



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL**

EFRAIM NAFTALI LOPES SOARES

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE) EM
ÁREAS VULNERÁVEIS PARA A TRANSMISSÃO DE ARBOVIROSES**

RECIFE, 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE) EM
ÁREAS VULNERÁVEIS PARA A TRANSMISSÃO DE ARBOVIROSES**

EFRAIM NAFTALI LOPES SOARES

**Dissertação submetida à Coordenação do
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal
Tropical como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Ciência Animal
Tropical.**

**Orientadora: Prof^ª Dra. Gílcia Aparecida de
Carvalho.**

RECIFE, 2018.

A277f Soares, Efraim Naftali Lopes.

Distribuição espacial de *Aedes aegypti* (diptera: culicidae) em áreas vulneráveis para a transmissão de arboviroses / Efraim Naftali Lopes Soares – Recife, 2018. 78f. : il.

Orientadora: Gílcia Aparecida de Carvalho.
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de
Morfologia e Fisiologia Animal, Recife, 2016.
Inclui referências e apêndice(s).

1. *Aedes aegypti* 2. Arboviroses 3. Ovitampas
4. Vigilância em Saúde I. Carvalho, Gílcia Aparecida de,
orientadora II. Título

CDD 636.089

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE) EM
ÁREAS VULNERÁVEIS PARA A TRANSMISSÃO DE ARBOVIROSES**

Dissertação de Mestrado elaborada por

EFRAIM NAFTALI LOPES SOARES

Aprovada em 16/02/2018

Banca examinadora:

Profª Dra. GÍLCIA APARECIDA DE CARVALHO

Unidade Acadêmica de Garanhuns – UFRPE

Orientadora

Profª DRª MARIA APARECIDA DA GLORIA FAUSTINO

Departamento de Medicina Veterinária - UFRPE

Prof. Dr. RAFAEL ANTÔNIO DO NASCIMENTO RAMOS

Unidade Acadêmica de Garanhuns – UFRPE

Prof. Dr. LEUCIO CÂMARA ALVES

Departamento de Medicina Veterinária – UFRPE

Dedico este trabalho a Antônio e Izindinha, pelo amor incondicional e cuidado de sempre; a Severina Lopes, vó amada, coluna da nossa família; aos amados Thiago e Tamires, e a minha sobrinha Maria Eduarda, que chegou na nossa melhor primavera.

És um senhor tão bonito
Quanto a cara do meu filho
Tempo TempoTempoTempo
Vou te fazer um pedido
Tempo TempoTempoTempo

Compositor de destinos
Tambor de todos os ritmos
Tempo TempoTempoTempoTempoTempo
Entro num acordo contigo
Tempo TempoTempoTempo

Por seres tão inventivo
E pareceres contínuo
Tempo TempoTempoTempo
És um dos deuses mais lindos
Tempo TempoTempoTempo

Que sejas ainda mais vivo
No som do meu estribilho
Tempo TempoTempoTempo
Ouve bem o que te digo
Tempo TempoTempoTempo

Peço-te o prazer legítimo
E o movimento preciso
Tempo TempoTempoTempo
Quando o tempo for propício
Tempo TempoTempoTempo

De modo que o meu espírito
Ganhe um brilho definido
Tempo TempoTempoTempo
E eu espalhe benefícios
Tempo TempoTempoTempo

O que usaremos pra isso
Fica guardado em sigilo
Tempo TempoTempoTempo
Apenas contigo e comigo
Tempo TempoTempoTempo

E quando eu tiver saído
Para fora do teu círculo
Tempo TempoTempoTempoTempoTempo
Não serei nem terás sido
Tempo, Tempo, Tempo, Tempo

Ainda assim acredito
Ser possível reunirmo-nos
Tempo, Tempo, Tempo, Tempo
Num outro nível de vínculo
Tempo, Tempo, Tempo, Tempo

Portanto peço-te aquilo
E te ofereço elogios
Tempo TempoTempoTempo
Nas rimas do meu estilo
Tempo TempoTempoTempo

Oração ao tempo.

AGRADECIMENTO

Ao arquiteto do universo e ao seu filho Jesus que recebeu por parte Dele, todo poder, toda honra e toda glória;

A minha amada tia Cleide e ao meu amado Pr. Carlos, por todo carinho, amor, torcida, apoio e incentivo, a trilhar caminhos de crescimento acadêmico e espiritual;

A minha amada tia Sônia e Tia Nilda, que acompanham essa caminhada a trinta e sete anos, sempre acreditando que é possível fazer sempre mais;

Aos meus tios Ednado Manoel da Silva e Núbia Silva, pelo apoio e carinho;

Aos meus primos (Jordana, Anderson, Andressa e Carlos Júnior) pelo carinho e torcida de sempre;

A Leide Pereira, Sara Pereira, Erineide Queiroz, Carlos Queiroz e Fernanda Queiroz, por sempre estarem por perto, vibrando com toda conquista;

A Professora Dr^a Gilcia Aparecida, que com muito esmero ensinou e compartilhou conhecimentos, como também se dedicou, compreendeu e incentivou essa produção científica;

A Cláudia Agra, pelo apoio, atenção e torcida para a realização deste sonho;

A todos os professores do curso de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical da UFRPE, pela partilha de Saberes;

Aos amigos da turma de mestrado do PGCAT, em especial a Deangelles Fiorentino.

A secretaria de Saúde de Pernambuco na pessoa de George Dimech, Sylvania Leal, Daniela Bandeira, Wellington Fontes, Luciana Figueiroa e Ricarda Samara, por todo apoio, incentivo e carinho à minha pessoa;

A IV Gerência Regional de Saúde na pessoa de Djair Ferreira, grande incentivador e apoiador deste sonho;

A todos os técnicos que fazem a IV Gerência Regional de Saúde em especial a Conceição Maciel, Nilson Monteiro, Lucyanne Karla, Vanessa Lopes, Joice Rodrigues, Larissa Paes, André Coimbra, Djanete Feitosa, Eline Mendonça, Anderson Ênio e José Israel;

A equipe do Laboratório de entomologia da IV GERES, em especial a João Lopes Leite; Djailson Elias de Melo e Eduardo Souza, por todo apoio e auxílio nas análises das amostras e entrega para realização deste trabalho, bem como a amizade existente entre nós;

A equipe do Georreferenciamento da IV GERES, na pessoa de Antônio Fernandes, pelo apoio e incentivo.

Ao meu amigo e irmão, Roberval Maciel pela oportunidade de crescimento no SUS, partilha de saberes, por sempre acreditar e incentivar a minha pessoa.

A família de Roberval Maciel pela acolhida e carinho de sempre. É bom tê-los por perto, Maria José, Lorena Maciel e Robervalzinho.

A Manasses Leite, pela oportunidade de continuação do meu projeto de pesquisa, bem como a participação em sua equipe de trabalho, visando um SUS cada vez mais equânime e a Fábrica Franciara por todo carinho dedicado à minha pessoa.

Ao prefeito Thiago Lucena Nunes e a Renata Linhares por acreditar, permitir e apoiar a pesquisa científica no município de Agrestina;

Aos secretários de outras pastas do município Agrestina que sempre apoiaram o meu trabalho à frente da vigilância em Saúde em especial a Joelma Leite, Josenildo Santos e Saulo Batista;

A minha amiga Lucijane Brito, pelo carinho e apoio de sempre;

A todos os componentes da Vigilância em Saúde de Agrestina, em especial a Milton José, Fabio José e José Renailson, que não mediram esforços para ajudar na pesquisa;

Aos amigos da Fundação Nacional de Saúde em especial a Jânio Linhares, Josenildo Bezerra, Gilmar Senhorinho, Elza Santos, Luzinete Queiroz, Gilberto Farias, José Hilton, Josué Francisco, Maurício Medeiros, Ednaldo da Penha, Isaías Ferreira, pela parceria ao longo desses anos;

Aos amigos mais chegados, aqueles que moram do lado esquerdo do peito, Thadyma Siqueira, Charles Maciel, Wedja Vieira, Eline Mendonça Lauana Lane, Renato Melo, Edilson Alves, Luandson Henrique, Rita de Cássia, Franci Ribeiro, Maria Helena e Breno Feitosa.

SUMÁRIO

1.	Introdução.....	17
2.	Revisão de Literatura	19
2.1	Características dos culicídeos	19
2.2	Gênero <i>Aedes</i>	19
2.3	Ciclo Biológico, características morfológicas e habitat do <i>Aedes aegypti</i>	20
2.4	A importância do <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> na transmissão das doenças.....	23
2.5	Aspectos etiológicos, epidemiológicos e clínicos nas principais arboviroses de importância no Brasil	23
2.5.1	Dengue	23
2.5.2	Febre do Chikungunya	25
2.5.3	Zika Vírus	27
3.	Epidemiologia das Arboviroses em Pernambuco	29
4.	Programas de Controle do <i>Aedes aegypti</i>	30
5.	Pesquisas entomológicas para o <i>Aedes aegypti</i>	33
5.1	Pesquisa de Levantamento de índice (LI)	33
5.2	Pesquisa em Pontos Estratégicos	34
5.3	Pesquisa em Armadilhas	34
6.	O controle do <i>Aedes aegypti</i> por meio biológico, químico e o manejo ambiental.....	36
7.	Uso de Geotecnologias no combate as arboviroses	37
8.	Referências Bibliográficas	39
9.	Objetivo	46
9.1	Objetivo Geral.....	46
9.2	Objetivo Específico.....	46
10.	Artigo	47
10.1	Título	47
10.2	Abstract	47
10.3	Introduction	48
10.4	Material and Methods	49
10.5	Results	51

10.6	Discussion	53
10.7	References	55
11.	Conclusões	63
12.	Apêndice	64

LISTA DE FIGURAS
REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1	Ovo de <i>Aedes aegypti</i>	21
Figura 2	Ciclo Biológico do <i>Aedes aegypti</i>	21
Figura 3	Paciente acometido por Chikungunya apresentando edema nos membros inferiores.	26
Figura 4	Paciente acometido por Chikungunya apresentando “Rach” cutâneo	26
Figura 5	Criança com o perímetro cefálico dentro do preconizado e com Microcefalia.	28
Figura 6	Criança apresentando microcefalia	28
Figura 7	Protocolo para realização de coleta em tempo oportuno para detecção do Zika Vírus	39
Figura 8	Modelo de armadilha de oviposição (OVITRAMPA) para o <i>Aedes aegypti</i> .	34
Figura 9	Modelo de armadilha (LARVITRAMPA) para o <i>Aedes aegypti</i> .	36

**LISTA DE FIGURA
ARTIGO**

Figure 1	Spatial distribution of collection points in Agrestina, Pernambuco, Brazil	59
Figure 2	Number of eggs collected per cycle in Agrestina, Pernambuco, Brazil and relative humidity observed	60
Figure 3	Kernel estimation map of eggs in ovitraps in the municipality of Agrestina, Pernambuco, Brazil	61

**LISTA DE TABELA
ARTIGO**

Table 1	Entomological indexes obtained through ovitraps in different collection points in Agrestina, Pernambuco, Brazil.	62
----------------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

OMS	Organização Mundial de Saúde
DENV	Dengue Vírus
MS	Ministério da Saúde
IB	Índice de Breteau
IIP	Índice de Infestação Predial
FHD	Febre Hemorrágica da Dengue
IgM	Imunoglobulina M
IgG	Imunoglobulina G
ELISA	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
NS1	Antígeno
RT-PCR	Reação em Cadeia de Polimerase em Tempo Real
CHKV	Chikungunya Vírus
ZIKV	Zika Vírus
MAC-ELISA	Ensaio de Imunoabsorção enzimática para captura de anticorpos
SE	Semana Epidemiológica
SNFA	Serviço Nacional de Controle da Febre Amarela
DENERu	Departamento Nacional de Endemias Rurais
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
SUCAM	Superintendência de Campanhas de Saúde Pública
PNCD	Programa Nacional de Controle da Febre Amarela e Dengue
PEa	Programa de Erradicação do <i>Aedes Aegypti</i>
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
LI	Levantamento de índice Rápido
LI+T	Levantamento índice Rápido e tratamento focal.
PE	Pontos estratégicos
UBV	Ultra Baixo Volume
SIG	Sistema de Informação Geográfica

RESUMO

Os culicídeos do gênero *Aedes*, estão envolvidos na transmissão das arboviroses Dengue (DENV), a Chikungunya (CHIKV) e o Zika vírus (ZIKV) e ultimamente são consideradas um grande desafio para a saúde pública. Novas metodologias de monitoramento para o conhecimento de áreas vulneráveis para a transmissão das arboviroses vêm sendo utilizadas e as armadilhas de oviposição (OVITRAMPAS), tem se mostrado sensível ao conhecimento dessas áreas, associadas aos determinantes sociais em saúde. O uso do georreferenciamento, através da construção de mapas é outra ferramenta que permite visualizar, a distribuição, concentração e incidência dos agravos em saúde. Diante disso, o presente trabalho buscou estudar a distribuição espacial do *Ae. aegypti* no conhecimento de áreas vulneráveis para o controle vetorial e possibilidade de transmissão de arboviroses (Dengue Zika, Chikungunya) no município de Agrestina, Pernambuco. Para a coleta de ovos, utilizou-se armadilhas de oviposição em 35 pontos georreferenciados, distribuídos em sete pontos, com coleta quinzenal, no período de Maio de 2016 a Abril de 2017. Os dados climáticos de temperatura, umidade e pluviosidade foram coletados através da Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC) e Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA), sendo correlacionados com o número de ovos presentes nas ovitrampas e aplicados os índices entomológicos de Positividade de Ovitrapas (IPO), Índice de Densidade de Ovos (IDO) e o Índice de Densidade Vetorial (IDV) para a classificação das áreas entre, controle, alerta e risco. Após essas etapas foram construídos mapas temáticos de Kernel para o conhecimento das áreas de maior infestação vetorial. Foram coletados 44.936 ovos. Em todo período do estudo os índices de infestação apresentaram variações entre as zonas de controle, alerta e risco. No que se refere aos fatores climáticos, a umidade foi o fator que contribuiu de forma significativa para a infestação vetorial e através dos mapas temáticos verificou-se a distribuição espacial do *Aedes aegypti*. As armadilhas de oviposição, associada a análise dos fatores climáticos, bem como a utilização dos índices entomológicos e a aplicação das ferramentas de georreferenciamento, sinalizam boas estratégias para o conhecimento de controle de áreas vulneráveis a transmissão das arboviroses.

