

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - CAMPUS DE RIO CLARO



---

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
(ZOOLOGIA)**

---

**Vigilância Entomológica e Estudos sobre a Dengue  
no interior do Estado de São Paulo, Brasil**

Rafael Piovezan

Tese de Doutorado  
apresentada ao Instituto de  
Biociências da Universidade  
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita  
Filho”, Campus de Rio Claro, como  
parte dos requisitos para obtenção  
do Título de Doutor em Ciências  
Biológicas (Área de Concentração:  
Zoologia).

Rio Claro - SP  
Junho, 2016

**Rafael Piovezan**

**Vigilância Entomológica e Estudos sobre a Dengue  
no interior do Estado de São Paulo, Brasil**

Tese de Doutorado  
apresentada ao Instituto de  
Biotecnologia da Universidade  
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita  
Filho”, Campus de Rio Claro, como  
parte dos requisitos para obtenção  
do Título de Doutor em Ciências  
Biológicas (Área de Concentração:  
Zoologia).

**Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Claudio José Von Zuben**

Rio Claro - SP  
Junho, 2016

614 Piovezan, Rafael  
P662v Vigilância entomológica e estudos sobre a dengue no interior do Estado de São Paulo, Brasil / Rafael Piovezan. - Rio Claro, 2016  
121 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro  
Orientador: Claudio José Von Zuben

1. Saúde pública. 2. Aedes aegypti. 3. Mosquitos vetores. 4. Análise espacial. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Rio Claro



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: Vigilância Entomológica e Estudos sobre a Dengue no interior do Estado de São Paulo, Brasil

AUTOR: RAFAEL PIOVEZAN

ORIENTADOR: CLAUDIO JOSÉ VON ZUBEN

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. CLAUDIO JOSÉ VON ZUBEN  
Departamento de Zoologia / IB Rio Claro

Profa. Dra. MARIA ANICE MUREB SALLUM  
Departamento de Epidemiologia / Faculdade de Saúde Pública - USP

Profa. Dra. CLAUDIA PIO FERREIRA  
Departamento de Bioestatística / Instituto de Biociências de Botucatu

Prof. Dr. WESLEY AUGUSTO CONDE GODOY  
Departamento de Entomologia e Acarologia / USP - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Piracicaba/SP

Profa. Dra. MARIA JOSE DE OLIVEIRA CAMPOS  
Departamento de Ecologia / IB Rio Claro

Rio Claro, 13 de junho de 2016

*Que Sua palavra seja a minha lança*

*Que o Seu amor a minha balança*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade de desenvolver esse trabalho.

Enfatizo o companheirismo e a dedicação que minha esposa, Fernanda Rizzo Piovezan, dedicou a mim, me acompanhando em todos os momentos, inclusive me presenteando com o maior dom possível nessa trajetória terrena, meu filho Miguel Piovezan.

Meus pais, Jane e Laércio, e minhas irmãs, Aline e Angelita, que de certa forma, possibilitaram minha dedicação às Ciências Biológicas durante todos esses anos.

Reforço a gratidão que tenho com os meus amigos, alguns recentes e outros de longa data, que permitiram momentos inesquecíveis durante os anos de elaboração dessa tese.

Aos companheiros da Prefeitura Municipal de Santa Bárbara d'Oeste, principalmente aqueles ligados à Secretaria Municipal de Saúde e ao Centro de Controle de Zoonoses, agradeço a ajuda e o apoio para a realização dos trabalhos.

Aos Secretários Municipais e amigos que sempre se propuseram a ouvir e dedicaram alguns momentos das suas rotinas para compartilhá-los comigo.

Agradeço aos biólogos Alexandre Visockas, João Paulo Oliveira Acorinthe e Luiz Eduardo Chimello de Oliveira que dividem comigo essa fantástica profissão e contribuíram muito para que os trabalhos se tornassem possíveis.

Ao Dr. Thiago Salomão de Azevedo que foi peça fundamental nas pesquisas apresentadas nesse trabalho, e que além disso se tornou um amigo de elevada estima.

À Roberta Semmler Laudisse pelas correções e considerações que se mostraram muito importantes na revisão do texto.

Ao meu orientador, Dr. Cláudio José Von Zuben, deixo o mais sincero sentimento de gratidão, uma vez que por 14 anos tem direcionado minhas pesquisas, dentro da ética, da responsabilidade e da hombridade com que sempre tratou os seus ensinamentos.

À Dra. Maria Anice Mureb Sallum, que me ajudou em todos os momentos dessa trajetória, tratou-me com todo o respeito e consideração possível, e, acima de tudo, se configura como um modelo de pesquisadora nessa fascinante área dos estudos com mosquitos.

Em especial, deixo meu respeito e admiração pelo Sr. Prefeito Municipal, Denis Eduardo Andia, que oportunizou os trabalhos realizados durante sua gestão, e mais do que isso, me possibilitou a experiência de atuar como Secretário Municipal de Meio Ambiente e Diretor Superintendente do Departamento de Água e Esgoto de Santa Bárbara d'Oeste.

Muito Obrigado!

## RESUMO

As atividades de controle da dengue são preconizadas pelo Ministério da Saúde e pelas Secretarias de Estado da Saúde. A Superintendência de Controle de Endemias no Estado de São Paulo é o órgão responsável pelo acompanhamento e auxílio, em algumas situações, nas atividades de combate à dengue. A cargo dos municípios paulistas fica a execução das ações. Nesse contexto, é de amplo conhecimento técnico que atividades de vigilância epidemiológica e entomológica se mostram fundamentais para a redução dos riscos causados pela transmissão de agentes patogênicos, através dos mosquitos, à sociedade. Com esse intuito, diversos trabalhos foram executados no município de Santa Bárbara d'Oeste, interior do Estado de São Paulo, com o objetivo de melhorar a compreensão da dinâmica da dengue. Foram realizados dois estudos sobre o perfil epidemiológico da dengue, o primeiro analisou a epidemia ocorrida durante o ano de 2010, e o segundo apresentou análises espaciais sobre a doença no período de 1995 a 2010. No aspecto entomológico, três trabalhos foram executados. O primeiro verificou a distribuição de culicídeos no bairro Cruzeiro do Sul, que apresenta características rurais, ainda que em transição para a condição urbana. No segundo trabalho foram analisados os resultados obtidos através de dois métodos de aplicação de inseticida, conhecidos como nebulização leve e nebulização com equipamento pesado acoplado a veículo. E o último trabalho apresentou resultados sobre as coletas realizadas em cinco bairros rurais do município através da instalação de larvitampas. Os resultados obtidos nos estudos sobre as epidemias demonstraram que, durante o ano de 2010, os homens foram mais acometidos por dengue e a faixa etária com maior número de casos foi entre 15 e 19 anos. Os sintomas mais comuns relatados foram febre, mialgia, cefaléia e artralgia. Também verificou-se que duas áreas do município apresentaram maior risco com relação a dengue e que o histórico das epidemias apresentou como ponto de início da transmissão a zona leste da cidade. Nas pesquisas com enfoque entomológico, foi possível verificar cinco espécies de mosquitos capturadas nas armadilhas durante a pesquisa no bairro rural Cruzeiro do Sul, e seis espécies identificadas nas pesquisas realizadas em diferentes áreas rurais do município. Especificamente para o bairro Cruzeiro do Sul, a comparação entre esses dois trabalhos desenvolvidos demonstrou que *Aedes albopictus* sofreu redução em sua frequência, enquanto *Aedes aegypti* ampliou o número de ocorrências nessa área. Nos dois estudos realizados, o primeiro apenas no

Cruzeiro do Sul e o segundo em cinco localidades rurais distintas, o índice de diversidade de Simpson obteve resultados maiores nos locais onde a presença de *Ae. aegypti* era menos freqüente. No trabalho sobre a comparação dos métodos de nebulização foi possível observar que o número de ovos coletados nas armadilhas foi menor onde se utilizou o equipamento de nebulização pesado. Também se observou diferença no número de pacientes acometidos pela dengue entre as duas áreas estudadas. Diante dos resultados obtidos, conclui-se que os métodos apresentados para estabelecimento do perfil epidemiológico da doença na cidade e as pesquisas que permitiram identificar a dinâmica das espécies de mosquitos em áreas rurais, são importantes indicadores que devem ser considerados nos trabalhos de controle, assim como as autoridades competentes devem executar os métodos mais efetivos de combate ao vetor frente à complexidade e à importância que as doenças relacionadas ao *Ae. aegypti* impõem à sociedade.

**Palavras Chave:** Dengue, *Aedes aegypti*, mosquitos vetores, vigilância entomológica, análise espacial

## ABSTRACT

The activities related to the control of dengue fever are recommended by the Ministry of Health and by the Health Secretariat of the State - this latter under the responsibility of the Superintendence of the Control of Endemic Diseases of the State of São Paulo. The execution of the relevant actions is the responsibility of the municipalities of the State. Within this context, both epidemiological and entomological surveillance are fundamental for the reduction of the risks arising from the transmission of diseases by mosquitoes to society. Various studies were undertaken in Santa Bárbara d'Oeste municipality in the interior of São Paulo State, for the purpose of understanding the dynamics of dengue fever better. Two studies were conducted on the epidemiological profile of dengue fever, the first of which analyzed the epidemic which occurred during 2010, and the second presented an analysis of the disease during the period from 1995 to 2010. Three studies were undertaken focusing on the entomological aspect. The first to ascertain the distribution of Culicidae in the Bairro Cruzeiro do Sul suburb, which presents rural characteristics but which is transitional to an urban environment. In the second study the results obtained by means of two methods of the application of insecticide, known as light nebulization and nebulization with heavy equipment coupled to the vehicle, were analyzed. The last study presented the results obtained from the collections undertaken in five rural districts of the municipality by means of the installation of larvitrap. The results obtained by the studies of the epidemics demonstrated that, in 2010, men contracted dengue fever more often than women and that the greatest number of cases occurred in young people between 15 and 19 years of age. The most commonly reported symptoms were fever, myalgia, headache and arthralgia. It was also discovered that two areas of the municipality presented greater risk of dengue fever, and that the history of the epidemics presents the eastern zone of the city as the district in which the epidemic broke out. In the research undertaken with entomological focus, it was ascertained that five mosquito species were captured in the traps during the project in the rural district of Cruzeiro do Sul, and six species were identified in the research undertaken in the various rural areas. Specifically for the Bairro Cruzeiro do Sul suburb, a comparison of the two studies undertaken shows that *Aedes albopictus* became less frequent, while *Aedes aegypti* increased its occurrences in this area. In the two studies undertaken in the various rural areas,

Simpson's diversity index obtained the highest results at those sites where the presence of *Ae. aegypti* was less frequent. In the study comparing the methods of nebulization it was observed that the number of eggs collected on the traps was smaller where the equipment for heavy nebulization was used. A difference between the numbers of patients suffering from dengue fever between these two areas was also observed. In the light of the results obtained it is concluded that the methods presented for the establishment of the epidemiological profile of the disease in the city as also the research which permitted the identification of the dynamics of the mosquito species in the rural areas are important indicators which should be borne in mind in undertaking control actions and also that the competent authorities should make use of the most effective methods to combat the vector in the light of the complexity and gravity of the pathogens which *Ae. aegypti* transmits to society.

**Key words:** Dengue, *Aedes aegypti*, vector mosquitoes, entomological surveillance, spatial analysis

## APRESENTAÇÃO

A relação estabelecida entre sociedade e ambiente conduz, invariavelmente, às alterações ambientais, que por sua vez implicam no estabelecimento de condições favoráveis ao desenvolvimento de organismos sinantrópicos. Dentre os insetos, os mosquitos são exemplos de organismos que se adaptam aos ambientes criados através das intervenções humanas. Esse grupo, de quase 4000 espécies, apresenta elevada importância, sob a ótica sanitária, uma vez que muitos táxons são veiculadores de agentes patogênicos.

O presente trabalho tem como objetivo ampliar as discussões sobre Vigilância Entomológica de mosquitos, por meio de pesquisas desenvolvidas através do órgão responsável pelo controle de vetores no município de Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo. Os métodos, resultados e discussões são apresentados nos artigos, cinco manuscritos, que foram submetidos em diferentes revistas. Os artigos compilados neste trabalho, tiveram a formatação uniformizada, mantendo-se as particularidades com relação às citações e bibliografias, e as figuras foram inseridas no corpo do texto, como forma de facilitar a leitura.

**1 - Estudo epidemiológico dos casos de dengue ocorridos em 2010 no Município de Santa Bárbara d'Oeste – SP:** Este artigo enfoca os estudos desenvolvidos no município para o controle da dengue, utilizando informações obtidas junto à Vigilância em Saúde do Município e acrescentando conceitos sobre a epidemiologia da doença.

**2 – Perfil epidemiológico e análise espacial do risco da dengue na área urbana de Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo, durante o período de 1995 a 2010:** Este artigo apresenta, por meio de métodos de geoestatística, os resultados de análises sobre o comportamento espacial das epidemias de dengue que ocorreram no território municipal, desde o início da transmissão em 1995 até o ano de 2010, quando o número de casos de dengue alcançou valores alarmantes.

**3 - Entomological surveillance, spatial distribution, and diversity of Culicidae (Diptera) immatures in a rural area of the Atlantic Forest biome, State of São Paulo, Brazil:** Este artigo enfoca pesquisa em área rural do município, bairro Cruzeiro do Sul, analisando a distribuição espacial de diversas espécies de mosquitos

que apresentam papel relevante na epidemiologia de doenças, ou mesmo, como organismos bioindicadores.

**4 – Entomological surveillance, diversity, and spatial analysis of Culicidae (Diptera) larvae, and their implications for Public Health, in five areas of the Atlantic Forest biome, State of São Paulo, Brazil:** Este artigo enfoca pesquisa em cinco áreas rurais do município de Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo, analisando a distribuição espacial de diversas espécies de mosquitos, as possíveis condições que determinaram essa distribuição e o risco epidemiológico para a transmissão de arboviroses, como por exemplo a dengue.

**5 – Impacts of environmental nebulization with heavy equipment for the control of vector mosquitoes which can transmit Dengue, Zika and Chikungunya in the State of São Paulo - Brazil:** Este artigo comparou dois métodos de aplicação de inseticida empregados no controle do *Aedes aegypti*, apresentando resultados e comparando a forma convencional adotada por grande maioria dos municípios do Estado de São Paulo, com a aplicação do produto por meio de equipamento pesado acoplado a veículo.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
1.1 VIGILÂNCIA ENTOMOLÓGICA DE CULICÍDEOS.....	01
1.2 O <i>Aedes Aegypti</i> E OS IMPACTOS DA DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA.....	02
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	05
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	07
3.1 OBJETIVO GERAL.....	07
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	07
<b>4. RESULTADOS</b> .....	09
4.1 ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO DOS CASOS DE DENGUE OCORRIDOS EM 2010 NO MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA D'OESTE, SP .....	09
4.2 PERFIL EPIDEMIOLÓGICO E ANÁLISE ESPACIAL DO RISCO DA DENGUE NA ÁREA URBANA DE SANTA BÁRBARA D'OESTE, SÃO PAULO, DURANTE O PERÍODO DE 1995 A 2010.....	23
4.3 ENTOMOLOGICAL SURVEILLANCE, SPATIAL DISTRIBUTION, AND DIVERSITY OF CULICIDAE (DIPTERA) IMMATURES IN A RURAL AREA OF THE ATLANTIC FOREST BIOME, STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL.....	42
4.4 ENTOMOLOGICAL SURVEILLANCE, DIVERSITY, AND SPATIAL ANALYSIS OF CULICIDAE (DIPTERA) LARVAE, AND THEIR IMPLICATIONS FOR PUBLIC HEALTH, IN FIVE AREAS OF THE ATLANTIC FOREST BIOME, STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL.....	62
4.5 IMPACTS OF ENVIRONMENTAL NEBULIZATION WITH HEAVY EQUIPMENT FOR THE CONTROL OF VECTOR MOSQUITOES WHICH CAN TRANSMIT DENGUE, ZIKA AND CHIKUNGUNYA IN THE STATE OF SÃO PAULO - BRAZIL.....	85
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	103
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	107
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	108

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 VIGILÂNCIA ENTOMOLÓGICA DE CULICÍDEOS

Os insetos constituem a Classe de animais mais dominante da Terra, superando 1 (um) milhão de espécies descritas (RUPPERT et al., 2005; BRUSCA & BRUSCA, 2007). Esse grupo se diversificou muito, ocupando praticamente todos os ambientes do planeta (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2011), em condições naturais ou em ambientes antropizados, desenvolvendo grande diversidade quanto aos estilos de vida, assim como grande variedade de formas (GULLAN & CRASTON, 2007).

A entomologia aplicada, ciência que estuda os insetos sob os aspectos de utilidade ou nocividade (CORSEUIL, 2001), trata com muita relevância a Culicidologia, haja vista que os impactos causados por mosquitos imprimem grande dispêndio de recursos financeiros no controle de doenças, além de resultarem em número expressivo de óbitos motivados pelas infecções dos agentes patogênicos veiculados por esses insetos (MARCONDES, 2001; FORATTINI, 2002).

Atualmente, a Família Culicidae está dividida em duas Subfamílias, Anophelinae e Culicinae. O número de espécies descritas no grupo é de, aproximadamente, 3450 no total, sendo 450 na Subfamília Anophelinae e 3000 na Subfamília Culicinae (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; SALLUM et al., 2000). A complexidade dos estudos sobre a sistemática do grupo impõe que a classificação ocorra, praticamente, em todos os táxons zoológicos existentes (FORATTINI, 2002).

O hábito hematofágico das fêmeas dos mosquitos, associado à antropofilia de algumas espécies, resulta em características favoráveis para a veiculação de patógenos, e, em determinadas situações, expansão de doenças (FORATTINI, 2002).

As ações direcionadas ao controle de mosquitos no Brasil remontam ao século 20, e desde então, se configuraram em grandes campanhas de saúde pública que buscam, até os dias atuais, minimizar as enfermidades relacionadas a esses vetores. Dentre as doenças de grande relevância nesse cenário, algumas são amplamente estudadas e combatidas há décadas, como é o caso da dengue, febre amarela, malária, filariose brancoftiana. Outras, despontam na atualidade, mas já são conhecidas há algum tempo, como é o caso da chikungunya e zika (MARCONDES & XIMENES, 2015).

Dada a expressiva relevância epidemiológica dos mosquitos vetores, é fundamental que existam ações específicas que auxiliem os órgãos de controle, permitindo a sistematização de informações técnicas e contribuindo para normatização das medidas de combate às enfermidades (GOMES, 2002). A aplicação desses estudos para o conhecimento da distribuição de espécies de culicídeos em determinado território, assim como a dinâmica ecológica estabelecida entre os mosquitos e o ambiente antrópico, configuram-se como um foco importante da Vigilância Entomológica (DONALÍSIO & GLASSER, 2002).

## 1.2 O *Aedes aegypti* E OS IMPACTOS DA DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA

A espécie *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) foi introduzida no Brasil durante o período colonial. Séculos após sua chegada ao Brasil, as campanhas contra a febre amarela urbana resultaram no combate a essa espécie e sua erradicação na década de 50, com a posterior reintrodução na década seguinte (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994). No estado de São Paulo, após a reintrodução da espécie no país, a infestação se iniciou em 1985, e os primeiros casos de dengue foram registrados em 1990 (GLASSER & GOMES, 2000).

Os fatores climáticos favoráveis, a urbanização mal projetada, a descontinuidade das ações de controle e a incrível capacidade desse vetor em fazer uso de criadouros disponibilizados pelo homem, tornam o combate à infestação dessa espécie um desafio difícil de ser superado. A dengue é alvo de uma das maiores campanhas de Saúde Pública da história do Brasil (CÂMARA et al., 2007), e as atuais implicações do *Ae. aegypti* na transmissão de outras arboviroses postulam a manutenção dessa condição.

Diante da importância do *Ae. aegypti* na veiculação do dengue, foram estabelecidos procedimentos de controle no âmbito Federal, como Programa Nacional de Controle da Dengue - PNCD (BRASIL, 2002), bem como procedimentos específicos para o Estado de São Paulo, sob a supervisão da Superintendência de Controle de Endemias - SUCEN (SUCEN, 2001; 2010).

De forma geral, as técnicas de controle direcionadas ao *Ae. aegypti* envolvem estratégias de divulgação de informações, buscando a mobilização social da comunidade e atividades específicas de redução da infestação. Essas últimas têm como objetivo a eliminação dos criadouros ou a inviabilização dos mesmos com emprego de

larvicidas, e o controle de mosquitos adultos através de ações de nebulização (SUCEN, 2010).

O longo histórico de combate ao *Ae. aegypti* para o controle da dengue ganha maior relevância nos dias de hoje em virtude da circulação no Brasil de outras duas arboviroses relacionadas a esse vetor, a chikungunya e a zika (MARCONDES & XIMENES, 2015). O inimigo comum a ser combatido permanece o mesmo, o mosquito vetor, entretanto, a gravidade condicionada a algumas das manifestações dessas doenças torna mais urgente a busca por estratégias diferenciadas no controle do vetor e na imunização dos susceptíveis.

A dengue é uma doença viral causada pelo agente etiológico de gênero *Flavivirus*. Os quatro sorotipos (DEN1, DEN2, DEN3 e DEN4) podem ocasionar a mesma doença, cujos sintomas variam de febre alta, mialgias, artralguas, cefaléia, entre outros, a casos graves relacionados à síndrome de choque do dengue ou dengue hemorrágica (SOUZA, 2007). A transmissão viral no Brasil está relacionada à veiculação do patógeno em pessoas susceptíveis por fêmeas do *Ae. aegypti* (BRASIL, 2002).

As manifestações mais graves da doença podem ser vinculadas a diversos fatores, tais como, o tipo do vírus responsável pela infecção, idade do paciente, doenças crônicas e estado imunológico, fatores genéticos das populações acometidas, pré-exposição aos outros sorotipos, entre outros (FORATTINI, 2002). Ainda segundo a PAHO-WHO (2016), no ano de 2015 foram relatados mais de 2,3 milhões de casos de dengue, com 10 mil manifestações graves da doença e 1181 mortes em todo o mundo.

Não obstante os problemas enfrentados com a dengue, o Brasil se vê impactado por outras duas arboviroses emergentes, cujos agentes etiológicos são transmitidos pelo *Ae. aegypti*. A febre chikungunya apresenta sintomatologia parecida à dengue, com duração das manifestações por maior período de tempo e, geralmente, artralgia severa. No ano de 2015 foram confirmados 7823 casos da doença com três óbitos registrados (BRASIL, 2016a).

A terceira doença relacionada ao *Ae. aegypti* é provocada pelo vírus zika. Novamente, os sintomas são parecidos aos da dengue, com grande porcentagem de pessoas infectadas assintomáticas. O número de pacientes acometidos por essa doença ainda não pode ser precisado em virtude da dificuldade com o diagnóstico, obtido atualmente apenas por PCR. Apesar de geralmente os sintomas da infecção pelo vírus zika serem relativamente leves, a infecção por essa arbovirose não pode ser qualificada

dessa forma, uma vez que sua neurotropia pode ocasionar síndromes graves, como Guillain Barré (MARCONDES & XIMENES, 2015), e, atualmente, esse vírus tem sido associado ao aumento de casos de anomalias congênitas no sistema nervoso central de fetos em algumas regiões do país (BRASIL, 2015). Segundo o Ministério da Saúde, em janeiro de 2016, existiam 3174 casos de microcefalia sob investigação (BRASIL, 2016b).

A nova condição imposta com a circulação dos vírus chikungunya e zika, além do dengue, demonstra que as alternativas com foco na imunização, através de vacinas, por exemplo, podem não apresentar resultados em tempo hábil para minimizar o impacto na vida das pessoas. É conveniente citar que dengue, chikungunya e zika não são as únicas arboviroses que podem ser transmitidas pelo *Ae. aegypti*, além disso, outros mosquitos têm relevante papel na transmissão de patógenos, como é o caso do *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (MARCONDES & XIMENES, 2015), espécie amplamente distribuída no Estado de São Paulo e facilmente encontrada em municípios do interior paulista (PIOVEZAN et al., 2012).

## 2. JUSTIFICATIVA

O Brasil vem de longa data enfrentando problemas no controle do *Ae. aegypti*. O insucesso das campanhas mais recentes desenvolvidas com intuito de controle do vetor, certamente, deve reconhecer a capacidade dessa espécie em colonizar ambientes e se utilizar dos habitats oferecidos pelo homem.

Os processos de degradação ambiental favoreceram o estabelecimento da infestação de algumas espécies de mosquitos antropofílicos no ambiente urbano. Essa condição, associada à capacidade vetorial, resulta em grandes problemas para a saúde pública e, conseqüentemente, ao cidadão acometido pelas doenças relacionadas.

A problemática do controle de mosquitos ganha foco em virtude da gravidade que a dengue representa no âmbito do Ministério da Saúde, e é reforçada pelo grande impacto das recentes pesquisas que apontam o *Ae. aegypti* como vetor do vírus zika e chikungunya. Casos de microcefalia possivelmente associados à infecção pelo zika, ilustram a extrema importância do combate aos mosquitos vetores e deflagram, novamente, a busca por estratégias mais eficazes no controle.

Certamente, o monitoramento da distribuição espacial dos mosquitos em diferentes áreas é fator fundamental para que as unidades de controle trabalhem de forma precisa e efetiva. Nesse contexto, o acompanhamento dessa dinâmica populacional de diferentes espécies de culicídeos, auxilia nas escolhas dos melhores métodos que devem ser empregados para o combate dos eventuais vetores.

Outro aspecto importante que apresenta íntima relação com a efetividade do controle entomológico no combate à dengue é a vigilância epidemiológica de casos da doença. Identificar rapidamente pessoas com sintomas que sugerem a infecção pelo dengue, por exemplo, contribui para a agilidade da suspeição e, conseqüentemente, torna o bloqueio da transmissão de casos relativamente exequível.

Para que as ações direcionadas ao combate às doenças, como dengue, chikungunya e zika, sejam bem sucedidas, a vigilância entomológica do *Ae. aegypti* deve ser acompanhada de estudos que demonstrem o comportamento espacial da transmissão. Essa condição permite executar as atividades de controle condicionadas ao histórico epidemiológico da circulação viral.

A lógica de combate às doenças ocasionadas pela veiculação de agentes etiológicos associados ao *Ae. aegypti*, parece não apresentar resultados satisfatórios. A descentralização do controle dessa espécie, proposta na década de 80 e implementada na

década seguinte, condiciona as ações de combate aos esforços das secretarias municipais. Nesse contexto, ao mesmo tempo em que o Estado estabelece as normas de controle, ficam os municípios responsáveis pela execução.

Sob um olhar aparentemente retrógrado para uma parte da comunidade científica, a centralização das ações demonstrou-se mais vantajosa no combate aos mosquitos, pelo menos nas épocas em que foi implementada. O controle de culicídeos exige continuidade operacional e implementação de técnicas cientificamente eficazes, dois conceitos que, muitas vezes, não se associam às administrações municipais dos programas de controle.

Não se pode, como dito no primeiro parágrafo deste capítulo, menosprezar o *Ae. aegypti*, como acontece via de regra em campanhas de marketing. Sua associação com o homem remete aos primórdios das civilizações e, certamente, esteve junto aos hominídeos quando esses se irradiavam pelo continente africano. Portanto, condicionar o combate desse mosquito a uma guerra demonstra a incapacidade de entender sua real relação com o homem. O comportamento humano é o fator fundamental do sucesso dessa espécie, seja nas questões condicionantes ao estabelecimento e a infestação através dos sítios de reprodução, ou na forma como o controle é concebido e aplicado no dia-a-dia.

A busca por melhores estratégias de enfrentamento para esse problema de saúde pública deve ser diária. É preciso que as autoridades sanitárias entendam as limitações inerentes ao controle hoje utilizado, e condicionem novos métodos pressupondo essa situação. O município de Santa Bárbara d'Oeste vem buscando formas diferenciadas de implementar as ações de combate ao vetor do dengue e esse trabalho apresenta os resultados obtidos. De certo, muitos outros estudos devem ser executados, permitindo que olhares diferentes apontem soluções, ou ao menos minimizem os impactos causados por arboviroses que circulam hoje e que irão circular amanhã.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar o perfil epidemiológico da dengue e melhorar as atividades direcionadas à Vigilância Entomológica do seu vetor no Município de Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

##### MANUSCRITO 1

- Utilizar as fichas de notificação de casos de dengue ocorridos no ano de 2010 para descrever o perfil epidemiológico da doença
- Identificar as faixas etárias mais acometidas por dengue
- Identificar os sintomas que predominaram na população estudada
- Apresentar mapeamento com a incidência de casos de dengue por bairro

##### MANUSCRITO 2

- Analisar a distribuição de casos de dengue entre os anos de 1995 e 2010 e descrever o perfil epidemiológico da doença
- Identificar os anos de maior incidência
- Mapear a tendência da epidemia de dengue no município
- Analisar a densidade de casos nas diferentes áreas do município

##### MANUSCRITO 3

- Identificar espécies de mosquitos coletados através de armadilhas para formas imaturas em área rural
- Avaliar a distribuição das espécies na área
- Avaliar a densidade de ovos encontrados nas armadilhas
- Verificar a coabitação de espécies nas armadilhas instaladas
- Mapear a diversidade de Simpson da área estudada

##### MANUSCRITO 4

- Identificar espécies de mosquitos coletados através de larvitampa em diferentes áreas rurais

- Avaliar a distribuição das espécies nas áreas
- Verificar a coabitação de espécies nas armadilhas instaladas nas diferentes áreas
- Mapear a diversidade de Simpson das áreas estudadas
- Comparar a ocorrência de *Ae. aegypti* com trabalho anterior

#### MANUSCRITO 5

- Avaliar dois métodos de nebulização para controle do vetor do dengue em áreas diferentes
- Verificar a efetividade das medidas de controle através de ovitrampas
- Analisar a eficácia do controle através dos resultados de casos de dengue notificados nas respectivas áreas

## 4. RESULTADOS

4.1 – ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO DOS CASOS DE DENGUE OCORRIDOS EM 2010 NO MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA D’OESTE – SP. PUBLICADO NA REVISTA: BOLETIM EPIDEMIOLÓGICO PAULISTA (BEP). ONLINE, V. 9, Nº104, P. 4-13, AGOSTO DE 2012.

Rafael Piovezan<sup>1,4</sup>, Stéfany Larissa Rosa<sup>1</sup>, Marcus Pensuti<sup>2</sup>, Thiago Salomão de Azevedo<sup>3</sup>,  
Alexandre Visockas<sup>1</sup>, Cláudio José Von Zuben<sup>4</sup>

1. Centro de Controle de Zoonoses - Santa Bárbara d’Oeste – SP. Estrada da Cachoeira, 1365, Bairro São Joaquim - Santa Bárbara d’Oeste – SP. CEP: 13453-225. E-mail: piovezan.rafael@gmail.com
2. Faculdades Anhanguera - Santa Bárbara d’Oeste – SP
3. Faculdades Integradas Claretianas – Rio Claro – SP
4. Universidade Estadual Paulista, Departamento de Zoologia – Rio Claro - SP

### Abstract

Epidemiological study of dengue cases in the municipality of Santa Bárbara d’Oeste/SP – 2010. This paper presents an epidemiological study of dengue fever in the municipality of Santa Bárbara d’Oeste, São Paulo State, Brazil, in 2010. We analyzed 1,172 notification forms of positive cases of dengue identified by laboratory tests and epidemiological clinical data. The cases were concentrated in the first months of the year. Virus isolation identified the circulation of two serotypes of the disease, DEN-1 and DEN-2. The first results that came up with positive diagnoses were those for imported patients and after, it was observed the emergence of autochthonous cases. Men were more affected by the disease. The age group with the highest number of cases was 15 to 19 years old; however, the values for the subsequent age groups (20-24, 25-29, 30-34 and 35-40 years old) also presented high levels of occurrence. Four symptoms predominated among the notifications: fever, myalgia, headache and arthralgia.

**Key words:** Dengue, *Aedes aegypti*, Symptomatology, Santa Barbara d'Oeste.

### Resumo

Estudo Epidemiológico dos casos de dengue ocorridos em 2010 no Município de Santa Bárbara d’Oeste – SP. O objetivo deste estudo é apresentar o perfil epidemiológico dos casos de dengue, ocorridos no município de Santa Bárbara D’Oeste,

SP, Brasil, no ano de 2010. Foi possível analisar 1.172 fichas de notificação de casos positivos de dengue que ocorreram no município, identificados por exames laboratoriais e por critério clínico-epidemiológico. Os casos se concentraram nos primeiros meses do ano e o isolamento viral identificou a circulação de dois sorotipos da doença, DEN-1 e DEN-2. Casos positivos de dengue, classificados como importados, foram notificados no início da transmissão, e posteriormente foram sucedidos pelos autóctones. Os homens foram mais acometidos pela doença. A faixa etária com maior número de casos foi de 15 a 19 anos; no entanto, os valores referentes às faixas etárias subsequentes (20 a 24, 25 a 29, 30 a 34 e 35 a 39) também apresentaram valores significativos de ocorrência. Os sintomas que predominaram entre as notificações foram: febre, mialgia, cefaleia e artralgia.

**Palavras chave:** Dengue, *Aedes aegypti*, Sintomatologia, Santa Bárbara D'Oeste.

### **Introdução**

A dengue é uma doença febril, aguda, causada por quatro sorotipos diferentes (DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4) de vírus do gênero Flavivirus. A sintomatologia é caracterizada por febre, cefaleia, artralgias, mialgias e prostração. No entanto, observa-se que neste tipo de enfermidade é comum ocorrerem também infecções assintomáticas e até manifestações hemorrágicas severas, como a febre hemorrágica de dengue (Forattini 2002).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a expectativa anual de pessoas acometidas por esta doença, fica em torno de 80 a 100 milhões de indivíduos, sendo que 550 mil são internados com febre hemorrágica do dengue e ocorrem cerca de 20 mil mortes por ano (WHO 2008).

No Brasil, o vírus dengue é transmitido pelo mosquito *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762), amplamente distribuído no território nacional e com alto grau de sinantropia (Forattini 2002). O *Ae. aegypti* vem ampliando a sua área de ocorrência desde a sua reintrodução na década de 70, sendo que a velocidade dessa expansão foi tão significativa que a partir de 1980, todos os estados do Brasil já apresentam epidemias desta enfermidade (Braga e Valle 2007).

Recentemente, o Ministério da Saúde divulgou informações sobre a utilização de novas ferramentas tecnológicas para auxiliar nos trabalhos de combate à dengue. A ferramenta que recebe o nome de “Risco Dengue” procura correlacionar fatores

epidemiológicos envolvidos na transmissão da doença, permitindo que os municípios identifiquem as áreas críticas. Essas informações também permitiram classificar os estados em face do risco epidêmico. Uma das variáveis utilizadas nessa nova ferramenta é o Levantamento Rápido do Índice de Infestação do *Aedes aegypti* (LIRA). Este método de amostragem apresenta a relação entre o número de criadouros positivos, ou seja, com a presença de formas imaturas do mosquito *Ae. aegypti*, em relação ao número de imóveis pesquisados (Ministério da Saúde 2005).

Além de informações quanto aos índices entomológicos, é fundamental que estudos enfoquem a sintomatologia dos casos de dengue. Dessa forma, os estudos acerca do perfil epidemiológico da dengue têm sido desenvolvidos por diversos profissionais (Vasconcelos et al. 1993; Araújo et al. 2002; Casali et al. 2004; Siqueira Jr. et al. 2005; Rocha e Tauil 2009). Os trabalhos apontam que a distribuição etária, em geral restrita à faixa de 15 a 40 anos e o sexo feminino, são as coortes mais atingidas.

No que diz respeito ao histórico da dengue no município de Santa Bárbara d'Oeste em 1986 foi detectada, pela primeira vez, a presença do *Ae. aegypti* (Lima et al. 1999). Posteriormente, em 1995, a cidade viu-se acometida por casos de dengue e a partir de então a incidência da doença tem variado, apresentando picos nos períodos de introdução de novos sorotipos, mas nunca com períodos de total interrupção.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi o mostrar o perfil epidemiológico da dengue, no município de Santa Bárbara d'Oeste (SP), durante o ano de 2010. Para efetuar tal diagnóstico, foram utilizadas as coortes referentes à faixa etária e ao sexo mais acometidos no sentido de fornecer informações que colaborem para um melhor planejamento das atividades preventivas e curativas desta enfermidade.

### **Área de estudo**

Santa Bárbara d'Oeste está localizada no interior do Estado de São Paulo, a 22°45'15" de Latitude Sul e 49°22'46" de Longitude Oeste (Figura 1). A área total do município abrange 241 Km<sup>2</sup> com uma população estimada de 180.148 habitantes (Seade 2012). O relevo é composto por colinas médias e o clima, segundo Köppen, é classificado como tropical úmido, com inverno seco.

