Em nosso estudo, eventualmente, esse aspecto constituiu cenário do peridomicílio. O processo de expansão geográfica dessas espécies, no período entre 1996 a 2000 no município de estudo já demonstrava tendência de predomínio de *Ae. aegypti* em relação a *Ae. albopictus*. Tal observação foi constatada a partir da coleta de larvas em criadouros artificiais, considerados naquele momento como responsáveis pela produção e manutenção das populações de *Stegomyia* (Passos et al., 2003).



A média de ovos por armadilha com *Ae. aegypti* foi maior, quando comparada a MOA com *Ae. albopictus*, nos dois ambientes domiciliares estudados. Tal achado foi semelhante ao observado por vários autores (Dhang et al., 2005; Rozilawati et al., 2007; Lim et al., 2010). A maior densidade populacional de *Ae. aegypti* em habitats urbanizados foi atribuída a sua elevada antropofilia e domiciliação (Braks et al., 2003).

As análises de comparação do IPO de *Ae. aegypti*, entre os ambientes peri e intradomiciliares, assim como da MOA, apontaram predominância dessa espécie no peridomicílio. Esses resultados corroboram os encontrados por Dibo et al. (2005) em estudo que concluiu ser o peri- o melhor local para instalação de armadilhas para *Ae. aegypti*, realizado em município do Estado de São Paulo, Brasil.

Nossos dados caracterizaram o peridomicílio como ambiente prioritário para as fêmeas grávidas de *Ae. aegypti* na seleção do espaço para oviposição, uma vez que a armadilha foi ofertada também no intradomicílio. Embora as fêmeas entrem nas residências para se alimentar e repousar, foi no peridomicílio que as grávidas encontraram condições mais apropriadas para deposição dos ovos. Chiaravalloti Neto et al. (2002) mostraram a relação desta espécie com recipientes localizados no peri e intradomicílio, demonstrando que *Ae. aegypti* está mais associado as imediações da casa, enquanto que *Ae. albopictus*, a locais mais afastados.

Martins et al. (2010), em estudo sobre a distribuição e características dos criadouros dessas mesmas espécies em Fortaleza, Estado do Ceará, observaram maior frequência de *Ae. albopictus* no peridomicílio, enquanto que *Ae. aegypti* ocupava indistintamente os dois ambientes domiciliares. Lim et al. (2010) mostraram maior positividade de armadilhas com *Ae. albopictus* no peridomicílio, já Norzahira et al. (2011) evidenciaram além da maior presença, maior densidade nesse tipo de ambiente domiciliar.

Em São Sebastião o número de armadilhas positivas com *Ae. albopictus* no peri foi três vezes maior, assim como a média de ovos por armadilha, quatro vezes acima do encontrado no intradomicílio, porém os valores desses índices foram reduzidos ao longo do estudo, o que pode ter

influenciado nos resultados das análises estatísticas. Os baixos valores do IPO e da MOA dessa espécie, assim como sua equivalência na distribuição entre os ambientes podem ser resultantes também da competição larval com *Ae. aegypti*, interação supostamente operante em criadouros locais (Serpa et al., 2008).

Diferentemente do verificado em São Sebastião, Rozilawati et al. (2007) no estudo sobre “Abundância sazonal de *Ae. albopictus* e de *Ae. aegypti* em ambiente exclusivamente peridomiciliar de Penang, Malásia” descobriram maior abundância da primeira espécie em relação a segunda. Entretanto, os autores atribuíram os resultados encontrados ao fato das ovitrampas terem sido instaladas somente no peridomicílio.

O padrão de dominância destas espécies observado por Norzahira et al. (2011) em Pahang, Malásia, apontaram populações de *Ae. albopictus* predominantes sobre *Ae. aegypti*, nos dois ambientes domiciliares.

A menor frequência de ovos de *Ae. albopictus* no espaço urbano pode ser resultante das características silvestres mantidas pela espécie determinando sua superioridade em áreas de expressiva cobertura vegetal (Braks et al., 2003; Honório et al., 2009; Lim et al., 2010). Em São Sebastião as características urbanas podem estar privilegiando *Ae. aegypti*. O fato de não serem encontradas diferenças estatísticas para os indicadores com *Ae. albopictus*, não significa dizer que essa espécie não apresente maior atratividade por um determinado ambiente domiciliar, já que o número de indivíduos registrados no peri foi superior ao do intradomicílio. Como se pode observar é legítimo sugerir a existência de ocorrência de diferentes padrões de ocupação de habitats por parte de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. Reiter (2007) já mencionou que o comportamento de oviposição em campo pode variar muito entre espécies, e na mesma espécie, porém em distintas regiões. Tais diferenças parecem estar relacionadas a heterogeneidade do ambiente e ao impacto que atividades humanas exercem sobre esses mosquitos (Honório et al., 2009; Azil et al., 2010; Baruah & Dutta, 2012).

A elevada correlação entre IPO e MOA de *Ae. (Ste.)* spp. na área de estudo ( $p=0,00$ ) pode ser considerada uma associação preditora de

positividade e abundância de *Stegomyia*. Tal afirmativa implicaria em dispensar a contagem de ovos, atividade laboratorial onerosa e demorada. Assim, o aumento dos valores do indicador de positividade poderia indicar o momento de atuação na redução de população de *Ae. aegypti*, conforme já apontado por Mogi et al., (1990), Dibo et al., (2005) e Regis et. al., (2008). A coleta de ovos por meio da ovitrampa, por ser mais sensível, de fácil execução e mais econômica na detecção do vetor, quando comparado a pesquisa larvária, pode configurar-se como uma boa alternativa de vigilância e controle no período dito menos favorável a esses aedinos, já que, nesse momento a abundância é consideravelmente reduzida.

No que se refere à abundância sazonal de ovos de *Ae. aegypti*, os maiores aumentos de IPO e MOA ocorreram durante os meses de maiores temperaturas, ou seja, a partir de outubro (temperatura média de 24,32°C), estendendo-se até o mês de fevereiro (temperatura mínima de 20,14°C). A partir desse, verificou-se declínio da atividade de oviposição até o mês de setembro, quando a temperatura máxima diminui para 21,48°C. Tal perfil sazonal já foi anteriormente constatado, no mesmo município de estudo, por meio dos índices de infestação predial, recipiente e de Breteau (Ribeiro et al., 2006).

Para Vezzani et al. (2004), a flutuação sazonal de *Ae. aegypti* permite identificar o momento mais apropriado para intervenção do controle em campo. Em nosso estudo os maiores valores de IPO e de MOA foram registrados nos meses de temperaturas mais elevadas, o que constitui fator ambiental de importância na biologia dos vetores a nível local. Campos et al. (2012), no estudo sazonal da dinâmica populacional e da variação temporal na diversidade genética de *Ae. aegypti*, em município com marcante variação climática, mostrou que o índice de densidade de ovos não seguiu a mesma variação sazonal observada para o índice de positividade e o número total de ovos. Os referidos autores verificaram uma tendência de menor densidade, oposta a positividade e número total de ovos nas armadilhas.

Embora o número de ovos coletados nas ovitrampas em São Sebastião nos meses de junho a outubro tenha sido reduzido sugere-se a existência de

criadouros permanentes na área, o que poderia favorecer a manutenção de populações no período menos adequado ao vetor, ainda que em baixa densidade, conforme observado por Souza et al., (2010), em estudo realizado em todos os município Goianos (GO).

Já *Ae. albopictus*, apresentou-se em reduzido número de ovos, porém com maior expressividade nas coletas dos meses de maio, dezembro e janeiro. Esses dois últimos meses estão entre os de maior infestação por essa espécie, sugerindo estreita relação de sua abundância com índices pluviométricos mais elevados (Marques & Gomes 1997; Raharimalala et al., 2012). Diferentes autores mencionaram que mudanças sazonais na oviposição dessas espécies podem ser atribuídas a alterações nas condições do clima e na disponibilidade de locais para ovipor (Adeleke et al., 2010; Raharimalala et al., 2012; Wasserberg et al., 2014).

Para *Ae. aegypti* os picos de IPO e MOA foram coincidentes, nos dois ambientes domiciliares estudados. Já para *Ae. albopictus*, foi observado comportamento semelhante no intradomicílio, enquanto que no peri, picos de IPO foram acompanhados da redução de MOA, assim como a diminuição do IPO foi acompanhada de tendência de aumento da MOA. É possível que a curva de *Ae. albopictus* aqui apresentada deva-se, aparentemente, a sua reduzida densidade registrada, de maneira a supor que mediante uma amostragem de maior grandeza que a obtida para essa espécie possibilitaria uma análise mais fidedigna. Por outro lado, *Ae. albopictus* mantém características silvestres, o que pode ter influenciado na ocupação do ambiente, haja visto que a densidade o intradomicílio foi menor.

A associação entre variáveis meteorológicas e o número de armadilhas com as espécies, assim como o número de indivíduos *Ae. aegypti* evidenciou a influência da temperatura na atividade de oviposição. As temperaturas mínima, média e máxima apresentaram associação positiva com a oviposição de *Ae. aegypti* no ambiente peridomiciliar, e já as temperaturas média e máxima, com a do intradomicílio. No intradomicílio a temperatura pode estar se mantendo inferior em comparação as registradas no peridomicílio, interferindo, conseqüentemente, no comportamento do vetor, circunstância que requer

investigação futura. A associação da atividade de oviposição de *Ae. aegypti* com a temperatura ficou evidente, sustentada pela redução do IPO e da MOA registradas no período de junho a setembro, quando a temperatura diminuiu e a máxima não ultrapassou 23,06°C. A associação significativa observada entre a temperatura e a positividade de armadilhas e média de ovos também já foi apontada por vários autores (Focks, 2003; Vezzani et al., 2004; Dibo et al. 2005; Fávaro et al., 2008).

Azil et al. (2010), verificaram que a temperatura mínima e média diária foram os fatores mais significativamente associados a abundância do vetor, a curto e longo prazo, e sugeriram o uso prospectivo de variáveis meteorológicas na predição de mudanças da abundância do vetor dos vírus da dengue.

A ausência de associação significativa entre pluviosidade com positividade de armadilhas e densidade de ovos de ambas as espécies, podem estar relacionadas às características climáticas locais, pois se trata de região tropical chuvosa, sem estação seca definida, com ocorrência de chuvas frequentes. Na mesma lógica, a ausência de correlação, agora entre pluviosidade acumulada dos meses menos chuvosos e dos mais chuvosos com o número de ovos coletados nos respectivos períodos, tem a oportuna explicação. Mogi et al. (1988) e Miyasaki et al. (2009) mencionaram que a chuva constitui importante variável meteorológica na regulação de populações de vetores que se utilizam de criadouros localizados no peridomicílio, mais perceptível em regiões com estação climática definida, o que não acontece em São Sebastião.

Na natureza, o sucesso do desenvolvimento da prole esta sujeito a capacidade das fêmeas em detectar sinais químicos produzidos nos criadouros, de maneira a selecioná-los para a desova (Bentley & Day, 1989; Ponnusamy et al., 2008). Esta habilidade possibilita a distribuição dos ovos de um mesmo lote entre vários criadouros, comportamento esse denominado “oviposição em saltos” que inicialmente foi descrito em *Wyeomyia smithii* (Mogil & Mokry, 1980), e confirmado em *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (Cobert & Chadee, 1993; Reiter, 2007; Yoshioka et al., 2012). A mencionada estratégia de oviposição está relacionada, entre outros fatores, com a dispersão do

mosquito, destacando que a extensão e direção são moduladas pela disponibilidade de criadouro no ambiente (Edman et al., 1998; Honório et al., 2003; Craig et al., 2008). Os fatores reguladores da oviposição em mosquitos possuem, portanto, implicações na trajetória evolucionária e de controle de doenças e pragas (Bentley & Day, 1989).

Na presente pesquisa, a análise do número de armadilhas positivas para ovos de *Ae. (Ste.)* spp. segundo a classe de número de ovos não revelou diferenças significativas. Em outro estudo com *Ae. aegypti*, foi possível verificar o predomínio de armadilhas com até 30 ovos, quando comparada a categorias maiores a esta (Chadee, 2009).

No nosso estudo, o resultado sugere que as fêmeas de *Ae. (Stegomyia)* spp. tenham encontrado pequena oferta de criadouros apropriados no ambiente resultando na desova de número de ovos, superior ao normalmente efetuado. Chadee (2009) já havia relatado que em tal circunstância a fêmea pode realizar desova completa num mesmo receptáculo, ocasionando superoviposição.

Yoshioka et al. (2012) mostraram que o número de ovos de *Ae. albopictus* depositados, não seguiu um padrão de seleção na qualidade do criadouro. Os autores mostraram que as fêmeas depositaram maior número de ovos naqueles cujo índice de qualidade era intermediário. Eles observaram que fêmeas que possuíam pequeno lote de ovos distribuiu-os entre todos os recipientes, priorizando aqueles com poucas larvas co-específicas, enquanto que aquelas com grande número de ovos depositaram maior número desses em recipientes grandes. Em estudo recente, Wasserberg et al. (2014) mostraram, nessa mesma espécie, a prioridade dada pelas fêmeas grávidas em ovipor nos substratos contendo um pequeno número de ovos pré-existentes co-específicos, e sua mudança gradual deixando de ovipor nesses, conforme acumulou-se maior número de ovos.

Assim, entendem-se que a ausência de diferença entre as classes testadas possa ser atribuída, entre outros fatores, ao tempo de infestação e ininterrupta transmissão de dengue no município, condições que expuseram populações locais de *Ae. aegypti* a constante pressão das atividades de

vigilância e controle. Os resultados obtidos provavelmente sejam atribuídos a escassez de criadouros apropriados para o desenvolvimento do mosquito, e ao fato das ovitrampas terem sido potencializadas pela adição da solução de feno.

Por outro lado, e em se admitindo tal hipótese, essa situação pode indicar a ocorrência de superoviposição nos criadouros, conforme sugerido por Chadee et al. (1990). Se tal condição for verdadeira, a maioria das armadilhas apresentou-se superpovoada. Assim sendo é importante mencionar que, perante a emergência de grande número de larvas nos criadouros pode haver competição, conseqüentemente, diversos efeitos negativos incorreriam sobre indivíduos adultos, a citar seu tamanho corporal reduzido. Nesta condição, as fêmeas resultantes poderiam apresentar maior taxa de picada, e em se tratando de fêmeas infectadas, implicaria em maior disseminação do vírus da dengue, o que é de extrema importância para a epidemiologia da doença (Alto et al., 2008). Em nossa pesquisa, a categoria de 61-90 ovos foi permanentemente positiva ao longo de todos os meses, inclusive no mais crítico para a espécie, mês de setembro. Isso não foi verificado nas demais classes, o que permite sugerir menor disponibilidade de criadouros no ambiente, logo, menor densidade de fêmeas adultas.

Em relação aos resultados obtidos na comparação do número de ovos presentes nas armadilhas, entre as classes, observou-se que, dentre as diferenças significativas registradas, o maior número de ovos foi obtido na classe  $\geq 91$  ( $n=13.514$ ; 66,67%). Tais dados não coincidem com os encontrados por Chadee, (2009), onde a categoria  $\leq 30$  foi superior a todas as demais classes. Em outro estudo, esse mesmo autor mencionou que fêmeas de *Ae. aegypti* podem realizar desova completa num mesmo criadouro, ainda que esse já possua ovos, acrescentando que tal comportamento seria decorrente de um possível efeito regulador de densidade da idade da fêmea (Chadee, 1997).