Palavras- Chaves: Epidemiologia; ovitrampas; Vigilância em Saúde

ABSTRACT

The arboviruses transmitted by Culicidae of the genus *Aedes*, Dengue (DENV), Chikungunya (CHIKV) and Zika virus (ZIKV), have recently been considered a major public health challenge. New monitoring methodologies for the knowledge of vulnerable areas for the transmission of arboviruses have been used and the oviposition traps (OVITRAMPAS) have been sensitive to the knowledge of these areas, associated with favorable conditions. The use of georeferencing through the construction of maps is another tool that allows visualizing the distribution, concentration and incidence of health problems. Therefore, the present work had as objective to know areas vulnerable to presence through the use of oviposition traps and georeferencing in the municipality of Agrestina, PE. For egg collection, oviposition traps were used in 35 georeferenced points, distributed in seven neighborhoods, as a biweekly collection, from May 2016 to April 2017. The climatic data of temperature, humidity and rainfall were correlated as the (IPO), Egg Density Index (IDO) and Vector Density Index (IDV) for the classification of areas between control, alert and risk. After these steps Kernel themed maps were constructed for the knowledge of the areas of greatest vector infestation. A total of 44,936 eggs were collected. Throughout the study period, the rates of infestation showed variations between control, alert and risk zones. Regarding the climatic factors, rain was the factor that contributed significantly to the vector infestation and through the thematic maps the spatial distribution of the areas of higher transmission to the arboviruses was verified. The oviposition traps, associated with the analysis of climatic factors, as well as the use of entomological indexes and the application of georeferencing tools, indicate good strategies for the knowledge of control of areas vulnerable to arbovirus transmission.

Key words: Epidemiologic; Ovitranps; Vigilância em Saúde

1.0 INTRODUÇÃO

Os insetos da família Culicidae, gênero *Aedes* possuem duas espécies que estão diretamente relacionadas a transmissão das arboviroses, o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*. Essas espécies apresentam hábitos antropofílicos, onde as fêmeas realizam a hematofagia e a oviposição é realizada em coleções hídricas onde haja água pobre em matéria orgânica e parada. O ciclo biológico dos culicídeos dura em média de 8 a 12 dias, em condições favoráveis ao seu desenvolvimento e envolve quatro fases: ovo, larva com quatro estádios larvais, pupa e o inseto adulto (FERNANDES, 2014; CONSOLI, 1994).

Dentre as doenças infecciosas emergentes e reemergentes, as arboviroses transmitidas por culicídeos, como o Dengue (DENV), o Chikungunya (CHIKV), Febre Amarela (FA) e o Zika (ZIKV) são considerados importantes desafios para a saúde pública, visto que, o cenário caracterizado pela Dengue já é considerado endêmico em quase todo território brasileiro, o que favorece a sua disseminação (HONÓRIO, 2015; AZEVEDO, 2015).

Os primeiros casos de Chikungunya foram detectados no Brasil a partir de Junho de 2014, sendo esses casos, importados e virêmicos. O primeiro caso autóctone em território nacional foi confirmado no mês de setembro de 2014, no estado do Amapá e no mesmo mês foi registrado um surto na Bahia. Em 2015, o Zika vírus foi introduzido no Brasil, provavelmente advindo do continente Asiático, produzindo surtos no nordeste brasileiro. A Febre Amarela é outra virose importante que vem ao longo desses anos apresentando surtos em primatas não humanos de forma ocasional. Após a introdução de novas arboviroses o Brasil apresentou um aumento significativo no número de casos notificados (VALLE, 2015; BRASIL, 2017; BRASIL 2016).

Conhecendo a importância do *Ae. aegypti* e do *Ae. albopictus* na transmissão das arboviroses, bem como, na capacidade de adaptação desses vetores a diversos ambientes, o Ministério da Saúde (MS) recomenda a eliminação dos criadouros, a limpeza de terrenos baldios e aplicação de larvicidas em depósitos de água e inseticidas para forma alada do vetor. Quanto à vigilância entomológica, o MS tem preconizado a utilização de dois métodos de mensuração da densidade vetorial que são baseados em pesquisas domiciliares, sendo eles: a avaliação da densidade larvária ou índice de Breteau (IB) e o índice de infestação predial (IIP) (FUNASA, 2002).

Novos métodos de captura têm sido amplamente registrados na literatura como indicadores de infestação com base em armadilhas. Um dos métodos que permite tal avaliação é por meio de armadilhas de oviposição que tem o objetivo de detectar a presença de população do *Ae. aegypti*, visto que esta metodologia permite determinar a dispersão vetorial, havendo maiores chances de detecção dos focos do vetor, em detrimento da busca ativa do índice de infestação predial (IIP) e o Breteau, onde alguns estudos apontam a fragilidade em relação aos resultados, sendo inadequada para monitorar e avaliar as ações de controle do *Ae. aegypti* (BRAGA, 2000; RÍOS-VELÁSQUEZ, 2007; NUNES, 2011; HONÓRIO, 2015).

Os sistemas de informação geográfica (SIG) surgem na saúde pública como um método de análise útil para auxiliar a avaliação de programas, controle de doenças e controle de vetores. Os SIG formam um conjunto de técnicas de coleta, tratamento e exibição de informações georreferenciadas, que podem ajudar de forma significativa a epidemiologia no sentido de leva-la a conhecer a distribuição espacial dos vetores e dos casos notificados (SOUZA-SANTOS, 2000; MEDRONHO, 2002; RÍOS-VELÁSQUEZ, 2007; BESSA-JUNIOR, 2013).

Diante disso, o desenvolvimento do presente estudo teve como objetivo estudar a distribuição espacial do *Ae. aegypti* utilizando armadilhas de oviposição (OVITRAMPAS) e as técnicas de georreferenciamento no conhecimento de áreas vulneráveis para o controle vetorial e possibilidade de transmissão de arboviroses (Dengue Zika, Chikungunha) no município de Agrestina, Pernambuco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características dos Culicídeos

Os culicídeos, são insetos denominados de Artrópodes, classificados taxonomicamente como dípteros nematóceros, pertencentes a família Culicidae, onde são encontradas aproximadamente 3.490 espécies, classificados em duas subfamílias. A subfamília Anophelinae que possui três gêneros e a culicinae que possui 110 gêneros. São encontrados em quase todas as regiões do planeta, exceto as congeladas e a maioria dos culicídeos vivem nas regiões tropicais e subtropicais, onde o ambiente úmido e clima quente favorecem o rápido desenvolvimento dos culicídeos (SILVA, 2009; ASSUMPCÃO, 2012).

2.2 O Gênero *Aedes*

Entre as espécies de mosquitos do gênero *Aedes* que estão envolvidos na transmissão de arboviroses como Dengue, Zika, Chikungunya e Febre Amarela, estão o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*. O controle do *Aedes* tem se constituído um grande desafio em saúde pública, principalmente nos países em desenvolvimento, independentemente dos recursos direcionados para o controle do vetor (ZARA, 2016).

O *Ae. aegypti* (Linnaeus, 1758) é oriundo do Velho Mundo, acompanhou o homem através de seus processos migratórios e alterações realizadas no meio ambiente, cujos processos favoreceram a sua dispersão e adaptação. Esse processo de domesticação permitiu com que o vetor se tornasse cosmopolita, com a ocorrência nas zonas tropicais e subtropicais (CONSOLI, 1994; TEXEIRA, 1999).

Nas Américas o *Ae. aegypti* é importante pela caracterização de epidemias de Febre Amarela Urbana. No Brasil foi introduzido no período colonial, possivelmente com o tráfico de escravos, onde predominou desde o século XIX até meados da década de 40, no século XX. Os esforços para eliminação no continente americano obtiveram êxito na década de 50, havendo posteriormente a reintrodução devido aos países circunvizinhos da América do Sul, Central e do Norte não realizarem a erradicação desse vetor. Salvador no estado da Bahia foi a cidade Brasileira que sinalizou a

reintrodução do *Aedes* na década de 70 (; CONSOLI 1994; TAULI, 2001; GOMES, 2008; BARRETO, 2008).

No que se refere ao *Ae. albopictus* (Skuse, 1894), vetor considerado primário para o vírus da Dengue, também pertence ao clima temperado e tropical, a princípio foi descrito na Índia e invadiu o continente americano em meados da década de 80 através do estado de Minas Gerais e Rio de Janeiro, se propagando gradativamente para os estados circunvizinhos do Espírito Santo e São Paulo. Ao contrário do *Ae. aegypti*, o *Ae. albopictus* não necessita de grandes concentrações humanas e tem a capacidade de se dispersar em ambientes rurais, suburbanos e urbanos (CONSOLI, 1994; AGUIAR, 2008).

Diante do conhecimento das duas espécies vetoradas, o *Ae. aegypti* tem se mostrado cada vez mais abrangente devido ao seu processo de urbanização, onde existem diversos fatores que estão intrinsecamente ligados à sua manutenção, como: fatores socioeconômicos, biológicos e ambientais. As condições precárias de saneamento básico e habitação, o abastecimento irregular de água e dejetos humanos, o processo industrial na produção de embalagens descartáveis (plástico, vidros, isopor), coleta do lixo irregular, bem como o aumento na produção de veículos automotores, que contribuem de forma significativa para o crescimento de pneus usados e que são jogados de forma inadequada no meio ambiente (REBÊLO, 1999; TAULI, 2002; CHIARAVALLOTI NETO, 2003; LENZI, 2004; CLARO, 2004; DOS SANTOS, 2015).

2.3 Ciclo Biológico, características morfológicas e habitat do *Aedes aegypti*

Os insetos da família culicidae também são conhecidos como holometábolo, apresentam-se em quatro fases de desenvolvimento: ovo, larva (quatro estádios), pupa e adulto. Os ovos dos culicídeos são de modo geral de contorno oval ou elíptico, apresentam aproximadamente 1 mm de comprimento, são depositados pela fêmea individualmente nos depósitos com água parada que servem de criadouros, próximo a superfície da água (FUNASA, 2001)

No momento que a fêmea do *Ae. aegypti* realiza a oviposição, os ovos apresentam-se de cor branca, mas rapidamente adquirem a cor negra (Figura 1) FORATTINI, 1986).



Figura 1: Ovos de *Aedes aegypti* Fonte: Moehlecke (2008).

Após a fecundação, se dá a postura e o desenvolvimento do embrião se completa em 48 horas, dependendo da umidade e da temperatura. A resistência dos ovos do *Ae. aegypti* durante as variações climáticas sazonais, permite a viabilidade dos mesmos, visto que chegam a durar em média 495 dias na seca, em contato com água as larvas chegam a eclodir. Essa condição permite que os ovos sejam transportados a grandes distâncias através de recipientes secos encontrados no meio ambiente (FUNASA,2001; ZARA, 2016;).



Figura 2: Ciclo Biológico do *Aedes aegypti*. Fonte: Munstermann (1995), Moehlecke (2008), Vieira (2008), Russell (2000).

A fase larval do *Ae. aegypti* possui quatro estádios (L1, L2, L3 e L4), sendo o tempo de evolução de cada um deles, dependendo das condições (temperatura e alimento) adequadas para o seu desenvolvimento no criadouro. A larva é composta pela cabeça, tórax e abdômen. O abdômen apresenta oito segmentos, onde o seguimento posterior contém lobo anal e sifão respiratório. O lobo anal é composto por quatro brânquias lobuladas para a regulação osmótica e o sifão para a respiração da larva na superfície da água, sendo sensível a movimentos bruscos, como também se desloca com rapidez ao ser exposta ao feixe de luz (FORATTI, 1986; CONSOLI, 1994; FUNASA, 2001;).

A fase de pupa não se alimenta e geralmente em dois a três dias desenvolve para a fase adulta. A morfologia da pupa compreende duas partes distintas: cefalotórax e abdome. A pupa tem um par de tubos respiratórios ou “trompetas”, que atravessam a água e permite a respiração (CONSOLI, 1994; FUNASA, 2001).

O adulto do *Ae. aegypti* representa a fase reprodutiva do inseto. O macho se distingue da fêmea por possuir antenas mais plumosas e palpos mais longos, geralmente esse inseto é escuro e através das escamas ornamentais formam manchas prateadas. O dorso do tórax é recoberto por escamas escuras, além de outras branco-prateadas, sendo formado um desenho que se compara a uma “lira”. O abdômen é escuro com manchas brancas-prateadas formando anéis. Os fêmures e tíbias do inseto revestidas de escamas brancas e os artículos tarsais com nítidas anelações brancas na extremidade basal, formam as pernas (FORATTI, 1986; CONSOLI, 1994; FUNASA, 2001;).

Após sair do período pupal o *Ae. aegypti* passar por um período de repouso nas paredes dos depósitos, visando o fortalecimento do exoesqueleto, das asas, e no caso dos machos para a rotação da genitália, estando apto a acasalar dentro de 24 horas. Essa regra vale para ambos os sexos, visto que o acasalamento se dá durante o voo e raramente sobre uma superfície. Uma única cópula é suficiente para fecundar todos os ovos que a fêmea venha a produzir. As fêmeas do culicídeo se alimentam de seiva de plantas e de sangue humano, onde através do repasto sanguíneo fornece proteínas para a maturação dos ovócitos, ou seja, a ovo gênese. A oviposição acontece geralmente no fim da tarde, sendo atraída por recipientes escuros de superfície áspera, nos quais depositam os ovos, reiniciando seu ciclo (DE FREITAS BARATA, 2001; FUNASA, 2001; NATAL, 2002; LAGROTTA, 2006).

2.4 A importância do *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* na transmissão das doenças

Muitas espécies da família culicidae podem causar diversas doenças infecciosas em humanos e animais domésticos, por se caracterizarem como insetos vetores. Os patógenos transmitidos por estes vetores vão de vírus (arbovírus) a protozoários filárias (nematoides). Algumas espécies do gênero *Aedes*, *Culex* e *Anopheles* são responsáveis pela alta morbimortalidade entre humanos e entre algumas arboviroses estão a Dengue, a Chikungunya, a Zika e a Febre Amarela (HARBACH, 2007).