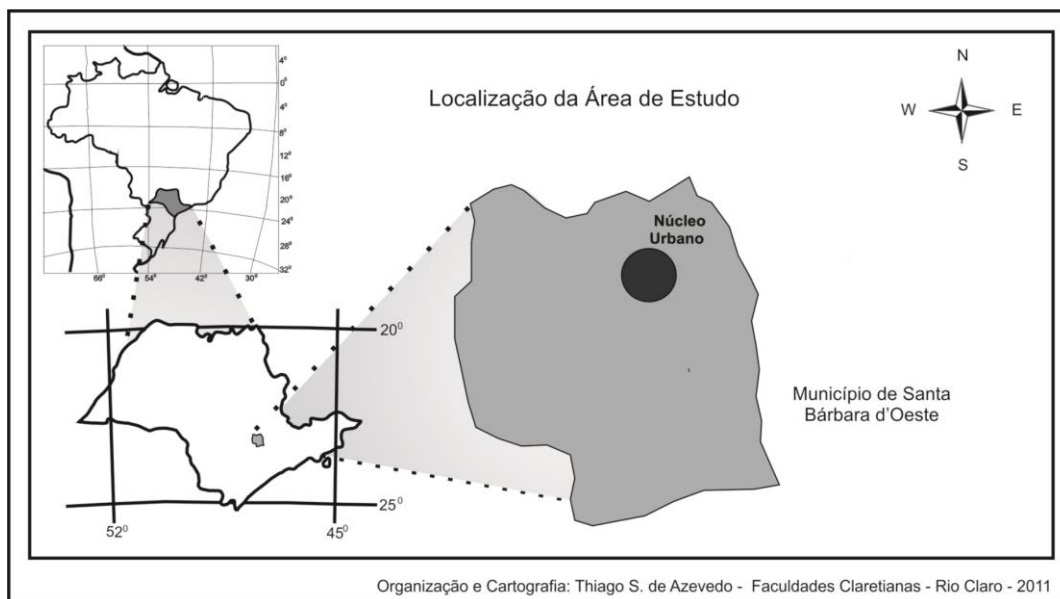


Figura 1. Localização da Área de Estudo

### Procedimentos metodológicos

Foram levantadas informações sobre casos confirmados, autóctones e importados, que ocorreram no município de Santa Bárbara d'Oeste – SP, no ano de 2010. As informações foram obtidas através da análise das fichas de notificação de dengue padronizadas pelo Ministério da Saúde, disponibilizadas pelo Centro de Vigilância Epidemiológica (CVE) e Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) do município de Santa Bárbara d'Oeste – SP.

Através do número total de casos ocorridos no ano de 2010, foi calculado o coeficiente de incidência (Laurenti e Gotlieb 1987). Este coeficiente é dado pela relação:

$$\frac{\text{número de casos novos (iniciados) de uma dada doença em determinada área em certo período de tempo}}{\text{total da população na área, no mesmo período}} * 1000 \text{ hab}$$

O coeficiente de incidência é um índice que apresenta a noção de ocorrência de casos em uma população sem a necessidade de acréscimos complementares, traduzindo a idéia de intensidade com que a morbidade ocorre na mesma (Laurenti e Gotlieb 1987).

Após esta etapa, foi elaborado um mapa da distribuição espacial do coeficiente de incidência nos bairros da cidade de Santa Bárbara d'Oeste – SP. Este procedimento

foi efetuado no sistema de informação geográfica Arc-View (ESRI 1996), adotando os mesmos procedimentos descritos em Azevedo et al.(2010).

### Resultados

Em 2010, foi possível detectar a circulação de dois sorotipos da doença no município, DEN-1 e DEN-2. Este fato culminou na maior epidemia de dengue ocorrida na cidade, totalizando 1.172 casos, sendo 1.133 autóctones e 39 importados, com uma incidência de 6,506 por 1.000 habitantes (Figura 2).

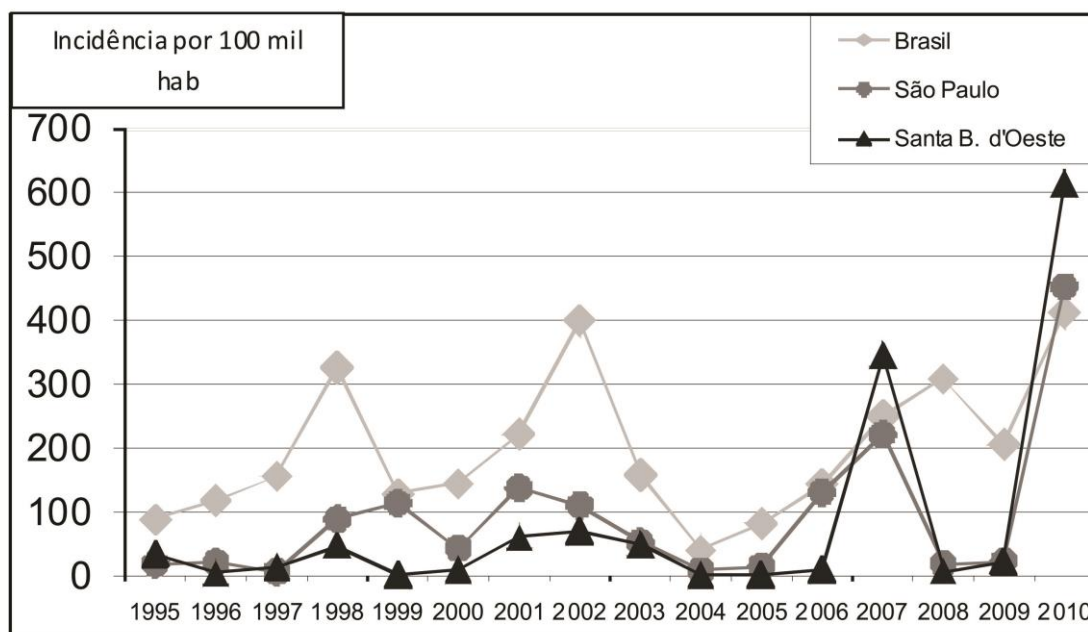


Figura 2. Incidência de dengue de 1995 a 2010 no município de Santa Bárbara d'Oeste, no Estado de São Paulo e no Brasil

Fonte: CVE e CCZ do Município de Santa Bárbara d'Oeste (2010)

Os casos foram mais frequentes nas primeiras 22 semanas epidemiológicas, período esse de maior precipitação pluviométrica e também com temperaturas máximas mais altas (Figura 3). Verificou-se também, nas primeiras 12 semanas epidemiológicas, a maior concentração de casos importados. A provável hipótese para este comportamento está relacionada aos feriados existentes no período entre o Natal e o Carnaval. Nesses feriados, a população viaja, visitando locais de transmissão e retornando infectada pelo vírus ao município de origem.

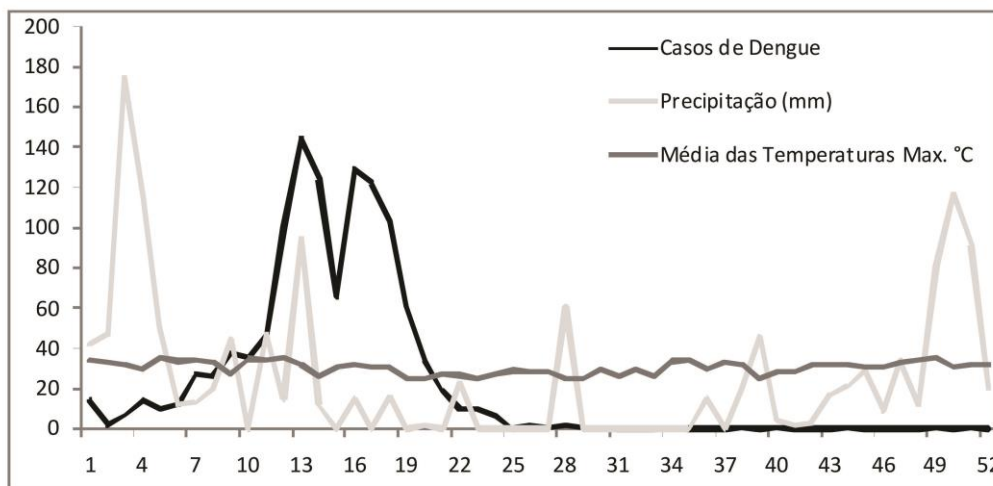


Figura 3. Distribuição de casos de dengue, precipitação pluviométrica e média das temperaturas máximas por semana epidemiológica

Fonte: CVE e CCZ do Município de Santa Bárbara d'Oeste (2010)

A distribuição geográfica dos casos atingiu mais de 70% dos bairros do município, sendo que as regiões Nordeste, Noroeste e Sul foram responsáveis pelas maiores taxas de incidência (Figura 4).

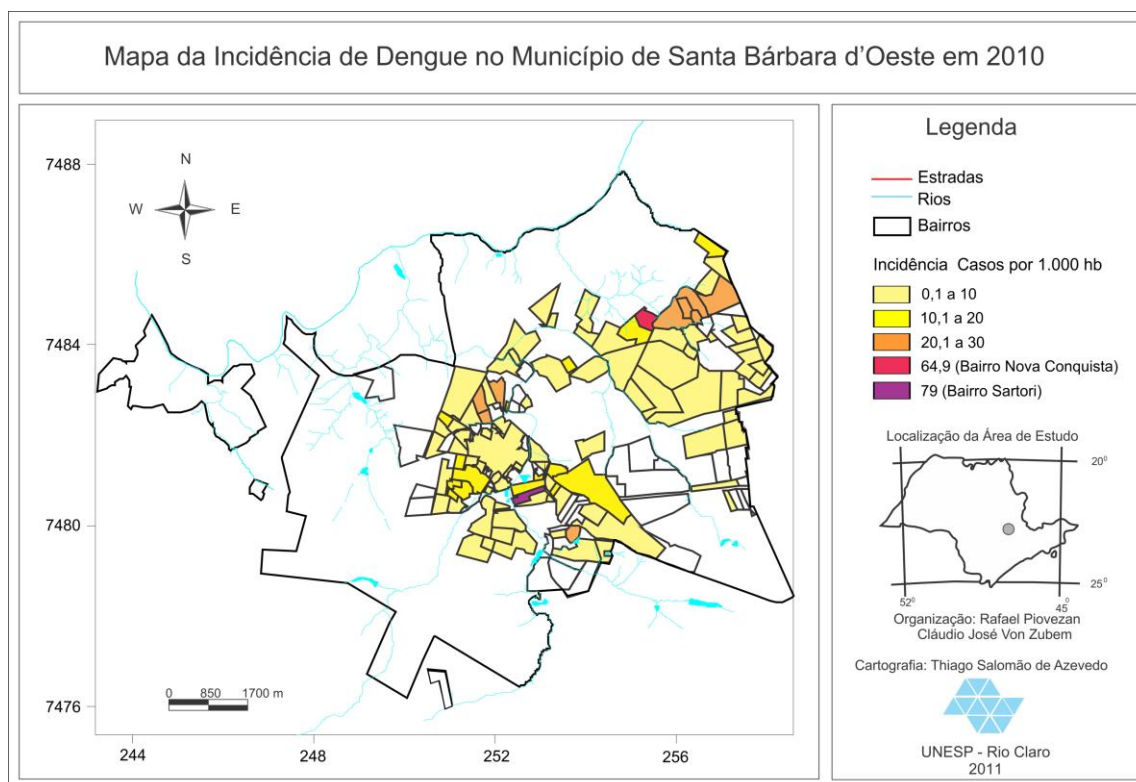


Figura 4. Distribuição espacial da incidência dos casos de dengue nos bairros de Santa Bárbara d'Oeste - SP

Fonte: CVE e CCZ do Município de Santa Bárbara d'Oeste (2010)

Os casos se concentraram em bairros com histórico de ocorrência da doença e com maior probabilidade de encontro do *Ae. aegypti* (Piovezan 2009). Na Tabela 1, são apresentados os 10 Bairros com maior incidência de dengue, responsáveis por mais de 38% dos casos positivos ocorridos.

Tabela 1. Número de casos por bairro e incidência (casos por 1000 habitantes) no ano de 2010

Bairros	Nº de Casos	Incidência
Jardim Boa Vista	5	12,6
Parque Planalto	21	12,9
Vila Lola	2	13,2
Angelo Giubina	11	13,8
Bela Vista	4	16,3
Acampamento Presbiteriano	2	21,1
Jardim Europa	234	24,1
Vila Grego	38	27,9
Nova Conquista	25	64,9
Sartori	112	79,0

Fonte: CVE e CCZ do Município de Santa Bárbara d'Oeste (2010)

População = Censo Demográfico 2010 - IBGE

A faixa etária mais acometida foi a de 15 a 19 anos; no entanto, outros intervalos obtiveram valores muito próximos, como pode ser observado na Figura 5. Os maiores valores de incidência ocorreram nas faixas etárias, de 15 a 19, 20 a 24, 25 a 29 e 35 a 39 anos, cujos índices foram 0,73, 0,68, 0,65 e 0,60 casos por 1.000 habitantes, respectivamente. O sexo masculino foi o que apresentou maior número de casos autóctones da doença (51,1%). Já em relação aos casos importados, o sexo feminino teve maior número de registros (60%).

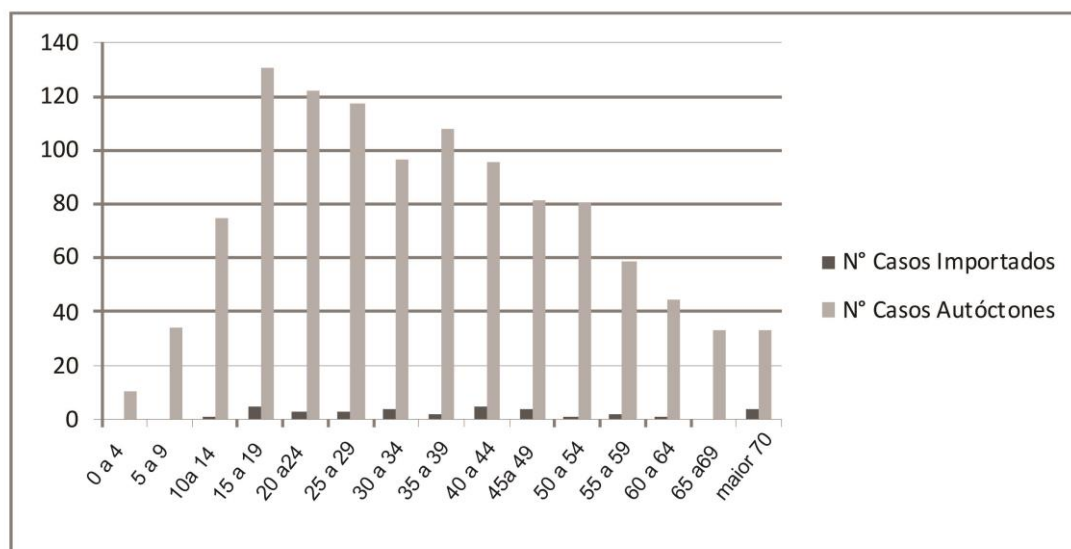


Figura 5. Distribuição dos casos de dengue por faixa etária no município de Santa Bárbara d'Oeste

Fonte: CVE e CCZ do Município de Santa Bárbara d'Oeste (2010)

Os quatro sintomas mais relatados nas fichas de notificação foram: febre, cefaleia, mialgia e artralgia (Figura 6). Dos 1.172 casos estudados, 61 não possibilitaram a análise sintomatológica das fichas, já que as mesmas não estavam preenchidas integralmente.

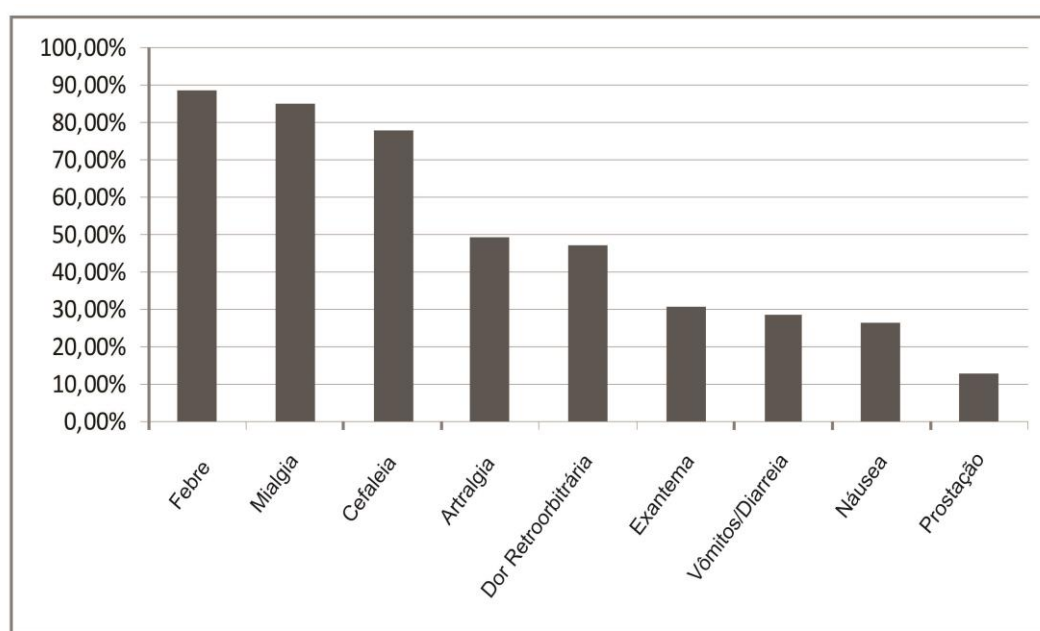


Figura 6. Sintomas relatados nas Fichas de Notificação (%)

Fonte: CVE e CCZ do Município de Santa Bárbara d'Oeste (2010)

A utilização do critério clínico-epidemiológico foi feita a partir da 13ª semana epidemiológica. Foram 579 resultados obtidos através dessa metodologia, predominando, novamente, os sintomas febre (87%), mialgia (84,7%), cefaleia (76,7%) e artralgia (49,59%).

### **Discussão**

Entre os fatores mais importantes para o aumento do número de casos de dengue no município de Santa Bárbara d'Oeste em 2010, pode-se relacionar a alta infestação pelo vetor e o incremento na suspeição dos casos, resultante da articulação com a assistência e com a atenção básica. O fato de dois sorotipos circularem concomitantemente, além de índice pluviométrico e de temperatura elevados, facilitaram a disseminação e a sustentação da epidemia. Aliada a estes fatores, a falta de agilidade dos resultados diagnósticos, resultando na demora de identificação das áreas de transmissão, também contribui para o quadro epidêmico observado.

No município de Santa Bárbara d'Oeste, a dengue tem-se mostrado uma doença de extrema complexidade, no que diz respeito ao controle. Pesquisas realizadas no ano de 1995 na cidade mostraram que existem problemas de subnotificação<sup>10</sup>, o que dificulta o real conhecimento da situação epidemiológica do município. Nesse sentido, ações de busca ativa de casos/procura por pacientes sintomáticos e oligossintomáticos são importantíssimas, como demonstra a pesquisa de Endy et al. (2002), que evidenciou a importância de trabalhos de busca ativa de doentes em escolas primárias em cidade tailandesa. Portanto, é fundamental que novas estratégias sejam implementadas para reduzir esse quadro de subnotificação.

Os estudos que evidenciam a importância dos casos assintomáticos de dengue não são tão recentes (Vasconcelos et al. 1993) e apontam que esses pacientes apresentam viremia e são fontes de infecção para o mosquito, dispersando o vírus por novas áreas. Dessa forma, estratégias que enfoquem o aumento na sensibilidade da detecção das infecções sintomáticas e oligossintomáticas são procedimentos importantes para os sistemas de saúde e contribuem muito para o bloqueio da transmissão. Por outro lado, estimar ou reconhecer a parcela de contribuição dos pacientes assintomáticos em uma epidemia é constante desafio, uma vez que esses pacientes são habitualmente reconhecidos por inquérito sorológico.

A redução dos índices de infestação do *Ae. aegypti* na cidade deve ser outra estratégia das autoridades sanitárias do município para o controle da dengue. Segundo Donalísio et al. (2001), o município deve investir em metodologias de educação em saúde que visem a redução da distância entre o conhecimento que a população tem sobre as formas de colaborar no controle da doença e a ação de controle propriamente dita.

Os fatores de risco como: transmissão ininterrupta no município desde 1995, com circulação dos sorotipos DEN – 1, DEN – 2 e DEN – 3 e a ocorrência de óbito por FHD (Febre Hemorrágica do Dengue), devem ser considerados pelas autoridades sanitárias como prioridades para o direcionamento de trabalhos no âmbito da prevenção. Estratégias que procurem utilizar as informações sobre sintomatologia, distribuição dos casos nas diferentes faixas etárias e distribuição espacial dos casos pelo município serão fundamentais para o desenvolvimento de ações diferenciadas que aumentem a sensibilidade das autoridades sanitárias do município aos suspeitos da doença e permitam a rápida identificação das áreas de transmissão.

No município de Santa Bárbara d'Oeste, as pessoas até 40 anos foram as mais acometidas pela doença (61,64%), sendo que a faixa etária com maior número de casos foi a de 15 a 19 anos, bem próximo do observado em Vitória, ES, por Cardoso et al. (2011) (20 e 29 anos, entre os anos de 2000 e 2009). Nesse sentido, existe também grande preocupação com a ocorrência de casos de dengue em crianças. Rocha e Tauil (2009) observaram que na cidade de Manaus, AM, 46,9% e 57,7% dos casos positivos de dengue, respectivamente nos anos de 2006 e 2007, ocorreram em pacientes com idade inferior a 15 anos. Portanto, reveste-se de grande importância monitorar possíveis mudanças nas idades mais acometidas pela doença.

Os quatro sintomas mais relatados em Santa Bárbara d'Oeste coincidem com aqueles relatados em outros estudos feitos no Brasil. A exemplo do presente trabalho, a febre foi o sintoma mais prevalente relatado por Figueiredo et al. (1992) na região de Ribeirão Preto, SP, Vasconcelos et al. (2003) em Fortaleza, CE, Nunes-Araújo et al. (2003) em Uberlândia, MG, Campagna et al. (2006) em Campo Grande, MS e Cavalcanti et al. (2010), no Estado do Ceará.

No estudo de Figueiredo et al. (1992), os sintomas mialgia e cefaleia aparecem em segundo e terceiro lugares, respectivamente, exatamente como observado no presente estudo. Já nos trabalhos de Vasconcelos et al. (1988), Nunes-Araújo et al. (2003) e Cavalcanti et al. (2010), citados anteriormente, estes mesmos dois sintomas

aparecem em ordem invertida em termos de prevalência, ou seja, cefaléia em segundo e mialgia em terceiro lugar.

A artralgia e a dor retroorbitária foram, respectivamente, o quarto e quinto sintomas mais prevalentes em Santa Bárbara d'Oeste no ano de 2010. Em estudo feito por Balmaseda et al. (2006) na Nicarágua, estes dois sintomas estiveram mais significativamente associados com o DEN-2 do que com o DEN-1. Novos estudos devem ser realizados, a fim de esclarecer a relação entre sintomas apresentados pelos pacientes e o sorotipo circulante do dengue em Santa Bárbara D'Oeste, permitindo uma melhor compreensão da epidemiologia da infecção e fornecendo informações adicionais para o sistema de saúde local.

### **Conclusão**

O perfil sintomatológico geral do município e o observado após o início do fechamento dos casos por critério clínico-epidemiológico, não apresentaram grandes diferenças. Dessa forma, a utilização dos quatro sintomas citados anteriormente, ou seja, febre, cefaléia, mialgia e artralgia, juntamente com a área onde o paciente esteve no período provável de infecção, podem fornecer subsídios para a notificação dos casos suspeitos e estão adequados para o fechamento dos casos por critério não laboratorial, nos períodos de bloqueio das coletas sorológicas para diagnóstico da dengue.

A co-responsabilização das ações de controle do vetor, a mobilização social, o emprego de ferramentas tecnológicas de monitoramento das áreas de risco de transmissão e a capacitação dos profissionais envolvidos no atendimento dos pacientes, são estratégias fundamentais para a minimização dos riscos de epidêmicos e de vida à que a população está submetida, no que diz respeito às infecções por dengue.

### **Referências bibliográficas**

FORATTINI, O. P. Culicidologia médica. Vol. 2. São Paulo: Edusp, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. World health organization map production. Dengue, countries or area at risk, 2008. Suíça: WHO. 2008. <disponível em: <http://http://www.who.int/topics/dengue/en/>> Acesso: 01 de Julho de 2010.

BRAGA, I.A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidem. Serviços de Saúde*, 16(2):113-118, 2007.

BRAZIL Diagnóstico rápido nos municípios para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil – LIRAA. Brasília (DF): Normas e Manuais Técnicos. Ministério da Saúde. 2005. 60p.

VASCONCELOS, P. F. C.; TRAVASSOS DA ROSA, E. S.; TRAVASSOS DA ROSA, J. F. S.; DÉGALLIER, N.; RODRIGUES, S. G.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A. Epidemia da febre clássica de dengue causada pelo sorotipo 2 em Araguaina, Tocantins, Brasil. Revista do Instituto de Medicina Tropical. São Paulo 35 (2): 141-148, março, abril, 1993.

ARAÚJO, T. P.; RODRIGUES, S. G.; COSTA, M. I. W. A.; VASCONCELOS, P. F. C.; TRAVASSOS DA ROSA, A. P. A. Diagnóstico sorológico de infecções por dengue e febre amarela em casos suspeitos no Estado do Pará, Brasil, 1999. Revista de Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 35(6): 579-584, nov-dez, 2002.

CASALI, C. G.; PEREIRA, M. R. R.; SANTOS, L. M. J. G.; PASSOS, M. N. P.; FORTES, B. P. M. D.; VALENCIA, L. I. O.; ALEXANDRE, A. J.; MEDRONHO, R. A. A epidemia de dengue/ dengue hemorrágico no município do Rio de Janeiro, 2001/2002. Revista de Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 37(4): 296-299, julho, 2004.

SIQUEIRA-JR., J. B. et al. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever, Brazil, 1981–2002. Emerging Infectious Diseases, 11(1): 48-53, 2005.

ROCHA, L. A.; TAUIL; P. L. Dengue em crianças: aspectos clínicos e epidemiológicos, Manaus, Estado do Amazonas, no período de 2006 e 2007. Revista de Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 42(1): 18-22, jan-fev, 2009.

LIMA, V. L. C.; FIGUEIREDO, L. T. M.; CORREA F, H. R.; LEITE, O. F.; RANGEL, O.; VIDO, A. A.; OLIVEIRA, S.S.; OWA, M. A.; CARLUCCI, R. H. Dengue: Inquérito Sorológico pós-epidêmico em zona urbana do Estado de São Paulo (Brasil). Rev. Saúde Pública, 33(6): 566-74, 1999.

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Censo Demográfico 2010, Brasília, IBGE.

Martinelli, M.O atlas do Estado de São Paulo: uma reflexão metodológica, Confins [Online], 2009.

<disponível em: <http://confins.revues.org/6166>> Acesso: 30 de setembro de 2012.

LAURENTI, R.; GOTLIEB, M. J. Estatísticas de saúde. 2ª Edit. São Paulo: EPU, 186p, 1987.

ESRI Using ArcView GIS Redlands: Esri, 1996, 350p.

AZEVEDO, T. S. et al. Mapeamento das áreas de risco de ocorrência de dengue na cidade de Rio Claro – SP, em 2010: uma metodologia baseada em sistemas de informação geográfica. In: Anais da I Conferência Internacional em Epidemiologia, 2010, p. 99.

PIOVEZAN, R. Levantamento de larvas de Culicidae (Diptera) em diferentes criadouros no município de Santa Bárbara d'Oeste. 2009. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Área de Concentração em Zoologia). Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP.

ENDY, T. P.; CHUNSUTTIWAT, S.; NISALAK, A.; LIBRATY, D. H.; GREEN, S.; ROTHMAN, A. L.; VAUGHN, D. W.; ENNIS, F. A. Epidemiology of inapparent and symptomatic acute dengue virus infection: A prospective study of primary school children in Kamphaeng PHET, Thailand. *American Journal of Epidemiology* 156(1): 40-51, 2002.

DONALISIO, M. R.; ALVES, PINHEIRO, M. J. C.; VISOCKAS, A. Inquérito sobre conhecimentos e atitudes da população sobre a transmissão do dengue - região de Campinas São Paulo, Brasil - 1998. *Revista de Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 34(2): 197-201, 2001.

CARDOSO, I. M.; CABIDELLE, A. S. A.; BORGES, P. C. L.; LANG, C. F.; CALENTI, F. G.; NOGUEIRA, L. O.; FALQUETO, A.; CERUTTI JUNIOR, C. Dengue: clinical forms and risk groups in a high incidence city in the Southeastern region of Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* (no prelo).

FIGUEIREDO, L. T. M.; OWA, M. A.; CARLUCCI, R. H.; OLIVEIRA, L. Estudo sobre diagnóstico laboratorial e sintomas do dengue, durante epidemia ocorrida na região de Ribeirão Preto, SP, Brasil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical, São Paulo* 34(2): 121-130, 1992.

VASCONCELOS, P. F. C.; LIMA, J. W. O.; ROSA, A. P. A. T.; TIMBÓ, M. J.; ROSA, E. S. T.; LIMA, H. R.; RODRIGUES, S. G.; ROSA, J. F. S. T. Epidemia de dengue em Fortaleza, Ceará: inquérito soro-epidemiológico aleatório. *Revista de Saúde Pública* 32(5): 447-454, 1998.

NUNES-ARAÚJO, F. R. F.; FERREIRA, M. S.; NISHIOKA, S. A. Dengue fever in Brazilian adults and children: assessment of clinical findings and their validity for diagnosis. *Annals of Tropical Medicine & Parasitology* 97(4): 415-419, 2003.

CAMPAGNA, D. S.; MIAGOSTOVICH, M. P.; SIQUEIRA, M. M.; CUNHA, R. V. Etiology of exanthema in children in a dengue endemic area. *Jornal de Pediatria* 82(5): 354-358, 2006.

CAVALCANTI, L. P. G.; COELHO, I. C. B.; VILAR, D. C. L. F.; HOLANDA, S. G. S.; ESCÓSSIA, K. N. F. SOUZA-SANTOS, R. Clinical and epidemiological characterization of dengue hemorrhagic fever cases in northeastern, Brazil. *Revista de Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 43(4): 355-358, 2010.

BALMASEDA, A.; HAMMOND, S. N.; PÉREZ, L.; TELLEZ, Y.; SABORÍO, S. I.; MERCADO, J. C.; CUADRA, R.; ROCHA, J.; PÉREZ, M. A.; SILVA, S.; ROCHA, C.; HARRIS, E. Serotype-specific differences in clinical manifestations of dengue. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 74(3): 449-456, 2006.

4.2 – PERFIL EPIDEMIOLÓGICO E ANÁLISE ESPECIAL DO RISCO DA DENGUE DA ÁREA URBANA DE SANTA BÁRBARA D’OESTE – SP, DURANTE O PERÍODO DE 1995 A 2010. PUBLICADO NA REVISTA: GEOGRAFIA. V. 39, N° 3, P. 525-539. SETEMBRO-DEZEMBRO 2014.

Rafael Piovezan<sup>1,4</sup>, João Paulo Oliveira Acorinthe<sup>2</sup>, Nicolas Polizelli<sup>2</sup>, Alexandre Visockas<sup>2</sup>, Cleber Luís Canteiro<sup>1</sup>, Thiago Salomão de Azevedo<sup>3</sup>, Cláudio José Von Zuben<sup>4</sup>

1. Prefeitura Municipal de Santa Bárbara d’Oeste – SP, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Estradas do Barreirinho, 1010, Chácara Wolf. E-mail: piovezan.rafael@gmail.com
2. Centro de Controle de Zoonoses - Santa Bárbara d’Oeste – SP
3. Faculdades Integradas Claretianas – Rio Claro – SP
4. Universidade Estadual Paulista, Departamento de Zoologia – Rio Claro - SP

### Abstract

Epidemiological profile and spatial analysis of dengue risk in Santa Bárbara d’Oeste – SP municipality, from 1995 to 2010. The municipality of Santa Bárbara d’Oeste - SP has been plagued by successive epidemics of dengue fever from the last 19 years. Because of this problem, this paper presents the epidemiological analysis factors that involved the transmission of dengue in this city, from 1995 to 2010. To perform this procedure, geostatistical techniques enabled the visualization of the evolution scenarios of this epidemic. The results showed that dengue has two prominent risk areas. One is located northeast of the city and another in the central-south portion.

**Key words:** Dengue; Santa Bárbara d’Oeste; Spatial Analysis; Geostatistics.

### Resumo

O município de Santa Bárbara d’Oeste - SP vem sendo assolado por sucessivas epidemias de Dengue nos últimos 19 anos. Em virtude desta problemática, este trabalho tem por objetivo analisar os fatores epidemiológicos envolvidos na transmissão do dengue, no município de Santa Bárbara d’Oeste, no período de 1995 a 2010. Para efetuar tal procedimento foram utilizados procedimentos geoestatísticos, que possibilitaram a visualização de cenários da evolução desta epidemia. Os resultados mostram que a dengue possui duas áreas de risco bem proeminentes. Uma delas está localizada a nordeste da cidade e a outra na porção centro-sul.

**Palavras chave:** Dengue; Santa Bárbara d’Oeste; Análise Espacial; Geoestatística.

## **Introdução**

A dengue é uma doença viral infecciosa, cujo agente etiológico é transmitido pelo mosquito *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762). Sua sintomatologia clínica caracteriza-se por início súbito de febre alta, cefaleia intensa, mialgias, artralgias, dor retroorbitária, anorexia, alterações do aparelho gastrointestinal e exantema (SOUZA, 2007).

Os estudos recentes sobre essa doença se iniciaram a partir do isolamento viral no Japão em 1944 (KIMURA e HOTTA, 1944), mas os relatos acerca da doença remontam à dinastia Chin compreendida entre os anos 265 a 420, formalmente editados em 610 na dinastia Tang (NOBUCHI, 1979).

A distribuição dessa enfermidade está restrita, principalmente as áreas tropicais, compreendidas entre os paralelos 30° Norte e 40° Sul, regiões consideradas ótimas para o desenvolvimento dos mosquitos e conseqüentemente para a circulação viral (MORAES, 2008).

No Brasil, a dengue destaca-se como a mais importante doença emergente viral, sendo que a partir da década de 80 o país enfrenta intensa circulação do vírus, com epidemias em todos os estados (BRAGA e VALLE, 2007). A disseminação das infecções nos centros urbanos, provocada pela susceptibilidade da população e a infestação do vetor vem tornando o quadro epidemiológico da doença no país progressivamente mais complexo. Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2010), em 1995, as comunas infestadas com o vetor *Ae. aegypti* eram 1753. Em 2010, esse número aumentou assustadoramente para 4007 municípios. Aliado à introdução de um novo sorotipo, o Brasil passou pela terceira epidemia de dengue de escala nacional, responsável por mais de 1 milhão de casos causando 678 mortes. (PAHO, 2010).

Desta forma, a grande dificuldade em analisar e correlacionar às variáveis extremamente dinâmicas que influenciam anualmente no aumento ou diminuição de casos de dengue, somada aos fatores políticos, como a descontinuidade das ações, tornam os trabalhos de controle ainda mais difíceis. Estas constatações acabam corroborando com as sucessivas epidemias que veem assolando o país, pois o incremento tanto de pessoas acometidas quanto a área de ocorrência do vetor vem modificando a geografia da dengue (AZEVEDO et al., 2012)

Na tentativa de elucidar alguns aspectos que afetam a dinâmica da dengue, diversos estudos recorreram a técnicas de geoprocessamento como forma de visualizar as informações desta doença (PAULINO e NATAL, 1998; BARCELLOS et al., 2005;

CORRÊA et al., 2005; MONDINI et al., 2005; FERREIRA e CHIARAVALLOTINETO, 2007; MONDINIE e CHIARAVALLOTI NETO, 2007; ALMEIDA et al., 2009; FLAUZINO et al., 2009). Esses trabalhos desenvolveram ideias sobre a estratificação de risco das áreas estudadas, e buscaram conduzir condutas de controle mais efetivas elencando a heterogeneidade espacial como um dos fatores primordiais para o estabelecimento desta enfermidade.

Baseados nestas premissas, este trabalho tem o objetivo de verificar a distribuição dos casos de dengue no município de Santa Bárbara d'Oeste, entre os anos de 1995 a 2010, mostrando as áreas mais suscetíveis à ocorrência desta enfermidade sob a análise de alguns fatores.

### Material e métodos

O município de Santa Bárbara d'Oeste, localizado no interior do Estado de São Paulo (Figura 1), com coordenadas centrais em 22°45'15" de latitude sul e 49°22'46" de longitude oeste. A área total do município é 271 Km<sup>2</sup> e a estimativa para a população total é de 180.009 habitantes (BRASIL, 2010b).