Craig et al. (2008) mostraram que fêmeas de *Ae. aegypti* tem uma forte preferência por ovipor em substrato contendo número intermediário de ovos co-específicos (11-38 ovos, média: 20), quando comparado a substratos vazios ou com alta densidade (39-74 ovos, média: 53). Semelhantemente, Wasserberg et

al. (2014) mostraram que fêmeas de *Ae. albopictus* depositaram maior número de ovos nos substratos de baixa densidade de ovos pré-existentes, e naqueles sem ovos, quando comparados ao substrato de alta densidade de ovos pré-existentes. Os mesmos autores sugeriram que as fêmeas dessa espécie são mais sensíveis aos efeitos da competição de ovos do que de larvas co-específicas.

A dispersão do semioquímico no ambiente é importante para garantir a continuada liberação do atrativo (Byers, 1998). Porém, a taxa na qual os compostos químicos são liberados sofre influência da temperatura, chuva, vento e poeira (Barrera et al., 2006). Assim, devem-se considerar possíveis variações no efeito da solução atrativa ao longo do estudo. Isto posto, parece interessante estudar o efeito sazonal da solução atrativa em diferentes concentrações na determinação da dose-resposta na liberação do atrativo, e, oportunamente, o número de armadilhas necessárias, o que poderia levar a técnicas mais refinadas e eficientes de vigilância e práticas de controle do vetor.

Nesta pesquisa, *Ae. aegypti* foi a espécie mais registrada reiterando sua grande capacidade de adaptação a diferentes situações ambientais, devido a sua facilidade de proliferação proporcionada pelas condições atuais da vida urbana, diferentemente *Ae. albopictus* foi menos frequente e menos abundante. Contudo, foi possível evidenciar a co-ocorrência de ovos dessas duas espécies de mosquitos, ou seja, a presença concomitante na mesma armadilha.

Braks et al. (2003) e Rey et al. (2006) sugeriram que o hábitat afeta a abundância de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* de diferentes maneiras. *Ae. aegypti* predomina em áreas altamente urbanizadas e *Ae. albopictus*, em áreas mais rurais. Os mesmos autores sugeriram ainda que a co-ocorrência se dá em áreas suburbanas.

Concernente ao ambiente domiciliar, em nosso estudo, foi registrado distinto número de armadilhas com a co-ocorrência de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* entre os ambientes e, número distinto de ovos das espécies e entre os ambientes, contudo, não foi possível constatar diferença estatística significativa.



Estudos têm demonstrado maior frequência de co-ocorrência dessas espécies em criadouros localizados no peridomicílio (Chiaravalloti et al., 2002). No entanto, a alimentação sanguínea e o repouso das fêmeas de *Ae. aegypti* tende a se dar no interior das casas, devido sua acentuada antropofilia (Dibo et al. 2005; Maciel-de-Freitas et al., 2006; Fávaro et al., 2006). Já *Ae. albopictus*, espécie eclética, pode exercer a hematofagia em maior diversidade de animais, inclusive no homem, e com maior frequência fora dos domicílios (Marques & Gomes, 1997; Teixeira et al., 1999).

Norzahira et al., (2011) mostraram, em estudo na Malásia a dominância de *Ae. albopictus* sobre *Ae. aegypti*, e a co-ocorrência dessas espécies em ovitrampa de ambos os ambientes domiciliares, com positividade no perivariando entre 5,52% a 44,95%, e no intradomicílio entre 7,95% a 29,67%. Na presente investigação, a não constatação de diferença estatística significativa no perfil de co-ocorrência dessas espécies, entre os ambientes, possivelmente seja atribuída à baixa frequência do evento. Mesmo assim, constatou-se a predominância de *Ae. aegypti* sobre *Ae. albopictus* em criadouros de co-ocorrência em área urbana do município de São Sebastião. Passos et al. (2003) sugeriram a ocorrência de competição entre esses *Stegomyia* na mesma área de estudo, processo supostamente operante desde o final dos anos 80, momento em que *Ae. albopictus* predominava nos criadouros urbanos.

Schluter & Ricklefs (1993) citaram que a competição interespecífica é a principal causa, não a única, na determinação da estrutura das comunidades. Esses autores mencionaram ainda que processos locais da interação negativa possam determinar os padrões de distribuição de espécies em uma escala maior. Tal interação, uma vez operante na área estudada, contribui para compreensão do panorama de distribuição e abundância constatado em nosso estudo.

Segundo Sota e Mogi (1992), o estágio de ovo é importante porque pode ultrapassar condições climáticas desfavoráveis. Na interação de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, o padrão de dominância parece ser determinado pelas condições abióticas encontradas nos diferentes ambientes frequentados por

essas espécies (Fontenille & Rodhain, 1989; Sota & Mogi, 1992; Juliano et al., 2002; Rodríguez-Fernández et al., 2006). Em áreas urbanas residenciais com clima seco e quente *Ae. aegypti* parece ser favorecido e tem os efeitos da competição com *Ae. albopictus* suavizados, via mortalidade diferencial de ovos da última espécie (Leishman & Juliano, 2009).

Lounibos et al. (2010) mencionaram que diferenças mensais na precipitação é um fator fortemente preditivo de frequência dessas duas espécies devido a mortalidade de ovos por dissecação refletindo na variação interanual da abundância no criadouro. *Ae. albopictus* apresenta no estágio de ovo menor tolerância a dessecação e a altas temperaturas, quando comparada a *Ae. aegypti* (Sota & Mogi, 1992; Juliano et al., 2002).

Em estudo da variação sazonal da competição e coexistência entre esses mosquitos, O'Neal e Juliano (2013) sugeriram que devido à vantagem bioecológica desta fase do ciclo de desenvolvimento do vetor, as diferenças sazonais observadas no desempenho da população são dirigidas, primariamente, pela disponibilidade de alimento para cada indivíduo. Esse recurso, quando em abundância, verificado na estação seca levou a equalização dos efeitos da competição e, quando escassa, na estação úmida, foi negativa para *Ae. aegypti*.

Flutuações nas variáveis temporais e espaciais resultam em diferentes respostas no padrão da abundância e ocupação de criadouros, por parte das espécies aqui discutidas, o que pode alterar o resultado da interação competitiva de espécies que detenham estágios do ciclo de vida ambientalmente resistentes, e também contribuir para o estabelecimento da coexistência local desses competidores (Chesson, 2000; Leishman et al., 2014).

Na presente pesquisa, a técnica de SIG permitiu caracterizar a distribuição espacial de ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* mostrando uma clara evidência de ocupação não homogênea, embora tenham revelado a coexistência no município de São Sebastião. Estas espécies parecem ocupar o espaço urbano de maneira diferente, o que pode indicar segregação de habitat. Neste estudo esses mosquitos apresentaram-se distribuídos por toda a área,

revelando a presença de aglomerados, o que facilita o programa de controle na priorização de áreas para ações efetivas. Conforme já demonstrado por Barrera (2011) a positividade em aglomerados permite que se estratifiquem áreas com maior densidade de mosquitos, o que facilita as atividades do programa de controle.

Honório et al. (2009) mostraram o padrão de distribuição espacial de maior abundância de *Ae. albopictus* em áreas de alta e média densidade de cobertura vegetal, enquanto que o de *Ae. aegypti* foi dominante em áreas mais densamente povoadas. Eles mostram que a co-ocorrência se deu em zonas de transição das espécies. Situação similar foi observada em São Sebastião, município onde a cobertura vegetal é constituída pela Mata Atlântica que abrange atualmente  $\frac{3}{4}$  de sua área territorial, com espaço urbano extrapolando os limites das planícies litorâneas e invadindo as montanhas costeiras.

O estimador de densidade Kernel revelou a presença do vetor em toda área estudada, evidenciando um padrão de distribuição espacial antagônico entre esses *Stegomyia*. *Ae. aegypti* distribuiu-se por toda a extensão geográfica, porém seus pontos de maior densidade concentraram-se nas regiões central e sul, área de antiga e ininterrupta transmissão de dengue. Já *Ae. albopictus* apresentou menor expansão geográfica, mostrando maior densidade na região ao norte do município.

Uma sobreposição do ponto de maior densidade de *Ae. albopictus* também registrou um “ponto quente” de *Ae. aegypti*, sendo o inverso não verdadeiro. A escassez desse evento permitiu reiterar a ocorrência de competição interespecífica no município. Outros autores já apontaram a existência dessa interação ecológica entre *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (Passos et al., 2003; Duncombe et al., 2013). São espécies que compartilham vários aspectos no tocante à sua bioecologia, além de apresentarem mesmo nível trófico, entre outras relações ecológicas.

Leishman & Juliano (2009) observaram claramente, em seu estudo, um padrão temporal e espacial da abundância de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* que foram consistentes com a ocorrência de uma competição sazonal condição-específica e de agregação local como potenciais mecanismos de coexistência.

Outros autores apontaram o grande potencial do uso desse instrumento na vigilância de *Ae. aegypti* e mencionaram que com a atualização permanente de dados da presença do vetor é possível identificar mais precisamente, áreas de risco de transmissão dos vírus da dengue (Barcellos et al., 2005; Kim et al., 2013).

Ai-Leen & Song (2000) sugeriram que dados georreferenciados semanalmente permitem identificar os “pontos quentes” da espécie para a aplicação das estratégias de vigilância e controle de caráter pré-impeditivo de epidemias da dengue. Na mesma linha de raciocínio, Marteis et al. (2013), realizaram a identificação de imóveis-chaves de *Ae aegypti* permitindo atuação sobre os mesmos, atribuindo a esses a responsabilidade pela manutenção da infestação na localidade, independente das condições ambientais e do período epidêmico.

A análise georreferenciada das variáveis entomológicas permite trabalhar com as diferentes realidades ambientais de uma determinada área, tornando a ferramenta importante no enfrentamento dos desafios da vigilância da dengue. Seu emprego permite ainda revelar padrões de transmissão que podem ser usados para construir estratégias de intervenção progressivamente mais eficazes (Eisen & Lozano-Fuentes, 2009). Na mesma lógica, diferentes regiões podem apresentar particularidades que interferem na dinâmica da infestação. Assim, indicadores entomológicos na fase de ovos, não devem envolver critérios universais aplicáveis em diferentes regiões, mas prescindir sempre de informações locais que expressem a real situação entomo-epidemiológica ajudando, portanto na alocação de recursos mais eficientemente.

## 6. CONCLUSÃO

A distribuição e abundância de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus* foi evidenciada em São Sebastião, reiterando que o uso das ovitrampas é eficaz na detecção de populações de *Stegomyia*. Os dados revelaram maior positividade e média de ovos da primeira espécie, nos dois ambientes domiciliares, e que o peridomicílio foi o espaço prioritário para fêmeas grávidas de *Ae. aegypti*, na seleção do local de oviposição. O padrão de superoviposição verificado nas armadilhas pode ter sido resultante de pouca disponibilidade de criadouros apropriados no ambiente.

As variáveis meteorológicas do clima de São Sebastião mostraram sua forte influência sazonal sobre o comportamento de oviposição dos mosquitos, ratificando a associação com a temperatura, principalmente em relação a *Ae. aegypti*. A manutenção da infestação por essa espécie no período desfavorável, quando foram registrados os menores IPO e MOA, pode estar associada à presença de criadouros que independem dos níveis de precipitação.

No aspecto distribuição espacial, foi confirmado que o sucesso do estabelecimento de *Ae. aegypti*, não ocasionou, até o momento, a exclusão local de *Ae. albopictus*, embora em número bastante reduzido. Admite-se a ocorrência de aparente processo de segregação de habitat resultante de um gradiente urbano de ocupação por essas espécies. Tal circunstância contribui para a coexistência local de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* demonstrando o impacto da urbanização sobre as interações ecológicas.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Academia Brasileira de Ciências, Doenças Negligenciadas. Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Nacional, Estudos Estratégicos. Rio de Janeiro 2010.

Adeleke MA, Mafiana CF, Idowu AB, Sam-Wobo SO, Idowu OA. Population dynamics of indoor sampled mosquitoes and their implication in disease transmission in Abeokuta, south-western Nigeria. J Vector Borne Dis 2010; 47:33–8.

Ai-leen GT& Song RJ. The Use of GIS in Ovitrap Monitoring for Dengue Control in Singapore. Dengue Bulletin 2000; 24:110-6.

Almeida PS, Ferreira AD, Pereira VL, Fernandes MG, Fernandes WD. Distribuição espacial de *Aedes albopictus* na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul. Rev Saúde Pública 2006; 40:1094-100.

Almeida PS, Meotti C, Almeida GS, Nascimento J, Araújo AD, Faccenda O, Fernandes MG. Infestação de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) determinada por armadilhas de oviposição (ovitrapas) no município de Costa Rica, Estado de Mato Grosso do Sul. Rev Patol Trop 2013; 42:331-9.

Alves MCGP & Silva NN. Simplificação do método de estimação da densidade larvária de *Aedes aegypti* no Estado de São Paulo. Rev Saúde Pública 2001; 35:467-73.

Alto BW, Reiskind MH, Lounibos P. Size Alters Susceptibility of Vectors to Dengue Virus Infection and Dissemination. Am J Trop Med Hyg 2008; 79:688–95.

Anjos BTC, Scherer EA, Schmitt F, Glasser JC, Vier RP. Revisão Bibliográfica: Características Diagnóstico da Febre Amarela. NewsLab 2014: 121:90-8.

Apostol BL, William C. Black IV, Reiter P, Miller AR. Use of randomly amplified polymorphic DNA amplified by polymerase chain reaction markers to estimate the number of *Aedes aegypti* families at oviposition sites in San Juan, Puerto Rico. Am J Trop Med Hyg 1994; 5:89-97.

Azil AH, Long SA, Ritchie SA, Williams CR. The development of predictive tools for pre-emptive dengue vector control: a study of *Aedes aegypti* abundance and meteorological variables in North Queensland, Australia. Trop Med Int Health 2010; 15:1190-7.

Bailey TC & Gatrell AC. Interactive Spatial Data Analysis. 1<sup>st</sup> Edition. London: Essex: Longman Scientific & Technical; 1995.

Barcellos C, Pustai AK, Weber MA, Brito MRV. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. Rev Soc Bras Med Trop 2005; 38:246-50.

Barraquer R, Cordeiro MT, Braga C, Souza WV, Marques ET, Cummings DAT. From Re-Emergence to Hyperendemicity: The Natural History of the Dengue Epidemic in Brazil. PLoS Negl Trop Dis 2011; 5:935.

Barrera R, Amador M, Clark GG. Ecological Factors Influencing *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Productivity in Artificial Containers in Salinas, Puerto Rico. J Med Entomol 2006; 43:484-92.

Barrera R. Spatial Stability of adult *Aedes aegypti* populations. Am J Trop Med Hyg 2011; 85:1087-92.

Baruah S & Dutta P. Seasonal Pattern of Abundance of *Aedes Albopictus* in Urban and Industrial Areas of Dibrugarh District Assam. Asian J Exp Biol Sci 2012; 3:559-64.

Bentley MD & Day JF. Chemical ecology and behavioral aspects of mosquito oviposition. Ann Rev Entomol 1989; 34:401-21.

Beserra EB, Castro FPJ, Santos JW, Santos T, Fernandes CRM. Biologia e exigências térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba. Neotrop Entomol 2006; 35:853-60.

Beserra EB & Castro FPJ. Biologia comparada de populações de *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) da Paraíba. Neotrop Entomol 2008; 37:81-5.

Bonat WH, Ribeiro JR PJ, Dallazuanna HS, Regis LN, Monteiro AMV, Silveira JC, et al. Investigando fatores associados a contagens de ovos de *Aedes aegypti* coletados em ovitrampas em Recife/PE. Rev Brasil Biom 2009; 27:519-37.

Bonilauri P, Bellini R, Calzolari M, Angelini R, Venturi L, Fallacara F, et al. Chikungunya virus in *Aedes albopictus*, Italy. Emerg Infect Dis 2008; 14:852-4.

