

DALTON PEREIRA DA FONSECA JÚNIOR

**Distribuição espaçotemporal de *Aedes aegypti* e de
Aedes albopictus no estado de São Paulo, Brasil,
1986 a 2015**

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

Área de Concentração: Pesquisas Laboratoriais em Saúde Pública

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Gisela Rita Alvarenga Monteiro Marques

SÃO PAULO

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

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

©reprodução autorizada pelo autor, desde que citada a fonte

Fonseca Júnior, Dalton Pereira da

Distribuição espaçotemporal de *Aedes aegypti* e de *Aedes albopictus* no estado de São Paulo: Brasil, 1986 a 2015/Dalton Pereira da Fonseca Júnior - 2018.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças, São Paulo, 2018.

Área de concentração: Pesquisas Laboratoriais em Saúde Pública.

Orientação: Prof^ª. Dr^ª. Gisela R. A. M. Marques.

1. *Aedes aegypti*/classificação. 2. Análise espacial. 3. Ecologia/classificação. 4. Distribuição espacial/estatística & dados numéricos. 5. Controle/prevenção & controle.

SES/CCD/CD-367/2018

“É no conhecimento que existe a chance de libertação. Uma pessoa que decide não conhecer, aceita sua condição de escravo, aceita sua condição de submissão; conhecer é a condição para eu me libertar, de mim mesmo e das amarras sociais”

Leandro Karnal
Historiador e Professor

Dedico este trabalho, com muito amor, a meu pai Dalton e minha mãe Marly (In Memoriam) que sempre me apoiaram, mesmo não tendo a dimensão de quão importante foi para mim, realizar este sonho. E, com muito carinho, a Andréia, companheira que sempre esteve presente, sabendo ser paciente e dedicada, durante todos esses anos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por permitir que mais esta etapa se realize, e por me dar força e sabedoria todos os dias;

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Gisela R. A. Monteiro Marques, pelo carinho e imensa dedicação durante todas as etapas deste trabalho. Meu respeito e admiração pelo seu profissionalismo e competência à entomologia na saúde pública;

À Dr^a. Maria de Fátima Costa Pires, sendo sempre muito prestativa e atenciosa, por ter me assistido no caminho da Pós-graduação;

À secretária Tirces Martins, meu carinho muito especial pelo auxílio nos inúmeros relatórios;

Aos meus professores e colegas de turma da Pós-graduação, pela paciência, ensinamentos e companheirismo nesta jornada;

Ao Dr. Gerson Laurindo Barbosa, pelo apoio na formatação e manipulação dos bancos de dados utilizados, indiscutivelmente, indispensável para a consolidação deste trabalho;

À Dr^a. Lígia L. N. Serpa, Dr^a. Mariza Pereira e Dr^a. Márcia Holcman, por me incentivarem, apoiarem e auxiliarem sempre que preciso;

Ao Prof^o. Dr. Júlio C. Voltolini, da Universidade de Taubaté (UNITAU), pelo apoio no tratamento estatístico dos dados, e ao Prof^o. Dr. Luís Fernando, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Guaratinguetá, pelo apoio e ensinamentos sobre georreferenciamento. O meu muito obrigado por toda atenção dispensada;

Aos Prof^o. Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro e Prof^o. Dr. Eduardo Celso Gerbi Camargo, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), de São José de Campos, pelo apoio e ensinamentos na interpretação e análise dos resultados geoespaciais;

À Dra. Dalva Marli Valério Wanderley pela parceria durante todos esses anos na Sucen/SES-SP e revisão deste trabalho;

Às companheiras de todos os dias na Sucen/SES-SP, Flora B. Telles, Izabel Oliveira e Cléia Selma S. Oliveira pela compreensão e apoio na realização deste trabalho;

Aos colegas da Sucen/SES-SP, pelo ótimo trabalho desenvolvido ao longo de todos esses anos, sem o qual não seria possível a obtenção dos dados e informações necessárias para a construção deste estudo;

À Sucen/SES-SP, pela oportunidade de realização e crescimento, tanto profissional como pessoal, o que me tornou uma pessoa capaz e melhor;

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças, da Secretaria Estadual de Saúde de São Paulo, pela oportunidade de realização do Mestrado.

RESUMO

Fonseca Júnior, D. P. **Distribuição espaçotemporal de *Aedes aegypti* e de *Aedes albopictus* no estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.** [Dissertação de Mestrado - Coordenadoria de Controle de Doenças - Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo]

Objetivo: Caracterizar a série histórica do número de municípios infestados por *Aedes aegypti* e por *Aedes albopictus* no estado de São Paulo (ESP), de 1986 a 2015. Analisar sua sazonalidade, temperaturas médias, indicadores de infestação de cada espécie, e verificar sua interdependência espacial na Região Metropolitana do Vale do Paraíba Paulista (RMVP). **Material e Métodos:** Os dados das ações de vigilância entomológica foram obtidos com o índice de Breteau (IB), do banco de dados da Superintendência de Controle de Endemias (Sucen). Foram calculadas as médias aritméticas por mês e ano, e analisadas pelo teste de Wilcoxon. Os mapas de temperatura foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para análise geoespacial das espécies na RMVP foi empregado o indicador global de Moran (I) e o estimador de densidade Kernel (k). **Resultados:** O estado de São Paulo apresentou-se quase que totalmente infestado pelas duas espécies, com registro de coexistência em 93,64% dos municípios. A trajetória geográfica dessas espécies vetoras apresentou-se antagônica, com a sobreposição prevalecendo com o tempo, e sempre com diferenças na abundância larval. A sazonalidade evidenciou o primeiro trimestre de cada ano como o período mais favorável. O aumento das temperaturas médias foi coincidente com a expansão geográfica e temporal de *Ae. aegypti*. No ESP, a estimativa de densidade larvária de *Ae. aegypti* foi 4,27 vezes maior do que a observada para *Ae. albopictus*. Para a RMVP, verificou-se declínio da espécie precursora, *Ae. albopictus*, após o estabelecimento do *Ae. aegypti*. O índice global de Moran (I) não revelou dependência espacial entre os municípios analisados. A intensidade da

infestação pelo Kernel indicou distribuição heterogênea com áreas críticas para as duas espécies. **Conclusão:** *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* apresentaram, inicialmente, ocupação de áreas geográficas distintas e opostas, porém com o decorrer do tempo observou-se variação no padrão de infestação e coexistência das espécies, onde *Ae. aegypti* foi a espécie predominante, o que sugere sua superioridade competitiva no ESP. Ambos os vetores mostraram comportamento nitidamente sazonal, com maiores abundâncias nos meses mais quentes. A elevação das temperaturas médias e a expansão da ocorrência de *Ae. aegypti* foram coincidentes, demonstrando sua contribuição na dispersão desta espécie. A ausência de autocorrelação da infestação dos municípios da RMVP mostrou independência espacial sendo, portanto, dependente de suas características locais. O estimador de densidade de Kernel apontou conglomerados de municípios estratégicos para redução de densidade populacional do vetor.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*, Análise espacial, Ecologia, Distribuição espacial, Controle.

ABSTRACT

Fonseca Júnior, D. P. **Spatial temporal distribution of *Aedes aegypti* and of *Aedes albopictus* in São Paulo state, Brazil, 1986 to 2015.** [Master's Dissertation – Coordination of Disease Control – Secretary of São Paulo State for Health]

Objective: To characterize the historical series of the number of cities infected by *Aedes aegypti* and by *Aedes albopictus* in the state of São Paulo (ESP), from 1986 to 2015. To analyze their seasonality, average temperatures, infestation indicators of each species, and to verify their spatial interdependence in Metropolitan Region of the Vale do Paraíba Paulista (RMVP). **Material and Methods:** The data from entomological surveillance actions were obtained using the Breteau index (IB), from the database of the Superintendence of Control of Endemics (Sucen). The arithmetic means were calculated by month and year and, then, analyzed by the Wilcoxon test. The temperature maps were obtained at the National Institute of Meteorology (NIMET). For the geospatial analysis of the species in the Metropolitan Region of the Paraíba Valley (RMVP), Moran global indicator (I) and Kernel density estimator (K) were used. **Results:** The state of São Paulo demonstrated to be almost totally infected by these two species, with record of coexistence in 93,64% of the cities. The geographic track of these vectors species was antagonistic, but the overlap prevailed over time, and always with differences in larval abundance. The seasonality highlighted the first quarter of every year as the most favorable time. The elevation of average temperatures and the expansion of the occurrence of *Ae. aegypti* were coincident, demonstrating their contribution in the dispersion of this species. In the ESP, the estimate of *Ae. aegypti* larval density was 4.27 times higher than that observed for *Ae. albopictus*. For the RMVP, it could be verified the decline of the precursor species, *Ae. albopictus*, after the establishing of the *Ae. aegypti*. The Moran global index (I) did not reveal the spatial dependency

among the analyzed cities. The infestation intensity by Kernel indicated a heterogenic distribution with critical areas for both species. **Conclusion:** *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus* presented, initially, occupancy in distinct and opposite geographic areas, but with the passage of time it was observed variation in the pattern of infestation and coexistence of the species, where *Ae. aegypti* was the predominant species, which suggests its competitive superiority in ESP. Both vectors showed distinctly seasonal behavior, with higher abundances in the warmer months. The elevation of average temperatures and the expansion of the *Ae. aegypti* occurrence, showed its contribution in the dispersion of this species. The absence of the infestation autocorrelation in the cities of the Metropolitan Region of the Paraíba Valley showed spatial independency, being, therefore, dependant of its local characteristics. The Kernel density estimator pointed conglomerates of strategic cities for the reduction of the vector population density.

Keywords: *Aedes aegypti*, Spatial analysis, Ecology, Spatial distribution, Control.

LISTA DE SIGLAS

ADL - Avaliação de Densidade Larvária

Af - clima quente e úmido, sem estação de seca definida

Am - clima quente e úmido, monçônico e predominantemente úmido

Aw - clima quente e úmido, com chuvas de verão

BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa

BR - Brasil

CCD - Coordenadoria de Controle de Doenças

Cfa - clima mesotérmico, sempre úmido e verão quente

Cfb - clima mesotérmico, sempre úmido de verão ameno

CHIKV - Vírus Chikungunya

Cwa - clima mesotérmico, de verão quente e chuvoso

Cwb - clima mesotérmico, de verão ameno e chuvoso

DENV - Vírus Dengue

DENV1 - Vírus Dengue do sorotipo 1

DENV2 - Vírus Dengue do sorotipo 2

DENV3 - Vírus Dengue do sorotipo 3

DENV4 - Vírus Dengue do sorotipo 4

ESDA - Exploratory Spatial Data Analysis

ESP - Estado de São Paulo

FAS - Febre amarela silvestre

FAV - Vírus da febre amarela

GTA - Grupo técnico de arboviroses

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IB - Índice de Breteau

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

LISA - Local index space association

MAYV - Vírus Mayaro

MS - Ministério da saúde
OROV - Vírus Oropouche
PNH - Primata não humano
PMSP - Prefeitura municipal de São Paulo
PIB - Produto interno bruto
RMVP - Região Metropolitana do Vale do Paraíba
RNA - Ácido ribonucleico
ROCV - Vírus Rocio
SES/SP - Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo
Sucam - Superintendência de Campanhas de Saúde Pública
Seade - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
SLEV - Vírus da encefalite de Saint Louis
Sucen - Superintendência de Controle de Endemias
SUS - Serviço Único de Saúde
USP - Universidade de São Paulo
WCU - World Conservation Union
WHO - World Health Organization
UF - Unidade Federativa
ZIKV - Vírus Zika

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização e orientação das direções cardeais do estado de São Paulo, Brasil.....	34
Figura 2 - Classificação climática de Köppen, estado de São Paulo, Brasil	36
Figura 3 - Região Metropolitana do Vale do Paraíba e seus municípios, estado de São Paulo, Brasil.....	37
Figura 4 - Distribuição temporal do número de municípios infestados por <i>Ae. aegypti</i> e/ou <i>Ae. albopictus</i> , estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.....	48
Figura 5 - Distribuição dos municípios infestados por <i>Ae. aegypti</i> , por <i>Ae. albopictus</i> e por ambas as espécies, estado de São Paulo, 1986 a 1993...	50
Figura 6 - Distribuição dos municípios infestados por <i>Ae. aegypti</i> , por <i>Ae. albopictus</i> e por ambas as espécies, estado de São Paulo, 1994 a 2001...	51
Figura 7 - Distribuição dos municípios infestados por <i>Ae. aegypti</i> , por <i>Ae. albopictus</i> e por ambas as espécies, estado de São Paulo, 2002 a 2009...	52
Figura 8 - Distribuição dos municípios infestados por <i>Ae. aegypti</i> , por <i>Ae. albopictus</i> e por ambas as espécies, estado de São Paulo, 2010 a 2015...	53
Figura 9 - Distribuição mensal dos valores médios de IB para <i>Ae. aegypti</i> e IB para <i>Ae. albopictus</i> , estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.....	54
Figura 10 - Perfil das temperaturas médias, segundo ano, estado de São Paulo, Brasil, 1986, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015.....	55
Figura 11 - Distribuição anual da percentagem de recipientes positivos para <i>Ae. aegypti</i> e para <i>Ae. albopictus</i> , estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.....	58
Figura 12 - Valores médios de IB para <i>Ae. aegypti</i> e para <i>Ae. albopictus</i> , estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.....	59
Figura 13 - Distribuição anual do número de municípios infestados por <i>Ae. aegypti</i> e/ou por <i>Ae. albopictus</i> , Região Metropolitana do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.....	60

Figura 14 - Distribuição dos municípios infestados por <i>Ae. aegypti</i> , <i>Ae. albopictus</i> e por ambas as espécies, Região Metropolitana do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.....	61
Figura 15 - Distribuição anual da percentagem de recipientes positivos para <i>Ae. aegypti</i> e para <i>Ae. albopictus</i> , Região Metropolitana do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 2000 a 2015.....	63
Figura 16 - Valores médios de IB para <i>Ae. aegypti</i> e para <i>Ae. albopictus</i> , Região Metropolitana do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 2000 a 2015.....	64
Figura 17 - Estimador de densidade de Kernel para <i>Ae. aegypti</i> (A) e para <i>Ae. albopictus</i> (B), Região Metropolitana Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 2000 a 2015.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição do número de municípios infestados por <i>Ae. aegypti</i> e/ou <i>Ae. albopictus</i> , estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.....	47
Tabela 2 - Distribuição anual dos valores médios do índice de Breteau (IB) e percentagem de recipientes com cada espécie, estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.....	57
Tabela 3 - Distribuição anual dos valores médios do índice de Breteau (IB) e percentagem de recipientes com cada espécie, Região Metropolitana do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 2000 a 2015.....	62
Tabela 4 - Distribuição anual dos índices globais de Moran (<i>I</i>) e p-valor, atribuídos à <i>Ae. aegypti</i> e <i>Ae. albopictus</i> , Região Metropolitana do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 2000 a 2015.....	65

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1. Aspectos bioecológicos de <i>Ae. aegypti</i> e de <i>Ae. albopictus</i>	20
1.1.1. <i>Aedes aegypti</i>	20
1.1.2. <i>Aedes albopictus</i>	22
1.2. Temperatura e a presença de vetores.....	23
1.3. Arboviroses: Desafios para a saúde pública no Brasil.....	24
1.3.1. Dengue.....	25
1.3.2. Chikungunya.....	26
1.3.3. Zika.....	27
1.3.4. Febre amarela.....	28
1.4. Vigilância entomológica.....	30
1.5. Justificativa e relevância.....	31
2. OBJETIVO.....	33
2.1. Objetivo geral.....	33
2.2. Objetivos específicos.....	33
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1. Caracterização da área de estudo.....	34
3.2. Dados entomológicos.....	38
3.3. Dados de temperatura.....	40
3.4. Tratamento dos dados.....	40
4. RESULTADOS.....	45
5. DISCUSSÃO.....	68
6. CONCLUSÃO.....	89
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91

1. INTRODUÇÃO

A distribuição geográfica de mosquitos implicados na transmissão de agentes etiológicos causadores de doenças e a alteração de suas abundâncias constituem importantes objetivos da vigilância entomológica para que medidas de controle possam ser adotadas (Gomes, 2002). No mesmo sentido, o conhecimento das variações espaciais e suas densidades podem prover bases na predição de ocorrência de casos de doenças, o que permite intervenções adequadas no sentido de minimizar seus efeitos prejudiciais.

Ao longo das últimas décadas, a dispersão de espécies Culicidae tem aumentado em todo o mundo devido a uma multiplicidade de fatores que contribuem para essa expansão territorial (Lambrechts et al., 2010). Entre eles encontram-se o aumento da circulação de pessoas e a intensificação de atividades comerciais, motivos que contribuem para o agravamento do cenário de risco da ocorrência de doenças mesmo em regiões indenes (Barreto & Teixeira, 2008; Monaghan et al., 2016). As alterações na distribuição geográfica e temporal, bem como na dinâmica populacional dos vetores de arboviroses, também podem ser resultantes de mudanças climáticas. Sabe-se que essas interferem diretamente no ciclo de vida do mosquito, conseqüentemente, da saúde pública no mundo (Gomes et al., 2008).

Kraemer et al. (2015) analisando a relação da presença dos vetores *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no mundo com variáveis ambientais puderam prever a sua distribuição global. Estes autores mostraram ampla presença em todos os continentes, incluindo a América do Norte e Europa. Reforçaram a importância desse tipo de investigação entomológica no prognóstico de impactos futuros na saúde pública, pois podem contribuir para definir os limites espaciais de transmissão de vários arbovírus em panorama mundial.

O rápido crescimento demográfico, associado à intensa e desordenada urbanização, e o aumento da produção de resíduos não orgânicos são fatores que colaboram para a proliferação e dispersão geográfica desses mosquitos (Mendonça et al., 2009).

No Brasil, o crescimento urbano tem ocorrido de forma desordenada, sem a devida infraestrutura, o que prejudica as características naturais do meio, ocasionando impactos negativos para a qualidade do ambiente urbano. A taxa de urbanização no país, no ano de 2005, era de 81%, em 2010 subiu para 84% e, de acordo com algumas projeções, até 2050 essa percentagem deve elevar-se para 93,6% (IBGE, 2017). As intensas modificações ocorridas nesse espaço geográfico têm proporcionado o aparecimento de ecossistemas artificiais e, assim, estabelece condições favoráveis para o desenvolvimento e reprodução de mosquitos, conseqüentemente para sua dispersão e aumento de densidade, já que o espaço social organizado está fadado à interação do homem, vetor e vírus (Forattini, 2002; Zara et al., 2016).

Ae. aegypti e *Ae. albopictus*, únicos representantes do subgênero *Stegomyia* presentes na região neotropical, encontram no espaço urbano, uma grande variedade e quantidade de recipientes apropriados para a oviposição e desenvolvimento de suas formas imaturas (Forattini, 2002). Estas são espécies exóticas que chegaram ao Continente Americano após desenvolverem, em seus ambientes primários, significativo grau de sinantropia (Gomes et al., 2008).

Na atualidade, a extensa distribuição de *Ae. albopictus* em áreas urbanas demonstra sua capacidade de se adaptar a ambientes antropizados e de coexistir com o *Ae. aegypti* no mesmo criadouro (Serpa et al., 2013). Estas duas espécies são capazes de transmitir, além dos vírus da dengue, outros arbovírus como da chikungunya, zika e febre amarela urbana (Vega-Rúa et al., 2015; Chouin-Carneiro et al., 2016; Zara et al., 2016).

A presença de *Ae. aegypti*, nos últimos anos, tem sido assinalada de maneira crescente e consideravelmente acelerada nos municípios brasileiros, perfil este que impõe dificuldades para os programas e ações de

controle do vetor (Lima-Camara, 2016). Este vetor está presente em todas as Unidades da Federação (UF), de forma que se distribui em aproximadamente 4.523 municípios (Zara et al., 2016) .

Ae. albopictus, possui alta competência vetorial para os arbovírus da dengue e da chikungunya, representa ameaça à quase toda população brasileira, uma vez que não está presente em apenas dois estados da federação: Acre e Amapá (Santana et. al., 2014; Pancetti et al., 2015).

A detecção do *Ae. aegypti* no estado de São Paulo (ESP) se deu a partir do encontro de focos detectados pela Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (Sucam), na região portuária de Santos, no início da década de 1980. Passados 5 anos, a Superintendência de Controle de Endemias (Sucen) iniciou seus trabalhos na vigilância de *Ae. aegypti* na totalidade dos municípios, constatando em 1985, infestação domiciliar em 9 municípios (Araçatuba, Barretos, Bastos, Birigui, Mirandópolis, Pederneiras, Presidente Prudente, São José do Rio Preto e Votuporanga), todos situados na região noroeste do Estado. No ano seguinte, focos de *Ae. albopictus* eram registrados, na região leste do ESP (Brito, 1986; Sucen, 1997; Glasser & Gomes, 2000).

Segundo Glasser & Gomes (2000), foco é definido como o encontro da espécie por meio de qualquer atividade de vigilância entomológica em município livre dela. Já para infestação, considera-se o estabelecimento da espécie em um determinado município, quando, após detecção, delimitação e controle de foco, ainda houver o registro pela vigilância entomológica de mosquito no local.

Desde a detecção dessas espécies foram desencadeadas, em todo o ESP, ações específicas para delimitar focos e evitar a infestação domiciliar. Contudo, os esforços se direcionavam na tentativa de manter baixos índices de infestação das populações de *Ae. aegypti*.

Apesar das atividades do programa de vigilância e controle do *Ae. aegypti* em todo o Estado, a expansão foi rápida e contínua, na maioria dos municípios, a partir da região oeste com sentido ao leste, o que contribuiu para o aumento da incidência de casos de dengue (Pereira et al., 2015). A

dispersão do mosquito *Ae. albopictus* não se deu de forma homogênea no decorrer dos anos. Seu avanço em direção ao noroeste do estado variou no tempo e espaço, o que suscitou a coocorrência dessas espécies.

Diferentes estudos relativos à interação de larvas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, em condições laboratoriais, foram relatados por Estrada-Franco & Craig (1995). Os autores apontaram a ocorrência de competição larvária em diferentes cepas dessas espécies procedentes da Ásia. Mencionaram a maior habilidade de *Ae. aegypti* e sugeriram que *Ae. albopictus* não poderia se estabelecer em locais habitados por *Ae. aegypti*, devido ao deslocamento competitivo ou exclusão competitiva. Em condições de campo, *Ae. albopictus* tem-se expandido, de forma diferente de acordo com sua localização geográfica.

Santos (2003) no estudo da distribuição de *Ae. albopictus* no Brasil, no período de 1997 a 2002, mencionou que essa espécie pode ocupar áreas rurais e silvestres, uma vez que suas formas imaturas são encontradas em buracos de árvores e imbricações de folhas de plantas. Essa transposição para o ambiente natural possibilita sua inclusão em ciclos de transmissão de patógenos, ora mantidos por espécies silvestres brasileiras. Essa transição nos ambientes silvestres e antrópicos no território brasileiro, aliado à sua competência vetorial, apontam para um possível aumento das áreas de risco de febre amarela.

Passos et al. (2003) estudando a dominância de *Ae. aegypti* sobre *Ae. albopictus*, no município de São Sebastião, litoral sudeste do Brasil, sugeriram que a expansão de *Ae. aegypti* em área urbana influenciou no comportamento da população de *Ae. albopictus*. Tais autores apontaram o deslocamento de uma espécie pela outra, e elegeram *Ae. aegypti* como espécie dominante, embora ambos *Stegomyia* tivessem apresentado sutis diferenças de nichos, com possibilidade de frequentar os mesmos habitats, fator intrínseco ao padrão genético, as pressões ambientais e/ou humanas e ao processo evolutivo dessas espécies.

Na atualidade, *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* encontram-se dispersas em todo o território paulista, contudo com níveis de frequência e

distribuições distintas (Pereira et al., 2015). Assim, analisar dados entomológicos de vigilância e/ou controle destes mosquitos nos municípios paulistas, contribuí para compreender melhor o processo de ocupação no espaço territorial ao longo do tempo. Tais informações contribuem para a predição de eventos e minimizar a futura circulação de arbovírus na população (Pancetti et al., 2015).

1.1. Aspectos bioecológicos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*

1.1.1. *Aedes aegypti*

Ae. aegypti é um mosquito originário da África que foi transportado pelo homem a distintos continentes. No início deste século, sua distribuição já era registrada entre os paralelos de 45° de latitude Norte e 40° de latitude Sul, respeitando os limites geográficos impostos pela baixa temperatura (Forattini, 2002).

Esse *Stegomyia* realiza suas atividades durante o dia. Machos e fêmeas se alimentam de seiva vegetal, importante na obtenção de carboidratos. Além da seiva, as fêmeas adultas se utilizam do sangue de animais, mas com marcada predileção pelo sangue humano, pois dele extrai proteínas, indispensáveis ao desenvolvimento dos ovos. O comportamento hematofágico se dá quase sempre durante as primeiras horas do dia e ao anoitecer (Forattini, 2002; Wong et al., 2011; Scott & Takken, 2012). Podem se alimentar de sangue mais de uma vez, entre duas posturas de ovos sucessivas, comportamento denominado discordância gonotrófica. Tal habilidade possibilita a ingestão de sangue de vários indivíduos, o que, por sua vez, aumenta as chances da transmissão de agentes infecciosos a hospedeiros suscetíveis.

Uma vez grávida, a fêmea é atraída pelos recipientes escuros, ou sombreados, com superfície áspera, nos quais, por ocasião de estímulo semioquímico, deposita os ovos “aos saltos”. De maneira geral, ocorre em

recipientes com água limpa, porém, estudos recentes, em áreas urbanas do norte do Brasil, registraram a presença de formas imaturas e adultas em fossas sanitárias domésticas e fossas negras rudimentares, indicando-as como locais passíveis de reprodução do mosquito (Silva, 2007; Gil et al., 2015). *Ae. aegypti* são mosquitos que apresentam alta domesticidade ressaltada pelo fato de que ambos os sexos são encontrados em proporções semelhantes dentro das residências humanas (endofilia).

A capacidade de dispersão ativa desse vetor é pequena, quando comparada a de outras espécies. Não é raro que suas fêmeas passem toda a vida nas proximidades do local de onde emergiram desde que haja hospedeiros para a hematofagia. Poucas vezes, sua dispersão pelo voo excede os 100 metros (Forattini, 2002), muito embora, na falta de recipientes nas proximidades, a fêmea grávida possa se deslocar até 3 km a procura de local adequado à oviposição (Maciel-de-Freitas & Lourenço-de-Oliveira, 2009).