2.5 Aspectos etiológicos, epidemiológicos e clínico das principais arboviroses de importância no Brasil.

2.5.1 Dengue

Arboviroses como a Dengue e seu ciclo de transmissão foram descritos no início do século XX, entre os anos de 1902 e 1907, onde também se configurou os primeiros indícios de que o *Aedes aegypti* estava envolvido no ciclo de transmissão, sendo o principal vetor da infecção. Entre 1943 e 1944 ocorreu o isolamento viral por Kimura e Hotta e em 1945 Sabin e Schlsinger isolaram a cepa no Havaí, sendo identificado neste mesmo ano outro vírus na Nova Guiné, onde observou-se características antigênicas diferentes e que passaram a ser considerados sorotipos do vírus. As cepas do vírus que foram isoladas no Havaí foram descritas como Sorotipo 1 e as identificadas na Nova Guiné sorotipo 2 em meio a uma epidemia de Dengue Hemorrágico no Sudeste Asiático foram isolados e denominados de sorotipo 3 e 4 (TEXEIRA e BARRETO 1999; BARRETO e TEXEIRA, 2008). Em 2013 foi descoberto e isolado o sorotipo 5 em uma paciente na Tailândia, onde após o sequenciamento e a análise do genoma, obteve-se a confirmação (PEREIRA, 2014; MAMANI, 2014; CASTRO, 2004; CABRAL, 2015).

A partir do ano de 2014, o Brasil passou a adotar a Nova Classificação para a Dengue, segundo recomendações da Organização Mundial de Saúde (OMS). Nessa nova classificação as nomenclaturas de Dengue Clássica, Dengue com Complicações, Febre Hemorrágica da Dengue (FHD) e a Síndrome do Choque da Dengue, são

substituídas por Dengue, Dengue com Sinais de Alarme e Dengue Grave, respectivamente (BRASIL, 2016).

Pela nova classificação adotada pelo Brasil um caso suspeito de Dengue pode ser determinado pelo aparecimento de febre (39°C a 40°C), cefaleia, mialgia, artralgia, dor retroorbitária, exantema máculo-papular, podendo apresentar ou não prurido, que está frequentemente ligado ao aparecimento da febre, anorexia, náuseas e vômitos podem estar presentes. Quanto a Dengue com sinais de Alarme e Dengue Grave, todos os sintomas descritos acima poderão existir, somando-se o aparecimento de dor abdominal, ascite, derrame pleural, derrame pericárdico, hepatomegalia, hipotensão postural, sangramento nas mucosas e extravasamento do plasma (GÓIAS, 2013; BRASIL, 2016).

Para confirmação laboratorial de Dengue, o Ministério da Saúde preconiza a sorologia para IgM através do método Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA), onde as amostras devem ser coletadas a partir do sexto dia do aparecimento dos sintomas. Para detecção de antígenos virais o Ministério preconiza o Ns1, isolamento viral, reação em cadeia de polimerase em tempo real ou convencional (RT-PCR) e imunohistoquímica, nos quais as amostras devem ser solicitadas até o quinto dia do aparecimento dos sintomas. O diagnóstico diferencial pode estar associado a arboviroses como: Oropouche e Mayaro; síndromes exantemáticas febris como: eritema infeccioso, mononucleose, rubéola, pavavirose e Zika. Síndrome hemorrágica febril como: hantavirose, leptospirose, febre amarela e púrpuras. Síndrome dolorosa abdominal como: apendicite, abscesso hepático e meningite por influenza do tipo B e síndromes meníngeas como: meningite viral, bacteriana e encefalite (BRASIL, 2016).

De acordo com o Ministério da Saúde o ano de 2014 foi registrado aproximadamente 591.080 casos de Dengue. As regiões Sudeste e Centro-Oeste tiveram o maior número de casos chegando a 427.132 casos aproximadamente. As regiões Nordeste, Norte, Sul registraram 163.948 casos. Desses casos neste mesmo ano, 689 estavam classificados como Dengue grave e 8.150 estavam correlacionados a Dengue com sinais de alarme e 410 óbitos registrados em todo país. No que se refere aos casos de Chikunguya, em 2014, 3.195 casos autóctones foram notificados. Destes casos, 294 foram descartados e 2.196 foram confirmados, sendo 140 pelo critério laboratorial e 2.056 pelo clínico epidemiológico (BRASIL, 2015).

Em 2015 os casos de Dengue duplicaram em relação ao ano de 2014. Mais de 1.649.008 casos foram notificados em todo país, a região sudeste e Nordeste se

destacaram, possuindo o maior número de casos. A soma das duas regiões totalizou 1.337.745 casos notificados. As demais regiões Centro-Oeste, Sul e Norte chegaram a registrar 311.263 casos. Nesse mesmo ano foram confirmados 1.569 casos de Dengue grave, 20.329 de dengue com sinais de alarme. Os óbitos também duplicaram em relação ao ano de 2014, chegando a 863 óbitos em todo país.

No ano de 2016 foram notificados 1.688.688 casos prováveis de Dengue, onde as regiões Sudeste e Nordeste se destacaram mais uma vez no cenário nacional em relação as outras regiões apresentando 1.183.088 casos respectivamente. As demais regiões Sul, Centro-Oeste e Norte totalizaram 317.447 casos. Desses casos, foram confirmados 861 casos de Dengue grave e 8.402 com Dengue com sinais de Alarme, apresentando uma queda em relação ao ano de 2015. Em 2016 foram confirmados 642 óbitos por dengue e nesses mesmo período.

Em 2017 foram notificados 1.483.623 casos prováveis de Dengue, onde a região Sudeste apresentou 847.584 e a região Nordeste 316.917, destacando-se entre as demais regiões do país. Em relação ao número de óbito o foram notificados 141 casos em todo país, sendo a região Nordeste a que apresentou o maior número de casos, destacando-se 38 óbitos.

2.5.2 Febre do Chikungunya

O vírus da febre do Chikungunya (CHKV) é membro da família *Togaviridae*, do gênero *Alphavirus*, advindo da África, que se desenvolve em importantes ciclos silvestre envolvendo o *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. O significado Chikungunya tem origem do idioma Makonde, que quer dizer: curva-se ou torna-se contorcido (AZÊVEDO, 2015; CÂMARA, 2016).

No Brasil o *Aedes aegypti* e o *Ae. albopictus* são os principais vetores, porém outras espécies de *Aedes* foram identificadas na África como transmissoras da febre do Chikungunya, destacando-se ao *Aedes dalzieli*, *Aedes africanus*, *Aedes luteocephalus*, *Aedes fuscifer*, *Aedes fulgens*, *Aedes vigalax* (LAM, 2001),

O vírus Chikungunya (CHIKV) foi isolado primeiramente na Tanzânia em meados do ano de 1952, onde ocorreu a primeira emergência na Índia. A segunda emergência aconteceu no Quênia em 2004, onde se espalhou pelas ilhas do Oceano Índico, sudeste asiático e Índia, porém registra-se epidemias desde 1779 equivocadamente notificadas como Dengue. No ano de 2006, uma epidemia que atingiu

as Ilhas da Reunião o que resultou em uma mutação, levando o *Aedes albopictus* a uma maior e mais eficaz transmissibilidade. Transmissões autóctones também foram detectadas ao longo dos anos na Europa e nas Américas, onde o CHIKV, foi introduzido nesse último, pelo Caribe no ano de 2013 e em 2014 foi detectado no Brasil na cidade de Oiapoque (Amapá) (HONÓRIO, 2015; AZÊVEDO, 2015).

O CHIKV possui três genótipos, porém apenas dois circulam simultaneamente causando as epidemias, o CHIKV Asiático e o africano descrito entre os anos de 2013 e 2014, um nas Américas e o outro no Velho Mundo respectivamente (VASCONCELOS, 2015). Há muitas características semelhantes entre a infecção por Dengue e o Chikungunya. O período de incubação varia entre 10 (dez) a 12 (doze) dias, apresentando febre alta, cefaleia, mialgia, edemas (FIGURA 3) dores agudas e duradouras, “rash” cutâneo (FIGURA 4) e esses sintomas podem cessar em cerca de 7 (sete) a 15 (quinze) dias, apesar que as dores presentes nas articulações durem meses e até anos (ALBUQUERQUE, 2012; TAULI, 2014; AIKEN, 2015;).



FIGURA 3: Paciente acometido por Chikungunya, apresentando edema nos membros inferiores. Fonte: SMS.



FIGURA 4: Paciente acometido por Chikungunya, apresentando “rash” cutâneo. Fonte: SMS.

Para detecção do vírus da febre do Chikungunya (CHIKV), o Ministério da Saúde preconiza recomenda a coleta das amostras uma semana após o aparecimento dos sintomas e preconiza três técnicas de diagnóstico, onde as amostras são coletadas após uma semana depois do aparecimento dos sintomas, onde é realizado o isolamento viral, reação em cadeia de polimerase em tempo real (RT-PCR) ou convencional para detecção do RNA do vírus e Imunoglobulinas (IgM e IgG) e o ensaio imunoenzimático (ELISA). Na maioria das vezes as amostras que são coletadas, são de sangue ou soro, porém podem também ser coletadas do líquido cérebro-espinhal e o diagnóstico diferencial é feito por outras doenças febris agudas sendo ou não associada a artralgia

como a dengue, malária, leptospirose, Zika vírus, febre reumática e artrite séptica (BRASIL, 2017).

No que se refere a febre do Chikungunya no ano de 2015, 20.661 casos foram notificados, onde destes, 7.823 foram confirmados, sendo 560 por critério laboratorial e 7.263 por critério clínico epidemiológico e mais de 10.420 casos continuaram em investigação neste ano. Os números de óbitos somaram-se a três, sendo dois no estado da Bahia e um em Sergipe. Em 2016 foram notificados 271.824 casos. O Nordeste se destacou como a maior incidência e as unidades federadas se destacaram o rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco, Alagoas e Paraíba. Foram confirmados 196 óbitos por Chikungunya neste ano.

No ano de 2017 a Febre Chikungunya tem destaque na região Nordeste com 239.714 casos e 146 óbitos. Foram notificados neste mesmo ano 277.888 casos em todo país representando 28% de todos os casos notificados no país.

2.5.3 Zika Vírus

O Zika vírus (ZIKV) foi identificado a partir de soro de macacos que habitavam na floresta de Zika, na Uganda no ano de 1947 e por meio século foi sendo notificado de forma esporádica no continente Asiático e Africano em seres humanos. O Primeiro surto do (ZIKV) ocorreu na ilha de Yap na Oceania e nos anos de 2013 e 2014 houve uma epidemia na Polinésia Francesa, onde o surto se espalhou pelas ilhas do Pacífico. Na América do Sul, meados de Fevereiro de 2014, foi detectado o primeiro caso pelo (ZIKV), na Ilha de Páscoa, no Chile em uma criança e em 2015 autoridades brasileiras do Ministério da Saúde, confirma a circulação do (ZIKV) na região Nordeste do país, sendo a partir dessa data, vários casos notificados e confirmados nas demais unidades federativas do Brasil (VASCONCELOS, 2014; LUZ, 2015; SALVADOR, 2016;; NUNES, 2016).

O (ZIKV) é um arbovírus do gênero *Flavivirus* da família *Flaviviridae*, a sua transmissão ocorre geralmente por meio de vetores artrópodes da família *Culicidae* do gênero *Aedes* durante o repasto sanguíneo. Outras hipóteses de transmissão já foram descritas como: por via sexual, congênita, transfusão sanguínea, transplantes e acidentes laboratoriais (MUSSO, 2014; IOOS, 2014; MUSSO, 2015; HENNESSEY, 2016).

As manifestações clínicas pelo (ZIKV) são geralmente assintomáticas e autolimitadas, porém ao apresentarem os sinais e sintomas, as manifestações

assemelham-se ao da dengue, onde o exantema maculopapular, febre, artrite ou artralgia e conjuntivite são os mais comuns. Outros sinais e sintomas podem ser vistos na infecção pelo (ZIKV) como vômitos, dor retroorbital, edema nas extremidades, mialgia, como também o aparecimento de síndromes neurológicas e autoimunes como a síndrome de Guillain-Barré, meningoencefalite, mielite e meningite (CHAVES FILHOS, 2016; IOOS, 2014; OEHLER, 2014; MLAKAR, 2016).

Ultimamente as preocupações da saúde pública se voltam para o aparecimento dos casos de microcefalia em gestantes que foram diagnosticadas com a infecção do (ZIKV) (FIGURA 5). Estudos detectaram em gestantes a presença do vírus no líquido amniótico, como também no tecido cerebral de fetos de mães que apresentaram os sinais e sintomas no primeiro trimestre de gravidez, levando a associação do (ZIKV) e síndromes neurológicas (microcefalia) (FIGURA 6) (OLIVEIRA MELO, 2016; SCHRAM, 2016; HENRIQUES, 2016).

As mudanças encontradas no tecido cerebral de fetos diagnosticados como o ZIKV era indicativo de neurotropismo do vírus, sendo capaz de infectar e alterar o crescimento das células neurológicas humanas, interferindo na formação do cérebro humano (TANG, 2016; GARCEZ, 2016). Ainda em relação as síndromes neurológicas (microcefalia), outras anomalias congênitas têm sido estudadas e entre elas estão: alterações oftalmológicas, distúrbios de equilíbrio, alterações no desenvolvimento da fala e calcificações cerebrais (HERLING, 2016; VENTURA, 2016; OLIVEIRA MELO, 2016).

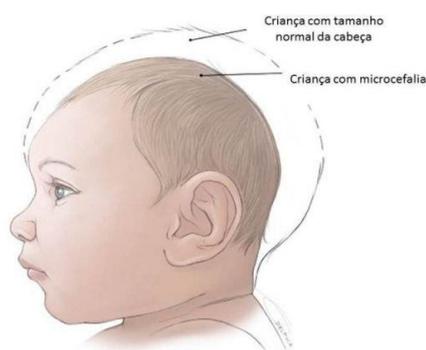


FIGURA 5: Criança com o perímetro cefálico dentro do preconizado e com microcefalia Fonte: www.tuasaude.com



FIGURA 6: Criança apresentando microcefalia Fonte: SMS.