Braga IA, Gomes AC, Nelson M, Mello RCG, Bergamaschi DP, Pacheco-de-Souza JM. Comparação entre pesquisa larvária e armadilha de oviposição, para detecção de *Aedes aegypti*. Rev Soc Bras Med Trop 2000; 33:347-53.

Braga IA & Valle D. *Aedes aegypti*: vigilância, monitoramento da resistência e alternativas de controle no Brasil. Epidemiol Serv Saúde, Brasília 2007; 16: 295-302.



Braks MAH, Honório NA, Lourenço-de-Oliveira R, Juliano SA, Lounibos LP. Convergent Habitat Segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Southeastern Brazil and Florida. J Med Entomol 2003; 40:785-94.

Braks MAH, Honório NA, Lounibos LP, Lourenço-de-Oliveira R, Juliano SA. Interspecific competition between two invasive species of container mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brasil. Ann Entomol Soc Am 2004; 97:130-9.

Byers JA. Novel diffusion-dilution method for release of semiochemicals: testing pheromone component ratios on western pine beetle. J Chem Ecol 1998; 14:199-212.

Campos M, Spenassatto C, Macoris MLG, Paduan KS, Pinto J, Ribolla PEM. Seasonal population dynamics and the genetic structure of the mosquito vector *Aedes aegypti* in São Paulo, Brazil. Ecology and Evolution 2012; 2:2794–802.

CDC 2012. National Center for Emerging and Zoonotic Infections Diseases - Division of Vector-Borne Diseases Fever Chikungunya 2012; [20/07/2012]. <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/chikungunya/index.html>

Chadee DD. *Aedes aegypti* surveillance in Tobago, west Indies (1983-88). J Am Mosq Control Assoc 1990; 6:148-50.

Chadee DD. Seasonal incidence and vertical distribution patterns of oviposition by *Aedes aegypti* in an urban environment in Trinidad, W.I. J Am Mosq Control Assoc 1991; 7:383-6.

Chadee DD, Corbet PS, Talbot H. Proportions of eggs laid by *Aedes aegypti* on different substrates with an ovitrap in Trinidad. *Wes Indies Med Vet Entomol* 1995; 9:66-70.

Chadee DD. Effects of forced egg-retention on the oviposition patterns of female. *Ae. aegypti* (Diptera Culicidae). *Bull Entomol Res* 1997; 87:649-51.

Chadee DD. Oviposition strategies adopted by gravid *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) as detected by ovitraps in Trinidad, West Indies (2002–2006). *Acta Trop* 2009; 111: 279-83.

Chaturvedi UC & Nagar R. Dengue and dengue haemorrhagic fever: Indian perspective. *J Biosci* 2008; 33:429-41.

Chen CD, Nazni WA, Lee HL, Seleena B, Mohd Masri S, Chiang YF, et al. Mixed breeding of *Aedes aegypti* (L.) and *Aedes albopictus* Skuse in four dengue endemic areas in Kuala Lumpur and Selangor, Malaysia. *Trop Biomed* 2006; 23:224-7.

Chesson PL. Mechanisms and maintenance of species diversity. *Ann Rev Ecol Syst* 2000; 31:343–66.

Chiaravalloti-Neto F, Dibo MR, Barbosa AAC, Battigaglia M. *Aedes albopictus* (S) na região de São José do Rio Preto, SP: estudo da sua infestação em área já ocupada pelo *Aedes aegypti* e discussão de seu papel como possível vetor de dengue e febre amarela. *Rev Soc Bras Med Trop* 2002; 35:351-7.

Chiesa AM, Westphal MF, Kashiwagi NM. Geoprocessamento e a promoção da saúde: desigualdades sociais e ambientais em São Paulo. Rev Saúde Pública 2002; 36:559-67.

Christophers SR. *Aedes aegypti* (L.) the Yellow fever mosquito. Its life history, bionomic and structure. Cambridge University Press, Cambridge. 1960.

CIIAGRO - Centro Integrado de Informações Meteorológicas. Secretaria de Agricultura e Abastecimento - Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/climasp.html>

Clements AN. The biology of mosquitoes. Sensory reception and behavior. 2<sup>nd</sup> Edition. New York: CABI Publishing; 2000.

Cobert PS & Chadee DD. An improved method for detecting substrate preferences shown by mosquitoes that exhibit skip oviposition. Phys Entomol 199; 18:114-8.

Colton YM, Chadee DD, Severson DW. Natural skip oviposition of the mosquito *Aedes aegypti* indicated by codominant genetic markers. Med Vet Entomol 2003; 17:195-204.

Connor ME, Monroe W M. *Stegomyia* indices and their value in yellow fever control. Am J Trop Med Hyg 1923; 3:9-19.

Consoli RAGB & Lourenço-de-Oliveira R. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1994.

Constanzo KS, Kesavaraju B, Juliano AS. Condition-specific competition in container mosquitoes: the role of non-competing life-history stages. *Ecology* 2005; 86:3289-95.

Corbet PS & Chadee DD. An improved method for detecting substrate preferences shown by mosquitoes that exhibit “skip oviposition”. *Phy Entomol* 1993; 18:114-8.

Craig RW, Long SA, Russell RC, Ritchie SA. Optimizing ovitrap use for *Aedes aegypti* in Cairns, Queensland, Australia: effects of some abiotic factors on field efficacy. *J Am Mosq Control Assoc* 2006; 22:635-40.

Craig RW, Leach KJ, Wilson NJ, Swart VR. The Allee effect in site choice behaviour of egg-laying dengue vector mosquitoes. *Trop Biom* 2008; 25:140–4.

Cummings DA, Schwartz IB, Billings L, Shaw LB, Burke DS. Dynamic effects of antibody-dependent enhancement on the fitness of viruses. *Proc Natl Acad Sci USA* 2005; 102:15259-64.

CVE. Centro de Vigilância Epidemiológica “Professor Alexandre Vranjac” <http://www.cve.saude.sp.gov.br/>.

CVE. Centro de Vigilância Epidemiológica – Prof. Alexandre Vranjac, Superintendência de Controle de Endemias – SUCEN, Instituto Adolfo Lutz – IAL. Identificação do sorotipo DENV 4; GVE – São José do Rio Preto, municípios de São José do Rio Preto e Paulo de Faria/ São Paulo/Brasil. Informe Técnico 05/05/2011.

Das T, Jaffar-Bandjee MC, Hoarau JJ, et al. Chikungunya fever: CNS infection and pathologies of a re-emerging arbovirus. *Prog Neurobiol* 2010; 91:121–29.

DER. Secretaria de Estado dos Transportes de São Paulo. Departamento de Estrada e Rodagem, BR 101 - Rodovia Doutor Manuel Hipólito Rego (SP- 55). 2010; [28/12 / 2010]. [http://www.der.sp.gov.br/malha/denominacoes.aspx?ler=rel\\_desc](http://www.der.sp.gov.br/malha/denominacoes.aspx?ler=rel_desc).

Dhang CC, Benjamin S, Saranum M, Fook CY, Lim LH, Ahmad NW, Sofian-Azirun. Dengue vector surveillance in urban residential and settlement areas in Selangor, Malaysia. *Tropical Biomedicine* 2005; 22:39–43.

Dibo MR, Chiaravalloti-Neto F, Battigaglia M, Mondini A, Favaro EA, Barbosa AAC, Glasser CM. Identification of the best ovitrap installation sites for gravid *Aedes (Stegomyia) aegypti* in residences in Mirassol, state of São Paulo, Brazil 2005; 103:554–60.

Donalisio MR, Glasser CM. Vigilância Entomológica e Controle de Vetores do Dengue. *Rev Bras Epidemiol* 2002; 5:259-72.

Drumond BP, Mondini A, Schmidt DJ, Bronzoni RVM, Bosch I, Nogueira ML. Circulation of different lineages of dengue virus 2, genotype American/Asian in Brazil: dynamics and molecular and phylogenetic characterization. *Plos One* 2013; 8 | Issue 3 | e59422.

Duncombe J, Espino F, Marollano K, Velazco A, Ritchie SA, Hu W, Weinstein P, Clements ACA. Characterising the spatial dynamics of sympatric *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* populations in the Philippines. *Geospatial Health* 2013; 8:255-65.

Edman JD, Scott TW, Costero A, Morrison AC, Harrington LC, Clark GG. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) movement influenced by availability by oviposition sites. *J Med Entomol* 1998; 35:578-83.

Eisen L, Lozano-Fuentes S. Use of Mapping and Spatial and Space-Time Modeling Approaches in Operational Control of *Aedes aegypti* and Dengue. *Plos Neglect Trop Disease* 2009; 3: e411. doi: 10.1371/journal.pntd.0000411.

Estrada-Franco JG, Craig Jr GB. Biology, disease relationship, and control of *Aedes albopictus*. Washington (DC): Pan Am Health Org. 1995; (Technical Paper, 42).

Fantinatti ECS, Duque JEL, Silva AM, Navarro-Silva MA. Abundância e agregação de ovos de *Aedes aegypti* L. e *Aedes albopictus*(Skuse) (Diptera: Culicidae) no Norte e Noroeste do Paraná. *Neotrop Entomol* 2007; 36:960-5.

Fávaro EA, Dibo MR, Mondini A, Ferreira AC, Barbosa AAC, Eiras AE, Barata EAMF, Chiaravalloti-Neto F. Physiological state of *Aedes (Stegomyia) aegypti* mosquitoes captured with MosquiTRAP™ in Mirassol, São Paulo, Brazil. *J Vector Ecol* 2006; 31:285-91.

Fávaro EA, Mondini A, Dibo MR, Barbosa AAC, Eiras AE, Neto FC. Assessment of entomological indicators of *Aedes aegypti* (L.) from adult and egg collections in São Paulo, Brazil 2008; *J Vector Ecol* 33:8–16.

Fay RW & Perry AS. Laboratory studies of ovipositional preferences of *Aedes aegypti*. *Mosq News* 1965; 25:276-81.

Figueiredo MLG, Gomes AC, Amarilla AA, Leandro AS, Orrico AS, Araujo RF, Castro JSM, Durigon EL, Aquino VH, Figueiredo LTM. Mosquitoes infected with dengue viruses in Brazil *Virology* 2010; 7:152. doi: 10.1186/1743-422X-7-152.

Focks, D.A. A review of entomological sampling methods and indicators for dengue vectors. *Dengue Bulletin*. 2003; 28 p 223.

Foo LC, Lim TW, Lee HL e Fang R. Rainfall, abundance of *Aedes aegypti* and dengue infection in Selangor, Malaysia. *Southeast Asian Journal of Trop Med and Public Health* 1985; 16:560-8.

Forattini OP. Identificação de *Aedes (Stegomyia) albopictus* no Brasil. *Rev Saúde Pública* 1986; 20:244-5.

Forattini OP. *Ecologia Epidemiologia e Sociedade*. São Paulo: Artes Médicas: Edusp; 1992.

Forattini OP. *Culicideologia Médica: Identificação, Biologia e Epidemiologia*. 2<sup>nd</sup> Edition. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2002.

Fraiha H. Reinfestação do Brasil pelo *Aedes aegypti*. Considerações sobre o risco de urbanização do vírus da febre amarela silvestre na região reinfestada. *Rev Inst Med Trop São Paulo* 1968; 10:289-94.

Funasa. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde do Brasil. *Manual de Vigilância Epidemiológica da Dengue: diagnóstico e manejo clínico*. Brasília, dezembro de 2002. 28p.

Gadelha DP & Toda AT. Biologia e comportamento do *Aedes aegypti*. Rev Brasil de Malariol Doenças Tropicais 1985; 37:29-36.

Getis A, Morrison AC, Gray K, Scott TW. Characteristics of the spatial pattern of the dengue vector, *Aedes aegypti*, in Iquitos, Peru. Am J Trop Med Hyg 2003; 69:494-505.

Gilotra SK, Rozeboom LE, Bhattacharya NC. Observations on possible competitive displacement between populations of *Aedes aegypti* Linnaeus and *Aedes albopictus* Skuse in Calcutta. Bull WHO 1967; 37:437-46.

Githeko AK, Lindsay SW, Confalonieri UE, Patz JA. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. Bull World Health Organ 2000; 78:1136-47.

Gomes AC. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em programa de vigilância entomológica . IESUS. 1998; VII(3), Jul/Set.

Gomes AC, Bitencourt MD, Natal D, Pinto PLS, Mucci LF, Paula MB, et al. *Aedes albopictus* em área rural do Brasil e implicações na transmissão de febre amarela silvestre *Aedes albopictus* in rural zone of Brazil and its implication in the sylvatic yellow fever transmission. Rev Saúde Pública 1999; 33:95-7.

Gomes AC. Vigilância Entomológica. Informe Epidemiológico do Sistema Único de Saúde 2002; 11:79-90.



Gomes AC, Silva NN, Bernal RTI, Leandro AS. Estimação da infestação predial por *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) por meio da armadilha adultrap. Epidemiol Serv Saúde, Brasília 2008; 17:293-300.

Google Mapas. Mapa do Brasil. 2011; [13/01 / 2011].<http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-br&biw=1024&bih=622&gbv=2&q=Brasil&um=1&ie=UTF-8&sa=N&tab=wl>.

Gratz NG. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. Med Vet Entomol 2004; 18:215-27.

Gubler DJ. Dengue and dengue hemorrhagic fever. In: clinical microbiology reviews, Philadelphia. July 1998; 3:480-96.

Gubler DJ. Dengue, Urbanization and Globalization: The Unholy Trinity of the 21<sup>st</sup> Century. Trop Med Health 2011; 39:3-11.

Halstead SB, Heinz FX, Barret AD, Roehrig JT. Dengue virus: molecular basis of cell entry and pathogenesis. Vaccine 2005; 4:849-56.

Harrington LC, Edman JD, Scott TW. Why Do Female *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Feed Preferentially and Frequently on Human Blood? J Med Entomol 2001; 38:411-22.

Harrington LC, Ponlawat A, Edman JD, Scott TW, Vermeylen F. Influence of Container Size, Location, and Time of Day on Oviposition Patterns of the Dengue Vector, *Aedes aegypti*, in Thailand. Vector Borne Zoonotic Dis. 2008; 8:415-23.

Hawley WA. The biology of *Aedes albopictus*. J Am Mosq Control Assoc 1988; 4:1-39.

Honório NA, Silva WC, Leite PJ, Gonçalves JM, Lounibos LP, Lourenço-de-Oliveira R. Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an Urban Endemic Dengue Area in the State of Rio de Janeiro, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz 2003; 98:191-8.

Honório NA, Castro MG, Barros FSM, Magalhães MAFM, Sabroza PC. The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. Cad. Saúde Pública 2009; 25:1203-14.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo- Cadastro Nacional de Endereços para fins estatísticos. Sao Sebastiao, 2012. IBGE. Censo Demográfico 2010: Domicílios de São Sebastião - SP. 2013; [Outubro / 2012]. <http://www.ibge.gov.br/>.

Joshi V, Mourya DT, Sharma RC. Persistence of dengue-3 virus through transovarial transmission passage in successive generations of *Aedes aegypti* mosquitoes. Am J Trop Med Hyg 2002; 67:158-61.

Juliano, SA, O'Meara GF, Morrill JR, Cutwa MM. Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. Oecologia 2002; 130:458–69.

Jumali S, Gubler DJ, Nalim S, Eram S, Saroso JS. Epidemic dengue haemorrhagic fever in rural Indonésia. III. Entomological studies. Am J Trop Med Hyg 1979; 28:717-24.

Kawada H, Honda S, Takagi M. Comparative Laboratory Study on the Reaction of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* to Different Attractive Cues in a Mosquito Trap. *J Med Entomol* 2007; 44:427-32.