Para abrigo e repouso, buscam locais escuros e tranquilos, predominantemente dentro das habitações. Serpa et al. (2013), em estudo do comportamento de oviposição de *Ae. aegypti* levado a efeito em São Sebastião, litoral sudeste do estado de São Paulo, mostraram que o peridomicílio foi o espaço prioritário para fêmeas grávidas de *Ae. aegypti*, na seleção do local de oviposição. Rodrigues et al. (2015), na mesma área, verificaram no intradomicílio maior abundância (85%) de formas adultas de ambos os sexos dessa mesma espécie. Dzul-Manzanilla et al. (2017) informaram que 99% das fêmeas tem no intradomicílio seus locais de repouso primários e que a probabilidade de encontrar adultos de *Ae. aegypti* abaixo de 1,5m foi 17 vezes maior que acima de 1,5m.

Na natureza, em média, os adultos de *Ae. aegypti* apresentam longevidade em torno de 30 a 35 dias, com uma mortalidade diária de 10%. Contudo, pode ocorrer a mortalidade de metade de uma população durante a primeira semana de vida, e 95% durante o primeiro mês (Natal, 2002).

Como relatado acima, observa-se que o comportamento marcadamente antropófilo e endófilo dessa espécie reforça sua condição de

eficiente transmissor dos vírus da dengue, chikungunya, zika e febre amarela urbana.

1.1.2. *Aedes albopictus*

Ae. albopictus é um Culicidae nativo das florestas do sudeste asiático, daí a denominação de tigre Asiático. Encontra-se amplamente disperso pelo mundo, abrangendo mais recentemente áreas de latitude desde 40° Norte até pouco mais de 20° Sul (Hawley, 1988; Estrada-Franco & Craig, 1995). É um mosquito que possui hábitos diurnos e padrão de alimentação sanguíneo eclético, inclusive no homem, em ambiente externo do domicílio (Marques & Gomes, 1997; Teixeira et al., 1999). Apresenta padrão de alimentação vegetal e comportamento de oviposição semelhante ao de *Ae. aegypti*, embora apresente maior valência ecológica, comparada a esta espécie (Forattini, 2002).

Sua rápida disseminação internacional, a partir da comercialização de pneus usados, foi facilitada pelo fenômeno da diapausa de seus ovos embrionados. Tal fato os torna viáveis por longos períodos em ambientes quase completamente secos e com baixas temperaturas (Hawley et al., 1987; Reiter, 1998, Forattini, 2002). Sua extensa distribuição em áreas urbanas demonstra a capacidade de se adaptar a ambientes antropizados e de coexistir com o *Ae. aegypti* no mesmo criadouro (Serpa et al., 2013).

A presença dessa espécie no Brasil data do século XX, quando foi detectado no estado do Rio de Janeiro, ano de 1986 (Forattini, 1986). Dada a sua expansão pelo mundo, *Ae. albopictus* foi listado pelo World Conservation Union (WCU) como uma das piores espécies invasoras (Lowe et al., 2000), além de lhe ser conferido o “status” de importante vetor de arbovírus (Kawada et al., 2007).

A dispersão da espécie parece ser influenciada pelas variáveis meteorológicas, muito embora seja reconhecida sua tolerância aos limites mais baixos de temperatura. Outros fatores, como umidade e fotoperíodo também apresentam sua importância (Brady et al., 2013).

Originalmente habita áreas suburbanas e rurais, colonizando grande diversidade de criadouros, locais onde larvas e pupas da espécie foram encontradas (Hawley, 1988). Sua tendência em frequentar tipos distintos de criadouros no ambiente urbano tem proporcionado rápida adaptação ao ambiente peridomiciliar (Gomes et al., 2005; Martins et al., 2013; Serpa et al., 2013). Tais aspectos fazem deste culicídeo um elo entre patógenos do ambiente silvestre e urbano (Weaver & Reisen, 2010). Gomes et al. (2008) citaram que, nos Estados Unidos, *Ae. albopictus* pode contribuir para o estabelecimento de uma conexão entre os ciclos silvestre e urbano do vírus do Oeste do Nilo.

Martins et al. (2013) afirmaram que, nas últimas décadas, o ambiente urbano tem oferecido cada vez mais condições para a instalação e permanência do *Ae. albopictus*, no qual, inclusive, é possível observar uma forte tendência de sobreposição de seus nichos com os de *Ae. aegypti*.

Ae. albopictus pode ser denominado vetor de menor domiciliação, conseqüentemente, de importância epidemiológica secundária (Forattini, 2002; Lambrechts et al., 2010). Apresenta competência na transmissão horizontal e vertical dos vírus Dengue, além de proporcionar maior suscetibilidade à infecção oral aos seus 4 sorotipos (Sunarto et al., 1979).

Chomposri et al. (2016) demonstraram que populações de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus* da Tailândia são capazes de transmitir o vírus Chikungunya verticalmente em condições laboratoriais, no entanto, *Ae. albopictus* é mais suscetível e tem uma maior capacidade de transmitir verticalmente. No México, foi detectada a presença de Zika vírus em *Ae. albopictus* coletados em campo, tornando-se a primeira evidência da presença desse vírus nas Américas (WHO, 2016).

1.2. Temperatura e a presença de vetores

O clima é um dos principais fatores que exercem influência na expansão geográfica das populações de mosquitos. A temperatura é um

importante fator ecológico que influencia o estabelecimento das populações de insetos, seja diretamente através do seu desenvolvimento, ou indiretamente através de sua alimentação (Silveira-Neto et al., 1976). (Calado e Navarro-Silva, 2002) citam que a temperatura influencia sobre a longevidade, fecundidade e atividade hematofágica desses *Stegomyia*. A dinâmica ambiental dos ecossistemas onde eles vivem interfere fortemente no ciclo de vida, assim como dos reservatórios e hospedeiros que participam da cadeia de transmissão de doenças (Barcellos et al., 2009).

Barcellos et al. (2009) citam que fatores climáticos podem influenciar a dinâmica populacional dos vetores e, conseqüentemente, a transmissão de doenças, assim o aumento global da temperatura, em até 2°C, previsto para as próximas décadas, poderá afetar o padrão de distribuição desses mosquitos. Horta et al. (2014) apontaram as variáveis meteorológicas como boas preditoras para infestação de *Ae. aegypti*.

Marinho et al. (2016), no estudo dos efeitos das tendências climáticas sobre o ciclo de vida, expansão e dispersão do *Ae. aegypti*, em municípios da Paraíba, Brasil, concluíram que o aumento progressivo da temperatura, nos últimos 100 anos, resultou em temperaturas favoráveis ao *Ae. aegypti*, causando sua rápida disseminação e crescimento populacional.

1.3. Arboviroses: Desafios para a saúde pública no Brasil

As arboviroses são um crescente problema de saúde pública no mundo, principalmente pelo potencial de dispersão, pela capacidade de adaptação a novos ambientes e hospedeiros (vertebrados e invertebrados), possibilidade de causar epidemias extensas, susceptibilidade universal e a ocorrência de grande número de casos graves (Donalísio et al., 2017). A introdução de qualquer arbovírus em área indene ou com a presença do vetor nunca deve ser negligenciada. A situação epidemiológica da dengue no estado de São Paulo, ao longo das últimas décadas, e o aumento da taxa de incidência, número de casos graves e ocorrência de óbitos, nos últimos

anos, tem sido motivo de preocupação para a saúde pública. Este cenário se tornou mais desafiador com a recente confirmação da circulação dos vírus Chikungunya e Zika que, como o vírus Dengue, tem o mosquito *Ae. aegypti* como vetor comum implicado no ciclo de transmissão.

Essas doenças, denominadas arboviroses, são atualmente consideradas de grande relevância epidemiológica, pois demandam ações intersetoriais e/ou interinstitucionais no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), além de outros setores sociais (MS, 2018).

1.3.1. Dengue

Doença infecciosa não contagiosa, de etiologia viral causada por um vírus de genoma RNA pertencente ao grupo B dos arbovírus, da família Flaviviridae, gênero *Flavivirus*. Hoje, trata-se da arbovirose mais importante no Brasil e no mundo. Ocorre, sobretudo, nos países tropicais, cujas condições do meio favorecem a proliferação do mosquito *Ae. aegypti*, seu principal vetor, e de *Ae. albopictus*, vetor secundário. Fatores biológicos e ambientais, bem como aqueles relacionados a dinâmica social e a pressão seletiva sobre vetores e vírus, têm contribuído para o aumento da incidência em áreas endêmicas, para a ocorrência de surtos e de epidemias, assim como para a introdução do patógeno em novas regiões (Segurado et al., 2016).

A dinâmica de circulação viral, no final da década dos anos 90 e início dos anos 2000, foi caracterizada pela circulação simultânea e com alternância no predomínio dos sorotipos virais DENV1, DENV2 e DENV3. No segundo semestre de 2010, ocorreu a introdução do DENV4, a partir da região norte do Brasil, seguida por uma rápida dispersão para diversas UF, ao longo do primeiro semestre de 2011. Na atualidade, a circulação simultânea dos diversos sorotipos determinou o cenário de hiperendemicidade da doença, responsável pelos altos níveis de transmissão (GTA/SES-SP, 2017).

O quadro clínico da dengue apresenta febre aguda, com duração de 5 a 7 dias, com amplo espectro de manifestações clínicas, que podem variar desde formas assintomáticas a casos graves e fatais. A dengue clássica apresenta quadro clínico muito variável, e os sintomas iniciais da forma grave, apesar de semelhantes, podem evoluir rapidamente para manifestações hemorrágicas e choque, inclusive para morte.

1.3.2. Chikungunya

A febre chikungunya é uma arbovirose causada pelo vírus Chikungunya (CHIKV), integrante da família *Togoviridae* e pertencente ao gênero *Alphavirus*. O nome desta arbovirose deriva de uma palavra em Makonde, língua falada por um grupo que vive no sudeste da Tanzânia e norte de Moçambique. Significa “aqueles que se dobram”, descrevendo a aparência encurvada de pessoas que sofrem com a artralgia característica. O CHIKV foi isolado inicialmente na Tanzânia, por volta de 1952, desde então, há relatos de surtos em vários países do mundo. Nas Américas, em outubro de 2013, teve início uma grande epidemia em diversas ilhas do Caribe (Donalísio & Freitas, 2015).

A transmissão ocorre pela picada de fêmeas de *Ae. aegypti* ou *Ae. albopictus* infectadas. Estudo recente comprovou que tanto as populações brasileiras de *Ae. aegypti*, quanto as de *Ae. albopictus*, apresentam elevada competência vetorial para esse vírus, o que torna essa arbovirose uma potencial ameaça para o país (Vega-Rúa et al., 2014). Casos de transmissão vertical podem ocorrer quase que exclusivamente durante o período de intraparto, em gestantes virêmicas e, muitas vezes, provoca infecção neonatal grave. A transmissão desse vírus pode se dar por via transfusional, todavia é rara se os protocolos forem observados. A ocorrência de epidemias no Brasil leva em consideração a alta densidade do vetor, a presença de indivíduos susceptíveis e a intensa circulação de pessoas em áreas endêmicas.

Os sinais e os sintomas são clinicamente parecidos com os da dengue - febre de início agudo, dores articulares e musculares, cefaleia, náusea, fadiga e exantema. A principal manifestação clínica que as difere são as fortes dores nas articulações. A viremia persiste por até dez dias, após o surgimento das manifestações clínicas (Donalísio & Freitas, 2015).

O primeiro registro da doença autóctone em território brasileiro ocorreu em 2014, na cidade do Oiapoque, no Amapá, e atualmente este Estado, Bahia e Pernambuco são os que mais notificaram casos no País (Teixeira et al.,2015). O panorama aponta para o aumento da incidência de chikungunya, dada ausência de imunidade da população ao vírus e a ampla distribuição dos mosquitos capazes de transmitir a doença em praticamente todos os países da América.

1.3.3. Zika

O vírus Zika (ZIKV) é um vírus RNA, cujo genoma consiste em uma molécula de RNA, de cadeia simples pertencente ao gênero *Flavivirus*, família *Flaviviridae*. Luz et al. (2015) relataram três linhagens principais do ZIKV: a original da Ásia e duas da África. Pode ser transmitido principalmente pela picada da fêmea de *Ae. aegypti*, porém, existe a possibilidade de transmissão pela via sexual e transfusão sanguínea. Recentemente, no Rio de Janeiro, foram detectadas partículas virais ativas, em quantidade elevada, na urina e na saliva de pacientes com sintomas de fase aguda da infecção (Valle et al., 2016).

Embora o ZIKV tenha sido inicialmente isolado em macacos *Rhesus* na África, mais precisamente em Uganda, em 1947, é responsável, nos dias atuais, por uma arbovirose emergente no mundo todo. Em relação aos vírus, vale mencionar que tanto o ZIKV, quanto o CHIKV, originalmente encontrados em áreas silvestres ou rurais da África, Althouse et al. (2016) sugeriram alta probabilidade de estabelecimento do ciclo silvestre do Zika vírus na América do Sul, e em particular no Brasil.

Até recentemente, apenas casos humanos esporádicos eram registrados. Em 2007, os casos relacionados ao ZIKV eram provenientes dos continentes asiático e africano, com destaque para a Polinésia Francesa e vários países da Oceania. A apresentação clínica da infecção é inespecífica e por essa razão, pode ser confundida com outras doenças febril, principalmente dengue e febre chikungunya. O Ministério da Saúde do Brasil (MS) chama a atenção para casos de febre acompanhada de exantema pruriginoso como indicativo de suspeita de infecção pelo ZIKV, embora em alguns casos, a infecção se manifeste sem sintomas (Luz et al., 2015).

O reconhecimento de casos autóctones no Brasil ocorreu em maio de 2015, e o percentual de pessoas infectadas com sintomas foi de 20%. Estima-se que o período de incubação extrínseco do vírus seja de 7 a 10 dias, intervalo de tempo necessário para que uma fêmea adulta de *Ae. aegypti*, depois do repasto em pessoa infectada, torne-se capaz de transmitir o vírus.

Os sintomas, febre, erupções na pele, conjuntivite, mialgia, artralgia, mal-estar e cefaleias duram de 2 - 7 dias. Nos grandes surtos na Polinésia Francesa, em 2013, e no Brasil, em 2015, as autoridades sanitárias nacionais comunicaram potenciais complicações neurológicas e autoimunes da doença. No Brasil, houve um aumento dessa infecção no público em geral, assim como um aumento nos bebês nascidos com microcefalia no nordeste do Brasil, o que, neste último caso, pode ter relação com o vírus Zika, no entanto é necessária maior investigação e outras potenciais causas estão sendo investigadas (WHO, 2016).

1.3.4. Febre amarela

Doença causada por vírus da família Flaviviridae, gênero *Flavivirus*. Embora apenas um sorotipo do vírus amarílico seja reconhecido, há pequenas alterações genéticas entre as cepas da América e da África (Vasconcelos, 2003). O vírus da febre amarela (FAV) é constituído de RNA

de fita simples não segmentado. É transmitido aos seres humanos pela picada de mosquitos fêmeas infectadas dos gêneros *Aedes*, *Haemagogus* e *Sabethes*, incidindo atualmente em países centrais da África e em vários países da América do Sul (Tauil, 2010). Do ponto de vista epidemiológico, podem ser diferenciados um ciclo urbano e outro ciclo silvestre de transmissão, porém a doença é a mesma do ponto de vista clínico, etiológico, imunológico e fisiológico (Forattini, 2002; Tauil, 2010).

A febre amarela silvestre (FAS) ocorre em regiões de matas, onde os mosquitos são transmissores e reservatórios do vírus e infectam primatas não humanos (PNH), hospedeiros amplificadores do vírus. Na forma silvestre, os primatas não humanos são os principais hospedeiros do vírus amarelo, principalmente os macacos pertencentes aos gêneros *Alouatta* (Bugio), *Cebus* (macaco-prego), *Ateles* (macaco aranha) e *Callithrix* (sagui). Ocasionalmente, ocorrem infecções em humanos suscetíveis que entram em contato com áreas de mata. Manifesta-se clinicamente de forma assintomática, sintomáticas leves, moderadas e até formas graves e malignas. A letalidade nesses casos varia de 5% a 10% e pode chegar a 60% nas formas graves (Vasconcelos, 2002; Mascheretti et al., 2013).

No ciclo urbano, a doença é uma antroponose, não se reconhecendo reservatórios animais de importância epidemiológica. O *Ae. aegypti* é seu principal vetor, tanto na América do Sul como na África. Já, *Ae. albopictus*, apesar de ser susceptível à infecção pelo vírus amarelo em laboratório, nunca foi encontrado infectado na natureza (Couto-Lima et al., 2017).

Mascheretti et al. (2013), num estudo sobre a reemergência da febre amarela silvestre no estado de São Paulo, mostraram que, do ponto de vista vetorial, *Haemagogus leucocelaenus* foi mais frequente e abundante do que *Haemagogus janthinomys* e *Haemagogus capricornii* na maioria das localidades investigadas, e que o vírus da febre amarela foi isolado de um lote de *Hg. leucocelaenus*.

Para o Ministério da Saúde (MS) o Brasil viveu um grande surto de febre amarela silvestre que envolveu principalmente os Estados da região sudeste, em particular Minas Gerais e Espírito Santo. De 1^o de julho de 2017

a 28 de fevereiro de 2018, foram confirmados 723 (25,2%) casos de febre amarela no país, sendo 237 (32,8%) vieram à óbito. Ao todo, foram notificados 2.867 casos suspeitos, sendo que 1.359 (47,4%) foram descartados e 785 (27,4%) permanecem em investigação (MS, 2018). O perfil epidemiológico dos casos confirmados assemelha-se ao observado nos surtos anteriores, com predomínio de homens em idade economicamente ativa, que se expõem com maior frequência a áreas e situações de risco, sobretudo em decorrência de atividades laborais.

A reintrodução do vírus no estado de São Paulo tem feito com que a área de recomendação da vacina seja ampliada a cada nova identificação de circulação viral. O registro da morte de primatas como alerta para o risco de febre amarela tem gerado adoção rápida de medidas de prevenção de casos humanos e controle de transmissão, antes que o vírus circule na população humana e atinja áreas urbanas, infestadas com elevadas densidades populacionais de *Ae. aegypti*.

O aumento da migração, que leva à urbanização, e a melhoria da infraestrutura de viagens são tendências globais que tem aumentado o risco dessa doença circular em partes do mundo onde a mesma havia desaparecido (Saad & Barata, 2016).

1.4. Vigilância entomológica

A presença, distribuição e abundância dos vetores são parâmetros fundamentais para a detecção de qualquer mudança no perfil de transmissão das arboviroses. Estudos sobre a dispersão dos vetores, em diferentes contextos urbanos, na vigência de programas de controle e por ocasião do uso de inseticidas, podem contribuir para melhores estratégias, prazos e procedimentos em situações de transmissão e em períodos interepidêmicos (Gomes, 2002).

Uma importante linha de investigação é a ecologia dos vetores, pilar central da vigilância entomológica. Contudo, ainda há muito a ser estudado

sobre o comportamento dos mosquitos *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. A capacidade de adaptação destes mosquitos, face as conjunturas sociais e urbanas diferenciadas, exige conhecer mais a ecologia dos mesmos, procurando desvendar seus comportamentos e hábitos preferenciais na natureza e no espaço habitado pelo homem. O controle de vetores tem sido a única opção para reduzir a incidência de arboviroses, desta forma, analisar os indicadores entomológicos é essencial para o sucesso das ações de campo (Donalísio & Glasser, 2002).

O controle do *Aedes* tem constituído um importante desafio, especialmente nos países em desenvolvimento. Mesmo que os recursos destinados ao programa de controle do vetor sejam apropriados para a sua implementação, muitas vezes não se tem alcançado sucesso. Em tais situações, aspectos relacionados a problemas de infraestrutura das cidades tais como baixas coberturas na coleta de lixo e intermitência no abastecimento de água, são fatores que comprometem a efetividade dos métodos tradicionais de controle do *Aedes*.

Diante desse panorama e de um quadro grave e preocupante em relação às arboviroses, delineado pela expansão de vários vírus em todo o mundo, a proposta de analisar a distribuição dessas duas espécies torna-se imprescindível, de maneira a dar maior sustentabilidade às ações estabelecidas pelas redes de vigilância e controle, além de permitir a análise de sua efetividade (Zara et al., 2016).

1.5. Justificativa e relevância

Em face ao atual cenário de surtos e epidemias de zika, chikungunya, dengue e febre amarela, justifica-se estudar, com informações relevantes, a distribuição espaçotemporal de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus* no estado de São Paulo para o planejamento e realização de ações em vigilância e controle no ambiente urbano, visto que a expansão dessas arboviroses resulta da dispersão de seus vetores.

As inter-relações homem-vetor, no tempo e espaço, são importantes para a vigilância entomológica e nessa perspectiva pretendeu-se descrever e analisar os índices de infestação vetorial, IB, entre 1986 a 2015, suas respectivas densidades populacionais no estado de São Paulo (BR) e na Região Metropolitana do Vale do Paraíba Paulista (RMVP), última região a se infestar por *Ae. aegypti* e primeira por *Ae. albopictus*, bem como realizar aí análise geoespacial dessas espécies.

O emprego de técnicas geoespaciais pode contribuir no melhor entendimento de mecanismos de expansão desses vetores e, possivelmente, auxiliar no esclarecimento da influência de fatores ambientais e na perspectiva do comportamento populacional de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus* na área geográfica de avaliação. Os resultados obtidos poderão contribuir para o planejamento de atividades de prevenção e controle de arboviroses mais efetivas.

Diante do exposto, pretendeu-se descrever a expansão geográfica de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus* nos municípios paulistas, com ênfase à RMVP. Partiu-se do pressuposto que suas densidades populacionais são diferentes, que as espécies coexistem no mesmo espaço, e que a abundância de uma espécie esta relacionada à redução da outra.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

- ◆ Caracterizar a distribuição espacial e temporal de *Aedes aegypti* e de *Aedes albopictus* no estado de São Paulo, Brasil, de 1986 a 2015.

2.2 Objetivos específicos

- ◆ Analisar a distribuição do número de municípios infestados por *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* no estado de São Paulo;

- ◆ Caracterizar a distribuição sazonal de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus* no estado de São Paulo;

- ◆ Descrever as temperaturas médias com a dispersão das espécies no estado de São Paulo;

- ◆ Analisar os indicadores de infestação larvária e densidades populacionais das espécies no estado de São Paulo e na Região Metropolitana do Vale do Paraíba;

- ◆ Verificar correlação espacial dos valores anuais do índice de Breteau (IB), de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus*, entre os municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

Trata-se de um estudo descritivo e retrospectivo do processo de infestação do estado de São Paulo por *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, desde seus primeiros registros. Constitui-se na mais populosa unidade da federação (UF), com aproximadamente 44,85 milhões de habitantes, e densidade populacional de 168 habitantes por km², aproximadamente, contrapondo com a média nacional de 22 habitantes por km². O conjunto de transformações socioeconômicas ocorridas nos últimos 50 anos no Estado foi acompanhado por um intenso processo de redistribuição da população humana, que resultou em uma concentração populacional regionalmente diferenciada (SEADE, 2017).

É um dos mais importantes polos de desenvolvimento do Hemisfério Sul, representando 3% do território brasileiro, e ocupa uma superfície de 248,2 mil km², embora sua área de influência ultrapasse, em muito, seus limites territoriais. Está localizado na Região Sudeste do país (Figura 1) e faz divisa com os estados de Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Seu litoral é banhado ao longo de 622 km pelo Oceano Atlântico.

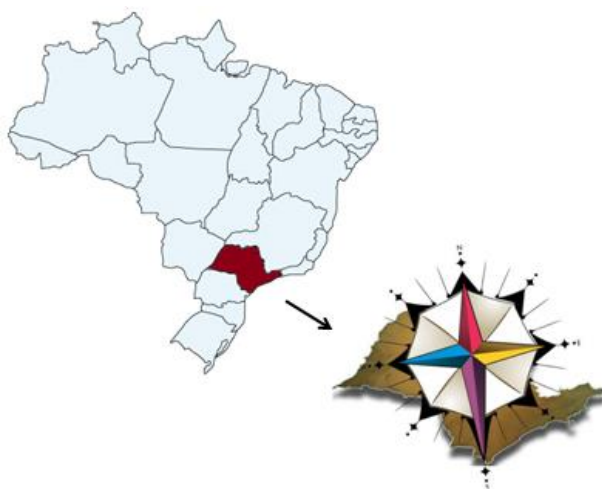


Figura 1 - Localização e orientação das direções cardeais do estado de São Paulo, Brasil.

Seu relevo é composto por três unidades morfológicas: planície litorânea, planaltos e depressões. A primeira se apresenta em uma estreita faixa litorânea, na qual se encontram a do Serra do Mar, de Paranapiacaba, do Itatins e do Vale do Ribeira. A segunda se apresenta desde a parte sul do estado de São Paulo até a região nordeste, nas proximidades do território de Minas Gerais. A terceira abrange desde o planalto atlântico ao oeste do Estado, onde estão localizados o vale do Médio Tiête, do Paranapanema e do Mogi-Guaçu. A superfície do território paulista apresenta altitudes que podem variar de 300 a 900 metros em 85% da sua área, sendo o ponto mais elevado a Pedra da Mina, na Serra da Mantiqueira com 2.770 metros de altitude (SEADE, 2017).

Segundo a classificação climática de Köppen (Figura 2), baseada em dados mensais pluviométricos e termométricos, o estado de São Paulo abrange sete tipos climáticos, a maioria correspondente a clima úmido. O tipo dominante na maior área é o **Cwa**, que abrange toda a parte central do Estado, é caracterizado pelo clima tropical de altitude. Este apresenta chuvas no verão, seca no inverno e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. Algumas áreas serranas, com o verão ameno, são classificadas no tipo **Cwb**, onde a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C e durante pelo menos quatro meses é superior a 10°C.

As regiões a noroeste, mais quentes, pertencem ao tipo **Aw**, tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. O mês mais seco tem precipitação inferior a 60mm e período chuvoso que se atrasa para o outono. Em pontos isolados ocorre o tipo **Am** que caracteriza o clima tropical chuvoso, com inverno seco onde o mês menos chuvoso tem precipitação superior a 60mm. O mês mais frio tem temperatura média superior a 18°C.

No sul do Estado aparecem faixas de clima tropical, com verão quente, sem estação seca de inverno, do tipo **Cfa**, onde a temperatura média do mês mais frio está entre 18°C e -3°C. As áreas serranas, mais altas, das Serras do Mar e da Mantiqueira, com verão ameno e chuvoso o ano todo têm o clima classificado como **Cfb**, de verão um pouco mais

ameno, onde o mês mais quente tem temperatura média inferior a 22°C. A faixa litorânea recebe a classificação **Af**, caracterizada pelo clima tropical chuvoso, sem estação seca e precipitação média do mês mais seco superior a 60mm (Rolim et al., 2007).