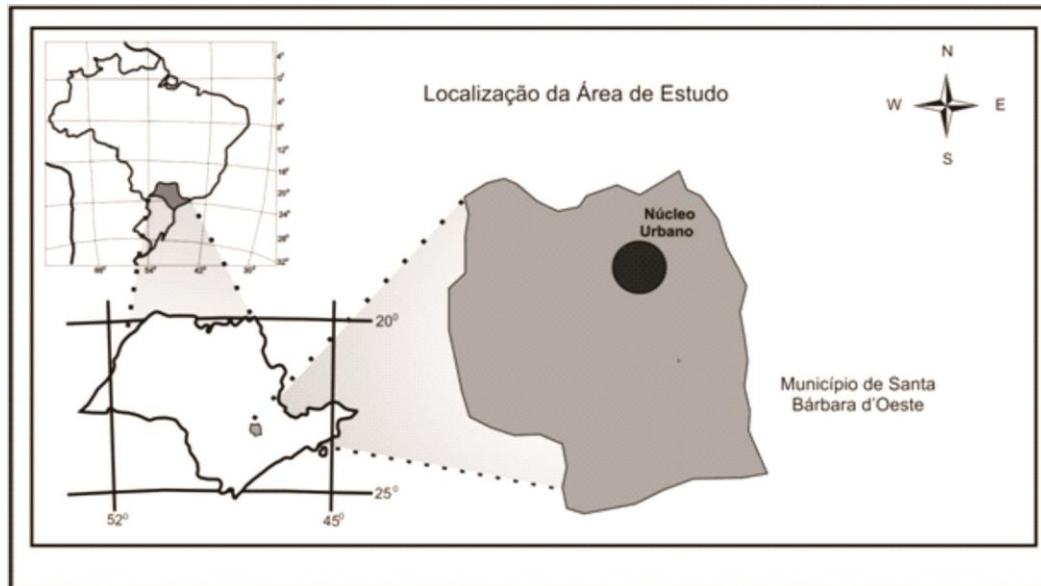


Figura 1. Localização da Área de Estudo

Org.: Thiago Salomão de Azevedo - 2011

Para a elaboração deste trabalho, foram utilizadas as ocorrências dos casos ( autóctones e importados) de Dengue, obtidos junto à Vigilância Epidemiológica e ao Centro de Controle de Zoonoses do Município de Santa Bárbara d'Oeste. Os dados

utilizados referem-se às notificações confirmadas por ano, mediante o resultado do exame sorológico, presentes no município estudado, relativo ao período de 1995 a 2010.

Para a análise espacial da epidemiologia da dengue, os casos positivos (autóctones e importados) foram georreferenciados por quadra, na planta cadastral do município, através de um mapa digital cedido pela prefeitura municipal.

As informações contendo as coordenadas UTM de cada quadra e as datas prováveis do aparecimento dos primeiros sintomas da Dengue, foram exportadas para o Software Surfer (GOLDEN SOFTWARE, 1995), onde foi compilado um grid das estimativas da evolução temporal da epidemia de dengue. Este procedimento teve a finalidade de transformar o banco de dados em uma imagem, através de um mapa de superfície de tendência de primeiro grau.

Esta técnica de mapeamento consiste em um método, onde uma superfície contínua é ajustada aos valores Z, como uma função linear das coordenadas XY dos pontos amostrados irregularmente distribuídos, através de uma equação polinomial (PFEIFFER et al., 2008). Segundo Lawson (2008), a superfície de primeiro grau foi utilizada, pois tais informações fornecem importantes dados sobre a tendência regional.

O produto final deste procedimento metodológico consistiu em um cartograma isoplético que evidenciou a tendência da distribuição temporal dos casos de dengue na cidade de Santa Bárbara d'Oeste.

Após esta etapa, o método utilizado para especializar as áreas críticas desta epidemia foi elaborado a partir dos procedimentos metodológicos encontrados em Carvalho e Câmara (2004). Segundo os mesmos autores, este método foi utilizado por ser muito útil no fornecimento de uma visão geral da distribuição dos eventos estudados.

O estimador kernel é um método não paramétrico de estimação de funções de densidade do comportamento de padrões de pontos (FOTHERINGHAM et al., 2000).

Através deste estimador, foi ajustado a uma função bidimensional sobre os casos de dengue, compondo uma superfície cujo valor foi proporcional à intensidade das amostras por unidade de área (CARVALHO e CÂMARA, 2004), isto é, a função kernel compila uma contagem de todos os pontos dentro de um limite de influência que é ponderado pela distância de cada ponto (Figura 2 e Equação 1).

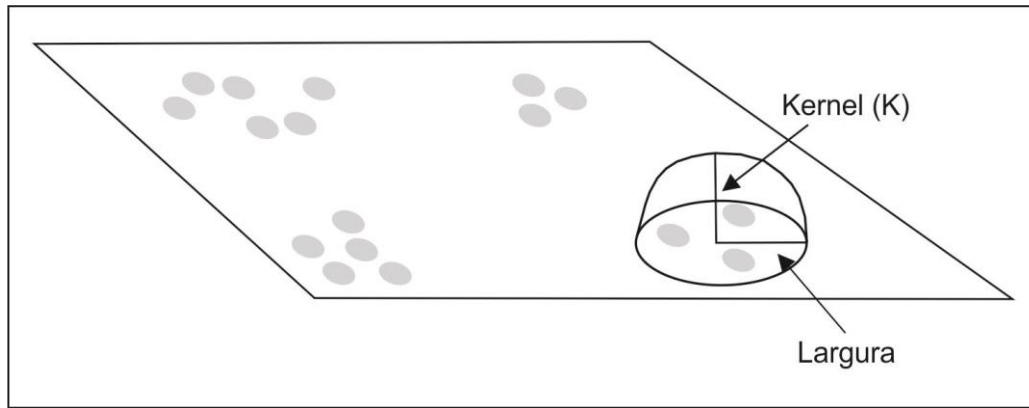


Figura 2. Estimador Kernel de Intensidade de Distribuição de Pontos

Fonte: Adaptado de Carvalho e Câmara (2004).

$$\hat{\lambda}_{\tau}(u) = \sum_{h_i \leq \tau} \frac{3}{\pi \tau^2} \left(1 - \frac{h_i^2}{\tau^2}\right)^2 \quad (1)$$

onde:

$\tau$  é o raio de influência.

$h$  é a distância entre o centro da região de influência e os pontos observados.

Desta forma, o estimador de densidade kernel é compilado a partir da localização  $\mu$  dos  $n$  eventos contidos em um raio de tamanho  $t$  em torno de  $\mu$  e da distância  $d$  entre a posição e a  $i$ -ésima amostra (FLAUZINO et al. 2009; BARBOSA e LOURENÇO, 2010). A expressão desta função é dada por:

$$\hat{\lambda}_{\tau}(u) = \frac{1}{\tau^2} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{d(u_i, u)}{\tau}\right), \quad d(u_i, u) \leq \tau \quad (2)$$

onde:

$K$  é o número de pares experimentais de observações,

$d$  é a distância entre a posição e a  $i$ -ésima amostra

Para determinar o raio de influência foi adotado o método de medida de autocorrelação espacial do semivariograma. Este método é uma ferramenta geoestatística que calcula as médias aritméticas do quadrado das diferenças de um

conjunto de pares de eventos dentro de uma região em uma determinada direção separados por distâncias múltiplas ( YAMAMOTO e LAMDIM, 2013).

Os semivariogramas expressam o comportamento espacial das variáveis, através da análise do grau de dependência espacial entre as amostras dentro de um campo experimental, determinando doravante a zona de influência em torno das amostras.

De posse destas informações, o banco de dados georreferenciados dos casos de dengue da cidade de Santa Bárbara d'Oeste, para o período de 1995 a 2010, que estavam no formato shape file, foram inseridos no sistema de informação geográfica ArqGis 9.1, onde foi compilado um mapa coroplético qualitativo, que evidencia as diferentes densidades dos eventos, identificando assim as áreas de maior risco de ocorrência da epidemia de dengue.

### Resultados e Discussão

Durante o período de 1995 a 2010 o município de Santa Bárbara d'Oeste registrou 2.372 casos positivos de dengue entre autóctones e importados. Em todos os anos, desde o início da transmissão, ocorreram casos da doença, sendo que as maiores epidemias ocorreram nos anos 2001, 2002, 2007 e 2010 (Figura 3).

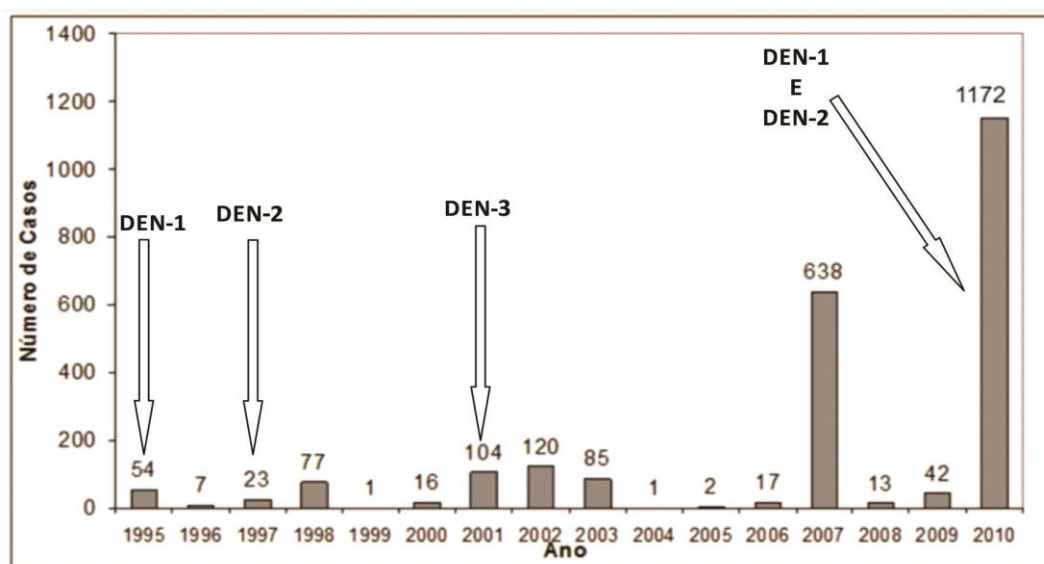


Figura 3. Distribuição temporal de casos de Dengue em Santa Bárbara d'Oeste

Fonte: Vigilância Epidemiológica - Município de Santa Bárbara d'Oeste (2010).

Na Figura 3, pode-se observar que a introdução de novos sorotipos no município resultou em aumento do número de casos nos anos seguintes, padrão também

constatado por Ushizima (2005) no município de Rio Claro, São Paulo. Excetua-se o ano de 2007, em que ocorreu a segunda maior epidemia da doença em Santa Bárbara d'Oeste sem introdução de novo sorotipo no ano anterior.

Outro fator que deve ser considerado na série histórica apresentada na Figura 3 é que os anos que antecedem as epidemias são marcados por pequeno número de casos, fato conhecido na dinâmica sazonal da doença, e que pode provocar certo relaxamento das ações de controle e prevenção que resulta geralmente, nos anos seguintes, em grande número de casos ou epidemias (haja vista os anos 1999, 2000 e o grande aumento do número de casos em 2001 e 2002, os anos 2004, 2005 e 2006 que antecederam a epidemia de 2007 e 2008 e 2009 que antecederam a epidemia de 2010).

O trabalho de combate ao vetor do vírus dengue foi sistematizado em 1997 com a implantação do PEAAe (BRASIL, 1996). As recomendações técnicas permitiram um melhor direcionamento das ações de controle homogeneizando as atividades de controle executadas pelos municípios. Pode-se citar, como ações direcionadas ao combate do vetor do dengue, as visitas casa-a-casa, o controle de pontos estratégicos, atividades educativas, pesquisas e os mutirões de limpeza. Especificamente sobre as atividades educativas, Donalísio et al. (2001) apresentou como relevante o investimento em métodos educacionais que permitam a associação clara por parte da população de quais atividades efetivamente auxiliam no controle da doença.

A reorganização dessas ações resultou no aprimoramento dos métodos de controle e em 2002 foi lançado o Programa Nacional de Combate a Dengue (BRASIL, 2002). Esse novo instrumento maximizou as ações de articulação inter-setorial, reforçando o conceito de que a dengue é um problema das diversas esferas do poder público e particular, e que exige fundamentalmente a co-gestão entre os diversos atores envolvidos para o controle efetivo da doença.

A existência dos programas Federal e Estadual de combate à dengue e a análise do histórico da doença entre os anos de 1995 a 2006 tornou necessária a criação de estratégias técnicas para o enfrentamento da doença. Nesse sentido, em 2006, foi elaborado o Plano Municipal de Contingência da Dengue, sendo diagnosticadas as principais fragilidades do trabalho e pactuando-se as ações necessárias para o enfrentamento de futuros períodos epidêmicos da doença. Entretanto, a existência do plano não foi suficiente para conter o avanço da doença resultando em 638 casos de dengue no ano de 2007.

Nesse aspecto, é fato comum os municípios apresentarem descontinuidade de ações preventivas da doença, seja por aspectos políticos ou por reorganização técnico/política. A imprudência resultante de algumas dessas atitudes conduz, invariavelmente, às epidemias cíclicas.

Devem-se registrar os esforços das esferas Federais e Estaduais, esta última representada pela Superintendência de Controle de Endemias (SUCEN), na busca por estratégias eficazes de controle do *Ae. aegypti*, assim como buscam impedir a desarticulação das ações de combate à dengue por meio de reuniões e manuais técnicos construídos, muitas vezes, junto com os municípios.

Em 2008, verificou-se grande redução dos casos de dengue no município de Santa Bárbara d'Oeste, assim como na região metropolitana de Campinas (RMC). Essa diminuição no número de casos está, muito provavelmente, relacionada à redução de susceptíveis em face à epidemia que ocorrera no ano anterior. Nesse aspecto é conveniente citar que os valores referentes aos casos positivos detectados pelo sistema de saúde podem estar muito aquém do número de pessoas que efetivamente tiveram contato com o vírus, uma vez que a subnotificação é uma realidade na epidemiologia da doença (LIMA et al., 1999).

A reorganização dos trabalhos de controle da dengue teve início no ano de 2009, na tentativa do governo municipal adequar recursos e equipamentos em conformidade com as recomendações do órgão estadual. Nesse mesmo ano, Santa Bárbara d'Oeste, registrou 42 casos positivos de dengue, sendo possível o incremento das ações através da contratação de funcionários, da ampla divulgação dos trabalhos, além de oficinas direcionadas às Unidades Básicas de Saúde com objetivo específico de reduzir a subnotificação.

Embora o número de casos tenha diminuído nos últimos anos citados, Azevedo (2013), verificou que tanto os municípios que compõem a região metropolitana de Campinas quanto o município de Santa Bárbara d'Oeste apresentaram elevados índices de insalubridade em relação à dengue, podendo até, em alguns casos, até ser considerados como insalubres. Fato que pode ter sido culminante para que em 2010, o município barbarensense tenha sofrido com uma grande epidemia.

Em 2010, ocorreu a maior epidemia de dengue da sua história em Santa Bárbara d'Oeste contabilizando um total de 1172 casos da doença. Foram desencadeadas grandes ações de mobilização social com a participação da população através de reuniões e mutirões de limpeza. Essas atividades contaram com a mobilização da

comunidade civil e representantes do poder público. Nestes encontros foram discutidas questões como o quadro epidemiológico da região, os equipamentos e ações necessárias para a intervenção e combate à doença, assim como a corresponsabilização estratégica dos processos de trabalho. A estratégia de mobilizar a população permitiu que o poder público atuasse de maneira mais sensível na vigilância epidemiológica da doença, uma vez que as pessoas visualizavam a dengue com maior frequência e proximidade. Os trabalhos realizados permitiram a coleta de informações que posteriormente contribuíram para o reconhecimento dos sintomas mais frequentes (febre, mialgia, cefaleia e artralgia) e as faixas etárias mais acometidas para ambos os sexos (PIOVEZAN et al., 2012a).

O aumento do número de casos em 2010 pode estar associado a diversos fatores. Entre esses, pressupõem-se que os mais importantes seriam a alta infestação pelo vetor, o aumento da suspeição, a circulação concomitante de dois sorotipos (DEN-1 e DEN-2), a alta precipitação e a alta temperatura que ficaram acima da média tanto no quarto trimestre de 2009 quanto no primeiro trimestre de 2010.

Ao longo dos anos estudados, a distribuição dos casos de dengue seguiu o padrão sazonal das estações, observando-se um maior número de casos nos meses com maior precipitação e temperaturas mais altas. Na Figura 4 pode ser observada a distribuição mensal dos casos de dengue nos anos de 2001, 2002, 2007 e 2010, respectivamente, os de maior número de casos.

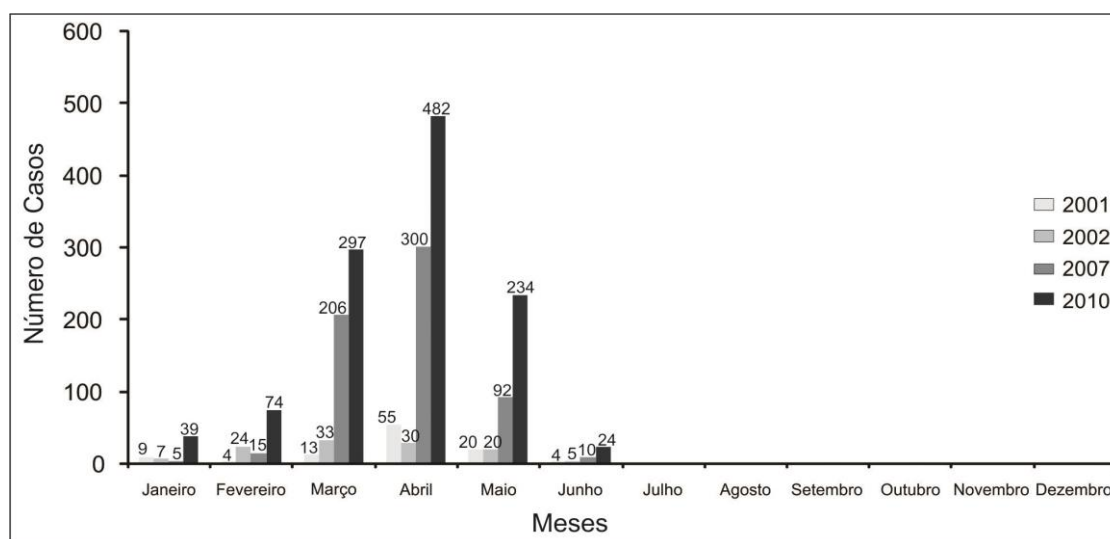


Figura 4. Distribuição dos Casos de Dengue durante os anos epidêmicos hierarquizados por meses

Fonte: Vigilância Epidemiológica - Município de Santa Bárbara d'Oeste

A incidência da doença seguiu, de forma geral, a tendência do Estado de São Paulo, conforme se observa na Figura 5. Mantendo-se da média nacional e do estado de São Paulo, excetuando-se os anos de 1995, 1997, 2007 e 2010. O valor do coeficiente de incidência em 2007 foi de 341,3 casos para 100.000 habitantes sendo o sorotipo circulante o DEN – 3. Em 2010, a incidência foi de 603,3 casos para 100.000 habitantes e circularam os sorotipos DEN – 1 e DEN – 2.

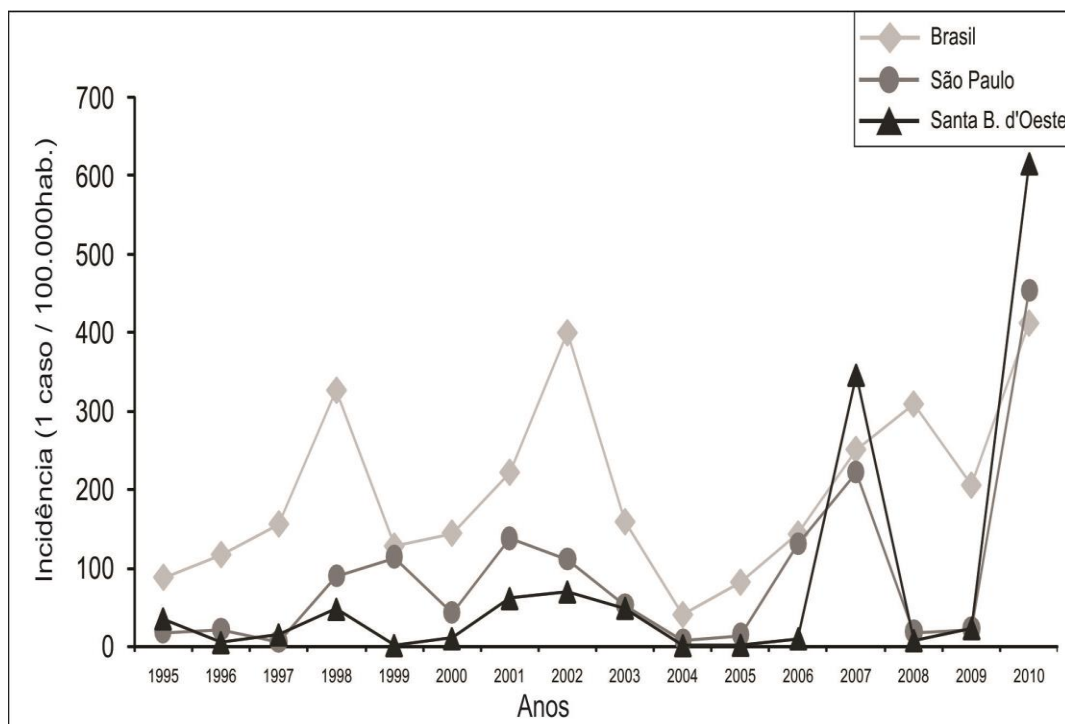


Figura 5. Incidência de dengue de 1995 a 2010 no município de Santa Bárbara d'Oeste

Fonte: SINAN - Ministério da Saúde (2010)

Em termos de distribuição dos casos em relação ao sexo, foram 1170 (49,72%) casos positivos em pessoas do sexo masculino e 1183 (50,28%) casos positivos em pessoas do sexo feminino. A distribuição dos casos de dengue entre os sexos pode ser observada na Figura 6. Constatou-se uma inversão no grupo mais atingido pela doença. Até o ano de 2006 a maioria dos casos de dengue ocorreu em mulheres, mas a partir de 2007 os homens passaram a ser mais acometidos pela doença.

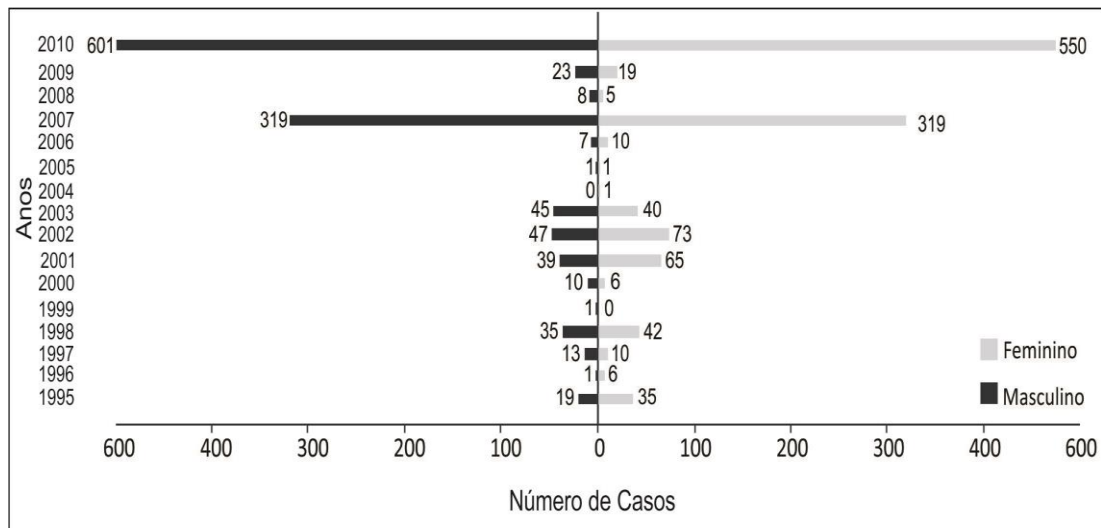


Figura 6. Distribuição dos casos de dengue por sexo em Santa Bárbara d'Oeste

Fonte: Vigilância Epidemiológica - Município de Santa Bárbara d'Oeste

Em relação à distribuição espacial da epidemia de dengue, a Figura 7 ilustra a tendência histórica da transmissão da dengue na cidade. Neste mapa pode-se perceber que há uma tendência de que as epidemias de dengue se iniciem a sudeste da área urbana nas proximidades do Jardim dos Cedros nas cercanias da Rodovia Luiz de Queiroz (SP – 304).

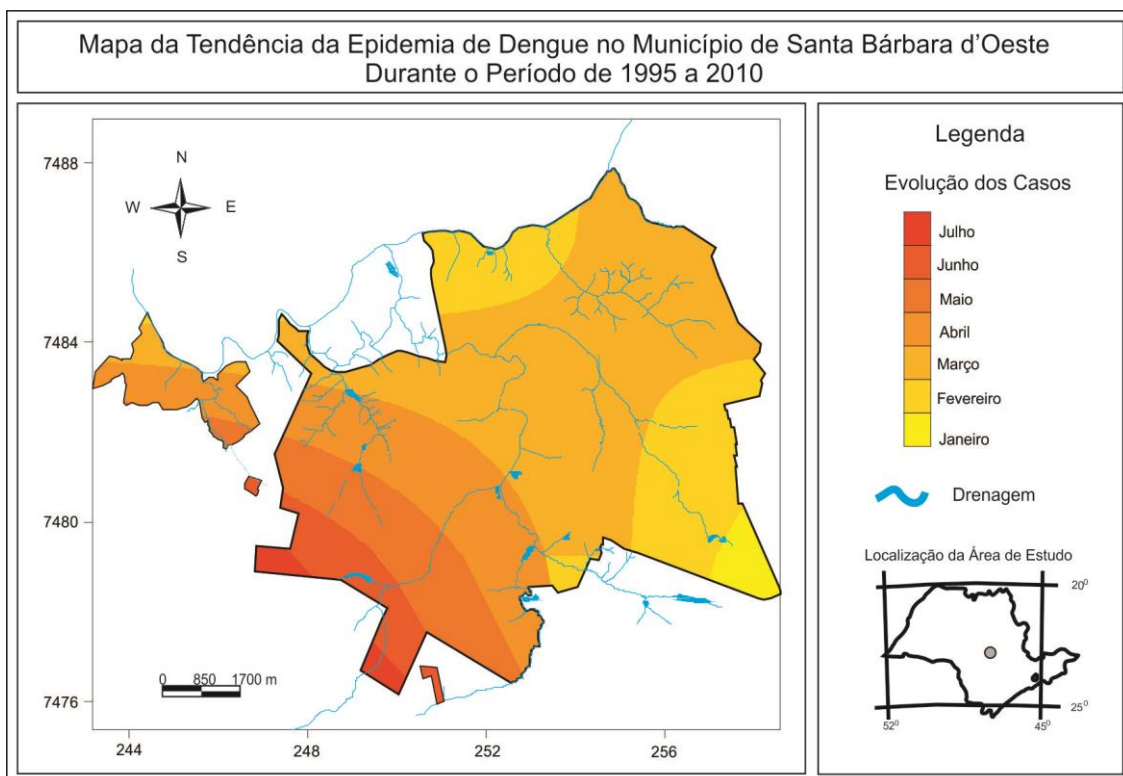


Figura 7. Mapa de tendência de casos de dengue

Em fevereiro são destacadas duas áreas de transmissão de dengue. A primeira é representada pelos bairros Mollon e Jardim Pântano, contíguos as áreas onde há a tendência de início da transmissão de dengue. A segunda área de atuação desta endemia está localizada no extremo norte do município, onde se localizam os bairros Orquídeas, Planalto do Sol e Nova Conquista que historicamente apresentam problemas com relação à transmissão da doença (PIOVEZAN et al., 2012a), assim como são áreas com grande probabilidade de ocorrência do *Ae. aegypti* (PIOVEZAN et al., 2012b).

A partir de março o município apresenta transmissão viral em quase todo seu território, pois o complexo de Bairros denominados de Jardim Europa, unem as duas áreas epidêmicas anteriores em uma única superfície. O adensamento populacional e a conurbação com a cidade de Americana podem proporcionar o rápido deslocamento espacial da dengue em virtude do trânsito de pessoas entre as duas cidades. Em abril, as áreas centrais são atingidas totalmente, fato pelo qual coincide com a dinâmica mensal dos casos que apresentam grande aumento nos meses de março e abril. Nos meses posteriores, junho e julho respectivamente, poucos espaços do perímetro urbano de Santa Bárbara d'Oeste restam para serem acometidos por esta doença, contudo a dengue completa a sua evolução geográfica temporal atingindo estas áreas.

A Figura 7 também nos mostra que, de maneira geral, a epidemia de dengue em Santa Bárbara d'Oeste possui uma tendência de propagação que vai de Nordeste para Sudoeste (NE – SW).

No mapa variográfico (Figura 8), onde se obtém uma visão geral da variabilidade espacial dos casos de dengue. Através desta imagem foi possível detectar que a direção mencionada acima é a de maior continuidade espacial da variável estudada.

Estas constatações foram primordiais, pois só assim pode-se verificar o comportamento anisotrópico da dengue. Segundo Isaaks e Srivastava (1989) e Carmargo et al. (2001), a anisotropia é caracterizada pela variabilidade ou distribuição espacial de um determinado elemento que ocorre mais intensamente numa direção.

Este comportamento espacial da variável regionalizada estudada permitiu que o ajuste do semivariograma experimental fosse efetuado com mais precisão (Figura 8). O modelo de ajuste encontrado foi o Gauseano com um alcance de 176 metros. Estas informações permitiram dimensionar os limites de interesse, verificando desta maneira que a estrutura de autocorrelação espacial fora estipulada em 176 metros.

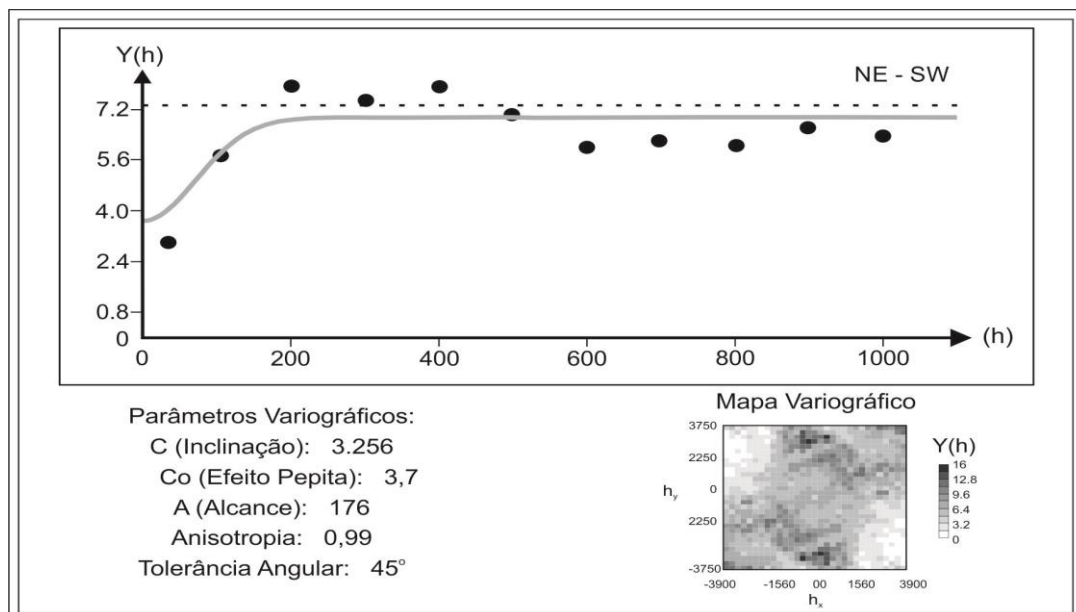


Figura 8. Semivariograma Gaussiano ajustado

O valor de autocorrelação encontrado neste trabalho é inferior ao inferido por Piovezan et al (2012b), onde a estimativa para criadouros de *Ae. aegypti* fora de 270 metros. Estes resultados são esperados, uma vez que, os criadouros estão dispersos no ambiente de maneira menos concentrada do que as pessoas, haja vista que, por exemplo, para um índice de infestação como o de Breteau, com valor 5, temos que para cada 100 imóveis visitados são encontrados 5 criadouros positivos com larvas do mosquito.

Ou seja, a cada duas quadras temos cinco criadouros encontrados, enquanto que nessa mesma área, temos em média, para o município de Santa Bárbara d'Oeste, cerca de 400 pessoas. Estas informações permitem verificar que a presença humana é um fator primordial para a ancoragem dos surtos epidêmicos, já que a coexistência de criadouros com os humanos proporciona uma otimização no forrageamento do mosquito vetor, que não precisa se deslocar muito para se alimentar, porém pode utilizar dessa estratégia para alçar voos mais distantes e assim disseminar o vírus da dengue em uma área maior.

Do ponto de vista geográfico, esta averiguação ressalta a importância do planejamento urbano voltado para os assuntos sanitários e de saúde, já que neste caso, o adensamento urbano pode ser crucial para o estabelecimento de grandes epidemias.

De posse de tais informações, o raio de influência do estimador Kernel foi inferido e o cartograma da densidade histórica dos casos de dengue, para o período de 1995 a 2010, da cidade de Santa Bárbara d'Oeste, foi compilado (Figura 9).

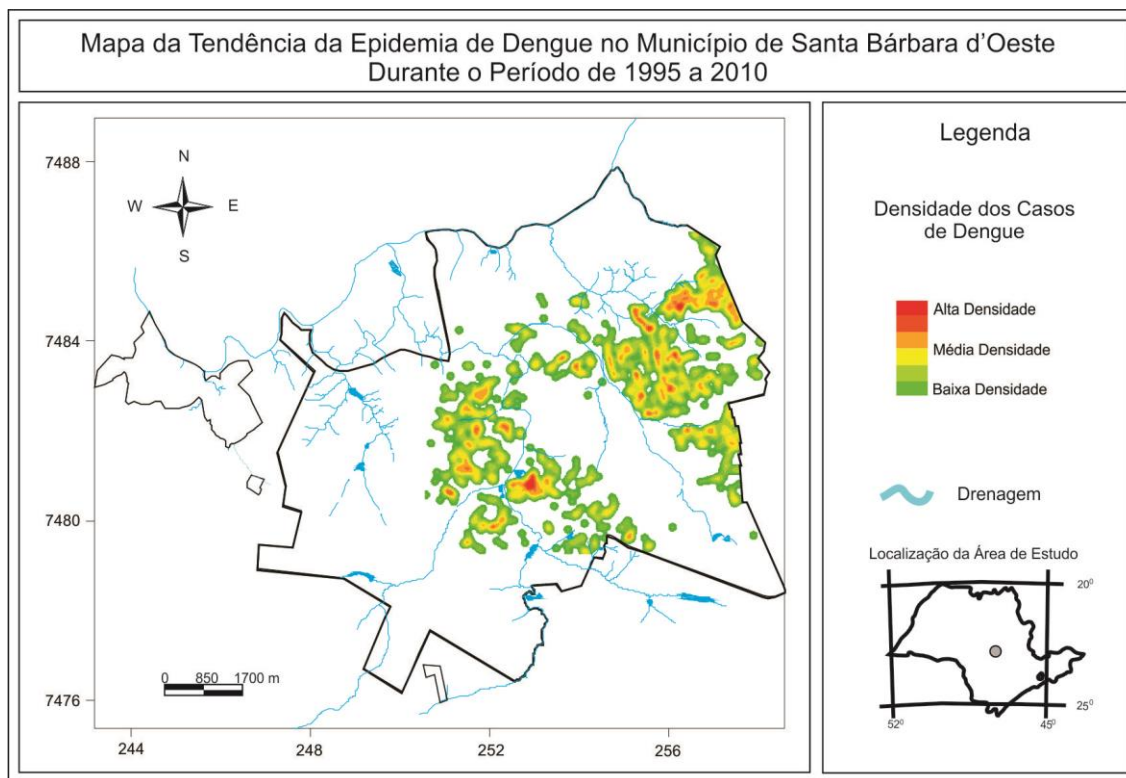


Figura 9. Mapa da Densidade Kernel dos casos de dengue

Na Figura 9 observa-se que as áreas com maior densidade de casos e consequentemente as áreas mais críticas em relação à dengue encontram-se distribuídas em três porções da cidade de Santa Bárbara d'Oeste. A primeira área que se destaca está localizada na porção centro-sul do município, onde se localiza o bairro do Sartori.

A segunda região barbarensense que possui grande quantidade de casos está localizada a nordeste. Nesta porção da cidade localizam-se o complexo de bairros referentes ao Jardim Europa, o bairro Zabani e o assentamento Zumbi dos Palmares. Estas áreas se destacam por serem mais populosas, carentes e por estarem conurbadas com o Município de Americana.

Por fim, a última área de grande concentração de pessoas doentes pela dengue está localizada na porção sudeste do perímetro urbano, justamente nos bairros Mollon e Jardim Pântano. Coincidentemente esta região é a mesma onde a tendência da evolução temporal da epidemia se inicia. A provável circunstância para esse padrão espacial e temporal de casos está fundamentada nas condições socioeconômicas destes bairros, que além de serem populosos e antigos, proporcionam o desenvolvimento do mosquito vetor *Ae. aegypti*, devido às condições sinantrópicas encontradas. Além disso, outra hipótese para que a epidemia de dengue se inicie nestes locais está alicerçada no tipo de

ocupação laboral dos moradores destas áreas. Nesta porção da comuna barbarensense há a existência de munícipes que trabalham em outras localidades. Em virtude desta condição profissional tais pessoas possuem uma rotatividade de fluxo muito intensa, pois viajam para vários lugares diferentes. Assim, considerando a grande probabilidade de encontro de larvas de *Ae. aegypti* na região (PIOVEZAN et al., 2012b) e a possibilidade de contaminação com o vírus em outras localidades, configura-se condição essencial para a importação de casos de dengue no município e a deflagração epidêmica.