Para o diagnóstico laboratorial do ZIKV segundo o protocolo do Ministério da Saúde, deverá ser considerada as duas fases: a aguda e a de convalescença. A fase aguda compreende entre o 1º e o 5º dia após o início das manifestações clínicas. A fase de

convalescência é após a fase aguda que compreende a partir do 6º dia do aparecimento dos sintomas. A metodologia utilizada é a de Reação em Cadeia de Polimerase (PCR) procedida de transcrição reversa (RT) em tempo real, identificado a presença do ZIKV em material genético do paciente de amostras como soro ou urina (FIGURA 7) (BRASIL, 2016)

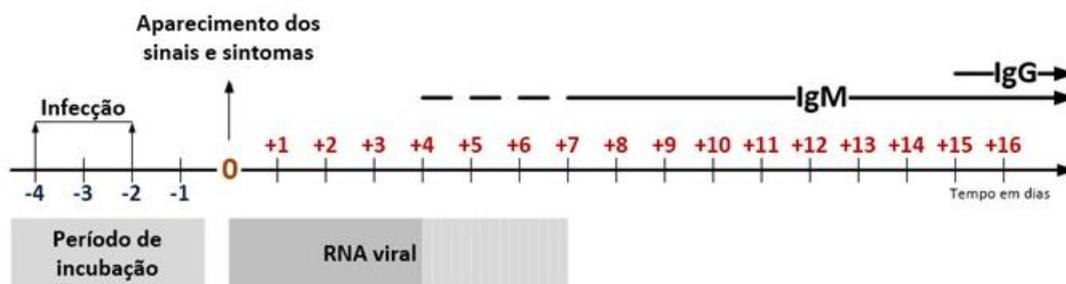


FIGURA 7: Protocolo para realização de coleta em tempo oportuno para detecção do ZIKA vírus. Fonte: Brasil, 2016.

A desvantagem de utilizar os testes que são preconizados para detecção do material genético do vírus é o fato de que ele deixa de circular na corrente sanguínea muito rapidamente e a orientação é que a sorologia seja coletada e a análise laboratorial das amostras por PCR-TR na fase aguda da doença seja realizada. A segunda maneira de diagnosticá-lo, através da detecção de anticorpos produzidos pelo organismo contra o vírus pelos métodos sorológicos. Porém, os testes que estão sendo disponibilizados, apresentam reação cruzada com outros *flavivírus*, dificultando o diagnóstico preciso da infecção pelo ZIKV (WHO, 2015).

A partir do mês de Abril de 2016, foi confirmada a transmissão autóctone da Febre pelo (ZIKV), onde 19 unidades da Federação conformaram laboratorialmente a autoctonia da doença (BRASIL, 2016). Foram notificados para a Febre do Zika Vírus 215.319 casos, sendo confirmados laboratorialmente oito óbitos nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Maranhão e Paraíba (BRASIL, 2017).

No ano de 2017 foram notificados 17.452 casos da Febre do Zika Vírus, onde 5.270 casos foram da registrados na Região Nordeste, representando 30% dos casos em relação ao país. Não foi registrado óbitos pela Febre do Zika Vírus.

3.0 EPIDEMIOLOGIA DAS ARBOVIROSES EM PERNAMBUCO.

No ano de 2014 no estado de Pernambuco, foram notificados 18.468 casos de dengue distribuídos em 177 municípios. No mesmo período de 2013 foram notificados 17.680 casos, sendo confirmados 4.633. Comparando com a última semana epidemiológica de 2014 (SE 52) observa-se uma redução proporcional de 53,45% dos casos notificados. Neste mesmo ano foram também notificados até a semana epidemiológica nº 53, 23 casos, sendo 18 casos descartados, 01 caso encontrava-se em investigação e 04 casos foram confirmados como importados (um de ocorrência em Brejo Santo – CE e outro do município de Feira de Santana – BA, além de dois casos da Colômbia) (PERNAMBUCO, 2015)

Já em 2015, foram notificados 146.089 casos de dengue distribuídos em 185 municípios, representando um aumento de 639,43% em relação ao mesmo período de 2014 que notificou 19.757 casos suspeitos, confirmando 7.114 casos, sendo confirmado neste ano 51.776 casos para Dengue. Até a semana epidemiológica 52 de 2015, foram notificados em 105 municípios do estado 2.605 casos suspeitos de Chikungunya, sendo 450 confirmados (03 importados, 02 no município de Igaraci e 01 em Itaíba, todos com infecção no estado da Bahia, 447 confirmados autóctones, sendo 220 na região metropolitana do Recife) e 589 casos foram descartados (PERNAMBUCO, 2016).

Em 2016, foram registrados 113.320 casos suspeitos de dengue, no estado de Pernambuco, até a Semana Epidemiológica (SE) 52 (03/1/2016 a 31/12/2016), representando uma redução de 36,1% em relação ao mesmo período de 2015. Ressalta-se que no período sob análise houve um aumento no número de notificação de casos de dengue que ocorreram de forma conjunta com os casos de zika que afetaram esse indicador. Em relação à Chikungunya foram notificados 58.969 casos, em 183 municípios e o distrito de Fernando de Noronha. No mesmo período de 2015 foram notificados 8.848 casos, momento em que a rede estava sendo sensibilizada para este evento. Até a semana epidemiológica nº 53 foram notificados 11.392 casos de Zika em 151 municípios e o distrito de Fernando de Noronha. Nesse mesmo período nenhum caso de febre Amarela foi notificado nos municípios do estado (PERNAMBUCO,2017).

No ano de 2017 foram notificados e confirmados 5.106 casos de Dengue, para os casos de Chikungunya 988 casos e para o Zika vírus 782 casos, da semana epidemiológica 1º até a 52º.

4.0 PROGRAMAS DE CONTROLE DO *Aedes aegypti*

Desde o início do século XX diversas campanhas de saúde pública direcionadas ao controle ao *Aedes aegypti* foram incorporadas e sistematizadas as práticas de saúde no país. No período de 1902 a 1907 uma campanha em controle a Febre Amarela Urbana foi instituída no Rio de Janeiro, cujos objetivos eram eliminar os focos do vetor e detectar casos da doença. Por volta dos anos de 1928 e 1929 o estado do Rio de Janeiro vivenciou uma epidemia que dizimou centenas de municípios, deixando também um número de mais de setecentos casos notificados pelas autoridades sanitárias daquela época, passando a doença ser endêmica no país principalmente nas regiões Norte e Nordeste (FRANCO, 1976; LOWY I, 1990; FUNASA, 2001).

No período de 1930 a 1940 diversas campanhas foram direcionadas para as Américas para a erradicação do vetor da Febre Amarela, incentivadas pela Fundação Rockefeller, sendo ela responsável por grandes avanços no conhecimento da Febre Amarela, desde a derrubada do mito de “doença da cidade” até acervos fotográficos, descrições cartográficas das viagens que foram realizadas ao interior do país e uma rica descrição epidemiológica sobre a doença. Após a saída da Fundação Rockefeller da campanha de combate a febre Amarela no ano de 1940, foi criado pelo Decreto –Lei nº 1.975 de Janeiro de 1940 o Serviço Nacional de Controle da Febre Amarela (SNFA) (BRAGA, 2000; SILVA, 2003; COSTA, 2016).

O trabalho executado pela Fundação Rockefeller, inspirou o SNFA a continuar com a metodologia de inspeção de todos os imóveis dos municípios infestados pelo o *Aedes aegypti*, pois apresentaram resultados excelentes. Surgindo logo em seguida, uma nova fase na campanha contra o vetor da febre Amarela, com o objetivo da erradicação do mosquito, sendo oficializada pelo decreto nº 8.675 de Fevereiro de 1942. Em 1947 o trabalho executado no Brasil para erradicação do *Aedes* ganhou reconhecimento internacional, sendo recomendado para os países que possuíam a presença do vetor e que visavam a erradicação do mesmo. Sob o comando não mais do SNFA e sim do Departamento Nacional de Endemias Rurais (DENERu) a erradicação do *Aedes* em território brasileiro aconteceu, sendo declarada e alcançada pela Organização Pan Americana de Saúde (OPAS) na cidade de Porto Rico no ano de 1958. O Sucesso obtido para eliminação da Febre Amarela Urbana foi decorrente de três fatores extremamente importantes, na inspeção vetorial de todos os imóveis: o tratamento dos

depósitos com à base de inseticida, viscerotomia e a vacinação em larga escala. (POLIGNANO, 2001; COSTA, 2016;).

Na década de 60 foi criada a Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM), que incorporou todas as ações realizadas pelo DENERu. No ano de 1967 confirmou-se a reintrodução do *Aedes* no Brasil pelo estado do Pará e em 1969 foi registrado no estado do Maranhão, o último foco do mosquito sendo considerado erradicado novamente do Brasil. Já na década de 70 em detrimento de falhas na vigilância epidemiológica, as decorrentes mudanças socioeconômicas vividas no país e o processo de urbanização desordenado e acelerado, o *Aedes aegypti* foi reintroduzido no estado do Rio de Janeiro e Rio Grande do Norte (LOWY I, 1990; DONALISIO, 1999; BRAGA, 2000). As campanhas realizadas pela SUCAM estavam apenas focadas no vetor e casos de Dengue não eram notificados. As ações para erradicação do *Aedes aegypti* estavam pautadas no Programa Nacional de Controle da Febre Amarela e Dengue (PNCD) e desde então o Ministério da Saúde vem implementando os programas de controle. Após o fim da SUCAM, a Fundação Nacional de Saúde foi criada na década de 90 incorporando os mesmos objetivos da SUCAM e passou também a ser responsável pela coordenação das as ações de controle da Dengue. No ano de 1996 o Ministério da Saúde criou o Plano de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEa), onde a preocupação se encontrava na febre hemorrágica que poderia levar a morte (BRAGA, 2000; FUNASA, 2002).

O PEa estava interligado com vários ministérios e foi dividido em nove componentes que hoje ainda fazem parte do Programa de Controle da Dengue, Zika, Chikungunha e Febre Amarela. Dentre os nove componentes estão: 1- As estratégias de campo no combate ao vetor. 2- Entomologia; 3- Vigilância dos portos e aeroportos; 4- Saneamento; 5- Educação em Saúde; 6- Vigilância Epidemiológica e sistema de informação; 7- Laboratórios de saúde pública e entomológicos; 8- desenvolvimento de recursos humanos; e 9- Legislação e suporte para o controle do *Aedes* (BRASIL, 2002; COSTA, 2016).

Para tais ações, iniciadas em 1997 o Governo Federal repassou recurso para todos os municípios que haviam notificações para a Dengue ou que apresentavam um índice elevado do *Aedes* que poderia levar a sua ocorrência. Entretanto a expansão e circulação do vírus e a introdução dos outros sorotipos, juntamente como outros fatores que vão desde a gestão municipal ineficiente e a não universalização das ações, até a insuficiência das técnicas de combate vetorial, fizeram o PEa não alcançar o êxito

esperado, mesmo havendo uma revisão no plano e priorizando apenas os municípios que estavam com altos índices de infestação pelo vetor (FUNASA, 2002; DA GLÓRIA TEXEIRA, 2002; SIQUEIRA, 2005).

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), a partir de 2001 desistiu do objetivo de erradicação do *Aedes* e passou a desenvolver ações para o controle do vetor e em 2002 implantou o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) que deu continuidade ao Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue (PIACD), que teve como objetivo de priorizar municípios que fossem das capitais dos estados brasileiros, possuir uma população de mais de 50.000 habitantes e ser receptivo a introdução de novos sorotipos da Dengue (FUNASA, 2002; SIQUEIRA, 2005; ZARA, 2016).

O PNCD veio na perspectiva de realizar mudanças nos modelos anteriores focalizando na elaboração de planejamento permanente, campanhas de informação e mobilização, visando o empoderamento da população quanto ao seu ambiente; a vigilância epidemiológica e entomológica; a integração da assistência (Atenção Primária à Saúde) com a vigilância, melhorias nas atividades de campo; a parceria com o poder público para a criação de instrumentos legais que pudessem facilitar o trabalho de campo na eliminação de criadouros em imóveis comerciais e abandonados; atuação com diversos setores (secretarias, companhia de saneamento básico, empresas) e a criação de instrumentos eficazes no monitoramento das ações desenvolvidas pelas três esferas governamentais no controle da Dengue como também, outras arboviroses. (FUNASA, 2002; PESSANHA, 2010; FIGUEIRÓ, 2010; ZARA, 2016).

5.0 PESQUISAS ENTOMOLÓGICAS PARA O *Aedes aegypti*

Pesquisa entomológica pode ser compreendida como a contínua observação das características biológicas e ecológicas dos insetos vetores e o nível da interação que há entre os hospedeiros humanos e os reservatórios animais, levando em consideração os fatores ambientais, que ofereçam conhecimento para a detecção precoce das mudanças no perfil epidemiológico, como também de transmissão das doenças. Outra finalidade da pesquisa entomológica é sinalizar medidas de prevenção e controle dos riscos, mediante a coleta sistemática de dados (GOMES, 2000).

5.1 Pesquisas de levantamento de Índices (LI)

A pesquisa entomológica consiste basicamente em detectar focos do *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e possui quatro metodologias distintas para o desenvolvimento das atividades. O levantamento de índice, pesquisa de pontos estratégicos, pesquisa em armadilhas e a pesquisa vetorial. O Levantamento de índice rápido (LI) consiste em conhecer o grau de infestação, dispersão e densidade vetorial de uma localidade sendo realizado de forma contínua, juntamente como o tratamento focal (LI+T). A coleta de larvas do *Aedes* deve ser realizada em todos os imóveis como foco do mosquito. Para se ter uma amostragem relacionadas ao LI e apresentar uma significância estatística é necessário delinear a pesquisa elegendo a unidade de infestação (o imóvel) e a unidade de dispersão (o quarteirão) (FUNASA, 2001).

Dentro dessa perspectiva de pesquisa entomológica, o Programa de Controle da Dengue, bem como para as outras arboviroses possui dois indicadores que também serão calculados por zona de trabalho; o índice de infestação predial e o índice de Breteau, onde cada grupo de aproximadamente 1.000 imóveis terão um índice de infestação de toda área a cada dois meses, independente da extensão da localidade. O levantamento amostral aplica-se a situação em que é necessário avaliar o impacto de medidas de controle vetorial, em áreas recém-infestadas, ou seja, somente os imóveis da amostra serão visitados e inspecionados (FUNASA, 2001).

5.2 Pesquisas em Pontos Estratégicos (PE)

A pesquisa em ponto estratégico é o local onde há grande concentração de depósitos preferenciais para o *Ae. aegypti*, sendo um local estrategicamente vulnerável à proliferação do vetor. Os pontos estratégicos devem ser identificados por visitas cadastrados e sempre atualizados (FUNASA, 2001).