Kim M, Pepin CMT, Scherer L, Morais MM, Ellis B, et al. Cost-effectiveness of Novel System of Mosquito Surveillance and Control, Brazil. *J Emerg Infectious Diseases* 2013; 19. doi:10.3201/eid1904.120117.

Kuno G. Factors influencing the transmission of dengue viruses. In: Gubler DJ, Kuno G, editors. *Dengue and dengue haemorrhagic fever*. London: CAB International 1997; 61-87.

Lampman RL, Krasavin NM, Szyska M, Novak RJ. A comparison of two West Nile virus detection assays (TaqMan reverse transcriptase polymerase chain reaction and VecTest antigen assay) during three consecutive outbreaks in northern Illinois. *J Am Mosquito Control Assoc* 2006; 22:76-86.

Lee HL. *Aedes* ovitrap and larval survey in several suburban communities in Selangor, Malaysia. *Tropical Biomedicine* 1992; 9:29-34.

Lee C, Vythilingam I, Chong CS, Razak MAA, Tan CH, Liew C, Pok YP, Ng LC. Gravitrap for management of dengue clusters in Singapura. *Am J Trop Med Hyg* 2013; 88:888-92.

Leishnam PT & Juliano SA. Spatial and temporal patterns of coexistence between competing *Aedes* mosquitoes in urban Florida. *Oecologia* 2009; 160:343-52.

Leisnham PT, LaDeau SL, Juliano SA. Spatial and Temporal Habitat Segregation of Mosquitoes in Urban Florida. Plos One 2014; 9: e91655. [www.plosone.org](http://www.plosone.org)

Lemant J, Boisson V, Winer A, et al. Serious acute chikungunya virus infection requiring intensive care during the Reunion Island outbreak in 2005–2006. Crit Care Med 2008; 36:2536–541.

Lim KW, Sit NW, Norzahira R, Sing KW, Wong HM, Chew HS, et al. Dengue vector surveillance in insular settlements of Pulau Ketam, Selangor, Malaysia. Tropical Biomedicine 2010; 27:185–92.

Lok CK. Singapore's dengue hemorrhagic 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. 1985.

Lounibos LP, O'Meara GF, Juliano SA, Nishimura N, Eescher RL, Reiskind MH, Cutwa M, Greene K. Differential Survivorship of Invasive Mosquito Species in South Florida Cemeteries: Do Site-Specific Microclimates Explain Patterns of Coexistence and Exclusion? Ann Entomol Soc Am 2010; 103: 757–70.

Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 2000. 100 of the world's worst invasive alien species - a selection from the global invasive species database. Aliens 12.

Lozano-Fuentes S, Elizondo-Quiroga D, Farfan-Ale JA, Loroño-Pino MA, Garcia-Rejon J, Gomez-Carro S, et al. Use of Google Earth™ to strengthen

public health capacity and facilitate management of vector-borne diseases in resource-poor environments. Bull World Health Organ 2008; 86:718-25.

Maciel-de-Freitas R, Brocki Neto R, Gonçalves JM, Codeço CT, Lourenço-de-Oliveira R. Movement of Dengue Vectors Between the Human Modified Environment and an Urban Forest in Rio de Janeiro. J Med Entomol 2006; 43:1112-20.

Maciel-de-Freitas R & Lourenço-de-Oliveira R. Presumed unconstrained dispersal of *Aedes aegypti* in the city of Rio de Janeiro, Brazil. Rev Saúde Pública 2009; 43:8-12.

Maciel-de-Freitas R, Aguiar Raquel; Bruno RV, Guimarães MC; Lourenço-de-Oliveira R, Sorgine MHF, Struchiner CJ, Valle D; O'Neill SL; Moreira LA. Why do we need alternative tools to control mosquito-borne diseases in Latin America? Mem Inst Oswaldo Cruz 2012; 107:828-9.

Madeira NG, Macharelli CA, Carvalho LR. Variation of the Oviposition Preferences of *Aedes aegypti* in Function of Substratum and Humidity. Mem Inst Oswaldo Cruz 2002; 97:415-20.

Mangada MN & Igarashi A. Molecular and in vitro analysis of eight dengue type 2 viruses isolated from patients exhibiting different disease severities. Virology 1998; 244:458-66.

Marques GRAM & Gomes A. Comportamento antropofílico de *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) na região do Vale do Paraíba, Sudeste do Brasil. Rev Saúde Pública, São Paulo 1997; 31:125-130.

Marteis LS, Steffler LM, Araújo KCGM, Santos RLa Corte . Identificação e distribuição espacial de imóveis- chave de *Aedes aegypti* no bairro Porto Dantas, Aracaju, Sergipe, Brasil entre 2007 e 2008. Cad. Saúde Pública 2013; 29:368-78.

Martins VEP, Alencar CHM, Facó PEG, Dutra RF, Alves CR, Pontes RJS, Guedes MIF. Distribuição espacial e características dos criadouros de *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* em Fortaleza, Estado do Ceará. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 2010; 43:73-7.

Minuzzi RB, Sedyama GC, Barbosa EM, Ferreira de Melo Júnior JC. Climatologia do comportamento do período chuvoso da Região Sudeste do Brasil. Rev Bras Meteorologia 2007; 22:338-44.

Miyazaki RD, Ribeiro ALM, Pignatti MG, Campelo Júnior JH, Pignati M. Monitoramento do mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae), por meio de ovitrampas no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Estado de Mato Grosso. Rev Soc Bras Med Trop 2009; 42:392-7.

Mogi M, Choochote W, Khamboonruang C, Suwanpanit P. Applicability of presence-absence and sequential sampling for ovitrap surveillance of *Aedes* (Diptera: Culicidae) in Chiang Mai, northern Thailand. J Med Entomol 1990; 27:509-14.

Mogi M, Khamboonruang C, Choochote W, Suwanpanit P. Ovitrap surveys of dengue vector mosquitoes in Chiang Mai, Northern Thailand: seasonal shifts in relative abundance of *Aedes albopictus* and *Ae. aegypti*. Med Vet Entomol 1988; 2:319-24.

Mogil MJ & Mokry E. Distribution of *Culex nyctagalliae* (Diptera: Culicidae) eggs in pitcher plants in Newfoundland, Canada. *Trop Med* 1980; 22:1-12.

Monath T. Flaviviruses. In: Fields BN et al.. *Virology*. New York: Raven Press 1986; 955-1004.

Morato VCG, Teixeira MG, Gomes AC, Bergamaschi DP, Barreto ML. Infestation of *Aedes aegypti* estimated by oviposition traps in Brazil. *Rev Saúde Pública* 2005; 39:553-8.

Nasci RS, Gasy Hare S, Willis FS. Interspecific mating between Louisiana strains of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in the field and laboratory. *J Am Mosq Control Assoc* 1989; 5:416-21.

Natal D, Urbinatti PR, Taípe-Lagos CB, Ceretti-Junior W, Diederichsen ATB, Souza RG, et al. Encontro de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) em Bromeliaceae na periferia de São Paulo, SP, Brasil. *Rev Saude Publica* 1997; 3:517-8.

Navarro DMAF, Oliveira PES, Potting RPJ, Brito AC, Fital SJF, Sant'Ana AEG. The potential attractant or repellent effects of different water types on oviposition in *Aedes aegypti* L. (Dipt., Culicidae). *J Appl Ent* 2003; 127:46-50.

Nogueira RMR, Schatzmayr HG, Filippis AMB, Santos FB, Cunha RV, Coelho JO, et al. 2002. Dengue virus type 3, Brazil. *Emerg Infect Dis* 2005; 11:1376-81.

Nogueira MB, Stella V, Bordignon J, Batista WC, Borba L, Silva LHP, et al. Evidence for the co-circulation of dengue virus type 3 genotypes III and V in the

Northern region of Brazil during the 2002-2004 epidemics. Mem Inst Oswaldo Cruz 2008; 103:483-8.

Norris DE. Mosquito-borne Diseases as a Consequence of Land Use Change Organização Panamericana de Saúde. EcoHealth 2004; 1:19-24.

Norzahira R, Hidayatulfathi O, Wong HM, Cheryl A, Firdaus R, Chew HS, Lim KW, Sing KW, Mahathavan M, Nazn W, Lee HL, Vasan SS, McKemey A, Lacroix R. Ovitrap surveillance of the dengue vectors, *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) and *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse in selected areas in Bentong, Pahang, Malaysia. Tropical Biomedicine 2011; 28:48–54.

Nunes LS, Trindade RBR, Souto RNP. Avaliação da atratividade de ovitrampas a *Aedes (Stegomyia) aegypti* Linneus (Diptera: Culicidae) no bairro Hospitalidade, Santana, Amapá. Bióta Amazônia 2011; 1:26-31.

O'Meara G, A Gettman, L. Evans, and G. Curtis. The spread of *Aedes albopictus* in Florida. Am Entomol 1993; 39:163-72.

O'Neal PA & Juliano SA. Seasonal variation in competition and coexistence of *Aedes* mosquitoes: stabilizing effects of egg mortality or equalizing effects of resources? J Anim Ecol 2013; 82:256–65.

OPAS. Organização Panamericana de Saúde.  
[http://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2820  
&Itemid=1](http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=2820&Itemid=1)



Osanai CH, Rosa APAT, Tang AT, Amaral RS. Surto de dengue em Boa Vista Roraima – nota prévia. *Rev Inst Med Trop* 1983; 25:53-4.

Pages F, Peyrefitte CN, MVE MT, Jarjaval F, Brisse S. et al. *Aedes albopictus* mosquito: the main vector of the 2007 Chikungunya outbreak in Gabon. *PLoS One* 2009; 4:4691.

Paiva CM. Determinação das datas de início e fim da estação chuvosa e da ocorrência de veranicos na Bacia do Rio Doce. [Dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 1997.

Pant CP, Jatanasen S, Yasuno M. Prevalence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* and observations on the ecology of dengue haemorrhagic fever in several areas of Thailand. *South Asian J Trop Med Public Health* 1973; 4:113-21.

Passos RA, Marques GRAMM, Voltolini JC, Condino ML. Dominância de *Aedes aegypti* sobre *Aedes albopictus* no litoral sudeste do Brasil. *Rev Saúde Pública* 2003; 37:729-34.

Paupy C, Delatte H, Bagny L, Corbel V, Fontenille D. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. *Microb Infect* 2009; 11:1177-85.

Pessanha JEM, Caiaffa WT, Cecilio AB, Iani FCM, Araujo SC, Nascimento JC et al. Cocirculation of two dengue virus serotypes in individual and pooled samples of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae. *Rev Soc Brasil Med Trop* 2011; 44:103-5.

Pessôa SB & Martins AV. Parasitologia Médica. 11ª Edition. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1982.

Ponnusamy L, Xu N, Nojima S, Wesson DM, Schal C, Apperson CS. Identification of bacteria and bacteria-associated chemical cues that mediate oviposition site preferences by *Aedes aegypti*. PNAS 2008; 105: 9262-7.

Ponnusamy L, Wesson DM, Arellano C, Schal C, Apperson CS. Species composition of bacterial communities influences attraction of mosquitoes to experimental plant infusions. Microb Ecol 2010; 59:158-73.

Rai KS. *Aedes albopictus* in the Americas. Annu Rev Entomol 1991; 36:459-84.

Raharimalala FN, Ravaomanarivo LH, Ravelonandro P, Rafaraso LS, Zouache K, Tran-Van V, Mousson L, Failloux Anna-Bella, Hellard E, Valiente Moro C, Ralisoa BO, Mavingui P. Biogeography of the two major arbovirus mosquito vectors, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae), in Madagascar. Parasites & Vectors 2012; 5:56.

Rao TR. Vectors of dengue and Chikungunya viruses: A brief review; Indian J Med Res 1964; 52:719-26.

Rawlins SC, Martinez R, Wiltshire S, Legall G. Comparison of surveillance systems for the dengue vector *Aedes aegypti* in Port of Spain, Trinidad. J Am Mosq Control Assoc 1998; 14:131-6.

Regis L, Monteiro AM, Melo-Santos MAV, Silveira Jr JC, Furtado AF, Acioli RV, et al. Developing new approaches for detecting and preventing *Aedes aegypti*

population outbreaks: basis for surveillance, alert and control system. Mem Inst Oswaldo Cruz 2008; 103:50-9.

Reiter P, Amador MA, Colon N. Enhancement of the CDC ovitrap with hay infusions for daily monitoring of *Aedes aegypti* populations. J AM Mosq Control Assoc 1991; 7:52-5.

Reiter P, Amador MA, Anderson RA, Clark GG. Short report: Dispersal of *Aedes aegypti* in urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs. Am J Trop Med Hyg 1995; 52:177-9.

Reiter P. Climate Change and Mosquito-Borne Disease. Environ Health Perspect 2001; 109:141-161.

Reiter P, Fontenille D, Paupy C. *Aedes albopictus* as an epidemic vector of chikungunya virus: another emerging problem? Lancet Infect Dis 2006. 6:463-464.

Reiter P. Oviposition, Dispersal, and Survival in *Aedes aegypti*: Implications for the Efficacy of Control Strategies. Vector-Borne and Zoonotic Diseases 2007; 7:261-73.

Rey JR, Nishimura N, Wagner B, Braks MA, O'Connell SM, Lounibos LP. Habitat segregation of mosquito arbovirus vectors in south Florida. J Med Entomol 2006; 43:1134-41.

Ribeiro AF, Marques GRAM, Voltolini JC, Condino LMF. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. Rev Saúde Pública 2006; 40:671-6.

Rico-Hesse R. Microevolution and virulence of dengue viruses. Adv Virus Res 2003; 59:315-41.

Robinson MC. An epidemic of virus disease in Southern Province, Tanganyika Territory, in 1952–53. I. Clinical features. Trans R Soc Trop Med Hyg 1955; 49: 28–32.

Rodhain F & Rosen L. Mosquito vectors and dengue virus-vector relationships. In: Gubler, DJ, Kuno, G. Editors. Dengue and dengue hemorrhagic fever. New York: CAB International 1997; 45-60.

Rodríguez-Fernández JI, Carvalho CJB, Moura MO. Estrutura de assembleias de Muscidae (Diptera) no Paraná: uma análise por modelos nulos. Rev Bras Entomol 2006; 50:93-100.

Rodrigues MM. Abundância de *Aedes aegypti* e outros culicídeos adultos, em área urbana de município endêmico de dengue, São Sebastião, Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil [dissertação]. São Paulo: Coordenadoria de Controle de Doenças Secretaria da Saúde do Governo do Estado de São Paulo; 2013.

Ross RW. The Newala epidemic III; the virus: isolation, pathogenic properties and relationship to the epidemic; J Hyg 1956; 54:177-91.

Rosen L, Shroyer DA, Tesh RB, Freier JE, Lien JC. Transovariol transmission of dengue viruses by mosquitoes: *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti*. Am J Trop Med Hyg 1983; 32:1108-19.

Rosen L. Sexual transmission of dengue viruses by *Aedes albopictus*. Am J Trop Med Hyg 1987; 37: 398-402.

Rozeboom LE, Rose L, Ikeda J. Observations on oviposition by *Aedes* (S.) *albopictus* Skuse and *A. (S.) polynesiensis* Marks in nature. J Med Entomol 1973. 10:339-397.

Rozilawati H, Zairi J, Adanan CR. Seasonal abundance of *Aedes albopictus* in selected urban and suburban areas in Penang, Malaysia. Tropical Biomedicine 2007; 24:83–94.

Sant'ana AL, Roque RA, Eiras AE. Characteristics of Grass Infusions as Oviposition Attractants to *Aedes (Stegomyia)* (Diptera: Culicidae). J Med Entomol 2006; 43:214-20.