### **Considerações finais**

A dengue é uma doença de extrema importância para o sistema de saúde municipal. Ao considerarmos que Santa Bárbara d'Oeste apresenta fatores de risco para manifestação de formas graves da doença, como transmissão ininterrupta desde 1995 com circulação dos sorotipos DEN – 1, DEN – 2 e DEN - 3, ocorrência de óbito por FHD (Febre Hemorrágica do Dengue) em 2010 e risco da introdução do sorotipo 4, percebe-se que devem ser adotadas estratégias articuladas incrementando os trabalhos de suspeição e estratégias participativas de combate ao vetor para minimizar os riscos de morte pela doença.

No que diz respeito à circulação viral, faz-se necessário considerar que o fragmento da região metropolitana de Campinas composto pelos municípios de Americana, Campinas, Hortolândia, Nova Odessa, Paulínia, Santa Bárbara d'Oeste e Sumaré, apresenta conurbação, inexistência de barreiras geográficas, grande trânsito de pessoas que moram em municípios distintos daqueles em que trabalham. A análise do histórico da dengue mostra que nessa região citada a dengue é endêmica, já que o município de Santa Bárbara d'Oeste, segundo Piovezan et al. (2012a), convive com o *Ae. aegypti* e com os casos de dengue desde 1986.

A baixa evidência com que a doença é destacada nos veículos de comunicação assim como a não priorização das ações em alguns momentos pode acarretar, muitas vezes, na falsa impressão de controle, resultando no aumento de casos em anos seguintes. Da mesma forma, o incremento nos trabalhos de suspeição também pode elevar o número de casos à priori, mas a continuidade das atividades melhora a atenção à saúde fornecida a população e permite a gestor do programa de controle da dengue a estimativa real dos insumos necessários para o enfrentamento do problema.

Dessa forma, é fundamental a compreensão geral de que um maior investimento nas ações de controle pode, num primeiro momento, desencadear o aumento do número de casos notificados em virtude da demanda reprimida existente. Deve-se considerar que a dengue possui sintomatologia variada e as manifestações oligossintomáticas podem passar despercebidas pelos sistemas de atenção à saúde menos atentos. Essa questão é confirmada em trabalho realizado no município por Lima et al. (1999). Fica claro, portanto, que a subnotificação é uma barreira a ser vencida pelo município.

Os mapas permitem compreender visualmente a dinâmica da doença no município, apresentando de maneira autoexplicativa diversas informações importantes que geralmente são sistematizadas por meio de tabelas e números. Eles auxiliam o poder público na escolha de estratégias pertinentes, priorizando temporalmente e regionalmente ações que apresentam o maior impacto possível no controle da transmissão dessa enfermidade. Além disso, através dos métodos utilizados, foi possível verificar o maior acometimento dos homens em relação às mulheres indicando alterações no perfil de pacientes acometidos pela doença.

As informações de autocorrelação espacial indicam que as autoridades sanitárias devem investir no reconhecimento das áreas de transmissão, através de serviços sensíveis de procura ativa de suspeitos, reduzindo a subnotificação. A densidade demográfica mantém um estoque de hospedeiros as fêmeas do mosquito e a dispersão dos criadouros impele, muitas vezes, na distribuição dos ovos em reservatórios existentes em uma ampla área. A efetividade do controle de criadouros também deve ser considerada, para isso o município deve implantar estratégias eficazes na redução dos imóveis não trabalhados, como visitas nos finais de semana, e no controle dos criadouros que muitas vezes não são inspecionados, como é o caso daqueles encontrados em locais de difícil acesso, e cujo controle ineficaz resulta em dispersão ao invés do controle. Estes padrões de dispersão também foram encontrados por Focks et al. (2000).

Por fim, através da utilização das ferramentas geoestatísticas e conseqüentemente da elaboração dos mapas, foi possíveis buscar uma melhor compreensão da comunidade sobre as áreas mais problemáticas de ocorrência desta enfermidade, através de oficinas participativas que ocorreram no ano de 2010, direcionando ações educativas que tenham vínculo e significado para os públicos alvos, mobilizando tanto a sociedade civil quanto a gestão pública para a responsabilização no combate ao vetor e a doença.

## Referências

AZEVEDO, T. S. et al Análise espacial da epidemia de dengue ocorrida no município de santa bárbara d'oeste – sp (Brasil) e a sua correlação com variáveis socioeconômicas: um estudo baseado no uso de indicadores locais de associação espacial. In: IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE, Presidente Prudente, de 19 a 22 de novembro 2012. Anais... Presidente Prudente: UNESP, 2012. p. 200 a 2013.

AZEVEDO, T. S Salubridade ambiental dos municípios da Região Administrativa de Campinas (RADCAMP) no Estado de São Paulo – Brasil: um estudo de caso em relação às epidemias de dengue. In: X ENANPEGE, Campinas, de 7 a 19 de outubro de 2013. Anais. Campinas: ANPEGE, 2013. p. 5688 a 5699.

BARBOSA G. L; LOURENÇO R. W. Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no município de Tupã, Estado de São Paulo. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. Rio de Janeiro: v.43, n.2. p.145-151, 2010

BRAGA, I.A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. Epidemiologia e Serviços de Saúde Brasília: v. 16, n. 2. p. 113-118, 2007.

Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Censo Demográfico 2010, Brasília, IBGE. < Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>> Acesso: 15/Janeiro/2014.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Plano Diretor de Erradicação do *Aedes aegypti* do Brasil, Brasília; janeiro de 1996.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue. Brasília: Ministério da Saúde, 1999.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. <disponível em: [http://portal.saude.gov.br/saude/area.cfm?id\\_area=920](http://portal.saude.gov.br/saude/area.cfm?id_area=920)>. Acesso: 12 de Janeiro de 2013.

CAMARGO, E. C. G.; FELGUEIRAS, C. A.; MONTEIRO, A. M. V. A importância da modelagem anisotrópica na distribuição espacial de variáveis ambientais utilizando procedimentos geoestatísticos. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Foz do Iguaçu, de 21 a 26 de abril de 2001. Anais... Foz do Iguaçu: INPE, 2001. p. 395 a 402.

CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G. Análise de eventos pontuais. In: Druck, S. et al. (Ed) Análise Espacial de Dados Geográficos, Planaltina: EMBRAPA, 2004. 209p.

DONALISIO, M. R.; ALVES, PINHEIRO, M. J. C.; VISOCKAS, A. Inquérito sobre conhecimentos e atitudes da população sobre a transmissão do dengue - região de Campinas São Paulo, Brasil - 1998. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. Rio de Janeiro: v.34, n 2. p. 197 a 201, 2001.

FLAUZINO, R. F.; SOUZA-SANTOS, R; BARCELLOS, C.; GRACIE, R. Flauzino RF, Souza-Santos R, Barcelllos C, Gracie R, Magalhães Mde A, Oliveira RM. Spatial heterogeneity of dengue fever in local studies, City of Niterói, Southeastern Brazil. São Paulo: Revista de Saúde Pública, v 43, n 6. p.1 a 8, 2009.

FOCKS, D. A.; R. J. BRENNER; J. HAYES; E. DANIELS. Transmission thresholds for Dengue in terms of *Aedes aegypti* pupae per person with discussion of their utility in source reduction efforts. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. v. 62. p. 11 a 18. 2000.

FOTHERINGHAM, A. S. et al. Quantitative geography. Londres: Sage. 2000. 270p.

Golden Software. Surfer for windows version 6.0: user's guide. Colorado: Golden Software. 1995.

ISSAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. An Introduction to Applied Geostatistics Oxford: Oxford University Press. 1989. 561 p.

KIMURA, R.; HOTTA, S. Studies on dengue vírus (VI). On the inoculation of dengue with vírus into mice. Nippon Igaku, v. 3379, p. 629-633, 1944.

Lawson, A. B. Bayesian disease mapping: hierarchical modeling in spatial epidemiology. Danvers: Taylor and Francis Press. 2009. 344 p

LIMA, V.L.C.; FIGUEIREDO, L.T.M.; CORREA F, H.R.; LEITE, O.F.; RANGEL, O.; VIDO, A.A.; OLIVEIRA, S.S.; OWA, M.A.; CARLUCCI, R.H. Dengue: Inquérito Sorológico pós-epidêmico em zona urbana do Estado de São Paulo (Brasil). Revista de Saúde Pública. São Paulo, v 33. n 6. P. 566 a 574, 1999.

MORAES, P. R. As áreas tropicais úmidas e as febres hemorrágicas virais: uma abordagem geográfica. São Paulo: Humanitas, 2008. 306p

NOBUCHI, H. The symptoms of a dengue-like illness recorded in a Chinese medical encyclopedia. Kanpo no Rinsho. v. 26. p. 422 a 425, 1979.

PFEITTER, D. et al. Spatial Analysis in epidemiology. Oxford: Oxford University Press. 2009. 142 p.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO) Dengue Regional Information: Number of Cases. <Disponível em:[http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2011/dengue\\_cases\\_2010\\_May\\_20.pdf](http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2011/dengue_cases_2010_May_20.pdf)>  
Acesso: 5 de Janeiro de 2014.

PIOVEZAN, R.; ROSA, S.L.; PENSUTI, M.; AZEVEDO, T.S.; VISOCKAS, A.; VON ZUBEN, C.J. ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO DOS CASOS DE DENGUE OCORRIDOS EM 2010 NO MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA D'OESTE – SP. Boletim Epidemiológico Paulista (BEPa). São Paulo , v. 9, n. 104, p. 4 a 13. 2012a.

PIOVEZAN, R.; AZEVEDO, T.S. ; VON ZUBEN, C.J. Spatial evaluation of larvae of Culicidae (Diptera) from different breeding sites: application of a geospatial method and implication for vector control. Revista Brasileira de Entomologia. Curitiba: v.56, n. 3. p. 368 a 376, 2012b.

SOUZA, L.J. Dengue: Diagnóstico, Tratamento e Prevenção. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2007.

USHIZIMA, T. M. Mapeamento da dengue na área urbana de Rio Claro (SP), no período de 2001 – 2003, e sua relação com condicionantes sócio-econômicas. 2005. 84f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. Geoestatística: conceitos e aplicações. São Paulo: Oficina de Textos. 2013. 215 p.

4.3 - ENTOMOLOGICAL SURVEILLANCE, SPATIAL DISTRIBUTION, AND DIVERSITY OF CULICIDAE (DIPTERA) IMMATURES IN A RURAL AREA OF THE ATLANTIC FOREST BIOME, STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL. PUBLICADO NA REVISTA: JOURNAL OF VECTOR ECOLOGY. V. 38, N° 2, P. 317-325. DEC 2013.

Rafael Piovezan<sup>1,4</sup>, Stéfany Larissa Rosa<sup>2</sup>, Matheus Lucca Rocha<sup>2</sup>, Thiago Salomão de Azevedo<sup>3</sup>, Cláudio José Von Zuben<sup>4</sup>

1. Prefeitura Municipal de Santa Bárbara d'Oeste – SP, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Estradas do Barreirinho, 1010, Chácara Wolf. E-mail: piovezan.rafael@gmail.com
2. Centro de Controle de Zoonoses - Santa Bárbara d'Oeste – SP
3. Faculdades Integradas Claretianas – Rio Claro – SP
4. Universidade Estadual Paulista, Departamento de Zoologia – Rio Claro - SP

### Abstract

Entomological surveillance, spatial distribution, and diversity of Culicidae (Diptera) immatures in a rural area of the Atlantic Forest biome, State of São Paulo, Brazil. Because of the high adaptive capacity of mosquitoes, studies that focus on transitional environments become very important, such as those in rural areas, which are considered as bridges between wild diseases and human populations of urban areas. In this study, a survey of the existing species of mosquitoes was performed in an Atlantic Forest area of the city of Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo state, Brazil, using traps for immatures and analyzing the frequency and distribution of these insects over the sampling months. Five mosquito species were found: *Aedes albopictus* (the most frequent species), *Aedes aegypti*, *Aedes fluviatilis*, *Culex quinquefasciatus*, and *Toxorhynchites theobaldi*. The 4,524 eggs collected in ovitraps showed the presence of the tribe Aedini. *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* were identified after larval hatching in the laboratory, with different spatial distributions: the first of which coincides with the area of greatest diversity calculated using the Simpson index, while the second does not. The association of ecological analysis of spatial diversity with simple methods of data collection enables the identification of possible epidemiological risk situations and is a strategy that may be implemented to monitor ecological processes resulting from the interaction among different species of mosquitoes.

**Key words:** *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, spatial distribution, surveillance, spatial diversity, ecology.

## Resumo

Devido à alta capacidade de adaptação dos mosquitos, os estudos que se concentram em ambientes de transição se tornam muito importantes, tais como aqueles em áreas rurais, que são considerados como pontes entre as doenças silvestres e as populações humanas de áreas urbanas. Neste estudo, um levantamento das espécies existentes de mosquitos foi realizada em uma área de Mata Atlântica da cidade de Santa Bárbara d'Oeste, Estado de São Paulo, Brasil, utilizando armadilhas para imaturos e analisar a frequência ea distribuição desses insetos sobre o meses de amostragem. Cinco espécies de mosquito foram encontrados: *Aedes albopictus* (as espécies mais frequentes), *Aedes aegypti*, *Aedes fluviatilis*, *Culex quinquefasciatus*, e *Toxorhynchites theobaldi*. Os 4.524 ovos coletados em ovitrampas mostrou a presença da tribo Abedini. *Aedes aegypti* e *Ae. albopictus* foram identificadas após incubação das larvas no laboratório, com diferentes distribuições espaciais: o primeiro dos quais coincide com a área de maior diversidade calculada usando o índice de Simpson, enquanto que o segundo não. A associação da análise ecológica da diversidade espacial com métodos simples de recolha de dados permite a identificação de possíveis situações de risco epidemiológico e é uma estratégia que pode ser implementado para monitorar processos ecológicos resultantes da interação entre diferentes espécies de mosquitos.

**Palavras chave:** *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, distribuição espacial, levantamento, diversidade espacial, ecologia.

## Introduction

Because of the great importance of mosquitoes in pathogen transmission, methodologies normally employed in entomological surveillance have been used to conduct studies focusing on the knowledge of biological and ecological characteristics of vectors and their levels of interaction with their hosts, aiming to adopt prevention and control measures (Gomes 2002). Among the entomological surveillance activities, simple methods such as traps to collect eggs (ovitraps) and larvae (larvitrap) have been considered to be very effective. In Brazil and other countries, the use of these tools is suitable for areas not infested with *Aedes aegypti*, serving to monitor the introduction of this species (Brazil 2009; Silva et al. 2009).

Silva et al. (2009) reported that egg-catching traps were primarily used by Fay and Perry in 1965, aiming to detect the presence of *Ae. aegypti*. The advantage of the ovitrap is that it allows the presence of mosquitoes to be observed throughout the year,

even in drought periods, since the water supply remains constant in it (Miyazaki et al. 2009).

Larvitrap are another way to monitor immature Culicidae larvae. The traps are usually made with used tires, using fluctuations in precipitation or artificial water replacements to induce egg hatching, with subsequent sample processing. Its use is recommended for surveillance of mosquito populations and for early detection of new infestations (Braga and Valle 2007).

The increasing adaptation of insects like *Ae. aegypti* to different conditions reveals the need to develop actions that seek to establish how colonization by this species occurs. In rural areas or areas with rural characteristics, surveys of Culicidae fauna are not as frequent as in urban areas (Barbosa et al. 2009), but they could provide important information about the ecological dynamics of mosquitoes established in these locations (Zequi et al. 2005).

For these reasons, monitoring the mosquito fauna that occur in ovitraps and larvitrap is an important tool to increase biological knowledge of the species that use artificial recipients as larval habitats. Moreover, a better understanding of the ecological interactions among species and an analysis of the spatial diversity of mosquitoes may also contribute to assess the processes of insect pest infestation in rural areas.

This work surveyed immature mosquitoes in a rural area of the municipality of Santa Bárbara d'Oeste, located in a mix of Cerrado and Atlantic Forest Biome in São Paulo State, Brazil, using ovitraps and larvitrap. The spatial distribution and diversity of mosquitoes were also considered.

### **Materials and methods**

The city of Santa Bárbara d'Oeste is located in the Metropolitan Area of Campinas, São Paulo state, Southeastern Brazil, and it lies at 22,75 South Latitude and 49,38 West Longitude. Its area totals 271 Km<sup>2</sup> and its population is 180,009 inhabitants (IBGE 2010). The terrain is undulating and the weather, according to the Köppen classification, is Cwa type, characterized as Humid Subtropical, with dry winters and average rainfall of 1,466 mm (UNICAMP 2013).

Samples were collected from March 2010 through April 2011, totaling 13 months of monitoring. Eighteen localities were randomly selected in the Cruzeiro do Sul District, which is geographically isolated from the city's urban area (Figure 1). One

ovitrap and one larvitrap were installed in each locality, which were inspected weekly by vector control staff of the city's Center for Zoonosis Control.

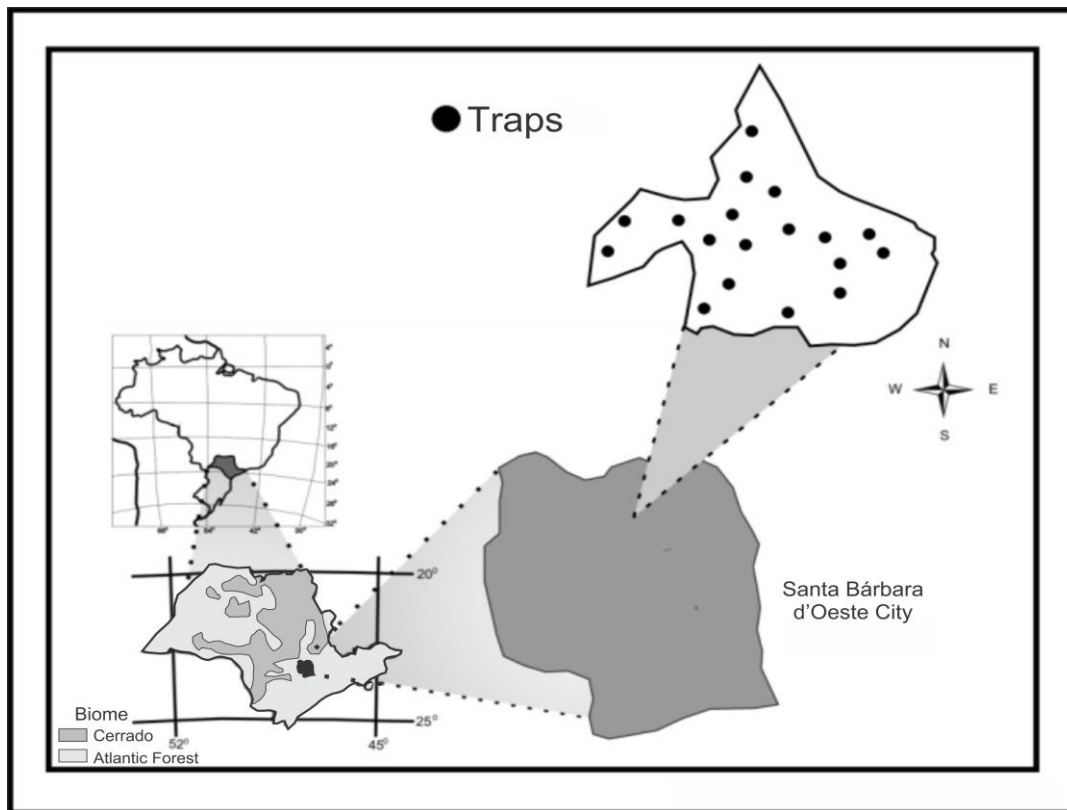


Figure 1. Study area in the Atlantic Forest biome, State of São Paulo, Brazil

The larvitrap consisted of transversely cut tires that were fixed with a strap to the chosen locations. After installation, the tires were filled with approximately one liter of trap water and left until a subsequent inspection in the following week. The ovitraps were comprised of a dark plastic container similar to plant pots, with a capacity of approximately 500 ml. A wooden palette measuring approximately 3.5 cm in width, 14 cm in length and 5 mm in thickness was placed into each remaining container submerged in the water, with the rough face down and inclined toward the liquid surface. The traps were placed in shaded and sheltered areas around the homes. During the collections, the palettes were collected, separately packed, identified and sent to the laboratory. If larvae were present, they were collected with pipettes and stored in plastic tubes, also properly identified. The larvitrap and ovitrap were visually inspected, and the most developed larvae were collected. Then, the liquid of the trap was filtered with the aid of a strainer and the larvae found were transferred into plastic tubes. In the laboratory, the palettes were kept at room temperature for drying. Then, with the aid of

a stereomicroscope, the eggs were removed from the palettes and placed in 50 ml plastic containers for larval hatching.

Larvae were identified in the laboratory by analyzing individual vials resulting from the collections. The material was placed into a Petri dish and, with the aid of a fine brush, the larvae were subsequently transferred to microscope slides for species identification with the use of dichotomous identification keys (Consoli and Oliveira 1994; Forattini 2002).

Results of collections were insert into a spatial database. This procedure was designed to show the spatial distribution of Culicidae species in Cruzeiro do Sul rural District of Santa Bárbara d'Oeste. For the analyses, the following procedures were addressed:

### **Seasonal spatial analysis of egg densities**

This analysis was performed from the collection of semivariograms of egg density categorized into hierarchies by season (fall, winter, spring and summer) for each collection locality. According to Gringarten and Deustsch (2001), the determination of the semivariogram is the first and most important step, since this kind of approach analyzes the spatial dependence of the values of a  $V(x)$  variable, separated by a  $\Delta h$  vector.

Andriotti (2004) set the semivariogram as the variance of the committed error by the estimation of an unknown content in  $(x + h)$  by the aid of a given point on  $(x)$ , i.e. variograms express the spatial distribution of a continuous variable, showing its zone of influence, anisotropic aspects, implying in preferential direction for the spatial distribution of variable (Pfeiffer et al. 2008) and the presence of anomalies caused by sampling error or random components.

With the Variowin software (Pannatier 1996), seasonal semivariograms of the egg density of mosquitoes were estimated. After the development of the experimental variograms, a mathematical model fitting the variability in the data set was established. This was done because the adequacy of a mathematical model allows the estimation of more accurate and more reliable surfaces.

Therefore, ordinary kriging was adopted as the interpolation method to compile maps of seasonal egg densities of mosquitoes. This procedure was performed on the Surfer software (Golden Software 1995) and resulted in the construction of four

quantitative isopleth maps, a kind of map that consisting of lines connecting places of values distribution for egg densities, showing the spatial distribution of this variable.

### **Spatial analysis of the distribution of culicidae**

At this stage, the georeferenced locations of the traps with shapefile format were adopted as plans of spatial information. This database was exported to the ArcView Geographic Information System (Esri 1996), where the data on positivity of mosquito species were inserted. The ArcView GIS has a vector data storage format based on files, i.e. the attributes of geographic elements are stored in a database called attribute table. Each row of this table contains the descriptive information of a single feature and the defined columns or fields are the same for each row (Câmara and Monteiro 2004).

The connection between the geographic features and the attribute table is ensured by the geo-relational model, i.e. a unique identifier that performs the connection between them, maintaining a correspondence between the spatial and the attribute records. According to Câmara and Monteiro (2004), once this connection is established, information can be stored or displayed on the map. The attribute table was supplied with the occurrences of mosquito species categorized into hierarchies in the three following ways: total number of species, species in tires and species in plastic containers pots. This procedure allowed the compilation of three thematic maps, where the locations with the highest frequency of mosquitoes were identified.

### **Seasonal spatial analysis of the diversity of culicidae**

To perform this spatial analysis, the Shannon and Simpson diversity indices were first estimated for each trap distributed in the Cruzeiro do Sul District, city of Santa Barbara d'Oeste.

The procedures employed to calculate these indices are described in Magurran (1988). The Shannon index can be described as follows:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

where  $p_i$  is the proportional abundance of the  $i$ th species

The Simpson index is given by:

$$D = \sum [n_i (n_i - 1)] / [N (N - 1)]$$

where  $n_i$  is the total number of individuals of the  $i$ th species and  $N$  is the total number of individuals.

After estimating these parameters, the same procedure described in the “Seasonal spatial analysis of egg densities of Culicidae” subtitle was adopted. Results of Shannon and Simpson diversity indices estimation allowed the construction of isopleth quantitative maps showing the spatial distribution of Culicidae.

## Results

Nine hundred seventy palettes were obtained from ovitraps and 970 collections in larvitrap were performed. Both techniques were used simultaneously in the same locations. Larvae were found in tires (larvitrap) in 363 inspections and in plant pots (ovitraps) in 137 inspections, totaling an overall positivity of 37.4% and 14.1%, respectively. In ovitrap palettes, there were mosquito eggs in 154 inspections. The Ar 01, Ar 12 and Ar 13 traps were removed before the end of the study, in the 4th, 30th and 36th weeks, respectively, because of the residents' request or shift.

The survey of larvitrap was more diverse, with the identification of at least six distinct species and the best conditions of cohabitation, with up to three species found per trap. Co-occurrence was observed on 12 occasions in ovitraps and on 43 occasions in larvitrap. Ar 14 was the trap that showed the highest level of cohabitation, with eight cases of co-occurrence.

In the collections made in larvitrap, five species of the family Culicidae were identified: *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894), *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762), *Aedes (Ochlerotatus) fluviatilis* (Lutz, 1904), *Toxorhynchites (Lynchiella) theobaldi* (Dyar and Knab, 1906) and *Culex (Culex) quinquefasciatus* (Say, 1823). Larvae taken from the water inside the containers with the ovitraps showed low diversity, with the presence of the above species, except *Cx. quinquefasciatus*.

The ovitraps were positive in 15.9% of the 970 samples, totaling 4,524 eggs, from which 910 larvae hatched (20.1%) in the laboratory, allowing their identification. After removing the eggs from the palettes and submerging them in water, only two species were found, *Ae. albopictus* and *Ae. aegypti*. The presence of eggs of both species on the same palette was observed six times (3.9% of total).

*Aedes albopictus* appeared as the most frequent and abundant species in both types of traps, totaling 85% of all species found alone and 86% of cohabitation occurrences in the collections made in larvitrap, i.e., the presence of at least two species in the same collection. In plant pots (ovitraps), larvae of this species accounted for 80.8% of those found alone and 91.7% of cohabitations. As the collection of larvae,

the traps were there was a higher frequency of against of larvae with *Ae. albopictus*, were Ar 02, Ar 10 and Ar 18 in tires, and Ar 18, Ar 03, Ar 07 and Ar 10 in plastic containers. In the ovitraps, this species accounted for 84.7% of eggs whose larvae hatched, and the Ar 14 trap showed the highest number of positive samples (15 in all) during the 60 weeks of the study.

The second most frequent species was *Ae. aegypti*. This species represented 8.1% of the total larvae in larvitrap and 15.2% in ovitraps. It had positive identification in 14 weeks of collections in the Ar 14 trap, which showed to be the most visited by this species. Others seven different locations were positive for this species during research collection. Eggs of this species were found in palettes of ovitraps on 17 occasions, resulting in a total of 139 eggs whose larvae hatched (15.3% of the total number). The Ar 2 trap was the one that showed the highest number of *Ae. aegypti* eggs that hatched and the only trap that had a higher proportion of this species than that of *Ae. albopictus*.

The two species mentioned above were the only collected through ovitraps and the variographic analysis of the seasonal density of eggs can be observed in Figure 2.

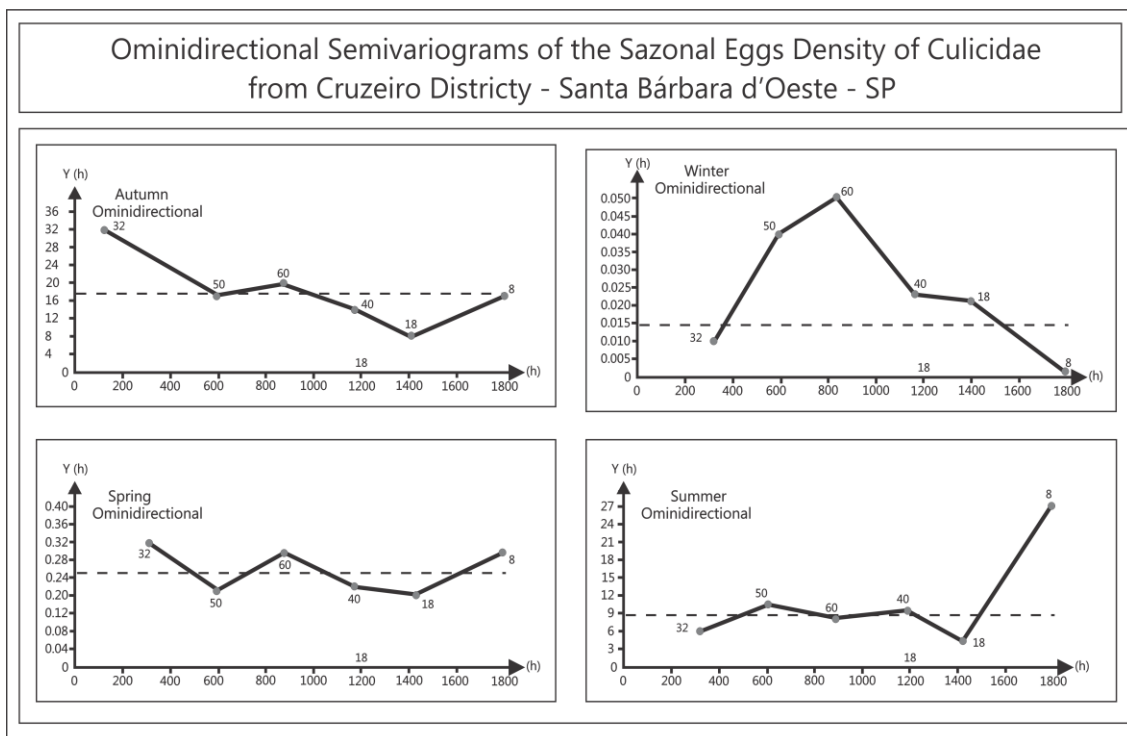


Figure 2. Semi-variograms of seasonal density of eggs

All semivariograms in the Figure 2 showed the nugget effect. According to Andriotti (2004), this situation reflects the lack of spatial correlation between the

sampling points. These results prevent the use of the kriging method as an interpolator in the generation of surface maps. The hypothesis developed to substantiate the lack of spatial correlation could be based on sampling errors or on the scalar response that this variable assumes, i.e. the scale that the density of eggs responds to cannot be verified using this approach. Probably, if sampling methods used a smaller scale and traps were distributed in a greater number of residences, the nugget effect could be avoided.

From these results, the minimum curvature method for interpolation was used. According to Cressie (1993), this method adjusts differential equations for a continuous surface from irregularly distributed data points. This estimator generates maps with smooth contours that are absolutely faithful to the original data (Figure 3). The northeastern area of the District had higher densities of eggs collected during spring, summer and fall.

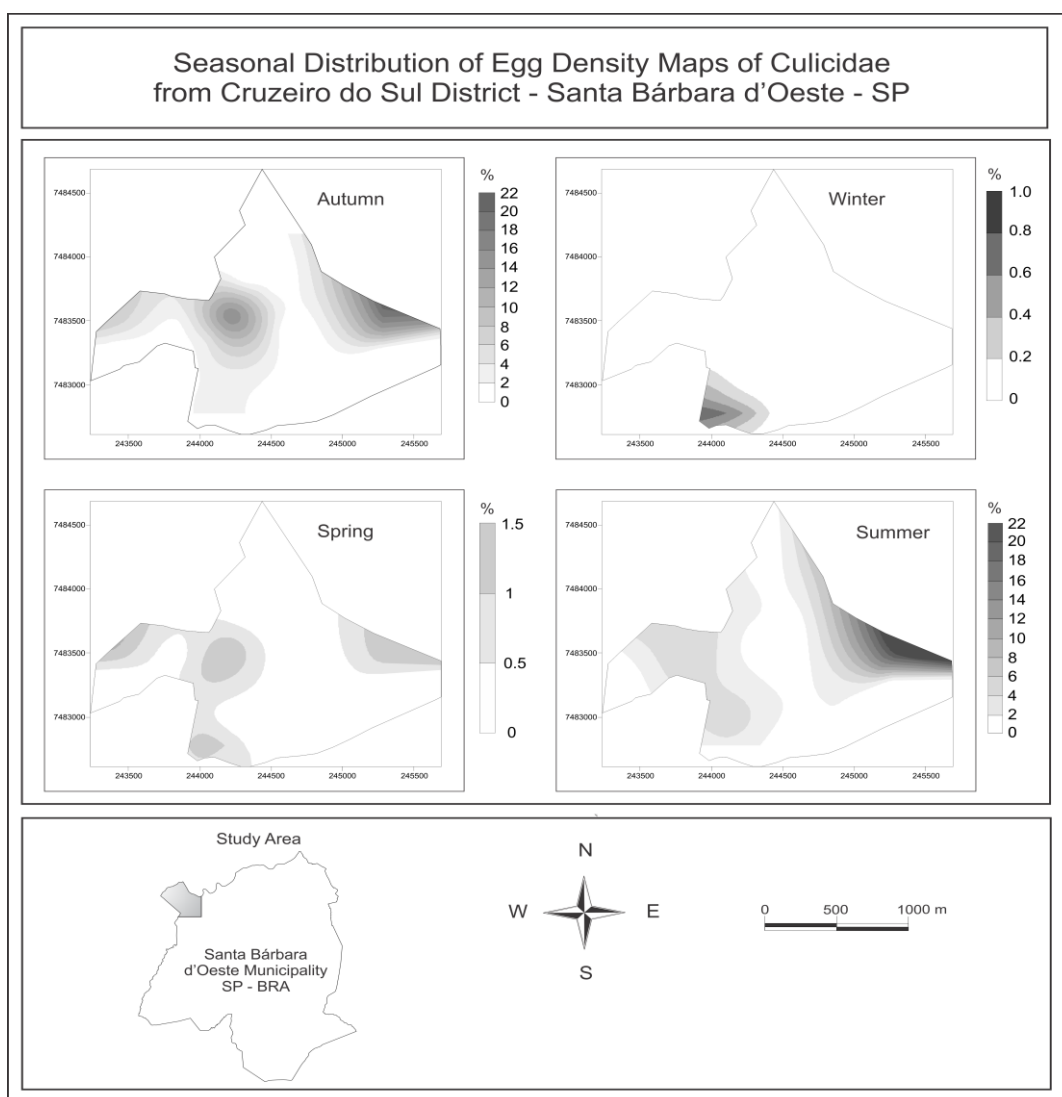


Figure 3. Seasonal distribution of egg density maps

The other Culicidae species occurred in a smaller proportion than the two previously mentioned. *Aedes fluviatilis* showed, under isolated conditions (i.e, there was only one species during the collection), a frequency of 3.1% in the larvitrap and 1.6% of the total samples, being more frequent in the Ar 14 trap. Another species found in isolated conditions was *Tx. theobaldi*, present in 1.6% of the collections in tires and in 0.8% of collections in plant pots. *Culex quinquefasciatus* was the least frequent in the survey, with 0.6% of isolated occurrences in the tires and no isolated occurrence in plant pots. Cohabitations are described in Table 1.

Table 1. Species in cohabitation and occurrences in the pot and tire traps.

Larval species in cohabitation	Occurrences (%)	
	Pot	Tire
<i>Ae. albopictus</i> x <i>Ae. aegypti</i>	41.6	41.9
<i>Ae. albopictus</i> x <i>Ae. fluviatilis</i>	8.3	13.9
<i>Ae. albopictus</i> x <i>Tx. theobaldi</i>	8.3	11.6
<i>Ae. albopictus</i> x Chironomidae	33.3	13.9
<i>Ae. albopictus</i> x <i>Ae. aegypti</i> x <i>Ae. fluviatilis</i>	-	2.3
<i>Ae. albopictus</i> x <i>Ae. fluviatilis</i> x <i>Tx. theobaldi</i>	-	2.3
<i>Ae. aegypti</i> x <i>Ae. fluviatilis</i>	-	2.3
<i>Ae. aegypti</i> x <i>Cx. quinquefasciatus</i>	8.3	-
<i>Ae. aegypti</i> x <i>Tx. theobaldi</i>	-	2.3
<i>Ae. aegypti</i> x <i>Ae. fluviatilis</i> x Chironomidae	-	4.6
<i>Ae. fluviatilis</i> x <i>Tx. theobaldi</i>	-	2.3
<i>Ae. fluviatilis</i> x <i>Cx. quinquefasciatus</i> x Chironomidae	-	2.3

The spatial distribution of mosquito species can be seen in Figures 4 and 5. Figure 4 shows that *Ae. albopictus* is distributed throughout the sampled area, although its higher frequency clearly occurs in traps located in the south-central region of the district.

