## Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais - FCBA Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade - PPGECB

Distribuição espacial de infecção humana por Dengue, Chikungunya e Zika

Juliano Rosa do Nascimento

Dourados-MS Outubro de 2018 Universidade Federal da Grande Dourados Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade

Juliano Rosa do Nascimento

## DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE INFECÇÃO HUMANA POR DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.

Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Orientador: Prof. Dr. Wedson Desidério Fernandes Coorientadora: Profa. Dra. Magda Freitas Fernandes

> Dourados-MS Outubro de 2018

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

N244d Nascimento, Juliano Rosa Do

Distribuição espacial de infecção humana por Dengue, Chikungunya e Zika [recurso eletrônico] / Juliano Rosa Do Nascimento. -- 2018.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Prof. Dr. Wedson Desidério Fernandes.

Coorientadora: Profa. Dra. Magda Freitas Fernandes .

Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2018.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio

1. Aedes aegypti. 2. Arbovírus. 3. Endemias.. I. Fernandes, Prof. Dr. Wedson Desidério. II. Fernandes, Profa. Dra. Magda Freitas. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

## "DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE INFECÇÃO HUMANA POR DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA VÍRUS".

Por

#### JULIANO ROSA DO NASCIMENTO

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de MESTRE EM ENTOMOLOGIA É CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Dr. Wedson Desiderio Fernandes Orientador/Presidente - UFGD

> Dr. Josué Raizer Membro titular - UFGD

Dr. Paulo Silva de Almeida Membro titular - SES/MS

Dr.ª Magda Freitas Fernandes Membro titular - ETSUS Prof.ª Ena de Araújo Galvão

· ·

Aprovada em: 24 de outubro de 2018

## Biografia do Acadêmico

Juliano Rosa do Nascimento, nasci em 11 de outubro de 1989, na cidade de Dourados, Mato grosso do Sul, sou filho de Jacira Rosa do Nascimento. Concluí a pré-escola a 4ª série na Escola Municipal Franklin Luiz Azambuja de 1995 a 2001 e o ensino fundamental na Escola Estadual Vilmar Vieira Mattos de 2002 a 2005. Neste período fiz vários cursos técnicos de informática básica e avançada. Concluí o ensino médio na Escola Estadual Vilmar Vieira Mattos em 2008. Servi ao exército brasileiro de 2008 a 2016. Sou graduado em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário da Grande Dourados – UNIGRAN (2010 a 2014). Em 2016 ingressei no Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (PPGECB), Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). Além disso fiz os cursos: Operador de Processos Químicos Industriais (SENAI de 25/06/2012 a 08/10/2012); Taxidermia de Mamíferos, Aves, Peixes e Répteis (Polícia Militar Ambiental-MS, 2013). Fui monitor do Curso de Taxidermia de Mamíferos, Aves, Peixes e Répteis (Polícia Militar Ambiental-MS, 2014) e Instrutor de Taxidermia em Peixes (UNIGRAN, 2015).

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao Criador e meu Deus, que permitiu a minha existência e abençoou minha jornada até aqui.

À minha linda filha Isis por fazer parte da minha vida e tornando meus dias mais felizes e iluminados.

À dona Jacira minha mãe, que tanto lutou e batalhou para me dar educação e condições para um futuro melhor.

Aos meus amigos que sempre acreditaram em mim.

Em especial ao Prof. Dr. Wedson Desidério Fernandes e a Dra. Magda Freitas Fernandes por terem me aceitado e me orientado sabiamente neste curso de mestrado.

Ao prof. Dr. Josué Raizer pelas sugestões e colaboração na elaboração dos gráficos.

À Secretaria Municipal de Saúde de Dourados, MS, na pessoa do enfermeiro Devanildo Souza Santos, Coordenador do Núcleo de Vigilância Epidemiológica e à Maricelia da Silva Soares pelo esclarecimento das informações/dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação sobre dengue, chikungunya e zika.

À Bióloga Rosana Alexandre da Silva, Gerente do Centro de Controle de Zoonoses, Secretaria Municipal de Saúde de Dourados, MS, por estar sempre pronta a dirimir as dúvidas sobre as ações de controle vetorial.

Ao Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA), UFGD. Aos docentes, colegas discentes e secretários, Marcelo Cardoso e Vitor Cunha Gomes Sfeir, que sempre atenderam de prontidão e fizeram o possível para ajudar-me.

E, por fim, a todos que direta ou indiretamente colaboraram na realização deste projeto, os meus sinceros agradecimentos.

## Dedicatória

Dedico esta dissertação de mestrado à minha filha Ísis Machado do Nascimento e à minha mãe Jacira Rosa do Nascimento.

# SUMÁRIO

RESUMO	09
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1Histórico sobre Dengue, febre de Chikungunya e vírus Zika e seus vetores	13
2.1.1 Dengue	13
2.1.2 Febre de Chikungunya	15
2.1.3 Vírus Zika	16
2.1 Biologia dos vetores - Aedes aegypti e Aedes albopictus	17
2.2.1 Aedes aegypti	20
2.3 Controle vetorial	21
2.3.1 Monitoramento de infestação vetorial	26
3. MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1 Área de estudo	29
3.2 Levantamento das infecções humanas das três arboviroses e índices de infestação	١
de Ae. aegypti	29
3.4 Análise dos dados	30
4. RESULTADOS	31
4.1 Infecções humanas das três arboviroses	31
4.2 Índices de infestação de Ae. aegypti	32
4.2.1 Tipos de depósitos predominantes	33
4.3 Infecções humanas por dengue e o índice de infestação predial	35
4.4 Distribuição espacial das infecções por dengue	37
4.4.1 Número de infecções por dengue por semana epidemiológica	42
5. DISCUSSÃO	46
5.1 Infecções humanas das três arboviroses	46
5.2 Índices de infestação de Ae. aegypti	46
5.2.1 Tipos de depósitos predominantes	48
5.3 Infecções humanas por dengue e o índice de infestação predial	49
5.4 Distribuição espacial das infecções por dengue	49
5.4.1 Número de infecções por dengue por semana epidemiológica	49
6. CONCLUSÕES	51

^	
7. REFERÊNCIAS	52 56
/ . REFERENCIAS	52-50

#### **RESUMO**

Dengue, Chikungunya e Zika são agravos de transmissão vetorial, cuja ocorrência acompanha o início do período das chuvas no verão, que propiciam condições favoráveis para o aumento da densidade populacional de seus vetores, Aedes aegypti e Ae. albopictus. O objetivo desta pesquisa foi relacionar os níveis de incidência de infecção humana por dengue, chikungunya e zika em áreas com infestação por Ae. aegypti, na área urbana do município de Dourados, Mato Grosso do Sul, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2017. Para os anos pesquisados, o total por dengue foi de 4.025 casos confirmados; por chikungunya foram dois e por zika 14. Os índices de infecção humana por dengue foram maiores no período epidêmico nos quatro anos avaliados acompanhando o aumento dos índices de infestação do vetor Ae. aegypti no período das chuvas. A infecção humana por dengue foi maior no ano de 2015 e 2016 provocando duas epidemias consecutivas e ambas ocorreram com o índice de infestação de Ae. aegypti acima de 4%. No entanto, nos períodos interepidêmicos, as infecções por dengue não foram dependentes do índice de infestação predial. As duas subsequentes epidemias, provavelmente provocadas pela introdução do sorotipo 4, ocorreram independentemente de qualquer medida de controle e condições ambientais, explicadas pela dinâmica de circulação viral, com esgotamento de suscetíveis em 2017.

Palavras-chave: Aedes aegypti, Arbovírus, Endemias.

**ABSTRACT** 

Dengue, Chikungunya and Zika are vector-borne diseases which are common related to rainy

summer season as it is a favourable condition period for increasing their vectors population

density, Aedes aegypti and Ae. albopictus. The aim of this study was relate the incidence

levels of human infection by dengue, chikungunya and zika in an Ae. Aegypti infestation

areas, such as the urban area from the city of Dourados, Mato Grosso do Sul - Brazil, from

January 2014 to December 2017. Throughout those studied years, the total confirmed cases

were 4,025 by dengue, 02 by chikungunya and 14 by zika. Human infection rates by dengue

were higher at the epidemic peak along the four-year evaluation, following the increasing of

Ae. aegypti vector infested rate along the rain season. Human infection by dengue was higher

in 2005 and 2006, causing two consecutive epidemics with a higher rate of infection by Ae.

aegypti up to 4%. However, infections by dengue were not land infestation rate dependents

at interepidemic periods. The two subsequent epidemic, which may have been caused by

introducing serotype 4, occurred regardless any control measurement and/or environmental

condition, which are explained by viral circulation dynamic with depletion of susceptible in

2017.

Key-words: Aedes aegypti, Arboviruses, Endemic.

10

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil enfrenta, na atualidade, um complexo cenário epidemiológico, caracterizado pela circulação simultânea de três arboviroses de importância para a saúde pública, dengue, chikungunya e zika, transmitidas pelo *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus 1762), que atua como principal vetor dessas doenças (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994; NARDI et al., 2016).

Além das epidemias explosivas determinadas por esses três arbovírus, um crescente aumento de formas graves e atípicas tem sido observado. O acentuado aumento de casos de microcefalia levou o governo brasileiro a decretar situação de emergência em saúde pública de importância nacional e internacional (NARDI et al., 2016).

Durante o período não sazonal dessas doenças as equipes brasileiras do Sistema Único de Saúde (SUS) desenvolvem diversas atividades de rotina, que dão sustentação às ações aplicadas no plano de contingência em caso de epidemia. Entre as atividades de vigilância epidemiológica estão incluídas o monitoramento da ocorrência de casos, dos óbitos e da circulação viral. Em relação ao controle vetorial, as ações compreendem a assessoria técnica aos estados, a normatização técnica das ações de controle vetorial, a provisão e o estoque de insumos estratégicos; a consolidação dos dados entomológicos provenientes dos estados: distribuição espacial, nível de infestação e criadouros predominantes do vetor e o monitoramento da resistência do Ae. aegypti (BRASIL, 2015).

O *Ae. aegypti* por seu comportamento estritamente sinantrópico e antropofílico, reconhecido entre os culicídeos como a espécie mais associada ao ser humano, pica na maioria das vezes no intradomicílio, e suas investidas são dificilmente notadas, e quando se percebe, a fêmea alimentada já voou, e deixou no local da picada a reação às proteínas estranhas de sua saliva, na marca de um pequeno prurido (NATAL, 2002).

Em geral, é de consenso que as fêmeas de *Ae. aegypti* não alcançam grandes distâncias, o que quer dizer que uma fêmea não ultrapassará muito o quarteirão aonde ela iniciou suas atividades. O que significa que, embora possa circular com apreciável velocidade, não tenderá a sair do conjunto de quarteirões ou da cidade a não ser mediante o transporte passivo, como por automóveis, caminhões, ônibus, ou qualquer meio de transporte (FORATTINI, 2002).

No Brasil, a vigilância entomológica é feita, principalmente, a partir de coletas de larvas, para mensurar a densidade de *Ae. aegypti* em áreas urbanas. O controle vetorial consiste em vistoriar os depósitos de água e outros recipientes localizados nas residências e demais imóveis, como borracharias, ferros-velhos, cemitérios, etc, para cálculo dos índices de infestação predial (IIP) e por tipo de recipiente (BRAGA e VALLE, 2007); identificar áreas

de alta infestação do mosquito vetor e assim fornecer parâmetros para a indicação do risco de transmissão da doença em uma dada região (RAULINO e OLIVEIRA, 2011).

É importante ressaltar que a eliminação dos criadouros do mosquito é tarefa complexa na realidade brasileira, especialmente nas localidades onde as condições de moradia e do entorno são precárias; o saneamento é inadequado e a coleta de lixo é irregular ou ausente. A inexistência ou intermitência no abastecimento de água é outro fator que contribui para a proliferação do *Ae. aegypti* (NARDI et al., 2016). E as chuvas abundantes de verão e a temperatura elevada formam uma perigosa combinação que contribui para a explosão populacional do *Ae. aegypti* e a consequente transmissão de arbovírus (FAPESP, 2007).

Embora se conheça o comportamento antropofílico do *Ae. aegypti* e o hábitat natural de suas formas imaturas, pouco se faz no controle das formas adultas desse díptero, exceto quando da aplicação de inseticida de ação residual nos chamados pontos estratégicos, realizado quinzenalmente, e nos períodos de casos suspeitos de dengue ou quando há epidemia; pois as diretrizes do Programa Nacional de Controle de Dengue (PNCD) estão fundamentalmente direcionadas no controle das formas imaturas. Basicamente, a pesquisa larvária consiste na detecção de focos de formas imaturas de *Ae. aegypti*, gerando no final de dois meses os índices de infestações larvários.

Assim, diante das sucessivas epidemias de dengue ocorridas em Dourados, MS em anos anteriores, e recentemente a introdução de outras duas arboviroses, chikungunya e zika, a presente pesquisa procurou elucidar a relação de infecção humana dessas três arboviroses com o índice de infestação do *Ae. aegypti* e a pluviosidade, em períodos interepidêmicos e epidêmicos. Esperamos definir em que momento, a partir do aumento da densidade vetorial, iniciam as infecções humanas e, se realmente ocorrem após 4% como preconizado pelo Ministério da Saúde.