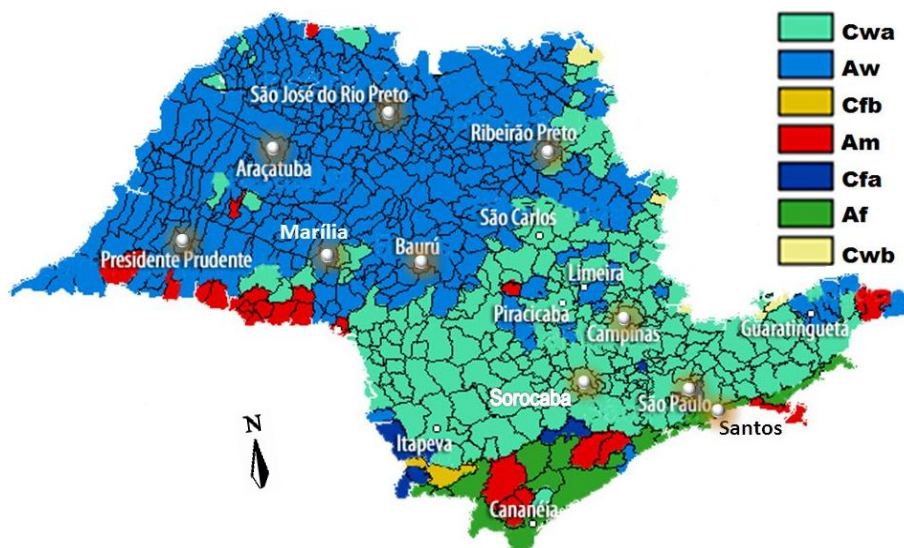


Figura 2 - Classificação climática de Köppen, estado de São Paulo, Brasil.

1ª letra - maiúscula, representa a característica geral do clima de uma região:
 A - clima quente e úmido;
 B - clima árido ou semiárido;
 C - clima mesotérmico (subtropical e temperado).

2ª letra - minúscula, representa as particularidades do regime de precipitação:
 f - sempre úmido (sem estação seca definida);
 m - monçônico e predominantemente úmido;
 s - chuvas de inverno;
 w - chuvas de verão.

3ª letra - minúscula, representa a temperatura média característica de uma região:
 h - quente;
 a - verões quentes (mês mais quente superior a 22°C);
 b - verões amenos (mês mais quente inferior a 22°C).

Isto posto, entende-se que na região central do território paulista o clima predominante é o tropical úmido, e nas regiões mais altas predomina o clima tropical de altitude. A temperatura média anual é de 20° a 22°C, caracterizado por estações úmidas e secas bem definidas na maior parte do

Estado, exceto nas encostas da Serra do Mar, próximo à costa, onde a estação seca é muito curta. No decorrer do ano, duas estações distintas se apresentam compostas por uma estação seca e outra chuvosa, salvo na faixa litorânea em que os períodos de estiagem são restritos. Apesar de ocorrer o clima tropical, acontecem geadas nos meses de inverno, principalmente em altitudes acima de 1.200 metros.

No ESP, a Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP), composta por 35 municípios, está estrategicamente, situada entre os dois estados mais importantes do país, São Paulo e Rio de Janeiro. É cortada pela rodovia Presidente Dutra (BR-116), uma das mais importantes rodovias do Brasil, que liga essas duas metrópoles nacionais, atravessando uma das regiões mais ricas do país (Figura 3).

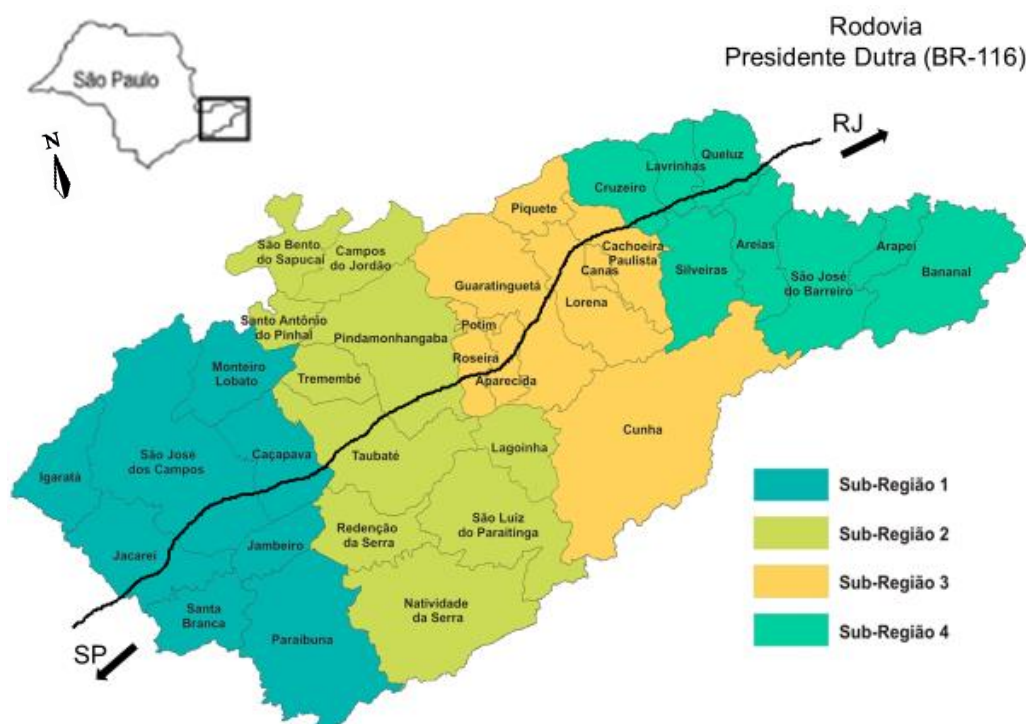


Figura 3 - Região Metropolitana do Vale do Paraíba e seus municípios, estado de São Paulo, Brasil.

Devido ao dinamismo econômico da RMVP, os municípios localizados às margens da rodovia Pres. Dutra (BR-116) experimentaram, nos últimos anos, um rápido processo de expansão e de conurbação, que

forma a chamada Megalópole Rio-São Paulo. Destaca-se, nacionalmente por sua intensa e diversificada atividade econômica. Possui produção industrial altamente desenvolvida, onde predomina nos setores automobilístico, aeronáutico, aeroespacial e bélico. A região concentra quase 2,4 milhões de habitantes e gera 5% do produto interno bruto (PIB) paulista (IBGE, 2015).

Caracteriza-se, ainda, por importantes reservas naturais, como as Serras da Mantiqueira e da Bocaina, além de um turismo histórico-cultural. Na maior parte da região, o clima é predominantemente subtropical quente com verões chuvosos e invernos secos, **Cwa**. Sua temperatura média anual situa-se em torno de 21°C, com umidade relativa do ar média superior a 70% e com baixos índices de precipitação, que oscila entre 1200 e 1300 mm.

3.2. Dados entomológicos

Os dados entomológicos foram obtidos nos sistemas de informação da Superintendência de Controle de Endemias (Sucen), autarquia vinculada à Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo (SES/SP). Trata-se de sistema de informação entomológica online, de versão única entre o Estado e os municípios, concebidos para o acompanhamento das atividades de vigilância e controle do *Ae. aegypti*. Este sistema possibilita a obtenção dos níveis de infestação larvária por *Ae. aegypti* e por *Ae. albopictus* para cada município. Desde 1986, a Sucen passou a adotar o índice de Breteau (IB) como indicador entomológico para estimar os níveis de infestação dessas espécies, de determinada área geográfica, num dado momento, identificando seu nível de densidade larval e distribuição no município (Alves & Silva, 2001).

O IB é a relação entre o número de recipientes positivos, ou seja, aqueles nos quais foi constatada a presença da espécie e o número de imóveis pesquisados, corrigido de forma que o resultado obtido diga respeito

a 100 imóveis. Não é expresso em percentagem uma vez que a unidade é recipiente por imóveis.

$$IB = \frac{\text{N}^\circ \text{ de recipientes positivos para presença da espécie}}{\text{N}^\circ \text{ de imóveis pesquisados}} \times 100$$

Neste indicador a unidade é o imóvel, onde os recipientes que contenham água são pesquisados sistematicamente. Esses recipientes são examinados para identificar a presença de larvas e pupas desses mosquitos, o que gera uma informação que permite avaliar a densidade vetorial. Esse indicador foi referido por Lok (1985) como sendo o melhor para estimar os níveis de infestação domiciliar de larvas para *Ae. aegypti* e para *Ae. albopictus*.

Para a avaliação de densidade larvária (ADL) das duas espécies tem-se empregado este indicador. No presente estudo, foram utilizados os dados de IB da série histórica de 1986 a 2015.

Considerando a necessidade em saúde pública do emprego de métodos simplificados e econômicos, as mensurações da ADL são desenvolvidas segundo um plano de amostragem, operacionalmente viável para ser desenvolvido em curto espaço de tempo, dado que a densidade populacional do vetor apresenta bruscas variações (Pereira et al., 2015).

A mensuração deste indicador é feita em uma amostra probabilística dos imóveis existentes na área urbana dos municípios infestados. O delineamento da amostragem de cada município avaliado é determinado em função da sua densidade populacional e do número de imóveis existentes, sendo considerada uma técnica de amostragem por conglomerados, tendo o quarteirão como a unidade primária de amostragem e o imóvel, a unidade secundária. O plano amostral determina que sejam sorteados, aleatoriamente, números de quarteirões equivalentes ao número necessário a ser pesquisado, determinado pela razão entre o número de imóveis da amostra e o número médio de imóveis por quarteirões (Alves & Silva, 2001).

3.3 Dados de temperatura

Os dados de temperaturas foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Trata-se de um banco de dados de temperaturas médias que abriga informações diárias em forma digital, das várias estações meteorológicas convencionais da rede de estações do INMET, de acordo com as normas internacionais da organização meteorológica mundial. As informações aqui apresentadas abrangem todas as estações meteorológicas de superfície no estado de São Paulo.

Nesse estudo foram utilizados 7 mapas de temperaturas médias anuais, a saber: 1986; 1990; 1995; 2000; 2005; 2010 e 2015. Todos confeccionados pelo INMET com a técnica de análise Objetiva de Cressman e o aplicativo Grid Analysis and Display System e disponibilizados para “download” (INMET, 2017).

3.4. Tratamento dos dados

Para a descrição da distribuição temporal dos municípios infestados por *Ae. aegypti* e/ou *Ae. albopictus*, de 1986 a 2015, no estado de São Paulo, utilizou-se dados de cada município, para cada uma das espécies, em cada ano. Foi caracterizado como município infestado aquele no qual a espécie apresentava-se estabelecida, ou seja, após a realização de ações de controle ainda se registrava seu desenvolvimento e reprodução, albergando em sua extensão formas imaturas ou adultas desses vetores (Glasser & Gomes, 2000). A trajetória da expansão geográfica desses vetores em território paulista foi demonstrada em mapas temáticos, ano a ano.

A descrição do perfil das temperaturas médias anuais, dos 30 anos de estudo, foi alicerçada na interpretação dos mapas climáticos do estado de

São Paulo, divididos em cores diferenciadas que representam os gradientes de temperatura.

Para descrever a distribuição mensal dos valores de IB de cada espécie, foi organizado um banco no Microsoft Excel, versão 2013. Para tanto foram calculadas as médias aritméticas de todos os valores de IB de cada uma das espécies por mês, do período de estudo.

Para analisar anualmente os índices (IB) para *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e avaliar suas densidades populacionais para o ESP e para a RMVP foi organizado um banco no Microsoft Excel - versão 2013. Neste, foram calculadas as médias aritméticas dos valores de IB de todos os municípios avaliados, por ano, para cada uma das espécies, no período de estudo. Os dados foram analisados pelo software Bioestat 5.3, comparados pelo teste de Wilcoxon (Wilcoxon Matched-Pairs; Wilcoxon signed-ranks test) e considerados significativos valores de $p \leq 0,05$. Trata-se de um método para comparação de duas amostras pareadas que não possuem distribuições normais (Zar, 2009).

Na análise geoespacial de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus* na RMVP empregou-se um conjunto de ferramentas que analisa de forma exploratória os dados espaciais (Exploratory Spatial Data Analysis - ESDA). Esta análise descreve e permite visualizar distribuições espaciais, identificar situações atípicas, padrões de associação espacial, clusters e sugerir regimes de heterogeneidade espacial (Anselin & Bao, 1997).

Para explorar a dependência espacial entre as áreas o conceito mais utilizado é o de autocorrelação espacial, que mede quanto o valor observado de uma variável numa área é independente dos valores desta mesma variável nas localizações vizinhas.

O índice de Moran fornece uma medida da associação espacial existente no conjunto de dados. Sua estatística compara o valor de um atributo de uma área com a média do atributo de seus vizinhos, visando explorar a dependência espacial entre as áreas. Este índice caracteriza-se por ser uma medida descritiva de influência espacial e trata de uma autocorrelação espacial da mesma informação distribuída geograficamente

na região. No estudo essa área é representada pelos municípios e o índice compara os valores de IB das espécies de cada município, com a média do IB das espécies de seus vizinhos, visando explorar a dependência espacial entre os municípios da RMVP sobre a infestação larvária de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus*.

O índice global de Moran (I) testa se as áreas conectadas apresentam maior semelhança, quanto a variável estudada, do que o esperado num padrão aleatório. Trata-se de um indicador que fornece um único valor, como medida da associação espacial, para todo o conjunto de dados. Seu valor varia de -1 a +1:

- Se I é igual ou próximo de -1: significa que há evidências de autocorrelação espacial negativa ou inversa, em outras palavras, em algum lugar da região podem existir municípios com comportamento distinto quanto a variável investigada (índice de Breteau);
- Se I é igual ou próximo de 0: significa que não há autocorrelação entre os municípios. Há evidências de que a variável investigada se distribui ao acaso (padrão aleatório) entre as áreas consideradas;
- Se I é igual ou próximo de +1: significa que há evidências de autocorrelação espacial positiva ou direta, justificando que possam existir municípios com comportamento semelhantes quanto a variável investigada.

Se I apresenta significância estatística, então p-valor deve ser igual ou menor que 0,05.

O índice global de Moran (I) é definido como:

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Em que:

n corresponde ao número de áreas;

y_i é o valor do atributo considerado na área (i);

\bar{y} representa o valor médio do atributo na região de estudo;

w_{ij} são os pesos atribuídos conforme a conexão entre as áreas (i) e (j).

Para avaliar o comportamento da intensidade do processo de infestação na RMVP foi aplicado o estimador de densidade Kernel. Trata-se de um estimador de intensidade que fornece uma visão geral da distribuição dos eventos de primeira ordem, e de fácil interpretação (Barbosa & Lourenço, 2010). O estimador de Kernel é um método não paramétrico para estimação de curvas de densidades, onde cada observação é ponderada pela distância em relação a um valor central, o núcleo.

Esse estimador realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência, ponderando-os pela distância de cada um em relação à localização de interesse. Não é contínuo e depende fortemente da escolha do raio da distância (h), conhecido como parâmetro de suavização. Assim, variando o valor de h obtemos diferentes formas de $\lambda_\tau(S)$. O algoritmo utilizado foi adaptativo de função quártica e cálculo tipo densidade.

O estimador de densidade Kernel Quártico é dado por:

$$\hat{\lambda}_\tau(s) = \sum_{i=1}^n \frac{3}{\pi\tau^2} \left(1 - \frac{h_i^2}{\tau^2} \right)^2$$

em que:

$\lambda_\tau(S)$ é o valor estimado por área;

n representa o número de eventos dentro da largura da faixa (τ);

τ é denominado largura de faixa, determinando a suavidade da superfície gerada;

h_i é a distância entre o ponto a calcular e o valor observado.

Foi utilizado o software TerraView, versão 4.2.2, visualizador de dados geográficos armazenados em um banco de dados do modelo TerraLib, possuindo também uma série de ferramentas de análises. O banco de dados TerraView/TerraLib pode armazenar tantos dados vetoriais, quanto matriciais.

As informações vetoriais (shapes), descrevendo os limites dos municípios e do estado de São Paulo, encontravam-se em formatos digitais e foram obtidos na página <ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao-doterritorio/malhas-territoriais/malhas-municipais/municipio2015/UFs/SP/>, da base cartográfica do IBGE (IBGE, 2015). Foram importadas para o TerraView,

assim como os seus respectivos valores alfanuméricos e atributos criados em bancos de dados, no formato Excel e Access. Cada município foi associado a seus atributos: ano, IB de *Ae. aegypti* e IB de *Ae. albopictus*.

Os arquivos de instalação, manual e tutorial do TerraView 4.2.2 foram obtidos na página www.dpi.inpe.br/terraview, da Divisão de Processamento de Imagens, do INPE (INPE, 2017).

4. RESULTADOS

A série histórica de 30 anos da infestação dos municípios do estado de São Paulo pelos mosquitos *Ae. aegypti* e/ou *Ae. albopictus* é apresentada na Tabela 1. Os primeiros registros de infestação por *Ae. aegypti* tiveram início a partir de 1985. No final do ano seguinte, 1986, sua dispersão já atingia 65 (11,36%) dos 572 municípios existentes. Em 1987, a infestação por *Ae. albopictus* foi constatada em 1,05% dos municípios, contudo, sua expansão geográfica não ocorreu na mesma velocidade da outra espécie.

Nos 5 anos seguintes, até 1992, observou-se aumento do número de municípios infestados por uma ou outra espécie. Entretanto, enquanto a dispersão de *Ae. aegypti* atingiu 41,92% do território paulista, o número de municípios infestados por *Ae. albopictus* apresentava-se 2,88 vezes menor.

O registro da sobreposição dessas espécies em municípios, ou seja, infestação mista, foi constatado no ano de 1989 em 6 municípios. A partir deste ano verificou-se ampla e rápida disseminação, um crescimento exponencial da dispersão desses *Stegomyia*, maior para *Ae. aegypti* até 1993. Em 1994, o número de municípios com infestação mista chegou a 37,05% no Estado. Neste ano o número de municípios infestados somente por *Ae. albopictus* ultrapassou aqueles por *Ae. aegypti*, mantendo-se maior até 2010.

Em 1994, 91,05 % do território paulista registrava-se infestação por esses Culicidae. A partir de então, até o ano 2000, o número de municípios infestados somente por *Ae. albopictus* aumentou e superou aqueles infestados só com o *Ae. aegypti*. Entretanto, simultaneamente, cresceu o número de municípios com infestação mista, de modo que, de 2001 em diante verificou-se diminuição gradativa do número de cidades com infestação exclusiva com essa ou aquela espécie. Entre os anos de 1986 a 1996 foram criados 73 novos municípios no estado de São Paulo, aumentando de 572 para 645 existentes, número este que se mantém até os dias atuais.

A expansão geográfica desses mosquitos apresentou especificidades relacionadas ao processo de estabelecimento e proliferação, assim como, diferença na frequência e distribuição de suas populações no espaço intraurbano de um município para outro.

Em 2015, o território paulista encontrava-se quase que totalmente infestado por estes mosquitos, atingindo 99,69% dos municípios existentes. Embora a infestação mista tenha se modificado ao longo do tempo, e de região para região, passou a dominar o espaço geográfico estadual, sendo registrada em 604 (93,64%) municípios, dos 645 existentes.

Dentre os outros 41 municípios restantes, 35 encontravam-se infestados somente pelo *Ae. aegypti*, todos localizados no centro-oeste paulista, a saber:

- 1 município da região de Marília: Salmourão;
- 1 município da região de Presidente Prudente: Quatá;
- 3 municípios da região de Araçatuba: Bento de Abreu, Bilac e Nova Castilho;
- 24 municípios da região de São José do Rio Preto: Álvares Florênce, Américo Campos, Aspásia, Dirce Reis, Estrela d'Oeste, General Salgado, Guarani d'Oeste, Macedônia, Marinópolis, Mesópolis, Nova Canaã Paulista, Onda Verde, Orindiuva, Paranapuã, Pedranópolis, Ponta Linda, Pontes Gestal, Santa Albertina, Santa Clara d'Oeste, Santa Salete, São Francisco, Vitória Brasil, Zacarias, Ubarana;
- 6 municípios da região de Ribeirão Preto: Altair, Embaúba, Guaraci, Pirangi, Viradouro, Vista Alegre do Alto.

Os municípios de Rio Grande da Serra, Monteiro Lobato, Santo Antonio do Pinhal e Silveiras apresentavam-se infestados somente por *Ae. albopictus*. O primeiro município está localizado na Região Metropolitana da Grande São Paulo e os outros três, na RMVP, ao leste do estado.

Os dois municípios não infestados por nenhuma dessas espécies são Campos do Jordão e Ribeirão Grande, localizadas na RMVP e região de

Sorocaba, respectivamente. Porém, ressalta-se que nessas cidades, ao longo desses anos, focos foram detectados e controlados, o que contribuiu para a não consolidação da infestação.

Tabela 1 - Distribuição do número de municípios infestados por *Ae. aegypti* e/ou *Ae. albopictus*, estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.

ANO	Número de municípios							
	Existentes	Infestados por <i>Ae. aegypti</i>	Infestados por <i>Ae. albopictus</i>	Infestação mista (*)	Total Infestados	% com infestação	Sem infestação	% sem infestação
1986	572	65	0	0	65	11,36	507	88,64
1987	572	133	6	0	139	24,30	433	75,70
1988	572	186	19	0	205	35,84	367	64,16
1989	572	227	23	6	256	44,76	316	55,24
1990	572	257	38	35	330	57,69	242	42,31
1991	582	282	48	48	378	64,95	204	35,05
1992	625	262	91	88	441	70,56	184	29,44
1993	625	227	147	159	533	85,28	92	14,72
1994	637	170	174	236	580	91,05	57	8,95
1995	637	162	178	255	595	93,41	42	6,59
1996	645	105	179	321	605	93,80	40	6,20
1997	645	77	182	368	627	97,21	18	2,79
1998	645	74	165	389	628	97,36	17	2,64
1999	645	73	154	401	628	97,36	17	2,64
2000	645	72	150	406	628	97,36	17	2,64
2001	645	72	142	414	628	97,36	17	2,64
2002	645	48	132	450	630	97,67	15	2,33
2003	645	42	126	462	630	97,67	15	2,33
2004	645	40	124	466	630	97,67	15	2,33
2005	645	40	117	473	630	97,67	15	2,33
2006	645	40	107	483	630	97,67	15	2,33
2007	645	39	96	495	630	97,67	15	2,33
2008	645	39	87	504	630	97,67	15	2,33
2009	645	37	74	519	630	97,67	15	2,33
2010	645	37	59	535	631	97,83	14	2,17
2011	645	39	36	566	641	99,38	4	0,62
2012	645	38	34	569	641	99,38	4	0,62
2013	645	38	22	581	641	99,38	4	0,62
2014	645	36	14	591	641	99,38	4	0,62
2015	645	35	4	604	643	99,69	2	0,31

(*) municípios infestados por ambas as espécies.

Na Figura 4 pode-se constatar a rápida ascensão do número de municípios com *Ae. aegypti* até o ano de 1991, enquanto aqueles com *Ae. albopictus* apresentaram velocidade menor, embora crescente até 1997. Ao contrário, o número de municípios com infestação mista apresentou-se crescente em todo o período.

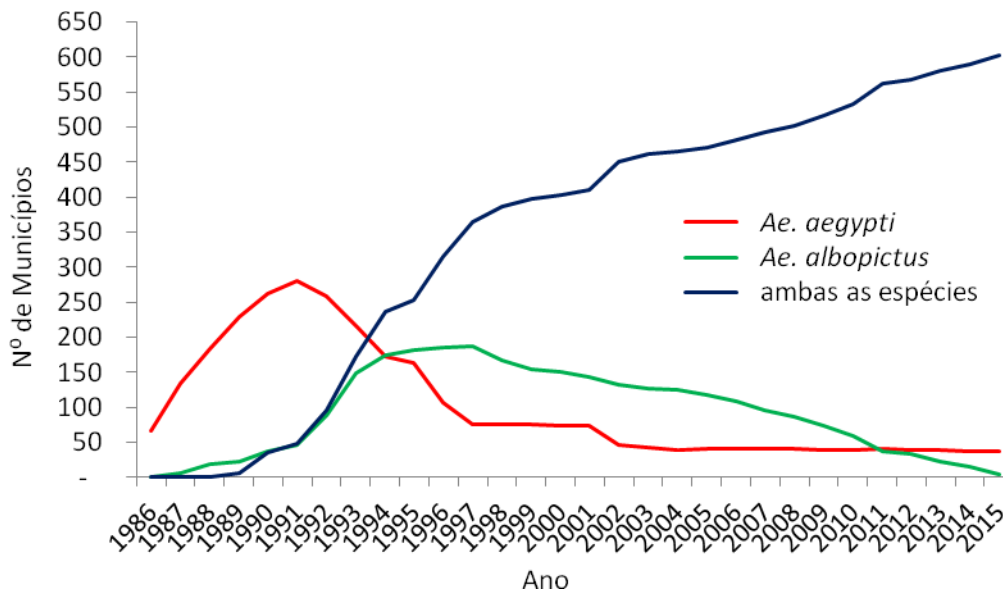


Figura 4 - Distribuição temporal do número de municípios infestados por *Ae. aegypti* e/ou *Ae. albopictus*, estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.

Nas Figuras 5 a 8 estão apresentadas a distribuição dos municípios infestados por *Ae. aegypti* e por *Ae. albopictus*, em cada ano, evidenciando a trajetória geográfica da infestação no estado de São Paulo. Verifica-se que a ocupação do espaço infestado não se dá de forma homogênea no decorrer do tempo e do Estado, porém constata-se rápida expansão geográfica desses vetores.

No primeiro ano, 1986, observou-se o estabelecimento de *Ae. aegypti* nos municípios localizados na região noroeste, metade superior do ESP. No segundo ano, 1987, *Ae. albopictus*, teve seus primeiros registros, contudo em região oposta a ocupada por *Ae. aegypti*.

Os primeiros registros de infestação por *Ae. albopictus* datam de 1987 na RMVP, região leste do ESP, em municípios situados às margens da

rodovia Pres. Dutra (BR-116), no sentido RJ-SP. Na sequência, em 1988, se estabeleceu em reduzido número de municípios da região nordeste do estado.

Já em 1989 foi constatado o início da sobreposição das espécies, na região norte-nordeste, onde foi possível verificar a presença de *Ae. aegypti* em município até então ocupado somente por *Ae. albopictus* (Figura 5). As Figuras 6 a 8 mostram a difusão da infestação por esta ou aquela espécie, em municípios dispostos agrupadamente no espaço.