5.3 Pesquisa em armadilhas

Geralmente são duas, as armadilhas utilizadas para a pesquisa entomológica do *Ae aegypti*, as ovitrampas e as larvitrampas. As ovitrampas são depósitos que possuem capacidade para 500 ml de água/enfusão, onde é colocada uma palheta de Eucatex, medindo 5,0 X 15 cm apresentando uma superfície rugosa (FIGURA 8). Essa palheta é

fixada a armadilha com um prendedor de roupas na posição vertical, com a superfície rugosa exposta, para que fique disponível para a postura dos ovos. A água/enfusão da ovitrampa deverá ser trocada quinzenalmente (FUNASA, 2001; GOMES, 2008).

A enfusão que é colocada nas armadilhas, trata-se de uma diluição de água com o líquido originado da fermentação do capim fresco (gramínea), acondicionada em um recipiente fechado por sete dias. Também será adicionada a essa enfusão/água, larvicida garantindo a não formação de criadouro do *Ae aegypti*. (FUNASA, 2001; GOMES, 2008)



Figura 8: Modelo de armadilha de oviposição (OVITRAMPA) para o *Aedes* spp. A) Vaso e infusão de gramínea e palhetas com etiquetas de identificação de ovitrampas. Fonte: Arquivo pessoal.

As larvitampas são armadilhas que são feitas de pneus usados, que são colocadas em locais consideradas porta de entrada do vetor adulto (aeroportos, portos, ferrovias, terminais rodoviários) (FIGURA 9). As larvitampas devem ser instaladas a uma altura de oitenta cm do chão e a água que é posta dentro dos pneus deverá ocupar apenas 2/3 da capacidade da mesma, de modo que fique espaço nas paredes da

larvitampas para a oviposição do *Ae aegypti*. A inspeção deverá ser semanal e deverá ser priorizada inicialmente a captura de mosquitos adultos e em seguida buscar as formas imaturas do vetor em um número de no máximo 10 dias (DE AZEVEDO MARQUES, 1993; FUNASA, 2001).



Figura 9: Modelo de armadilha de oviposição (LARVITRAMPA) para o *Aedes* Fonte: SMS, 2016.

6.0 O CONTROLE DO *Aedes aegypti* POR MEIO BIOLÓGICO, QUÍMICO E O MANEJO AMBIENTAL

O controle de vetores tem como papel primordial na saúde pública, prevenir a infecção mediante o bloqueio ou redução da transmissão de doenças. Para isso, é necessário minimizar os fatores de risco ambiental, realizar o manejo dos problemas existentes, como surtos, epidemias, alta mortalidade e alta morbidade e prevenir a re-introdução de doenças. Com essa finalidade é preciso contar com informações sobre o hospedeiro, a doença, o vetor e o ambiente e direcionar os recursos necessários para empregar em momento oportuno (BRASIL, 2009).

O controle de vetores de forma integrada, inclui vigilância, manejo ambiental, controle biológico e controle químico. O manejo ambiental compreende e lança mão de medidas que possam eliminar o vetor e seus respectivos focos, ou ainda, tenta impedir o contato do vetor com o homem, mediante a eliminação de seus criadouros e a instalação de telas em portas e janelas. O controle biológico de vetores transmissores de doenças, engloba vários predadores naturais, como peixes, que fazem de seu alimento as larvas e as pupas, bem como fungos, bactérias e parasitas, que apresentam potencialidades para

reduzir a população vetorial (ARAUJO, 2013; SUBRAMANIAN, 2015; NUNES, 2011; ROSE, 2001; LOIOLA, 2002; BRASIL, 2009; OPAS, 1995).

O controle químico de vetores pode ser de origem orgânica ou inorgânica e compreende hoje a metodologia mais adotada como manejo sustentável e integrado no que tange a Saúde Pública. O primeiro inseticida foi desenvolvido durante a Segunda Guerra Mundial, caracterizando-se como um organoclorado (diclo-difenil-tricloroetano (DDT)). Esse inseticida tinha a capacidade e a eficácia de permanecer ativo vários meses aonde fosse aplicado (tetos, casas, paredes). Outros compostos químicos compreendem o grupo dos organofosforados (malation, temefós), carbamatos (bendiocarb) ou piretróides (alfacipermetrina, deltametrina), atuando todos esses compostos, sobre o sistema nervoso central dos insetos e que também tem sido utilizado em larga escala na saúde pública no controle de vetores de diversos programas (BRAGA, 2000; BRASIL, 2009)

Outros inseticidas que vem sendo utilizado em larga escala na saúde pública são os reguladores de crescimento e os biológicos. Os inseticidas biológicos são compostos por bactérias entomopatogênicas que, uma vez a larva realizando a ingestão, o composto biológico irá interromper a alimentação da larva e levará a sua morte. Já os reguladores de crescimento atuam no desenvolvimento e reprodução dos inseticidas. Os inibidores de crescimento pertencem ao grupo químico dos benzoil-fenil-uréias (BPU, inibidores da síntese da quitina), designado também análogos de hormônio juvenil ou hormônio natural dos insetos, ou seja, os BPU inibem a síntese da quitina, resultando no seu desenvolvimento cada vez o inseto inicia a muda (BRAGA, 2000; BRASIL, 2016).

7.0 USO DE GEOTECNOLOGIAS NO COMBATE AS ARBOVIROSES

O georreferenciamento é uma área da computação, que fornece dados espaciais, análises e cartas geográficas, que ajudam a criar banco de documentos cartográficos. No início do uso dessa área computacional de geoprocessamento, chamados SIG (Sistema de Informação Geográfica) eram necessários um grande aporte de recursos financeiros, para que esses dados fossem gerados. Com o avanço da tecnologia o surgimento de ferramentas e diversos aplicativos de georreferenciamento, as informações se tornaram acessíveis, independente de país, estado ou município e recursos computacionais existente em cada uma dessas localidades (NETO, 2014; NASCIMENTO, 2011).

No que se refere a saúde, o georreferenciamento vem sendo utilizado para o planejamento, monitoramento e avaliação em saúde, bem como descrevendo eventos de saúde e tem sido utilizado como uma metodologia importante na análise de riscos em saúde pública, relacionados ao meio ambiente e os determinantes sociais em saúde. A ferramenta proporciona a possibilidade de investigar os fatores determinantes de agravos, auxiliando na identificação e interdependência dos processos espaciais que refletem na sua conformação social, ambiental e epidemiológica (GEROLONOMO, 2000; MACHADO, 2009;).

O SIG detém a capacidade de acessar e integrar diversos níveis de informações vetoriais, dados de campo e endereço, sendo possível a apresentação dos dados em diferentes formas como: tabelas, gráficos e mapas temáticos. Juntamente com esses dados e as diferentes formas de apresentação o SIG possibilita o mapeamento e a exibição e a análise espacial para o processo de territorialização, enriquecendo o tipo de descrição e podendo fornecer informações importantes para a compreensão, previsão, prevenção de doenças e a avaliação do impacto das intervenções em saúde de uma população (; MEDRONHO, 2004; MULLER, 2010; NASCIMENTO, 2011).

Os SIG começaram a ser utilizados no Brasil na década de 80, porém apenas nos anos 90 que houve um maior interesse pela sua utilização, onde de forma concomitante aumentou a oferta por software e hardware no mercado e com preços acessíveis (MENEGUETTI, 1997; RODRIGUES, 1995). Com o geoprocessamento é possível identificar áreas vulneráveis, nas quais os problemas de saúde são constantes e ocorrem com maior frequência, gravidade e emergência, merecendo assim uma maior atenção por parte dos serviços de saúde e por permitir outras variáveis que estão diretamente ligadas aos fatores sociais, econômicos e ambientais que estão ligados a população, o geoprocessamento poderá de certa forma, contribuir para a pesquisa e possibilitar a análise da relação entre esses fatores e os riscos a saúde (BARCELLOS E BASTOS, 1996; MAYER, 1983; CHIESA, 2002).

Nesse contexto os SIGs, atrelado as informações possibilitam o conhecimento de áreas que estejam vulneráveis a transmissão de arboviroses, visto que as ações de vigilância em Saúde, o mapeamento dos casos, como também da infestação vetorial facilita o controle de forma efetiva e eficaz (SCANDAR, 2007).

8.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUIAR, D. B. Primeiro registro de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) em Roraima, Brasil. 2008. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/1916>. Acesso em: 23 Nov. 2017
2. ARAÚJO, A.P. The susceptibility of *Aedes aegypti* populations displaying temephos resistance to *Bacillus thuringiensis israelensis*: a basis for management. **Parasites & vectors**, v. 6, n. 1, p. 297, 2013.
3. AIKEN, W.D.; ANZINGER, J.J. Chikungunya Virus Infection and Acute Elevation of Serum Prostate-Specific Antigen. **Case reports in urology**, v. 2015, 2015.
4. ALBUQUERQUE, I.G. C. Chikungunya virus infection: report of the first case diagnosed in Rio de Janeiro, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 45, n. 1, p. 128-129, 2012.
5. ASSUMPCÃO, I.C. Taxonomia das espécies de *Culex (Microculex)* Theobald, 1907 (Diptera, Culicidae) e Chave de identificação para os machos que ocorrem em bromélias. 2012. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/27859>. Acesso em: 20 jan .2018
6. AZEVEDO, R. D. S. D. S., OLIVEIRA, C. S., & VASCONCELOS, P. F. D. C. (2015). Chikungunya risk for Brazil. **Revista de saúde pública**, 49, 1-6.
7. BARRETO, M.L.; TEIXEIRA, M.G.L.C. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. 2008. Disponível em: < <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/2795>> Acesso em: 25 Nov. 2017.
8. BRAGA, I.A.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. **Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 16, n. 2, p. 113-118, 2000.
9. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Dengue : diagnóstico e manejo clínico : adulto e criança [recurso eletrônico] / **Ministério da Saúde**, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. – 5. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, 2016. 58.
10. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Atenção Básica Chikungunya: Manejo Clínico/ **Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Secretaria de Atenção Básica**. – Brasília: Ministério da Saúde, 2017.
11. BRASIL. **Nota técnica SVS/MS**. Procedimentos a serem adotados para vigilância da febre do Zika Virus no Brasil, 2016.
12. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. Guia de Vigilância em Saúde / **Ministério da Saúde**, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. – 1. ed. atual. – Brasília : Ministério da Saúde, 2016.

13. BRASIL. Boletim epidemiológico – Volume 47 nº 03 – Monitoramento dos casos de Dengue, Febre do Chikungunha e febre pelo vírus Zika até a semana epidemiológica 52, 2015. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br> Acesso em 19 Nov 2017.
14. BRASIL. Boletim epidemiológico – Volume 48 nº 03 – Monitoramento dos casos de Dengue, Febre do Chikungunha e febre pelo vírus Zika até a semana epidemiológica 52, 2016. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br> Acesso em 19 Nov 2017.
15. BRASIL. Boletim epidemiológico – Volume 48 nº 03 – Monitoramento dos casos de Dengue, Febre do Chikungunha e febre pelo vírus Zika até a semana epidemiológica 52, 2017. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br> Acesso em 19 Nov 2017.
16. BRASIL, Informes especiais de Febre Amarela. Informe nº01/2017. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br> Acesso em 19 Nov 2017.
17. CABRAL, Sávio da Silva et al. Atividade larvicida do extrato bruto de *Swinglea glutinosa* evidenciada pelas alterações morfohistológicas em larvas de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). 2015. Disponível em: < <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/4971>> Acesso em 25 Nov. 2017.
18. CONSOLI, R. AGB; OLIVEIRA, R. L. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. **Editora Fiocruz**, 1994.
19. CLARO, L. B.; TOMASSINI, H. C.; ROSA, M. L. Prevenção e controle do dengue: uma revisão de estudos sobre conhecimentos, crenças e práticas da população. **Cadernos de saúde pública**, v. 20, n. 6, p. 1447-57, 2004.
20. CHIARAVALLIOTI N. F. Controle do vetor do dengue e participação da comunidade em Catanduva, São Paulo, Brasil. **CadSaude Pública**, p. 1739-1749, 2003.
21. COSTA, Eunice Rodrigues da. Avaliação das ações executadas do Programa de Prevenção e Controle da Dengue em Riacho Fundo II, Região Administrativa do Distrito Federal. Disponível em: < <http://bdm.unb.br/handle/10483/11968>> Acesso em: 26 Nov. 2017
22. CASTRO, M.G. Dengue virus detection by using reverse transcription-polymerase chain reaction in saliva and progeny of experimentally infected *Aedes albopictus* from Brazil. **Memorias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 99, n. 8, p. 809-814, 2004.
23. CHAVES F. J. I. G. Revisão da literatura: a relação entre Zika Vírus e Síndrome de Guillain-Barré. **Revista Ciência e Estudos Acadêmicos de Medicina**, v. 1, n. 05, 2016.
24. COSTA, Z.G. A. Evolução histórica da vigilância epidemiológica e do controle da febre amarela no Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 2, n. 1, p. 11-26, 2011.
25. CAVALCANTE, K. R. L. J.; TAUIL, P.L. Características epidemiológicas da febre amarela no Brasil, 2000-2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 1, p. 11-20, 2016.
26. DOS SANTOS, S. L. PERCEPÇÃO SOBRE O CONTROLE DA DENGUE: UMA ANÁLISE A PARTIR DO DISCURSO COLETIVO. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**-ISSN: 2238-8052, v. 4, n. 2, p. 115-130, 2015.