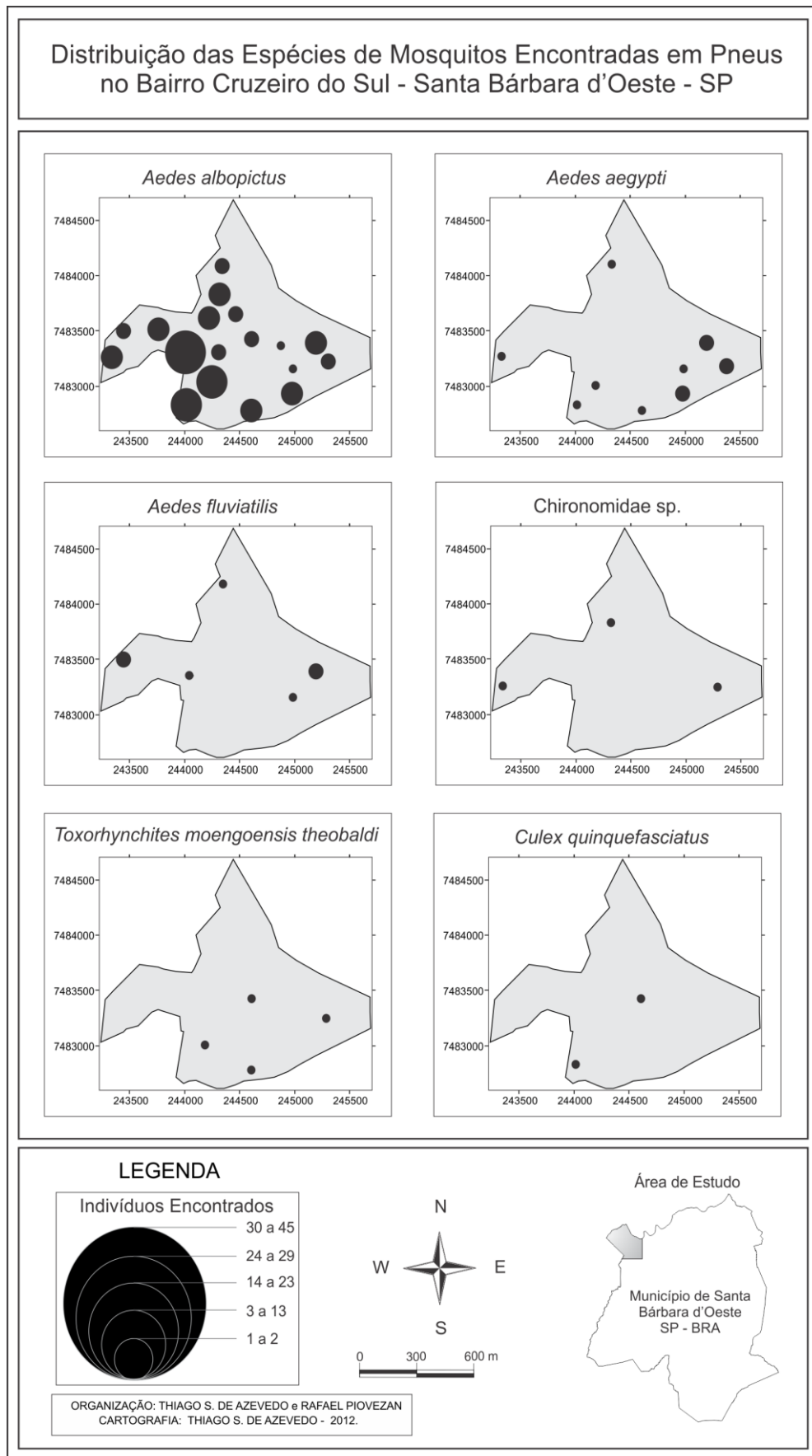


Figure 4. Spatial Distribution of species found in tires

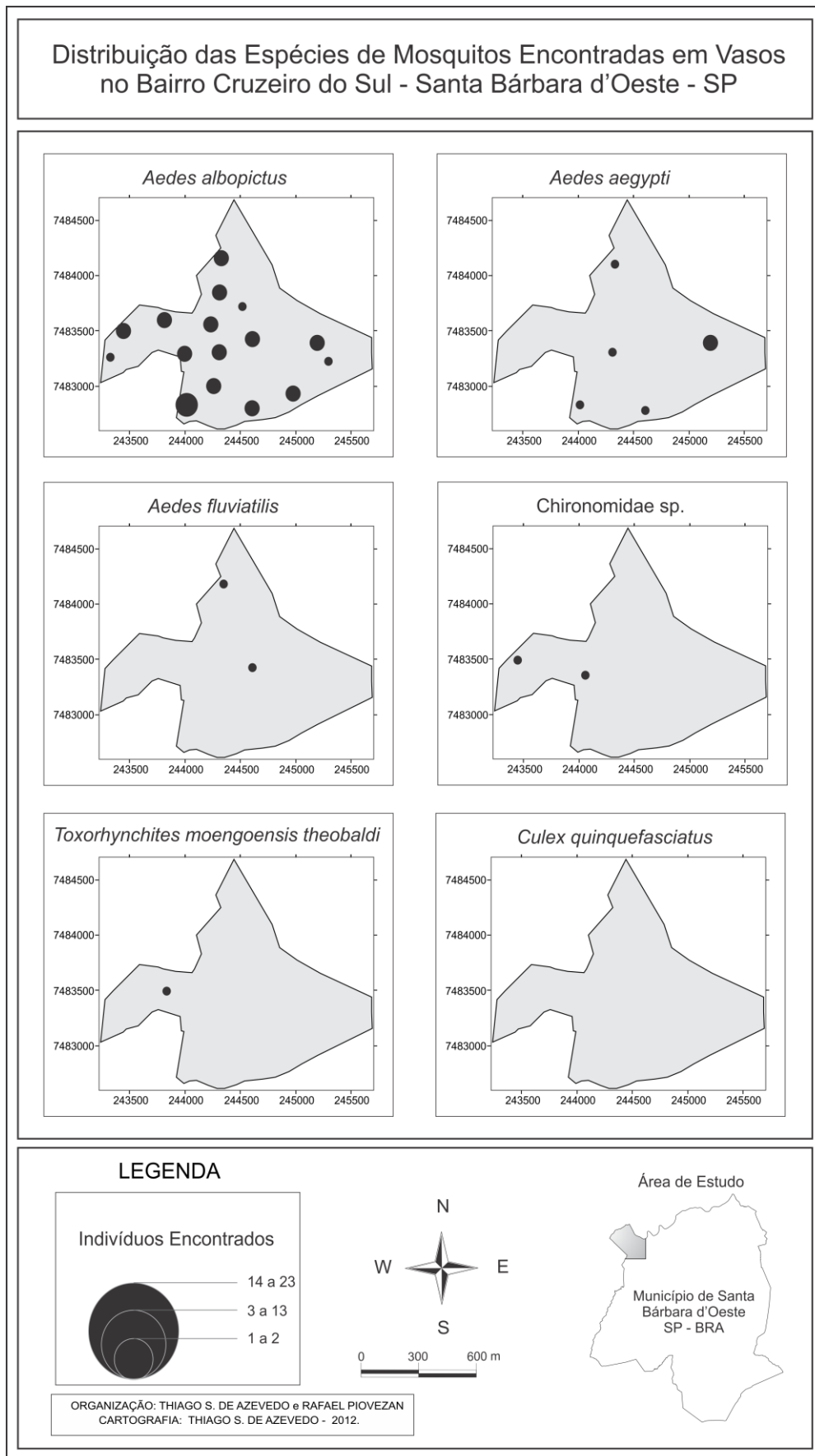


Figure 5. Spatial Distribution of species found in plant pots

The variographic analysis of the Simpson and Shannon diversity indices demonstrated that the Shannon index shows a very high nugget effect, that is describes uncorrelated variation for the spatial variable; whereas this effect is low in the case of the Simpson index (Figure 6). These results revealed that the kriging-interpolated method was only applicable to the Simpson diversity index.

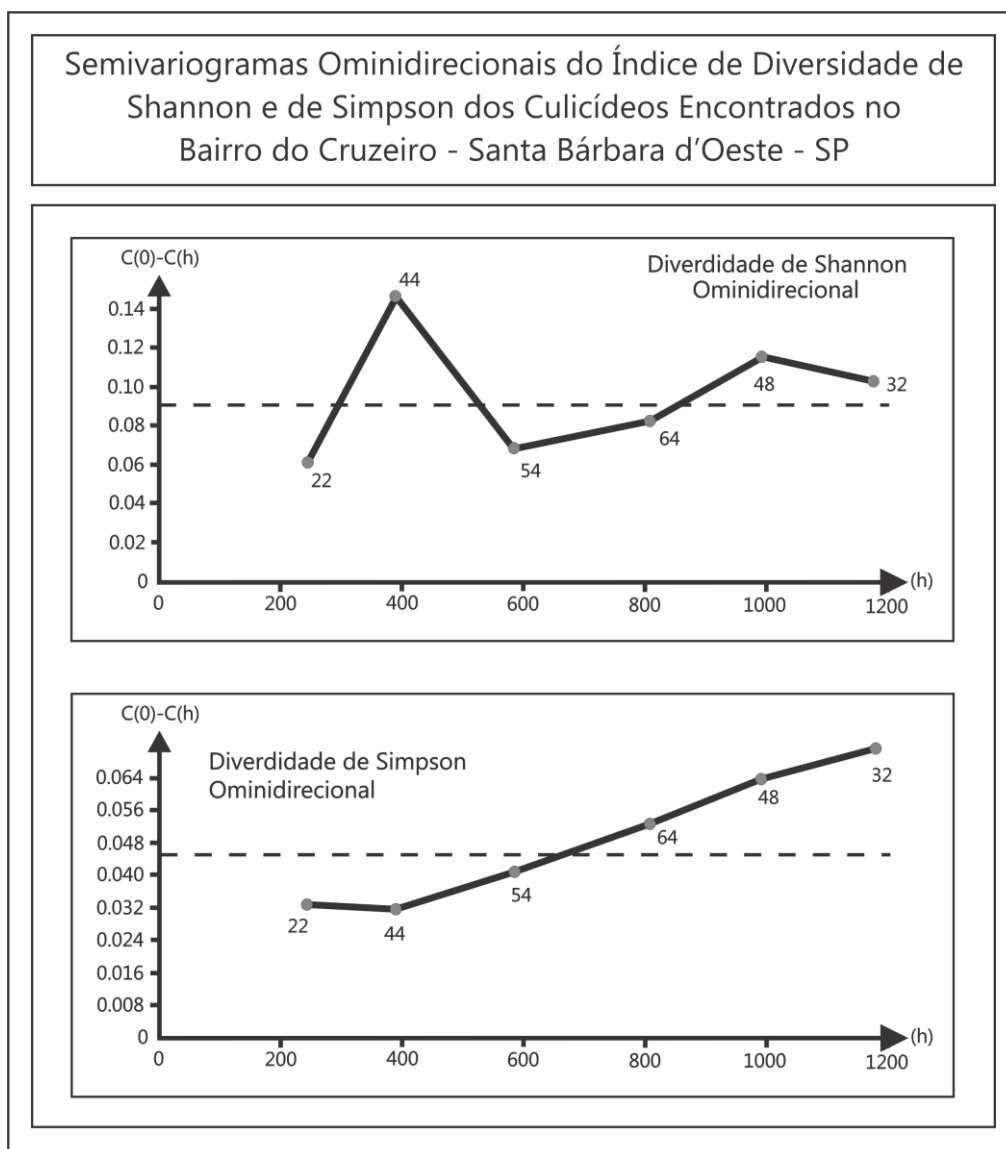


Figure 6. Semivariograms of Shannon and Simpson Diversity Indices

From these findings, the experimental semivariogram of the Shannon diversity index was discarded and the experimental semivariogram of the Simpson diversity index was adopted. Taking into account the adequate experimental semivariogram, the adjustment to the theoretical model was performed. Adjustment results (Figure 7) show that the most suitable model is linear. In this model, the inclination assumes a value of

6.7 and reaches its higher level (C) at 3.086, which corresponds to a practical range equal to the distance where the 95% threshold was attained.

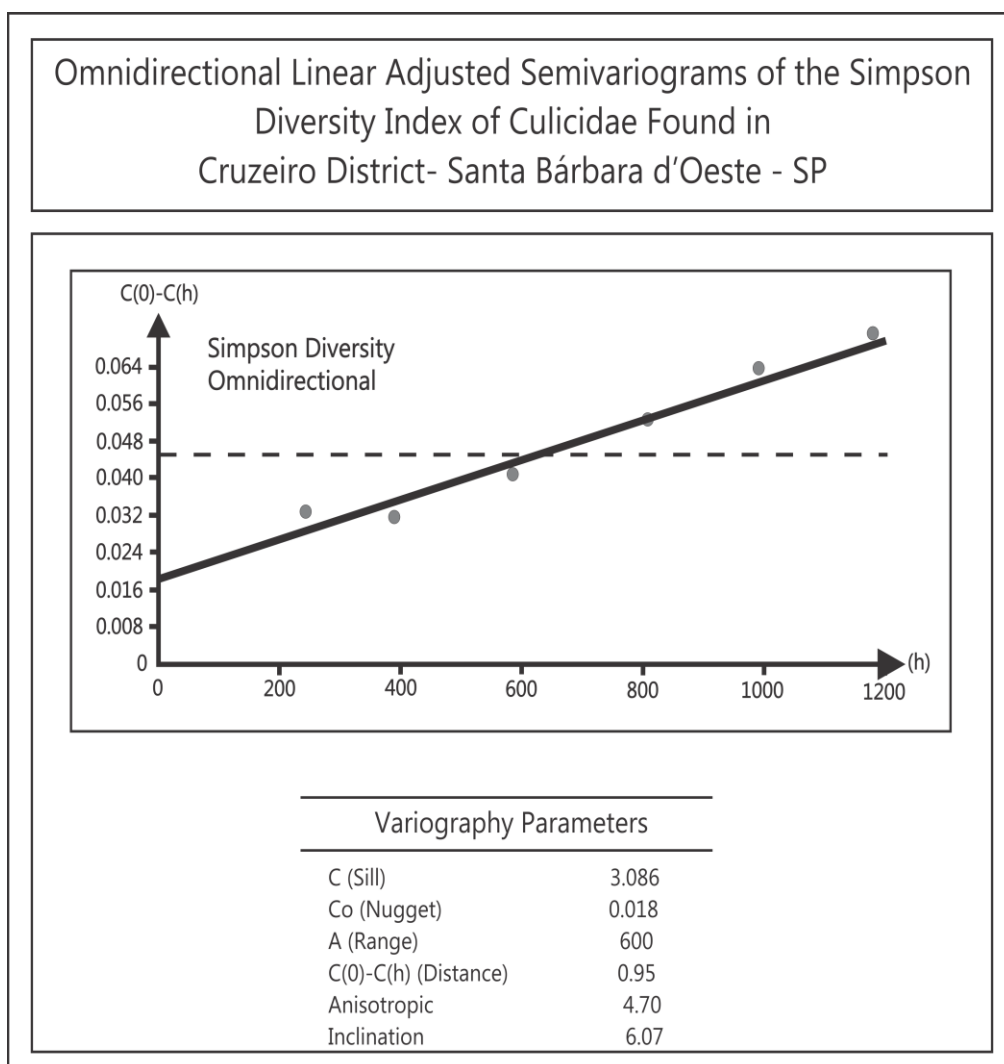


Figure 7. Adjusted Semivariograms of the Simpson Diversity Index

After the development of the experimental semivariogram, an estimation of the spatial distribution of the Simpson diversity (Figure 8) was performed. This figure shows that the central and northwestern areas of the Cruzeiro do Sul District have the greatest diversity of mosquitoes. The district's southeastern area concentrated the lowest diversity. Additionally, this figure shows a distinct behavior in comparison with the seasonal density of eggs, i.e. while the higher spatial diversity of species was found in the center of the district, the highest concentration of eggs was collected in its periphery, with higher rates in the northeastern area, where *Ae. aegypti* is most frequent as well.

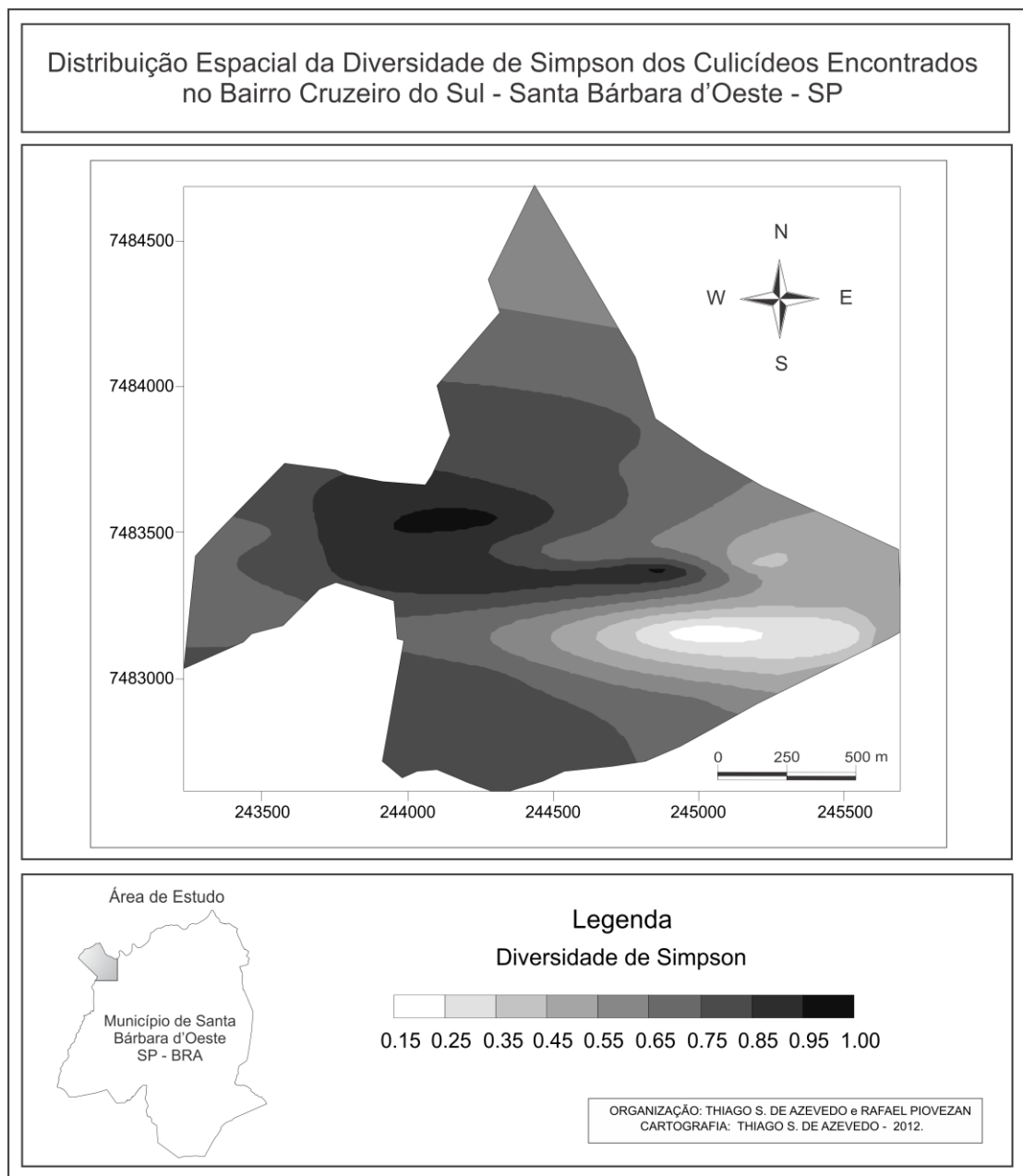


Figure 8. Simpson diversity index map

### Discussion

In the present study, eggs of two mosquito species, *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* were collected through the ovitrap palettes. This result confirms the similarity between these two species in the search of sites for oviposition (Forattini 2002), confirming the effectiveness of this type of research using ovitraps in entomological monitoring programs, as a subsidy to control actions for mosquitoes (Brazil 2002; SUCEN 2001).

*Aedes albopictus* accounted for 84.7% of eggs whose larvae hatched. According to Silva (2002), the massive presence of this species in the rural environment is due to its ability to successfully use many types of breeding sites, both natural and artificial. Its presence has a great epidemiological importance, since this species demonstrated to be competent to transmit many different types of arboviruses, including dengue and yellow fever virus (Consoli and Oliveira 1998).

*Aedes aegypti* was the second most frequent species. Although its presence in the urban area of the city of Santa Bárbara d'Oeste has already been well described (Piovezan et al. 2012), other authors indicate infestations in rural areas (Silva 2002; Barbosa et al. 2009), making this fact of extreme importance to local health authorities, because of the risk of dengue transmission and possible yellow fever urbanization (Consoli and Oliveira 1998).

Landscape features and environmental conditions influence the cohabitation of *Ae. albopictus* and *Ae. aegypti*. Locations with rural characteristics and with presence of vegetation favor the displacement and exclusion of *Ae. aegypti* by *Ae. albopictus*, whereas in urban environments, *Ae. aegypti* persists or dominates *Ae. albopictus* (Lounibos et al. 2010). In areas with a limited availability and/or quality of food, the interspecific larval competition is the main factor that determines the abundance of mosquito species. Under these conditions, *Ae. albopictus* takes advantage over *Ae. aegypti* (Murrell et al. 2011). However, environmental conditions such as low humidity and high temperatures that occur in drier periods, may reduce competition between these two species, since *Ae. albopictus* shows to be more sensitive to these variations, both in the egg and adult stages (Juliano et al. 2002). It is important to emphasize that studies seeking to identify and quantify the detritus deposited in the breeding sites during the collections, which serve as food source for the larvae, may contribute to more robust analyses of ecological interactions among mosquitoes and their population dynamics. The similarity in the use of oviposition sites in the urban area of Santa Barbara d'Oeste, São Paulo state, has already been described by Piovezan et al. (2012), who found similar breeding occupation patterns of this city in the urban area. The other species were randomly distributed in the area, occurring at low frequencies in the collections, probably due to the sampling methods used in this study.

In the ovitraps, consisting of plant pots with palettes, many eggs were found to be deposited, allowing their use in research projects conducted in natural environments including *Ae. albopictus* and *Ae. aegypti*. In rural areas, there was a higher occurrence

of *Ae. albopictus*, a result that had been expected for this study, since their behavior is more wild than *Ae. aegypti*, another species found in this trap. This species had a higher frequency in tires, cohabiting with all other species.

These results serve as a warning to the health authorities, because they allow the identification of areas at risk for the presence of this species, since *Ae. albopictus* can serve as a bridge between wild infectious agents and the human population. The *Ae. aegypti* larvae had their highest proportion of occurrence in plant pots, which could be understood as a trend of the species towards seeking artificial breeding recipients made of plastic and those with a smaller volume, or it could be a result of competitive processes, which need to be further studied.

Furthermore, it is essential to monitor the establishment and dynamics of this species in rural areas, in order to design interventions aiming to control dengue vector species transmission. The less common species suggest the existence of certain ecological complexity in interspecific relationships, even in small artificial containers, leading to the planning of new studies that focus on interspecific competition and predation relations, since *Tx. theobaldi* was found in several collections. The present study showed that the greatest diversity of mosquitoes occurs in the district's central area, whereas diversity is relatively low in its northeastern area. Considering that *Ae. albopictus* is a superior competitor compared with *Ae. aegypti* under certain conditions (O'Neal and Juliano 2013), the verification of the smallest occurrence of the first species during the collections in the northwest region of the study area, indicates the importance of further studies that seek the better understanding of this observed condition, considering information about landscape, availability of resources and microclimate of the area, trying to establish which factors are really important for the occupation by *Ae. albopictus*.

Another important aspect to be highlighted is the fact that the index of spatial distribution of Simpson diversity presents higher values in the mid west region of the study area. This distribution overlaps spatially the places where there were a higher number of occurrences of positive samples for larvae of *Ae. albopictus*, considering both types of traps. This results which may indicate features that most rural in this area of the district, which makes *Ae. albopictus* a more competitive under this conditions (Lounibos et al. 2010). It was also noticed that, during the summer, the seasonal distribution of eggs was more intense in the northeast region, which distinguishes this region from the area where the majority of larvae were found (Figure 4 and 5) and

where the higher Simpson's diversity index was obtained (Figure 8). Considering that the eggs of *Ae. aegypti* are more resilient to environmental changes (Juliano et al. 2002), and that this species prevails in more urbanized environments (Lounibos et al. 2010), the results of our study (specifically, the higher concentration of larvae of this species in the northeast side of the neighborhood) raise questions about which factors might be determining this situation. As environmental factors may be involved in this difference of distribution, studies focusing on landscape ecology and environmental factors can contribute to a better understanding of the results obtained in the present work.

### References

- Andriotti, J.L.S. 2004. Fundamentos de Estatística e Geoestatística. Editora Unisinos. São Leopoldo, 165 pp.
- Barbosa, M.G.V., N.F. da Fé, R.D.B. de Jesus, I.C. Rodriguez, W.M. Monteiro, M.P.G. Mourão, and J.A.O. Guerra. 2009. *Aedes aegypti* e fauna associada em área rural de Manaus, na Amazônia brasileira. Rev. Soc. Bras. Med. Tropical 42: 213-216.
- Braga, I.A. and D. Valle. 2007. *Aedes aegypti*: vigilância, monitoramento da resistência e alternativas de controle no Brasil. Epidemiologia e Serviços de Saúde 16: 295-302.
- Brazil. 2002. Programa Nacional de Controle da Dengue. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, Brasília, 28 pp.
- Brazil. 2009. Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Brasília, 159 pp.
- Câmara, G. and A.M.U. Monteiro. 2004. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In: G. Câmara et al. (Ed) – Introdução a ciência da geoinformação, São José dos Campos: INPE. Disponível em: <[www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html)> acesso em: junho de 2012.
- Consoli, R.A.G.B. and R.L. de Oliveira. 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 225 pp.
- Consoli, R. A. G. B. and R. L. de Oliveira. 1998. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 228 pp.
- Cressie, N. 1993. Statistics for spatial data. New York: John Wiley and Sons, 897pp.
- Esri. 1996. Using ArcViewGis. Redlands, 350 pp.

Fay, R.W. and A.S. Perry. 1965. Laboratory studies of ovipositional preferences of *Aedes aegypti*. *Mosquito News* 25: 276-281.

Forattini, O.P. 2002. *Culicidologia médica: identificação, biologia, epidemiologia*. Vol. 2. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 860 pp.

Golden Software, INC. 1995. *Surfer for Windows v. 6: user's guide*. Colorado, Golden Software, 340 pp.

Gomes, A.C. 2002. Vigilância Entomológica. Informe Epidemiológico do SUS 11: 79-90.

Gringarten, E. and C.V. Deutsch. 2001. Variogram Interpretation and Modeling. *Mathematical Geology* 33: 507-534.

Guedes, M.L.P. 2012. Culicidae (Diptera) no Brasil: Relações entre diversidade, distribuição e enfermidades. *Oecologia Australis* 16: 283-296.

Harbach, R.E. and J. Kitching. 1998. Phylogeny and classification of the Culicidae (Diptera). *Systematic Entomology* 23: 327-370.

IBGE. 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico, Brasília, Brasil.

Juliano, S.A., G.F.O'Meara, J.R. Morrill, and M.M. Cutwa. 2002. Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. *Oecologia* 130: 458-469.

Lounibos, L.P., G.F. O'Meara, S.A. Juliano, N. Nishimura, R.L. Escher, M.H. Reiskind, M. Cutwa, and K. Greene. 2010. Differential survivorship of invasive mosquito species in South Florida cemeteries: do site-specific microclimates explain patterns of coexistence and exclusion? *Annals of the Entomological Society of America* 103: 757-770.

Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 179 pp.

Miyazaki, R.D., A.L.M. Ribeiro, M.G. Pignatti, J.H.C. Junior, and M. Pignatti. 2009. Monitoramento de 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. Tropical* 42: 392-397.

Murrell, E.G., K. Damal, L.P. Lounibos, and S.A. Juliano. 2011. Distributions of competing container mosquitoes depend on detritus types, nutrient ratios, and food availability. *Annals of the Entomological Society of America* 104: 688-698.

O'Neal, P.A. and S.A. Juliano. 2013. Seasonal variation in competition and coexistence of *Aedes* mosquitoes: stabilizing effects of egg mortality or equalizing effects of resources? *Journal of Animal Ecology* 82: 256-265.

Pannatier, Y. 1996. Variowin – Software for Spatial data Analysis in 2D. Spring-Verlog. New York.

Passos, R.A., G.R.A.M. Marques, J.C. Voltolini, and M.L.F. Condino. 2003. Dominância de *Aedes aegypti* sobre *Aedes albopictus* no litoral sudeste do Brasil. *Rev. de Saúde Pública*. 37: 729-34.

Pfeiffer, D., T. Robinson, M. Stevenson, K. Stevens, D. Rogers, and A.C.A. Clements. 2008. *Spatial Analysis in Epidemiology* Oxford University Press. Oxford, 142 pp.

Piovezan R., T.S. de Azevedo, and C.J. Von Zuben. 2012. Spatial evaluation of larvae of Culicidae (Diptera) from different breeding sites: application of a geospatial method and implications for vector control. *Rev. Bras. entomol.* 56: 368-376.

Silva, A.M. 2002. Imaturos de mosquitos (Diptera, Culicidae) de áreas urbana e rural no norte do estado do Paraná, Brasil. *Iheringia Série Zoologia* 92: 31–36.

Silva, V.C., N.M. Serra-Freire, J.S. Silva, O. Scherer, I. Rodrigues, S.P. Cunha, and J. Alencar. 2009. Estudo comparativo entre larvitampas e ovitampas para avaliação da presença de *Aedes aegypti* (Diptera: Culidae) em Campo Grande, Estado do Rio de Janeiro. *Rev. Soc. Bras. Med. Tropical* 42: 730-731.

Superintendência de Controle de Endemias. 2001. *Vigilância e controle do Aedes aegypti: Normas, orientações e recomendações técnicas. Plano de Intensificação das ações de controle de dengue no Estado de São Paulo.* Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, Governo do Estado de São Paulo.

UNICAMP. 2013. CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. Clima dos Municípios Paulistas on line consult <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_516.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_516.html)>. (Accessed 23 July 2013).

Zequi, J.A.C., J. Lopes, and I.M. Medri. 2005. Imaturos de Culicidae (Diptera) encontrados em recipientes instalados em mata residual no município de Londrina, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. de Zoologia* 22: 656-661.

#### 4.4 – ENTOMOLOGICAL SURVEILLANCE, DIVERSITY, AND SPATIAL ANALYSIS OF CULICIDAE (DIPTERA) LARVAE IN FIVE AREAS OF THE ATLANTIC FOREST BIOME, SÃO PAULO STATE, BRAZIL, AND IMPLICATIONS FOR PUBLIC HEALTH. A SER SUBMETIDO.

Rafael Piovezan<sup>1</sup>, João Paulo Oliveira Acorinthe<sup>2</sup>, Jonas Henrique Teixeira de Souza<sup>2</sup>, Alexandre Visockas<sup>2</sup>, Thiago Salomão de Azevedo<sup>3</sup>, Cláudio José Von Zuben<sup>1</sup>

1. Universidade Estadual Paulista, Departamento de Zoologia – Rio Claro - SP
2. Department of Environment - Prefeitura Municipal de Santa Bárbara d'Oeste, Santa Bárbara d'Oeste – SP, Brazil
3. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública - São Paulo - SP

#### **Abstract**

In view of the adaptive ability of mosquitoes and their role in the transport of infective agents, entomological surveys undertaken in transitional environments are very important for the determination of the risk they represent to collective health. Various arboviruses travel between forested environments and urban areas as also urban diseases, whose vectors are Culicidae, may install themselves in rural areas with nuclei whose characteristics are similar to urban ones. This present study conducted a survey of mosquito species by means of traps for their larvae in five rural areas with Atlantic Forest vegetation in the municipality of Santa Bárbara D'Oeste, São Paulo, Brazil. A total of 13,241 larvae of six mosquito species were collected on 920 occasions (32.52% of positive collections). *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* were the most frequent, followed by *Culex quinquefasciatus*, *Aedes fluviatilis*, *Culex* Complexo Coronator and *Toxorhynchites theobaldi*. Three areas were analyzed by means of Simpson's diversity index and an unequal distribution of values was observed within these areas. The sites with the greatest abundance of *Ae. aegypti* presented lower diversity values and were associated with more highly consolidated urban nuclei. The vector of dengue, chikungunya and zika has great infesting ability in urban areas, and possesses greater adaptive abilities than other mosquito species, which means that the early implementation of entomological surveillance and control activities in specific areas - such as transitional ones - is highly important.

**Keywords:** *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, spatial distribution, diversity, dengue, entomological surveillance

## Resumo

Considerando a capacidade adaptativa dos mosquitos, e seu papel na veiculação de agentes infecciosos, levantamentos entomológicos realizados em ambientes de transição são muito importantes para determinar o risco à saúde coletiva. Diversas arboviroses transitam entre ambientes florestais e áreas urbanas, assim como, doenças urbanas, cujos agentes vetores são os culicídeos, podem se instalar em áreas rurais com núcleos cujas características se aproximem das urbanas. O presente trabalho realizou um levantamento das espécies de mosquitos, através de armadilhas para larvas, em cinco áreas rurais, com fisionomia vegetal de Floresta Atlântica, no município de Santa Bárbara D'Oeste, São Paulo, Brasil. Foram coletadas 13,241 larvas de seis espécies de mosquitos em 920 ocasiões (32.52% de positividade nas coletas). *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti* foram as mais frequentes, seguidas por *Culex quinquefasciatus*, *Aedes fluviatilis*, *Culex* Complexo Coronator e *Toxorhynchites theobaldi*. Três áreas foram analisadas através do índice de diversidade de Simpson, e observou-se distribuição desigual dos valores dentro dessas áreas. Os pontos com maior abundância de *Ae. aegypti* apresentaram valores mais baixos de diversidade e estavam associados a núcleos urbanos mais consolidados. O vetor do dengue, chikungunya e zika tem alta capacidade de infestação em áreas urbanizadas, possui vantagens adaptativas frente a outras espécies de mosquitos, o que denota ser de grande relevância a implementação precoce de atividades de vigilância e controle entomológico em áreas específicas, como as de transição.

**Palavras chave:** *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, distribuição espacial, diversidade, dengue, vigilância entomológica

## Introduction

Some mosquito species are closely related to the transmission of pathogens and the dissemination of diseases around the world (Forattini 2002). In Brazil, the control of diseases such as Dengue, Chikungunya and Zika, all of them arboviruses transmitted by the same common vector, stands out as one of the greatest investments in the public health field in the country, given the seriousness and the impact of these diseases on society (Câmara et al. 2007; Brazil 2015a). This makes the surveillance of the dispersal and the dynamics of the occurrence of Culicidae species in areas susceptible to occupation by these vectors extremely important.

The Culicidae family is subdivided into Anophelinae and Culicinae. This latter group is the larger, consisting of more than 3000 species, 108 genera and 11 tribes. Among the Culicidae are species whose representatives are of great epidemiological importance. (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994; Harbach 2013).

The ecological dynamic and the relations established between mosquito species are thus seen to be important for medical entomology, especially under conditions of transition between urban and rural environments. In these localities, interspecific competition and environmental factors may alter the dominance of one species over others (Juliano et al. 2002), creating conditions appropriate for the transmission of pathogens and consequently, for the occurrence of outbreaks and epidemics in the human population established in these areas.

These transitional environments, as one is not here dealing with consolidated urban areas, may not be benefited by vector control activities in the same way as when these are carried out on the outskirts of cities. Within this context, entomological surveillance is of the greatest importance – and among the most efficient and sensitive methods for monitoring mosquitoes are ovitraps and larvitrap, both of which are widely used (Braga & Valle 2007; Brazil 2009; Silva et al. 2009; Sucen 2009), and are of extremely simple application for use in the daily routine of entomological surveillance.

Entomological surveillance is therefore an important tool in the accompaniment of the mosquito populations found in rural areas - allowing for the establishment of occupation patterns and leading to strategic actions which seek to supply ecological and biological information sufficient for the activities necessary for social mobilization and control.

This present research project sought to undertake an entomological survey in five areas of the municipality of Santa Bárbara d'Oeste in the interior of the São Paulo state, southeastern Brazil, where the biome is a mixture of Savannah (Cerrado) and Atlantic Forest types. Data were obtained on the spatial distribution and diversity of the mosquito species collected.

### **Materials and methods**

This present study was undertaken in the municipality of Santa Bárbara d'Oeste, situated in the interior of São Paulo state (Figure 1), at 22.75° S and 49.38° W, with an average altitude of 560 meters. The total area of the municipality is of approximately

271 km<sup>2</sup>, with a population estimated at about 190 thousand inhabitants, 98% of whom are concentrated in the urban nucleus and just 2% of whom live in the rural zone (IBGE 2013). The municipality is situated among the foothills of the Depressão Periférica Paulista (Peripheric Depression of the São Paulo state), possessing relief of gently undulating medium-sized hills. The surviving vegetation of the area belongs to a zone of transition between the Atlantic Forest and Savannah biomes. In accordance with the classification proposed by Koeppen, Santa Bárbara d'Oeste possesses a climate defined as Cwa, characterized as tropical highland with summer rainfall and dry winters. The average temperature of the hottest month is above 22°C and that of the coldest month 12°C. The average annual rainfall is of 1,466 mm (IBGE 2013; CEPAGRI 2014).