Nos anos que se seguem, observou-se grande ampliação de área infestada, de maneira que, na primeira metade da década de 1990, foi possível diferenciar três padrões na expansão geográfica dessas espécies. Mais a noroeste do Estado, a infestação deu-se somente pelo mosquito *Ae. aegypti*, a sul-sudeste, somente por *Ae. albopictus* e, uma faixa central com infestação mista, no sentido nordeste a sudoeste. Na região mais ao sul a área delimitada por municípios sem infestação seguia sua marcha descendente.

Cronologicamente, a infestação mista avançou mais rápido no sentido noroeste-oeste, do que na região sul-sudeste, até então ocupada somente por *Ae. albopictus*. No entanto, esse quadro não se manteve por muito tempo, já que, em meados da década de 2000, a infestação mista expandiu-se por quase toda RMVP, última do Estado a se infestar por *Ae. aegypti*. A partir de 2010, esta situação avançou e predominou no território paulista.

Em 2015, somente 35 municípios localizados na região norte-noroeste do Estado mantinham-se infestados apenas por *Ae. aegypti* e, na região de localização antagônica, permaneceram quatro municípios com infestação exclusiva por *Ae. albopictus*.

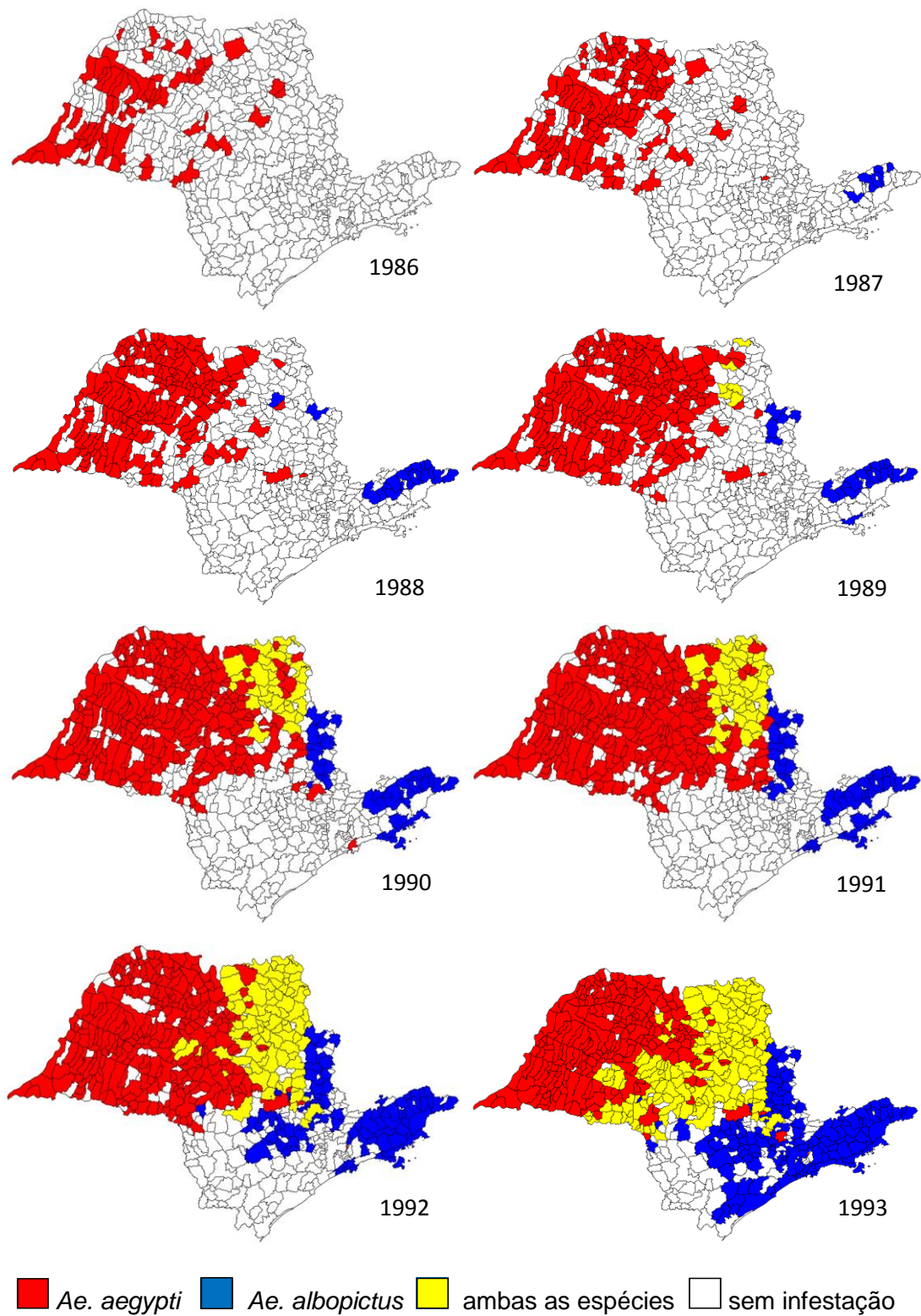


Figura 5 - Distribuição dos municípios infestados por *Ae. aegypti*, por *Ae. albopictus* e por ambas as espécies, estado de São Paulo, 1986 a 1993.

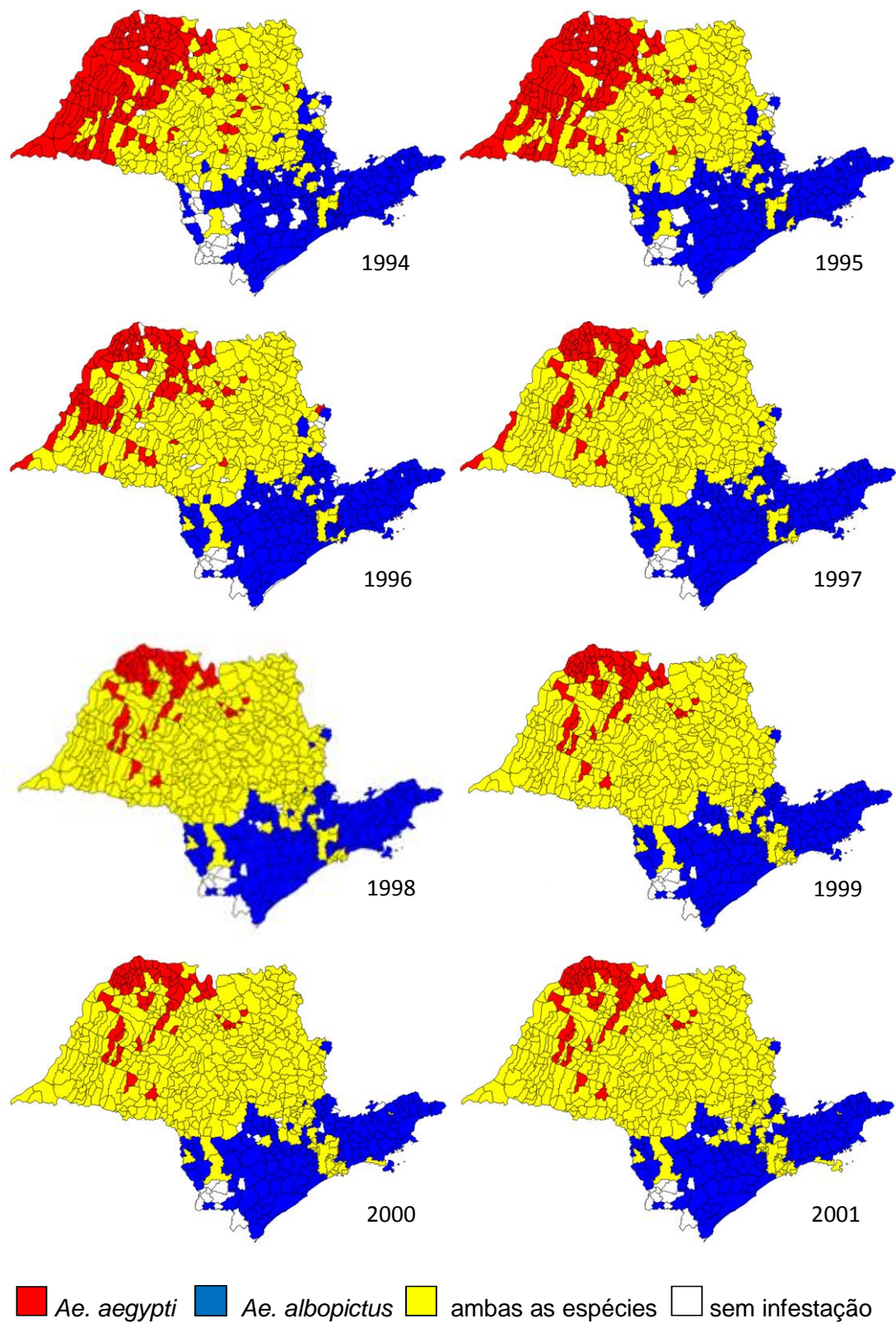


Figura 6 - Distribuição dos municípios infestados por *Ae. aegypti*, por *Ae. albopictus* e por ambas as espécies, estado de São Paulo, 1994 a 2001.

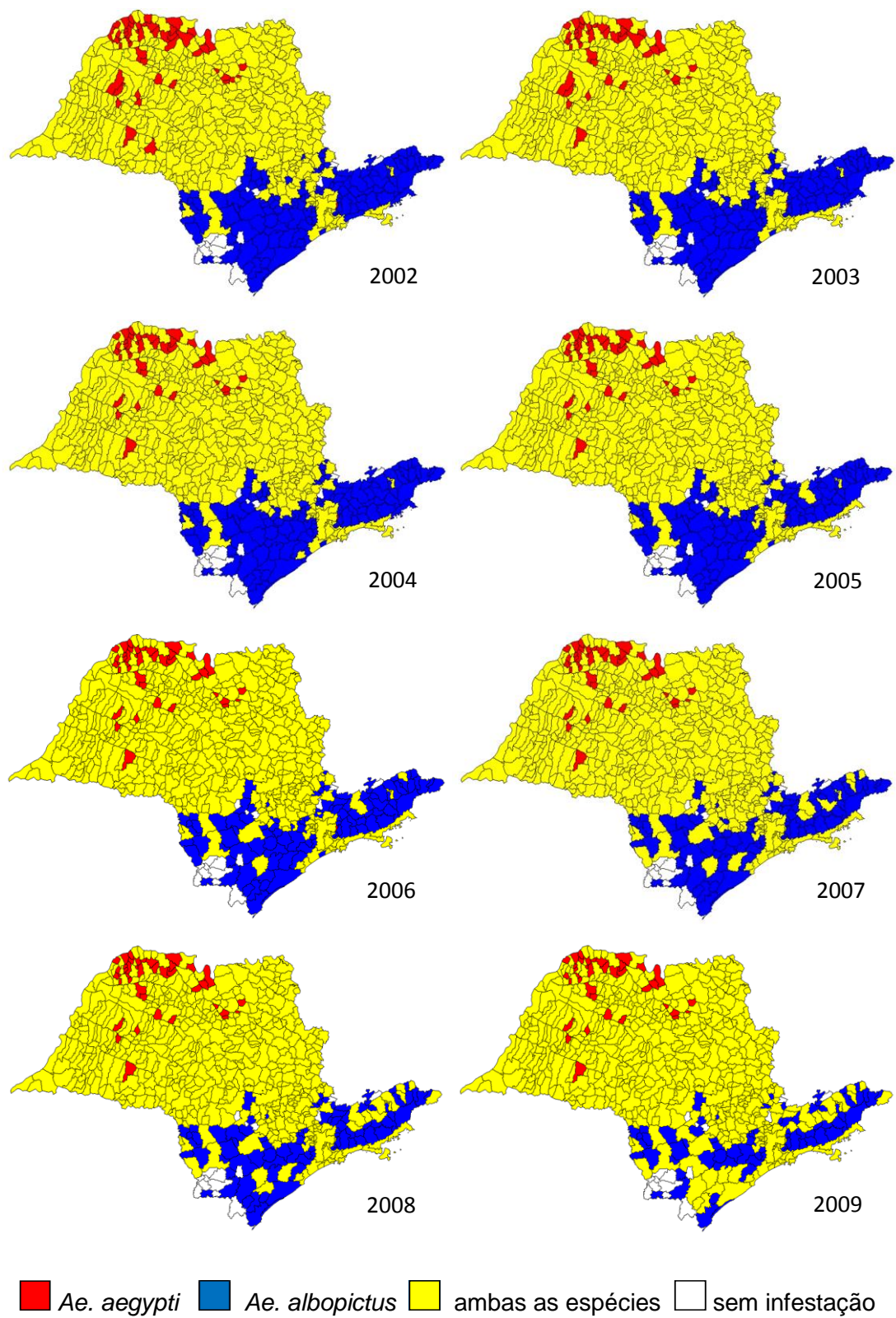


Figura 7 - Distribuição dos municípios infestados por *Ae. aegypti*, por *Ae. albopictus* e por ambas as espécies, estado de São Paulo, 2002 a 2009.

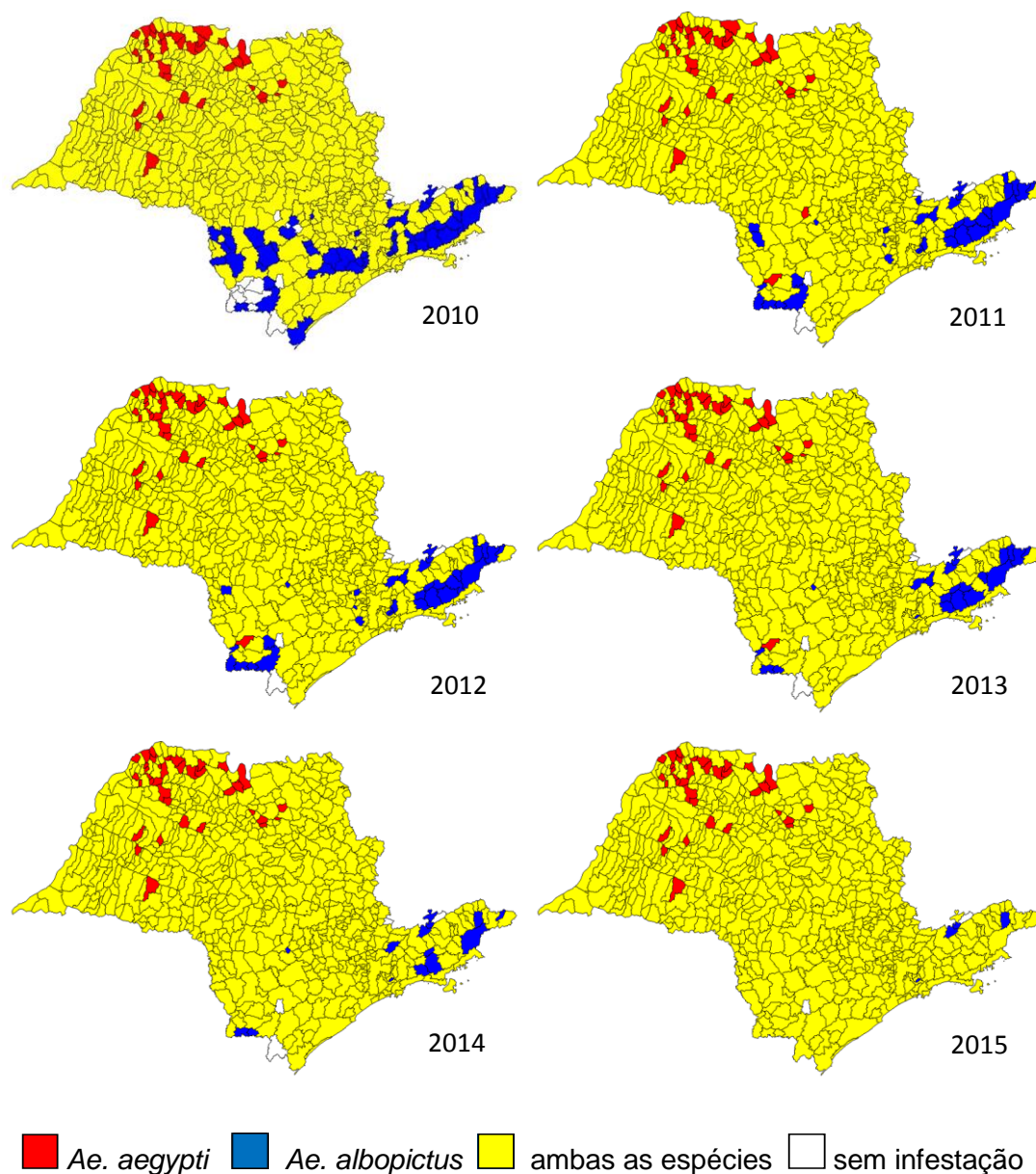


Figura 8 - Distribuição dos municípios infestados por *Ae. aegypti*, por *Ae. albopictus* e por ambas as espécies, estado de São Paulo, 2010 a 2015.

A Figura 9 mostra os valores médios mensais de IB em municípios infestados por *Ae. aegypti* e/ou por *Ae. albopictus*, nos 30 anos de estudo. Pode-se observar um perfil sazonal semelhante, embora com valores de IB diferentes para cada espécie.

Os resultados mostraram que o período de maior ocorrência dos vetores foi o primeiro trimestre que, por sua vez, corresponde aos meses de verão, estação do ano com os maiores valores de temperatura. No segundo

trimestre (abril a junho), observou-se a queda dos índices de densidade das duas espécies. Na sequência verificou-se a estabilização de *Ae. albopictus* em valores bastante reduzidos, nos meses de julho a outubro. Por outro lado, *Ae. aegypti* reduziu sua densidade até o mês de agosto, quando assume valores de IB próximos a 1,0, retomando então seu crescimento populacional até o final do ano quando atingiu índices médios próximos a 3,0.

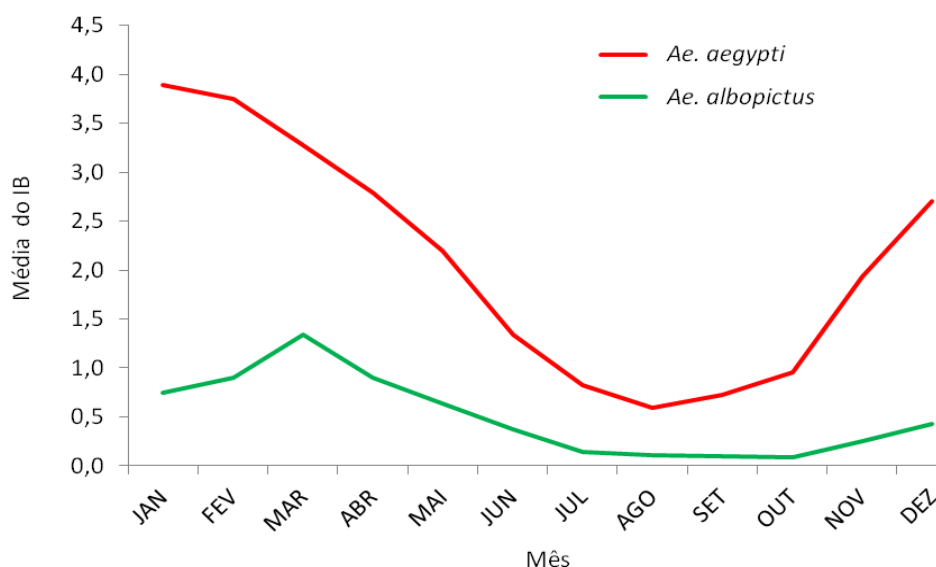


Figura 9 - Distribuição mensal dos valores médios de IB para *Ae. aegypti* e IB para *Ae. albopictus*, estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.

A Figura 10 mostra os perfis das temperaturas médias, em grau Celsius (°C), para sete anos do período estudado no estado de São Paulo, nos quais é possível observar modificação no fenômeno representado. Os mapas estão preenchidos com gradiente de cores diferenciadas, o que facilita a localização e entendimento desse fator. A sequência dos mapas permitiu visualizar variações das temperaturas médias anuais, evidenciando a ampliação da faixa geográfica com temperaturas médias mais elevadas.

Observa-se uma ordem crescente de tons que variaram entre 16 °C, na região leste do Estado, Serra da Mantiqueira, e 26 °C, na região noroeste. Verifica-se, nitidamente, elevação no gradiente de temperatura, ao longo dos anos, que se desloca para o interior do Estado, a partir do

alinhamento planáltico, e para o litoral, junto às serras do Mar, de Paranapiacaba e da Mantiqueira. Nessa última, a partir de 1995, não são verificados registros de temperaturas médias inferiores a 18 °C.

Com base nessas interpretações e no fato desses mosquitos apresentarem forte dependência com a temperatura, compreende-se que o aumento da temperatura média no estado de São Paulo pode ter contribuído para a dispersão e abundância desses vetores.

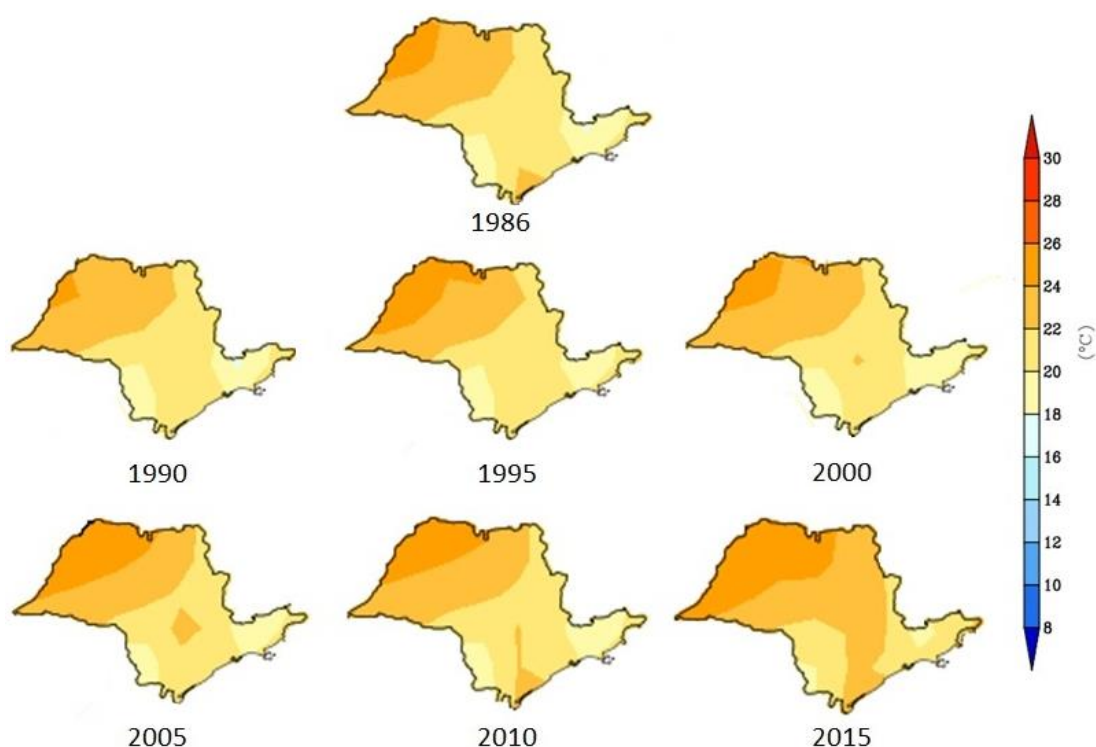


Figura 10 - Perfil das temperaturas médias, segundo ano, estado de São Paulo, Brasil, 1986, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015.

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios anuais do IB dos municípios. Esses valores são obtidos pela contagem dos recipientes com larvas de cada espécie, em cem imóveis, e expressa a intensidade da infestação domiciliar, o que possibilita a estimativa da densidade. O IB total é resultado da soma dos valores dos IB de cada uma das espécies, que por sua vez permitiu calcular a porcentagem de recipientes positivos por espécie.

Foram realizadas, em média, 416 Avaliações de Densidade Larvária/ano, resultando na pesquisa de 26.910.205 de imóveis de áreas urbanas dos municípios paulistas, no período de estudo.

Os valores médios obtidos do indicador entomológico estudado variaram segundo ano e espécie. Observou-se que a infestação anual dos municípios do estado de São Paulo por *Ae. aegypti*, na primeira metade do período estudado, 1987 a 2000, foi cerca de duas vezes maior que a de 2001 a 2015. *Ae. albopictus*, por sua vez, apresentou os mais elevados índices no período de 1994 a 2001.

Todavia, os indicadores de *Ae. aegypti* sempre foram superiores aos valores verificados para *Ae. albopictus*. A média do IB, dos 30 anos de estudo, foi de $2,05 \pm 0,16$ e $0,48 \pm 0,11$ para *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, respectivamente. Do total de recipientes pesquisados, a presença da primeira espécie foi registrada em 83,54% e da segunda em 16,46%.

Tabela 2 - Distribuição anual dos valores médios do índice de Breteau (IB) e percentagem de recipientes com cada espécie, estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.

Ano	IB <i>Ae. aegypti</i>	IB <i>Ae. albopictus</i>	IB total	% recipientes com <i>Ae. aegypti</i>	% recipientes com <i>Ae. albopictus</i>
1986	2,28	0,01	2,29	99,56	0,44
1987	2,18	0,01	2,19	99,54	0,46
1988	2,73	0,19	2,92	93,52	6,48
1989	2,96	0,10	3,06	96,68	3,32
1990	3,60	0,19	3,79	94,98	5,02
1991	1,84	0,21	2,05	89,59	10,41
1992	2,35	0,44	2,79	84,20	15,80
1993	2,76	0,02	2,79	99,18	0,82
1994	2,40	1,61	4,02	59,87	40,13
1995	2,30	1,55	3,85	59,77	40,23
1996	3,68	1,38	5,07	72,68	27,32
1997	3,17	1,03	4,20	75,48	24,52
1998	3,42	1,42	4,83	70,72	29,28
1999	2,39	0,91	3,30	72,52	27,48
2000	3,43	1,53	4,96	69,25	30,75
2001	2,34	0,97	3,31	70,71	29,29
2002	1,15	0,45	1,60	72,14	27,86
2003	1,23	0,39	1,62	75,96	24,04
2004	1,54	0,40	1,95	79,28	20,72
2005	1,98	0,33	2,30	85,81	14,19
2006	1,59	0,22	1,80	87,96	12,04
2007	1,38	0,20	1,58	87,31	12,69
2008	1,02	0,17	1,19	85,75	14,25
2009	1,41	0,14	1,54	91,09	8,91
2010	0,98	0,21	1,19	82,50	17,50
2011	0,97	0,15	1,11	86,82	13,18
2012	1,08	0,11	1,19	90,65	9,35
2013	1,26	0,14	1,40	90,30	9,70
2014	1,05	0,09	1,13	92,38	7,62
2015	1,11	0,12	1,23	89,87	10,13
Média	2,05	0,48	2,54	83,54	16,46
EP	0,16	0,11	0,23	2,06	2,06

A Figura 11 apresenta a porcentagem de recipientes positivos para presença de cada espécie, segundo ano de estudo. Os percentuais de recipientes com presença de *Ae. aegypti*, ao longo do período, foram maiores do que aqueles com presença de formas imaturas de *Ae. albopictus*. Observa-se relação inversa das espécies, com tendência antagônica. As curvas são complementares e mostram variação ao longo dos anos, com valores mínimos em 1994 e 1995 para *Ae. aegypti*, e tendência de crescimento até 2015, sendo o inverso para *Ae. albopictus*.