Portanto o objetivo desta pesquisa foi identificar se o índice de infestação predial por *Ae. aegytpi* teve relação com os níveis de incidência de infecção humana por dengue, chikungunya e zika, na área urbana do município de Dourados, Mato Grosso do Sul, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2017.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

#### 2.1 Histórico sobre Dengue, febre de Chikungunya e vírus Zika e seus vetores

#### **2.1.1 Dengue**

Dengue é uma doença infecciosa, transmitida por mosquitos culicídeos, tendo como agente etiológico o vírus dengue (DENV), um vírus RNA, pertencente ao gênero *Flavivirus*, da família *Flaviviridae*, do qual são conhecidos quatro sorotipos: 1, 2, 3 e 4 (WHO, 2018).

Os vírus são transmitidos por meio da picada do mosquito fêmea infectado das espécies Aedes aegypti e Aedes albopictus. No Brasil o Ae. aegypti é o único vetor do vírus dengue, estando amplamente presente em todos os estados da Federação. O Ae. albopictus, importante vetor da dengue na Ásia, está presente em muitos municípios do Brasil, mas ainda não existem evidências de seu envolvimento na transmissão da doença. A proliferação de mosquitos aliada à cocirculação dos quatro sorotipos permitiu que a dengue, inicialmente restrita a grandes centros urbanos, passasse a ocorrer em municípios de todos os portes populacionais, afetando populações de todas as faixas etárias (BRASIL, 2015, 2018a).

Ocorre e dissemina-se especialmente nos países tropicais e subtropicais onde as condições do meio ambiente favorecem o desenvolvimento e a proliferação do *Ae. aegypti* e do *Ae. albopictus*. Nos últimos 50 anos, a incidência elevou 30 vezes com aumento da expansão geográfica para novos países e na presente década, para pequenas cidades e áreas rurais. É estimado que 50 milhões de infecção por dengue ocorrem anualmente e que aproximadamente 2,5 bilhões de pessoas vivem em países onde a dengue é endêmica. Há referências de epidemias desde o século XIX no Brasil (BRASIL, 2018c).

No século passado, há relatos em 1916, em São Paulo e em 1923, em Niterói, Rio de Janeiro, sem diagnóstico laboratorial. A primeira epidemia, documentada clínica e laboratorialmente, ocorreu em 1981-1982, em Boa Vista-RR, causada pelos sorotipos 1 e 4. Em 1986, ocorreram epidemias, atingindo o Rio de Janeiro e algumas capitais da região Nordeste. Desde essa época, a dengue vem ocorrendo no Brasil de forma continuada, intercalando-se com a ocorrência de epidemias, geralmente associadas com a introdução de novos sorotipos em áreas anteriormente indenes ou alteração do sorotipo predominante. No período entre 2002 a 2011 a dengue se consolidou como um dos maiores desafios de saúde pública no Brasil. Nele, a epidemiologia da doença apresentou alterações importantes, destacando-se o maior número de casos e hospitalizações, com epidemias de grande

magnitude, o agravamento do processo de interiorização da transmissão, com registro de casos em municípios de diferentes portes populacionais e a ocorrência de casos graves acometendo pessoas em idades extremas (crianças e idosos). O processo de interiorização da transmissão já observado desde a segunda metade da década de 1990 manteve-se no período de 2002 a 2011. Aproximadamente 90% das epidemias ocorreram em municípios com até 500.000 mil habitantes, sendo que quase 50% delas em municípios com população menor que 100.000 mil habitantes. A dinâmica de circulação viral dessa década foi caracterizada pela circulação simultânea e com alternância no predomínio dos sorotipos virais 1, 2 e 3. No segundo semestre de 2010, ocorreu a introdução do sorotipo 4 a partir da região Norte, seguida por uma rápida dispersão para diversas unidades da Federação ao longo do primeiro semestre de 2011. A circulação simultânea dos quatro sorotipos vem determinando o cenário de hiperendemicidade da doença, responsável pelos altos níveis de transmissão atuais (BRASIL, 2018c).

A dinâmica de circulação viral se dá pela entrada de um sorotipo numa localidade com população humana suscetível a este sorotipo, que encontrando vetores em quantidade suficiente e condições ambientais favoráveis, pode iniciar uma epidemia. Com a formação da imunidade de grupo, ou diminuição dos vetores, ou alterações no ambiente, a transmissão viral pode ocorrer de forma endêmica, onde cada ciclo duraria em média de três a sete anos (TEIXEIRA et al., 1999). A magnitude das epidemias pode ser variável, com evolução em curto período, seguida de circulação endêmica ou delineando dois picos epidêmicos em anos consecutivos, e somente depois, se estabelece um período de baixa endemicidade de maior ou menor duração. Posteriormente, os padrões podem se repetir com a introdução de outro sorotipo do vírus em populações suscetíveis, em locais com grande densidade de população e com índices elevados de infestação pelo *Ae. aegypti* (TEIXEIRA et al., 1999). Os ciclos de baixa endemicidade são em grande parte, decorrentes da redução do número de suscetíveis na população ao sorotipo circulante (TEIXEIRA et al., 1999; ALMEIDA et al., 2008; RIOS, 2008); ou seja, por esgotamento de suscetíveis e redução sazonal da densidade vetorial, independente de qualquer medida de controle (PENNA, 2003).

A doença apresenta um comportamento sazonal no País, ocorrendo, principalmente, entre os meses de outubro a maio. Dessa forma, o monitoramento de indicadores epidemiológicos, entomológicos e operacionais pode detectar precocemente a vulnerabilidade para ocorrência da doença em determinado local. Sendo assim, recomenda-se que, a partir de outubro, esse monitoramento seja intensificado (BRASIL, 2015).

#### 2.1.2 Febre de Chikungunya

A febre de chikununya é uma arbovirose causada pelo vírus chikungunya (CHIKV), pertencente ao gênero *Alphavirus*, da família Togaviridae, tendo os mesmos vetores do DENV (BRASIL, 2014, 2017a).

Humanos servem como o principal reservatório do CHIKV durante períodos de epidemia. Durante períodos interepidêmicos, um número de vertebrados tem sido implicado como potenciais reservatórios, incluindo primatas não humanos, roedores, pássaros e outros pequenos mamíferos. Os mosquitos adquirem o vírus de um hospedeiro virêmico. Após um período de incubação médio de 10 dias, o mosquito torna-se capaz de transmitir o vírus a um hospedeiro suscetível tal como o ser humano. Em humanos picados por um mosquito infectado, os sintomas da doença tipicamente aparecem após um período de incubação intrínseco médio de 3-7 dias (intervalo de 1 a 12 dias). Todos os indivíduos não previamente expostos ao CHIKV (indivíduos suscetíveis) estão sob o risco de adquirir infecção e desenvolver a doença. Acredita-se que, uma vez exposto ao CHIKV, indivíduos desenvolverão uma imunidade duradoura que os protegerá contra uma nova infecção (BRASIL, 2014).

O nome chikungunya deriva de uma palavra em Makonde, língua falada por um grupo que vive no sudeste da Tanzânia e norte de Moçambique. Significa "aqueles que se dobram", descrevendo a aparência encurvada de pessoas que sofrem com a artralgia característica. O CHIKV foi isolado inicialmente na Tanzânia por volta de 1952. Desde então, há relatos de surtos em vários países do mundo. Nas Américas, em outubro de 2013, teve início uma grande epidemia de chikungunya em diversas ilhas do Caribe. Em comunidades afetadas recentemente, a característica marcante são epidemias com elevadas taxas de ataque, que variam de 38% a 63% (BRASIL, 2017a, 2018d).

No Brasil a transmissão autóctone foi confirmada no segundo semestre de 2014, primeiramente nos estados do Amapá e da Bahia (BRASIL, 2017a, 2018e). Atualmente todos os estados do País já registraram casos autóctones (BRASIL, 2018e).

Poucos estados vivenciaram epidemias por chikungunya, no entanto, a alta densidade do vetor, a presença de indivíduos suscetíveis e a intensa circulação de pessoas em áreas endêmicas contribuem para a possibilidade de epidemias em todas as regiões do Brasil (BRASIL, 2017a).

#### 2.1.3 Vírus Zika

A zika é doença causada por um vírus RNA, do gênero *Flavivirus*, o mesmo do dengue, e transmitido pelos mesmos vetores dos vírus dengue e chikungunya.

O vírus zika (ZIKV) foi isolado pela primeira vez em primatas não humanos em Uganda, na floresta zika em 1947. Entre 1951 a 2013, evidências sorológicas em humanos foram notificadas em países da África (Uganda, Tanzânia, Egito, República da África Central, Serra Leoa e Gabão), Ásia (Índia, Malásia, Filipinas, Tailândia, Vietnã e Indonésia) e Oceania (Micronésia e Polinésia Francesa). Nas Américas, o zika somente foi identificado na Ilha de Páscoa, território do Chile no Oceano Pacífico, distante 3.500 Km do continente, no início de 2014 (BRASIL, 2016c).

O zika é considerado endêmico (doença infecciosa que ocorre habitualmente e com incidência significativa em dada população e/ou região) no Leste e Oeste do continente africano. Evidências sorológicas em humanos sugerem que a partir de 1966 o vírus tenha se disseminado para o continente asiático. Até 2014 só havia registro de circulação esporádica na África (Nigéria, Tanzânia, Egito, África Central, Serra Leoa, Gabão, Senegal, Costa do Marfim, Camarões, Etiópia, Quenia, Somália e Burbina Faso), Ásia (Malásia, Índia, Paquistão, Filipinas, Tailância, Vietnã, Camboja, Indonésia) e Oceania (Micronésia, Polinésia Francesa, Nova Caledônia/França e Ilhas Cook). Casos importados de vírus zika foram descritos no Canadá, Alemanha, Itália, Japão, Estados Unidos e Austrália (BRASIL, 2016c).

Desde novembro de 2015, 18 países e territórios confirmaram a circulação autóctone do vírus zika além do Brasil: Barbados, Bolívia, Colômbia, Equador, El Salvador, Guatemala, Guiana, Guiana Francesa, Haiti, Honduras, Martinica, México, Panamá, Paraguai, Porto Rico, São Martinho, Suriname e Venezuela (BRASIL, 2016c).

O zika é uma doença viral aguda ainda pouco conhecida mundialmente, foi identificado pela primeira vez no Nordeste Brasileiro em maio de 2015 (BRASIL, 2016c, 2017a). Este vírus é endêmico no leste e oeste do continente Africano e há registro de circulação esporádica na África, Ásia e Oceania. Casos importados do vírus foram descritos no Canadá, Alemanha, Itália, Japão, Estados Unidos e Austrália (BRASIL, 2016c).

No entanto, a equipe do Instituto Evandro Chagas (IEC), com a colaboração de várias outras instituições, publicaram na revista *Science* sobre a dispersão e origem filogenética do ZIKV no Brasil com sete isolados desse vírus, e mostrou que diferente do que se pensava o vírus não foi introduzido em 2015, mas em 2013, possivelmente quando da realização da Copa das Confederações, um ano antes da Copa do Mundo de 2014, no Brasil. E que esse

tempo que o vírus passou despercebido dispersou-se silenciosamente pelo Nordeste, principalmente porque cerca de 80% das infecções foram assintomáticas ou oligossintomáticas. Mencionam a possível associação do ZIKV com a microcefalia com base no encontro do vírus nos tecidos cerebrais de um recém-nascido do Ceará que morreu logo após o nascimento e relata a análise pela primeira vez de sete genomas completos do ZIKV, genótipo asiático que circula no Brasil e foi (e ainda é) o responsável pela epidemia de zika e microcefalia no Novo Mundo (FARIA et al., 2016). Atualmente são conhecidas e descritas duas linhagens do zika, uma Africana e outra Asiática (BRASIL, 2018f).

Quem é infectado pelo zika costuma apresentar sintomas mais brandos do que do vírus dengue e do vírus da febre de chikungunya, caracterizados por erupções na pele que provocam coceira, além de febre intermitente, hiperemia conjuntival, dores musculares, dor nas articulações, dor de cabeça e edema periarticular. Os sintomas costumam desaparecer espontaneamente entre três a sete dias após o contágio. Entretanto, mesmo após este período, o vírus já foi encontrado no líquido amniótico dentro do útero de mulheres que foram infectadas (BRASIL, 2016c). O surgimento de pacientes com manifestação neurológica com história prévia de infecção viral tem sido registrado em estados com circulação do zika e circulação concomitante de dengue e/ou chikungunya, principalmente nos Estados da região Nordeste. manifestações neurológicas dos pacientes incluem As encefalites, meningoencefalite, mielite, Síndrome de Guillian-Barré-SGB, entre outras (BRASIL, 2018f).

No Brasil, em razão da situação epidemiológica, com circulação da dengue, chikungunya, a técnica diagnóstica mais utilizada é o RT-PCR. A técnica está implantada em 24 LACENs (Laboratório Central na capital dos estados) e nos Laboratórios de Referência Nacional. Recentemente, o Ministério da Saúde divulgou a realização do teste rápido para zika, e está em fase de aquisição testes sorológicos para detecção de anticorpos IgM e IgG. Estes testes estarão disponíveis em todas as unidades da Federação do país. O diagnóstico laboratorial específico deve ser utilizado preferencialmente para os grupos de risco conforme protocolo vigente (BRASIL, 2018g).