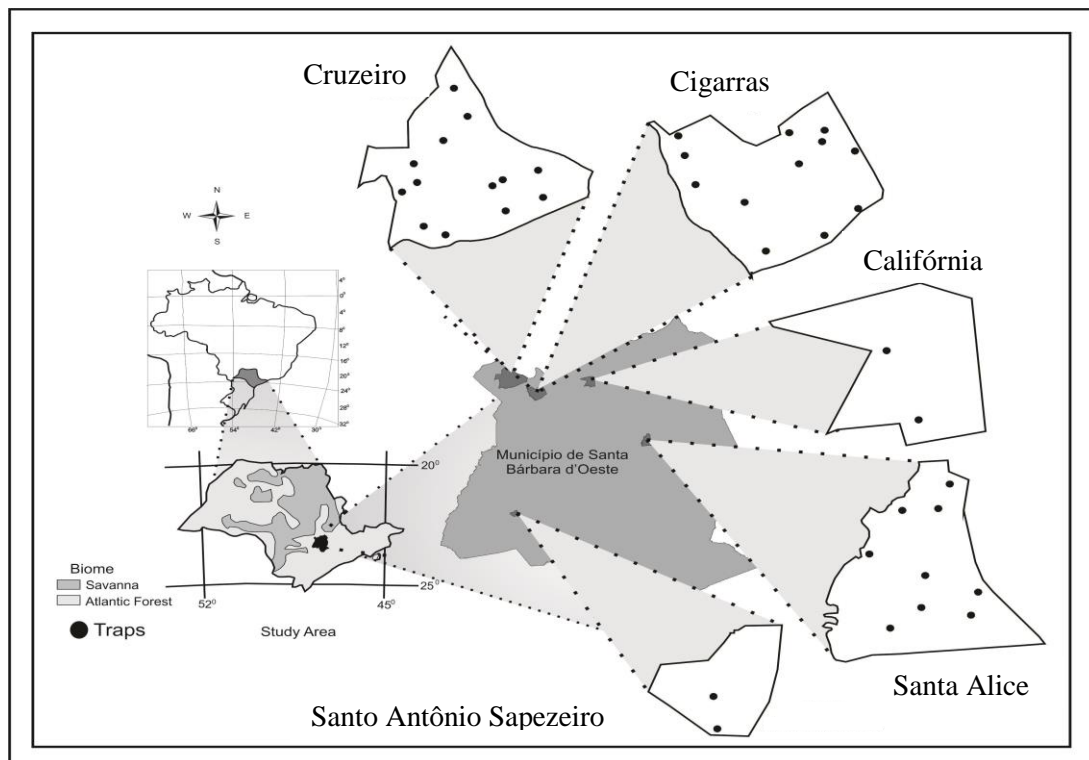


Figure 1. Localization of the study areas in Atlantic Forest biome, São Paulo state - Brazil

The samples were collected by means of larvitrap during the period from February 2013 to March 2014, inclusive, giving a total of 14 months of collections. Five rural areas of the municipality were selected (Figure 1), namely the suburbs of Cruzeiro do Sul, Vale das Cigarras, Santa Alice, Santo Antônio do Sapezeiro and Glebas Califórnia. The traps were distributed in the suburbs cited, using for this the criterion of one trap to each 90 inhabitants. The total number of traps in each suburb was thus as

follows: Cruzeiro do Sul – 13; Vale das Cigarras – 12; Santa Alice – 9; Santo Antônio do Sapezeiro and Glebas Califórnia – 2, respectively. The sites for their installation were chosen randomly, resulting in a total of thirty-eight larvitrap, which were inspected weekly throughout the study period.

The larvitrap consist of tires cut transversely and fixed in the peridomicile of the sites selected. After they had been installed, each trap received approximately one liter of water and remained in the same place for the subsequent weekly inspections. During the inspections, the most developed larvae were collected and the liquid from the trap was filtered for the collection of the remaining larvae which were, later, transferred to plastic recipients. The larvae were individually identified in the laboratory with the help of a microscope and the use of dichotomic identification keys (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994; Forattini 2002).

The results were fed into a spatial data bank which permitted the verification of the spatial distribution of the Culicidae species in the rural area of Santa Bárbara d'Oeste studied. However, the samples from the rural districts Santo Antônio do Sapezeiro and Glebas Califórnia were omitted from this analysis as they did not present significant sampling units.

### **Spatial analysis of Culicidae distribution**

The geo-referenced sites of the traps of shape file format were adopted as spatial information planes. This database was exported to the ArcView Geographical Information System (Sistema de Informação Geográfica ArcView) (Esri 1996), into which were fed the data on the positivity of the mosquito species. The ArcView GIS (SIG ArcView) has a storage format for the storage of vector data based on archives, that is to say, the attributes of the geographical elements are stored in a table of attributes. Each line of this table contains the descriptive information of one single characteristic and the columns or fields defined are the same for each line (Câmara & Monteiro 2004).

The connection between the geographical characteristics and the table of attributes is guaranteed by the geo-relational model, that is to say, one single identifier undertakes the connection between them, maintaining a correspondence between the space and the register of attributes. According to Câmara & Monteiro (2004), once this connection is established, the information can be stored or presented on the map. The table of attributes was provided with the occurrences of the mosquito species classified

in hierarchies in the following two forms: total number of species and number of co-habitations. This procedure permits the compiling of six theme maps, on which the places with the greatest mosquito frequency were identified.

### **Spatial analysis of Culicidae diversity**

To undertake this spatial analysis, the diversity indices of Shannon and Simpson were first estimated for each of the traps distributed in the Cruzeiro do Sul district of the city of Santa Bárbara d'Oeste.

The procedures employed to calculate these indices are described in Magurran (1988). Shannon's index can be set out as follows:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

where  $p_i$  is the proportional abundance of the species.

Simpson's index is given by:

$$D = \sum [ n_i ( n_i - 1 ) ] / [ N ( N - 1 ) ]$$

where  $n_i$  is the total number of individuals of the species and  $N$  the total number of individuals.

After estimating these parameters, an analysis was undertaken on the basis of the collection of semi-variograms of the species diversity. According to Gringarten & Deustsch (2001), the determination of the semi-variograms is the first and most important phase seeing that this type of approach analyzes the spatial dependence of the values of a variable  $V(x)$ , separated by a vector  $\Delta h$ .

Andriotti (2004) defined the semi-variogram as the variance of the error committed by the estimation of an unknown content in  $(x + h)$  with the help of a particular point in  $(x)$ , that is to say, semi-variograms express the spatial distribution of a continuous variable, showing its zone of influence, anisotropic aspects, implying a preferential direction for the spatial distribution of the variable (Pfeiffer et al. 2008) and the presence of anomalies caused by sampling error or random components.

Semi-variograms of the diversity of mosquito species were estimated with the Variowin software (Pannatier, 1996). After the elaboration of the experimental variograms, a mathematical model for the mounting of the variability of the totality of the data was established. This was done because the adequacy of a mathematical model permits that more precise and trustworthy surfaces be calculated.

The variogram is an important tool which demonstrates the degree of spatial dependence of the sample and its specific support. The relation is expressed on two

axes, x which expresses the vector of the distance and y which is denominated variance or covariance. In this present study, the semi-variograms assist in the verification of the existence of the nugget effect and contribute to the validation of the experimental model of collection, in view of the fact that the sites were chosen randomly and the finding of the larvae and the species was fortuitous (Isaaks & Srivastava 1989).

Ordinary kriging was, therefore, adopted as the method of interpolation for the compiling of maps of mosquito diversity. This procedure was undertaken on Surfer software (Golden Software 1995) and resulted in the construction of four quantitative isoplethic maps, a kind of map which consists of lines which link the sites of distribution of the diversity and shows the spatial distribution of the Culicidae species.

## Results

During the period of the study, Culicidae larvae were collected on 920 occasions (32.52% of positive collections), 719 without the larvae of other species and 201 jointly with others (there being more than one species present in the trap at the moment of collection). Taking all the collections made into consideration, a total of 13,241 larvae were identified in the laboratory, belonging to six different species: *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894), *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762), *Aedes (Ochlerotatus) fluviatilis* (Lutz, 1904), *Toxorhynchites (Lynchiella) theobaldi* (Dyar and Knab, 1906), *Culex Coronator* Complex and *Culex (Culex) quinquefasciatus* (Say, 1823). The species and the percentages of each of them, whether found in isolation or jointly with others, are presented in Tables 1 and 2.

The occurrences when there were more than one species present were dominated by *Ae. albopictus* and *Ae. aegypti*, which were present in 77.61% of the catches. This kind of occurrence was distributed by area as follows: 106 in Cruzeiro do Sul, 46 in Vale das Cigarras, 38 in Santa Alice, 9 in Glebas Califórnia and one in Santo Antônio do Sapezeiro (Table 2).

*Aedes albopictus* was the species most frequently found during the study and represented 95.5% of the occasions when it was found jointly with other species and 67.68% when caught in isolation (with just one species present during the collection). In general, taking both situations into consideration, the larvae of this species accounted for 64.23% of the total found.

For the species *Ae. aegypti*, the second most abundant and frequent in this study, its distribution by area was patchy. The highest values obtained, in terms of the

proportion of larvae found of this species in relation to the total number, were observed in Cruzeiro do Sul and Santa Alice (Table 1). The occasions on which two or more species were found together were also more frequent in those two districts (Table 2).

Table 1. Species of Culicidae collected in larvitrap in the rural areas of the municipality of Santa Bárbara d'Oeste from March 2013 to April 2014.

Species	Cruzeiro do Sul		Vale das Cigarras		Santa Alice		Sto. A. Sapezeiro		Glebas Califórnia		All five areas	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Ae. aegypti</i>	1945	42%	479	15%	1787	49%	56	27%	70	5%	4337	32.75%
<i>Ae. albopictus</i>	2533	54.72%	2676	81.73%	1865	50.65%	118	56.19%	1313	90.00%	8505	64.23%
<i>Ae. fluviatilis</i>	44	0.95%	53	1.61%	28	0.76%	14	6.66%	-	-	139	1.04%
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	56	1.20%	37	1.13%	-	-	22	10.47%	61	4.21%	176	1.32%
<i>Cx. Coronator Complex</i>	39	0.84%	15	0.45%	-	-	-	-	-	-	54	0.40%
<i>Toxorhynchites theobaldi</i>	12	0.25%	14	0.42%	2	0.05%	-	-	2	0.13%	30	0.22%
<b>Total</b>	<b>4629</b>	<b>100%</b>	<b>3274</b>	<b>100%</b>	<b>3682</b>	<b>100%</b>	<b>210</b>	<b>100%</b>	<b>1446</b>	<b>100%</b>	<b>13241</b>	<b>100%</b>

N = Represents the number of larvae found in the collections

Table 2. Species of Culicidae collected in larvitrap together with other species (Cohabitation), in the rural areas of the municipality of Santa Bárbara d'Oeste from March 2013 to April 2014.

Species collected together	Cruzeiro do Sul		Vale das Cigarras		Santa Alice		Sto. A. Sapezeiro		Glebas Califórnia		All five areas	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
<i>Ae. aegypti</i> X <i>Ae. albopictus</i>	95	89.62%	22	47.82%	34	89.47%	1	100%	4	44.45%	156	77.61%
<i>Ae. albopictus</i> X <i>Ae. fluviatilis</i>	3	2.83%	6	13.04%	-	-	-	-	-	-	9	4.47%
<i>Cx. quinquefasciatus</i> X <i>Ae. albopictus</i>	1	0.94%	1	2.17%	-	-	-	-	2	22.23%	4	1.99%
<i>Cx. Coronator Complex</i> X <i>Ae. aegypti</i>	1	0.94%	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.49%
<i>Cx. Coronator Complex</i> X <i>Ae. fluviatilis</i>	-	-	1	2.17%	-	-	-	-	-	-	1	0.49%
<i>Ae. albopictus</i> X <i>Toxorhynchites theobaldi</i>	2	1.88%	6	13.04%	-	-	-	-	2	22.23%	10	4.97%
<i>Cx. quinquefasciatus</i> X <i>Ae. aegypti</i>	-	-	2	4.34%	-	-	-	-	-	-	2	0.99%
<i>Ae. aegypti</i> X <i>Toxorhynchites</i> ssp	-	-	-	-	1	2.63%	-	-	-	-	1	0.49%
<i>Cx. Coronator Complex</i> X <i>Ae. albopictus</i>	1	0.94%	2	4.34%	-	-	-	-	-	-	3	1.49%
<i>Ae. aegypti</i> X <i>Ae. albopictus</i> X <i>Toxorhynchites theobaldi</i>	2	1.88%	1	2.17%	-	-	-	-	-	-	3	1.49%
<i>Ae. aegypti</i> X <i>Ae. albopictus</i> X <i>Ae. fluviatilis</i>	1	0.94%	6	13.04%	3	7.89%	-	-	-	-	10	4.97%
<i>Cx. quinquefasciatus</i> X <i>Ae. albopictus</i> X <i>Ae. aegypti</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	11.12%	1	0.49%

N = Represents the number of collections made in which different species were found together

The other species of Culicidae presented a low frequency in the areas studied. *Culex quinquefasciatus* was the third most abundant, followed by *Ae. fluviatilis*, *Cx. Coronator* Complex and *Tx. theobaldi*. The spatial distribution of Culicidae species in the districts of Cruzeiro do Sul, Vale das Cigarras and Santa Alice is given in Figures 2, 3 and 4. The small number of samples from the areas of Santo Antônio do Sapezeiro and Glebas Califórnia made it impossible to map the distribution of the species there and these areas have not therefore been included in the graphical representations of the calculations of diversity.

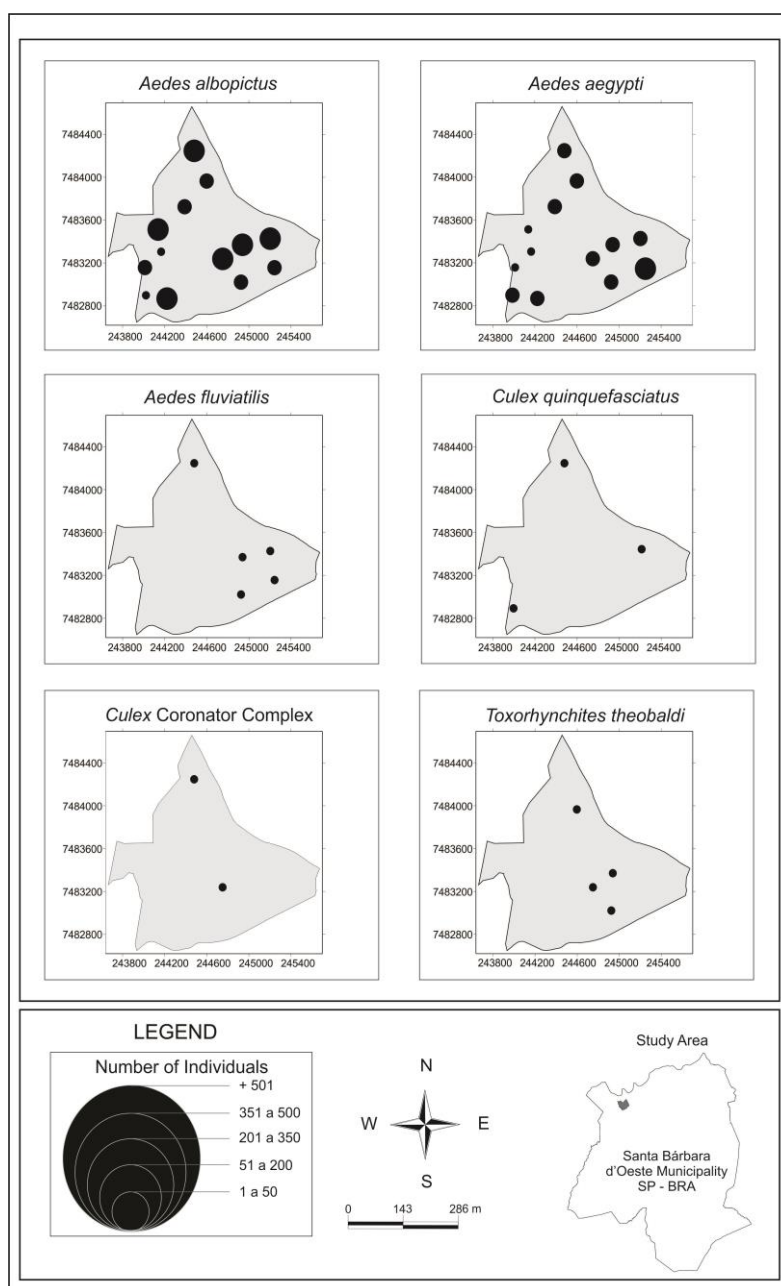


Figure 2. Spatial distribution of the species found in the Cruzeiro rural district

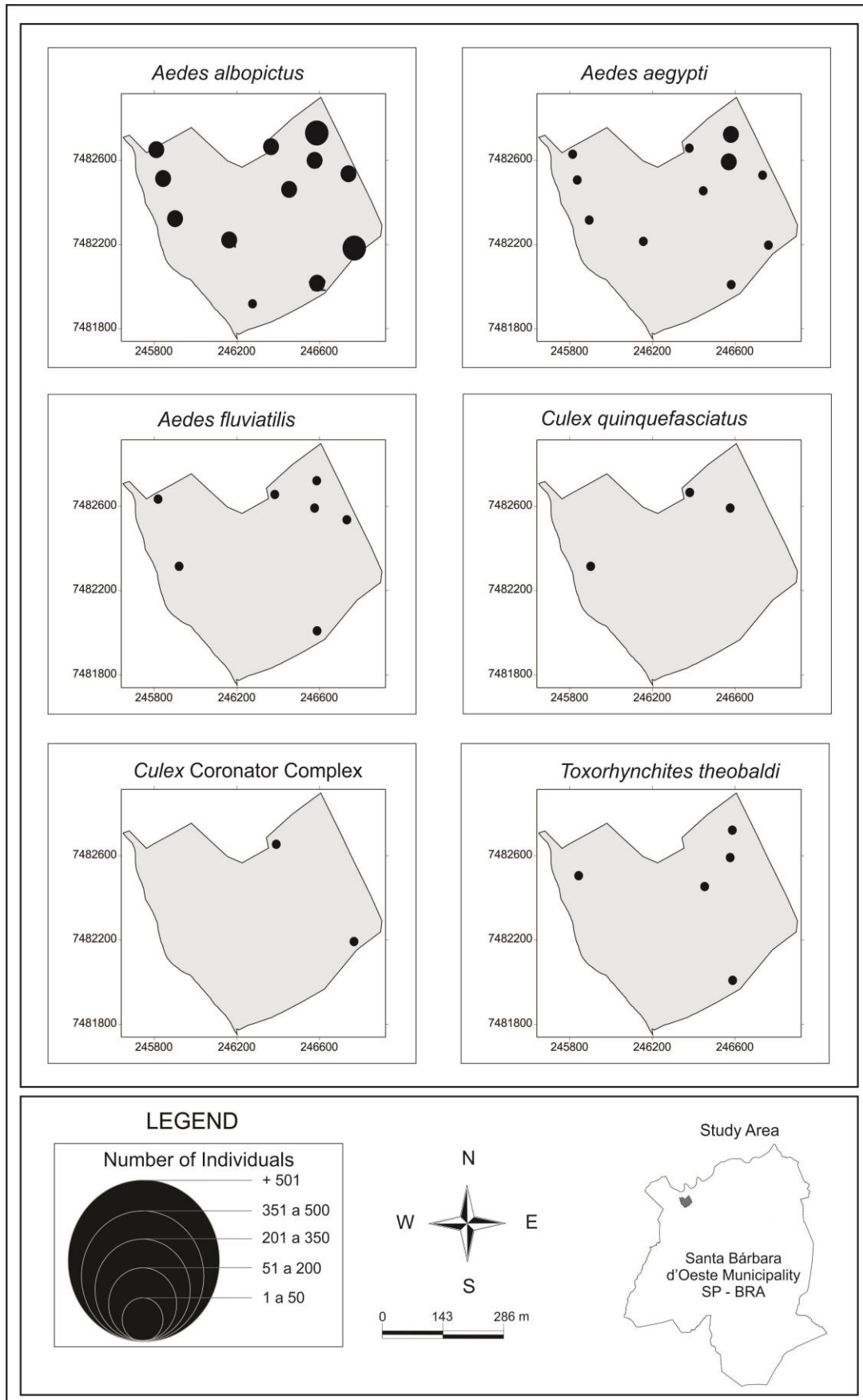


Figure 3. Spatial distribution of the species found in the Vale das Cigarras rural districts

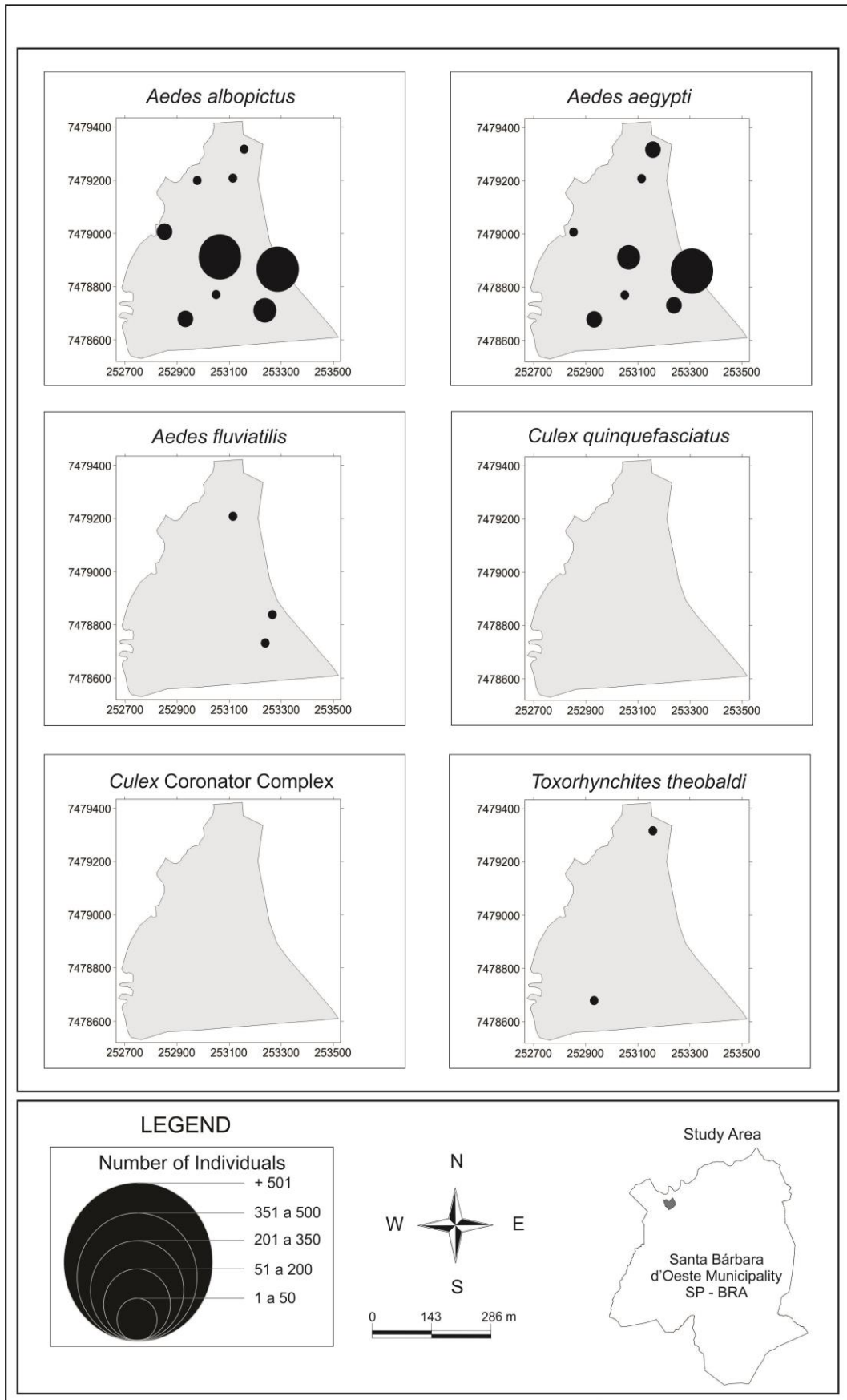


Figure 4. Spatial distribution of the species found in the Santa Alice rural districts

The variographic analysis of Simpson's and Shannon's diversity indices may be seen in Figure 5. Shannon's index shows a very clearly fragmented effect which reveals a lack of spatial correlation with the variable studied, whereas for Simpson's index this effect is smaller. These results show that the kriging method of interpolation may only be applied to Simpson's diversity index.

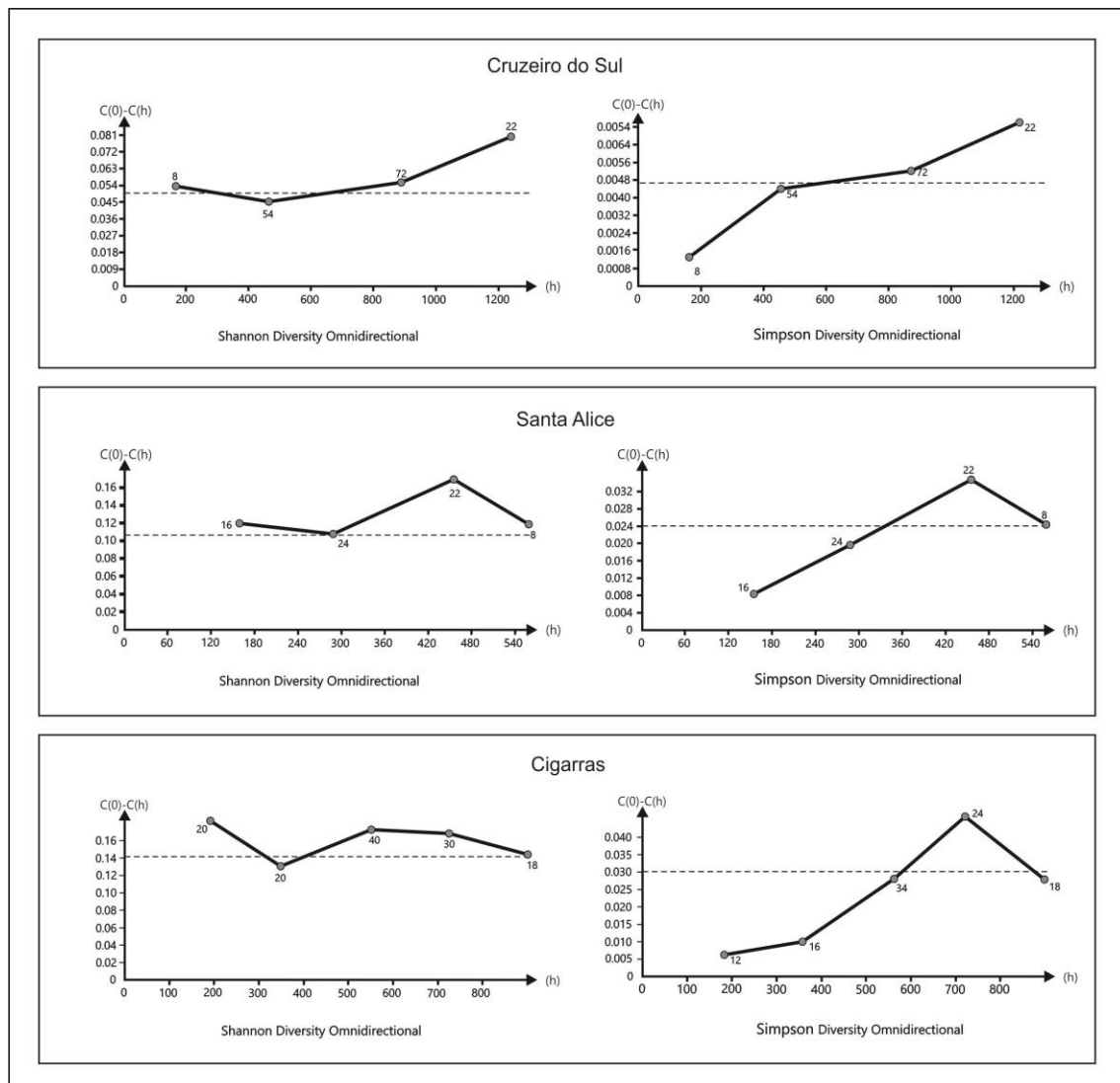


Figure 5. Semi-variograms of Shannon and Simpson diversity index

On the basis of these findings, the experimental semi-variograms of Shannon's diversity index for the Cruzeiro, Vale das Cigarras and Santa Alice rural districts were rejected and replaced by the experimental semi-variograms of Simpson's diversity index for the same localities. The appropriate experimental semi-variograms were taken into

consideration and the adjustment to the theoretical model undertaken. The results of the adjustment (Figure 6) show that the most appropriate model is the linear one. In these models the inclinations take on a value which approximates to 6.5 and attain their highest level ( C ) at 3,086, 2,729 and 0,0032, respectively, for the rural districts of Cruzeiro do Sul, Santa Alice and Vale das Cigarras. This corresponds in practice to a distance at which the 95 % threshold was attained.

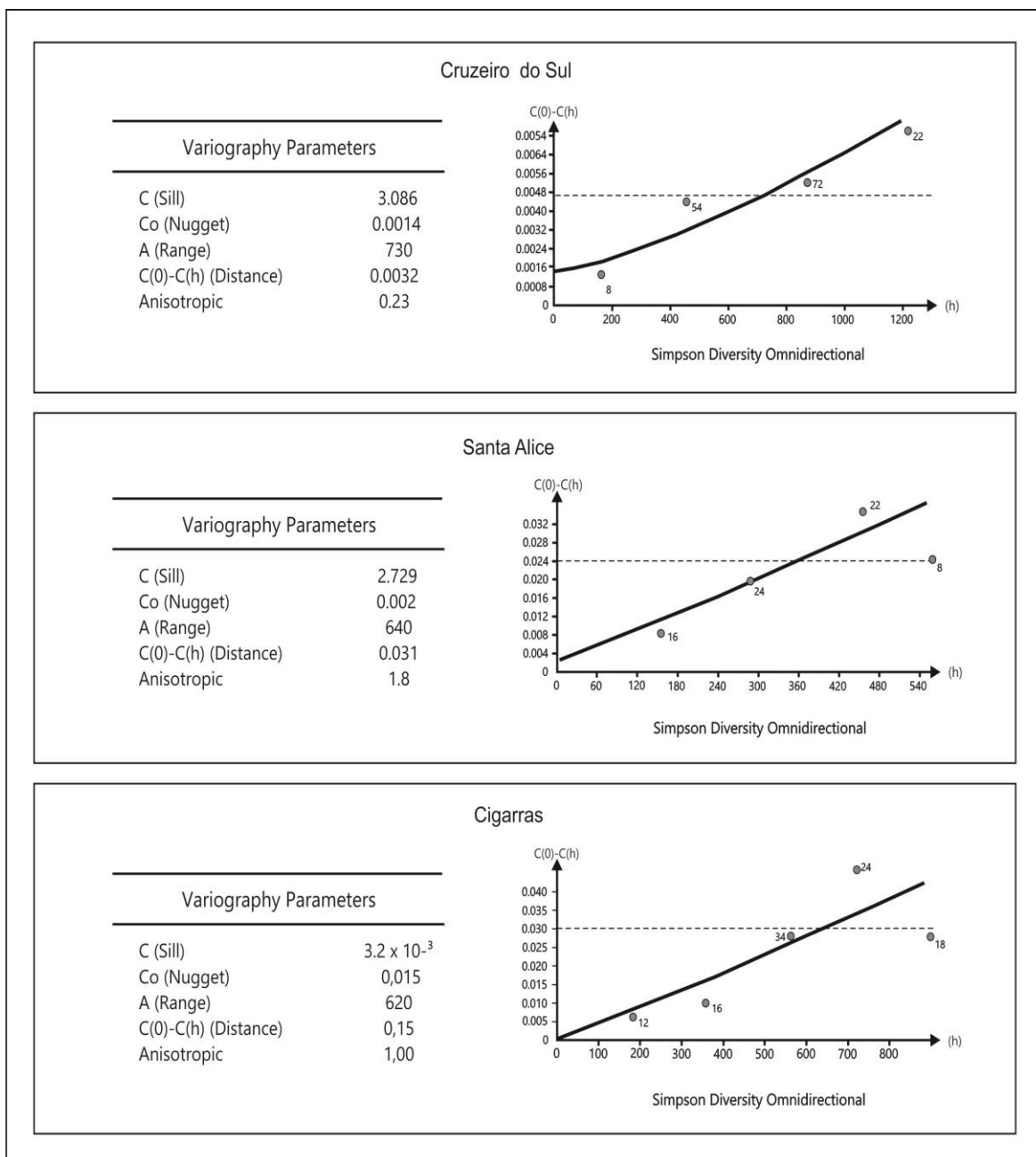


Figure 6. Adjusted semi-variograms of the Simpson diversity index

After the development of the experimental semi-variogram, the estimate of the spatial distribution of Simpson's diversity index (Figure 7) for the three suburbs was undertaken.

This figure shows that the central and northwestern areas of the Santa Alice rural district present the greatest mosquito diversity (0.96). The southern part of this rural district presents the smallest diversity (0.42).

The diversity map for the rural district of Cruzeiro do Sul showed that the diversity is greater (between 0.78 and 0.86) in its western and southeastern parts. In the rest of this rural district Simpson's diversity attains its smallest magnitude (0.42).

Finally, in the Vale das Cigarras rural district, the diversity is greatest in the southern part (0.86), though it is more evenly distributed than in the other rural district. In this area one finds the regions with the least diversity situated in the northeastern and western parts.

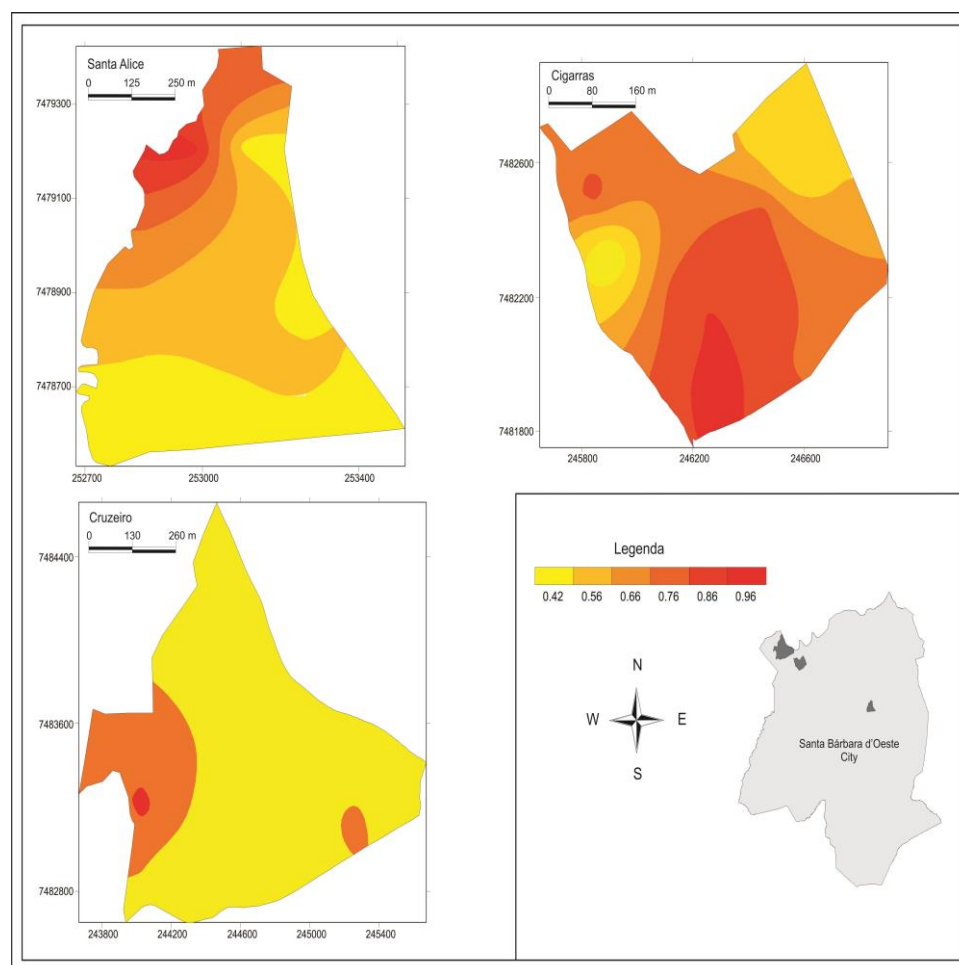


Figure 7. Simpson diversity index maps

## Discussion

The method used in this present study resulted in the collection of a total of 13,241 larvae of six distinct Culicidae species. In view of the simplicity of the use of the larvitrap, the method demonstrates satisfactory results, permitting the monitoring of species whose habits of development of the immature stages involve the use of both natural and artificial breeding places (Brazil 2002; SUCEN 2001; Reiter & Nathan 2001; Gama et al 2007), as it also demonstrates the ecological plasticity of the species found and their potential for adaptation to human dwellings (Lopes 1997). Both breeding places and traps made from tires have already demonstrated their efficiency in surveys undertaken near urban areas or even in degraded forest areas (Lopes et al 1993), which have shown themselves to be similar to those studied in this present study.