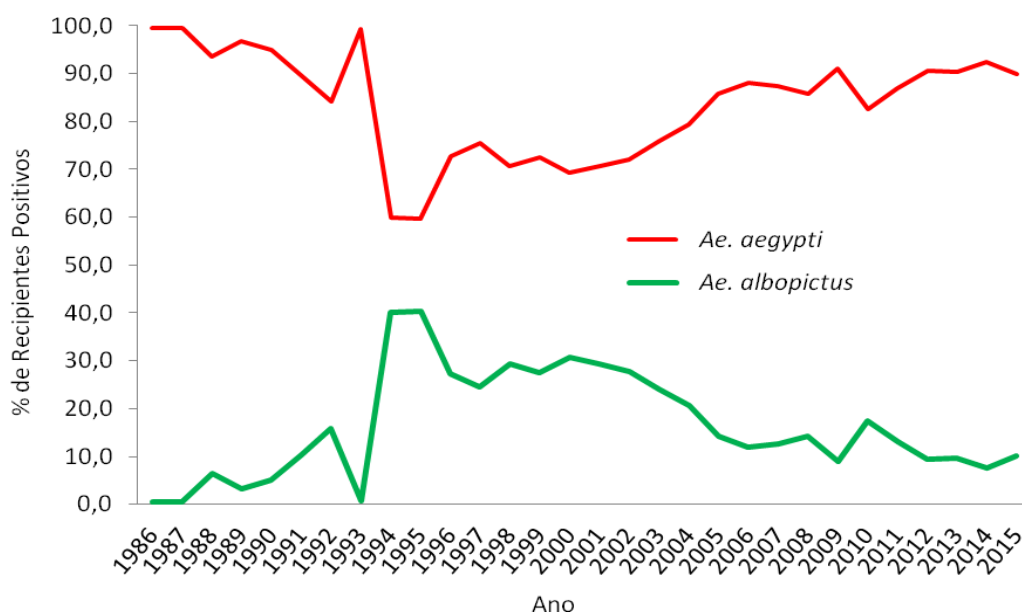


Figura 11 - Distribuição anual da porcentagem de recipientes positivos para *Ae. aegypti* e para *Ae. albopictus*, estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.

A Figura 12 mostra os valores médios de IB para *Ae. aegypti* e para *Ae. albopictus*. A comparação desses valores evidenciou diferença estatística significativa ($N=30$; $T=0,00$; $Z=4,78$; $P=0,00$). Tais resultados indicaram que a densidade larvária média da primeira espécie foi nitidamente superior, 4,27 vezes maior, que a verificada para *Ae. albopictus*. O que traduz na maior porcentagem de recipientes positivos com presença de formas imaturas de *Ae. aegypti*, conforme já apresentado na Figura 11.

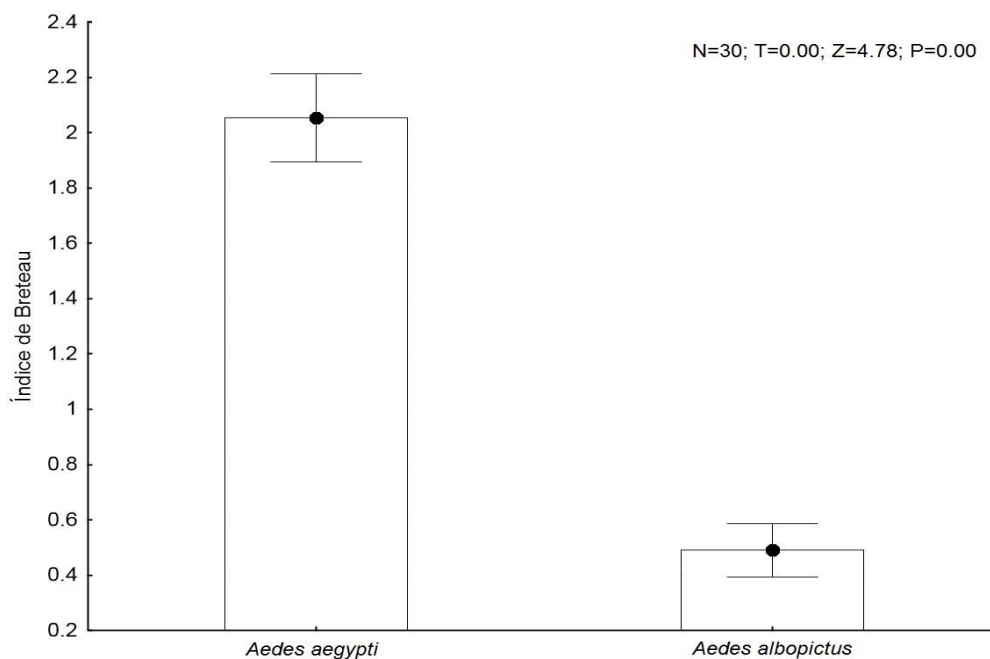


Figura 12 - Valores médios de IB para *Ae. aegypti* e para *Ae. albopictus*, estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.

No que se refere à Região Metropolitana do Vale do Paraíba (RMVP), a análise dos dados dos 30 anos estudados evidenciou que o tempo necessário para o estabelecimento de *Ae. aegypti* foi delongado (Figura 13). Já, para *Ae. albopictus* após 6 anos de infestação estabelecida, a mesma estava presente em quase 100% dos municípios. A presença exclusiva dessa espécie nos municípios da região perdurou até o ano 1999, ou seja, 13 anos consecutivos. Após este período, no ano de 2000, a infestação por *Ae. aegypti* foi confirmada no município de Potim, até então ocupado por *Ae. albopictus*.

A partir desse momento, observou-se crescimento do número de municípios com infestação mista, devido a acelerada expansão de *Ae. aegypti* nos últimos 9 anos da série histórica analisada. Em 2015 a infestação por essa espécie envolveu 91,18% dos municípios. Os municípios que permaneceram sem infestação domiciliar por *Ae. aegypti* são três, a saber: Monteiro Lobato, Santo Antônio do Pinhal e Silveiras. Campos do

Jordão, município de maior altitude na região (1.628 metros), até o ano de 2015, não apresentou infestação domiciliar por nenhuma das duas espécies.

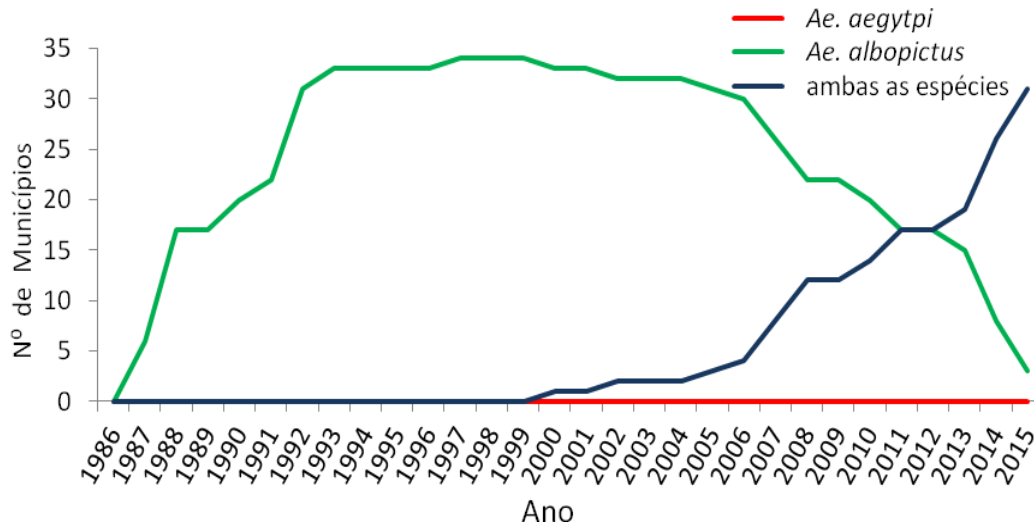


Figura 13 - Distribuição anual do número de municípios infestados por *Ae. aegypti* e/ou por *Ae. albopictus*, Região Metropolitana do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.

A Figura 14 mostra a expansão geográfica do *Ae. albopictus* na RMVP. Seu primeiro registro de infestação, no ano de 1987, deu-se nos municípios de Queluz, localizado à divisa com o estado do Rio de Janeiro, Cruzeiro, Cachoeira Paulista, Lorena, Guaratinguetá e Taubaté. Nos anos subsequentes, e de maneira exclusiva, avançou para os demais municípios, no sentido Rio-São Paulo. Em 1993, 7 anos depois, 34 municípios já se apresentavam infestados por *Ae. albopictus*.

A infestação por *Ae. aegypti* iniciada a partir de 2000, no município de Potim, se dispersou geograficamente a partir da área central da região, estendendo-se em direção oposta à da outra espécie, ocupando primeiramente os municípios localizados a margem da rodovia Pres. Dutra (BR-116).

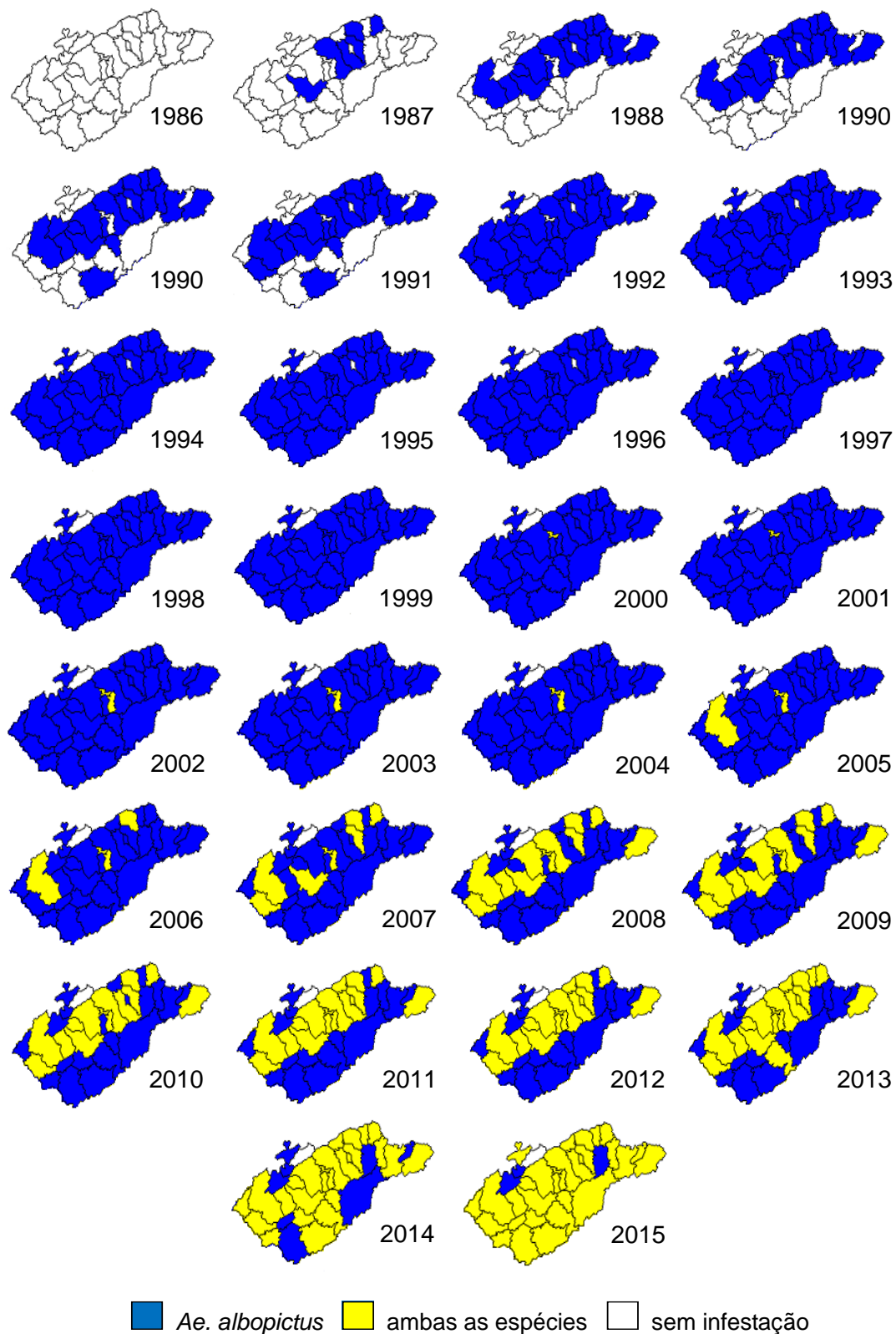


Figura 14 - Distribuição dos municípios infestados por *Ae. aegypti*, por *Ae. albopictus* e por ambas as espécies, Região Metropolitana do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 1986 a 2015.

A Tabela 3 apresenta os valores médios do IB e a porcentagem de recipientes com presença de formas imaturas de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus* nos municípios que compõe a RMVP.

Com reconhecido potencial invasor, *Ae. aegypti*, conseguiu se estabelecer definitivamente no ano de 2000, expandindo sua distribuição geográfica e impondo-se sobre a outra espécie.

Observando-se os valores de densidades larvárias, evidenciou-se para ambas as espécies, no primeiro quadriênio, valores maiores de IB, com tendência de declínio nos anos seguintes. No entanto, os percentuais de recipientes positivos para *Ae. aegypti* se mostraram mais elevados em quase todo o período, com exceção de 2004 e 2005.

O processo de expansão de *Ae. aegypti*, na região, resultou na diminuição populacional de *Ae. albopictus*, apesar desta, ter sido a espécie pioneira na região, presente desde 1987.

Tabela 3 - Distribuição anual dos valores médios do índice de Breteau (IB) e porcentagem de recipientes com cada espécie, Região Metropolitana do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 2000 a 2015.

Ano	IB <i>Ae. aegypti</i>	IB <i>Ae. albopictus</i>	IB Total	% recipientes com <i>Ae. aegypti</i>	% recipientes com <i>Ae. albopictus</i>
2000	6,89	0,47	7,36	93,61	7,39
2001	7,21	5,58	12,79	56,37	43,63
2002	13,64	3,73	17,37	78,53	21,47
2003	13,37	2,50	15,87	84,25	15,75
2004	2,41	2,89	5,30	45,47	54,53
2005	3,25	4,18	7,43	43,74	56,26
2006	2,35	2,18	4,53	51,88	48,12
2007	3,29	1,63	4,92	66,87	33,13
2008	1,74	0,45	2,19	79,45	20,55
2009	2,37	0,52	2,89	82,01	17,99
2010	1,68	0,57	2,25	74,67	25,33
2011	1,40	0,48	1,88	74,47	25,53
2012	1,13	0,30	1,43	79,02	20,98
2013	1,99	0,57	2,56	77,73	22,27
2014	1,00	0,16	1,16	86,21	13,79
2015	1,50	0,24	1,74	86,21	13,79
Média	4,08	1,65	5,73	72,53	27,53
EP	1,03	0,42	1,30	3,81	3,79

A Figura 15 mostra uma tendência de diminuição de recipientes com presença de *Ae. albopictus* em contrapartida à crescente presença de recipientes com *Ae. aegypti*. Tais resultados sugerem comportamento competitivo dessas espécies. Observa-se que o aumento da abundância da primeira espécie resultou, com o passar dos anos, na diminuição da outra, o que demonstra claramente, a partir da segunda metade do período de estudo, o mesmo crescimento antagônico observado para todo estado de São Paulo.

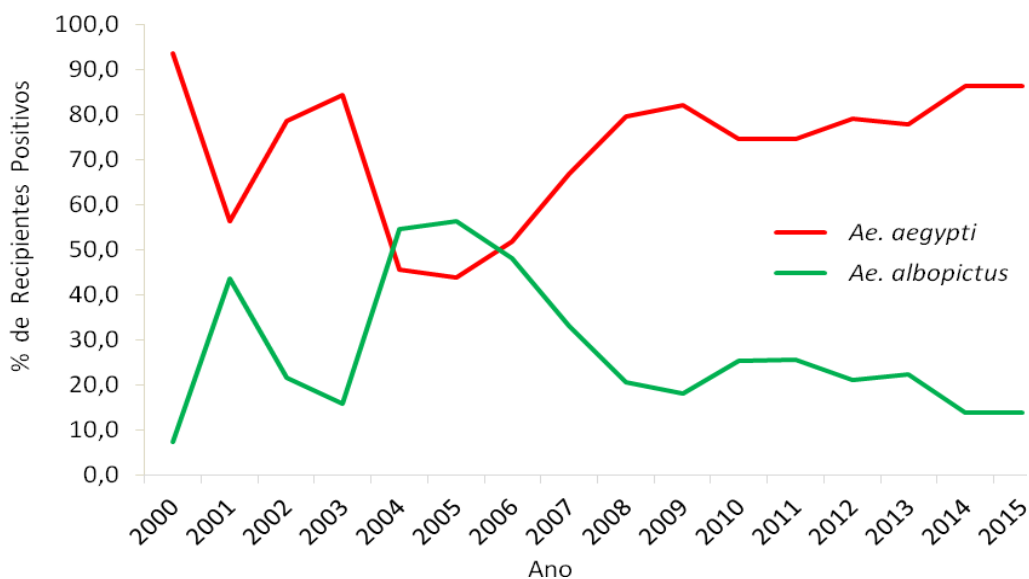


Figura 15 - Distribuição anual da porcentagem de recipientes positivos para *Ae. aegypti* e para *Ae. albopictus*, Região Metropolitana do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 2000 a 2015.

Os valores médios de densidade larvária dessas espécies na RMVP, de 2000 a 2015, estão apresentados na Figura 16. Esse período de 16 anos refere-se ao tempo desde o primeiro registro de infestação por *Ae. aegypti* nessa região. O resultado encontrado mostrou diferença significativa ($N=16$; $T=8,00$; $Z=3,24$; $P=0,00$), o que evidencia que os valores de densidade larvária de *Ae. aegypti* foram maiores do que os encontrados para *Ae. albopictus*, mostrando nesse intervalo de tempo sobreposição e predomínio da primeira espécie.

Ainda que a infestação por *Ae. aegypti* na RMVP seja mais recente do que a restante do estado, observa-se que a percentagem de recipientes com presença de larvas dessa espécie foi crescente até tornar-se maior que a verificada para *Ae. albopictus*. Os resultados mostraram que a densidade larvária média de *Ae. aegypti* foi 2,47 vezes maior do que a constatada para *Ae. albopictus*, $4,08 \pm 1,03$ para a primeira e $1,65 \pm 0,42$ para a segunda, com uma média de 72,53% e 27,53% dos recipientes positivos para uma e outra espécie, respectivamente.

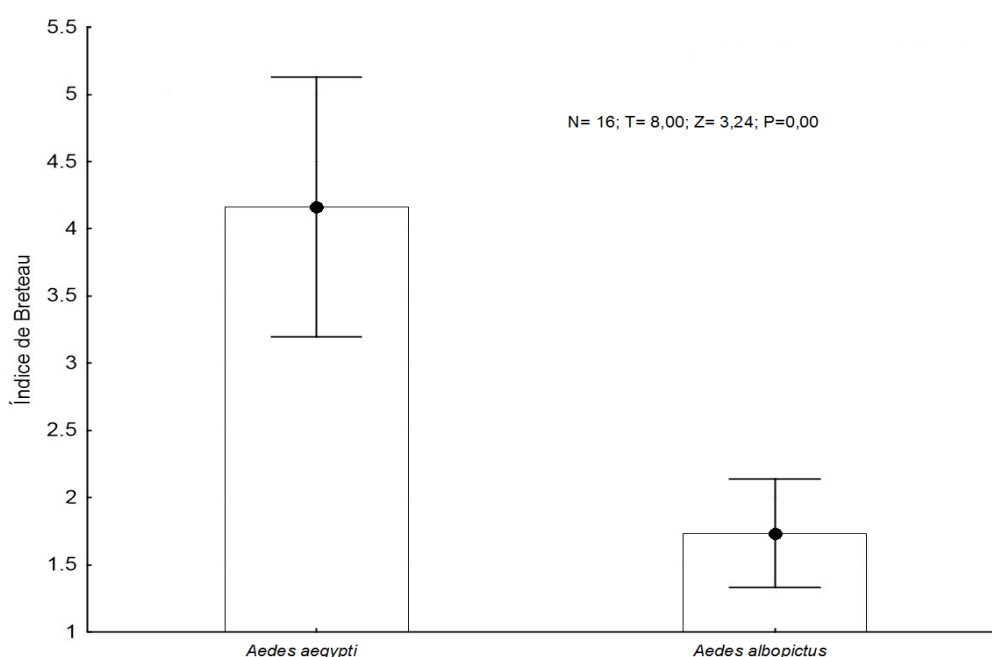


Figura 16 - Valores médios de IB para *Ae. aegypti* e para *Ae. albopictus*, Região Metropolitana do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 2000 a 2015.

A análise espacial realizada na região revelou ausência de associação espacial existente no conjunto dos dados dos valores de IB. A Tabela 4 mostra que os valores dos índices globais de Moran (I) são próximos de zero e sem significância estatística ($p > 0,00$). Em princípio, pode-se estabelecer a hipótese de que a variável investigada se distribui ao

acaso. Em outras palavras, apresenta padrão aleatório entre os municípios que compõem a região de estudo.

A média do índice global de Moran (I) encontrado para a região foi de 0,0247 (p-valor = 0,361) para *Ae. aegypti* e de 0,0244 (p-valor = 0,317) para *Ae. albopictus*, mostrando que os índices não estão autocorrelacionados no espaço. Tal achado influenciou diretamente na construção dos índices locais, LISA map (Local Space Association Index), e conseqüentemente na não detecção dos chamados “bolsões”. Mais uma vez, confirma-se a hipótese de que não há autocorrelação espacial entre os municípios estudados.

Tabela 4 - Distribuição anual dos índices globais de Moran (I) e p-valor, atribuídos à *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, Região Metropolitana do Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 2000 a 2015.

ANO	<i>Ae. aegypti</i>		<i>Ae. albopictus</i>	
	Índice Global de Moran (I)	p-valor <0,05	Índice Global de Moran (I)	p-valor <0,05
2000	0,0074	0,405	-0,0223	0,537
2001	-0,0363	0,366	-0,0571	0,196
2002	0,0073	0,390	0,2161	0,067
2003	-0,0084	0,543	0,2013	0,363
2004	0,1288	0,080	-0,0235	0,479
2005	-0,0027	0,560	-0,0359	0,355
2006	0,0107	0,416	0,2087	0,033
2007	0,0047	0,453	0,1925	0,098
2008	0,1500	0,099	0,0601	0,142
2009	0,0259	0,337	0,1031	0,147
2010	0,0042	0,457	-0,0903	0,225
2011	-0,0034	0,513	0,3033	0,037
2012	0,1009	0,181	0,0769	0,235
2013	0,0338	0,389	-0,0717	0,249
2014	-0,0386	0,412	-0,0746	0,272
2015	-0,0286	0,441	-0,0438	0,354
Média	0,0247	0,361	0,0244	0,317

A ausência de dependência espacial entre os municípios do Vale do Paraíba infestados por *Ae. aegypti* e por *Ae. albopictus* deveu-se,

provavelmente, aos valores do indicador empregado, IB, que na maioria das vezes foi muito baixo e em algumas ocasiões foi 0,00. Vale ressaltar que o valor zero no IB, não significa ausência de infestação dessas espécies. Este valor, apesar de ser uma medida válida, pode ter influenciado no cálculo do indicador global de Moran (I), e conseqüentemente, nos resultados obtidos.

O estudo do padrão espacial da infestação na RMVP, do período em cena, empregou ainda o estimador de densidade de Kernel. A Figura 17 apresenta, respectivamente, essa modelagem espacial para *Ae. aegypti* (A) e *Ae. albopictus* (B) na região estudada.

Os municípios da região têm seu principal eixo urbano no traçado da rodovia Pres. Dutra (BR-116) e sua divisão político-administrativa permitiu fácil e rápida visualização das diferentes densidades larvárias, que também apontaram para uma distribuição heterogênea.

No Kernel de *Ae. aegypti* (A) observa-se um ponto com valores médios de IB elevado, “Hotspot”, na região do médio vale, com maior intensidade no município de Potim, de onde se expande, em densidade pouco inferior, para os municípios fronteiriços de Guaratinguetá ao norte, Aparecida e Roseira ao sul, e, em menor magnitude para Pindamonhangaba a oeste.

Em se tratando de *Ae. albopictus* (B), a Figura 17 mostra três Hotspots, sendo cada um deles de intensidade e abrangência diferentes. O de maior densidade estimada refere-se à mesma área mencionada para o mapa temático de *Ae. aegypti* (A), ou seja, região do médio vale, onde Aparecida é o ponto de maior densidade e, a partir do qual, a densidade do vetor se expande para Potim e Roseira, com densidade inferior e em menor magnitude dessa para o município de Guaratinguetá.

O segundo “Hotspot”, porém de densidade inferior ao primeiro, compreende os municípios de Cruzeiro, Canas e Cachoeira Paulista, esse último com o ponto mais quente de densidade do vetor. Por fim, observa-se um terceiro ponto de aglomerados da espécie, em menor intensidade larvária aos anteriormente citados, que se refere ao município de Taubaté e adjacências.

Para as duas espécies os municípios registraram, no período de 2000-2015, valores médios de densidades (IB) variados, porém não elevados, sendo *Ae. aegypti* (A) IB de 0,00 a 9,70 e *Ae. albopictus* (B) IB de 0,00 a 1,88.