#### 2.2 Biologia dos vetores - Aedes aegypti e Aedes albopictus

Aedes aegypti e Aedes albopictus são mosquitos dípteros da Família Culicidae, tribo Culicinae, do gênero Aedes (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994), conhecidos como pernilongos, muriçocas ou carapanãs. Os adultos são alados, possuem pernas e antenas longas, enquanto as

fases imaturas (larvas e pupas) são aquáticas (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002).

Esses artrópodes durante o voo denunciam-se por sonoro zumbido produzido pelas asas (MARCONDES, 2011); cujo desenvolvimento pós-embrionário se faz por holometabolia, ou seja, metamorfose completa, apresentando quatro estágios biológicos distintos: ovo, larva (com quatro estádios) pupa e adulto, com dimorfismo sexual (macho e fêmea) (FORATTINI, 2002; MARCONDES, 2011).

Os *Stegomyia* adultos apresentam tórax enegrecido, frequentemente ornamentado com manchas, faixas ou desenhos de escamas claras, geralmente branco-prateadas. Os *Ae. aegypti* possuem o escudo ornamentado com duas faixas branca-prateadas no centro e linhas curvas branco-prateadas na periferia, formando desenho em forma de lira (A). E os *Ae. albopictus* no escudo uma faixa longitudinal de escamas branco-prateadas (uma única linha no centro) (B) (Figura 1). Tais ornamentações se prolongam até o escutelo, onde as escamas claras geralmente predominam. As pernas são de aspecto listrado, pois a maioria dos segmentos tarsais e muitas vezes o fêmur e a tíbia apresentam manchas brancas (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994).



**Figura 1.** Ornamentações no escudo dos *Stegomyia*. (A) Fêmea adulta de *Aedes aegypti*. (B) Fêmea adulta de *Aedes albopictus*. Fonte: Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), 2018.

Os *Aedes* do subgênero *Stegomyia* desenvolvem-se em criadouros do tipo recipiente, tanto naturais (buracos em árvore, bromélias, internódios de bambu) quanto artificiais

(representados por uma enorme variedade). Nesses locais, as posturas dos ovos são frequentemente realizadas nas paredes úmidas dos recipientes, pouco acima da superfície líquida, aonde, após rápido desenvolvimento embrionário, são capazes de se manter viáveis por longos períodos, mesmo em condições desfavoráveis de dessecação (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002).

As exigências ecológicas dos Culicidae variam conforme as espécies. Algumas se adaptam em hábitats muito diversificados e até em depredados por ação humana. Proliferam em variados criadouros antropogênicos no entorno domiciliar, e os mosquitos adultos coexistem domiciliados em hábitats estritamente humanos, a exemplo de *Ae. aegypti*. A longevidade de adultos depende de fatores genéticos de cada espécie, das condições ecológicas, das influências climáticas e da presença ou ausência de inimigos naturais. Normalmente, os machos têm vida limitada, poucos dias. As fêmeas têm vida mais longa para que possam procriar. A longevidade de fêmeas é também fator importante para a evolução dos patógenos veiculados, transmissores de doenças. Os vírus transmitidos por artrópodes são denominados arbovírus, estes são mantidos na natureza pela transmissão biológica via artrópodes hematófagos entre os hospedeiros vertebrados suscetíveis e por transmissão transovariana entre os próprios artrópodes (MARCONDES, 2011).

O *Ae. aegypti*, provavelmente o mais importante vetor em áreas urbanas e *Ae. albopictus*, provavelmente desempenhará um papel mais significativo em áreas temperadas e nas áreas onde está bem estabelecido. Ambos os mosquitos podem, potencialmente, transmitir o vírus dengue, chikungunya e zika em uma variedade de áreas geográficas do continente a partir da introdução de pessoas em viremia. Portanto, os esforços para o planejamento de controle de vetores devem concentrar-se na supressão de ambas as populações para evitar a possibilidade de estabelecimento das três arboviroses (BRASIL, 2014, 2015, 2017a); bem como a forma urbana da febre amarela, veiculada pelo *Ae. aegypti*, devido a sua elevada endofilia, antropofilia e suscetibilidade ao vírus da febre amarela (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994).

Existem algumas diferenças significativas entre Ae. aegypti e Ae. albopictus que devem ser consideradas no desenvolvimento de vigilância e de procedimento de controle vetorial. O Ae. aegypti está mais estreitamente associado com o ser humano e às suas casas, alimentando-se preferencialmente em seres humanos (estritamente antropofílico). E os espécimes adultos encontram-se geralmente, dentro dos domicílios e outros tipos de imóveis onde a presença humana é frequente nas cidades e hábitats das larvas são, frequentemente, recipientes localizados nesses mesmos ambientes ou ao seu redor. O Ae. albopictus se

alimenta também de humanos, mas pode utilizar uma gama mais ampla de hospedeiros. Normalmente seus ovos são depositados no peridomicílio, bem como em hábitat naturais ou modificados adjacentes. Algumas populações de *Ae. albopictus* demonstraram poder hibernar no estágio de ovo, portanto, podem ser capazes de ocupar regiões mais temperadas que *Ae. aegypti* (BRASIL, 2014).

#### 2.2.1 Aedes aegypti

Ae. aegypti é um mosquito doméstico, antropofílico, com atividade hematofágica diurna e utiliza preferencialmente recipientes artificiais de água limpa para colocar os seus ovos. Estes têm uma alta capacidade de resistir à dessecação, mantendo-se viáveis na ausência de água, bastando, depois disso, apenas o contato com a água para ocorrer à eclosão das larvas. A espécie tem mostrado uma grande capacidade de adaptação a diferentes situações ambientais consideradas desfavoráveis. Adultos já foram encontrados em altitudes elevadas e as formas imaturas em água poluída (FORATTINI, 2002; TAUIL, 2002). A escolha do local de oviposição é o principal fator responsável pela distribuição do mosquito nos criadouros e de maior importância na dispersão desse mosquito no ambiente antrópico (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002).

Os *Ae. aegypti* vivem preferencialmente dentro das casas ou perto delas. Sua convivência com o ser humano é favorecida pela utilização de recipientes artificiais no desenvolvimento das formas imaturas, condição ecológica que torna esta espécie predominantemente urbana. O número de posturas de cada fêmea dependerá fundamentalmente da disponibilidade de sangue ingerido para o desenvolvimento ovariano, o repasto completo implicando cerca de 3,0 a 3,5 mg de sangue. Logicamente, desde que cada fêmea possa realizar mais de uma postura e desde que haja sangue em quantidade satisfatória, deduz-se que o número de ovos produzido poderá ser considerável. Todavia, em condições naturais dá-se a ocorrência de grande mortalidade, fato que diminuirá consideravelmente o número de oviposições. Em média, uma fêmea produz cerca de 120 ovos (FORATTINI, 2002).

O ritmo das atividades de oviposição das fêmeas de *Ae. aegypti* obedece a ciclo diurno que tem sido objeto de investigações. Ao que tudo indica, ele é bimodal, com um pico matutino das 6h às 8h e outro, vespertino, das 16h às 18h. O primeiro é atribuído às fêmeas, as quais tendo iniciado a postura de ovos no fim da tarde, foram surpreendidas pela chegada da noite e a continuaram na manhã seguinte. Em geral elas pernoitam nas vizinhanças dos

criadouros. Em sendo assim, a oviposição propriamente dita seria realizada dando lugar ao segundo pico, no final da tarde. Quanto à distribuição vertical, as posturas são geralmente feitas a baixas alturas, pouco ultrapassando a um metro do solo. Em sequência o período de incubação, variável ao redor de quatro a sete dias, desde que haja condições favoráveis, e o embrião estar pronto para a eclosão. Não obstante, esta poderá ser protelada por tempo mais ou menos prolongado, no aguardo de que as condições se tornem favoráveis. O contato com a água parece constituir o principal estímulo para que isso aconteça, decorridos alguns minutos ou, no máximo, horas da imersão nesse meio (FORATTINI, 2002).

Outro fator importante de reinfestação do mosquito, em função da resistência às adversidades climáticas é a quiescência e os diferentes períodos de eclosão dos ovos, adaptações do mosquito que favorecem sua expansão e dificultam seu controle. A quiescência (interrupção no desenvolvimento do embrião, induzida pela baixa umidade), é uma adaptação eficiente na dispersão passiva, pois possibilita o transporte de ovos resistentes (ou quiescentes) em artefatos de todo tipo. A não destruição de pneus usados, por exemplo, pode sinalizar um mecanismo factível do aumento da dispersão do *Ae. aegypti*. Com relação ao controle desse mosquito este comportamento é relevante, uma vez que os ovos aderidos às paredes dos recipientes resistem à dessecação, e eclodem mais tarde quando sobe o nível da água (SILVA e SILVA, 1999, 2000). Além disso, a quiescência deve servir de alerta à vigilância entomológica, pois o ovo é a forma mais resistente do ciclo biológico de *Aedes* (FORATTINI, 2002).

#### 2.3 Controle vetorial

Classicamente, e para monitoramento das ações de controle vetorial, é avaliada a densidade relativa das formas imaturas (larvas, pupas) nos criadouros domésticos por meio de índices (MARCONDES, 2011). Na vigilância de controle de vetores, Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD), preconizada pelo Ministério da Saúde, as visitas domiciliares de rotina são realizadas pelos agentes de endemias (também chamados de agentes de combate às endemias (ACE)), para verificar a presença de criadouros, orientar os munícipes sobre a eliminação dos mesmos; sobre as medidas preventivas, identificação de foco e tratamento (biológico, químico, mecânico). As visitas domiciliares de rotina são bimestrais em 100% dos imóveis (o que equivale a seis visitas anuais ao mesmo imóvel) com recolhimento de formas imaturas, identificando os recipientes (depósitos) encontrados. A pesquisa larvária nos pontos estratégicos (PE) (cemitérios, borracharias, depósitos de sucata, depósitos de materiais de

construção, depósitos de veículos, garagens, etc.) é realizada em ciclos quinzenais, com tratamento focal e/ou residual e com periodicidade mensal para o tratamento residual. A aplicação residual consiste em deixar, nas superfícies dos recipientes e ao seu redor, uma camada de cristais do princípio ativo químico do inseticida. A permanência do inseticida na proximidade do criadouro aumenta a possibilidade de eliminação do mosquito (BRASIL, 2001, 2009).

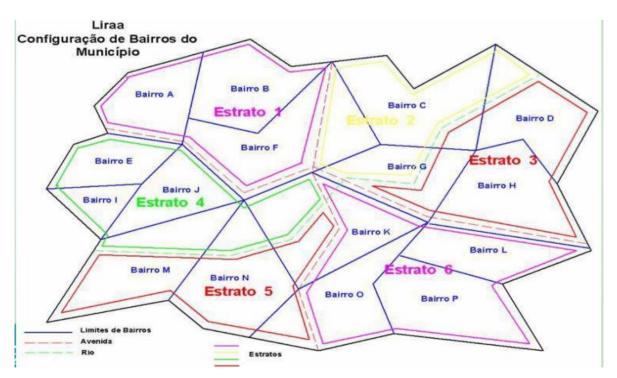
O controle de mosquitos adultos é realizado pela aplicação espacial a ultrabaixo volume (UBV) e aplicação residual, que têm como função específica a eliminação de fêmeas de *Ae. aegypti*, é utilizada somente para bloqueio de transmissão de arbovírus e para o controle de surtos, epidemias ou em locais onde haja grandes infestações do vetor, quando há notificações da doença e iminência de epidemia, com o objetivo de diminuir rapidamente sua densidade em emergências (BRASIL, 2001, 2009).

O princípio do método de controle vetorial pela aplicação espacial a ultrabaixo volume (UBV), vulgarmente conhecido como 'fumacê', consiste na fragmentação de uma pequena quantidade de inseticida pelo equipamento, formando pequenas partículas denominadas 'aerossóis'. Esta nebulização, no ambiente, eliminará por ação de contato todos os mosquitos que estiverem voando no local. Idealmente, o nível de controle seria maior se houvesse a coincidência da aplicação com o horário de maior atividade vetorial. E para que as aplicações a UBV tenham a eficácia pretendida, devem ser realizadas no período em que existam condições de inversão de temperatura, condição para manter a nuvem do inseticida movendo-se próximo ao solo, não atingindo mais de seis metros de elevação, pois o *Ae. aegypti* geralmente encontra-se em baixas alturas. A inversão térmica é produzida geralmente na manhã, depois do nascer do sol, e à tarde, pouco antes do pôr do sol, sendo esses os períodos ótimos para a aplicação (BRASIL, 2001, 2009).