Santos Neto LG & Marques CC. Sobre alguns ovos de mosquitos (Diptera,Culicidae) que colonizam recipientes artificiais. Rev Bras Entomol 1996; 40:17-20.

Schuffenecker I, Itean I, Michault A, Murri S, Frangeul L, et al. Genome microevolution of chikungunya viruses causing the Indian Ocean outbreak. PLoS Med 2006; 3: e263.

Serpa LLN, Kakitani I, Voltolini JC. Competição entre larvas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em laboratório. Rev Soc Bras Medic Trop 2008; 41:479-84.

Serufo JC, Montes de Oca H, Tavares V, Souza AM, Rosa RV, Jamal MC. Isolation of dengue virus type 1 from larvae of *Aedes albopictus* in Campos Altos City, State of Minas Gerais, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz 1993; 88:503-4.

Service MW. Importance of ecology in *Aedes aegypti* control. Southeast Asean J Trop Med Public Health 1992; 23:681-90.

Setzer J: Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo. Ed. Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Uruguai em colaboração com as centrais elétricas de SP. (CESP) São Paulo; 1966:35-9.

Schluter D & Ricklefs RE. Community diversity: an introduction to the problem. p. 1–10. In: R. E. Ricklefs & D. Schluter (Eds.): Species Diversity: Historical and Geographical Perspectives. Chicago, University of Chicago Press 1993; 414 p.

Shepard DS, Coudeville L, Halasa Ya, Zambrano B, Dayan GH. Economic impact of dengue illness in the Americas. Am J T Med Hyg 2011; 84:200-7.

Silva HHG, Silva IG, Elias CN, Lemos SPS, Rocha AP. Idade fisiológica dos ovos de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1962) (Diptera, Culicidae). Rev Pat Trop 1995; 24:269-273.

Silva VC, Scherer PO, Falcão SS, Alencar J, Cunha SP, Rodrigues IM, Pinheiro NL. Diversidade de criadouros e tipos de imóveis frequentados por *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti*. Rev Saúde Pública 2006; 40:1106-11.

Silva MGNM, Rodrigues MAB, Araujo RE. Sistema de aquisição e processamento de imagens de ovitrampas para o combate a dengue. Engenharia Biomédica 2012; 28:364-74.

Soman RS & Reuben R. Studies on the preference shown by ovipositing females of *Aedes aegypti* for water containing immature stages of the same species. J Med Entomol 1970; 7:485-9.

Sota T & Mogi M. Interspecific variation in desiccation survival time of *Aedes* (*Stegomyia*) mosquito eggs is correlated with habitat and egg size. Oecologia 1992; 90:354-8.

Souza-Santos R, Carvalho MS. Análise da distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brazil. Cad Saúde Pública 2000; 16:31-42.

Souza SS, Silva IG, Silva HHG. Associação entre incidência de dengue, pluviosidade e densidade larvária de *Aedes aegypti*, no Estado de Goiás. Rev Soc Bras Med Trop 2010; 43:152-5.

Strauss JH, Strauss EG. The alphaviruses: gene expression, replication, and evolution. Microbiol Rev 1994; 58:491–562.

Sucen. Superintendência de Controle de Endemias - Secretaria de Estado da Saúde do estado de São Paulo. Manual de Vigilância Entomológica de *Aedes aegypti*. São Paulo, 1997. 38 p.

Sucen. Superintendência de Controle de Endemias - Secretaria de Estado da Saúde. Vigilância e Controle do *Aedes aegypti*: normas, orientações e recomendações técnicas. São Paulo, 2006. 42p.

Sucharit S, Tumrasvin W, Vutikes S, Viraboonchai S. Interactions between larvae of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in mixed experimental populations. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1978; 9:93-7.

Suman SD, Shrivastava AR, Pant SC, Parashar BD. Differentiation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) with egg surface morphology and morphometrics using scanning electron microscopy. Arthropod Struct Dev 2011; 40:479-83.

Tauil PL. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. Cad Saúde Pública 2002; 18:867-71.

Taylor LR. Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations. Annu Rev Entomol 1984; 29:321-57.

Teixeira MG, Barreto ML, Guerra Z. Epidemiologia e Medidas de Prevenção do Dengue. Informe Epidemiológico do SUS 1999; 8:5-33.

Teixeira TRA & Cruz OG. Spatial modeling of dengue and socioenvironmental indicators in the city of Rio de Janeiro, Brazil. Cad Saúde Pública 2011; 27:591-602.



Teo D, Ng LC, Lam S. Is dengue a threat to the blood supply? *Transfusion Medicine* 2009; 19:66-77.

Torres JR & Castro J. The health and economic impact of dengue in Latin America. *Cad Saúde Pública* 2007; 23 Sup 1:S23-S31.

Trexler JD, Apperson CS., Schal C. Laboratory and Field Evaluations of Oviposition Responses of *Aedes albopictus* and *Aedes triseriatus* (Diptera: Culicidae) to Oak Leaf Infusions. *J Med Entomol* 1998; 35:967-76.

Vega-Rúa A, Zouachea K, Girodc R, Faillouxa AB, Lourenço-de-Oliveira. High vector competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from ten American countries as a crucial factor of the spread of Chikungunya. *J Virol* 2014; doi: 10.1128/JVI.00370-14.

Vezzani D, Velaáquez SM, Schweigmann N. Seasonal pattern of abundance of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires city, Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2004; 99:351–6.

Wasserberg G, Bailes N, Davis C, Yeoman K. Hump-Shaped Density-Dependent Regulation of Mosquito Oviposition Site-Selection by Conspecific Immature Stages: Theory, Field Test with *Aedes albopictus*, and a Meta-Analysis. *PLOS ONE* 2014; 9: e92658.[www.plosone.org](http://www.plosone.org)

Whitehead S, Blaney J, Durbin A, Murphy B. Prospects for a dengue virus vaccine. *Nat Rev Microbiol* 2007; 5:518-28.

Wong J, Astete H, Morrison AC, Scott TW. Sampling Considerations for Designing *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) Oviposition Studies in Iquitos, Peru: Substrate Preference, Diurnal Periodicity, and Gonotrophic Cycle Length. *J Med Entomol* 2011; 48:45-52.

Yoshioka M, Couret J, Kim F, McMillan J, Burkot TR, Dotson EM, Kitron U, Vazquez-Prokop GM. Diet and density dependent competition affect larval performance and oviposition site selection in the mosquito species *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasites & Vectors* 2012; 5:225.

Zayed A, Awash AA, Esmail MA, Al-Mohamadi HA, Al-Salwai M, Al-Jasari A, Medhat I, Morales-Betoulle ME, Mnzavad A. Detection of Chikungunya virus in *Aedes aegypti* during 2011 outbreak in Al Hodayda, Yemen. *Acta Trop* 2012; doi:10.1016/j.actatropica.2012.03.004.

Zar J. *Análise Biostatistical*. 5ª Edição. Prentice Hall. 2009.

Zeichner B. C. & Perich MJ. Laboratory testing of a lethal ovitrap for *Aedes aegypti*. *Med Vet Entomol* 1999; 13:234-38.

## **ANEXO 1**

Declaração do Comitê de Ética Nº 301/12

## DECLARAÇÃO Nº 301/12

**Protocolo CEP/UNITAU n° 459/09** (Esse número de registro deverá ser citado pelo pesquisador nas correspondências referentes a este projeto)

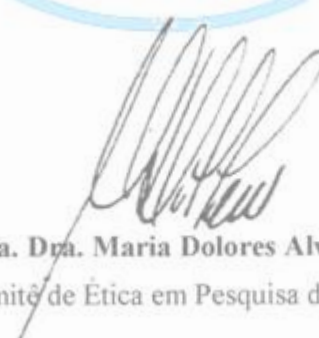
**Projeto de Pesquisa:** Avaliação de indicadores entomológicos de dengue em regiões do estado de São Paulo, Brasil

**Subproduto:** *Oviposição de Aedes (Stegomyia) aegypti e Aedes (stegomyia) albopictus em município com transmissão de dengue, Estado de São Paulo, Brasil*

**Pesquisador(a) responsável:** Lígia Leandro Nunes Serpa

O Comitê de Ética em Pesquisa, em reunião de **06/07/2012**, e no uso das competências definidas na Resolução CNS/MS 196/96, considerou o Projeto acima **Aprovado**.

Taubaté, 08 de agosto de 2012



**Prof. Dra. Maria Dolores Alves Cocco**  
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Taubaté

## ANEXO 2

Serpa LLN, Marques GRAM, Lima AP, Voltolini JC, Brito MA, Barbosa GL, Andrade VR, Lima VLC. Study of the distribution and abundance of the eggs of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* according to the habitat and meteorological variables, municipality of São Sebastião, São Paulo State, Brazil. *Parasites & Vectors* 2013; 6:321.

RESEARCH

Open Access

# Study of the distribution and abundance of the eggs of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* according to the habitat and meteorological variables, municipality of São Sebastião, São Paulo State, Brazil

Lígia Leandro Nunes Serpa<sup>1\*</sup>, Gisela Rita Alvarenga Monteiro Marques<sup>1</sup>, Ana Paula de Lima<sup>1</sup>, Júlio Cesar Voltolini<sup>2</sup>, Marylene de Brito Arduino<sup>1</sup>, Gerson Laurindo Barbosa<sup>3</sup>, Valmir Roberto Andrade<sup>4</sup> and Virgília Luna Castor de Lima<sup>4</sup>

## Abstract

**Background:** This study focused on the distribution and abundance of the eggs of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*.

**Methods:** Eighty ovitraps were exposed for four days of each month in peri- and intradomiciliary environments of 40 urban residences on 20 street blocks that were drawn monthly in Sebastião, SP, between February 2011 and February 2012. The monthly distribution of positive ovitrap indices (POI) and mean egg counts per trap (MET) of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* were analyzed using the Kruskal-Wallis test, followed by the Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (DSCF) test. Spearman's rank correlation coefficient and simple linear regression were used to determine the association between the meteorological variables of temperature and rainfall and the number of ovitraps with eggs and the egg count.

**Results:** The POI and MET of *Ae. aegypti* were higher in peridomiciliary premises. A positive correlation was found between the temperature and the number of ovitraps with eggs and the egg count of this species in domestic environments. There was no difference in the POI and MET of *Ae. albopictus* between the environments. A positive correlation was found between temperature and positive ovitraps of *Ae. albopictus* in peridomiciliary premises. The POI and MET of *Ae. aegypti* were higher than those of *Ae. albopictus*.

**Conclusions:** Peridomiciliary premises were the preferred environments for oviposition of *Ae. aegypti*. The use of ovitraps for surveillance and vector control is reiterated.

**Keywords:** *Aedes*, Environment, Mosquito control, Dengue, Oviposition, Meteorological factors

## Background

The mosquitoes responsible for the transmission of the dengue virus, *Aedes aegypti* (Linnaeus) and *Aedes albopictus* (Skuse), are considered important vectors of the arbovirosis. These species present abundance influenced by the female behavior of oviposition, as well as their temporal space distribution, which has predominant

dependency on the environment and the local climate in which they occur, with female mosquitoes searching for conditions favourable to survival of progeny [1].

In Brazil, dengue fever has become one of the key public health priorities since the late 1990s because its occurrence is directly related to various factors, including the level of local infestation by the vector [2,3].

*Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* are the only Culicidae species of the *Stegomyia* genus found in Brazil [4]. In São Paulo State in the year 2012, 87% of the municipalities exhibited co-occurrence of these mosquitoes,

\* Correspondence: ligia-serpa@hotmail.com

<sup>1</sup>Superintendência de Controle de Endemias, Praça Coronel Vitoriano, 23 Jardim Santa Clara, Centro, Taubaté, São Paulo CEP 12020-020, Brasil  
Full list of author information is available at the end of the article

according to data from the Superintendence for Endemic Disease Control (Superintendência de Controle de Endemias, Suce). The population dynamics of adult *Ae. aegypti* is highly significant in the epidemiology of the dengue infection, thus directing the scientific community's efforts towards elucidating this aspect, which is inherent to control expectations [5,6].

The abundance of these vectors is associated with biotic and abiotic factors. According to Braks *et al.* [4], the spatial distribution and abundance of *Ae. aegypti* are related to the effects of anthropogenic changes on the environment. Conversely, the distribution of *Ae. albopictus* is more associated with the presence of vegetation in urban and rural areas, whereas its abundance is generally limited to spaces modified by human activity. Among the environmental variables, rainfall, temperature, and relative humidity are key determining factors of the presence and frequency of these species [7]. According to Focks *et al.* [8], meteorological factors affect the mosquito metabolism, oviposition activity, and consequently, the number of eggs laid by females. Such bioecological aspects may be measured in positive ovitraps and egg density, as previously shown by Azil *et al.* [7].

In the entomological surveillance and control of dengue vectors, the likelihood of arbovirus transmission among humans is high, although it will always depend on the habits and densities of the species involved. The study of practical and operational methods using ovitraps may provide such information, which is beneficial for planning and managing the vector [9]. The ovitrap [10] is a useful tool for providing spatial and temporal data and successfully monitors the impact of control measures. Ovitrap use was recommended for differentiating infestation levels between areas, making it more sensitive than the larval survey currently used, even during low levels of vector population [7,11,12].

*Ae. aegypti* mosquito control mainly occurs on peridomestic breeding grounds, although it is unclear whether the distribution of outbreaks only results from a small supply of intradomestic water containers or also results from the preference for oviposition in peridomestic premises [13,14].

Certain studies have revealed a higher occurrence of *Ae. albopictus* in peridomestic [15,16] and the prevalence of *Ae. aegypti* is either indistinguishable between both environments [16-18] or even more frequent in peridomestic premises [19].

Mosquito behavior in the field is a key factor in the epidemiology of diseases transmitted by mosquitoes. Different patterns of habitat occupation may be observed between these species or within a given species, albeit in different regions [20]. The coastal region of São Paulo State exhibits diverse climate characteristics [21]. The municipality of São Sebastião, a north-shore tourist

resort where infestation by *Ae. albopictus* began in the early 1980s and infestation by *Ae. aegypti* began in the second half of the 1990s [22], is located in this region. Its climate, according to the Center for Meteorology and Climate Research Applied to Agriculture (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura; CEPAGRI), is tropical rainy, without a dry season and with mild temperatures throughout the year. São Sebastião has high human-population fluctuation and successive records of dengue epidemics since 2001, and the serotypes DENV 1, DENV 2, DENV 3 [23], and, more recently, DENV 4 were isolated during that period, according to the SES/SP Vigilância Epidemiológica CVE 2013). Accordingly, it is crucial to examine the infestations by *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* in this municipality. To this end, the present study aimed to characterize the distribution and abundance of these species in peri- and intradomestic environments and to determine the association with meteorological factors to foster improvements in vector control measures.