The distribution of *Ae. albopictus* in the various areas of collection was seen to be uneven. It was the most abundant species, attaining the greatest value (90% frequency) of all the larvae sampled in Glebas Califónia. Specifically in the area of Cruzeiro do Sul, Piovezan et al. (2013) had already observed the distribution of this species, and the comparison of these two studies, undertaken in the same area with an interval of two years between them, showed a reduction in the percentages of the occurrence of *Ae. albopictus* and an increase observed for *Ae. aegypti*. Although, in Brazil, *Ae. albopictus* has not been incriminated in the transmission of the dengue virus, it possesses the proven ability to transport several arboviruses (Gratz 2004; Marcondes & Ximenes 2015). Further, as regards dengue, this vector ability has been proved by the epidemics that have occurred in Japan, Indonesia, the Seychelles, Thailand, Malaysia (Gratz 2004), in Hawaii (Effler et al. 2005), Gabon (Paupy et al. 2010) and in Europe (Field et al. 2010; LA Ruche et al. 2010). The chikungunya virus has also been transported by *Ae. albopictus*, as recently reported in Europe, Africa and the Indian Ocean (Bonilauri et al. 2008; Pagès et al. 2009; Paupy et al. 2010; Reiter et al. 2006).

*Aedes aegypti* was the second most frequent species overall, presenting patterns of occurrence which varied between 5% in Glebas Califónia and 49% in Santa Alice. This species presents a high degree of anthropophily and has spread into urban areas by making use of artificial breeding places as sites for reproduction (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994). On the other hand, its presence in relatively well vegetated areas is due to its ecological plasticity in the colonization of habitats, and its ability to develop in natural breeding places, such as bromelias (Souza-Santos 1999; Forattini & Marques 2000; Varejão et al. 2005; Gonçalves & Messias 2008). As has been stated above,

significant changes in its abundance were observed in the Cruzeiro do Sul area as compared with the results previously obtained by Piovezan et al. (2013). This species increased from 8.1% of the samples obtained in that first study to the 42% observed in this one, thus presenting an increase in the species' frequency and indicating a possible replacement of *Ae. albopictus*.

The interaction between the species *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* may be influenced by environmental factors. In situations of co-habitation, the characteristics of the scenery and environmental conditions may be determining factors in the success or failure of the species. Places with accentuated rural characteristics and the presence of vegetation favor the displacement and exclusion of *Ae. aegypti* by *Ae. albopictus*, while in urban environments or those subject to great anthropic influence, *Ae. aegypti* persists or dominates over *Ae. albopictus* (Lounibos et al. 2010). In situations in which the quantity of food available is reduced or even slightly limited, the interspecific larval competition is the main factor determining the abundance of these two mosquito species and it is *Ae. albopictus* which, under these circumstances, has the advantage over *Ae. aegypti* (Braks et al. 2004). However, under environmental conditions such as the low relative humidity and high temperatures which prevail in drier periods, the competition between the two species may be reduced seeing that *Ae. albopictus* is more sensitive to these variations, both in the egg and in the adult phase (Juliano et al . 2002) .

The species *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* were also those which were present in greater numbers in situations of cohabitation, on a total of 156 occasions. In Cruzeiro do Sul, of the total of their joint occurrences in the area, 89.62% were of these two species. The method of collection employing larvitrap is widely used in monitoring research projects related to these two species, which explains the greater frequency with which these taxa were found in this study. The analysis of the figures generated shows that the spatial dispersion of *Ae. albopictus* has always been more closely associated with areas close to denser vegetation cover or bodies of water.

For *Ae. aegypti*, the places in which the species had its densest distribution were closer to the more urban stretches of the areas concerned, demonstrating the need to accompany the density of this mosquito species in transitional areas with rural characteristics but close to urban nuclei - whether existing or in process of development. Its epidemiological role in the transmission of pathogens on several of the continents (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994) causes great problems within the field of Public Health and considerable economic loss in terms of the attendance to and treatment of

patients (Kouri et al. 1981). The present zika virus epidemic in Brazil and its consequences constitute a factor of the greatest importance which has to be taken into consideration especially in environments where the mosquito control services may not be receiving the same attention as is dedicated to those in urban areas.

The increase in the abundance of *Ae. aegypti* in Cruzeiro do Sul, evident when the present study is compared with that of Piovezan et al. (2013), may be related to the fact that this species' eggs are more resistant to desiccation and to long periods of drought than are those of *Ae. albopictus* (Juliano et al. 2002). This hypothesis is based on the fact that this region faced, in the years 2013 and 2014, the period in which this present study was carried out, the longest dry period in all of recent history, with a volume of rainfall below the average of the last 50 years (Coelho et al. 2015; 2016), which would give a certain advantage to *Ae. aegypti*, to the detriment of *Ae. albopictus*.

*Aedes aegypti* has dominated urban environments and demonstrated great adaptability in its use of breeding places (Forattini 1992; Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994; Barata et al. 2001). The control of this vector depends on financial investment for the control of dengue which exceeds R\$ 1 bi annually in Brazil alone (Brazil 2015a). Beyond its role in the dissemination of dengue in this country, this vector has recently been involved in the spread of the zika virus which, despite its relatively mild symptomatology, can exceptionally cause serious alterations in the nervous system of fetuses in the process of growth (Brazil 2016; CDC 2016; Mlakar et al. 2016; Rasmussen et al. 2016). Thus, in the light of the various impacts which this vector has been making on human health, the accompaniment of its infestation in new areas, as has been happening in Cruzeiro do Sul, provides relevant information for the strategic and specific vector control actions which are needed to protect the existing human populations.

The species which presented the lower frequencies in the collections made were distributed randomly throughout the surveys undertaken, not all of them occurring, in particular situations or areas. The least frequent species was *Tx. theobaldi* which, in the majority of the observations was found to be present together with *Ae. albopictus*, a result to be expected seeing that the species is recognized as an aggressive predator of the immature forms of other mosquito species, its cohabitation having already been recorded in other studies (Lopes et al. 1993; Lopes 1997).

*Aedes fluviatilis* and *Cx. quinquefasciatus* are species which occurred in low frequency in the present study, but whose anthropophilic habits have already been

described and which frequent the environment of the residences, making use of the traps placed there for their egg-laying (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994; Forattini 2002). *Aedes fluviatilis* possesses the ability to infect with the yellow-fever virus in the laboratory and *Cx. quinquefasciatus*, as well as being the principal vector of *Wuchereria bancrofti* on the American continent, has also been incriminated in the transmission of arboviruses (Consoli et al. 1994; Forattini 2002), which demonstrates the importance of the monitoring of these species.

Representatives of the group *Culex* Complex *Coronator* accounted for 0.40% of the total larvae collected. This group is widely distributed throughout the Americas and uses breeding places, both natural and artificial, whether with clean or polluted water (Forattini 2002). The *Culex coronator* species occurs in urban environments (Silvério *et al.* 2007) and is related to the transmission of St. Luis encephalitis (Fernandez *et al.* 2000).

It was only possible to undertake the analysis of diversity in the areas of Cruzeiro do Sul, Vale das Cigarras and Santa Alice by virtue of the small number of traps existing there for the application of this method. In these places, by means of the maps generated, it was found that in the regions, within each of the areas where *Ae. aegypti* presented greater abundance, the diversity values were lower. The proximity of more highly vegetated areas increased the Simpson's diversity values obtained, whereas *Ae. aegypti* presents greater occurrence in particular regions within the areas studied here, closer to urban nuclei and their access roads. The residents' vehicle traffic may offer conditions favorable to this greater abundance of the species as it offers passive transport for the species which also profits from the ecological advantages which the environment (Juliano *et al.* 2002) - or even the human being himself - provides (Lounibos *et al.* 2010) to expand its distribution in these areas.

In Cruzeiro do Sul, the greater diversity values observed were found in the west of the area, which corroborates the results set out in an earlier study of the locality (Piovezan *et al.* 2013). The accompaniment of the mosquito populations is a fundamental necessity for the establishment of strategic measures which will minimize the risks run by the human population. Differential control and prevention activities should certainly be carried out in those localities which retain their relationship with the natural environment but which also, at the same time, possess some urban structure. These locations not are exclusively urban or rural, and the vector control in these areas should be differentiated from what is often presented in the manuals.

## References

- Andriotti, J.L.S. 2004. *Fundamentos de Estatística e Geoestatística*. Editora Unisinos. São Leopoldo, 165 pp.
- Barata, E.A.M., Costa, A.I.P., Chiaravalloti Neto, F., Glasser, C.M., Barata, J.M.S., and Natal, D. População de *Aedes aegypti* (L.) em área endêmica de dengue, Sudeste do Brasil. *Revista de Saúde Pública* 35: 237-242.
- Bonilauri, P., Bellini, R., Calzolari, M., Angelini, R., Venturi, L., Fallacara, F., Cordioli, P., Angelini, P., Venturelli, C., Merialdi, G., and Dottori, M. 2008. Chikungunya vírus in *Aedes albopictus*, Italy. *Emerg Infect Diseases* 14: 852-854.
- Braks, M.A.H., Nonório, N.A., Lounibos, L.P., Lourenço-de-Oliveira, R., and Juliano, S.A. 2004. Interspecific competition between two invasive species of container mosquitos, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazil. *Annals of The Entomol Soc of America* 97: 130-139.
- Brazil. 2002. *Programa Nacional de Controle da Dengue*. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, Brasília, 28 pp.
- Brazil. 2009. *Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue*. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Brasília, 159 pp.
- Brazil. 2015a. Ministério da Saúde. Available: <[www.brasil.gov.br/saude/2015/04/orcamento-2015-para-acoes-de-combate-a-dengue-cresce-37](http://www.brasil.gov.br/saude/2015/04/orcamento-2015-para-acoes-de-combate-a-dengue-cresce-37)>. Accessed 28 December 2015.
- Brazil. 2016. Ministério da Saúde. Available: <[www.portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/21459-saude-divulga-dados-atualizados-de-microcefalia](http://www.portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/21459-saude-divulga-dados-atualizados-de-microcefalia)>. Accessed 08 February 2016.
- Câmara, G. and A.M.U. Monteiro. 2004. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In: G. Câmara et al. (Ed) – *Introdução a ciência da geoinformação*, São José dos Campos: INPE. Disponível em: <[www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros.html)>. Accessed 20 July 2012.

- Câmara, F.P., R.L.G. Theophilo, G.T. Santos, S.R.F.G. Pereira, D.C. Câmara, and R.R.C. Matos. 2007. Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. *Rev Soc Bras Med Trop* 40: 192-196.
- CDC – Centers for Diseases Control and Prevention. Concludes Zika Causes Microcephaly and other birth defects. Available: [www.cdc.gov/media/releases/2016/s0413-zika-microcephaly.html](http://www.cdc.gov/media/releases/2016/s0413-zika-microcephaly.html). Accessed: 06 June 2016.
- CEPAGRI. 2014. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Clima dos Municípios Paulistas. Available: [www.cpa.unicamp.br/index.html](http://www.cpa.unicamp.br/index.html). Accessed 17 April 2014.
- Coelho, A.S., Cardoso, D.H.F., and Firpo, M.A.F. 2015. Precipitation diagnostics of an exceptionally dry event in São Paulo, Brazil. *Theor Appl Climatol* 1-16.
- Coelho, C.A.S., Oliveira, C.P., Ambrizzi, T., Reboita, M.S., Carpenedo, C.B., Campos, J.L.P.S., Tomaziello, A.C.N., Pampuch, L.A., Custódio, M.S., Dutra, L.M.M., and Da Rocha, R.P. 2016. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. *Clim Dyn* 46: 3737-3752.
- Consoli, R.A.G.B. and R.L. de Oliveira. 1994. *Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 225 pp.
- Effler, P.V., Pang, L., Kitsutani, P., Vorndam, V., Nakata, M., Ayers, T., Elm, J., Tom, T., Reiter, P., Rigau-Perez, J.G., Hayes, J.M., Mills, K., Napier, M., Clark, C.G., and Gubler, D.J. 2005. Dengue Fever, Hawaii, 2001–2002. *Emerging Infectious Diseases* 11: 742-749.
- Esri. 1996. *Using ArcViewGis*. Redlands, 350 pp.
- Fernandez, Z. Richartz, R., Travassos da Rosa, A., and Soccol, V.T. 2000. Identificação do vírus causador de encefalomielite equina, Paraná, Brasil. *Revista Saúde Pública* 34: 232-235.
- Field, V., Gautret, P., Schlagenhauf, P., Burchard, G.D., Caumes, E., Jensenius, M., Castelli, F., Gkrania-Klotsas, E., Weld, I., Lopez-Velez, R., Vries, P., Sonnenburg, F.V., Loutan, L., and Parola, P. 2010. Travel and migration

- associated infectious diseases morbidity in Europe, 2008. *BMC infectious diseases* 10: p. 330.
- Forattini, O.P. 1992. *Ecologia, epidemiologia e sociedade*. São Paulo: Artes Médicas/Editora da Universidade de São Paulo, 529pp.
- Forattini, O.P. 2002. *Culicidologia médica: identificação, biologia, epidemiologia*. Vol. 2. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 860 pp.
- Forattini, O.P. and Marques, G.R.A.M. 2000. Nota sobre o encontro de *Aedes aegypti* em bromélias. *Revista de Saúde Pública* 34: 543-544.
- Golden Software, INC. 1995. *Surfer for Windows v. 6: user's guide*. Colorado, Golden Software, 340 pp.
- Gonçalves, K.S. and Messias M.C. 2008. Ocorrência de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) (Insecta, Diptera, Culicidae) em bromélias, no município do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, Brasil). *Biota Neotrop* 8: 235-237.
- Gringarten, E. and C.V. Deutsch. 2001. Variogram Interpretation and Modeling. *Mathematical Geology* 33: 507-534.
- IBGE. 2013. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. Available: <[www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php](http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php)>. Accessed 14 April 2014.
- Isaaks, E. H. and Srivastava, R. M. 1989. *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press. 561pp.
- Juliano, S.A., G.F.O'Meara, J.R. Morrill, and M.M. Cutwa. 2002. Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. *Oecologia* 130: 458-469.
- Kouri, G.P., M.G. Guzmán, J.R. Bravo, C. Triana. 1981. Dengue hemorrhagic fever/dengue shock syndrome: lessons from the Cuban epidemic, 1981. *Bull World Health Organ* 67: 375-80.
- La Ruche, G., Douarès, Y., Armengaud, A., Peloux-Petiot, F., Delaunay, P., Desprès, P., Lemglet, A., Jourdain, F., Leparç-Goffart, I., Charlet, F., Ollier, L., Mantey, K., Mollet, T., Fournier, J.P., Torrents, R., Leitmeyer, K., Hilaret, P., Zeller, H.,

- Van Bortel, W., Dejour-Salamanca, D., Granddam, M., and Gastellu-Etchegorry, M. 2010. First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France. *Euro Surveill* 15: 1-5.
- Lounibos, L.P., G.F. O'Meara, S.A. Juliano, N. Nishimura, R.L. Escher, M.H. Reiskind, M. Cutwa, and K. Greene. 2010. Differential survivorship of invasive mosquito species in South Florida cemeteries: do site-specific microclimates explain patterns of coexistence and exclusion? *Annals of the Entomological Society of America* 103: 757-770.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 179 pp.
- Marcondes, C.B. and Ximenes, M.F.F.M. 2015. Zika virus in Brazil and the danger of infestation by *Aedes (Stegomyia)* mosquitoes. *Rev Soc Bras Med Tropical* 49:4-10.
- Mlakar, J., Korva, M., Tul, N., Popovic, M., Poljsak-Prijatelj, M., Mraz, J., Kolenc, M., Rus, R.K., Vipotnik, T.V., Vodusek, V.F., Vizjak, A., Pizem, J., Petrovec, M., and Zupanc, T.A. 2016. Zika Virus Associated with Microcephaly. *N Engl J Med* 374: 951-958.
- Pagès, F., Peyrefitte, C.N., Mve, M.T., Jarjaval, F., Brisse, S., Itean, I., Gravier, P., Nhoghe, D., and Grandadam, M. 2009. The main vector of the 2007 Chikungunya outbreak in Gabon. *PLOS ONE* 4: 1-4.
- Pannatier, Y. 1996. *Variowin – Software for Spatial data Analysis in 2D*. Springer-Verlog. New York.
- Paupy, C., Ollomo, B., Kamgang, B., Moutailler, S., Rousset, D., Demanou, M., Hervé, J.P., Leroy, E., and Simard, F. 2010. Comparative role of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in the emergence of Dengue and Chikungunya in central Africa. *Vec Bornr Zoon Disease* 10: 259-266.
- Pfeiffer, D., T. Robinson, M. Stevenson, K. Stevens, D. Rogers, and A.C.A. Clements. 2008. *Spatial Analysis in Epidemiology* Oxford University Press. Oxford, 142 pp.

- Piovezan R., S.L. Rosa, M.L. Rocha, T.S. de Azevedo and C.J. Von Zuben. 2013. Entomological surveillance, spatial distribution, and diversity of Culicidae (Diptera) immatures in a rural area of the Atlantic Forest biome, State of São Paulo, Brazil. *Journal of Vector Ecology* 38: 317-325.
- Rasmussen, S.A., Jamieson, D.J., Honein, M.A., and Petersen, L.R. 2016. Zika virus and birth defects – Reviewing the Evidence for causality. *N Engl J Med* 374: 1981-1987.
- Reiter, P., Fontenille, D., and Paupy, C. 2006. *Aedes albopictus* as an epidemic vector of Chikungunya virus: Another emerging problem. *Lancet Infectious Diseases* 6: 463-464.
- Silva, V.C., N.M. Serra-Freire, J.S. Silva, O. Scherer, I. Rodrigues, S.P. Cunha, and J. Alencar. 2009. Estudo comparativo entre larvitampas e ovitampas para avaliação da presença de *Aedes aegypti* (Diptera: Culidae) em Campo Grande, Estado do Rio de Janeiro. *Rev. Soc. Bras. Med. Tropical* 42: 730-731.
- Silvério, E.C., Urbinatti, P.R., Natal, D., Fernandes, A., Souza, P.P., and Sugimoto, R.S. 2007. Aspectos Ecológicos da Fauna de Mosquitos (Diptera:Culicidae) nos Reservatórios de Contenção de Cheias na Zona Leste de São Paulo, SP. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu, MG.*
- Souza-Santos, R. 1999. Fatores associados à ocorrência de formas imaturas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev Soc Bras Med Trop* 32: 373-382.
- Superintendência de Controle de Endemias. 2001. Vigilância e controle do *Aedes aegypti*: Normas, orientações e recomendações técnicas. Plano de Intensificação das ações de controle de dengue no Estado de São Paulo. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, Governo do Estado de São Paulo.
- Varejão, J.B.M, Santos, C.B., Rezende, H.R., Bevilacqua, L.C., and Falqueto, A. 2005. Criadouros de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) em bromélias nativas na cidade de Vitória, ES. *Rev Soc Bras Med Trop* 38: 238-240.

4.5 – IMPACTS OF ENVIRONMENTAL NEBULIZATION WITH HEAVY EQUIPMENT FOR THE CONTROL OF VECTOR MOSQUITOES WHICH CAN TRANSMIT DENGUE, ZIKA AND CHIKUNGUNYA IN THE STATE OF SÃO PAULO - BRAZIL. SUBMETIDO NA REVISTA: BULLETIM OF ENTOMOLOGICAL RESEARCH.

Rafael Piovezan<sup>1\*</sup>, João Paulo Oliveira Acorinthe<sup>2</sup>, Alexandre Visockas<sup>2</sup>, Thiago Salomão de Azevedo<sup>3</sup>, Cláudio José Von Zuben<sup>1</sup>

1. Universidade Estadual Paulista, Departamento de Zoologia – Rio Claro - SP
2. Department of Environment - Prefeitura Municipal de Santa Bárbara d'Oeste, Santa Bárbara d'Oeste – SP, Brazil
3. Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública - São Paulo - SP

\* corresponding author: pioveza.rafael@gmail.com

### Abstract

The activities related to the control of dengue constitute great challenges for public health. The control methods usually employed have shown themselves to be insufficient to keep down the indices of infestation of *Aedes aegypti* down. Recently, beyond the large number of cases and deaths associated with dengue, new risks have arisen such as those represented by chikungunya fever and zika. In the light of the great significance of these problems within the public health context, two areas in a municipality in the interior of the State of São Paulo, Brazil were selected in 2014. One of them, Bairro Cidade Nova, was submitted to the conventional method of nebulization with portable equipment, and the other, Bairro Jardim Europa, received the application of the insecticide by means of heavy equipment coupled to the vehicle. During the project, 1355 mosquito eggs were collected, 1105 of them in Bairro Cidade Nova and 205 in Bairro Jardim Europa. After the applications with heavy equipment in the months of March and April, the number of cases of the disease reported in the month of April for Bairro Jardim Europa was less than half that of Bairro Cidade Nova, which had received the conventional treatment. The nebulization with the heavy equipment can be a viable and effective strategy for better results in the control of *Ae. aegypti*.

**Key words:** *Aedes aegypti*, Vector control, Dengue, Ultra-low-volume (ulv), Portable equipment, Heavy equipment.

## Resumo

As atividades que envolvem o controle da dengue configuram-se como grandes desafios a saúde pública. Os métodos de controle usualmente utilizados tem apresentado dificuldades para manter baixos os índices de infestação das populações de *Aedes aegypti*. Recentemente, além da grande quantidade de casos e mortes associadas a dengue, surgem novos riscos como a febre chikungunya e a zika. Essa última, apresenta como fator complicador a provável associação com a epidemia de microcefalia observada no Brasil no ano de 2015. Diante dessa relevante importância no contexto da saúde pública, duas áreas foram selecionadas em município do interior do Estado de São Paulo, Brasil. Uma delas, Bairro Cidade Nova, foi submetida ao método convencional de nebulização com equipamento leve e a outra, Bairro Jardim Europa, recebeu a aplicação do inseticida através de equipamento pesado acoplado ao veículo. Durante o trabalho, foram coletados 1355 ovos de mosquitos, sendo 1105 no Bairro Cidade Nova e 205 no Bairro Jardim Europa. Após as aplicações com equipamento pesado nos meses de março e abril, o número de casos da doença relatados no mês de abril, para o Bairro Jardim Europa, foi inferior a metade quando comparado ao Bairro Cidade Nova, que recebeu o tratamento convencional. É possível concluir que a nebulização com equipamento pesado tem maior influência na redução da infestação de mosquitos em determinada área, quando comparada ao método convencional. Esse aspecto é determinante na busca por ações mais eficazes no controle da dengue e de outras doenças emergentes associadas ao *Ae. aegypti*.

**Palavras chave:** *Aedes aegypti*, Controle de Vetores, Dengue, Ultra Baixo Volume (UBV), Equipamento leve, Equipamento

## Introduction

The determining factors associated with the maintenance of the transmission of the four serotypes of the dengue virus in the municipalities are due to the difficulties involved in the combat of the mosquito vector and the lack of control of the infectious agents. As a rule, the control of the vector is reduced, in large measure, by the occasional nature of the actions taken. The interruption of the control programs leads to mistakes in the estimates of the infestation of the municipalities. Concomitantly, the difficulty and the precarious character of the public health surveillance actions favor,

still further, the scenarios conducive to epidemic events (Brasil, 2001, 2002; SUCEN, 2001).

The control of *Aedes (Stegomyia) aegypti* Linnaeus, 1762 represents one of the greatest public health challenges in Brazil (Câmara, 2007). The financial investments set aside for programs of the vector control and for the care of patients suffering from dengue exceed R\$ 1 billion (Brasil, 2015a). Despite this, the mosquito has shown itself sufficiently well adapted to maintain populations in the urban environment and cause negative impacts on human health. The most severe manifestations of the disease can be linked to several factors, like as the type of virus responsible for the infection, the patient's age, chronic diseases and immune status, genetic factors of affected populations, pre-exposure to other serotypes, among others (Forattini, 2002). Still according to PAHO-WHO (2016), in 2015 it has been reported more than 2.3 million cases of dengue, with 10,000 severe manifestations of the disease and 1181 deaths worldwide.

In spite of the millions of cases and of the countless deaths caused by dengue, the great appeal in favor of the combat of this vector is at the present time concentrated on the dissemination of the Zika virus in Brazil. This arbovirus belongs to the Flaviviridae family, which also includes the Dengue and Yellow fever viruses. Despite the symptoms of infection by the Zika virus's being relatively light, its neuropathy can lead to serious syndromes, such as that of Guillain Barré (Marcondes & Ximenes, 2015), and at the present time this virus has been associated with an increase in cases of congenital anomalies of the central nervous system, in some regions of the country (Brasil, 2015b, 2016).

The great emphasis placed on the Zika fever epidemic and the association of the infection in pregnant women with the increase in the incidence of microcephaly in newborn infants should be used to create greater awareness in the population as to the means by which the mosquito could be combated. However, dubious information regarding the control of the mosquito is disseminated, with little emphasis on the safe methods of elimination of the immature forms and their habitats, while ineffective and unsafe measures are widely publicized. We do not wish here to minimize the importance of alternative methods of control or of individual protection, but these should not take the place of integrated management techniques for the control of the mosquito vector which are of recognized efficacy for the protection of the community (Andrade & Cabrini, 2010). Another relevant aspect which ends up by having its focus

dissipated in this context is the relationship established between the information publicized and the content necessary to assist in the greater involvement of society as a whole.

Within this context, an analysis of the methods usually employed and available for the control of *Ae. aegypti* is fundamental to guarantee the effectiveness of the measures used for the control of the vector and also to guarantee the safety of society with regard to the various arboviruses related to this vector (Marcondes & Ximenes, 2015). The objective of this study was to compare the application of the insecticide Malathion GT 96% by the method of nebulization with portable equipment with nebulization with heavy equipment. Results of the study showed that both vector population and incidence of dengue reduced in the areas where insecticide Malathion GT 96% was applied with nebulization with heavy equipment. A lower decrease was found in areas where the same insecticide was applied using nebulization with portable equipment. Both these methods have been adopted by some municipalities in their programs of integrated control of the mosquito *Ae. aegypti*.

## **Methods**

### **Study area**

The present study was undertaken in the municipality of Santa Bárbara d'Oeste located in the interior of the São Paulo state, southeastern Brazil (Figure 1) (22.75° S; 49.38° W) at an average altitude of 560 meters. The total area of the municipality is of approximately 271 km<sup>2</sup>, with a population estimated at about 190 thousand inhabitants, 98% of whom are concentrated in the urban nucleus and only 2% in the rural zone (IBGE, 2013). The municipality is situated between the foothills of the Peripheral Depression of the State of São Paulo (Depressão Periférica Paulista), with relief of hills of an average height and slightly undulating. The remaining vegetation of the area belongs to an area of transition between the biomes of the Atlantic Forest and the Savannah (Cerrado). In accordance with the classification proposed by Koeppen, Santa Bárbara d'Oeste possesses a climate defined as Cwa that is characterized as high-level tropical, with summer rains and dry winters. The average temperature of the hottest and coldest months is, respectively, above 22°C and 12°C. The average annual rainfall is of 1466.1 mm (IBGE, 2013; CEPAGRI, 2014).

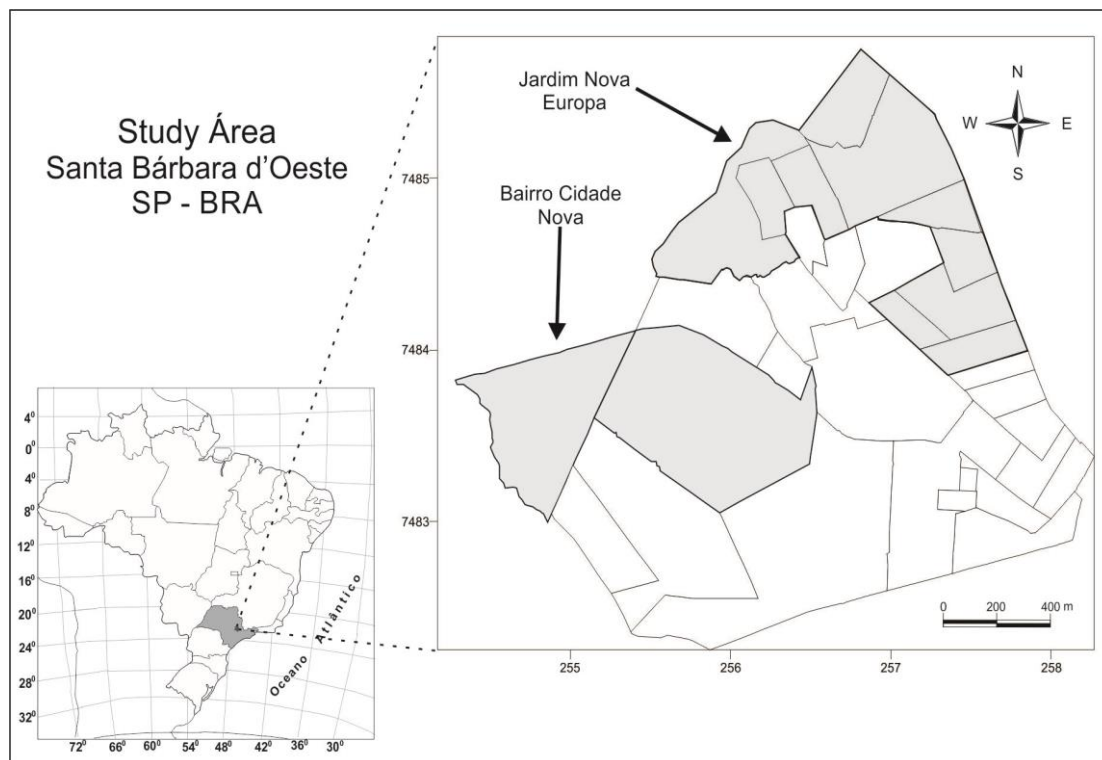


Figure 1. Location of the Study Areas in Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo state - Brazil

The municipality of Santa Bárbara d'Oeste has been infested by the vector since 1986 with the first cases of dengue notified in 1995 (Lima *et al.*, 1999).

### Assessment of Infestation of the Vector

For the choice of the study areas, two sources of information were considered. The first was based on the study of Piovezan *et al.* (2012), which indicated the northeastern area of the city as that where there is a great probability of finding larvae of *Ae. aegypti*. Also consulted was the study of Piovezan *et al.* (2013) which presents the history of the occurrences of dengue in the municipality. Thus were selected the two suburbs of Cidade Nova and Jardim Europa, both of which present a history of serious epidemics and which are characterized as the main foci of the dissemination of the disease in the eastern area of the city. Between 2013 and 2015, these two suburbs alone accounted for 10.01% of the total number of cases of dengue in the city, 319 of them being confirmed, in this same period, in Jardim Europa and 269 in Cidade Nova. The resident population of these same districts was similar, being estimated at 14,143 in the former and 14,392 in the latter.

In each of the two areas chosen, 30 ovitraps (for the capture of eggs) were installed, positioned on a transect in the center of each of the suburbs and distributed, spatially, in the residences of the blocks drawn by lot (Figure 2), both in the peridomicile and also in the intradomicile at approximately 1.5 meters above ground level.

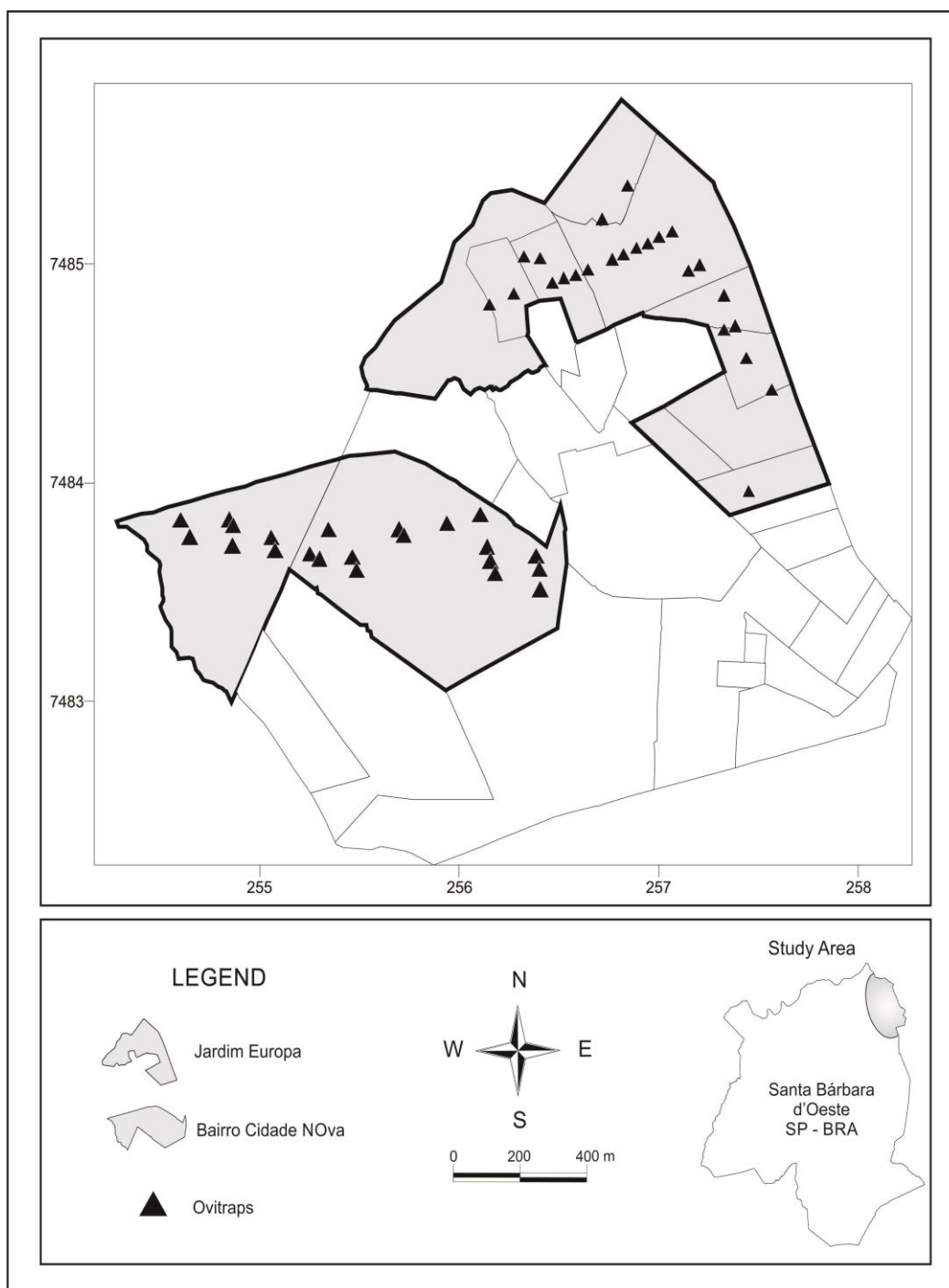


Figure 2. Location of the traps in the suburbs of Jardim Europa and Cidade Nova, Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo state - Brazil

The ovitraps consist of a black plant pot with an approximate volume of one liter and a wooden pallet 14 centimeters long, 3.5 centimeters wide and 0.5 centimeters thick. The traps were inspected by endemic control agents, the pallets removed from the ovitraps and immediately replaced by new ones of the same dimensions and characteristics. The collections occurred during two periods, in the first of which the traps were installed on 27 March 2014 and retrieved on 01 April of that same year and in the second they were installed on 10 April 2014 and retrieved on 16 April of that same year. When they were removed, the pallets were transported to the laboratory and then dried, thereafter the eggs on each substrate were counted under a microscope and the values obtained were entered into a data bank. After they had been counted, the eggs were systematically removed from the pallets by means of brushes and disposed of in the sewage network.

The information relating to cases of dengue was obtained from the data bank of the Epidemic Surveillance of the municipality. By means of the investigation of the data, the division of the cases which had occurred was undertaken by separating them into two periods, the first covering the period from 01 January 2014 to 31 March of that same year and, the second, the cases that had occurred as from 01 April 2014. The survey of the cases that had occurred in the first period, i.e. from 01 January to 31 March, were intended to present the epidemiological dynamics of the disease in each of the two areas. Up to that point both the areas had received the control services using the conventional methods. In the second period analyzed, the area of Jardim Europa was already receiving the special treatment by means of the method of the application of the insecticide with heavy equipment.

The egg collections undertaken by means of the ovitraps make use of the standardized methods routinely employed for the monitoring of *Ae. aegypti*. Other species may also sometimes lay their eggs in the same recipient, however, the presence of the vector of dengue, zika and chikungunya is much more abundant under urban conditions and its presence has already been demonstrated in the area studied by Piovezan *et al.* (2012).

### **Spatial and Temporal Analysis of the Quantity of Eggs**

After the collections, during the next step, the study of the spatial variability of the quantity of eggs was carried out by means of variographic analysis. According to Gringarten & Deustsch (2001), the determination of the semivariogram is the first and

most important stage, in view of the fact that this kind of approach analyzes the spatial dependence of the values of a variable  $V(x)$ , separated by a  $\Delta h$  vector. The semivariogram may be defined as the variance of the error committed by the estimate of an unknown content in  $(x+h)$ , with the help of a particular point in  $(x)$  (Andriotti, 2004). The semivariograms express the spatial distribution of continuous variables, demonstrating the zone of influence and the anisotropic aspects of the same (Pfeiffer *et al.*, 2008).