Até 2001 o controle de Ae. aegypti feito em 100% das residências, consistia de visitas domiciliares de rotina (BRASIL, 2001). A partir de 2002, o Ministério da Saúde vem substituindo de forma gradativa o levantamento tradicional dos índices de infestação do Ae. aegypti, que normalmente, apresentava o resultado somente após o fechamento do ciclo bimestral (a cada 60 dias) pelo Levantamento Rápido de Índices para Aedes aegypti (LIRAa), método simplificado para obtenção rápida dos índices de infestação e distribuição do vetor Ae. aegypti, fundamentado na necessidade de se contar com um levantamento capaz de gerar informações oportunas para aumentar a eficácia do combate ao vetor no trabalho de rotina, capaz de fornecer dados em uma semana. Ferramenta criada para identificar os locais com focos do mosquito, ou seja, os criadouros (depósitos) predominantes e que permite o

direcionamento das ações de controle para as áreas mais críticas. Serve como instrumento para nortear medidas de ações de controle, além de ser uma atividade de comunicação e mobilização por meio da ampla divulgação dos resultados na mídia. Essa socialização dos resultados tem-se mostrado importante ferramenta para a obtenção de apoio para que as ações de enfrentamento do problema, no município, podendo contar com a adesão da população e de setores externos ao âmbito da saúde (BRASIL, 2005, 2013).

O delineamento de amostragem para cada município é determinado em função da sua densidade populacional e do número de imóveis existentes, sendo considerada uma técnica de amostragem por conglomerados, tendo o quarteirão como a unidade primária de amostragem e o imóvel, a unidade secundária. O plano amostral determina que sejam sorteados quarteirões e dentro dos quarteirões os imóveis, para a visita do agente de endemias. Tal procedimento permite menor concentração de imóveis nos quarteirões sorteados. A área urbana destes municípios deve ser dividida em estratos que apresentem características socioambientais, a fim de se obter uma homogeneidade de cada estrato e facilitar as ações de controle vetorial pós-LIRAa. A composição dos estratos (Figura 2) deve respeitar o intervalo de 8.100 a 12 mil imóveis, sendo o número ideal em torno de nove mil imóveis. O passo seguinte é a retirada de uma amostra independente, dentro dos quarteirões selecionados, e serem inspecionados 20% dos imóveis (BRASIL, 2013).



**Figura 2.** Modelo hipotético de um município - Divisão de estratos pelo LIRAa. Fonte: BRASIL (2017c).

Essa estratificação possibilita um maior detalhamento do Índice Predial (IIP) que faz o levantamento do percentual de edifícios positivos (com a presença de larvas de *Ae. aegypti*), para mensurar a densidade populacional do vetor, não considera o número de recipientes positivos nem o potencial produtivo de cada recipiente. Apesar desses problemas, é de grande utilidade, pois fornece percentual de casas positivas; permitindo priorizar ações de controle para áreas de maior risco dentro do município. A totalização dos imóveis, para efeito deste levantamento, deve excluir os pontos estratégicos, uma vez que, por serem locais vulneráveis à infestação vetorial, devem possuir uma rotina diferenciada de levantamento de índices. O índice é corrigido de forma que o resultado seja expresso para 100 imóveis (BRASIL, 2013).

O índice por tipo de recipiente é a relação em porcentagem entre o número do tipo de recipiente positivo e o número de recipientes positivos pesquisados (para larvas). Este índice ressalta a eventual importância de determinado criadouro (recipiente/depósito), dentre os positivos, e consequentemente, indica a necessidade de adição de medidas específicas de controle (BRASIL, 2013.

O levantamento pelo LIRAa além dos IIP % e IB %, também gera os recipientes (depósitos) considerados potenciais criadouros para *Ae. aegypti*, classificados em cinco grupos (BRASIL, 2013):

**Grupo A:** armazenamento de água – **A1:** depósito de água elevado, ligado à rede pública e/ou ao sistema de captação mecânica em poço, cisterna ou mina d'água, tambores, depósitos de alvenaria. **A2:** depósito ao nível do solo para armazenamento doméstico – tonel, tambor, barril, tina, depósitos de barro (filtros, moringas, potes), cisternas, caixas d'água, captação de água em poço/cacimba.

**Grupo B:** depósitos móveis – vasos/frascos com água, pratos, garrafas retornáveis, pingadeira, recipientes de degelo em geladeiras, bebedouros em geral, pequenas fontes ornamentais, materiais em depósitos de construção (sanitários estocados, canos, etc.), objetos religiosos/rituais.

**Grupo C:** depósitos fixos – tanques em obras de construção civil, borracharias e hortas, calhas, lajes e todos em desnível, ralos, sanitários em desuso, piscinas não tratadas, fontes ornamentais, cacos de vidro em muros, outras obras e adornos arquitetônicos (caixas de inspeção/passagens).

**Grupo D:** passíveis de remoção – **D1:** pneus e outros materiais rodantes (câmaras de ar, manchões). **D2:** resíduos sólidos (recipientes plásticos, garrafas PET, latas), sucatas, entulhos de construção.

**Grupo E:** naturais – axilas de folhas (bromélias, etc.), buracos em árvores e em rochas, restos de animais (cascas, carapaças, etc.).

Essa classificação permite, de certa forma, conhecer a importância entomológica e as consequentes repercussões epidemiológicas desses recipientes, sem, no entanto, fornecer informações sobre a sua produtividade e a estratégia de direcionamento das ações de controle vetorial. E é importante ressaltar que a supressão desses criadouros se dá principalmente por meio de ações mecânicas, sendo indicado o uso de larvicidas em situações excepcionais. A qualidade dessas ações depende fundamentalmente da qualificação dos agentes de controle de endemias (ACE) e dos agentes comunitários de saúde (ACS) no desenvolvimento das atividades de vigilância, caracterizado principalmente pela visita rotineira nos imóveis, pelo envolvimento de outros setores na resolução de problemas estruturais (como a regularidade no abastecimento de água e na coleta de lixo) e pelo desenvolvimento de atividades de comunicação e mobilização da população com o objetivo de introduzir mudanças de comportamento (BRASIL, 2009).

O LIRAa tem a vantagem de apresentar, de maneira rápida e segura, os índices de infestações larvários: Predial, Breteau e de tipo de recipiente, podendo ser empregado como instrumento de avaliação dos resultados das medidas de controle vetorial, incluindo-se também dados referentes aos tipos de recipientes, tornando possível redirecionar e/ou intensificar algumas intervenções, ou ainda, alterar as estratégias de controle adotadas (BRASIL, 2013).

O Ministério da Saúde preconiza que o IIP < 0,9% é considerado baixo risco de epidemia; IIP de 1 a 3,9% médio risco de epidemia e IIP acima de 4% alto risco de epidemia (BRASIL, 2016d).

Outro modelo, Levantamento de Índices Amostral (LIA), é realizado entre os ciclos, ou seja, após o término de cada ciclo das visitas domiciliares de rotina, para atender as situações na qual se deseja avaliar o impacto de medidas de controle vetorial em áreas com infestação prévia pelo *Ae. aegypti*, em municípios abaixo de 2.000 imóveis (BRASIL, 2017d).

Desde que o LIRAa foi implantado no Brasil, em substituição ao levantamento tradicional, as estratégias de controle do vetor procuram priorizar locais que contêm grande quantidade de criadouros com formas imaturas do *Ae. aegypti*. Uma questão que vendo sendo discutida atualmente é a produtividade do foco. Os pequenos focos parecem não ter grande importância na produtividade da forma alada e consequentemente, na transmissão da doença. Assim, podem existir localidades com grande número de focos de pequeno porte, que tendem a ter baixa produtividade para as formas aladas do vetor. Por outro lado, um único foco de

grande porte pode apresentar grande produtividade, além de contribuir para a geração de pequenos focos do mosquito. As ações educativas poderiam ser direcionadas preferencialmente para os grandes focos. Neste sentido, é fundamental incorporar a análise da produtividade dos criadouros de *Ae. aegypti*, através do cálculo de emergência de fêmeas adultas, levando-se em conta o número de pupas coletadas nos recipientes. A estimativa da produtividade poderia definir de forma mais precisa as áreas de risco e contribuir para otimizar as ações de controle vetorial (MEDRONHO, 2006).

#### 2.3.1 Monitoramento de infestação vetorial

Nas ações com a finalidade de monitorar a infestação vetorial, de maneira geral, são utilizadas armadilhas para coleta de ovos e para coleta de larvas, instaladas, estrategicamente, em localidades negativas ou com baixa infestação ou em áreas estratégicas, como portos e aeroportos, como armadilhas de oviposição (ovitrampa) e armadilhas larvitrampa (BRASIL, 2009, 2013).

O desenvolvimento de armadilhas, utilizando-se atraentes sintéticos ou não, tem-se constituído em uma alternativa para a captura de mosquitos com hábitos diurnos. Diversas armadilhas têm sido testadas e seus resultados preliminares demonstram a possibilidade de utilização como ferramenta complementar, para aprimorar as atividades de vigilância entomológica nos municípios (BRASIL, 2009).

E algumas dessas armadilhas com o objetivo de capturar adultos de *Aedes* foram desenvolvidas, acompanhadas de ensaios preliminares, de laboratório e de campo, a exemplo da Adultrap com água fenada como isca atrativa (DONATTI e GOMES, 2007) e da Mosquitrap® com isca atrativa, o Atraedes® e a utilização de um cartão adesivo colocado na parede do recipiente, para captura de fêmeas grávidas de *Aedes*, associada ao sistema informatizado de coleta, transmissão e acesso das informações de campo, e mapas georreferenciados em tempo real - por meio de computador de mão, monitorar adultos de *Ae. aegypti*. Os dados da quantidade de mosquitos capturados na armadilha são enviados a uma central que gera, em três horas, um mapa preciso sobre as áreas de risco de infestação; com objetivo de apresentar resultados preliminares, como estratégia par identificar áreas com infestação do vetor e direcionar as ações de controle vetorial (EIRAS e RESENDE, 2009).

O monitoramento com armadilhas que atrai mosquitos foi uma das inovações, junto com insetos transgênicos, para controle da dengue (FAPESP, 2007). Recentemente, foi organizada uma Reunião Internacional com participação de especialistas do governo

brasileiro, da Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), com o intuito de avaliar as tecnologias para o controle do Ae. aegypti no Brasil, com base em evidências de seus resultados e potencial para utilização em escala ampliada. Participaram 29 especialistas nacionais e oito especialistas internacionais, além de gestores de Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde. Evidenciou-se a necessidade da adoção de um conjunto de estratégias, que perpassam o fortalecimento das atividades já estabelecidas no PNCD, incluindo a realização de visitas domiciliares, ações de educação e supressão de criadouros, acrescidas por novas tecnologias, complementares às atividades já estabelecidas ou que com elas tenham sinergia. Foram destacadas a abordagem eco-bio-social e o mapeamento de risco como tecnologia que podem ser consideradas transversais, com recomendação para utilização integrada a outras tecnologias, tanto as existentes quanto as novas, de modo a serem potencializados os efeitos das medidas de controle do Aedes aegypti. As outras tecnologias recomendadas para inclusão nas diretrizes do PNCD foram a disseminação de inseticida por ovitrampa e a nebulização espacial intradomiciliar. Para a situação específica das gestantes, foram recomendadas telas e cortinas (impregnadas ou não com inseticidas), aplicação de inseticida residual intradomiciliar e proteção individual com repelentes. E foram destacadas como tecnologias promissoras, recomendadas para estudos e pesquisas prioritárias, o controle biológico com a bactéria Wolbachia, a liberação de mosquitos irradiados (SIT), a técnica resultante da combinação do controle biológico com a Wolbachia e mosquitos irradiados (SIT + IIT), a liberação de mosquitos transgênicos, os repelentes espaciais domiciliares e os larvicidas biológicos. E no que concerne à utilização de inseticidas, salientou-se a necessidade de fortalecimento das ações de monitoramento da resistência dos vetores a estes produtos (BRASIL, 2016a).

Outro modelo de monitoramento entomológico é a identificação e distribuição espacial de imóveis-chave de *Ae. aegypti*, identificando imóveis com potencial produtivo, contendo imaturos no estágio de pupas. Para a identificação dos imóveis com foco, deve ser realizado o levantamento nos períodos já conhecidos: antes, durante e após epidemia de dengue e em diferentes condições de precipitação pluviométrica. Os imóveis-chave são os responsáveis pela manutenção da infestação na localidade independente das condições ambientais e do período epidêmico e são focos geradores de mosquitos adultos que podem se dispersar para áreas vizinhas ao bairro. Portanto, as ações de controle vetorial, para serem mais efetivas, devem ser direcionadas para esses imóveis (MARTEIS et al., 2013).

Os imóveis-chave possibilitam condições para que o vetor complete o seu ciclo de vida, com transmissão da dengue, portanto, as ações de controle vetorial e vigilância constante,

devem ser direcionadas especialmente no início do período de chuvas, quando tendem a ser mais produtivos (MARTEIS et al., 2013).

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada na cidade de Dourados, município da região centro-sul de Mato Grosso do Sul. Localizado na latitude 22°13'18.54" Sul e longitude 54°48'23.09" Oeste, Centro-Oeste do Brasil (IBGE, 2017). Está aproximadamente a 220 km de Campo Grande, capital do Estado. O clima do município é tropical de altitude, com verões brandos sendo seco no inverno e tropical úmido no verão (SANTOS, 2011). A área total é de 4.096,90 km² (IBGE, 2017) com área urbana de 205,990 km² (ANDRADE, 2012), abrangendo nove distritos, sendo os distritos de Guaçu, Indápolis, Formosa, Itahum, Macaúba, Panambi, Picadinha, Vila São Pedro e Vila Vargas. A sede do município possui 170 bairros. Sua população estimada pelo IBGE em 2016 foi de 218.069 habitantes, com uma densidade demográfica de 53,36 habitantes/Km² (IBGE, 2017).