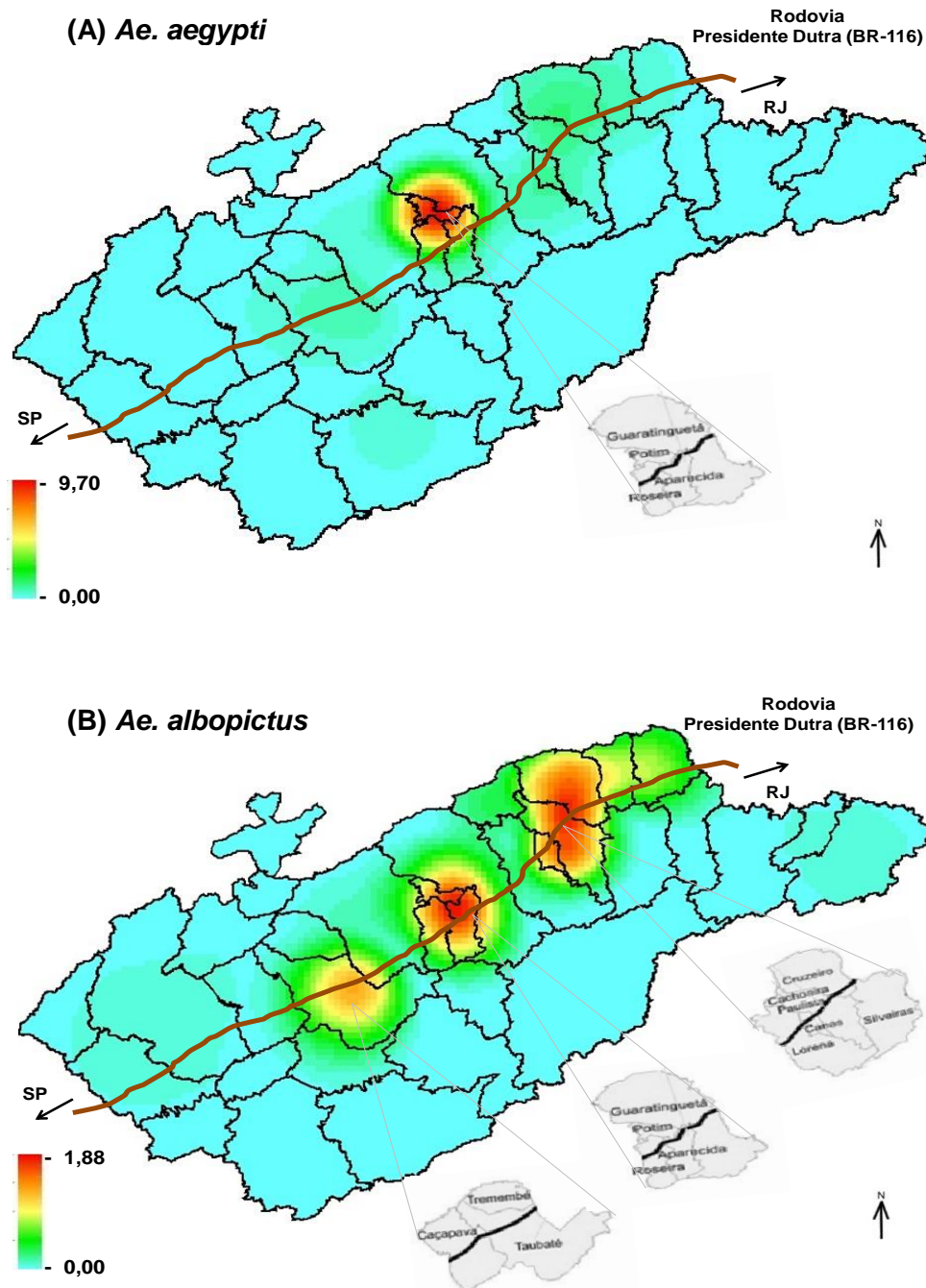


Figura 17 - Estimador de densidade de Kernel para *Ae. aegypti* (A) e para *Ae. albopictus* (B), Região Metropolitana Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil, 2000 a 2015.

5. DISCUSSÃO

O estudo da série temporal de 30 anos da infestação nos municípios do estado de São Paulo por *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, referente ao período de 1986 a 2015, mostrou que o início do estabelecimento desses *Stegomyia* ocorreu em áreas geográficas distintas e opostas, a princípio exclusivamente por uma ou outra espécie, resultados esses que corroboram aos observados por (Glasser & Gomes, 2002).

Com trajetórias inicialmente antagônicas e abundâncias larvárias desiguais, *Ae. aegypti* predominou ao longo do tempo de estudo em relação a *Ae. albopictus*. Esse desempenho, possivelmente, deveu-se ao comportamento e aspectos ecológicos de cada uma das espécies, influenciados por vários fatores. São mosquitos que embora apresentem sutis diferenças de nichos, exibem divergências de atividades no que diz respeito, entre outros, ao tipo de ambiente habitualmente frequentado, fonte sanguínea preferencialmente utilizada, seleção do criadouro e local de repouso (Marques & Gomes, 1997; Martins et al., 2013).

Nos primeiros 15 anos de observação, o número de municípios infestados por *Ae. aegypti* e por *Ae. albopictus* cresceu rapidamente, atingindo 97% das cidades paulistas. Ultrapassados mais 15 anos, em 2015 observou-se apenas 2 (0,31%) municípios a serem ocupados, ressaltando-se, entretanto, registros eventuais de focos desses mosquitos nesses municípios. A velocidade da expansão territorial dessas espécies variou segundo tempo e região do Estado, destacando as execuções de ações antivetórias, que podem ter influenciado no panorama da infestação (Sucen, 1997; Glasser & Gomes, 2002).

No Brasil, o processo de expansão geográfica da população de *Ae. aegypti* mostrou trajetória evolutiva com comportamento estritamente sinantrópico e antropofílico, sendo reconhecido entre os culicídeos como a espécie mais associada ao homem (Forattini, 2002; Natal, 2002; Honório et al., 2015). No estado de São Paulo esse curso não foi diferente, mesmo com

o desenvolvimento constante das atividades do programa de vigilância e controle, sempre em acordo com o preconizado pelo OMS, MS e SES/SP (Sucen, 1997; Glasser & Gomes, 2002, Zara et al., 2016).

Os municípios localizados na região noroeste do estado foram os primeiros a se infestarem por *Ae. aegypti*. Glasser & Gomes (2002) citam influência dos estados do Mato Grosso do Sul e do Paraná no início da infestação do estado de São Paulo por essa espécie. Holcman et al. (2013) estudando a associação entre potenciais criadouros deste mosquito e as características dos domicílios e seus responsáveis, na região de Presidente Prudente, SP, mencionaram que, em geral, a população comportou-se indiferenciadamente no que se refere à manutenção de criadouros em suas residências, evidenciando assim o hábito de acumular recipientes, que por sua vez podem servir de criadouros nos domicílios. Dessa maneira vários fatores proporcionam condições favoráveis ao estabelecimento desse vetor, que se adaptou perfeitamente a esse ambiente, por meio do processo de domiciliação (Forattini, 2002).

As ações de vigilância e controle entomológico desses *Aedes* no Estado sempre foram largamente desenvolvidas, porém, sabe-se que por várias razões não alcançaram sucesso desejado (Santos, 2003; Zara et al., 2016). Embora *Ae. albopictus* não seja espécie alvo, sempre esteve sujeito às pressões do controle em áreas infestadas por *Ae. aegypti*. Tais circunstâncias podem ter atuado provocando pressão seletiva sobre essa população. Há múltiplos fatores que influem pressionando as populações vetorais a se adaptarem às novas circunstâncias. As espécies de mosquito são passíveis de mudança de hábitos para sobreviver, e as que conseguem o fazem a custo de adaptações. Reagem às mudanças no meio ambiente, se deslocando a outros lugares, ampliando assim a distribuição de suas populações (Forattini, 2002). Diferentemente do que costuma-se observar, e apontando mudanças em seu comportamento, há registros recentes no Brasil da presença de *Ae. aegypti* em fossas de esgotamento sanitário doméstico, ambiente rico em material orgânico em decomposição (Silva, 2007; Gil et al., 2015).

No estado de São Paulo, a presença de larvas e pupas de *Ae. aegypti* em recipientes com água salina, evidencia novamente essa habilidade (Arduino et al., 2010). Em se tratando dessa espécie, vale a pena ressaltar que a qualidade da água não está tão somente associada ao grau de poluição, mas sim às condições que o meio apresenta para o desenvolvimento e sobrevivência de seus imaturos (Beserra et al., 2010; Marques et al., 2013; Arduino & Ávila, 2015). Isto significa que *Ae. aegypti* permanece flexível no processo de adaptação, o que lhe possibilita estabelecimento e dispersão no ambiente urbano, utilizando-se de diferentes mecanismos para responder às dificuldades que lhe são impostas.

Outro aspecto que deve ser mencionado, diz respeito ao controle químico, ou seja, o uso de produtos químicos amplamente empregados nas ações de controle desse vetor. No Brasil, e também no estado de São Paulo, o uso continuado de inseticidas tem provocado alteração no *status* de suscetibilidade, propiciando o aparecimento de populações de *Ae. aegypti* resistentes. Para Braga & Valle (2007) a resistência pode ser pensada como um processo de evolução acelerada de uma população que responde a uma intensa pressão seletiva. Essa resistência tem sido detectada para todas as classes de inseticida, podendo afetar, indiretamente, a reemergência das doenças transmitidas por vetores. Macoris et al. (1999; 2014) analisando o impacto da resistência de *Ae. aegypti* aos inseticidas utilizados nas ações de controle no estado de São Paulo, observaram diminuição da suscetibilidade para larvicida e adulticidas organofosforado e adulticidas piretróides, caracterizando essa população como resistente. Mediante os aspectos mencionados e a expansão geográfica desses mosquitos, apresentada neste estudo, constata-se um quadro preocupante para as arboviroses, como dengue, chikungunya, zika e mais recentemente febre amarela.

A espécie *Ae. albopictus*, registrada desde 1986 no estado de São Paulo (Brito et al., 1986), é classificada como uma das 100 espécies mais invasivas do mundo e reconhecida como vetor cada vez mais importante, dada sua competência para múltiplos agentes patogênicos como: Dengue (DENV), Chikungunya (CHIKV), Zika (ZIKV) e Febre amarela (FAV)

(Bonizzoni et al., 2013; Couto-Lima et al., 2017; Manni et al., 2017). Os primeiros municípios infestados por este mosquito, no estado de São Paulo, estavam localizados em região contraposta aos infestados por *Ae. aegypti*, mais especificamente na região sudeste do Estado.

A região Sudeste possui o maior contingente populacional do Brasil, onde no estado de São Paulo concentra-se cerca de 41,2 milhões de habitantes, sendo superior ao contingente populacional das regiões centro-oeste e norte juntas. Somente o município de São Paulo corresponde aproximadamente a 27% da população de todo o estado. A Região Metropolitana da Grande São Paulo detém a centralização do comando do grande capital privado e sedia a maioria dos mais importantes complexos industriais, comerciais e financeiros, que controlam as atividades econômicas privadas no país (IBGE, 2017). O processo de disseminação populacional de *Ae. albopictus* deu-se inicialmente em áreas de elevada densidade demográfica e de grande desenvolvimento econômico da região sudeste do ESP. Os importantes eixos rodoviários e intenso fluxo populacional que, de forma indissociável, contribuíram como facilitadores no processo de disseminação desse vetor (Tauil, 2010; Zara et al., 2016). Nessa região, essa grande expansão populacional nos primeiros 15 anos pode provavelmente ser atribuída à ausência de *Ae. aegypti* uma vez que disputam o mesmo nicho ecológico.

Glasser & Gomes (2000) na região oeste do Estado não evidenciaram relação entre o padrão de expansão geográfica e a densidade demográfica na dispersão de *Ae. albopictus*. Para esses autores, foram outros os fatores que influenciaram preponderantemente a determinação do seu padrão macrorregional de expansão geográfica.

Embora *Ae. albopictus*, demonstre preferências por ambientes rurais, semi-silvestres e silvestres (Marques & Forattini, 2005; Arduino et al., 2010; Zara et al., 2016), observa-se que pode encontrar no meio urbano condições ideais para reprodução e fonte de alimentação, com ou sem existência prévia de *Ae. aegypti*.

Lima-Camara et al. (2006) estudando a presença e distribuição espacial desse vetor no Rio de Janeiro, RJ, registraram sua alta frequência em ambientes com baixa densidade populacional humana, pequena concentração de casas e elevada cobertura vegetal, já *Ae. aegypti* em áreas com parâmetros opostos.

Silva et al. (2006), em estudo da diversidade de criadouros e tipos de imóveis em área urbana, frequentados por fêmeas de *Ae. albopictus* no Rio de Janeiro, RJ, mostraram que a oferta abundante de recipientes artificiais inservíveis nas residências contribuiu sobremaneira para sua adaptação gradativa ao meio antrópico. Serpa et al. (2013), em estudo levado a efeito no litoral norte de São Paulo, evidenciaram que o peridomicílio foi o espaço prioritário para fêmeas grávidas de *Ae. albopictus*, na seleção do local de oviposição. Dentre os fatores que propiciam esse fenômeno identificam-se à poderosa influência humana sobre o ambiente. Assim, aquele construído pelo homem e conhecido como antrópico representa a função de pressão seletiva que induz as populações vetoras a se adaptarem às circunstâncias, contribuindo assim para seu processo de dispersão geográfica. Nelas incluem-se fatores ecológicos, ambientais, sociais e demográficos, que por sua vez incrementam novos comportamentos vetoriais (Forattini, 1998).

Assim a globalização, o intercâmbio internacional, a ausência de infraestrutura urbana, o crescimento demográfico humano descontrolado, a oferta irregular de água e o destino inadequado do lixo foram fatores que contribuíram para o estabelecimento dessas espécies. Ao lado disso, o consumo de materiais não biodegradáveis, como embalagens plásticas e de vidro, mudou as características do lixo, aumentando a oferta de potenciais criadouros (Barreto & Teixeira, 2008; Lima-Camara, 2016). Li Y et al. (2014) estudando a população de larvas de *Ae. albopictus* em ambiente urbano, suburbano e rural, concluíram que a urbanização aumentou substancialmente os habitats das larvas, sua densidade, desenvolvimento larval e o tempo de sobrevivência das formas adultas na China.

Silva (2017), analisando a estrutura populacional de mosquitos *Ae. aegypti* em diferentes estratos urbanos na cidade de São Paulo, SP, encontrou evidências de que o processo de expansão populacional variou de acordo com o gradiente de urbanização em que foram coletados, refletindo a heterogeneidade ambiental de cada estrato.

Assim, a dispersão dessas duas espécies de mosquitos foi avançando no estado de São Paulo, culminando no decurso da década de 90, com grande parte dos municípios ocupados por ambas espécies, caracterizada por infestação mista ou coocorrência.

As trajetórias antagônicas, anteriormente assinaladas, foram sendo modificadas no tempo e espaço, na medida em que uma espécie foi se estabelecendo em cidades primeiramente infestadas pela outra, evidenciando a notável associação desses mosquitos com o homem. Gomes (1986) comenta que uma população será bem-sucedida, quanto maior for o número de ambientes por ela ocupados. Em outras palavras, a valência ecológica de que são dotadas traduz a capacidade intrínseca de adaptação aos ecótopos naturais e artificiais, em número e natureza diversos. Consequentemente, depende deste fator para tornar viável a ocupação de nichos vagos nas várias biocenoses, tanto em ambiente natural como artificial.

A coocorrência dessas espécies em áreas urbanas e suburbanas no estado de São Paulo aumentou desde então, atingindo em 2015, 93,64% dos municípios paulistas. Embora esses vetores apresentem sutis diferenças na ocupação de nichos, a estratégia adaptativa da coexistência torna o desafio da vigilância e controle desses vetores ainda maior.

Chiaravalloti Neto et al. (1996) mencionaram associação desses *Stegomyia* na região de São José do Rio Preto, SP, colonizando vários tipos de criadouros, principalmente recipientes artificiais, como: latas, potes, frascos, copos, etc., mostrando que uma farta oferta, quase sempre provenientes de descartes inadequados, faz com que as espécies se dispersem facilmente.

Passos et al. (2003) evidenciaram a coocorrência desses vetores na região sudeste do estado de São Paulo. Trata-se de observações em criadouros artificiais comumente encontrados em ambiente antrópico, sendo, provavelmente, os maiores responsáveis pela produção e manutenção das populações estudadas.

Pedrosa (2013) no estado de Minas Gerais, estudando a ocorrência de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em áreas verdes urbanas e residenciais concluíram que embora seja clara a relação de coexistência, foi observada uma separação espacial de habitats, sugerindo competição interespecífica por sítios de oviposição. Serpa et al. (2013), estudando esses mosquitos em São Sebastião, SP, mostraram clara evidência de ocupação não homogênea. A coexistência desses mosquitos em área urbana de Belém, PA, foi demonstrada por Moy (2017). O autor cita que lá, *Ae. albopictus* já privilegia sangue humano como fonte alimentar.

No presente estudo a infestação mista desses *Aedes*, em ambiente urbano dos municípios paulistas, foi afetada certamente por diferenças ambientais, sazonais, de recursos de níveis tróficos, entre outros, o que por sua vez pode ter influenciado a concorrência entre elas. Vale ressaltar que esta coocorrência não foi uma situação transitória, uma vez que permanece até os dias atuais. Interações entre esses mosquitos são importantes no Brasil, onde ambos estão bem distribuídos. Seja como for, verifica-se que *Ae. albopictus* constitui mosquito dotado de grande tendência à expansão territorial. Kraemer et al. (2015) mostraram que a disseminação desses vetores foi consequência do aumento da conexão global e que suas distribuições são influenciadas por uma variedade de fatores.

Dentre essa variedade de fatores que contribuiu para a expansão e dispersão desses mosquitos, a temperatura, foi a principal responsável por alterar sua biologia e seu comportamento (Glasser & Gomes, 2002; Beserra et al., 2009; Liu-Helmersson et al., 2014; Weber & Wollmann, 2016; Mordecai et al., 2017).

Em nosso estudo, observamos um forte e evidente perfil sazonal semelhante para as duas espécies, com registro de presença em todos os

meses do ano, porém com valores de densidades larvárias significativamente diferentes. Os resultados mostraram maiores abundâncias no primeiro trimestre que, por sua vez, corresponde aos meses de verão, estação do ano em que se registram os maiores valores de temperatura e pluviosidade, resultados análogos aos observados por outros autores (Honório, 2009).

Glasser & Gomes (2002) estudando a interferência de fatores climáticos na expansão geográfica desses mosquitos no estado de São Paulo evidenciaram a influência da temperatura na dispersão de *Ae. aegypti*, já para *Ae. albopictus* tais indicações não foram claras.

A distribuição geográfica de *Ae. albopictus* no mundo, inclui áreas com grande faixa de variação da temperatura, mostrando-se mais tolerante ao frio. Adaptou-se para sobreviver em uma faixa de temperatura mais ampla e em temperaturas mais frias, o que permite que ele persista em climas mais temperados (Hawley, 1988; Gratz, 2004).

Serpa et al. (2006) estudando a variação sazonal de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* no município de Potim, SP, também encontraram sazonalidade onde o primeiro foi frequente e abundante em todas as estações e o segundo entre janeiro e abril. Urbinatti et al. (2007), estudando a sazonalidade de *Ae. albopictus* em área urbana protegida na cidade de São Paulo, SP, registraram presença da espécie durante todo o ano, com maior frequência no período quente e chuvoso. Yang et al. (2009), avaliando os efeitos da temperatura sobre a população de *Ae. aegypti*, também observaram clara dependência da variação sazonal. Costa et al. (2010), estudando em condições laboratoriais, observaram que variações de temperatura afetam a atividade reprodutiva e sobrevivência de *Ae. aegypti*. Ajuz & Vestena (2014), analisando a superinfestação dos mosquitos *Aedes aegypti* e *Ae. albopictus* na cidade de Guarapuava, PR, região sul do Brasil, evidenciaram a influência da temperatura na longevidade e fecundidade de ambas as espécies.

No verão, período do ano em que os fatores climáticos são mais favoráveis ao desenvolvimento desses mosquitos; os fatores bióticos, dentre

eles, a densidade larval, pode interferir na dinâmica populacional desses *Stegomyia*. Embora a sazonalidade mostre queda acentuada nos meses mais frios e secos, as presenças dessas espécies sempre foram registradas.

Azevedo et al. (2015) avaliando os efeitos das mudanças do clima na biologia dessa espécie apontaram que a temperatura poderá alterar significativamente sua biologia, nos futuros cenários de mudanças climáticas. Observaram que o número de ovos colocados por fêmeas *Ae. aegypti* e suas respectivas eclosões, foram diretamente relacionadas com a temperatura e que a quantidade de sangue ingerido por esses mosquitos mantidos em temperaturas superiores a 34°C foi maior, se comparado com os mantidos a temperaturas de 28°C, e também se verificou que, em temperaturas elevadas há um maior tamanho corporal das fêmeas, mesmo sem estarem alimentadas.

Junior & Cesar (2016) estudando a variação sazonal de *Ae. aegypti* no município de Porto Alegre, RS, entre 2012 e 2014 observaram que o aumento populacional dessa espécie, estava correlacionado positivamente com a temperatura média mensal; evidenciando que altas temperaturas propiciam o aumento da densidade populacional, enquanto que as baixas, sua diminuição. A infestação de mosquito é sempre mais elevada no verão em função do aumento das temperaturas e intensificação de chuvas, fatores que influenciam a eclosão de larvas desses mosquitos.

Manica et al. (2016) estudando *Ae. albopictus* em área metropolitana do sul da Europa, mostraram que altas densidades não são apenas observadas só no verão, mas também no outono. Lorenz et al. (2017) citam que o aumento da temperatura média do planeta, induzido principalmente pela emissão de gases de efeito estufa, deve contribuir para ampliar no Brasil a área de distribuição de quatro vírus transmitidos por mosquitos, o Oropouche (OROV), o Mayaro (MAYV), o Rocio (ROCV) e o vírus da encefalite de Saint Louis (SLEV), ressaltando sempre que estes vírus não são influenciados da mesma maneira.

No presente estudo os mapas de perfil das temperaturas médias do estado de São Paulo mostraram, ao longo dos anos, uma ampliação de

faixas geográficas de temperaturas mais elevadas. Percebe-se que esta elevação se propagou no sentido noroeste à sudeste ao longo dos anos o que, por sua vez coincidiu com a trajetória geográfica de infestação do *Ae. aegypti*. Sabe-se que a temperatura tem relação direta com a biologia do mosquito assim compreende-se que a elevação da temperatura média ao longo do período deve ter propiciado condições para sua expansão geográfica no Estado. Observando a trajetória geográfica desses mosquitos, considerando que ainda existe município sem infestação, depreende-se que a temperatura pode ter retardado a expansão de *Ae. aegypti*, porém, não impediu e nem estabeleceu limites para nenhuma das espécies estudadas.

Rueda et al. (1990) citaram que o tempo de desenvolvimento de ovo até adulto depende de variáveis climáticas, especialmente a temperatura; quanto mais quente, mais rápido o ciclo e, conseqüentemente, maior pode ser a densidade da população de adultos, proporcionando mais contato entre vetores e hospedeiros e, conseqüentemente, a disseminação das doenças por eles veiculadas.

Blain et al. (2009) analisando séries anuais de temperatura mínima do estado de São Paulo em seis localidades, Campinas e Piracicaba, de 1917 a 2006 e, Cordeirópolis/Limeira; Monte Alegre do Sul; Ribeirão Preto e Pindorama, de 1951 a 2006, mostraram tendências de elevação nas seis localidades. Resultados possivelmente, ligados a fenômenos de escala global, com tendências significativas de elevação de forma temporalmente distinta entre essas localidades.

O Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) prevê que o aquecimento global será contínuo e acelerado, o que resultará em um aumento na temperatura média durante o próximo século. De acordo com as previsões, até 2100 a temperatura da terra poderá aumentar em até 4°C (IPCC, 1990; 2007). Embora os modelos de previsão global produzam valores pouco confiáveis quando aplicados no nível regional, entende-se que as doenças transmitidas por vetores, aparecem como um dos principais problemas de saúde pública que podem decorrer do aquecimento global (Barcellos et al., 2009).

A Prefeitura municipal de São Paulo, em 2012, por meio do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, da Universidade de São Paulo (USP), constatou tendência de elevação da temperatura média do ar na cidade de São Paulo, SP. A análise foi baseada na série histórica do período de 1933 a 2011, denominada média climatológica. A reta de tendência da temperatura média anual revelou uma elevação progressiva nos últimos 79 anos (PMSP, 2012).

Braks et al. (2013) chamam a atenção para o impacto das mudanças climáticas nos riscos para a saúde pública principalmente no contexto das doenças transmitidas por vetores. Araujo et al. (2015) estudando as ilhas de calor em São Paulo mostraram mais casos de dengue agrupados em áreas de temperatura terrestre $>32^{\circ}\text{C}$, do que em áreas caracterizadas como zonas socioeconômicas baixas, áreas de alta densidade populacional ou áreas com ocupação irregulares.

Ribeiro et al. (2016) citam que a maior cidade da América do Sul, São Paulo, SP, apresenta alteração na série histórica de temperatura, e apontam a urbanização como fator que afeta o microclima criando ilhas de calor na cidade. Embora o aumento da temperatura favoreça a proliferação dos Aídeos e outros culicídeos, sua presença em ambientes mais gelados já foi observada. Ruiz-López et al. (2016) assinalaram a presença de *Ae. aegypti* a 2.302 metros, maior registro altitudinal na Colômbia, além disso, os mosquitos coletados estavam positivos para o vírus da dengue. Essa descoberta é importante à medida que assinalam mudanças nos padrões de limites de distribuição de temperatura e altitude da espécie.

No estado de São Paulo, *Ae. albopictus*, pode ser considerado também fortemente influenciado pela temperatura, mostrando-se bem tolerante ao frio. O município de Campos do Jordão, situado a uma altitude média de 1.628 metros e considerado o mais frio do Estado, registrou ao longo dos últimos 30 anos temperatura média de $8,1^{\circ}\text{C}$ (INMET, 2017). Segundo dados da Sucen/SES-SP são registrados focos deste vetor desde 1992.

Monteiro et al. (2007) concluíram que a duração do período larval de *Ae. albopictus* tem grande variabilidade, sendo mais longo a 35°C. Já, o tempo de sobrevivência das larvas foi fortemente afetado na temperatura mais elevada. Os autores sugerem que a população de *Ae. albopictus* estudada pode estar em processo de adaptação ao aumento de temperatura e que o limite para o desenvolvimento de estágios larvais se encontra próximo a 35°C.

Delatte et al. (2009) estudando a influência da temperatura no desenvolvimento de imaturos, sobrevivência, longevidade, fecundidade e ciclo gonotrófico dessa espécie, revelaram ampla gama de temperatura na sobrevivência desse vetor. Ajuz & Vestena (2014) avaliando o efeito das variáveis climáticas na longevidade e fecundidade desse mosquito no sul do Brasil, evidenciaram grande tolerância e poder de adaptação ao frio, mencionando que sua presença já foi registrada em locais com temperatura média de até -4,8°C no mês mais frio.