## Methods

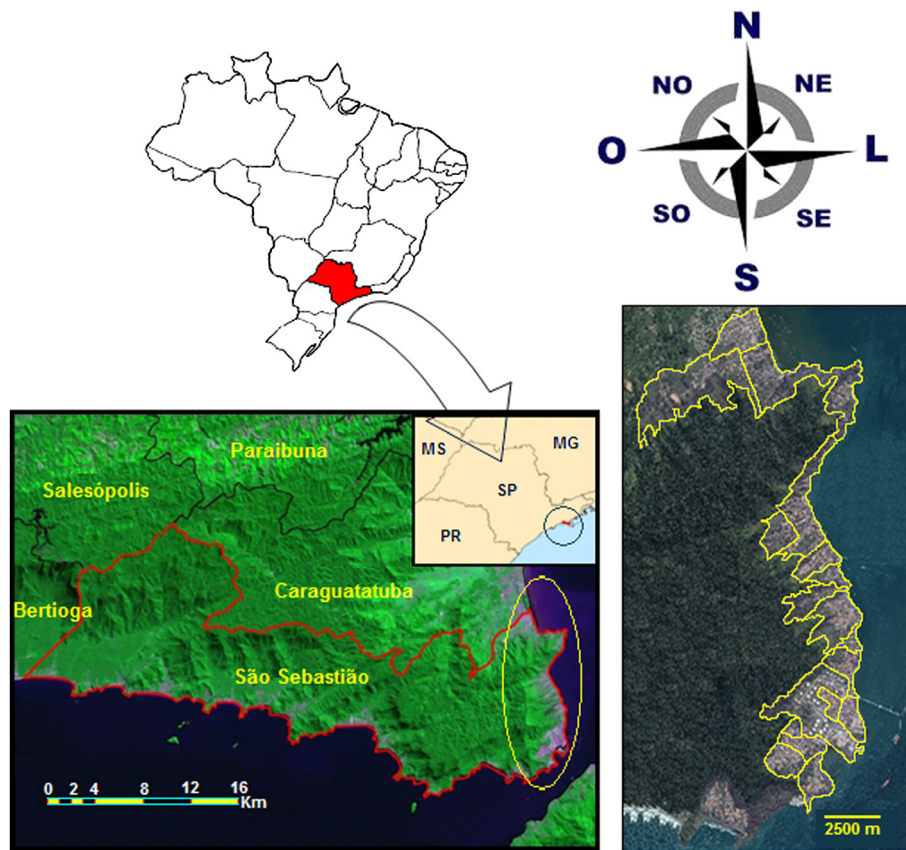
### Study area

The present study was conducted in an urban area of the municipality of São Sebastião (45°21'00"W and 23°21'20"S), on the northern coast of São Paulo State, Brazil. This municipality has a territory of approximately 400 Km<sup>2</sup>, with a population of 73,942 inhabitants, according to data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics, and a population density of 184.68 inhabitants/Km<sup>2</sup>. São Sebastião has a coastal plain terrain with an average altitude of 10 m above sea level and an average annual temperature of approximately 24°C. According to the simplified Köppen Climate Classification System (CCS) [24], São Sebastião has an Af climate, which is characterized by the tropical rainy climate that has no dry season and an average rainfall below 60 mm in the driest month. Its urban area crosses the boundaries of the plains and invades the coastal mountains, a situation that results from the intense and disordered process of occupation pressured by the growth of the fluctuating tourist and urban-resident populations, which contributes to worsening the local basic sanitation services [23].

The area selected for the present study corresponds to part of the urban space and was termed Area 1 (Figure 1). This area consists of 532 street blocks, 16,833 properties, and a population of approximately 40,116 inhabitants, according to data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; IBGE, 2010).

### Study design

The sample unit was the property, the street block of which was selected by systematic, random, and monthly



**Figure 1** Image of the study area in the municipality of São Sebastião.

single-stage cluster sampling with replacement [25]. Two properties were selected from each block drawn, considering the greatest distance between them. Two ovitraps were installed in these human habitations, after obtaining the owner's informed consent: one in peridomiciliary premises and the other in intradomiciliary premises, approximately 1.20 m above the floor [26]. Peridomiciliary refers to the exterior of the building, albeit limited to the immediate vicinity of the house, while intradomiciliary refers to areas within the house, under its roof.

The trap consists of a black plastic material (10.5 cm in diameter and 15 cm in height) filled with 450 ml of tap water and 50 ml of hay infusion [27]. A removable pressed wood pallet (Eucatex®; 15 cm × 2.5 cm) was placed within the trap as an oviposition substrate (Figure 2). The traps remained exposed for four consecutive days each month [28], from February 2011 to February 2012. Following each exposure period, the pallets were collected, and the attached eggs were counted and recorded. To ensure embryogenesis, the pallets were kept on the bench for six days at room temperature and relative humidity. Subsequently, the eggs were immersed in running water in plastic cups (9 cm × 11 cm × 6 cm),



**Figure 2** Illustrative photo of the ovitrap with oviposition substratum.



supplemented with a portion of Goldfish® feed, and covered in film. At the L3 or L4 stage, the larvae were fixed in 70% ethanol and identified [29].

#### Data analyses

The measures of infestation by populations of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* eggs were expressed using the positive ovitrap index (POI; frequency of positive traps) and mean eggs per trap (MET).

Spearman's rank correlation coefficient was used to evaluate the association between the POI and MET of *Ae. (Ste.)* spp.

The Kruskal-Wallis test and the Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (DSCF) test [30] were used to evaluate the POI and MET monthly distributions according to the environment.

Spearman's rank correlation coefficient and simple linear regression were used to determine the association between the meteorological variables of minimum average, maximum average, and average temperatures; the total and average rainfall during the four days of trap exposure; and the number of traps with eggs and the egg count according to the species and environment.

Spearman's rank correlation coefficient was used to express the correlation between the rainfall accumulated during the least rainy months (February and from May to October) and during the rainiest months (March, April, and from November to January) and the egg count during the respective periods.

Abiotic data regarding temperature and rainfall were collected from the Center of Integrated Agrometeorological Data (Centro integrado de informações agrometeorológicas, CIIAGRO) of the Department of Agriculture, Livestock, and Food Supply of the State of Sao Paulo Government (Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo) of the São Sebastião municipal station.

#### Results

In total, 1,040 traps were installed and 1028 recovered, and 255 (24.81%) traps showed the presence of *Ae. (Stegomyia)* spp. eggs, including 182 (71.37%) positive traps in the peridomestic premises and 73 (28.63%) positive traps in the intradomestic premises, following examination. Of the total 20,264 eggs, 16,217 (80.00%) were recovered in peridomestic premises, and 4,047 (20.00%) were recovered in intradomestic premises. The immersion of all of these eggs enabled the identification of both species, namely, *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*.

Of the total positive traps ( $n = 255$ ), 190 (74.51%) corresponded to the above-mentioned species, including 89.50% ( $n = 170$ ) for *Ae. aegypti* and 10.50% ( $n = 20$ ) for *Ae. albopictus*. The distribution of these traps, according to the peri- and intradomestic environments, corresponded to 74.70% and 25.30% for *Ae. aegypti* and 75.00% and 25.00% for *Ae. albopictus*, respectively.

Of the remaining 65 (25.49%) positive traps, 30 (11.76%) presented the co-occurrence of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* species, and 35 (13.73%) exhibited no larval hatching. The trap data of the species co-occurrence is included in an ongoing study and is not the focus of the present study.

The 190 pallets with single-species hatching of either *Ae. aegypti* or *Ae. albopictus* exhibited combined larval hatching of 59.53% ( $n = 8.851$ ) of the 14,868 eggs collected. Eight thousand and fifty-eight larvae were identified in traps with *Ae. aegypti*, with 78.00% in peridomestic premises and 22.00% in intradomestic premises. In total, 793 hatched larvae were found in traps with *Ae. albopictus*, including 80.00% and 20.00% in the peri- and intradomestic premises, respectively.

Table 1 presents the POI and MET comparisons. The statistical analysis comparing the POI between the environments and species revealed significant differences ( $H = 30.51$ ,  $p = 0.00$ ). The POI of *Ae. aegypti* was noticeably higher than the POI of *Ae. albopictus* in both environments (peridomestic  $p = 0.00$  and intradomestic  $p = 0.00$ ). The POI of *Ae. aegypti* in the peridomestic premises was noticeably higher than in the intradomestic premises ( $p = 0.03$ ). In contrast, the POI of *Ae. albopictus* was similar in both domestic environments ( $p = 0.33$ ).

The mean eggs per trap (MET) and per environment presented statistically significant differences between the species and the environments ( $H = 27.60$ ,  $p = 0.00$ ). The multiple comparison demonstrated that the MET of *Ae. aegypti* was significantly greater than the MET of *Ae. albopictus* in the peridomestic ( $p = 0.00$ ) and intradomestic ( $p = 0.01$ ) premises.

The peridomestic environment had the highest MET of *Ae. aegypti* ( $p = 0.03$ ), whereas no statistically significant difference ( $p = 0.57$ ) was found between environments for *Ae. albopictus*. Table 1 lists the ratios of these species per environment. The POI and MET of *Ae. aegypti* were approximately three times higher in peridomestic than in intradomestic premises. Similar values of the same variables were found for the *Ae. albopictus* species but were not significant. The ratio between species revealed that the POI of *Ae. aegypti* was eight times higher than the POI of *Ae. albopictus* in the peridomestic premises and nine times higher in the intradomestic premises. Similar results were found for the MET, albeit with greater values: 9.50 times higher in the peridomestic premises and 11.80 times higher in the intradomestic premises.

The ratio of *Ae. aegypti* eggs was 3.70 in peridomestic environments and 1.00 in intradomestic environments, whereas the ratio of *Ae. albopictus* eggs was 4.05 in peridomestic environments and 1.00 in intradomestic environments.

Table 2 presents the analysis of Spearman's rank correlation coefficient and simple linear regression calculations

**Table 1 Comparisons of POI and MET between the *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* species according to the peri- and intradomiciliary environments in the municipality of São Sebastião, from February 2011 to February 2012**

Species	Environment	POI			MET		
		Mean ± Standard deviation	p	Ratio	Mean ± Standard deviation	p	Ratio
<i>Ae. aegypti</i>	Peridomiciliary	24,52 ± 4,18	0,03		12,12 ± 2,98	0,03	
x	x	x		2,92:1,00	x		3,55:1,00
<i>Ae. aegypti</i>	Intradomiciliary	8,41 ± 1,76			3,41 ± 0,94		
<i>Ae. albopictus</i>	Peridomiciliary	2,96 ± 0,91	0,33		1,27 ± 0,48	0,57	
x	x	x		3,18:1,00	x		4,38:1,00
<i>Ae. albopictus</i>	Intradomiciliary	0,93 ± 0,44			0,29 ± 0,16		
<i>Ae. aegypti</i>	Peridomiciliary	24,52 ± 4,18	0,00		12,12 ± 2,98	0,00	
x	x	x		8,28:1,00	x		9,54:1,00
<i>Ae. albopictus</i>	Peridomiciliary	2,96 ± 0,91			1,27 ± 0,48		
<i>Ae. aegypti</i>	Intradomiciliary	8,41 ± 1,76	0,00		3,41 ± 0,94	0,01	
x	x	x		9,04:1,00	x		11,76:1,00
<i>Ae. albopictus</i>	Intradomiciliary	0,93 ± 0,44			0,29 ± 0,16		

between the number of traps with eggs and the egg count per species and environment in relation to the minimum, maximum, and average temperatures. A positive correlation was found for the number of traps with *Ae. aegypti* and the egg count with the minimum, maximum, and

average temperatures in the peridomiciliary premises, and a statistically significant correlation with the maximum and average temperatures was found in the intradomiciliary premises. Regarding *Ae. albopictus*, a positive correlation was found between the maximum temperature and

**Table 2 Spearman's rank correlation coefficient and simple linear regression between the temperature and rainfall and the number of traps with eggs and egg count per trap, according to the *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* species and peri- and intradomiciliary environments in the municipality of São Sebastião, from February 2011 to February 2012**

Number of traps with eggs and the egg count	Meteorological variables	<i>Ae. aegypti</i>			<i>Ae. albopictus</i>		
		r	r <sup>2</sup>	p	r	r <sup>2</sup>	p
Traps peridomiciliary	Minimum T°C	0.67	0.45	0.01	0.38	0.14	0.20
	Maximum T°C	0.76	0.58	0.00	0.58	0.33	0.04
	T°C average	0.76	0.58	0.00	0.52	0.27	0.07
	Total rainfall	0.49	0.24	0.09	-0.16	0.02	0.61
	Average rainfall	0.49	0.24	0.09	-0.16	0.02	0.61
Traps intradomiciliary	Minimum T°C	0.34	0.12	0.25	0.34	0.11	0.26
	Maximum T°C	0.69	0.47	0.01	0.28	0.08	0.36
	Average T°C	0.57	0.32	0.04	0.32	0.10	0.29
	Total rainfall	0.15	0.02	0.61	0.49	0.24	0.09
	Average rainfall	0.15	0.02	0.61	0.49	0.24	0.09
Eggs peridomiciliary	Minimum T°C	0.62	0.39	0.02	0.39	0.15	0.19
	Maximum T°C	0.67	0.44	0.01	0.52	0.27	0.07
	Average T°C	0.68	0.47	0.01	0.49	0.24	0.09
	Total rainfall	0.49	0.24	0.09	-0.24	0.06	0.43
	Average rainfall	0.49	0.24	0.09	-0.24	0.06	0.43
Eggs intradomiciliary	Minimum T°C	0.45	0.20	0.12	0.14	0.02	0.65
	Maximum T°C	0.66	0.43	0.01	0.19	0.04	0.52
	Average T°C	0.60	0.36	0.03	0.18	0.03	0.55
	Total rainfall	0.26	0.07	0.38	0.26	0.07	0.40
	Average rainfall	0.26	0.07	0.38	0.26	0.07	0.40

the number of traps with eggs in the peridomestic premises. No other correlations of these species were significant.

The presence of *Ae. albopictus* during the study period was small, although this species occurred in both domestic environments, either simultaneously or alternating between them. The absence of *Ae. aegypti* eggs in the traps occurred in September and only in the intradomestic premises.

Figure 3 displays the POI monthly distribution of *Ae. aegypti* (A) and the POI of *Ae. albopictus* (B) per domestic environment. The presence of *Ae. aegypti* in peridomestic environments was recorded from the first to the last collection, with two significant peaks in February 2011 (51.22%) and January 2012 (45.24%). A decrease in the values was noted from March (35.90%), with the lowest index in September (2.50%), which then increased after October (16.67%).