Possui um considerável índice de urbanização com mais de 90%. Dos 196.035 habitantes residentes na cidade em 2010, 181.005 moravam em zona urbana e 15.030 na zona rural (92,33% e 7,67%, respectivamente). Possui 67.767 imóveis, a coleta e reciclagem de lixo é considerado satisfatória. O município inclui duas áreas indígenas, Aldeias Bororó e Jaguapiru (IBGE, 2017).

# 3.2 Levantamento das infecções humanas das três arboviroses e índices de infestação de *Ae. aegypti*

Para verificar a infecção humana por dengue, chikungunya e zika foram colhidos os dados das notificações e foram utilizados os casos confirmados por endereço (logradouro). Esses dados foram obtidos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), Núcleo de Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde de Dourados, MS (SeMS).

Das áreas e dos índices de infestações larvários (Predial e por tipo de recipiente) de *Ae. aegypti* os dados foram fornecidos pelo Centro de Controle de Zoonoses, SeMS.

O município de Dourados para o controle do *Ae. aegypti / Ae. albopictus* além das atividades de visitas domiciliares de rotina, adota desde 2002 o LIRAa. Para o controle vetorial no município (bairros da área urbana, os distritos e as aldeias indígenas) são divididos

em microáreas, totalizando 117, com visitas domiciliares bimestrais de rotina realizadas pelos ACEs, em seis ciclos anuais. Para o levantamento do LIRAa no perímetro urbano da cidade são excluídos os distritos e as áreas indígenas, ficando a área urbana dividida em 105 microáreas (cada microárea é composta por um ou mais bairros) e estas divididas em oito estratos. Cada microárea é composta de 800 a 1.000 imóveis e cada estrato compreende 12 mil imóveis.

Também são realizados seis ciclos anuais de levantamento dos índices de *Ae. aegypti* pelo LIRAa. Durante o período em que é realizado o levantamento, que dura entre quatro a cinco dias, as visitas domiciliares de rotina são suspensas, exceto as ações de bloqueio (uso de inseticida) de casos de infecção humana e em situações de epidemia.

#### 3.3 Análise dos dados

Para elucidar os casos de infecção humana das três arboviroses foi correlacionado os Índice de Infestação Predial (IIP %) de cada estrato (8) da área urbana do município, obtidos pelo LIRAa, do período de janeiro de 2014 a dezembro de 2017.

Para o ajuste e correção do climograma foi aplicado o índice de Gaussen, matematicamente expresso sendo: P ≤ 2T, onde P é a precipitação e T a temperatura (BAGNOULS e GAUSSEN, 1962).

Para a análise da distribuição espacial das infecções por dengue com os índices de infestação do *Ae. aegypti* nos oito estratos foi realizado a localização geográfica pelo aplicativo Google Earth para obtermos as coordenadas de todos os casos confirmados de dengue. As coordenadas foram importadas para o Software **ArcGIS**®, versão 10.2.2 (ESRI) e as imagens foram geradas no Esri® **ArcMap**<sup>TM</sup> 10.2.2 para o georreferenciamento de todos os casos da doença.

#### 4 RESULTADOS

#### 4.1 Infecções humanas das três arboviroses

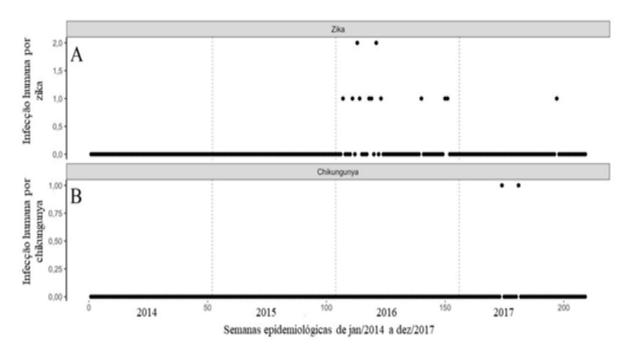
No período de 2014 a 2017, foram notificados 9.023 casos de dengue, e confirmados 4.025 infecções pela doença. Chikungunya foram 64 notificações nos anos de 2016 e 2017 com dois (2) casos confirmados, e 67 notificações no mesmo período para zika com 14 casos confirmados da doença. Os anos com maior número de infecções do vírus dengue foram 2015 e 2016, caracterizando duas epidemias da doença (Tabela 1).

**Tabela 1**. Número de casos confirmados de infecção humana por dengue, chikungunya e zika da área urbana do município de Dourados, MS, no período de 2014 a 2017.

Ano	Dengue	Chikungunya	Zika
2014	33	0	-
2015	1.196	0	-
2016	2.776	0	13
2017	20	2	1

<sup>- = (</sup>não há informação)

A ocorrência de infecções humanas por zika foram registradas no ano de 2016 e 2017 com 13 casos confirmados, destes 10 casos ocorreram no primeiro semestre do primeiro ano e um caso confirmado no ano seguinte (Figura 3A). Chikungunya teve apenas dois casos confirmados em 2017 (Figura 3B).



**Figura 3.** Número de casos confirmados de infecção humana no período de 2014 a 2017. **(A)** Infecção humana por zika. **(B)** Infecção humana por chikungunya.

## 4.2 Índice de infestação de Ae. aegypti

Para este pesquisa foi utilizado a média do índice de infestação Predial (IIP) dos oito estratos por ciclo. Que variou de 0,3% a 2,8% em 2014, de 0,6% a 4,3% em 2015, de 0,1% a 4,3% em 2016 e em 2017 variou de 0,2% a 1%, nos levantamentos pelo LIRAa nos seis ciclos anuais, dos quatro anos pesquisados. Os anos com maior IIP foram 2015 com 4,3% no segundo ciclo e 2016 com 4,3% no primeiro ciclo (Tabela 2).

**Tabela 2.** Índice de infestação Predial (%) de *Ae. aegypti* pelo levantamento LIRAa por ciclo/ano nos oito estratos da área urbana, no período de 2014 a 2017.

	Ano									
Ciclos	2014	2015	2016	2017						
	IIP	IIP	IIP	IIP						
1°	2,1	2,4	4,3	1						
2°	2,5	4,3	1,2	1						
3°	2,8	1,7	0,3	0,9						
4°	1,2	0,6	0,2	0,3						
5°	0,3	0,7	0,1	0,2						
6°	0,7	1,7	0,2	0,4						
Média anual	1,6	1,9	1,0	0,7						

#### 4.2.1 Tipos de depósitos predominantes

Em todos os levantamentos, no período de 2015 a 2017, os tipos de depósitos encontrados com maior porcentagem de formas imaturas de *Ae. aegypti* foram os do grupo D2 e do grupo B, seguidos dos grupos A2, D1 e C. Os grupos A1 e E apresentaram baixa incidência nos três anos.

Os tipos de depósitos predominantes do grupo B são os recipientes móveis com 28,7% do percentual total. E do grupo D2: resíduos sólidos com 39,8% do percentual total. Juntos com os grupos A2: depósitos ao nível do solo para armazenamento doméstico com 10% e o grupo D1 com 10,7%. Estes somaram 89,2% de todos os criadouros registrados com larvas de *Ae. aegypti*.

**Tabela 3**. Percentual de recipientes com larvas de *Ae. aegypti* por grupo, pelo levantamento LIRAa por ciclo/ano nos oito estratos da área urbana do município de Dourados, MS, no período de 2015 a 2017.

2015							2016								2017						
Ciclo	<b>A1</b>	A2 -	В -	С-	D1 -	D2 -	E -	<b>A1</b>	A2 -	В -	С -	D1 -	D2 -	E -	<b>A1</b>	A2 -	В -	С -	D1 -	D2 -	E -
1	-	-	-	-	-	-	-	0,6	12,3	31,7	4,5	10,3	40,0	0,6	0	0	37,1	8,6	17,1	34,3	2,9
2	0	9,3	28,5	5,2	6,4	49,4	1,2	2,4	17,1	29,3	12,2	2,4	34,2	2,4	0	11,4	34,3	11,4	5,7	34,3	2,9
3	0	7,2	18,0	8,4	10,5	54,3	1,6	0	11,1	55,6	33,3	0	0	0	5,7	5,7	25,7	5,7	14,3	42,9	0
4	4,8	19,0	23,8	0	23,8	28,6	0	0	0	14,3	28,6	0	57,1	0	0	8,3	33,3	8,3	8,3	41,8	0
5	12	12,0	24,0	12,0	4,0	36,0	0	0	0	20	0	40,0	40,0	0	0	0	25,0	0	12,5	62,5	0
6	0	9,7	30,7	1,6	4,8	53,2	0	0	16,7	16,7	0	16,7	49,9	0	0	28,6	42,9	7,1	7,1	14,3	0
Média anual	3,4	11,4	25,0	5,4	9,9	44,3	0,6	0,5	9,5	27,9	13,1	11,6	36,9	0,5	1,0	9,0	33,1	6,9	10,8	38,4	1,0

<sup>-= (</sup>não há informação)

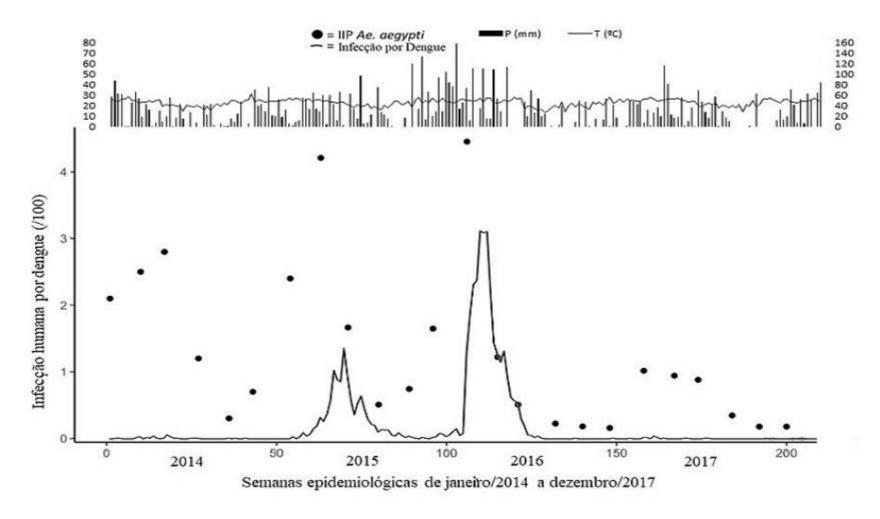
#### 4.3 Infecções humanas por dengue e índice de infestação predial

O número de infecções por dengue no período de 2014 a 2017 caracterizou-se pela ocorrência de dois picos epidêmicos no ano de 2015 e 2016, como mostra a Figura 4.

O início de 2014 foi marcado por períodos de chuvas com média de 49 mm nas nove primeiras semanas epidemiológicas (SEs), com IIP entre 2,1% a 2,4% e ocorrência de quatro infecções por dengue. Entre as 10<sup>a</sup> a 25<sup>a</sup> SE, o IIP esteve entre 2,5% a 2,8%; com 20 mm de índice pluviométrico e 22 casos por dengue. Com a diminuição das chuvas, entre 13 a 15 mm nas 26<sup>a</sup> a 42<sup>a</sup> SE, somaram cinco casos da doença e zerando entre as 43<sup>a</sup> a 53<sup>a</sup> SE, com 37 mm de índice pluviométrico.

Em 2015 é nítido o aumento do número de infecções por dengue nas primeiras SEs, com pico epidêmico a partir da 10<sup>a</sup> SE, se estendendo até a 30<sup>a</sup> SE e diminuindo drasticamente entre a 31<sup>a</sup> a 42<sup>a</sup> SE. Iniciou um aumento gradativo do número de casos novamente a partir da 43<sup>a</sup> a 52<sup>a</sup> SE. No entanto, a média do IIP foi de 1,7% na 43<sup>a</sup> SE, embora o ano de 2016 já entra em situação epidêmica, na 1<sup>a</sup> SE, quando o IIP foi acima de 4%. A epidemia manteve-se até a 18<sup>a</sup> SE, com IIP entre 2,1% e diminuindo a 0,2%.

O ano de 2017 apresentou poucos casos de infecções por dengue (20) e IIP abaixo de 1%.



**Figura 4**. Distribuição temporal contendo as variáveis: índice de infestação predial (IIP %) de *Ae. aegypti*, infecção humana por dengue (/100) e climograma (precipitação (mm)/temperatura (C°)) por estação chuvosa no verão e seca no inverno, no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2017.

#### 4.4 Distribuição espacial das infecções por dengue

A distribuição espacial indica os estratos de maior concentração de infecções por dengue na área urbana de Dourados, no período de 2014 a 2017 (Figuras 5 a 8), com epidemias da doença em dois anos seguidos, 2015 e 2016.