27. DE AZEVEDO MARQUES, C. C. Estudo comparativo de eficácia de larvitrapas e ovitrapas para vigilância de vetores de dengue e febre amarela. **Revista de Saúde Pública**, v. 27, n. 4, p. 237-241, 1993.
28. DE FREITAS BARATA, E. A.M; DA COSTA, A, A. I.P.; CHIARAVALLI, F. População de *Aedes aegypti* (L.) em área endêmica de dengue, Sudeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 35, n. 3, p. 237-42, 2001.
29. DONALISIO, M. R. O dengue no espaço habitado. Hucitec, 1999.
30. DA GLÓRIA TEIXEIRA, M. Dengue in Brazil: Situation-2001 and trends. **Dengue Bulletin**, v. 26, p. 70-76, 2002.
31. DA COSTA VASCONCELOS, P.F. Febre amarela. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, n. 2, p. 275-293, 2003.
32. DE FEBRE AMARELA, Grupo. Febre amarela silvestre: reemergência de transmissão no estado de São Paulo, Brasil, 2009. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 5, p. 881-889, 2013.
33. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE; FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Dengue-Instruções para pessoal de combate ao vetor: **Manual de normas técnicas**. 2001.
34. FRANCO, O. História da febre-amarela no Brasil. In: História da febre-amarela no Brasil. Brasil. **Divisão de Cooperação e Divulgação**, 1976.
35. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (BRASIL). Programa Nacional de Controle da Dengue-PNCD: instituído em 24 de julho de 2002. **Fundação Nacional de Saúde**, 2002.
36. FIGUEIRÓ, A.C. Análise da lógica de intervenção do Programa Nacional de Controle da Dengue. **Rev. bras. Saúde materno infantil**, p. s93-s106, 2010.
37. FORATTINI, O.P. Identificação de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 20, n. 3, p. 244-245, 1986.
38. GOMES, A.C. Estimativa da infestação predial por *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) por meio da armadilha Adultrap. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 17, n. 4, p. 293-300, 2008.
39. GOMES, A.C.. Vigilância entomológica. **Informe epidemiológico do SUS**, v. 11, n. 2, p. 79-90, 2002.
40. GOIAS. **NOTA TÉCNICA nº 01/2014** – GVEDT/SUVISA/SES-GO. Orientações sobre a nova classificação dos casos de dengue de acordo com informações preliminares do Ministério da Saúde. 2014..
41. GARCEZ, P.P. Zika virus impairs growth in human neurospheres and brain organoids. **Science**, v. 352, n. 6287, p. 816-818, 2016.
42. HARBACH, R.E. The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. **Zootaxa**, v. 1668, n. 1, p. 591-538, 2007.

43. HONÓRIO, N.A. Chikungunya: an arbovirus infection in the process of establishment and expansion in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, n. 5, p. 906-908, 2015.
44. HENNESSEY, M.; FISCHER, M.; STAPLES, J. E. Zika virus spreads to new areas region of the Americas, May 2015–January 2016. **American Journal of Transplantation**, v. 16, n. 3, p. 1031-1034, 2016.
45. HERLING, J.D. Infecção por Zika Vírus e nascimento de crianças com microcefalia: revisão de literatura. **Revista Ciência e Estudos Acadêmicos de Medicina**, v. 1, n. 05, 2016.
46. HENRIQUES, C.M.P.; DUARTE, E.; GARCIA, L. P.. Desafios para o enfrentamento da epidemia de microcefalia. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 1, p. 7-10, 2016
47. IOOS, S. Current Zika virus epidemiology and recent epidemics. **Medecine et maladies infectieuses**, v. 44, n. 7, p. 302-307, 2014.
48. LAGROTTA, M.T. F. Geoprocessamento de indicadores entomológicos na identificação de áreas, imóveis e recipientes (chaves) no controle do *Aedes aegypti*. 2006. Disponível em: < <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4831>> Acesso em: 30 Nov. 2017
49. LENZI, M. F.; COURA, L. C. Dengue prevention: focus on information. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 37, n. 4, p. 343-350, 2004.
50. LÖWY, I. Yellow fever in Rio de Janeiro and the Pasteur Institute mission (1901–1905): the transfer of science to the periphery. **Medical history**, v. 34, n. 02, p. 144-163, 1990.
51. LOIOLA, C. C. P.; SILVA, C.J.M da; TAUIL, P.L.. Controle da malária no Brasil: 1965 a 2001. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 11, n. 4, p. 235-44, 2002.
52. LAM, S. K. et al. Chikungunya infection an emerging disease in Malaysia. 2001.
53. LUZ, K.G.; SANTOS, G.I.V.; VIEIRA, R.M. Febre pelo vírus Zika. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 4, p. 785-788, 2015.
54. MAMANI, E. New serotype 5 of dengue virus: need to strengthen the molecular surveillance in Peru. **Revista peruana de medicina experimental y salud publica**, v. 31, n. 1, p. 169-180, 2014.
55. MUSSO, D.; NILLES, E. J.; CAO-LORMEAU, V.-M. Rapid spread of emerging Zika virus in the Pacific area. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 20, n. 10, p. O595-O596, 2014.
56. MUSSO, D. Potential sexual transmission of Zika virus. **Emerg Infect Dis**, v. 21, n. 2, p. 359-61, 2015.

57. MUTEBI, J. Phylogenetic and evolutionary relationships among yellow fever virus isolates in Africa. **Journal of virology**, v. 75, n. 15, p. 6999-7008, 2001.
58. MÜLLER, E.P.L.; CUBAS, M.R.; BASTOS, L.C. Georreferenciamento como instrumento de estágio em unidade de saúde da família. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 63, n. 6, 2010.
59. MACHADO, J.P.; OLIVEIRA, R. M.; SOUZA-SANTOS, R.. Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil Spatial analysis of dengue occurrence and living conditions in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 5, p. 1025-1034, 2009.
60. MEDRONHO, R. de A.; PEREZ, M. A. Distribuição das doenças no espaço e no tempo. Medronho RA, organizador. **Epidemiologia**. São Paulo: Atheneu, p. 57-71, 2002.
61. MLAKAR, J.. Zika virus associated with microcephaly. **N Engl J Med**, v. 2016, n. 374, p. 951-958, 2016.
62. NATAL, D.. Bioecologia do *Aedes aegypti*. **Biológico**, v. 64, n. 2, p. 205-207, 2002.
63. NUNES, M.L. Microcephaly and Zika virus: a clinical and epidemiological analysis of the current outbreak in Brazil. **Jornal de Pediatria** (Versão em Português), v. 92, n. 3, p. 230-240, 2016.
64. NASCIMENTO, M.C. Geoepidemiologia da dengue no município de Alfenas, MG. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/17/17139/tde-01112011-154254/en.php>> Acesso em: 12 Dez. 2017
65. NETO, V.C. Desenvolvimento e integração de mapas dinâmicos georreferenciados para o gerenciamento e vigilância em saúde. **Journal of health informatics**, v. 6, n. 1, 2014.
66. NUNES LIMA-CAMARA, T. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 50, 2016.
67. NUNES, L. D. S., TRINDADE, R. R., & SOUTO, R. N. (2011). Avaliação da atratividade de ovitrampas a *Aedes (Stegomyia) aegypti* Linneus (Diptera: Culicidae) no bairro Hospitalidade, Santana, Amapá. **Biota Amazônia**, 1(1), 26-31.
68. ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD; PAN AMERICAN SANITARY BUREAU; PAN AMERICAN SANITARY BUREAU STAFF. Dengue y dengue hemorrágico em las Américas: guías para su prevención y control. Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, 1995.
69. OEHLER, E. Zika virus infection complicated by Guillain-Barre syndrome--case report, French Polynesia, December 2013. **Euro Surveill**, v. 19, n. 9, p. 20720, 2014.

70. OLIVEIRA MELO, A. S. et al. Zika virus intrauterine infection causes fetal brain abnormality and microcephaly: tip of the iceberg. **Ultrasound in Obstetrics & Gynecology**, v. 47, n. 1, p. 6-7, 2016.
71. POLIGNANO, M.V. História das políticas de saúde no Brasil: uma pequena revisão. **Cadernos do Internato Rural-Faculdade de Medicina/UFMG**, v. 35, p. 01-35, 2001.
72. PESSANHA, J.E.M. Avaliação do Plano Nacional de Controle da Dengue Evaluation of the Brazilian National Dengue Control Plan. **Cad. saúde pública**, v. 25, n. 7, p. 1637-1641, 2009.
73. PERNAMBUCO. Boletim epidemiológico Semana nº 53-2014 – Monitoramento dos casos de Dengue e Chikungunya, 2015.
74. PERNAMBUCO. Boletim epidemiológico Semana nº 53-2015 – Monitoramento dos casos de Dengue e Chikungunya, 2016.
75. PERNAMBUCO. Boletim epidemiológico Semana nº 40-2016 – Monitoramento dos casos de Dengue e Chikungunya, 2017.
76. REBÊLO, J.M. M. Distribution of *Aedes aegypti* and dengue in the State of Maranhão, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 15, n. 3, p. 477-486, 1999.
77. RIBEIRO, M.; CMF, A.. Febre Amarela: estudo de um surto. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 42, n. 5, p. 523-531, 2009.
78. ROSE, R. I. Pesticides and public health: integrated methods of mosquito management. **Emerging infectious diseases**, v. 7, n. 1, p. 17, 2001.
79. RÍOS-VELÁSQUEZ, C. M., CODEÇO, C. T., HONÓRIO, N. A., SABROZA, P. S., MORESCO, M., CUNHA, I. C., & LUZ, S. L. (2007). Distribution of dengue vectors in neighborhoods with different urbanization types of Manaus, state of Amazonas, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 102(5), 617-623.
80. SILVA, L.J. O controle das endemias no Brasil e sua história. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 1, p. 44-47, 2003.
81. SIQUEIRA JR, J.B. Dengue and dengue hemorrhagic fever, Brazil, 1981-2002. **Emerg Infect Dis**, v. 11, n. 1, p. 48-53, 2005.
82. SILVA, B.D. Estudos taxonômicos de espécies do gênero *Culex* (Diptera: Culicidae) da região neotropical, utilizando a subunidade I do gene mitocondrial citocromo oxidase. 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6132/tde-28012010-105230/en.php>> Acesso em: 14 Nov de 2017.
83. SUBRAMANIAM, J. Eco-friendly control of malaria and arbovirus vectors using the mosquitofish *Gambusia affinis* and ultra-low dosages of Mimosopselengisynthesized silver nanoparticles: towards an integrative approach. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 24, p. 20067-20083, 2015.

84. SALVADOR, Felipe S.; FUJITA, D.M. Entry routes for Zika virus in Brazil after 2014 world cup: New possibilities. **Travel medicine and infectious disease**, v. 14, n. 1, p. 49-51, 2016.
85. SCHRAM, P.C.F. Zika virus e saúde pública. **Journal of Human Growth and Development**, v. 26, n. 1, p. 7-8, 2016.
86. TAUIL, P.L. Condições para a transmissão da febre do vírus chikungunya. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 4, p. 773-774, 2014.
87. TANG, H.. Zika virus infects human cortical neural progenitors and attenuates their growth. **Cells tem cell**, v. 18, n. 5, p. 587-590, 2016.
88. TEIXEIRA, M.G.; BARRETO, M. L.; GUERRA, Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. **Informe epidemiológico do SUS**, v. 8, n. 4, p. 5-33, 1999.
89. TAUIL, P.L. Urbanizationand dengue ecology. **Cadernos de saúde pública**, v. 17, p. S99-S102, 2001.
90. TAUIL, P.L. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 18, n. 3, p. 867-871, 2002.
91. VASCONCELOS, P.F.C. Doença pelo vírus Zika: um novo problema emergente nas Américas. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 6, n. 2, p. 9-10, 2014.
92. VENTURA, C.V. Zika virus in Brazil and macular atrophy in a child with microcephaly. **The Lancet**, v. 387, n. 10015, p. 228, 2016.
93. ZARA, A.L.S. Amâncio et al. Estratégias de controle do Aedes aegypti: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 2, p. 391-404, 2016.
94. WHO. VECTOR CONTROL. Methods for use by individuals and communities. 2015.

9.0 OBJETIVOS

9.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a distribuição espacial de *Ae. aegypti* no conhecimento de áreas vulneráveis para o controle vetorial e possibilidade de transmissão de arboviroses (Dengue, Zika e Chikungunya) no município de Agrestina, Pernambuco.

9.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- * Obter informações georreferenciadas do município de Agrestina;
- * Realizar coletas sistemáticas da forma imatura (Ovos) do *Aedes aegypti* através de armadilhas de oviposição (OVITRAMPAS), visando conhecer a população vetorial do município;
- * Avaliar os índices populacionais do *Aedes aegypti* em sua forma imatura (ovos) utilizando o índice de Positividade, Índice de densidade de ovos, Índices de densidade vetorial, através das ovitrampas;
- * Classificar as áreas do município em alto risco, alerta e baixo risco mediante os dados obtidos nas ovitrampas, utilizando um programa de georreferenciamento (QGIZ);
- * Propor medidas de controle da população vetorial para as áreas mais vulneráveis ao surgimento de casos de arboviroses.

10.0 ARTIGO

Spatial distribution of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in vulnerable areas to transmission of arboviruses

***Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in areas to transmission of arboviruses**

Abstract

Introduction: Amongst the arboviruses transmitted by culicids Dengue, Chikungunya and the Zika have been considered important threats to public health. Currently, the assessment of vulnerable areas for the transmission of arboviruses has been monitored through the use of oviposition traps. Therefore, the aim of this study was to evaluate the spatial distribution of *Aedes aegypti* in vulnerable areas for the transmission of arboviruses. **Methods:** From May 2016 to April 2017 ovitraps were installed twice per month in seven distinct points of the municipality of Agrestina, Pernambuco, Northeastern Brazil. The Ovitrap Positivity Entomologic Index (OPI), Eggs Density Index (EDI) and Vector Density Index (VDI) were calculated. The spatial distribution of *Ae. aegypti* was determined through analyses of Kernel density. **Results:** A total of 44.936 eggs were collected and the indexes of infestation (i.e., OPI, EDI and VDI) presented variations, ranging from controlled zones to risk zones. Relative air humidity was the factor that significantly contributed for the vectorial infestations and the thematic maps signaled the putative areas of major transmission for arboviruses. **Conclusions:** The oviposition traps, the analysis of climatic factors, the use of entomologic indexes and the application of georeferencing tools might be considered good strategies for monitoring vulnerable areas for the transmission of arboviruses.

Keywords: Culicids. Ovitrap. Dengue. Chikungunya. Zika.

INTRODUCTION

Culicids are considered important vectors of many pathogens of medical and veterinary concern¹. Among these diptera, the species *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* have the ability to transmit many arboviruses such as Dengue, Chikungunya, Zika and Yellow Fever^{2,3,4,5}. It is known that Northeastern Brazil is traditionally endemic for many of these arboviruses, and recently several cases have been reported. For example, in 2017 the Brazilian Health Ministry (HM) registered an incidence mean rate of 151.3 cases per 100,000 inhabitants for Dengue, 249.6 for Chikungunya and 9.3 for Zika in the Northeastern region. On the other hand, in the same period the state of Pernambuco reported incidence rates of 95.5 cases per 100,000 inhabitants for Dengue, 20.8 for Chikungunya and 0.4 for Zika⁶.