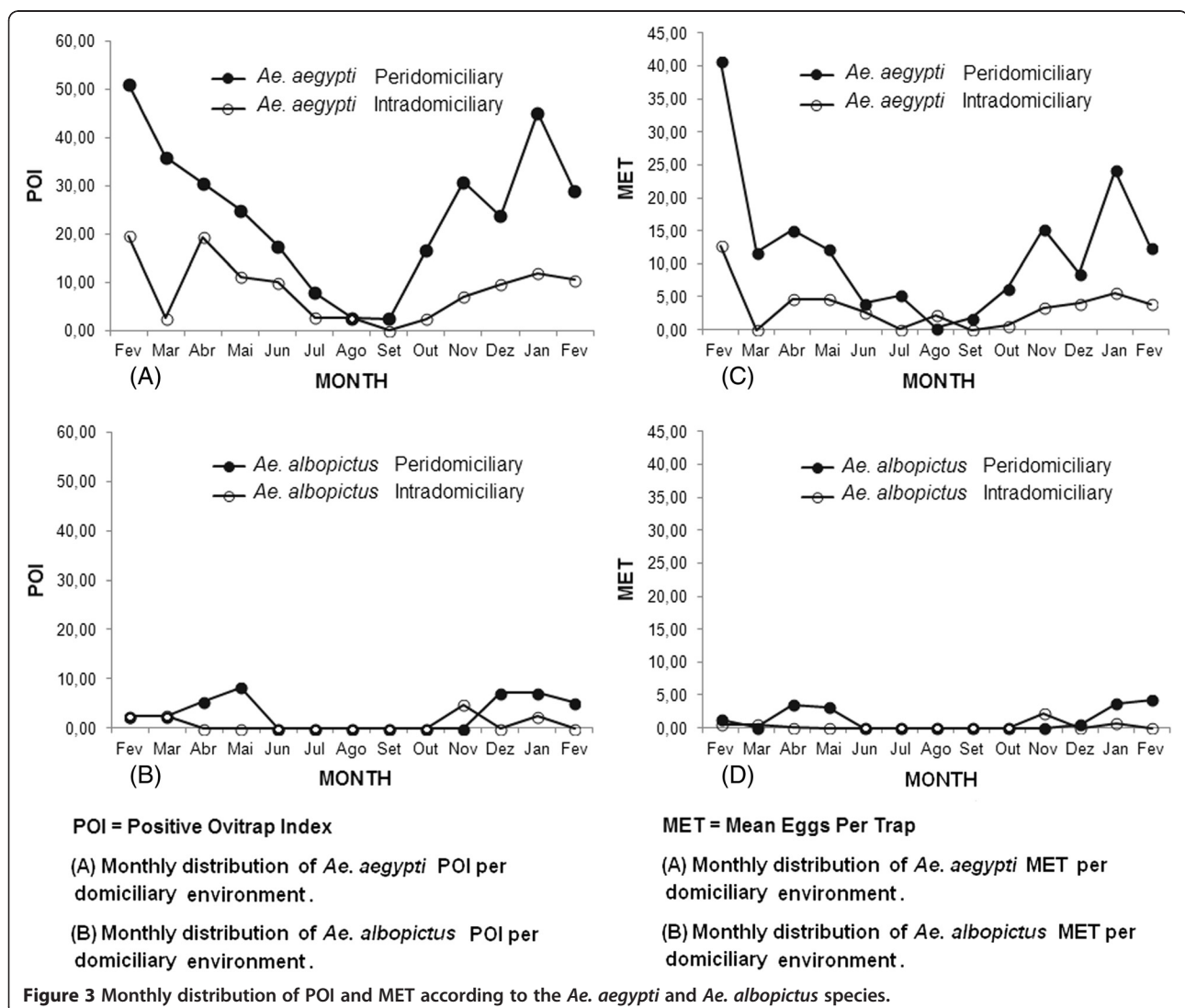
The absence of *Ae. albopictus* was noted from June to November in peridomestic premises, from April to

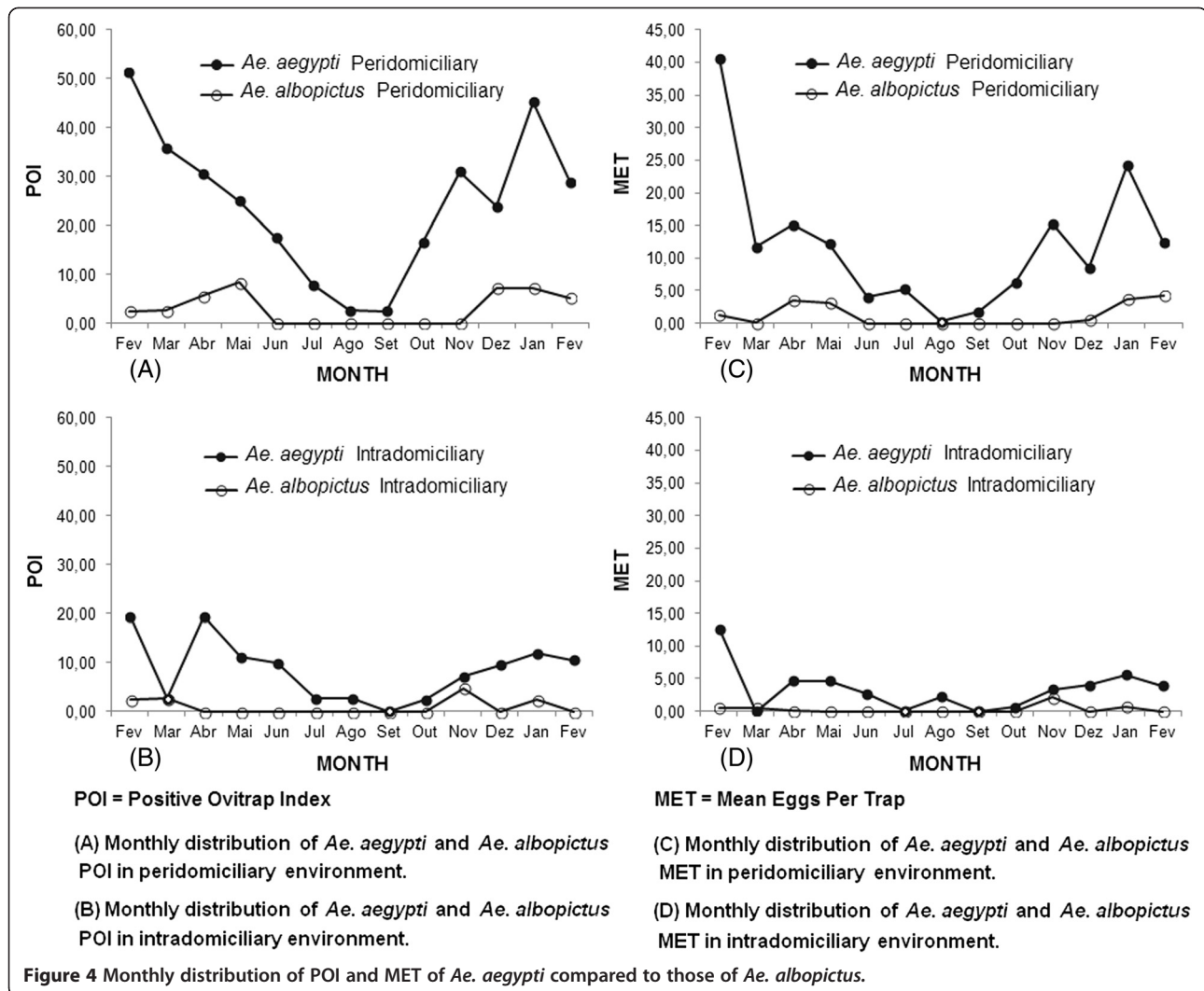
October in intradomestic premises, and subsequently in December and February. The peaks of this species in the peridomestic premises were recorded in May, December, and January. Conversely, this species peaked in the intradomestic premises in November.

The egg density, expressed by the MET, ranged monthly for both species, with the lowest mean of *Ae. aegypti* eggs per trap (0.21) recorded in August and the highest mean (40.66) recorded in February 2011 in the peridomestic premises. The highest recorded value in the intradomestic premises (12.66) occurred in February 2011 (Figure 3C).

The highest MET of *Ae. albopictus* in peridomestic premises was recorded in February 2012 (4.26) and in intradomestic premises in November 2011 (2.10) (Figure 3D).

The comparison between the monthly distributions of the *Ae. aegypti* POI and the *Ae. albopictus* POI in the same domestic environment is presented in Figure 4





**Figure 4** Monthly distribution of POI and MET of *Ae. aegypti* compared to those of *Ae. albopictus*.

A, B. A constant and high positivity of *Ae. aegypti* was noted in the peridomiciliary premises, compared with *Ae. albopictus*. A decreased positivity of *Ae. aegypti* was noted in months where *Ae. albopictus* was absent. The intradomiciliary environment had the lowest positivity for both species.

The MET monthly distribution of *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* recorded peaks in the same months as those showing trap positivity for both species (Figure 4, C and D).

Spearman's rank correlation and simple linear regression analyses between the temperature and the number of traps with eggs of both species per environment yielded significant values (Table 2). No statistically significant correlation was found between the rainfall accumulated during the least rainy months (February and May to October;  $r = 0.29$ ;  $p = 0.49$ ) and the rainiest months (March, April, and November to January;  $r = 0.60$ ;  $p = 0.28$ ) and the mean egg count of the respective periods.

Spearman's rank correlation was determined between the POI and MET of *Ae. (Ste)* spp. ( $r = 0.94$ ,  $p = 0.00$ ).

## Discussion

The research on *Stegomyia* eggs conducted in an urban, residential area of the municipality of São Sebastião from February 2011 to February 2012 revealed that *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* are domesticated and able to lay eggs in peri- and intradomiciliary premises; however, *Ae. aegypti* was present in all 13 collections performed, whereas *Ae. albopictus* was present in a reduced number of collections.

The higher positivity of traps with *Ae. aegypti* showed this species' predominance over *Ae. albopictus* in peri- and intradomiciliary environments. Such results corroborate those recorded by Lim *et al.* [16] in two Malaysian fishing towns. Those authors reported that the sparse vegetation found in their study environment might have affected the data found. In the

present study, this environment was considered the peridomiciliary setting.

The process of geographic expansion of these species from 1996 to 2000 in the study municipality exhibited a trend of prevalence of *Ae. aegypti* larvae over *Ae. albopictus* larvae. Such findings were recorded in artificial breeding grounds, which were deemed most likely responsible for the production and maintenance of *Stegomyia* populations at that time [22].

The MET of *Ae. aegypti* in this study was higher than the MET of *Ae. albopictus* in both domiciliary environments studied. This result was similar to the findings of other authors [15,16,18]. The superiority of *Ae. aegypti* in urban habitats in general is attributed to its high anthropophily and domesticity [4].

Comparisons of the POI of *Ae. aegypti* between peri- and intradomiciliary environments indicated the predominance of this species in the peridomicile. These results corroborate the findings of Dibo *et al.* [19] in their investigation of the best location to install *Ae. aegypti* traps, which was conducted in a town in São Paulo State, Brazil.

The data reported herein characterized the peridomiciliary environment as primordial for gravid *Ae. aegypti* females in the selection of spaces for oviposition because the trap was placed both in peri- and intradomiciliary environments. Although females entered the homes to feed and rest, the gravid females found more suitable conditions for laying the eggs in the peridomiciliary environment. Chiaravalloti *et al.* [31] determined the relationship of this species with containers located in peri- and intradomiciliary premises, demonstrating that *Ae. aegypti* is more associated with the vicinity of the house, whereas *Ae. albopictus* occupies natural and disposable breeding grounds in sites farther away from peridomiciliary premises.

The present study revealed similar distribution and abundance patterns for *Ae. albopictus* in both environments studied. This result coincides with the characteristics typical of this species, which preferentially occupies peridomiciliary premises, as reported by Foo *et al.* [32]. It is noteworthy that the trap sites in the peridomiciliary premises were generally closer to the residences. Dieng *et al.* [33] suggested that this finding demonstrates the adaptative behavior of *Ae. albopictus* to intradomiciliary premises, which may cause an increase in the vectorial capacity of the species. Such records have ecological implications of epidemiological impact because they express the proximity of this species to humans, given their proficiency in transmitting different types of viruses, because this species is present in urban, peri-urban, and wild environments [34,35].

Lim *et al.* [16] demonstrated a higher positivity of traps with *Ae. albopictus* in peridomiciles, and Norzahira *et al.*

[17] found a higher density and increased presence of *Ae. albopictus* in that type of domiciliary environment.

The number of positive traps was three times higher (similar to the MET, which was four times higher) in the peridomiciliary environments than in the intradomiciliary environments; these values were always expressed in small numbers throughout the study, which might have affected the statistical analysis. The low POI and MET values of *Ae. albopictus* and its similar distribution between environments may result from larval competition with *Ae. aegypti*, which is an interaction supposedly occurring in local breeding grounds [36].

In contrast with São Sebastião, the dominance pattern of these species, as noted by Norzahira *et al.* [17] in Pahang, Malaysia, indicated that populations of *Ae. albopictus* were predominant over those of *Ae. aegypti* in both domiciliary environments. Those authors recorded a higher density of *Ae. albopictus* in peridomiciliary environments. *Ae. aegypti* presented a stable population in the study area of the above-mentioned investigation, although in a disadvantaged situation.

Rozilawati *et al.* [15] found a higher abundance of *Ae. albopictus* over *Ae. aegypti* when studying their seasonal abundance in exclusively peridomiciliary environments in Penang, Malaysia. The authors attributed the results to the installation of ovitraps only in peridomiciliary premises.

As suggested by various authors, the lower frequency of *Ae. albopictus* eggs in an urban space may result from the wild characteristics maintained by the species, which determine its superiority in areas of significant plant cover [4,5,16]. In São Sebastião, the urban characteristics apparently favor *Ae. aegypti*. The lack of statistically significant differences for the *Ae. albopictus* indicators does not mean that this species is less attracted to a given domiciliary environment because the number of specimens recorded in peridomiciliary premises was higher than that in intradomiciliary premises. Therefore, it is legitimate to ensure the existence of different patterns of habitat occupation exercised by *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*. Reiter [20] reported that the oviposition behavior in the field might vary significantly both between species and within a species, albeit in different regions. Such differences are apparently related to environmental heterogeneity and the impact that human activities have on these mosquitoes [5,7,37,38].

Research studies conducted in Selangor, Malaysia, revealed no changes in the density of *Ae. aegypti* in domiciliary environments [16,18]. These similarities were interpreted as being caused by changes in the occupation pattern of *Ae. aegypti* in that region [16].

The present study demonstrated the effect of temperature on oviposition activities because a positive association was found between the temperature and the number of

traps for both species and the number of *Ae. aegypti* specimens. The minimum, average, and maximum temperatures exhibited a positive association with the oviposition of *Ae. aegypti* in the peridomiciliary environment and with the average and maximum temperatures in the intradomiciliary environment. Within the residence, the minimum temperature may remain higher than in the peridomiciliary environment, consequently affecting the vector behavior, which requires additional studies. The association between the oviposition activity of *Ae. aegypti* and the temperature was clear, supported by the reductions in POI and MET that were recorded during the period from June to September, when the temperature decreased and the maximum temperature did not surpass 23.06°C. The statistically significant association found between temperature and trap positivity and the mean egg count was reported by Dibo *et al.* [19].

Azil *et al.* [7] noted that the minimum and daily average temperatures were the most significant factors associated with short- and long-term vector abundance and suggested the prospective use of meteorological variables in predicting changes in the dengue-virus vector abundance.

The lack of association between the rainfall and the trap positivity and egg density for both species, as found in the present study, may be related to local climate characteristics, namely, a tropical rainy climate with frequent rainfall and no defined dry season. Notably, the trap is an attractive breeding ground during the period of exposure. Accordingly, the lack of correlation between the rainfall accumulated during the least rainy months and during the rainiest months and the egg count recorded during the respective periods has a timely explanation. Mogi *et al.* [39] and Miyasaki *et al.* [40] reported that rainfall is a key meteorological variable for regulating vector populations using breeding grounds located in peridomiciliary premises, especially in regions with a defined climate season, which does not occur in São Sebastião.

Gravid *Ae. aegypti* females presented a temporal pattern of permanent oviposition activity. Overall, the largest increases in trap positivity and egg density occurred during the months of higher temperatures, that is, from October (average temperature of 24.32°C), stabilizing until February (minimum temperature of 20.14°C). There was a decrease in oviposition activity after February, which continued until September, when the maximum temperature decreased to 21.48°C. Such a seasonal profile of the *Ae. aegypti* population was previously found in the same study municipality using the house, container, and Breteau indices of infestation [22].

According to Vezzani *et al.* [41], the seasonal fluctuation in *Ae. aegypti* abundance enables the identification of the most appropriate moment for control intervention

in the field. The highest values of the POI and MET of *Ae. aegypti* were recorded during the months with the highest temperatures, which was the most important environmental factor in vector biology at the local level.

The number of eggs collected using ovitraps from June to October, albeit small, suggests the existence of permanent breeding grounds in the area, which favors the maintenance of *Ae. aegypti* populations during the period that is least favorable to the vector, although at a low density. Souza *et al.* [42] reported that *Ae. aegypti* does not exclusively depend on the breeding grounds that emerge during the rainy period, thereby enabling this mosquito to maintain its life cycle during the dry period. For this purpose, permanent artificial breeding grounds are used, and although they are at a low density, they are sufficient to sustain transmission.