No ano de 2015, o estrato com maior número de infecções por dengue foi o 5 com 276 casos, em segundo pelo estrato 1 com 217, seguidos pelos estratos 4 (168), 6 (129), 3 (110), 8 (101), 2 (96) e 7 (87). Contudo quando verificada a distribuição, observamos maior concentração na extremidade oeste da cidade, abrangendo os estratos 1, 2, 3, 7 e 8, (regiões sudoeste e noroeste) (Figura 6), juntos somam 611 casos. Além disso, verificamos que essa concentração não foi dependente do IIP, pois a média anual foi abaixo de 2,5%, exceto o estrato 8 que atingiu 3%, ocupando o 5º lugar em número de infecções.

Em 2016, o estrato com maior número de infecções por dengue foram o 5 (520), segundo, o 6 (444), seguido pelo 4 com 433 casos. Os demais estratos: 1 (257), 2 (263), 3 (258), 7 (298) e o 8 com 282 casos da doença. E quanto à distribuição observamos maior concentração de sudeste a noroeste da cidade. E a média anual do IIP nos oito estratos foi de 0,6 a 1,6%.

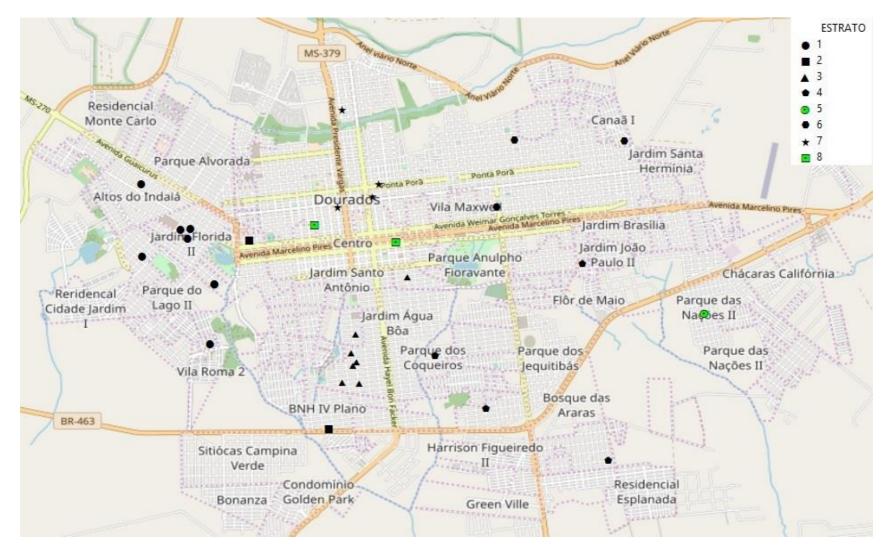


Figura 5. Distribuição espacial das infecções humanas por dengue pelo LIRAa nos oito estratos da área urbana, no ano de 2014.

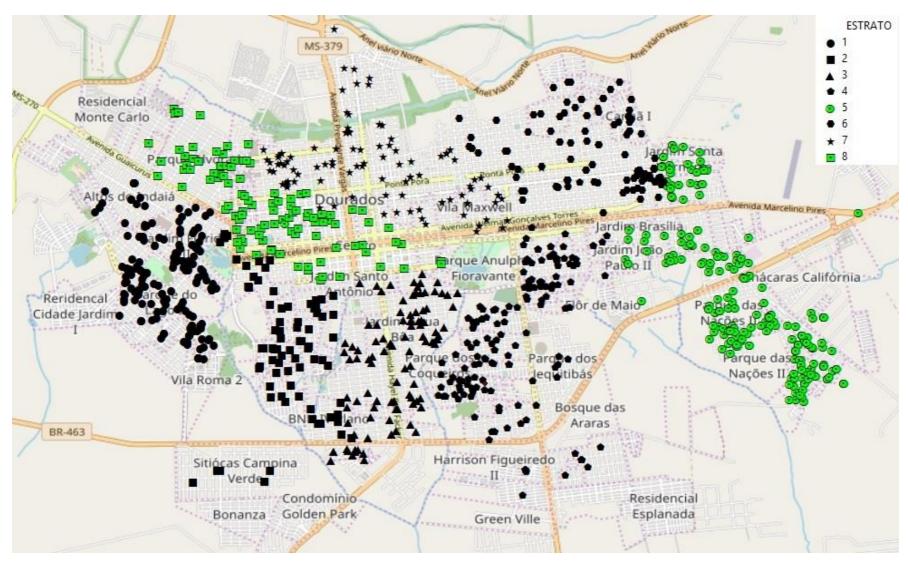


Figura 6. Distribuição espacial das infecções humanas por dengue pelo LIRAa nos oito estratos da área urbana, no ano de 2015.

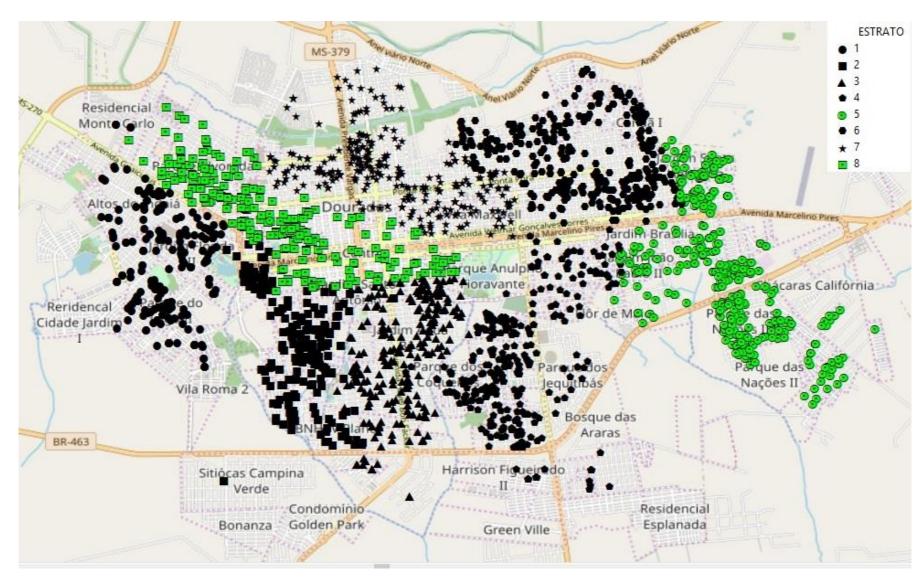


Figura 7. Distribuição espacial das infecções humanas por dengue pelo LIRAa nos oito estratos da área urbana, no ano de 2016.

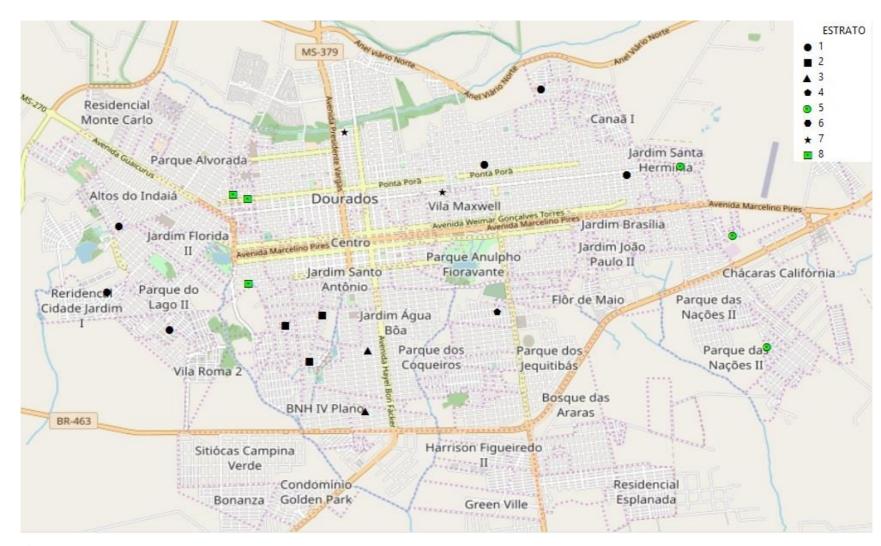


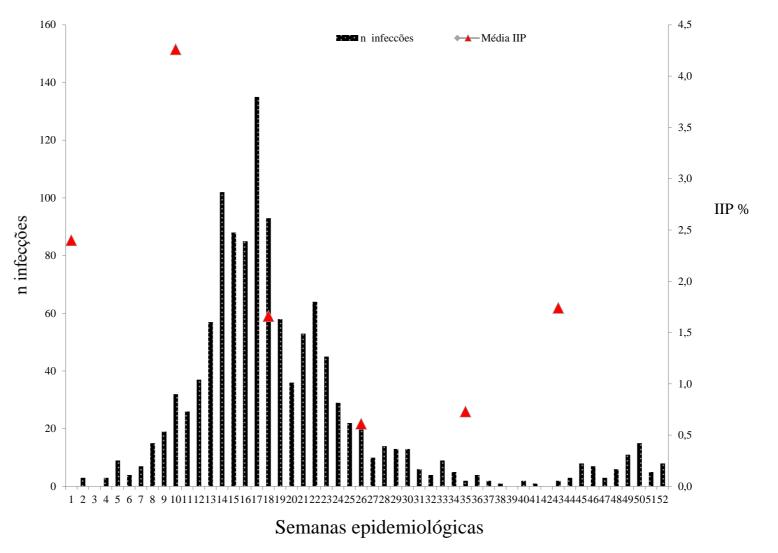
Figura 8. Distribuição espacial das infecções humanas por dengue pelo LIRAa nos oito estratos da área urbana, no ano de 2017.

#### 4.4.1 Número de infecções por dengue por semana epidemiológica

Em 2015 a soma dos números de infecções por dengue por SE e a média do IIP nos oitos estratos (2,4%), foram baixíssimas nas três primeiras semanas (três casos), registrando 60 casos até a 9ª SE. O aumentou iniciou a partir da 4ª SE, atingindo 89 casos da doença na 10ª SE, quando a média do IIP foi de 4,3%. A partir da 11ª a 17ª SE aumentou mais 530 casos, totalizando 562 casos da doença. Da 18ª a 25ª SE teve um aumento de mais 400 casos, atingindo 962 casos, mesmo com uma média de IIP entre 1,7% a 0,6%. Nas SEs 26ª a 34ª ocorreram mais 94 casos; na 35ª a 42ª SE foram mais 12 casos e da 43ª a 52ª, o número de infecções foi mais 68 casos, fechando o ano com 1.196 infecções por dengue (Tabela 4 e Figura 9).

**Tabela 4.** Número de infecções humanas por dengue por semana epidemiológica e IIP% por ciclo/ano nos oito estratos da área urbana, no período de 2015.

SE	n infecções	total SE	n total	índice de infestação predial (IIP %)								
			de infecções	Est 1	Est 2	Est 3	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 8	média gera
1	0			2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
2	3											
3	0											
4	3											
5	9	SE 1 a 9	60									
6	4											
7 8	7											
9	15 19											
10	32			4,9	4,6	3,2	4,6	5,1	1,7	2,5	7,5	4,3
11	26											
12	37											
13	57	SE 10 a17	562									
14 15	102 88											
16	85											
17	135											
				2.4		0.0	0.0	2.7			2.2	
18	93			2,4	1,4	0,9	0,2	2,7	1,7	1,7	2,3	1,7
19	58											
20	36											
21 22	53 64	SE 18 a 25	400									
23	45											
	29											
24	29											
25												
26	20			1,4	0,9	O	0,4	1	0,5	0,5	0,2	0,6
27	10											
28	14											
29	13	GE 26 24	94									
30	13	SE 26 a 34	94									
31	6											
32	4											
33 34	9 5											
35	2			0,7	0,5	0,2	0,2	1,2	0,7	0,7	1,6	0,7
36	4											
37	2											
38	1	SE 35 a 42	12									
39	0											
40	2											
41 42	1 0											
43	2			2,4	1,2	2,1	1,2	2,1	1,2	O	3,7	1,7
44	3											
45	8											
46	7											
47	3	SE 43 a 52	68									
48	6											
49	11											
50	15											
51 52	5 8											
			1196									
Totais	1196		1190									
M	édia anual			2,4	1,8	1,5	1,5	2,4	1,4	1,3	3,0	



**Figura 9.** Número absoluto de infecções humanas por dengue por semana epidemiológica e índice de infestação IIP % por ciclo/ano nos oito estratos da área urbana, no ano de 2015.

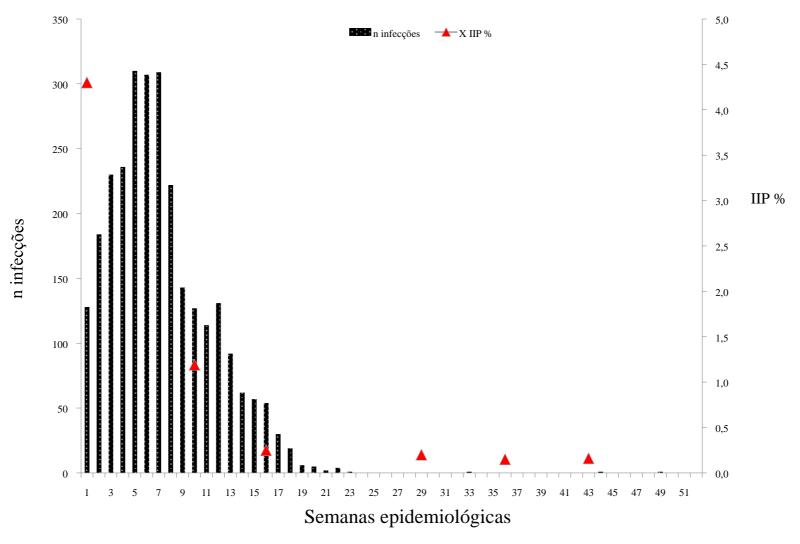
O ano de 2016 apresentou na 1ª SE 128 casos de dengue, na 2ª SE 184, seguindo a 3ª SE com 230, atingindo um total de 2.069 infecções por dengue nas nove primeiras semanas.