Desse modo e considerando que o território paulista abrange tipos climáticos distintos, e que isso produz uma variabilidade climática, é possível compreender sua ampla dispersão no estado. Kraemer et al. (2015) citam que *Ae. albopictus* está se expandindo rapidamente ao redor do globo, colonizando regiões temperadas, como América do Norte e Europa, como também regiões tropicais e subtropicais, como a América do Sul e a África.

A Vigilância Entomológica no estado de São Paulo, desde o início da sua estruturação se utilizou de índices que, se prestam para a adequada avaliação da situação local (Sucen, 1997). No estudo em questão foram analisados, os valores dos índices de Breteau (IB), rotineiramente empregado para estimar a densidade larvária desses mosquitos. Esse índice vem possibilitando monitorar as densidades populacionais no ambiente urbano e direcionar as ações de controle populacional visto que a realidade atual da distribuição e a complexidade dos ambientes urbanos remetem à impossibilidade da erradicação dessas espécies. Não constituiu propósito discutir se o referido índice larval é ou não bom indicador, presumível limitação do estudo, mas sim analisá-lo uma vez que é empregado desde

1985. Sabe-se, porém, que o indicador larvário, com base na detecção da presença de *Ae. aegypti*, tem sido apontados como de capacidade limitada para estimar a população de adultos (Gomes, 1998).

Os resultados revelaram importante volume de dados e os valores médios do IB possibilitaram conhecer o percentual médio de recipientes com presença para cada uma das espécies. Esses valores variaram entre os municípios, ao longo dos anos e entre as espécies, porém observou-se que a percentagem de recipientes com presença de *Ae. aegypti* sempre foi maior do que aqueles com *Ae. albopictus*. O percentual médio de recipientes com larvas de *Ae. Aegypti*, no período de estudo, foi 4,27 vezes maior que o verificado com *Ae. albopictus*, evidenciando maior abundância do primeiro. Entretanto nos anos estudados, nunca houve ausência de *Ae. albopictus*.

A grande quantidade de recipientes com *Ae. aegypti*, em contrapartida a menor com *Ae. albopictus*, permitiu inferir que a abundância larvária deste último se encontrou inferior à aquela verificada para o primeiro. Os dados revelaram que a expansão e o aumento da população de *Ae. aegypti*, foram concernentes ao declínio da população de *Ae. albopictus*, acrescentando assim importante conjunto de informações sobre biologia e ecologia dessas espécies, fornecendo evidências do efeito competitivo interespecífico desses mosquitos. Tais achados concordam com dados da literatura, sobretudo no que diz respeito a maior preferência de *Ae. albopictus* pela área rural-urbana ou suburbana (Gomes et al., 1992; Lima-Camara et al., 2006; Barbosa et al., 2009; Martins et al., 2013; Camara et al., 2016).

A interação desses *Aedes* requer atenção, pois se desenvolvem essencialmente nos mesmos criadouros artificiais e são muito comuns em áreas de grande concentração humana (Honório & Lourenço-de-Oliveira, 2001). A disponibilidade de alimento e a quantidade de larvas existentes no criadouro propicia a competição de larvas, o que por sua vez consiste em um obstáculo ao amadurecimento do mosquito para a fase adulta (Forattini, 2002).

Silva et al. (2006), estudando a diversidade de criadouros frequentados por *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* através de coletas sistemáticas de formas imaturas em residências e em outros tipos de imóveis de área urbana central do município do Rio de Janeiro, RJ, registraram suas presenças em variados tipos de recipientes e de imóveis. Do total de larvas coletadas, 88,0% eram de *Ae. aegypti* e 12,0% de *Ae. albopictus*. Em se tratando de *Ae. albopictus* concluíram que a oferta abundante de recipientes artificiais inservíveis nas residências, associada à capacidade de frequentar também criadouros naturais, contribuiu sobremaneira para a adaptação gradativa desse mosquito ao meio antrópico.

O deslocamento ou a redução competitiva baseiam-se em um princípio ecológico bem estabelecido pelo qual uma espécie diminui a abundância de outra espécie, geralmente relacionada, por meio da competição. As ocorrências de reduções competitivas são razoavelmente bem documentadas entre populações nativas e invasoras de mosquitos, especialmente quando afetadas por intervenções humanas, onde a competição larval de recursos parece ser o mecanismo mais prevalente que afeta essa relação (Lounibos, 2007).

Glasser et al. (2011) estudando formas imaturas dessas espécies na Baixada Santista, região de elevada densidade demográfica do litoral do estado de São Paulo, observaram que os níveis de infestação para *Ae. albopictus* da área estudada eram muito inferiores aos encontrados para *Ae. aegypti*, ainda que na maioria dos recipientes positivos para *Ae. albopictus*, *Ae. aegypti* também estivesse presente. Os autores comentam ainda que de maneira geral os recipientes de pequeno volume foram semelhantes nos vários estratos avaliados. Barbosa et al. (2012); Holcman et al. (2013) analisando indicadores de infestação larvária em municípios no estado de São Paulo mostraram que os recipientes de pequeno porte são os mais frequentes no ambiente urbano, correspondendo a cerca de 70,0% dos recipientes positivos para *Ae. aegypti*.

Leandro (2012) estudando o padrão de distribuição de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus* no município de João Pessoa, PB, observou maior frequência deste na área de mata, enquanto que o primeiro teve maior ocorrência nas áreas de interface urbana. De maneira geral, admite-se a teoria de que *Ae. albopictus* foi essencialmente uma espécie selvagem que procriava e alimentava-se nas margens das florestas, passando a adaptar-se ao peridomicílio e ao intradomicílio dos imóveis nos diversos espaços urbanos e suburbanos de sua distribuição. Considerado mosquito generalista tem demonstrado capacidade de utilizar variados tipos de criadouros naturais, como: internódios de bambu, ocos em árvores e cascas de frutas, e artificiais, como: pneus, vidros, pratos, vasos de plantas, recipientes plásticos, vasos de cemitério etc. (Martins et al. 2013).

Serpa et al. (2013) estudando a distribuição e abundância de ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* no litoral de São Paulo, observaram um padrão temporal e espacial da distribuição e abundância das espécies, onde *Ae. aegypti* predominou sobre *Ae. albopictus*. Estas espécies ocuparam o espaço urbano de maneira diferente indicando segregação de habitat, o que pode ter contribuído para a coocorrência verificada.

Vijayakumar et al. (2014) verificando os habitats de reprodução dos mosquitos *Aedes* em áreas urbanas e rurais, de um distrito na Índia, mostraram que a distribuição de *Ae. aegypti* foi significativamente maior nas áreas urbanas, enquanto que *Ae. albopictus* estava distribuído quase que por igual em aglomerados rurais e urbanos. Oliveira & Maleck (2014) avaliando a presença de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em bairro do Município de Vassouras, RJ, citaram que ambas as espécies se mostraram bem adaptadas ao ambiente e clima do município de estudo, porém com maior densidade de *Ae. albopictus*, em áreas silvestres ao redor da cidade.

Para Rey & Lounibos (2015) os padrões de abundância relativa das duas espécies podem variar amplamente, dependendo das circunstâncias ecológicas, geográficas, ambientais e epidemiológicas. A segregação ecológica por meio de habitat, competição por recursos, interferência reprodutiva ou a combinação de vários mecanismos, podem ser importantes,

uma vez que essas espécies são vetores de arboviroses. A segregação do habitat foi proposta como um mecanismo que promove a coexistência das duas espécies, evitando a competição direta. *Ae. aegypti* predomina nas áreas urbanas, *Ae. albopictus* em zonas rurais, e ambas as espécies coexistem nos subúrbios. Tais fatores podem contribuir para explicar a maior abundância larvária de *Ae. aegypti* nos municípios do estado de São Paulo nos anos estudados. *Ae. aegypti* permanece mais comum em áreas urbanas, enquanto *Ae. albopictus* prefere as áreas de vegetação suburbana e rural no Brasil (Honório, 2009; Braks et al., 2013). Esses autores citam que o deslocamento competitivo é o resultado de princípios ecológicos que postulam que espécies homólogas não ocupam o mesmo nicho, implicando na redução da população de uma devido à concorrência com a outra.

Ae. aegypti é muito frequente em criadouros artificiais de áreas urbanas e suburbanas, porém pode ser encontrado em cavidades do meio natural, embora esse comportamento seja pouco frequente para a espécie. Lima-Camara et. al. (2016) relatou encontro do primeiro em criadouro natural tipo oco de árvore, em área urbana localizada no bairro de Pinheiros, São Paulo, SP, e citaram que a vigilância entomológica sobre essa espécie em recipientes artificiais pode estar sendo eficiente, pois a redução da oferta desse tipo de criadouro faz com que busque outros locais para realizar a oviposição.

Zahouli et al. (2017), estudando os habitats larvários desses dois mosquitos ao longo de um gradiente rural a urbano na África Ocidental, sudeste da Costa do Marfim, onde se registra coexistência de febre amarela e dengue, observaram que *Ae. aegypti* foi predominante, com uma abundância particularmente alta em áreas urbanas (99,374%) apontando a urbanização como o principal motor para sua bioecologia.

No que se refere a Região Metropolitana do Vale do Paraíba, SP, os indicadores de infestação pelo *Ae. albopictus* datam de 1987, em municípios situados às margens da rodovia Presidente Dutra (BR-116), no sentido Rio - São Paulo. O fluxo incessante de pessoas e o intenso comércio de mercadorias pela rodovia sugeriram a influência do estado do Rio de

Janeiro, BR, na infestação vetorial dessa região. A presença exclusiva dessa espécie foi registrada nos anos subsequentes, ocupando em pouco tempo a totalidade dos municípios que a compõe. Nosso entendimento sobre o sucesso dessa expansão geográfica deu-se entre outros pela ausência de *Ae. aegypti*, por não ser espécie alvo do programa de controle e pela elevada plasticidade ecológica que apresenta. Forattini (1998) mencionou que dependendo da capacidade competitiva, a população do vetor poderá ter acesso a nicho ecológico que não se encontra ocupado ou preenchido previamente por outra.

Segundo Gomes et al. (1992) nessa região *Ae. albopictus* não encontrou competidores autóctones no processo de adaptação tornando-se mais favorecido, quer pelas suas condições ecológicas quer pela sua flexibilidade genética. Ecologicamente, isto significou admitir que a infestação desse mosquito no Vale do Paraíba ocorreu sem obrigatoriedade de novas inter-relações. Essa feição, em parte, pareceu justificar sua rápida disseminação.

A infestação exclusiva dos municípios dessa região pelo *Ae. albopictus*, espécie precursora, assim permaneceu durante 15 anos até o outro vetor se estabelecer. A partir do primeiro município infestado por *Ae. aegypti*, no ano 2000, seu avanço geográfico e aumento na densidade populacional foi inequívoco. Ainda que a ocupação dos municípios do Vale do Paraíba seja mais recente que a do Estado, verificou-se também uma densidade larvária de *Ae. aegypti* superior, a encontrada para *Ae. albopictus*. Seu posterior declínio populacional foi gradativamente sendo registrado ensejando a competitividade com *Ae. aegypti* conforme já demonstrada por vários autores (Passos et al., 2003; Lima-Camara et al., 2006; Serpa et al., 2006, 2008, 2013; Martins et al., 2010, 2013; Leandro, 2012; Noia, 2013; Bezerra, 2016).

Embora seja indicativo, não se pode afirmar categoricamente que o padrão de distribuição das duas espécies em áreas urbanas do estado de São Paulo seja o resultado de deslocamento competitivo e sim que esse padrão resultou de fatores que favoreceram o rápido aumento e propagação

de uma espécie em relação à outra, ou seja, de *Ae. aegypti* em relação ao *Ae. albopictus*. As evidências sugerem que este está percorrendo o caminho realizado por *Ae. aegypti* ao tornar-se cada vez mais adaptado aos ambientes humanos. Esses resultados indicam possíveis ciclos de transmissão de arbovírus, portanto, é de grande interesse que a vigilância entomológica atue no monitoramento dessas duas espécies.

Couto-Lima et al. (2017) mostraram que as populações desses *Aedes*, que hoje existem no Brasil, são capazes de transmitir o vírus da febre amarela que circula atualmente nas áreas silvestres e, com isso, possibilitar sua reintrodução no meio urbano. Comentaram que os mosquitos antropofílicos *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, são altamente suscetíveis às cepas americanas e africanas do vírus evidenciando o risco de sua reintrodução no ambiente urbano. Recentemente, *Ae. albopictus* foi capturado em áreas rurais do estado de Minas Gerais (BR) infectado com o vírus da febre amarela. Isso significa que a espécie é suscetível em ambiente silvestre ou rural e que, se houver dispersão para áreas urbanas, poderão servir de ligação entre os dois ciclos.

Mediante a situação apresentada, acredita-se que o diagnóstico espacial pode contribuir para o aprimoramento de ações de prevenção nas áreas maior risco, auxiliando as autoridades locais e regionais na priorização de medidas que promovam a saúde da população dos municípios envolvidos. Nesse sentido realizou-se análise espacial da RMVP o que permitiu a identificação de aglomerados espaciais, que por sua vez não revelaram autocorrelação das variáveis estudadas. A ausência de dependência espacial entre os municípios sugeriu que as condições sociais e ambientais são as responsáveis pelos ambientes propícios à dinâmica populacional desses *Aedes*. As diferenças no espaço geográfico e na dinâmica social certamente promoveram diferentes feições quanto ao tipo de uso e ocupação do solo, conseqüentemente diferentes tipos de imóveis e de recipientes. O resultado encontrado sugere que a infestação de cada município é resultante da interação dinâmica dessa e de outras variáveis que o estudo não abordou.

A frequência de um tipo de recipiente pode variar nas cidades, a predominância de uma determinada categoria não é igual, porém esses conhecimentos são importantes subsídios para a estratégia de controle, pois reforçam a necessidade de atenção especial para determinados tipos de imóveis, bem como, dos tipos de criadouros existentes em cada município. Esses achados mostram que esta é uma questão bastante controversa, e que precisa ser mais explorada, pois depende da realidade de cada município.

Glasser et al. (2011) citaram que são necessárias observações sistemáticas que permitam acompanhar a dinâmica na ocupação de diferentes imóveis e recipientes por *Ae. aegypti* e por *Ae. albopictus*, e que a incorporação desses conhecimentos nas ações de controle desses vetores é fundamental. Barbosa et al. (2012) citaram que os tipos de recipientes mais frequentes no ambiente urbano no ESP são os inservíveis e vasos, normalmente relacionados ao acondicionamento inadequado de resíduos sólidos e às questões culturais. Para esses autores trata-se de um ponto de difícil intervenção para as autoridades sanitárias, pois implica mudanças nos hábitos da população.

Barbosa & Silva (2016) comentaram que no município de Natal, RN, a dengue não encontrou correlação com os indicadores sociais e ambientais, embora os padrões sociais e de a infraestrutura sanitária desempenhem nítida interface com a situação de saúde e com as condições de vida das populações, nos quais as doenças infecciosas continuam sendo uma importante causa de morbidade e mortalidade. Cavalcanti et al. (2016) relataram que os locais de reprodução em Fortaleza, Brasil, mudaram ao longo do tempo de reservatórios domésticos de água para locais de reprodução de pequeno volume.

A distribuição espacial, dos valores de IB de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus* dos municípios do Vale do Paraíba, revelaram as maiores intensidades de infestação concentrados na parte central da região, denominado médio vale. Esse “Hotspot” embora com densidades larvárias diferentes, detêm semelhanças no que diz respeito à área de abrangência.

No kernel de *Ae. albopictus* a cidade de Aparecida tem seu maior valor, já no de *Ae. aegypti* é o seu vizinho, Potim. A região do Vale do Paraíba é considerada a capital do turismo religioso no Brasil. Abriga três cidades famosas por receberem fiéis de todo o país: Aparecida, Guaratinguetá e Cachoeira Paulista. Estas cidades formam o tripé do Circuito Turístico Religioso do Vale do Paraíba, roteiro criado em 2007 para estruturar o setor na região. Frutos da conurbação, expansão urbana descontrolada e intenso fluxo populacional, essas cidades foram as primeiras a se infestarem por esses vetores. Aparecida é o município que mais atrai turistas, pois é sede do Santuário de Nossa Senhora da Conceição Aparecida, considerado o maior no mundo dedicado a devoção Mariana. Com intensa movimentação populacional flutuante, recebe anualmente uma média de 12 milhões de visitantes. Dados do Ministério do Turismo mostraram que somente Aparecida recebeu 72% do total de pessoas que fizeram turismo religioso no Brasil. As demais, 28% foram divididos em outros 340 destinos religiosos em todo o país.

A movimentação turística na cidade também contribui para o aumento do fluxo de pessoas em outros templos da região, como o Santuário Frei Galvão, no município de Guaratinguetá, e a comunidade Canção Nova localizada na cidade de Cachoeira Paulista, locais que recebem anualmente mais de um milhão de peregrinos, caráter que reforça a receptividade desses municípios para a ocorrência de arboviroses (César & Vianna, 2015).

Vários autores já descreveram maior risco de dengue em áreas com elevada densidade demográfica (Chiaravalloti Neto et al., 1998; Costa e Natal, 1998). Flauzino et al. (2009) citaram que a alta densidade populacional e presença de grandes centros comerciais favorecem a incidência de determinadas doenças. Assim, áreas onde há forte intercâmbio de pessoas, alojamentos para turistas e hotéis são considerados de risco. Nestas circunstâncias as populações dessas espécies de mosquito podem manter maior contato com humanos, parâmetro muito importante na

determinação da capacidade vetorial quanto à transmissão de arboviroses (Martínez et al., 2003; Braack et al., 2018).

O aumento de epidemias globais é atribuído à maior proliferação de mosquitos transmissores, a maior facilidade de mobilidade de pessoas e mercadorias, aliada à globalização da economia, que promove grande circulação de pessoas e produtos pelo mundo. Vários autores mencionam que a interconectividade do Brasil com o resto do mundo enfatiza a dispersão de infecções através de viajantes virêmicos (Kotlyar & Rice, 2013; Massad et al., 2016). Desse modo e considerando que a Região Metropolitana do Vale do Paraíba registra a presença desses importantes transmissores de arbovírus faz-se necessária ação conjunta entre os municípios para o desafio do controle.

O conhecimento da distribuição espaçotemporal de *Ae. aegypti* e de *Ae. albopictus*, e suas densidades no ambiente urbano nos anos analisados envolveram questões muito complexas. Ainda que suas capacidades vetoriais não estejam totalmente esclarecidas, nosso estudo trouxe aspectos ecológicos importantes para contribuir e direcionar medidas nos programas já estabelecidos para vigilância em saúde, principalmente diante do atual cenário epidemiológico brasileiro.

6. CONCLUSÃO

Atendendo importante objetivo da vigilância entomológica este estudo mostrou que a evolução da colonização e respectivas trajetórias geográficas de *Aedes aegypti* e de *Aedes albopictus*, no estado de São Paulo, foi inicialmente antagônica, com diferenças na abundância larval, infestando praticamente todos os municípios, e com elevado registro de coexistência das espécies.

Com variações anuais, essas espécies demonstraram sazonalidade, exibindo nos meses mais quentes suas maiores abundâncias larvárias. A elevação das temperaturas médias nas últimas décadas coincidiu com a dispersão geográfica das populações de *Ae. aegypti*. Com base nesses dados e no fato desses mosquitos apresentarem forte dependência com a temperatura, compreende-se que o seu aumento pode ter influenciado para a dispersão e abundância desse vetor. Já para *Ae. albopictus* não foi observada esta relação.

As análises de densidades larvárias dessas espécies, durante todo o período de estudo, evidenciaram predominância de *Ae. aegypti* sobre *Ae. albopictus*, o que indica superioridade competitiva de uma espécie sobre a outra, mesmo em áreas onde *Ae. albopictus* foi precursora.

A análise geoespacial da Região Metropolitana do Vale do Paraíba mostrou ausência de autocorrelação entre os municípios, e presença de conglomerados chaves, o que sugere que a infestação é fator dependente de características locais, que independem de seus vizinhos, e que estes conglomerados de municípios são locais estratégicos para a vigilância e o controle na redução de densidade destes mosquitos.

Por fim, ratifica-se quão grande é a capacidade de adaptação desses mosquitos mesmo em face de conjunturas sociais e urbanas diferenciadas. Esse estudo revelou aspectos da bioecologia, o que aprimora o conhecimento do comportamento dessas espécies no espaço habitado pelo homem. Estudos relativos ao monitoramento contínuo dessas

populações são indispensáveis, pois contribuem para prover bases na predição de ocorrência de arboviroses, e consequentes intervenções adequadas no sentido de minimizar seus efeitos prejudiciais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ajuz LC, Vestena LR. Influência da pluviosidade e temperatura ambiente na longevidade e fecundidade dos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na cidade de Guarapuava - PR e possibilidade de superinfestação. Hygeia. 2014 julho;10(18):1–18.

Althouse BM, Vasilakis N, Sall AA, Diallo M, Weaver SC, Hanley KA. Potential for Zika Virus to establish a sylvatic transmission cycle in the Americas. PLoS Negl Trop Dis. 2016 december;10(2):e0005055.

Alves MCGP, Silva NN. Simplifying the sampling method for evaluating the larval density of *Aedes aegypti* in Brazil. Rev Saúde Pública. 2001 october;35(5):467–73.

Anselin L, Bao S, editors. Exploratory Spatial Data Analysis Linking Spacestat and ArcView. Springer-Verlag Berlim Heidelberg: Recent Developments in Spatial Analysis; 1997. 35-59 p. (MM Fischer et al. eds. Advances in Spacial Science).

Araujo RV, Albertini MR, Costa-da-Silva AL, Suesdek L, Franceschi NCS, Bastos NM, et al. São Paulo urban heat islands have a higher incidence of dengue than other urban areas. Braz J Infect Dis Off Publ Braz Soc Infect Dis. 2015 april;19(2):146–55.

Arduino MB, Marques GRAM, Serpa LLN. Registro de larvas e pupas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em recipientes com água salina em condições naturais. BEPA Bol Epidemiológico Paul Online. 2010 novembro;7(83):22–8.

Arduino MB, Ávila GO. Aspectos físico-químicos da água de criadouros de *Aedes aegypti* em ambiente urbano e as implicações para o controle da dengue. Rev Patol Trop. 2015;89–100.

Azevedo RSS, Oliveira CS, Vasconcelos PFC. Chikungunya risk for Brazil. Rev Saúde Pública. 2015 [acesso em 11 de julho de 2016];49. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-89102015000100509&lng=en&nrm=iso&tlng=pt.

Barbosa GL, Lourenço RW. Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no município de Tupã, Estado de São Paulo. Rev Soc Bras Med Trop. 2010 mar-abr;43(2):145-51.

Barbosa GL, Holcman MM, Pereira M, Gomes AHA, Wanderley DMV. Indicadores de infestação larvária e influência do porte populacional na transmissão de dengue no Estado de São Paulo, Brasil: um estudo ecológico no período 2007-2008. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília (DF). 2012 abr-jun;21(2):193-194.

Barbosa IR, Silva LP. Influência dos determinantes sociais e ambientais na distribuição espacial da Dengue no município de Natal - RN. Rev Ciênc Plur. 2016 fevereiro;1(3):62–75.

Barbosa MG, Fé NF, Jesus RDB, Rodriguez IC, Monteiro WM, Mourão MPG, et al. *Aedes aegypti* e fauna associada em área rural de Manaus, na Amazônia brasileira. Rev Soc Bras Med Trop. 2009 abril;42(2):213–6.

Barcellos C, Monteiro AMV, Corvalán C, Gurgel HC, Carvalho MS, Artaxo P, et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. Epidemiol e Serviços Saúde. 2009 jul-set;18(3):285–304.

Barreto ML, Teixeira MG. Dengue no Brasil: Situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. Instit Estudos Avançados da Universidade de São Paulo - USP. 2008 dezembro;22(64):53–72.

Beserra EB, Freitas EM de, Souza JT, Fernandes CR, Santos KD. Ciclo de vida de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera, Culicidae) em águas com diferentes características. Iheringia Sér Zool. 2009.

Beserra EB, Fernandes CR, Sousa JT, Freitas EM, Santos KD. Efeito da qualidade da água no ciclo de vida e na atração para oviposição de *Aedes aegypti* (L)(Diptera:culicidae). Neotrop Entomol. 2010 novembro;39:1016–23.

Bezerra JMT. Xenomonitoramento de populações de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* para o Dengue virus em Belo Horizonte - MG, uma cidade de alto risco para a incidência de epidemias. [Tese]. s.n.; 2016 [acesso em 30 de março de 2018]. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/15097>.

Blain GC, Picoli MCA, Lulu J. Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries anuais de temperatura mínima do ar no Estado de São Paulo. Bragantia. 2009 setembro;68(3):807–15.

Bonizzoni M, Gasperi G, Chen X, James AA. The invasive mosquito species *Aedes albopictus*: current knowledge and future perspectives. Trends Parasitol. 2013 september;29(9):460–8.

Braack L, Gouveia de Almeida AP, Cornel AJ, Swanepoel R, Jager C. Mosquito-borne arboviruses of African origin: review of key viruses and vectors. Parasit Vectors. 2018 january;11(1):29.

Brady OJ, Johansson MA, Guerra CA, Bhatt S, Golding N, Pigott DM, et al. Modelling adult *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* survival at different temperatures in laboratory and field settings. *Parasit Vectors*. 2013 december;6(1):1–12.

Braga IA, Valle D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. *Epidemiol e Serviços Saúde*. 2007 dezembro;16(4):179–293.

Braks M, Ginkel RV, Wint W, Sedda L, Sprong H. Climate change and public health policy: translating the science. *Int J Environ Res Public Health*. 2013 december;11(1):13–29.

Brito M, Marques GRAM, Marques CCA, Tubaki RM. Primeiro encontro de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) no Estado de São Paulo (Brasil). *Rev Saúde Pública*. 1986 dezembro;20(6):489–489.

Calado DC, Navarro-Silva MA. Exigências térmicas de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera, Culicidae) em condições de laboratório. *Rev Bras Entomol*. 2002;46(4):547–51.

Camara DCP, Codeço CT, Juliano SA, Lounibos LP, Riback TIS, Pereira GR, et al. Seasonal differences in density but similar competitive impact of *Aedes albopictus* (Skuse) on *Aedes aegypti* (L.) in Rio de Janeiro, Brazil. *PLOS ONE*. 2016 june;11(6):e0157120.