The increase in the number of cases of arboviruses is related to the vector population. In fact, it is well known that socioeconomic factors such as uncoordinated urbanization, lack of basic sanitation, irregular distribution of water, incorrect management of garbage and climatic conditions have favored the reproduction and dispersion of these vectors^{7,8,9}.

In Brazil, the HM has proposed many strategies for monitoring the distribution of *Ae. aegypti*. For instance, the Building Infestation Index (BII) which identifies the larval amount per visited domicile, and the Breteau Index (BI) which identifies the main types of createurs in the visited domiciles, help to determine the situation of a specific area. Furthermore, other methods of entomological research based on ovitraps have been used to determine the dispersion, density and seasonality of *Ae. aegypti*^{10,11}.

Currently, georeferencing techniques have been widely employed worldwide to predict the dispersion of vectors¹². The georeference information system (GIS) contributes with spatial analysis, providing important data for the understanding of the

occurrence of the diseases, as well as for the development of measures of prevention^{11,13}.

In recent years, an increase in the number of cases of arboviruses has been observed throughout Brazil. In particular, in the municipality of Agrestina, located in the state of Pernambuco, an increase of these viruses of about 90% was observed from 2014 to 2016. Therefore, the aim of the present study was to evaluate the spatial distribution of *Ae. aegypti* in vulnerable areas for the transmission of arboviruses.

MATERIAL AND METHODS

Study area

The study was conducted from May 2016 to April 2017 in the municipality of Agrestina (latitude 08°27'29" South and longitude 35°56'41" West), Pernambuco, Northeastern Brazil. The municipality has a population of 22.679 inhabitants and a territorial extension of 200,581 Km²¹⁴. The annual average temperature, relative humidity and rainfall are of 24.3°C, 83.7% and 4.5mm, respectively. The municipality has seven districts, from which samples were collected. These points will be referred to in the text from now on as Point 1 (P1) to Point 7 (P7) (**Figure 1**).

Climatic data of temperature, relative humidity and rainfall were obtained from the database by the Agronomic Institute of Pernambuco [*Instituto Agrônômico de Pernambuco* (IPA)] and the Pernambuco Agency for Water and Climate [*Agência Pernambucana de Águas e Clima* (APAC)].

Installation of ovitraps and collection of culicid eggs

The ovitraps (black plastic vials containing 300 mL of water and a rough wooden palette (15 x 5 cm) partially submerged) were installed in the peridomicile at 1.00 to 1.50 m from the ground. In each collection point, five traps were installed,

totaling 35 for collection (**Figure 1**). All ovitraps were georeferenced through the satellite remote sensing Global Positioning System (GPS) Garmin Etrex20. Each ovitrap was replaced every 15 days for a period of 12 months, corresponding to six cycles of entomological investigation according to the National Dengue Control Program [*Programa Nacional de Controle da Dengue*]¹⁵. After collection, palettes were placed in plastic boxes (50 x 50 cm) and maintained at room temperature for 24 hours until drying.

Egg count and identification of culicids

Eggs were quantified and their viability evaluated using a stereomicroscope. Afterwards, palettes were submerged in plastic vials (30 x 40 x 10 cm) containing tap water and maintained at 28 °C until larvae hatching. Third-stage larvae (L3) were fixed in 70% alcohol and identified using dichotomy keys¹⁶.

Entomological indexes

The entomological indexes were obtained through the Ovitrap Positivity Entomologic Index (OPI), Eggs Density Index (EDI) and Vector Density Index (VDI). All parameters described above were calculated based on the National Dengue Control Program [*Programa Nacional de Controle da Dengue*]¹⁵.

According to the values obtained for OPI, EDI and VDI, the areas were classified as: i) Risk zone: $OPI \geq 60\%$, $EDI > 60$ eggs and $VDI > 40$ eggs; ii) Alert zone: OPI from 41 to 60%, EDI from 41 to 60 eggs and VDI from 21 to 40 eggs; and iii): Control zone: $OPI \leq 40\%$, $EDI \leq 40$ eggs and $VDI \leq 20$ eggs¹⁵.

Data analysis

Data was analyzed through descriptive statistics where absolute and relative frequencies were obtained. Then, the Lilliefors test was used to verify the normality of the data. In addition, the Chi-square test (χ^2) with Yates correction was used to compare the number of eggs per cycle at different collection points. The number of eggs per cycle and climatic variables were assessed by the Pearson correlation coefficient. The significance level was set at 5%. All analyses were performed using the statistical software BioEstat software version 5.3¹⁷.

Spatial analysis

The address of each collection point was manually geocoded using QGIS version 2.8. The kernel density estimation (KDE) is a smoothing and interpolating technique for generalizing point location for the whole study area. KDE is a simple alternative to analyze focal patterns, in which the outputs are easily readable and understood¹⁸. For the study, an adaptive bandwidth was used and the adaptive kernel was chosen because the distribution of the domiciles in the study area was not homogeneous. The results were plotted using QGIS software.

RESULTS

A total of 44,936 culicid eggs were collected during the whole study period, at all collection points and from all ovitraps. *Ae. aegypti* was the only species herein identified, and among all collected eggs 55.44% (24897/ 44936) were considered viable.

No statistical difference was observed regarding the number of eggs obtained at each collection point ($\chi^2 = 263.108$; $p = 0.0000$). It is important to note that a minimum of 4,056 eggs (at P3) and maximum of 8,583 eggs (at P6) were observed.

A high number of eggs were obtained in May (third cycle) and in August 2016 (fourth cycle) with 13,999 and 15,046 eggs, respectively ($\chi^2 = 128.521$; $p = 0.0000$). Conversely, in November 2016 (sixth cycle) and February 2017 (first cycle) a low number of eggs were detected with 2,429 and 2,685 eggs, respectively ($\chi^2 = 166.818$; $p = 0.0000$) (**Figure 2**).

Interestingly, from May (87.7%) to August 2016 (89.7%) high levels of relative air humidity (RH) were detected. This parameter strongly influenced the number of eggs during the study ($r = 0.9933$; $p = 0.0000$). Conversely, a weak correlation was observed between the oviposition and rainfall ($r = 0.4371$; $p = 0.3860$). It is important to highlight that a negative and strong correlation ($r = -0.9010$; $p = 0.0142$) was observed between the temperature and the oviposition during the period from July to August 2016 (22.6°C; fourth cycle) (**Figure 2**).

The entomological indexes (OPI, EDI and VDI) demonstrated a spatial and temporal distribution of infestation by *Ae. aegypti*. In all cycles of the study the classification of collection points varied from control to risk zones (**Table 1**). According to the OPI, all points were classified from alert zone to risk zone, except P7 which remained a risk zone during the whole study period. In the sixth cycle, a reduction of oviposition was observed. Coincidentally, during this cycle P1, P2, P3, P4 and P6 were classified as alert zones. It is important to highlight that according to IDO, P1 and P5 were classified as control zones, and that according to IDV, P1 and P4, were classified as control zones, in the sixth and seventh cycles, respectively (**Table 1**).

The kernel map (**Figure 3**) showed a heterogeneous spatial distribution of *Ae. aegypti* in the municipality of Agrestina, with hotspots occurring from May to October 2016 (third to fifth cycles) and January to February 2017 (first cycle). A reduction of

eggs density was observed during the study, as well as the dispersion and high concentration of eggs at P7, during March and April 2017 (second cycle) (**Figure 3**).

DISCUSSION

The results obtained in this study highlight the presence of *Ae. aegypti* in the whole urban territory of the municipality of Agrestina, state of Pernambuco, Northeastern Brazil. The exclusivity of this species in the area may be related to its predilection for domestic and urban environments, which presents many similarities with the *Ae. albopictus* species regarding adaptation to the domestic environments as well as to the urban. A study performed in the state of Rio de Janeiro evaluated the frequency of culicid species in different environments, and observed that *Ae. aegypti* is the most frequent species observed in urban areas¹⁹.

The predominance of eggs in P2, P4 and P6 at the third and fourth cycles of 2016, is most likely related to the high population density of this area, as well as to the lack of basic sanitation, which is a common problem in Brazilian urban areas. A study performed in the municipality of Caxias demonstrated that localities with increasing human population process, associated with the intense environmental impact due to the destruction of vegetation and house construction leads to the dispersion of pathogens transmitted by mosquitoes²⁰. In addition, the presence of several culicid creators due to the absence of regular water supply in these areas has contributed to the spreading of these vectors. Interestingly, at the third and fourth cycles of 2016 a higher oviposition was observed. This period overlaps a time period in which high relative humidity was registered (**Figure 2**).

After comparing the number of eggs captured in the ovitraps according to the climatic factors registered during all cycles of the study, the results showed that RH is

directly related to the increase in the number of eggs. This finding corroborates with a study performed in Nepal, in which authors reported that high relative humidity contributes for the hatching of these eggs. In addition, the same study found that temperature, relative humidity and rainfall affected significantly the abundance of *Ae. aegypti* population²¹.

The entomologic indexes OPI, EDI and VDI demonstrated that many areas of the municipality were at risk. This finding has been very frequent in Brazilian urban areas where high population density, as well as the absence of basic sanitation and incorrect garbage disposal contributes to *Ae. aegypti* dispersion^{22,23}. The oviposition traps demonstrated sensitivity to capture culicid eggs and consequently to detect areas of higher vulnerability for the transmission of arboviruses. The methods used in this study, ovitraps, entomologic indexes, the correlation of climatic factors and georeferencing, show that for the effective control of the *Ae. aegypti* it is necessary to implement and monitor these tools, in association with better actions in health education.

This study demonstrated that the municipality of Agrestina presents several vulnerable areas for the presence of foci of *Ae. aegypti*. Moreover, it showed that ovitraps associated with georeferenced tools should be more frequently used to assess vector dispersion in a given area, to contribute to the development of preventive measures against culicid vectors.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the *Secretaria Municipal de Saúde de Agrestina*, *IV Gerência Regional de Saúde* and *Secretaria Estadual de Saúde* for supporting this study.

REFERENCES

1. Fernandez LD, Sarría VM, Rodrigues JP, Camejo MR. Presencia de la familia Culicidae em la enclave turístico de Santa Lucia, Camaguey y su relación con enfermedades de importancia médico-veterinaria. *AMC*. 2005;9(2):1-11.
2. Zara ALSA, Santos SM, Fernandes-Oliveira ES, Carvalho RG, Coelho GE. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. *Epidemiol Serv Saúde*. 2016;25(2):391-04.
3. Honório NA, Câmara DCP, Calvet GA, Brasil P. Chikungunya: an arbovirus infection in the process of establishment and expansion in Brazil. *Cad Saúde Pública*. 2015;31(5):906-8.
4. Augusto Filho F; Rocha WA, Faria RB. Eficácia da armadilha artesanal e comercial para captura de ovos e larvas de mosquitos do gênero *Aedes aegypti*. *Rev Espaço Transdisciplinar*. 2017;1(1):105-9.
5. Vasconcelos, PFC. Doença pelo vírus Zika: um novo problema emergente nas Américas? *Rev Pan-Amaz Saude*. 2014;6(2):9-10.
6. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância em Saúde. Boletim Epidemiológico. 2018;49(1):1-12.
7. Castro MG, Nogueira RMR, Schatzmayr HG, Miagostovich MP, Lourenço-de-Oliveira R. Dengue virus detection by using reverse transcription-polymerase chain reaction in saliva and progeny of experimentally infected *Aedes albopictus* from Brazil. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*. 2004;99(8):809-14.

8. Alecrim JS, Cotta A, Castro, JM. Relação entre as ações de prevenção da dengue e o impacto causado sobre os casos notificados no Município de Ipatinga entre os anos de 2009 e 2010. *J Health Sci.* 2016;18(3):286-90.
9. Santos EA, Merces MC, Carvalho BT. Fatores socioambientais e ocorrência dos casos de dengue em Guanambi-Bahia. *Rev Enferm UFSM.* 2015;5(3):486-96.
10. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Programa Nacional de Controle da Dengue: instituído em 24 de julho de 2002. Fundação Nacional de Saúde, 1th ed. Brasília: MS; 2002. 34p.
11. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue. Série A. Normas e Manuais Técnicos. 1th ed. Brasília: MS; 2009. 160p.
12. Medronho RA, Perez MA. Distribuição das doenças no espaço e no tempo. In: Medronho RA, Carvalho DM, Bloch KV, Luiz RR, Werneck G. *Epidemiologia.* São Paulo: Atheneu; 2002. p. 57-71.
13. Müller EPL, Cubas MR, Bastos LC. Georreferenciamento como instrumento de gestão em unidade de saúde da família. *Rev. Bras. Enferm.* 2010;63(6):978-82.
14. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Demográfico. [updated 2017; cited 2018 July 2]. Available from: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/agrestina/panorama>.
15. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Diretoria Técnica de Gestão. Diagnóstico rápido nos Municípios para Vigilância Entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil - LIRAA. Metodologia para avaliação dos índices de Breteau e predial. Série A. Normas e Manuais Técnicos. 1th ed. Brasília: MS; 2005. 60p.

16. Consoli RAGB; Oliveira RL. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. 1th ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994. 228p.
17. Ayres M, Ayres Jr M, Ayres DL, Santos AL. BioEstat 2.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém, Sociedade Civil Mamirauá. Brasília: CNPq; 2000. 272p.
18. Regis LN, Acioli RV, Silveira Jr JC, Melo-Santos MAV, Souza WV, Ribeiro CMN et al. Sustained reduction of the dengue vector population resulting from an integrated control strategy applied in two Brazilian Cities. Plos one. 2013;8(7):1-12.
19. Lima-Camara TN, Honório NA, Lourenço-de-Oliveira R. Frequência e distribuição espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (DIPTERA, CULICIDAE) no Rio de Janeiro, Brasil. Cad. Saúde Pública. 2006;22(10):2079-84.
20. Bezerra JMT, Santana INS, Miranda JP, Tadei WP, Pinheiro VCS. Breeding sites of *Aedes aegypti* (LINNAEUS) (DIPTERA, CULICIDAE): study about the containers in dry and rainy seasons in dengue-endemic city. Rev. Pesq. Saúde. 2017;18(2):102-7.
21. Dhimal M, Gautam I, Joshi HD, O'Hara RB, Ahrens B, Kuch U. Risk factors for the presence of Chikungunya and dengue vectors (*Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*), their altitudinal distribution and climatic determinants of their abundance in Central Nepal. Plos Negl Trop. 2015;9(3):1-20.
22. Cortés JJC, Honório NA, Gibson G, Peiter PC. Determinantes sociais da distribuição espacial dos casos de dengue na faixa fronteira do Brasil. Esp. Geografia. 2015;18(3):611-38.