A média do IIP na 1ª SE foi de 4,3% e da 10ª SE foi de 1,2%. Ocorreu um aumento de mais 583 casos entre a 10<sup>a</sup> e a 15<sup>a</sup> SEs. O IIP da 16<sup>a</sup> SE esteve em 0,3% com mais 121 casos no período da 16ª a 28ª SE, totalizando 2.773 infecções por dengue. A partir da 29ª SE ocorreu apenas um caso de dengue, aparecendo mais dois casos na 43ª SE, encerrando o ano de 2016 com 2.776 casos da doença (Tabela 5 e Figura 10).

Tabela 5. Número de infecções humanas por dengue por semana epidemiológica e IIP% por

ciclo/ano nos oito estratos da área urbana, no período de 2016.

SE	n infecções	total SE	n total infecções	estação predial IIP %								
				Est 1	Est 2	Est 3	Est 4	Est 5	Est 6	Est 7	Est 8	_
1	128			6,5	2,8	2,6	4,8	5,1	5,4	3,5	3,7	4,3
2	184											
3	230											
4	236											
5	310	SE 1 a 9	2069									
6	307											
7	309											
8	222											
9	143											
10	127			2,1	0,9	0,7	0,9	0,9	1,9	1,2	0,9	1,2
11	114											
12	131	SE 10 a 15	583									
13	92											
14	62											
15	57											
16	54			0,2	0	0,2	0	0,9	0	0,2	0,5	0,3
17	30			∪,∠	U	0,2	U	0,9	U	∪,∠	0,5	0,3
18	19											
19	6											
20	5											
21	2											
22	4	SE 16 a 28	121									
23	1	DE 10 ti 20	121									
24	0											
25	0											
26	0											
27	0											
28	0											
29	0			0	0,5	0,2	0	0	0	0,7	0,2	0,2
30	0											
31	0	GE 20 25										
32	0	SE 29 a 35	1									
33	1											
34	0											
35	0											
36	0			0,2	0	0	0,5	0	0,5	0	0	0,2
37	0											
38	0											
39	0	SE 36 a 42	0									
40	0											
41	0											
42	0											
43	0			0,5	0,2	0	0	0,2	0,2	0	0,2	0,2
44	1							,				•
45	0											
46	0											
47	0	SE 42 52	2									
48	0	SE 43 a 52	2									
49	1											
50	0											
51	0											
52	0											
Totais	2776		2776									
	édia anual			1,6	0,7	0,6	1,0	1,2	1,3	0,9	0,9	



**Figura 10.** Número absoluto de infecções humanas por dengue por semana epidemiológica e índice de infestação IIP % por ciclo/ano nos oito estratos da área urbana, no ano de 2016.

### 5 DISCUSSÃO

#### 5.1 Infecções humanas das três arboviroses

Em 2014, apesar do período de chuvas no início do ano e com IIP esteve abaixo de 3%, até a 25<sup>a</sup> SE ocorreram 26 infecções por dengue, totalizando 33 casos em todo o ano.

O baixo número de casos por dengue em 2014, ocorreu provavelmente por esgotamento de suscetíveis, devido a população ter sido exposta a um novo sorotipo em epidemias anteriores, apresentando memória imunológica protetora para o sorotipo circulante no presente ano (RAULINO e OLIVEIRA, 2011). Á o relato de uma epidemia de 2013 com 1.801 casos, com circulação simultânea do sorotipo 1 e 3 do vírus dengue (DOURADOS, 2018).

Em 2017, o baixo número de infecções por dengue, também, provavelmente pelo esgotamento de suscetíveis pelas epidemias nos anos anteriores de 2015 e 2016, marcados pela introdução do sorotipo 4.

Em 2012, foi isolamento pela primeira vez o DENV 4, em Campo Grande, Mato Grosso do Sul (DOURADOS, 2018), com a introdução do vírus e a população suscetível a este sorotipo, resultou na ocorrência de grandes epidemias (BERTOLACCI-ROCHA et al., 2014).

O reduzido número de infecções por zika e chikungunya pode ser devido a suas recentes introdução e circulação em 2016 e 2017, respectivamente.

Entretanto, em 2018 já foram registrados 87 casos de chikungunya até a SE 38<sup>a</sup>, de 145 notificações. As infecções por dengue foram 23, de 123 notificações. E nenhum caso de zika (DOURADOS, 2018).

# 5.2 Índices de infestação de Ae. aegypti

Partindo do pressuposto de que a vigilância entomológica atua com o conceito estratificado de risco, a presença, distribuição e abundância dos vetores são parâmetros fundamentais para se alcançar esse objetivo. A escolha do indicador que reflita um estado de transmissão deve contemplar a condição de reprodutividade, representatividade, simplicidade operacional e custo-benefício compatível. O emprego do indicador de transmissão, a partir dos índices larvários, tem sido um recurso rotineiramente usado, contudo, as imprecisões neles assinaladas deixam dúvidas quanto ao momento de desencadeamento das ações

preventivas (GOMES, 1998); na prática o que se observa é que esses índices não permitem medir com eficácia o risco de transmissão de dengue e outras arboviroses de uma localidade (GOMES, 2002).

Atualmente, diversas tecnologias têm sido desenvolvidas como alternativas no controle do *Ae. aegypti*, utilizando diferentes mecanismos de ação, compatíveis e eficazes, a combinação entre elas, considerando as tecnologia disponíveis e as características regionais, para tentar reduzir a infestação de mosquitos e a incidência das arboviroses transmitidas por eles (ZARA et al., 2016).

Atualmente os quatro sorotipos do vírus dengue circulam no país, além do vírus chikungunya e zika, e temos enfrentado sucessivas epidemias de dengue, onde convivemos com falhas na prevenção, dependentes de muitos aspectos que extrapolam o setor da saúde, envolvendo ações intersetoriais continuadas (VALLE et al., 2016).

Recentes pesquisas constataram elevada presença de pupas e a análise espacial revelou que os imóveis-chave apresentaram tendência de agrupamento e indicou que os mosquitos adultos oriundos desses imóveis, em pouco tempo, poderiam infestar toda a área, concluindo que os imóveis-chave foram os responsáveis pela manutenção da infestação, independente das condições ambientais e do período epidêmico e foram os focos geradores de mosquitos que se dispersaram para áreas vizinhas ao bairro e risco de transmissão de vírus. Dessa forma, as ações de controle vetorial, para serem mais efetivas devem ser direcionadas para esses imóveis (MARTEIS et al., 2013).

Partindo desse pressuposto, um novo índice que permite medir o risco de transmissão de dengue um uma cidade ou região, com base no nível de infestação por fêmeas adultas do mosquito *Ae. aegypti* tem sido utilizado em algumas regiões do Brasil. O novo método seria mais prático e confiável do que os índices larvários, que mensuram a quantidade de larvas do *Aedes*, fase em que vivem na água. Mas o que realmente interessa é a fase adulta, pois são as fêmeas adultas que transmitem o vírus após o acasalamento, para realizarem a postura dos ovos. A lógica é de que, quanto maior a quantidade de fêmeas adultas no ambiente, maior será a quantidade de pessoas infectadas e maior será risco de transmissão de vírus gerando epidemias de grande magnitude (PARRA et al, 2018).

Esse método de índice de infestação de fêmeas de *Ae. aegypti*, foi implantado desde 2012 em Porto Alegre, capital do RS, que tem realizado através de monitoramento semanal a captura do mosquito adulto, chamada de metodologia do monitoramento inteligente do *Ae. aegypti* (MI *Aedes*). O acompanhamento semanal gera o índice médio de infestação de fêmeas

adultas (IMFA), dividido em satisfatório: 0 a 0,15; moderado: 0,15 a 0,30; alerta: 0,30 a 0,9 e crítico: superior a 0,9 (GAUCHAZH, 2018).

Diversas estratégias baseadas em alternativas inovadoras, que objetivam o controle de *Ae. aegypti* estão em processo de desenvolvimento e avaliação, novos métodos e práticas que aperfeiçoem o controle das formas imaturas e novas tecnologias de controle do *Ae. aegypti* na sua forma adulta (LIMA-NETO et al., 2016).

## 5.2.1 Tipos de depósitos predominantes

Os depósitos predominantes foram dos grupos D2 e B, todos passíveis de serem removidos pela população, evitando que estes se tornem focos geradores de *Ae. aegypti* que podem se dispersar para áreas vizinhas. Portanto, as ações de controle vetorial para serem efetivas, precisam ser direcionadas para esses imóveis que possivelmente sejam os responsáveis pela manutenção da infestação, independente das condições ambientais e do período epidêmico.

Um dos fatores agravantes é o acúmulo de recipientes, em sua maioria, artificiais que favorecem a procriação do *Ae. aegypti*, que está adaptado ao ambiente urbano, onde encontra as condições necessárias para o seu desenvolvimento (SILVA et al., 2008). Mosquito que acompanha os hábitos e o habitat dos humanos, clima tropical que favorece a sua proliferação e consequentemente a disseminação do vírus dengue. Embora o ovo de *Ae. aegypti* possa resistir a longos períodos de estiagem, quando as chuvas de verão chegam, o contato com a água permite novas eclosões de larvas, bastando apenas sete a 10 dias para que ocorra a emergência de mosquitos adultos. O controle do *Ae. aegypti* não deveria ser negligenciado, uma vez que esse culicídeo é vetor de outros vírus que começam a se instalar no Brasil, como o chikungunya e o zika (VALLE et al., 2016).

Reconhece-se que o desafio não é apenas técnico, mas essencialmente político e também central; pois quem é o 'responsável' pelas epidemias de dengue? O mosquito? A falta ou inadequação de saneamento? O abastecimento irregular e desigual de água, que obriga os moradores a armazená-lo? Os problemas na coleta e no gerenciamento do lixo? (VALLE et al., 2016).

## 5.3 Infecções humanas por dengue e o índice de infestação predial

Nos dois anos epidêmicos (2015 e 2016), foi nítido que o IIP não foi determinante no aparecimento das infecções por dengue. As abundantes chuvas de verão fizeram com que a dengue se manifestasse de forma cíclica e sazonal, com muitos casos no verão. Mas ficou uma questão que merece ser avaliada - em que momento quando o nível de IIP estava abaixo do risco de epidemia, iniciaram as infecções por dengue? Pois desde a SE 43ª de 2015, mesmo com IIP de 1,7%, os números de infecções por dengue começaram a aumentar, deflagrando no verão chuvoso no início de 2016 e estendendo-se até março com uma epidemia de elevada magnitude.

#### 5.4 Distribuição espacial das infecções por dengue

#### 5.4.1 Número de infecções por dengue por semana epidemiológica

No ano de 2015, apesar do número de infecções nas três primeiras semanas, ser baixíssimo, o período foi marcado por chuvas em torno de 33 mm até a 9ª SE. E com índice pluviométrico de 31 mm da 10ª a 17ª SE, aumentando as infecções por dengue.

Apesar da 35<sup>a</sup> a 42<sup>a</sup> SE ter acumulado 49 mm de precipitação e da 43<sup>a</sup> a 52<sup>a</sup> SE de 73 mm, que compreendeu o período de setembro a dezembro, este se caracterizou por reiniciar o aumento no número de infecções por dengue, mesmo com IIP abaixo de 2%.

As chuvas abundantes de verão, possivelmente contribuíram para a explosão populacional de *Ae. aegypti* e consequentemente a transmissão do DENV, deflagrando a epidemia já nas primeiras nove semanas de 2016, com 2.069 casos, período que compreendeu os meses de janeiro e fevereiro.

No entanto, não foi possível precisar em que momento, após o período epidêmico de 2015, que iniciaram as infecções por dengue no início do ano de 2016. Se o índice que permite medir o risco de transmissão com base no nível de infestação, IIP, estava entre 0,7 a 1,7%, nas últimas 17 semanas de 2015.

As altas infestações por *Ae. aegypti* constituiram um dos fatores que proporcionaram a ocorrência de epidemias de dengue nos anos de 2015 e 2016.

A presença do vetor associada às condições ambientais favoráveis determinaria a sazonalidade da doença (LIMA et al., 2008).

No entanto, em Dourados, no período interepidêmico de 2015, o aumento das infecções por dengue não foi dependente do IIP.

Estima-se que o período de incubação extrínseco do vírus dengue é de 7 a 15 dias, intervalo de tempo necessário para que uma fêmea de *Ae. aegypti*, depois do repasto sanguíneo em uma pessoa infectada, torne-se infectiva e seja capaz de transmitir o vírus (CONSOLI e OLIVEIRA, 1994, FORATTINI, 2002).