The presence of *Ae. albopictus*, in turn, was reduced, albeit with more expressive numbers, in the collections performed in May, December, and January. These last two months are among the months with highest infestation by this species, demonstrating a close relationship between its abundance and higher rainfall rates [43,44]. Different authors reported that seasonal changes in the oviposition of these species result from changes in climate conditions and the availability of oviposition sites [1,44].

The strong correlation between the POI and MET of *Ae. (Ste)* spp. found in the present study may be considered an association predictive of abundance and frequency of these *Stegomyia* spp [19,39]. This result would imply waiving the egg count, indicating the moment for triggering the control measures. The use of this indicator may also contribute to reducing the *Ae. aegypti* numbers when the vector population increases. Such implications were indicated by Mogi *et al.* [45], Dibo *et al.* [19], and Regis *et al.* [46], corroborating the importance of using ovitraps.

Regarding *Ae. aegypti*, the peaks of POI and MET overlapped in both environments studied. Conversely, *Ae. albopictus* exhibited a similar behavior in the intradomiciliary premises, whereas the POI peaks in the peridomiciliary premises were accompanied by a reduction in MET, and the decrease in POI was accompanied by a trend toward an increased MET. The curve of *Ae. albopictus* might have resulted from the reduced number of mosquitoes existing in the area, thereby requiring a larger sample than that used in the present study.

The use of ovitraps exhibited the seasonal variation of the *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* species in an urban area of São Sebastião. However, the population dynamics of these mosquitoes also results from other bioecological determinants [47], which may represent a limitation of the present study.

In this investigation, using 1,028 ovitraps, 20,264 eggs were collected from urban residences, with a mean of 20

eggs per trap. This result, combined with other control methods, may represent another strategy for reducing the population of *Ae. aegypti* through the large-scale removal of eggs, as suggested by Regis et al. [46].

The egg collection method was conclusively effective in assessing the distribution and abundance of *Ae. aegypti* and *Ae. Albopictus*, based on ovitraps as an attractive solution and as a possible control tool for reducing the *Ae. aegypti* population.

## Conclusions

The trap positivity and mean egg count of *Ae. aegypti* were clearly higher than those of *Ae. albopictus*. The peridomestic premise was the primary environment in which gravid *Ae. aegypti* females selected their oviposition site. The use of this method for vector surveillance and control activities is reiterated.

## Competing interests

The authors declare they have no competing interests and the sponsors had no role in the study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript: Study of the distribution and abundance of the eggs of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* according to the habitat and meteorological variables, municipality of São Sebastião, São Paulo, Brazil.

## Authors' contributions

LLNS: Conceived of the study, have made the conception and design acquisition of data, have been involved in drafting the manuscript and coordinated fieldwork. GRAMM: Guiding the study product thesis, has been involved in the realization revising it critically for important intellectual content participated in the preparation and writing of the manuscript. JCV: Has made substantial contributions to studies conducted analysis and interpretation of data. APL: Participated in the coordination of the work of data collection, carried out sample collection in the field and. carried out the larvae diagnostic work. MBA: Have been involved in the realization of the sample design, participated in the coordination of the work of data collection and helped to draft the manuscript. GLB: Helped to draft the manuscript and have been involved in the revised. VRB: Helped to draft the manuscript and have been involved in the revised. VLCL: Research project coordinator of which this study is a part of. Discussed data and made revising it critically for important intellectual content. All authors read and approved the final manuscript.

## Acknowledgements

This study was supported by the Superintendência de Controle de Endemias (Sucen) under grant agreement nº 000005/2011 and a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) under grant agreement nº 53123-7/2009. The authors thank the field team from the Sucen-SR3 (sector4) for operational support for the eggs sampling.

## Author details

<sup>1</sup>Superintendência de Controle de Endemias, Praça Coronel Vitoriano, 23 Jardim Santa Clara, Centro, Taubaté, São Paulo CEP 12020-020, Brasil.  
<sup>2</sup>Universidade de Taubaté, Avenida Tiradentes, 500, Bom Conselho, Taubaté, São Paulo CEP 12030-180, Brasil. <sup>3</sup>Superintendência de Controle de Endemias, Rua Paula Souza, 166, Luz, São Paulo, São Paulo CEP 01027-000, Brasil. <sup>4</sup>Superintendência de Controle de Endemias, Rua São Carlos, 546, Vila Industrial, Campinas, São Paulo CEP 13035-420, Brasil.

Received: 26 July 2013 Accepted: 10 October 2013  
Published: 6 November 2013

## References

1. Adeleke MA, Mafiana CF, Idowua AB, Sam-Woboa SO, Idowua AO: Population dynamics of indoor sampled mosquitoes and their implication in

- disease transmission in Abeokuta, south-western Nigeria. *J Vector Borne Dis* 2010, **47**:33–38.
2. Tauil PL: Controle de agravos à saúde: consistência entre objetivos e medidas preventivas. *IESUS* 1998, **7**:55–58.
3. Tauil PL: Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. *Cad Saude Publica* 2002, **18**:867–871.
4. Braks MAH, Honório NA, Lourenço-de-Oliveira R, Juliano SA, Lounibos PL: Convergent Habitat Segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Southeastern Brazil and Florida. *J Med Entomol* 2003, **40**:785–794.
5. Honório NA, Castro MG, Barros FSM, Magalhães MAFM, Sabroza PC: The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. *Cad Saude Publica* 2009, **25**:1203–1214.
6. Pessanha JEMP, Caiiffa WT, Almeida MCM, Brandão ST, Proietti FA: Diffusion Pattern and Hotspot Detection of Dengue in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. *J Trop Med* 2012, **44**:103–105.
7. Azil AH, Long SA, Ritchie SA, Williams CR: The development of predictive tools for pre-emptive dengue vector control: a study of *Aedes aegypti* abundance and meteorological variables in North Queensland, Australia. *Trop Med Int Health* 2010, **15**:1190–1197.
8. Focks DA, Haile DC, Daniels E, Mount GA: Dynamic life table model for *Aedes aegypti*: Simulations results. *J Med Entomol* 1993, **30**:1019–1029.
9. Focks DA: *A Review of Entomological Sampling Methods and Indicators for Dengue Vectors*. Gainesville, Florida: World Health Organization; 2003:40.
10. Fay RW, Eliason DA: A preferred oviposition site as a surveillance method for *Aedes aegypti*. *Mosq News* 1966, **26**:531–535.
11. Marques CC, Marques GR, Brito M, Santos Neto LG, Ishibashi VC, Gomes AC: Comparative study of larval and ovitrap efficacy for surveillance of dengue and yellow fever vectors. *Rev Saude Publica* 1993, **27**:237–241.
12. Braga IA, Gomes AC, Nelson M, Mello RCG, Bergamaschi DP, Souza JMP: Comparação entre pesquisa larvária e armadilha de oviposição, para detecção de *Aedes aegypti*. *Rev Soc Bras Med Trop* 2000, **33**:347–353.
13. Forattini OP, Kakitani I, Sallum MAM, Rezende L: Produtividade de criadouro de *Aedes albopictus* em ambiente urbano. *Rev Saude Publica* 1997, **31**:545–555.
14. Donalísio MR, Glasser CM: Vigilância Entomológica e Controle de Vetores do Dengue. *Rev Bras Epidemiol* 2002, **5**:259–272.
15. Rozilawati H, Zairi J, Adanan CR: Seasonal abundance of *Aedes albopictus* in selected urban and suburban areas in Penang, Malaysia. *Trop Biomed* 2007, **24**:83–94.
16. Lim KW, Sit NW, Norzahira R, Sing KW, Wong HM, Chew HS, Firdaus R, Cheryl JA, Suria M, Mahathavan M, Nazni WA, Lee HL, McKemy A, Vasan SS: Dengue vector surveillance in insular settlements of Pulau Ketam, Selangor Malaysia. *Trop Biomed* 2010, **27**:185–192.
17. Norzahira R, Hidayatufathi O, Wong HM, Cheryl A, Firdaus R, Chew HS, Lim KW, Sing KW, Mahathavan M, Nazni WA, Lee HL, Vasan SS, McKemy A, Lacroix R: Ovitrap surveillance of the dengue vectors, *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) and *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse in selected areas in Bentong, Pahang, Malaysia. *Trop Biomed* 2011, **28**:48–54.
18. Dhang CC, Benjamin S, Saranam MM, Fook CY, Lim LH, Ahmad NW, Sofian-Azirun M: Dengue vector surveillance in urban residential and settlement areas in Selangor, Malaysia. *Trop Biomed* 2005, **22**:39–43.
19. Dibo MR, Chiaravallotti-Neto F, Battigaglia M, Mondini A, Favaro EA, Barbosa AAC, Glasser CM: Identification of the best ovitrap installation sites for gravid *Aedes (Stegomyia) aegypti* in residences in Mirassol, state of São Paulo, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2005, **100**:339–343.
20. Reiter P: Oviposition, Dispersal, and Survival in *Aedes aegypti*: Implications for the Efficacy of Control Strategies. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2007, **7**:261–273.
21. Minuzzi RB, Sedyama GC, Barbosa EM, Melo JCFJ: Climatologia do comportamento do período chuvoso da região sudeste do Brasil. *Rev Bras Meteorol* 2007, **22**:338–344.
22. Passos RA, Marques GRAMM, Voltolini JC, Condino ML: Dominância de *Aedes aegypti* sobre *Aedes albopictus* no litoral sudeste do Brasil. *Rev Saude Publica* 2003, **37**:729–734.
23. Ribeiro AF, Marques GRAM, Voltolini JC, Condino LMF: Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. *Rev Saude Publica* 2006, **40**:671–676.
24. Setzer J: *Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo*. Ed. São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Uruguai em colaboração com as centrais elétricas de SP (CESP); 1966:35–39.

25. Alves MCGP, Silva NN: Simplificação do método de estimação da densidade larvária de *Aedes aegypti* no Estado de São Paulo. *Rev Saude Publica* 2001, **35**:467–473.
26. Chadee DD: Seasonal incidence and vertical distribution patterns of oviposition by *Aedes aegypti* in an urban environment in Trinidad, W.I. *J Am Mosq Control Assoc* 1991, **7**:383–386.
27. Reiter P, Amador MA, Colon N: Enhancement of the CDC ovitrap with hay infusions for daily monitoring of *Aedes aegypti* populations. *J Am Mosq Control Assoc* 1991, **7**:52–55.
28. Wong J, Astete H, Morrison AC, Scott TW: Sampling Considerations for Designing *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) Oviposition Studies in Iquitos, Peru: Substrate Preference, Diurnal Periodicity, and Gonotrophic Cycle Length. *J Med Entomol* 2011, **48**:45–52.
29. Consoli RAGB, Lourenço-de-Oliveira R: *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1994.
30. Zar JH: *Biostatistical analysis*. Canada: Prentice Hall; 2009.
31. Chiaravalloti FN, Dibo MR, Barbosa AAC, Battaglia M: *Aedes albopictus* (S) na região de São José do Rio Preto, SP: estudo da sua infestação em área já ocupada pelo *Aedes aegypti* e discussão de seu papel como possível vetor de dengue e febre amarela. *Rev Soc Bras Med Trop* 2002, **35**:351–357.
32. Foo LC, Lim TW, Lee HL, Fang R: Rainfall, abundance of *Aedes aegypti* and dengue infection in Selangor, Malaysia. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 1985, **16**:560–568.
33. Dieng H, Saifur RGM, Hassan AA, Che Salmah MR, Boots M, Satho T, Jaal Z, AbuBakar S: Indoor-Breeding of *Aedes albopictus* in Northern Peninsular Malaysia and Its Potential Epidemiological Implications. *PLoS ONE* 2010, **7**:e11790.
34. Marques GRAM, Forattini OP: *Aedes albopictus* em bromélias de solo em Ilhabela, litoral do Estado de São Paulo. *Rev Saude Publica* 2005, **39**:548–552.
35. Paupy C, Ollomo B, Kamgang B, Moutailler S, Rousset D, Demanou M, Hervé JP, Leroy E, Simard F: Role of *Ae. albopictus* versus *Ae. aegypti* in dengue and chikungunya emergences in Central Africa: laboratory and field evidence. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2010, **10**:259–266.
36. Serpa LLN, Kakitani I, Voltolini JC: Competição entre larvas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em laboratório. *Rev Soc Bras Med Trop* 2008, **41**:479–484.
37. Higa Y: Dengue Vectors and their Spatial Distribution. *Trop Med Health* 2011, **39**:17–27.
38. Baruah S, Dutta P: Seasonal pattern of abundance of *Aedes albopictus* in urban and industrial areas of Dibrugarh District Assam. *Asian J Exp Biol Sci* 2012, **3**:559–564.
39. Mogi M, Khamboonruang C, Choochote W: Ovitrap surveys of dengue vector mosquitoes in Chiang Mai, northern Thailand: seasonal shifts in relative abundance of *Aedes albopictus* and *Ae. aegypti*. *Med Vet Entomol* 1988, **2**:319–324.
40. Miyazaki RD, Ribeiro ALM, Pignatti MG, Campelo Júnior JH, Pignatti M: Monitoramento do mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae), por meio de ovitrapas no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Estado de Mato Grosso. *Rev Soc Bras Med Trop* 2009, **42**:392–397.
41. Vezzani D, Velázquez SM, Schweigmann N: Seasonal pattern of abundance of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires city, Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2004, **99**:351–356.
42. Souza SS, Silva IG, Silva HHG: Associação entre incidência de dengue, pluviosidade e densidade larvária de *Aedes aegypti*, no Estado de Goiás. *Rev Soc Bras Med Trop* 2010, **43**:152–155.
43. Marques GRAM, Gomes AC: Comportamento antropofílico de *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) na região do Vale do Paraíba, Sudeste do Brasil. *Rev Saude Publica* 1997, **31**:125–130.
44. Raharimalala FN, Ravaomanarivo LH, Ravelonandro P, Rafaraso LS, Zouache K, Tran-Van V, Mousson L, Failloux AB, Hellard E, Moro CV, Ralisoa BO, Mavingui P: Biogeography of the two major arbovirus mosquito vectors, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae), in Madagascar. *ParasitVectors* 2012, **5**:56.
45. Mogi M, Choochote W, Khamboonruang C, Swanpanit P: Applicability of presence-absence sampling for ovitrap surveillance of *Aedes* (Diptera: Culicidae) in Chiang Mai, Northern Thailand. *J Med Entomol* 1990, **27**:509–514.
46. Regis L, Monteiro AM, Melo-Santos MAV, Silveira JC Jr, Furtado AF, Acioli RV, Santos GM, Nakazawa M, Carvalho MS, Ribeiro PJJ, Souza WV: Developing new approaches for detecting and preventing *Aedes aegypti* population outbreaks: basis for surveillance, alert and control system. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2008, **103**:50–59.
47. Lucio OS, Degallier N, Servain J, Hannart A, Durand B, de Souza RN, Ribeiro ZM: A case study of the influence of local weather on *Aedes aegypti* (L.) aging and mortality. *J Vector Ecol* 2013, **38**:20–37.

doi:10.1186/1756-3305-6-321

Cite this article as: Serpa et al.: Study of the distribution and abundance of the eggs of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* according to the habitat and meteorological variables, municipality of São Sebastião, São Paulo State, Brazil. *Parasites & Vectors* 2013 **6**:321.

Submit your next manuscript to BioMed Central and take full advantage of:

- Convenient online submission
- Thorough peer review
- No space constraints or color figure charges
- Immediate publication on acceptance
- Inclusion in PubMed, CAS, Scopus and Google Scholar
- Research which is freely available for redistribution

Submit your manuscript at  
www.biomedcentral.com/submit