23. Martins MMF, Almeida AMFL, Fernandes NDR, Silva LS, Lima TB, Orrico AS, Ribeiro Junior HL. Análise dos aspectos epidemiológicos da dengue na microrregião de saúde de Salvador, Bahia, no período de 2007 a 2014. Rev. Esp. Saúde. 2015;16(4):64-73.

FIGURE 1 – Spatial distribution of collection points in Agrestina, Pernambuco, Brazil.

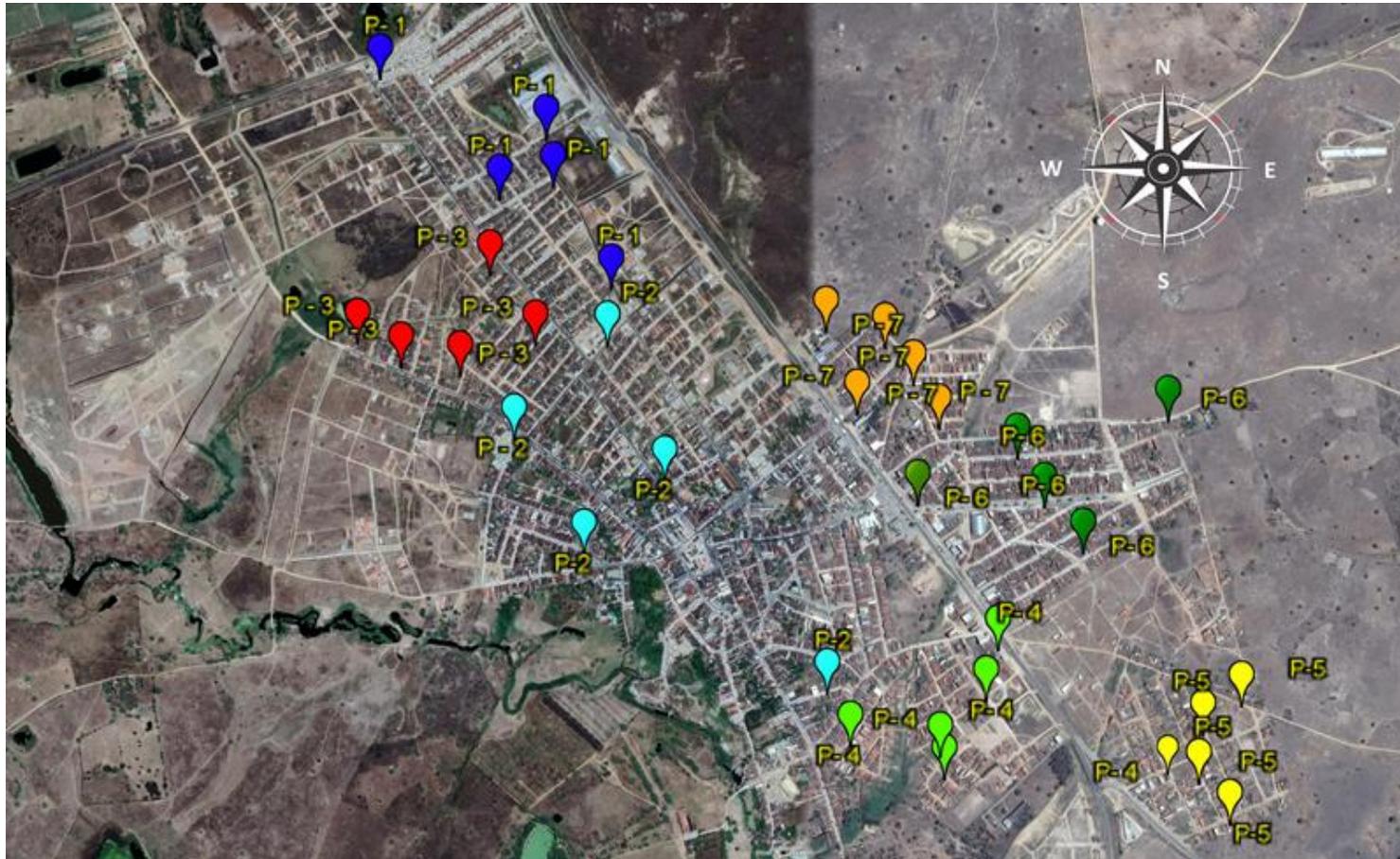


FIGURE 2 – Number of eggs collected per cycle in Agrestina, Pernambuco, Brazil and relative humidity observed

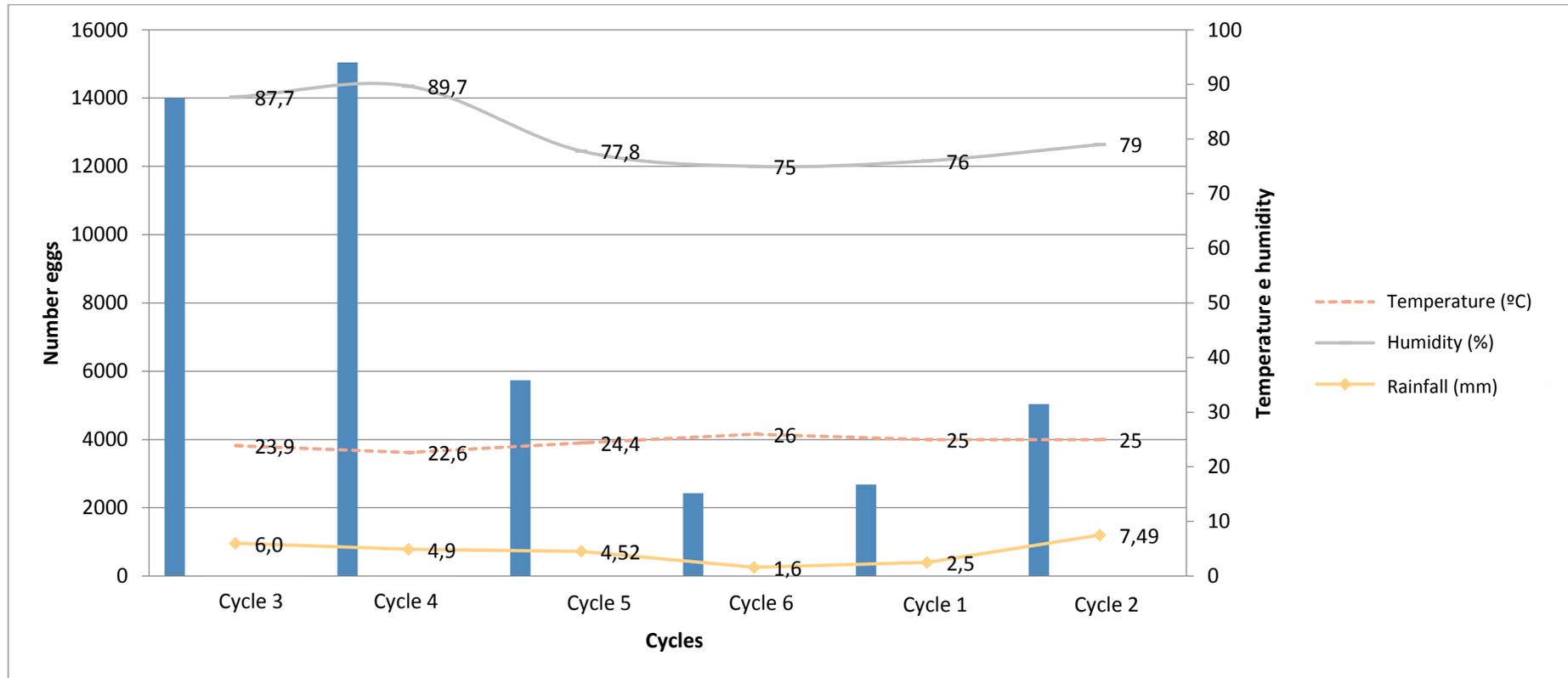


FIGURE 3 – Kernel estimation map of eggs in ovitrap in the municipality of Agrestina, Pernambuco, Brazil

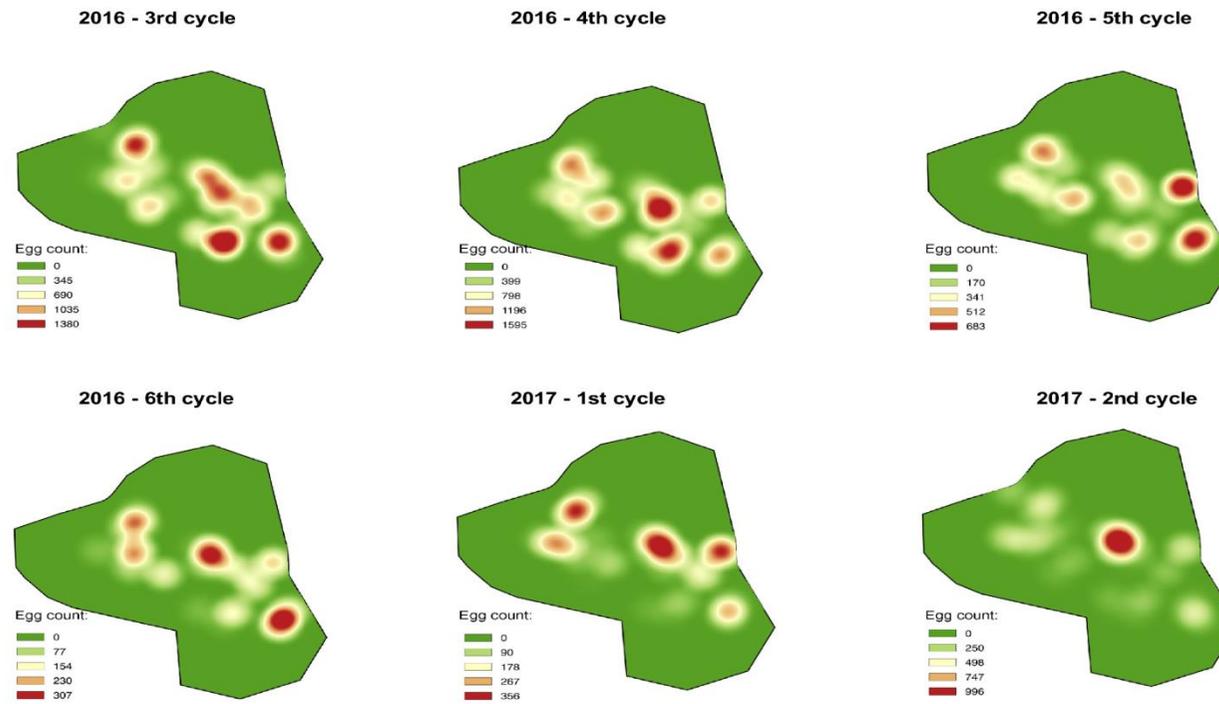


Table 1 – Entomological indexes obtained through ovitraps in different collection points in Agrestina, Pernambuco, Brazil.

Collection Points	CYCLE																	
	3º/2016			4º/2016			5º/2016			6º/2016			1º/2017			2º/2017		
	OPI%	EDI	VDI	OPI%	EDI	VDI	OPI%	EDI	VDI	OPI%	EDI	VDI	OPI%	EDI	VDI	OPI%	EDI	VDI
P1	100.0	98.8	98.8	80.0	133.2	106.6	80.0	48.9	39.2	60.0	31.7	19.0	55.0	38.2	21.0	60.0	62.0	37.0
P2	95.0	114.6	108.9	100.0	148.9	148.9	80.0	72.1	57.7	50.0	26.0	13.0	70.0	14.9	10.4	70.0	23.7	16.6
P3	90.0	55.8	50.2	80.0	71.1	56.9	70.0	35.3	24.7	55.0	26.5	14.6	70.0	27.4	19.2	70.0	53.1	37.2
P4	90.0	128.8	115.9	100.0	121.6	121.5	60.0	44.9	27.0	55.0	15.5	8.5	60.0	9.5	5.7	90.0	15.2	13.7
P5	100.0	91.4	91.4	100.0	79.8	79.8	75.0	58.7	44.0	70.0	35.8	25.0	50.0	28.0	14.0	50.0	48.9	24.5
P6	80.0	170.4	136.6	100.0	150.6	150.6	80.0	77.4	62.0	50.0	41.7	20.9	80.0	40.3	32.2	45.0	60.6	27.3
P7	100.0	90.9	90.9	100.0	88.1	88.1	85.0	38.2	32.5	85.0	28.2	24.0	70.0	45.2	31.6	90.0	106.5	95.9

11. CONCLUSÕES FINAIS

Há necessidade de fazer o controle do *Aedes aegypti* nas áreas vulneráveis de Agrestina-PE, visto que a transmissão das principais arboviroses (dengue, Zika, Chikunguya) ocorre por esse culicídeo vetor. O *Aedes aegypti* ao longo dos anos adquiriu capacidade de adaptação aos grandes centros urbanos, com forte influência do clima na área estudada (Umidade), da densidade demográfica, da produção e descarte de materiais descartáveis, o que favorece sua propagação geográfica.

12. APÊNDICE



Figura 1 Ovitrapas utilizadas na captura de Culicídeos no município de Agrestina, PE. Fonte: Efraim Naftali (2017)



Figura 2: Distribuição de ovitrapas nas localidades georreferenciadas no município de Agrestina, PE. Fonte: Efraim Naftali (2017)



Figura 3: Placas de Eucatex para oviposição, submersas em água dechlorada, para eclosão das larvas. Fonte: Efraim Naftali, 2017



Figura 4: Placas de Eucatex para oviposição, submersas em água dechlorada, para eclosão das larvas e cobertas com tecido, evitando oviposição no laboratório. Fonte: Efraim Naftali, 2017.



Figura 5: Contagem de ovos. Fonte: Efraim Naftali (2017)