With the use of the Variowin software (Pannatier, 1996), temporal semivariograms of the mosquito egg densities in the areas studied were constructed. After the calculation of the modeling of the experimental semivariograms, a mathematical model was used to present the variety of the data set. This procedure was used for the fit of the model, thus allowing the estimation of the surface generated more precisely and trustworthily. In this way, the method of the interpolation of the data adopted was that of ordinary kriging which allows the generation of maps of the temporal distribution of the quantity of eggs. This method of interpolation was therefore used for the construction of four isoplethic quantitative maps. This procedure was carried out using Surfer software (Golden Software, 1995).

### **Vector Control**

After the collections and the examination of the palettes, the mosquito control activities were undertaken. These control activities were defined on the basis of three axes, namely: active search for dengue cases, active search for breeding places with their subsequent removal or destruction and the elimination of adults by nebulization with insecticide using portable equipment (SUCEN, 2001).

Briefly, the activities of which the active search for dengue suspects consists are mainly undertaken by the endemic control agents during domiciliary visits. During these visits information is collected on possible cases of infection by the dengue virus and is then passed on to the competent epidemiological surveillance unit for insertion into the data-bank. It was thus that the same activity was undertaken in both the areas studied, covering the periods which preceded the research project, the research period itself and right through to the end of the transmission of that year.

The control actions regarding the breeding places were undertaken together with the active search for suspected cases of dengue. They were characterized by the active search and the removal of the places which favored the development of the immature

forms of *Ae. aegypti* in the properties which lay within the area of transmission. This condition, i.e. working in the search for confirmed cases of dengue, often imposes distinct efforts in the different areas of transmission.

The present study considers that the historical record of cases that dates back to the 90s in the municipality studied and the control actions which were applied in the same way in all the suburbs during that period, fulfilling the existing norms of the period, are factors which strengthen the methodology here adopted. Thus one may demonstrate that these areas always received the same methods of treatment and experienced various epidemics with different serum types.

The control of adults, to block the transmission of the dengue virus, was undertaken throughout the city by means of nebulization with portable equipment, as the cases of dengue were confirmed. This procedure, as has already been said, was applied uniformly throughout the municipality, with the exception of the area of Jardim Europa, which, on four different occasions (19<sup>th</sup> and 26<sup>th</sup> March and 2<sup>nd</sup> and 9<sup>th</sup> April), received the application of insecticide by nebulization with heavy equipment.

Nebulization for the control of adult mosquitoes requires pulverization with the insecticide organophosphate (Malathion GT 96%) by means of either light or heavy equipment, the Ultra Low Volume (ULV) disperses micro drops with diameters of between 5 and 30 micrain the air (SUCEN, 2001). In the area of the Jardim Europa suburb, the insecticide was applied with the use of heavy pulverizing equipment coupled to the body of the vehicle - which circulated along the streets of the suburb at speed of between 10 and 16 Km/h and between 16.00 and 20.00 hours. The portable equipment was checked by officials of Municipality and underwent periodic inspection by the Endemic Control Superintendence of the State of São Paulo (SUCEN), while the equipment for pulverization coupled to the vehicle was loaned by SUCEN to undertake the control activities in the municipality.

All the control activities described are specified in the manuals for the control of dengue (Brasil, 2001; SUCEN, 2001; 2010). The activities for vector control were carried out in accordance with the same procedure in the various areas of the municipality, by the same group of professional personnel using the same operational and technical abilities. The ovitraps installed in the two suburbs mentioned above and the use of nebulization with heavy equipment for the control of adult mosquitoes in the Jardim Europa suburb are exceptions to the above general description.

## Results

During the work, 1355 eggs were removed from the traps, 534 of them being found in the intradomiciliary environment and 821 in the peridomiciliary. In the Cidade Nova suburb, 1105 eggs were found and in the Jardim Europa suburb 250 eggs (Table 1). The peridomiciliary collections presented a greater number of eggs caught in the ovitraps, as the number of positive traps installed in the peridomiciles was also greater than that found in the traps which were installed inside the residences.

Table 1. Distribution of eggs collected in ovitraps in the Cidade Nova and Jardim Europa suburbs of the municipality of Santa Bárbara d'Oeste, SP in April 2014

	Collection 1 (01/04/2014)		Collection 2 (16/04/2014)	
	Cidade Nova	Jardim Europa	Cidade Nova	Jardim Europa
N° eggs	584	104	521	146
N° eggs intradomicile	220	12	254	48
N° eggs peridomicile	364	92	267	98
N° positive traps	14	10	23	4
N° positive traps (intradomicile)	4	3	11	2
N° positive traps (peridomicile)	10	7	12	2

\* N° = Number.

Overall, the first collection yielded 688 eggs, 84.9% of this total coming from the Cidade Nova suburb, and 15.1% from Jardim Europa. In the second collection, the numbers found were not so different from those of the first, being 78.1% and 21.9%, coming, respectively, from the suburbs of Cidade Nova and Jardim Europa.

The first collection of eggs, for the Jardim Europa suburb, occurred after two applications of insecticide using the heavy nebulization equipment. On this first occasion, the positive traps were 33% of the total, 10% being the value found for the traps in the intradomicile and 23% that for those installed in the peridomicile. At the second collection undertaken in this same suburb, the positive traps were 13.3% of the total, being 6.6% for both the types of distribution of the traps.

In the Cidade Nova suburb, which received the activities of the application of the insecticide with light equipment, the positive traps increased from 46.6% to 76.6% between the two collections. A larger number of positive traps were found in the peridomicile in the two collections, however, there was a considerable increase in the number of positive traps installed inside the properties - increasing from 13.3% in the first collection to 36.6% in the second.

Between the two collections undertaken, there was a grow thin the proportion of eggs found in the intradomicile in the Cidade Nova suburb, increasing from 37.7% to 48.3%, and in the peridomicile the proportions were 62.3% in the first collection and 51.3% in the second. For the Jardim Europa suburb, in the intradomicile, the values were 11.5% of eggs found in the first collection and 32.9% in the second, and 88.5% and 67.1%, in the first and second captures, respectively, in the peridomicile.

The results of the spatial analysis (Figure 3) demonstrated that in the intradomiciliary collections the eastern region of the Cidade Nova suburb and the southern region of the Jardim Europa suburb were the areas with the largest numbers of eggs during the first capture. In the second sampling period, the east and the west of the Cidade Nova suburb presented the higher densities of eggs, and in Jardim Europa the greatest quantity of eggs occurred in the southern region of the suburb.

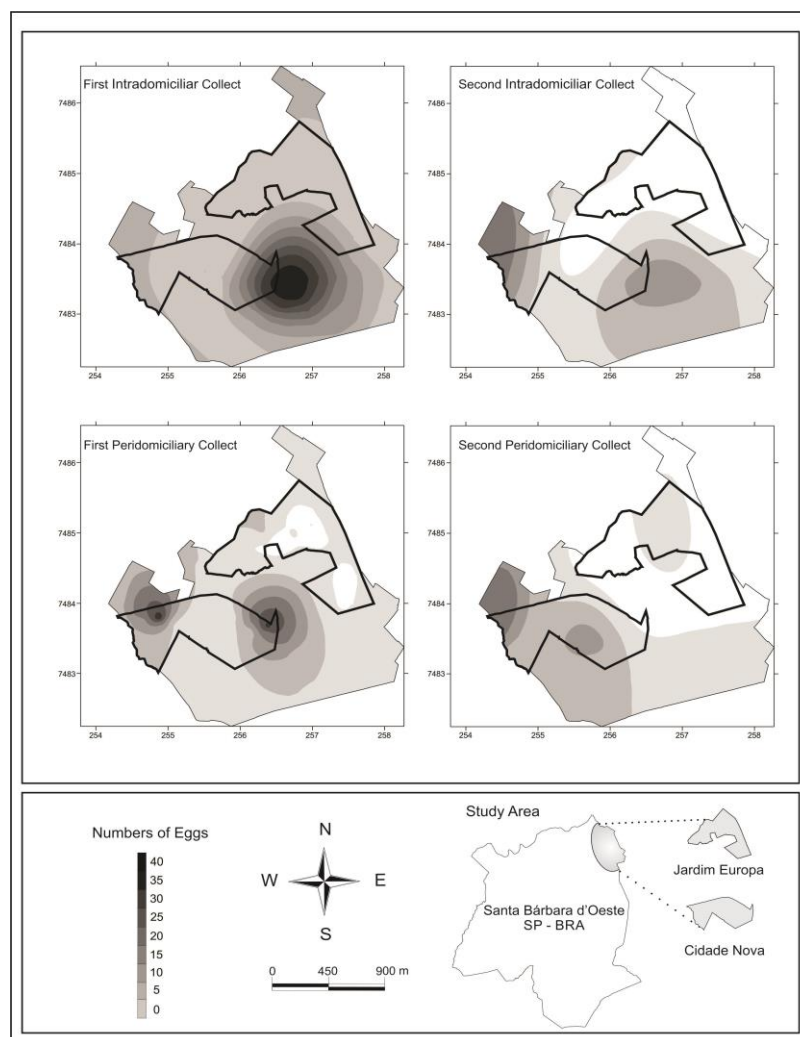


Figure 3. Spatial distribution of eggs collected in the areas of the Cidade Nova and Jardim Europa suburbs

In the collections made in the peridomicile, once again the western and eastern regions of the Cidade Nova suburb were those which presented the greatest infestation of eggs during the first survey. In the second collection the south-center and the west of the suburb were the most infested. For Jardim Europa, as also for the intradomiciliary collections, the two egg capturing events presented small variations with a reduced difference in the infestation as between the regions of the suburb.

The cases of dengue were surveyed in both the study areas. The notifications of the Epidemiological Surveillance and the geo-referenced data of the Center for the Control of Zoonoses were used for this, noting the date of the appearance of the first symptoms for the temporal definition of the cases. Between the months of January and April, the two suburbs together presented a total of 432 cases of the disease, 193 of them in Jardim Europa and 239 in Cidade Nova. Figure 4 shows the increase in the number of cases of dengue over the first four months of the year in the two places studied.

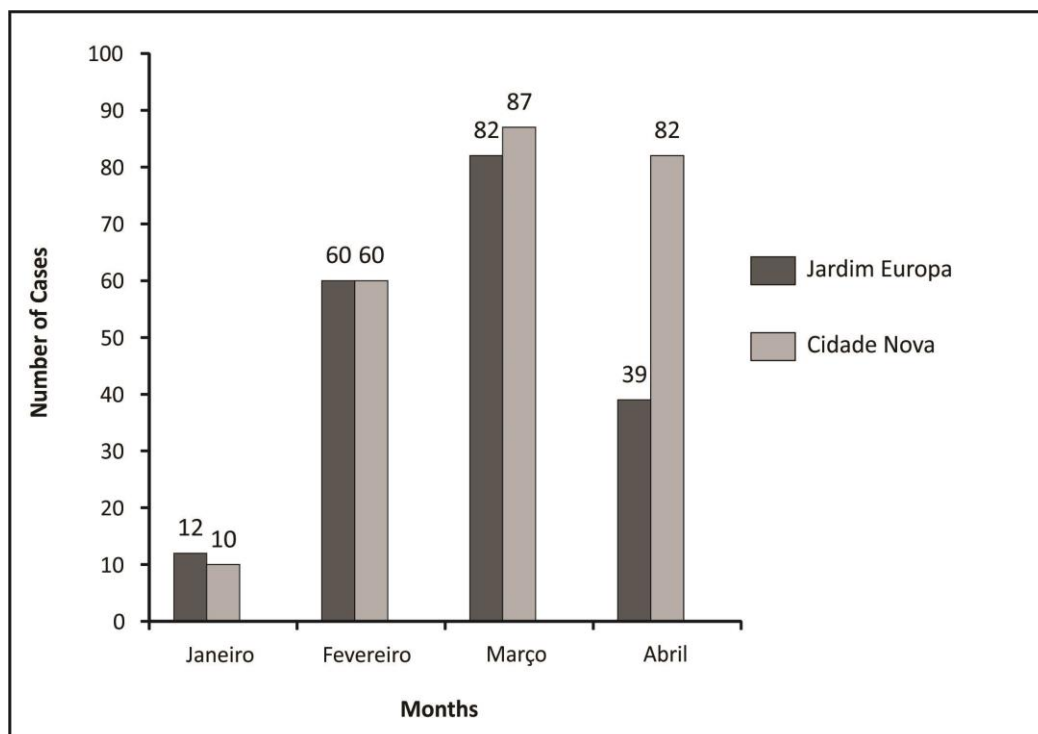


Figure 4. Distribution of the cases of dengue from January to April in the suburbs studied

The number of cases of dengue which occurred in the two suburbs studied presented closely similar proportions during the first three months of the year,

demonstrating an epidemiological similarity between the areas. In the month of April, a greater proportional difference was observed in the number of cases reported for the suburbs, the high number of positive notifications being maintained for the Cidade Nova suburb. In terms of participation, as for the total number of cases recorded, the month of April presented 34.3% for the Cidade Nova suburb, as compared with 20.2% for the Jardim Europa suburb.

### **Discussion**

The comparison of the results presented in Table 1, for example, in the Cidade Nova suburb, demonstrated different behaviors as regarding the number of eggs found in the intradomicile and the peridomicile. Between the two collections undertaken, in the peridomicile there occurred a reduction in the number of eggs found of the order of 16.7%, while in the intradomicile there occurred an increase of 15% in the number of eggs collected. In the Jardim Europa suburb, between the first and the second collection, both localizations of trap presented an increase in the number of eggs found, the values being significantly lower, however, as compared to that of the Cidade Nova suburb.

The analysis of the total number of eggs collected in the two areas confirms that the nebulization actions with heavy equipment kept the values of the indices of infestation of the area that received the treatment with heavy equipment lower. Andrighetti *et al.* (2013) compared the actions of nebulization with the light and heavy equipment and the results demonstrated the greater efficacy of the portable equipment, with a reduction in the number of adult and female mosquitoes in the areas studied. In that study, there was no count of the number of eggs found, as in this present study there was no research into adult individuals, however, apparently the results are distinct.

When the numbers of positive traps are analyzed, the influence and the difference in the methods of control applied may be demonstrated. While in the Cidade Nova suburb an increase in the number of positive traps from 14 to 23 was observed (the positive indices were 24% and 38%, respectively, of the total traps installed), in the Jardim Europa suburb the number of positive traps diminished from ten to four (17% and 7%, respectively). This information suggests that the method of nebulization with heavy equipment, despite its limitations, may be utilized as a strategy to avoid the dispersion of the females of the dengue vector in situations in which the control of the breeding places had not attained the necessary efficiency (Focks *et al.*, 2000).

The analysis of the efficacy of the conventional method of nebulization used for the control of *Ae. aegypti* in urban areas presupposes the discussion of those situations in which refusals, or the non-application of the insecticide in residences with the use of portable equipment, may - for any one of several reasons - occur. This circumstance may become a determining factor in the process of the control and dispersion of this vector.

The control of breeding places also faces this same problem, that is to say, in the present Brazilian economic and social scene, some families use recyclable materials as a source of income, while others, aware of the need for sustainable action, seek to transport the waste in an appropriate way, stocking the recyclable material and sending it on to appropriate destinations. Both, however, as a general rule, store the materials in unsuitable ways thus creating the conditions favorable to the development of immature mosquitoes, thus frustrating the efforts made to control the vector by means of conventional methods. Focks *et al.* (2000) present as a condition for the avoidance of the dispersion of females within a particular area that almost the totality of existing breeding places be eliminated.

Following this same line of thought, it must be remembered that, on average, 35-45% of residences are left uninspected because they are closed or because the resident refuses admittance, and that an approximately similar percentage does not receive the control agent to apply nebulization with the portable equipment. This circumstance makes the use of the method using heavy equipment relevant, as it does not depend on the authorization of the resident.

Andrighetti *et al.* (2013) presented data on the mortality of female adults in the intradomicile, greatly superior when the portable rather than the heavy equipment is used. In this present study, however, the absolute number of eggs collected in the intradomicile in the two areas studied is discrepant, 474 of them being in the Cidade Nova suburb as against 60 in the Jardim Europa suburb. These values, taken together with the reduction in the number of positive traps, suggest that nebulization with the heavy equipment keeps intradomiciliary levels of *Ae. aegypti* down. The movement of females at the end of the afternoon in their search for places for development and feeding may be what determines the efficiency of the method here studied (Forattini, 2002).

Nebulization with heavy equipment may thus be seen as an important strategy in the activities undertaken for the control of *Ae. aegypti*. The study presented consistent

numbers for the reduction of infestation by the vector and, still more important, the area which received the treatment with heavy equipment presented numbers of confirmed cases of dengue significantly smaller than those of the suburb which received the conventional treatment. Santa Bárbara d'Oeste, as also various other municipalities, has been presenting cases of dengue uninterruptedly since 1995 (Lima *et al.*, 1999). The areas studied present very similar epidemiological and entomological histories (Piovezan *et al.*, 2013), which still further supports the interpretation of the results obtained by this study.

The present situation of the control of *Ae. aegypti*, in Brazil, calls for changes in the behavior and commitment of civil society and of the authorities. As a rule, occasional reductions in the number of cases are associated with dubious biases from the point of view of the epidemiology of the disease. When we consider the new diseases which are spreading in society such as, for example, chikungunya and zika, as well as dengue, the urgency for us to rethink more effective methods of control is evident. The application of insecticide with heavy equipment has shown itself to be efficient in keeping down the numbers of eggs found as also in obtaining better results as regards the number of patients suffering from the disease after their treatment.

The results presented here show that this is a method that can be put into effect with greater frequency in the State of São Paulo, being used also before the control of breeding places to avoid the dispersal of adult mosquitoes to adjacent areas. Is also deserving of note that despite the cost of nebulization with heavy equipment being greater than that of portable nebulizers, the area treated per unit of time is much greater, and the costs with salaries and labor law expenses of the teams are thus greatly reduced.

#### Acknowledgements

The authors wish to thank the teams of the Centro de Controle de Zoonoses of Santa Bárbara d'Oeste municipality, as also the Municipal Health Secretariat. CJVZ also expresses his gratitude to the CNPq.

#### References

- Andrade, C.F.S. & Cabrini, I.** (2010) Estratégias inócuas, estrambólicas ou inseguras para o controle do vetor da dengue. *Rev Vetores & Pragmas* 22-27.
- Andrighetti, M.T.M., Marcoris, M.L.G., Takaku, L., Galvani, K.C., Cardoso, R.P., Scandar, S.S., Glasser, C.M., Wanderley, D.M.V. & Yang, H.M.**

(2013) Avaliação do efeito do inseticida Malathion aplicado sob a forma de ultra e baixo volume com equipamentos portátil e pesado sobre *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Rev Pat Tropical 42: 81-95.

**Andriotti, J.L.S.** (2004) Fundamentos de Estatística e Geoestatística. Editora Unisinos. São Leopoldo 165 p.

**Brasil.** (2001) Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Dengue, instruções para o pessoal de combate ao vetor: Manual de Normas Técnicas 3ª Edição. Ministério da Saúde.

**Brasil.** (2002) Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue. Ministério da Saúde.

**Brasil.** (2015a) Ministério da Saúde. Available: <http://www.brasil.gov.br/saude/2015/04/orcamento-2015-para-acoes-de-combate-a-dengue-cresce-37>. Accessed 28 December 2015.

**Brasil.** (2015b) Ministério da Saúde. Available: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2015/dezembro/15/COESMicrocefaliasInformeEpidemiologicoSE4915dez201510h.pdf>. Accessed 28 December 2015.

**Brasil.** (2016) Ministério da Saúde. Available: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/21459-saude-divulga-dados-atualizados-de-microcefalia>. Accessed 08 February 2016.

**Câmara, F.P., Theophilo, R.L.G., Santos, G.T., Pereira, S.R.F.G., Câmara, D.C. & Matos, R.R.C.** (2007) Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. Rev Soc Bras Med Trop 40: 192-196.

**CEPAGRI.** (2014) Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Clima dos Municípios Paulistas. Available: <http://www.cpa.unicamp.br/index.html>. Accessed 17 April 2014.

**Focks, D.A., Brenner, R.J., Hayes, J. & Daniels, E.** (2000) Transmission thresholds for Dengue in terms of *Aedes aegypti* pupae per person with discussion of their utility in source reduction efforts. The Ame Journal of Trop Med and Hygiene 62: 11–18.

**Forattini, O.P.** (2002) Culicidologia médica: identificação, biologia, epidemiologia. Vol. 2. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 860 p.

**Golden Software INC** (1995) Surfer for Windows v. 6: user's guide. Colorado, Golden Software, 340 p.

**Gringarten, E. & Deutsch, C.V.** (2001) Variogram Interpretation and Modeling. *Mathematical Geology* 33: 507-534.

**IBGE.** (2013) - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. Available: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Accessed 14 April 2014.

**Lima, V.L.C., Figueiredo, L.T.M., Correa, F.H.R., Leite, O.F., Rangel, O., Vido, A.A., Oliveira. S.S., Owa, M.A. & Carlucci, R.H.** (1999) Dengue: Inquérito Sorológico pós-epidêmico em zona urbana do Estado de São Paulo (Brasil). *Rev Saúde Pública* 33: 566-74.

**Marcondes, C.B. & Ximenes, M.F.F.M.** (2015) Zika virus in Brazil and the danger of infestation by *Aedes (Stegomyia)* mosquitoes. *Rev Soc Bras Med Tropical*.

**Pannatier Y.** (1996) Variowin – Software for Spatial data Analysis in 2D. Spring-Verlog New York.

**Pfetter, D.U., Robinson, T.P., Stevenson, M., Stevens, K.B., Rogers, D.J. & Clements, A.C.A.** (2008) Spatial Analysis in epidemiology (Eds). Oxford: Oxford University Press. 142 p.

**PAHO-WHO.** (2016) Pan American Health - World Health Organization. Dengue: PAHO/WHO data, Maps and Statistics. Available: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_topics&view=readall&cid=3273&Itemid=40734&lang=pt](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=readall&cid=3273&Itemid=40734&lang=pt). Accessed 08 February 2016.

**Piovezan, R., Azevedo, T.S. & Von Zuben, C.J.** (2012) Spatial evaluation of larvae of Culicidae (Diptera) from different breeding sites: application of a geospatial method and implications for vector control. *Rev Bra Entomologia* 56: 368-376.

**Piovezan, R., Azevedo, T.S., Acorinthe, J.P.O., Polizelli, N., Visockas, A., Canteiro, C.L. & Von Zuben, C.J.** (2013) Perfil epidemiológico e análise espacial do risco da dengue da área urbana de Santa Bárbara d'Oeste - SP, durante o período de 1995 a 2010. *Geografia* 39: 525-539.

**SUCEN.** (2001) - Superintendência de Controle de Endemias. Vigilância e controle do *Aedes aegypti*: Normas, orientações e recomendações técnicas. Plano de Intensificação das ações de controle de dengue no Estado de São Paulo. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo Governo do Estado de São Paulo.

**SUCEN.** (2010) - Superintendência de Controle de Endemias. Coordenadoria de Controle de Doenças Programa de Vigilância e Controle da Dengue. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo Governo do Estado de São Paulo. Available:

[http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/zoo/pdf/Programa10\\_Estadual\\_dengue.pdf](http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/zoo/pdf/Programa10_Estadual_dengue.pdf).

Accessed 30 December 2015.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pesquisas direcionadas ao controle de mosquitos estão entre as principais linhas da Vigilância Entomológica. Não são recentes os trabalhos que demonstram o impacto causado pelos culicídeos na saúde pública, e as atividades de combate aos vetores são desafios atuais na sociedade.

O conhecimento sobre a ecologia dos vetores, particularmente os mosquitos, e a forma como eles se dispersam no ambiente, permite a execução de medidas objetivando a redução de eventuais riscos relacionados à infecção por agentes patogênicos.

No Brasil, a dengue se configura como a arbovirose mais importante, acometendo milhares de pessoas e provocando centenas de mortes todos os anos (BRASIL, 2016a). Não obstante a esse grave problema de saúde pública, a recente introdução do vírus zika, associado à veiculação pelo *Ae. aegypti*, tem causado grande impacto na comunidade científica e na sociedade civil, principalmente pela provável relação com casos de microcefalia relatados no país (BRASIL, 2015).

A competência vetorial na transmissão de diversas arboviroses pelas espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, impõe às autoridades sanitárias do Brasil o estado máximo de alerta. Essas duas espécies de mosquitos ocorrem de maneira maciça no território brasileiro e, como visto na circulação do vírus zika no país, os sistemas de enfrentamento a doenças dessa natureza não estão preparados para conter a disseminação.

Nesse aspecto, o monitoramento através de armadilhas para captura de ovos, conhecidas como ovitrampas, apesar de simples, é extremamente efetivo para determinar a presença de mosquitos, especificamente o *Ae. aegypti*. Essa ferramenta pode ser utilizada em locais de transição, entre ambiente florestado e urbano, permitindo inclusive reconhecer as paisagens onde a espécie encontra vantagens adaptativas (HONÓRIO et al., 2009).

A utilização desse tipo de armadilha na área urbana do município de Santa Bárbara d'Oeste permitiu comparar as ações de nebulização ambiental, analisando os resultados da aplicação de inseticida, adulticida, através de equipamentos leve e pesado. Questões como número de armadilhas positivas, número de ovos coletados e número de casos de dengue com data de primeiros sintomas confirmados após o início dos trabalhos, demonstraram que o controle com nebulização, através de equipamento pesado, apresenta resultados importantes, e se configura como um método eficaz no

controle da dengue. O monitoramento através das ovitrampas deve ser inserido com maior frequência no cotidiano das ações de controle entomológico dos municípios, pois trata-se de ferramenta simples e que permite diversas abordagens na estimativa da infestação em determinada área, na dispersão territorial dos vetores, na correlação espacial com outros criadouros, na análise de métodos de controle, etc.

Outro aspecto importante para utilização de armadilhas de captura de ovos e de larvas diz respeito a levantamentos em áreas rurais e de transição. Santa Bárbara d'Oeste possui extensas áreas rurais com pequenos bairros, cuja população varia entre algumas dezenas e 10 mil habitantes. Em áreas rurais, através dessas armadilhas citadas, foram realizados dois trabalhos no município. O primeiro teve foco exclusivo no bairro Cruzeiro do Sul, avaliando a fauna coletada e a dispersão das espécies dentro da área. No segundo, utilizou-se apenas larvitampas e estendeu-se as coletas para outras quatro áreas além do bairro Cruzeiro do Sul. O trabalho permitiu identificar as espécies coletadas e estimar a diversidade da área, apresentando um mapeamento importante para futuras ações de controle.

Pesquisas em áreas de transição, como os ambientes rurais, contribuem no âmbito zoológico puro, com o levantamento das espécies, mas acima de tudo trazem informações fundamentais para eventuais problemas epidemiológicos que podem ocorrer na medida em que a população humana se instala com maior densidade nessas áreas. Um exemplo disso pode ser observado através dos resultados obtidos na área do Cruzeiro do Sul. O primeiro trabalho evidenciou a presença do *Ae. aegypti* em pequena proporção na área, entretanto, o segundo estudo realizado dois anos depois, observou grande crescimento da frequência de captura dessa espécie. Fatores climáticos podem ter influenciado essa diferença observada, de qualquer forma, o relato do incremento na ocorrência do vetor do dengue já se configura como fator determinante para que as unidades de vigilância epidemiológica e entomológica passem a tratar a área de maneira diferenciada, inclusive inserindo esse bairro rural na rotina dos trabalhos de controle de vetores.

A identificação das espécies de mosquitos coletados nas diferentes áreas rurais pesquisadas, exige das autoridades competentes debates sobre as relações ecológicas estabelecidas entre essas espécies e os ambientes em que foram encontradas. Outro aspecto importante a ser considerado, dado o potencial de alguns táxons na transmissão de patógenos, é referente às ações preventivas que devem ser executadas para preservar a saúde da população residente nessas áreas.

A urgência e a rapidez na comunicação entre os diversos entes envolvidos nos trabalhos de combate a arboviroses é fator determinante para o sucesso dos trabalhos. O fato da disseminação de doenças, como dengue, chikungunya e zika, estar associado ao vetor mosquito, exige alta sensibilidade na suspeição dos casos. Essa condição se relaciona à rápida expansão geográfica que ocorre nas situações epidêmicas e na inerência das notificações e informações pautarem as atividades de controle entomológico.

Nesse contexto, nota-se que maior enfoque deveria ser dado aos conceitos aplicados no mapeamento das transmissões, o que auxiliaria na tomada de decisões por parte dos gestores dos programas municipais de combate à dengue.

Sob esse aspecto, os dois trabalhos desenvolvidos em Santa Bárbara d'Oeste a respeito de questões epidemiológicas da dengue, demonstraram que o mapeamento dos pontos críticos para transmissão da doença permite trabalhos diferenciados de controle aplicados a cada região. A conurbação com outro município parece resultar em fragilidade do sistema de controle entomológico, motivada pela incompatibilidade temporal e operacional na execução de serviços e ações, assim como, resultante da falta de informações sobre pacientes atendidos pelo sistema de saúde da cidade vizinha.

Outro aspecto importante a ser destacado é a conceituação de pacientes suspeitos por critérios clínicos epidemiológicos. Um exemplo disso é que para o município de Santa Bárbara d'Oeste, com aproximadamente 190 mil habitantes, o estoque de exames sorológicos para diagnóstico de dengue se restringe até o limiar de incidência da doença de 150 casos por 100 mil habitantes. Portanto, em epidemias com mais de 300 casos da doença na cidade, a coleta para os exames sorológicos é cessada, e adota-se o diagnóstico por critérios clínicos epidemiológicos. Entender melhor a relação entre os sintomas e a sua prevalência nos casos confirmados se mostra uma necessidade que minimiza eventuais erros nas notificações e no encerramento dos casos. A rápida resposta do sistema de combate à dengue apenas é possível, por exemplo, com a prerrogativa da sensibilidade na suspeição dos casos.

A realização de pesquisas conjuntas entre universidade e setores públicos responsáveis pelo controle de vetores pode trazer informações pertinentes para subsidiar as normativas utilizadas nos programas de combate ao *Ae. aegypti*. O conteúdo teórico existente nos centros de pesquisa deve buscar a interface com os dados e a problemática existente no cotidiano das equipes de controle. Certamente, essa aproximação pode trazer quantidades significativas de informações contribuindo para maior efetividade

nos resultados almejados. Existe, de forma geral, relativa carência em termos de estrutura e recursos humanos capacitados nos órgãos de controle dentro dos municípios, em contrapartida esses ambientes são geradores de grande quantidade de informações que, se analisadas em conjunto com universidades e demais instituições de pesquisa, por exemplo, permitirão melhores resultados no enfrentamento das arboviroses, cujos vetores são os mosquitos.

O trabalho buscou reunir diversas ações que fazem parte das atividades de combate à dengue, inserindo conceitos científicos na busca por melhores práticas. Basicamente, qualquer unidade municipal de controle de vetores pode reproduzir os trabalhos propostos, contribuindo para o melhor entendimento dos problemas enfrentados no dia-a-dia das unidades de vigilância e controle entomológico. Em tempo, a simplicidade apresentada deve ser acompanhada pela predisposição na busca por instituições científicas capacitadas e dispostas na construção de debates sobre os resultados alcançados.

## 6. CONCLUSÕES

- A faixa etária mais acometida pela dengue foi entre 15-19 anos, entretanto, as faixas 20-24, 25-29 e 35-39, também apresentaram grande número de casos;
- Febre, mialgia, cefaléia e artralgia foram os sintomas mais relatados durante a epidemia de dengue em Santa Bárbara d'Oeste em 2010;
- Foram estabelecidas áreas críticas com maior risco de epidemias de dengue no município;
- Historicamente, as epidemias se iniciam na zona leste da cidade, em área conurbada com o município de Americana;
- A nebulização com equipamento pesado manteve com menores valores o número de ovos coletados na área tratada por esse método, quando comparada à nebulização convencional;
- O número de casos de dengue notificados após o início dos trabalhos com nebulizador acoplado a veículo foi inferior ao observado na área tratada com os métodos convencionais;
- Foram identificadas áreas nos bairros rurais com risco para epidemias de dengue ou outras arboviroses;
- *Aedes albopictus* foi a espécie mais comum encontrada nas áreas rurais;
- *Aedes aegypti* foi a segunda espécie mais encontrada nos levantamentos realizados nas áreas rurais;
- Especificamente no bairro Cruzeiro do Sul, *Ae. aegypti* apresentou aumento da sua frequência nas coletas realizadas em diferentes anos;
- A espécie *Ae. aegypti* foi encontrada com maior frequência nas áreas mais urbanizadas, ou próximas às vias de circulação, nos bairros rurais;
- De forma geral, a diversidade de Simpson foi menor nos pontos em que a frequência de encontro de *Ae. aegypti* era maior.

## 7. REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD)**. Brasília: FUNASA; 2002.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Available: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2015/dezembro/15/COESMicrocefaliasInformeEpidemiologicoSE4915dez201510h.pdf>. Accessed 28 December 2015, 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Available: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/janeiro/15/svs2016-be003-dengue-se52.pdf>. Accessed 08 February 2016, 2016a.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Available: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/cidadao/principal/agencia-saude/21459-saude-divulga-dados-atualizados-de-microcefalia>. Accessed 08 February 2016, 2016b.
- BRUSCA, R.C. & BRUSCA, G.J. **Invertebrados**. 2ª Edição, Rio de Janeiro, Guanabara Hoogan, 2007.
- CAMARA, F.P.; THEOPHILO, R.L.G.; SANTOS, G.T.; PEREIRA, S.R.F.G.; CAMARA, D.C.; MATOS, R.R.C. Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. **Rev Soc Bras Med Tropical** 40(2): 192-196, mar-abr, 2007.
- CONSOLI, R.A.G.B. & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro, FIOCRUZ, 1994.
- CORSEUIL, E. **Apostila de Entomologia**. Porto Alegre: Start. Divisões; 1-6, 2001.
- DONALÍSIO, M.R. & GLASSER, C.M. Vigilância Entomológica e controle de vetores do dengue. **Rev Bras Epidemiol**, 5 (3): 259-272, 2002.
- FORATTINI O. P. **Culicidologia Médica** Vol. 2, São Paulo, Edusp, 2002.
- GLASSER, C.M. & GOMES, A.C. Infestação do Estado de São Paulo por *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. **Revista de Saúde Pública**, 34 (6): 571-577, 2000.
- GOMES, A.C. Vigilância Entomológica. **Inf Epidemiol do SUS** 11: 79-90, 2002.
- GULLAN, P.J. & CRANSTON, P.S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. 3ª Edição, Roca, 2007.
- HONÓRIO, N.A.; CASTRO, M.G.; BARROS, F.S.M.; MAGALHÃES, M.A.F.M.; SABROZA, P.C. The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes*

*albopictus* in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. **Cad Saúde Pública**, 25 (6): 1203-1214, 2009.

MARCONDES, C.B., **Entomologia médica**. Rio de Janeiro, Atheneu, 2001.

MARCONDES, C.B. & XIMESNES, M.F.F.M. Zika virus in Brazil and the danger of infestation by *Aedes (Stegomyia)* mosquitoes. **Rev Soc Bras Med Tropical**, 2015.

PAHO-WHO. Pan American Health - World Health Organization. Dengue: PAHO/WHO data, Maps and Statistics. Available: [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_topics&view=readall&cid=3273&Itemid=40734&lang=pt](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_topics&view=readall&cid=3273&Itemid=40734&lang=pt). Accessed 08 February 2016, 2016.

PIOVEZAN, R.; AZEVEDO, T.S.; VON ZUBEN, C.J. Spatial evaluation of larvae of Culicidae (Diptera) from different breeding sites: application of a geospatial method and implications for vector control. **Rev Bras Entomol**. 56: 368-376, 2012.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos Invertebrados**. 6ed. São Paulo: Roca, 2005.

SALLUM, M.A.M.; SCHUTZ, T.R.; WILKERSON, R.C. Phylogeny of Anophelinae (Diptera: Culicidae) based on morphological characters. **Ann Entomol Soc Am**, 93 (4): 745-775, 2000.

SOUZA, L. J. **Dengue – Diagnóstico, tratamento e prevenção**. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2007.

SUCEN. Superintendência de Controle de Endemias. Coordenadoria de Controle de Doenças: Programa de Vigilância e Controle da Dengue. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo Governo do Estado de São Paulo. Available: [http://www.cve.saude.sp.gov.br/html/zoo/pdf/Programa10\\_Estadual\\_dengue.pdf](http://www.cve.saude.sp.gov.br/html/zoo/pdf/Programa10_Estadual_dengue.pdf). Accessed 30 December 2015, 2010.

SUCEN. Superintendência de Controle de Endemias. Vigilância e controle do *Aedes aegypti*: **Normas, orientações e recomendações técnicas. Plano de Intensificação das ações de controle de dengue no Estado de São Paulo**. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, Governo do Estado de São Paulo, 2001

TRIPLEHORN, C. A. and JONNISON N.F. **Estudo dos insetos**. 7<sup>a</sup> Edição, São Paulo, Cengage Learning, 2011.