Com a introdução do vírus dengue sorotipo 4 no MS em 2012 (BERTOLACCI-ROCHA et al., 2014) e a introdução em Dourados em 2014, explica o baixo número de infecções por dengue (33) no mesmo ano, e com população humana suscetível a este sorotipo, possibilitou a ocorrência de duas epidemias subsequentes nos dois anos seguintes.

Do mesmo modo que a ocorrência de epidemias pode ser prevista, com meses de antecedência por qualquer epidemiologista familiarizado com dinâmica de circulação viral (de transmissão), seu fim também pode ser previsto, por esgotamento de suscetíveis e redução sazonal da densidade vetorial, independente de qualquer medida de controle (PENNA, 2003).

É o que podemos inferir nos casos de Dourados-MS para os anos de 2015 e 2016, a exemplo do que ocorreu anteriormente com as subsequentes epidemias do vírus dengue nos anos de 2006 e 2007.

## 6 CONCLUSÕES

- Nos períodos interepidêmicos as infecções por dengue não são dependentes do índice de infestação predial por Ae. aegypti;
- As infecções por dengue são maiores quando maiores são os IIP no período epidêmico. Quando o IIP esteve acima de 4% (período epidêmico), a cidade estava em estado de epidemia (2015 e 2016), que acompanhou o aumento do índice pluviométrico;
- Com a introdução do sorotipo DENV 4, com população suscetível a este sorotipo e consequentemente independente das ações de controle vetorial ou condições ambientais, a epidemia era previsível, com esgotamento de suscetíveis no ano de 2017, que de fato aconteceu, e isto se deve pela imunidade adquirida por parte da população durante as epidemias recentes, seguindo a dinâmica de circulação viral.
- Não foi possível identificar em que momento em relação ao nível do IIP, se inicia a epidemia de dengue. Fato esse que ocorreu entre o final de 2015 e início de 2016.
- A pesquisa mostra que a dengue ocorre principalmente no primeiro semestre de cada ano. No ano de 2015 a maioria das infecções por dengue ocorreu entre a 10ª e a 25ª SEs. E em 2016 ocorreu entre a 1ª e a 18ª SEs.

## 7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.C.M.; ASSUNÇÃO, R.M.; PROIETTI, F.A.; CAIAFFA, W.T. 2008. Dinâmica intra-urbana das epidemias de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais Brasil – 1996-2002. **Caderno de Saúde Pública**, 24(10):2385-2395.

ANDRADE, C.S; PEREIRA, J.G; DE OLIVEIRA, R.C; FREITAS, J.D. 2012. Caracterização geofísica da vulnerabilidade ambiental na cidade de dourados. IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. **III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Goiânia/GO – 19 a 22/11/2012.

BAGNOULS, F.; GAUSSEN, H. 1962. Estação seca e índice xerotérmico. Boletim Geográfico, ano XX, n. 169. (Tradução de Ruth Simões Bezerra dos Santos).

BERTOLACCI-ROCHA, L.G.; CUNHA, R.V.; CASTRO LICHS, G.G.; DAL FABBRO, M.M.F.J.; MOTTA-CASTRO, A.R.C. 2014. Introduction of the dengue virus type 4 in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, 30(8):1789-1792.

BRAGA, I.A.; VALLE, D. 2007. *Aedes aegypti*: vigilância, monitoramento da resistência e alternativas de controle no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde,** 16(4):295-302.

BRASIL. 2001. Ministério da Saúde. **Dengue: instruções para pessoal de combate ao vetor** - Manual de normas técnicas. 3 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 84p.

BRASIL. 2005. 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. Brasília: Ministério da Saúde, 60p.

BRASIL. 2009. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Diretrizes Nacionais para a prevenção e controle de epidemias de dengue.** Brasília: Ministério da Saúde, 160p.

BRASIL. 2013. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Levantamento Rápido de Índices para Aedes aegypti (LIRAa) para vigilância entomológica do Aedes aegypti no Brasil: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes. Brasília: Ministério da Saúde, 84p.

BRASIL. 2014. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Preparação e resposta à introdução do vírus Chikungunya no Brasil.** Brasília: Ministério da Saúde, 100 p.

BRASIL. 2015. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Plano de Contingência Nacional para Epidemias de Dengue.** Brasília: Ministério da Saúde, 42p.

BRASIL. 2016a. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Relatório da Reunião Internacional para Implementação de Alternativas para o Controle do *Aedes aegypti* no Brasil. **Boletim Epidemiológico**. 47(15):1-9.

BRASIL. 2016c. Ministério da Saúde. Secretaria de Comunicação Social – Área Internacional. Presidência da República Federativa do Brasil. **Vírus Zika no Brasil.** Brasília: Secretaria de Comunicação Social. 20p.

Brasil. 2017a. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Atenção Básica. **Chikungunya: Manejo Clínico**. 2 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 78 p.

BRASIL. 2017d. Ministério da Saúde. **Resolução nº 12, de 26 de janeiro de 2017.** Disponível em: < http://www.conass.org.br/wp-content/uploads/2017/02/CIT12-2017.pdf>. Acessado em: setembro de 2018.

BRASIL. 2018a. Ministério da Saúde. Saúde de A a Z — **Dengue: informações técnicas**. Disponível em: <a href="http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/dengue/informacoes-tecnicas">http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/dengue/informacoes-tecnicas</a>. Acesso em: maio de 2018.

BRASIL. 2018c. Ministério da Saúde. Saúde de A a Z — **Dengue: descrição da doença**. Disponível em: <a href="http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/dengue/descricao-da-doenca">http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/dengue/descricao-da-doenca</a>. Acesso em: maio de 2018.

BRASIL. 2018d. Ministério da Saúde. Saúde de A a Z – **Chikungunya.** Disponível em: < http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/chikungunysa>. Acesso em: abril de 2018.

BRASIL. 2018e. **Chikungunya: Descrição da Doença.** Disponível em: <a href="http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/chikungunya/descricao-da-doenca">http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/chikungunya/descricao-da-doenca</a>. Acesso em: maio de 2018.

BRASIL. 2018f. Ministério da Saúde. Saúde de A a Z – **Zika: descrição da doença**. Disponível em: http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/zika-virus/17823-descricao-dadoenca-zika

BRASIL. 2018g. Ministério da Saúde. Saúde de A a Z – **Zika: exames laboratoriais.** Disponível em: <a href="http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/zika-virus/17826-tratamento-zika">http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/zika-virus/17826-tratamento-zika</a>. Acesso em: maio de 2018.

CONSOLI, R.A.G.B.; OLIVEIRA, R.L. 1994. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil.** 20 ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 228p.

DOURADOS (Município). 2018. Secretaria Municipal de Saúde. **SINAN - Sistema de Informação de Agravos de Notificação.** Coordenadoria de Vigilância Epidemiológica. SeMS: Dourados-MS.

DONATTI, J.E.; GOMES, A.C. 2007. Adultrap: descrição de armadilha para adulto de *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 51(2);255-256.

EIRAS, A.E.; RESENDE, M.C. 2009. Preliminary evaluation of the "Dengue-MI" technology for *Aedes aegypti* monitoring and control. **Caderno de Saúde Pública**, 25(suppl. 1):545-548.

FARIA, N.R.; AZEVEDO, R.S.S.; KRAEMER, M.U.G. et al. 2016. Zika virus in the Americas: Early epidemiological and genetic findings. **Science**, 352(6283):345-349.

FAPESP. 2007. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Monitoramento com armadilha que atrai mosquito é uma das inovações, junto com insetos transgênicos, para controle da doença. **Revista Pesquisa**, 131:66-71

FORATTINI, O.P. 2002. **Culicidologia médica:** identificação, biologia e epidemiologia. 2 ed. São Paulo: EDUSP. 850p.

GAUCHAZH, 2018. Índice de infestação de fêmeas de *Aedes aegypti* atinge status crítico em Porto Alegre. Disponível em: <a href="https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2017/01/indice-de-infestacao-de-femeas-de-aedes-aegypti-atinge-status-critico-em-porto-alegre-9543947.html">https://gauchazh.clicrbs.com.br/porto-alegre/noticia/2017/01/indice-de-infestacao-de-femeas-de-aedes-aegypti-atinge-status-critico-em-porto-alegre-9543947.html</a>>. Acessado em outubro.

GOMES, A.C. 1998. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* e *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* em programa de vigilância entomológica. **IESUS,** VII(3):49-57.

GOMES, A.C. 2002. Vigilância Entomológica, IESUS, 11(2):79-90.

IBGE. 2017. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/dourados/panorama>. Acessado em agosto de 2017.

LIMA, E.A.; FIRMINO, J.L.N.; GOMES FILHO, M.F. 2008. A relação da previsão da precipitação pluviométrica e casos de dengue nos estados de Alagoas e Paraíba, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meterorologia**, 23(3):264-269.

LIMA-NETO, A.S.; NASCIMENTO, O.J.; SOUSA, G.S.; LIMA, J.W.O. 2016. Dengue, Zika e Chikungunya – desafios do controle vetorial, frente à ocorrência das três arboviroses – parte II. 2016. **Revista Brasileira Promoção da Saúde,** 29(4):463-466.

MARCONDES, C.B. 2011. **Entomologia Médica e Veterinária.** 2 ed. São Paulo: Atheneu, 526p.

MARTEIS, L.S.; MAKOWSKI-STEFFLER, L.; ARAÚJO, K.C.G.M.; SANTOS, R.L.C. 2013. Identification and spatial distribution of key premises for *Aedes aegypti* in the Porto Dantas neighborhood, Aracaju, Sergipe State, Brazil, 2007-2008. **Caderno de Saúde Pública**, 29(2):368-378.

MEDRONHO, R.A. 2006. Dengue e o ambiente urbano. **Revista Brasileira de Epidemiologia,** 9(2):159-161.

NATAL, D. 2002. Bioecologia do Aedes aegypti. Biológico, 64(2):205-207.

NARDI, A.C.F.; BRITO, S.M.F.; SANTOS, A.F.; HENRIQUES, C.M.P.; DUARTE, E.; MESQUITA, F.C.; FERREIRA, G.S.; PUCCA JR, G.A.; TURCATO, M.B.D.; FRANCO, M.S.; SOUZA, M.F.M. 2016. Relatório da Reunião Internacional para implementação de

alternativas para o controle do *Aedes aegypti* no Brasil. **Boletim Epidemiológico**, 47(15):1-9.

PARRA, M.C.P.; FÁVARO, E.A.; DIBO, M.R.; MONDINI, A.; EIRAS, E.; KROON, E.G.; TEIXEIRA, M.M.; NOGUEIRA, M.L.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. 2018. Using adult Aedes aegypti females to predict areas at risk for dengue transmission: A spatial case-control study.

RAULINO, F.F.A.; OLIVEIRA, T.R. 2011. Análise de infestação por *Aedes aegypti* e transmissão da dengue no município de Russas, Ceará-Brasil, 2008-2011. **Cadernos ESP. Ceará,** 5(1):54-61.

RIOS, P.C. 2008. **Análise comparativa entre fatores ambientais e o aparecimento de novos casos de dengue em Dourados-MS.** [Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Enfermagem, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), 49f.]. Dourados, MS.

SANTOS, V.A., SILVA, C.A., SCHNEIDER, H. 2011. As características do clima de dourados (MS) e suas conexões com os sistemas atmosféricos regionais. **Revista Brasileira de Climatologia**, n.9, ISSN: 1980-055x (Impressa) 2237-8642 (Eletrônica).

SILVA, H.H.G.; SILVA, I.G. 1999. Influência do período de quiesciência dos ovos sobre o ciclo de vida de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) em condições de laboratório. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical,** 32(4):349-355.

SILVA, H.H.G.; SILVA, I.G. 2000. Estudos do ciclo evolutivo de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) a partir de ovos com quatro meses de estocagem em laboratório. **Revista de Patologia Tropical**, 29:95-100.

SILVA, J.S.; MARIANO, Z.F.; SCOPEL. 2008. A dengue no Brasil e as políticas de combate ao *Aedes aegypti*: da tentativa de erradicação às políticas de controle. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, 3(6):163-175.

SINAN (Município). 2018. Sistema de Notificação de Agravos. Secretaria Municipal de Saúde. Coordenadoria de Vigilância Epidemiológica. SeMS: Dourados, MS.

PENNA, M.L.F. 2003. Um desafio para a saúde pública brasileira: o controle do dengue. **Caderno de Saúde Pública**, 19(1):305-309.

TAUIL, P.L. 2002. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, 18(3):867-871.

TEIXEIRA, M.G.; BARRETO, M.L.; GUERRA, Z. 1999. Epidemiologia e Medidas de Prevenção do Dengue. **Informe Epidemiológico do SUS,** 8(4):5-33.

VALLE, D.; AGUIAR, R.; PIMENTA, D. 2016. Lançando luz sobre a dengue. **TENDÊNCIAS.** p.1-5.

WHO. 2018. World Health Organization. **Dengue and** *Aedes aegypti*. Disponível em: <a href="http://www.who.int/topics/dengue/en/">http://www.who.int/topics/dengue/en/</a>>. Acessado em: 17 de março de 2018.

ZARA, A.L.S.A.; SANTOS, S.M.; FERNANDES-OLIVEIRA, E.S.; CARVALHO, R.G.; COELHO, G.E. 2016. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde,** 25(2):391-404.