Cavalcanti LPG, Oliveira RMAB, Alencar CH, Cavalcanti LPG, Oliveira RMAB, Alencar CH. Changes in infestation sites of female *Aedes aegypti* in Northeast Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2016 august;49(4):498–501.

César PAB, Vianna AA. Aparecida: a formação socioespacial do atrativo religioso. *Caderno Virtual de Turismo*. Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p.149-166, ago. 2015.

Chiaravalloti Neto F, Costa AIP, Soares MRD, Scandar SAS, Junior CPR. Descrição da colonização de *Aedes albopictus* (Diptera: culicidae) na região de São José do Rio Preto, SP, 1991-1994. Rev Soc Bras Med Trop. 1996 dezembro;29(6):543–8.

Chiaravalloti Neto F, Moraes MS, Fernandes MA. Avaliação dos resultados de atividades de incentivo à participação da comunidade no controle da dengue em um bairro periférico do município de São José do Rio Preto, São Paulo, e da relação entre conhecimentos e práticas desta população. Cad Saúde Pública. 1998;14:S101–9.

Chompoosri J, Thavara U, Tawatsin A, Boonserm R, Phumee A, Sangkitporn S, et al. Vertical transmission of Indian Ocean lineage of chikungunya virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes. Parasit Vectors. 2016 abril;9(1):227.

Chouin-Carneiro T, Vega-Rua A, Vazeille M, Yebakima A, Girod R, Goindin D, et al. Differential susceptibilities of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from the Americas to Zika Virus. PLoS Negl Trop Dis. 2016 march;10(3):e0004543.

Costa AIP, Natal D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no sudeste do Brasil. Rev Saúde Pública. 1998 junho;32(3):232–6.

Costa EAPA, Santos EMM, Correia JC, Albuquerque CMR de. Impact of small variations in temperature and humidity on the reproductive activity and survival of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). Rev Bras Entomol. 2010;54(3):488–93.

Couto-Lima D, Madec Y, Bersot MI, Campos SS, Motta MA, Santos FBD, et al. Potential risk of re-emergence of urban transmission of Yellow Fever virus in Brazil facilitated by competent *Aedes* populations. *Sci Rep*. 2017 july;7(1):4848.

Delatte H, Gimonneau G, Triboire A, Fontenille D. Influence of temperature on immature development, survival, longevity, fecundity, and gonotrophic cycles of *Aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue, in the Indian Ocean. *J Med Entomol*. 2009 january;46(1):33–41.

Donalísio MR, Glasser CM. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. *Rev Bras Epidemiol*. 2002 dezembro;5(3):259–79.

Donalísio MR, Freitas ARR. Chikungunya in Brazil: an emerging challenge. *Rev Bras Epidemiol*. 2015 jan-mar;18(1):283-5.

Donalísio MR, Freitas ARR, Von Zuben APBV. Arboviroses emergentes no Brasil: desafios para a clínica e implicações para a saúde pública. *Rev Saúde Pública*. 2017 abril;51:30.

Dzul-Manzanilla F, Ibarra-López J, Bibiano Marín W, Martini-Jaimes A, Leyva JT, Correa-Morales F, et al. Indoor resting behavior of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Acapulco, Mexico. *J Med Entomol*. 2017 march;54(2):501–4.

Estrada-Franco JG, Craig GB, Organization PAH. Biology, disease relationships, and control of *Aedes albopictus*. Pan American Health Organization, Pan American Sanitary Bureau, Regional Office of the World Health Organization; 1995.

Flauzino RF, Souza-Santos R, Oliveira RM. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. Rev Panam Salud Pública. 2009 maio;25:456–61.

Forattini OP. Identificação de *Aedes (stegomyia) albopictus* (skuse) no Brasil. Rev Saúde Pública. 1986;20(3):244–5.

Forattini OP. Culicidae mosquitoes as emerging vectors of diseases. Rev Saúde Pública. 1998 december;32(6):497–502.

Forattini OP. Culicidologia médica: identificação, biologia e epidemiologia. 2^o ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, EDUSP; 2002.860p.

Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE). Brasil: Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional do Governo do estado de São Paulo. [acesso em 27 de setembro de 2017]. Disponível em: www.seade.gov.br.

Gil LHS, Katsuragawa TH, Lima AA, Tada MS, Ozaki LS, Julião GR. Rudimentary cesspits as breeding sites for *Aedes aegypti* in urban areas of Northern Brazil. Rev Pan-Amaz Saúde. 2015 september;6(3):73–80.

Glasser CM, Gomes AC. Infestação do Estado de São Paulo por *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. Rev Saúde Pública. 2000 dezembro;34(6):570-7.

Glasser CM, Gomes A de C. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. Rev Saúde Pública. 2002 abril;36(2):166–72.

Glasser CM, Arduino MB, Barbosa GL, Ciaravolo RMC, Domingos MF, Oliveira CD, et al. Comportamento de formas imaturas de *Aedes aegypti*, no litoral do Estado de São Paulo. Rev Soc Bras Med Trop. 2011 julho;44(3):349–55.

Gomes AC. The mechanisms and epidemiological significance of domiciliation. Rev Saúde Pública. 1986 october;20(5):385–90.

Gomes AC, Forattini OP, Kakitani I, Marques GRAM, Marques CCA, Marucci D, et al. Microhabitats of *Aedes albopictus* (Skuse) in the Paraíba Valley region of the State of S. Paulo, Brazil. Rev Saúde Pública. 1992 april;26(2):108–18.

Gomes AC. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em Programa de Vigilância Entomológica. Informe Epidemiológico Sus. 1998 september; 7(3):49–57.

Gomes AC. Vigilância entomológica. Inf Epidemiológico Sus. 2002 abr-jun;11(2):79–90.

Gomes AC, Souza JMP, Bergamaschi DP, Santos JLF, Andrade VR, Leite OF, et al. Anthropophilic activity of *Aedes aegypti* and of *Aedes albopictus* in area under control and surveillance. Rev Saúde Pública. 2005 april;39(2):206-10.

Gomes AC, Silva NN, Bernal RTI, Souza A. Estimação da infestação predial por *Aedes aegypti* (Díptera: Culicidae) por meio da armadilha Adultrap. Epidemiol e Serviços Saúde. 2008 out-dez;17(4):293–300.

Gratz NG. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. Med Vet Entomol. 2004 september;18(3):215–27.

Grupo Técnico Arboviroses (GTA), Subgrupo Arboviroses do Grupo Técnico de Vigilância em Saúde (GTVS). Coordenadoria de Controle de Doenças (CCD). Secretaria de Estado da Saúde (SES). Governo do estado de São Paulo (SP). Diretrizes para a prevenção e controle das arboviroses urbanas no estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria da Saúde - SES. 2017.

Hawley WA, Reiter P, Copeland RS, Pumpuni CB, Craig GB. *Aedes albopictus* in North America: probable introduction in used tires from northern Asia. Science. 1987 may;236(4805):1114–6.

Hawley WA. The biology of *Aedes albopictus*. J Am Mosq Control Assoc Suppl. 1988 december;1:1–39.

Holcman MM, Barbosa GL, Pessoto UC. Análise da associação entre potenciais criadouros de *Aedes aegypti* e as características dos domicílios e seus responsáveis, na região de Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. BEPA Bol Epidemiológico Paul Online. 2013 maio;10(113):1–14.

Honório NA, Lourenço-de-Oliveira R. Freqüência de larvas e pupas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em armadilhas, Brasil. Rev Saúde Pública. 2001 agosto;35:385–91

Honório NA. Indicadores da distribuição espacial e temporal de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) associados às variáveis climáticas, ambientais e transmissão de dengue. 2009. [Tese] [acesso em 17 de agosto de 2017]. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/5826>.

Honório NA, Câmara DCP, Calvet GA, Brasil P. Chikungunya: uma arbovirose em processo de estabelecimento e expansão no Brasil. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, RJ, 2015 maio;31(5):906-908.

Horta MA, Bruniera R, Ker F, Catita C, Ferreira AP. Temporal relationship between environmental factors and the occurrence of dengue fever. *Int J Environ Health Res.* 2014 january;24(5):471-81.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). População: Censo demográfico 2015. Brasília: Fundação Pública da Administração Federal. [acesso em 27 de setembro de 2017]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2015/>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Bases cartográficas [Internet]. Brasil: Fundação Pública da Administração Federal. [acesso em 27 de setembro de 2017]. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao-doterritorio/malhas-territoriais/malhas-municipais/municipio2015/UFs/SP/>.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Brasil: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). [acesso em 27 de setembro 2017]. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/page&page=anomaliaTemp MediaAnual>.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Divisão de Processamento de Imagens. Brasil: Instituto Brasileiro de Pesquisa e Exploração Espacial. [acesso em 15 de abril de 2017]. Disponível em: www.dpi.inpe.br/terraview.

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC [Internet]. Washington DC: IPCC; 1990. [acesso em 29 de março de 2018]. Disponível em: <http://www.ipcc.ch>.

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. The physical science basis. Summary for policymakers. IPCC WGI Fourth Assessment Report. 2007. [acesso em 29 de março de 2018]. Disponível em: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm.

Junior D, Cesar P. Variação sazonal da população adulta de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), no município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, entre 2012 e 2014. 2016. [acesso em 30 de março de 2018]. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/142002>.

Kawada H, Honda S, Takagi M. Comparative laboratory study on the reaction of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* to different attractive cues in a mosquito trap. J Med Entomol. 2007 may;44(3):427–32.

Kotlyar S, Rice BT. Fever in the returning traveler. Emerg Med Clin North Am. 2013 november;31(4):927–44.

Kraemer MU, Sinka ME, Duda KA, Mylne AQ, Shearer FM, Barker CM, et al. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. Elife. 2015;4:e08347.

Lambrechts L, Scott TW, Gubler DJ. Consequences of the expanding global distribution of *Aedes albopictus* for dengue virus transmission. PLoS Negl Trop Dis. 2010 may;4(5):e646.

Leandro RS. Competição e dispersão de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) em áreas de ocorrência no município de João Pessoa - PB. 2012. [Dissertação] [acesso em 30 de novembro de 2017]. Disponível em: <http://pos-graduacao.uepb.edu.br/ppgcta/download/dissertacoes-defendidas/Dissertacoes2012/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Renata.pdf>.

Li Y, Kamara F, Zhou G, Puthiyakunnon S, Li C, Liu Y, et al. Urbanization Increases *Aedes albopictus* Larval Habitats and Accelerates Mosquito Development and Survivorship. PLoS Negl Trop Dis. 2014 november;8(11):e3301.

Lima-Camara TN, Honório NA, Lourenço-de-Oliveira R. Frequency and spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) in Rio de Janeiro, Brazil. Cad Saúde Pública. 2006 october;22(10):2079–84

Lima-Camara TN. Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil. Rev Saúde Pública. 2016 january;50(0):36.

Liu-Helmersson J, Stenlund H, Wilder-Smith A, Rocklöv J. Vectorial Capacity of *Aedes aegypti*: Effects of Temperature and Implications for Global Dengue Epidemic Potential. PloS One. 2014 march;9:e89783.

Lok CK. Singapore's dengue haemorrhagic fever control programme: a case study on the successful control of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* using mainly environmental measures as a part of integrated vector control. Singapore. Ministry of Health of Singapore, 1985.

Lorenz C, Azevedo TS, Virginio F, Aguiar BS, Chiaravalloti-Neto F, Suesdek L. Impact of environmental factors on neglected emerging arboviral diseases. PLoS Negl Trop Dis. 2017 september;11(9):e0005959.

Lounibos LP. Competitive displacement and reduction. J Am Mosq Control Assoc. 2007 ; 23(2 Suppl): 276–282

Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. 2000;12pp (The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC), The World Conservation Union (WCN)).

Luz KG, Santos GIV, Vieira RM. Zika Virus Fever. *Epidemiol e Serviços Saúde*. 2015 oct-dec;24(4):785–8.

Maciel-de-Freitas R, Lourenço-de-Oliveira R. Presumed unconstrained dispersal of *Aedes aegypti* in the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Rev Saúde Pública*. 2009 february;43(1):8–12.

Macoris MLG, Andrighetti MTM, Takaku L, Glasser CM, Garbeloto VC, Cirino VC. Alteração de resposta de suscetibilidade de *Aedes aegypti* a inseticidas organofosforados em municípios do Estado de São Paulo, Brasil. *Rev Saúde Pública*. 1999 outubro;33(5):521–2.

Macoris MLG, Andrighetti MTM, Wanderley DMV, Ribolla PEM, et al. Impact of insecticide resistance on the field control of *Aedes aegypti* in the State of São Paulo. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2014 october;47(5):573–8.

Manica M, Filipponi F, D'Alessandro A, Screti A, Neteler M, Rosà R, et al. Spatial and temporal Hot Spots of *Aedes albopictus* abundance inside and outside a south european metropolitan Area. *PLoS Negl Trop Dis*. 2016;10(6):e0004758.

Manni M, Guglielmino CR, Scolari F, Vega-Rúa A, Failloux A-B, Somboon P, et al. Genetic evidence for a worldwide chaotic dispersion pattern of the arbovirus vector, *Aedes albopictus*. *PLoS Negl Trop Dis*. 2017 january;11(1):e0005332.

Marinho RA, Beserra EB, Bezerra-Gusmão MA, Porto VS, Olinda RA, Santos CAC. Effects of temperature on the life cycle, expansion, and dispersion of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in three cities in Paraíba, Brazil. *J Vector Ecol.* 2016 june;41(1):1–10.

Marques GRAM, Gomes A de C. Comportamento antropofílico de *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) na região do Vale do Paraíba, Sudeste do Brasil. *Rev Saúde Pública.* 1997 abril;31:125–30.

Marques GRAM, Forattini OP. *Aedes albopictus* em bromélias de solo em Ilhabela, litoral do Estado de São Paulo. *Rev Saúde Pública.* 2005 agosto;39(4):548–52.

Marques GRAM, Chaves LSM, Serpa LLN, Arduíno MB, Chaves FJM, et al. Public drinking water supply and egg laying by *Aedes aegypti*. *Rev Saúde Pública.* 2013 june;47(3):579–87.

Martínez P, Tamara T, Íñiguez Rojas L, Sánchez Valdés L, Remond Noa R. Vulnerabilidad espacial al dengue: Una aplicación de los sistemas de información geográfica en el municipio Playa de Ciudad de La Habana. *Rev Cuba Salud Pública.* 2003 december;29(4):0–0.

Martins VEP, Alencar CHM, Facó PEG, Dutra RF, Alves CR, Pontes RJS, et al. Spatial distribution and breeding site characteristics of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* in Fortaleza, State of Ceará. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2010 february;43(1):73–7.

Martins VP, Silveira DA, Ramalho IL, G MIF. *Aedes albopictus* no Brasil: aspectos ecológicos e riscos de transmissão da dengue. *Entomotrópica Rev Int Para El Estud Entomol Trop.* 2013 agosto;28(2):75–86.

Mascheretti M, Tengan CH, Sato HK, Suzuki A, Souza P, Maeda M, et al. Yellow fever: reemerging in the state of Sao Paulo, Brazil, 2009. *Rev Saúde Pública*. 2013 october;47(5):881–9.

Massad E, Tan S-H, Khan K, Wilder-Smith A. Estimated Zika virus importations to Europe by travellers from Brazil. *Glob Health Action*. 2016. [acesso em 30 de março de 2018] Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4871896/>

Mendonça FA, Souza AV, Dutra DA. Public health, urbanization and dengue's fever in Brazil. *Soc Amp Nat*. 2009 december;21(3):257–69.

Ministério da Saúde (MS), Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS). Monitoramento dos casos e óbitos de febre amarela no Brasil. Brasília: Ministério da Saúde, 2018. [acesso em 27 de março de 2018] Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/42655-febre-amarela-ministerio-da-saude-atualiza-casos-no-pais>

Monaghan AJ, Sampson KM, Steinhoff DF, Ernst KC, Ebi KL, Jones B, et al. The potential impacts of 21st century climatic and population changes on human exposure to the virus vector mosquito *Aedes aegypti*. *Clim Change*. 2016 april;1–14.

Monteiro LCC, Souza JRB, Albuquerque CMR. Eclosion rate, development and survivorship of *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) under different water temperatures. *Neotrop Entomol*. 2007 december;36(6):966–71.

Mordecai EA, Cohen JM, Evans MV, Gudapati P, Johnson LR, Lippi CA, et al. Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, Dengue and Chikungunya using mechanistic models. *PLoS Negl Trop Dis*. 2017 april;11(4):e0005568.

Moy KM. Estudo da população de *Aedes albopictus* na cidade de Belém, Pará (BR). 2017. [Dissertação] [acesso em 25 de março de 2018]. Disponível em: <http://biologia.ufpa.br/arquivos/tccspublicados/2017/bacharelado/Karen%20Monteiro%20Moy.pdf>.

Natal D. Bioecologia do *Aedes aegypti*. Instituto Biológico. 2002;64(2):205–7.

Noia NP. Bioecologia, competição e hematofagia de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae). 2013. [Dissertação] [acesso em 17 de março de 2018]. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/tede/jspui/handle/tede/2364>.

Oliveira AA, Maleck M. Ovitrapas para Avaliação da Presença de *Aedes aegypti* (Linnaeus) e *Aedes albopictus* (Skuse) no Município de Vassouras, Estado do Rio de Janeiro. EntomoBrasilis. 2014 abril;7(1):52–7.

Pancetti FGM, Honório NA, Urbinatti PR, Lima-Camara TN. Twenty-eight years of *Aedes albopictus* in Brazil: a rationale to maintain active entomological and epidemiological surveillance. Rev Soc Bras Med Trop. 2015 jan-fev;48(1):87–9.

Passos RA, Marques GRAM, Voltolini JC, Condino MLF. Dominância de *Aedes aegypti* sobre *Aedes albopictus* no litoral sudeste do Brasil. Rev Saúde Pública. 2003 dezembro;37(6):729–34.

Pedrosa MC. Aspectos ecológicos da ocorrência de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1984) (DIPTERA:CULICIDAE) em áreas verdes urbanas e residenciais. 2013 março.

Pereira M, Barbosa GL, Holcman MM, Gomes AHA, Ferreira ITRN, Wanderley DMV. Vigilância entomológica e controle vetorial da dengue no estado de São Paulo. Bol Epidemiol Paulista. 2015;12(135–136):11-16.

Prefeitura Municipal de São Paulo. Comitê Municipal de Mudança do Clima e Ecoeconomia. Diretrizes para o Plano de Ação da Cidade de São Paulo para Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas. Informes Urbanos. junho 2012. [acesso fevereiro de 2018]. Disponível em: http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/diretrizes_clima_bilingue_julho_2011_low_1310480805.pdf.

Reiter P. *Aedes albopictus* and the world trade in used tires, 1988-1995: the shape of things to come? J Am Mosq Control Assoc. 1998 march;14(1):83–94.

Rey JR, Lounibos P. Ecología de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en América y transmisión de enfermedades. Biomédica. 2015 june;35(2):177–85.

Ribeiro H, Pesquero CR, Coelho MSZS. Clima urbano e saúde: uma revisão sistematizada da literatura recente. Estudos Avançados. 2016 abril;30(86):67–82.

Rodrigues MM, Marques G, Serpa L, Arduino MB, Voltolini JC, Barbosa GL, et al. Density of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* and its association with number of residents and meteorological variables in the home environment of dengue endemic area, São Paulo, Brazil. Parasit Vectors. 2015 february;8(1):703–703.

Rolim GS, Camargo MBP, Lima DG, Moraes JFL. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 2007; 66(4):711-20.

Rueda LM, Patel KJ, Axtell RC, Stinner RE. Temperature-dependent development and survival rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol*. 1990 september;27(5):892–8.

Ruiz-López F, González-Mazo A, Vélez-Mira A, Gómez GF, Zuleta L, Uribe S, et al. Presencia de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) y su infección natural con el virus del dengue en alturas no registradas para Colombia. *Biomédica*. 2016 june;36(2):303–8.

Saad LDC, Barata RB. Yellow fever outbreaks in São Paulo State, Brazil, 2000-2010. *Epidemiol e Serviços Saúde*. 2016 jul-sep;25(3):531–40.

Santana ACS, Araújo CZD, Novaes JRP, Santos MGM, Santana WS. Primeira Ocorrência de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) no Estado de Sergipe. 2014. *EntomoBrasilis*, 7 (3): 227-229. Acessível em: doi:10.12741/ebrasilis.v7i3.366

Santos RLC dos. Updating of the distribution of *Aedes albopictus* in Brazil (1997-2002). *Rev Saúde Pública*. 2003 october;37(5):671–3.

Scott TW, Takken W. Feeding strategies of anthropophilic mosquitoes result in increased risk of pathogen transmission. *Trends Parasitol*. 2012;28(3):114–21.

Segurado AC, Cassenote AJ, Luna EA. Saúde nas metrópoles – Doenças infecciosas. *Inst Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (USP)*. 2016 jan-abr. 30(86)

Serpa LLN, Costa KVRM, Voltolini JC, Kakitani I. Seasonal variation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a city of Southeastern Brazil. Rev Saúde Pública. 2006 december;40(6):1101–5.

Serpa LLN, Kakitani I, Voltolini JC. Competição entre larvas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em laboratório. Rev Soc Bras Med Trop. 2008 outubro;41(5):479–84.

Serpa LL, Marques G, Lima AP, Voltolini JC, Arduino MB, Barbosa GL, et al. Study of the distribution and abundance of the eggs of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* according to the habitat and meteorological variables, municipality of Sao Sebastiao, Sao Paulo State, Brazil. Parasit Vectors. 2013 november;6(1):321.

Silva E. Reprodução do *Aedes aegypti* em fossas de esgotamento sanitário no bairro dos Pioneiros, zona urbana de Pimenta Bueno, Rondônia - Amazônia Ocidental. 2007. [Dissertação] [acesso em 20 de março de 2018]. Disponível em: http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/3389/1/2007_EdsonSilva.pdf.

Silva RW. Análise da estrutura populacional de mosquitos *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) em diferentes estratos urbanos na cidade de São Paulo, utilizando morfometria geométrica alar e marcadores microssatélites. 2017. Universidade de São Paulo. [Dissertação] [acesso em 25 de março de 2018]. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6132/tde-18072017-151547/>.

Silva VC, Scherer PO, Falcão SS, Alencar J, Cunha SP, Rodrigues IM, et al. Diversity of oviposition containers and buildings where *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* can be found. Rev Saúde Pública. 2006 december; 40(6):1106–11.

Silveira Neto S, Nakano O, Barbin D, Nova NAV. Manual de Ecologia de Insetos. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo. 1976: 419p.

Superintendência de Controle de Endemias (Sucen). Governo do Estado de São Paulo (SP), Secretaria de Estado da Saúde. Manual de Vigilância Entomológica de *Aedes aegypti*. São Paulo: Secretaria da Saúde. 1997. 38p.

Sunarto J, Gubler DJ, Nalim S, Eram S, Saroso JS. Epidemic Dengue Hemorrhagic Fever in Rural Indonesia III. Entomological Studies. Am J Trop Med Hyg. 1979 january;28(4):717–24.

Tauil PL. Critical aspects of yellow fever control in Brazil. Rev Saúde Pública. 2010 june;44(3):555–8.

Teixeira MG, Andrade AM, Costa Mda C, Castro JN, Oliveira FL, Goes CS, et al. East/Central/ South African genotype chikungunya virus, Brazil, 2014. Emerg Infect Dis. 2015 May;21(5): 906-7

Teixeira MG; Barreto M. & Guerra Z. Epidemiologia e Medidas de Prevenção do Dengue. Informe Epidemiológico do SUS, v. 8, n. 4, p. 5-33, 1999.

Urbinnatti PR, Menezes RMT, Natal D. Sazonalidade de *Aedes albopictus* em área protegida na cidade de São Paulo, Brasil. Rev Saúde Pública. 2007 junho;41(3):478–81.

Valle D; Pimenta DN; Raquel A. Zika, dengue e chikungunya: desafios e questões. Epidemiol Serv Saúde. 2016 abr-jun;25(2):419-22.

Vasconcelos PFC. Febre Amarela: reflexões sobre a doença, as perspectivas para o século XXI e o risco da reurbanização. Rev Bras Epidemiol. 2002 dezembro;5(3):244–58.

Vasconcelos PFC. Febre amarela. Rev Soc Bras Med Trop. 2003 mar-abr;36(2):275–93.

Vega-Rúa A, Zouache K, Girod R, Failloux A-B, Lourenço-de-Oliveira R. High level of vector competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from ten American countries as a crucial factor in the spread of Chikungunya virus. J Virol. 2014 june;88(11):6294–306.

Vega-Rúa A, Lourenço-de-Oliveira R, Mousson L, Vazeille M, Fuchs S, Yébakima A, et al. Chikungunya virus transmission potential by local *Aedes* mosquitoes in the Americas and Europe. PLoS Negl Trop Dis. 2015 may;9(5):e0003780.

Vijayakumar K, Sudheesh Kumar TK, Nujum ZT, Umarul F, Kuriakose A. A study on container breeding mosquitoes with special reference to *Aedes (Stegomyia) aegypti* and *Aedes albopictus* in Thiruvananthapuram district, India. J Vector Borne Dis. 2014 march;51(1):27–32.

Weaver SC, Reisen WK. Present and future arboviral threats. Antiviral Res. 2010 february;85(2):328–45.

Weber AA, Wollmann CA. A Influência climática na proliferação do mosquito *Aedes aegypti* em Santa Maria - RS, em 2012. Ciênc E Nat. 2016 setembro;38(3):1246–53.

World Health Organization WHO. Zika - Epidemiological Update. 2016. [acesso em: 15 de agosto de 2017]. Disponível em: http://www2.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=docview&Itemid=270&gid=34243&lang=em.

Wong J, Stoddard ST, Astete H, Morrison AC, Scott TW. Oviposition site selection by the dengue vector *Aedes aegypti* and its implications for dengue control. PLoS Negl Trop Dis. 2011 april;5(4):e1015.

Yang HM, Macoris MLG, Galvani KC, Andrighetti MTM, Wanderley DMV. Assessing the effects of temperature on the population of *Aedes aegypti*, the vector of dengue. Epidemiol Infect. 2009 august;137(8):1188–202.

Zahouli JBZ, Koudou BG, Müller P, Malone D, Tano Y, Utzinger J. Effect of land-use changes on the abundance, distribution, and host-seeking behavior of *Aedes* arbovirus vectors in oil palm-dominated landscapes, southeastern Côte d'Ivoire. PloS One. 2017;12(12):e0189082.

Zar JH. Biostatistical analysis. 5th Ed., Upper Saddle River: Canadá, Prentice Hall, 2009.

Zara ALSA, Santos SM, Fernandes-Oliveira ES, Carvalho RG, Coelho GE. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. Epidemiol e Serviços Saúde. 2016 junho;25(2):391–404.