



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM SAÚDE PÚBLICA**

ANA CAROLINA POLICARPO CAVALCANTE

**LEVANTAMENTO RÁPIDO DE ÍNDICES PARA *Aedes Aegypti* (LIRAa):
IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO E MENSURAÇÃO DE IMPACTOS DE
INTERVENÇÕES EDUCATIVAS.**

**CAMPINA GRANDE
2019**

ANA CAROLINA POLICARPO CAVALCANTE

**LEVANTAMENTO RÁPIDO DE ÍNDICES PARA *Aedes Aegypti* (LIRAA):
IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO E MENSURAÇÃO DE IMPACTOS DE
INTERVENÇÕES EDUCATIVAS.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual da Paraíba – UEPB em cumprimento aos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública, Área de Concentração Saúde Pública.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Silvana Cristina dos Santos.

**CAMPINA GRANDE
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C376I Cavalcante, Ana Carolina Policarpo.
Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* (LIRaA) [manuscrito] : identificação de áreas de risco e mensuração de impactos de intervenções educativas / Ana Carolina Policarpo Cavalcante. - 2019.
72 p. : il. colorido.
Digitado.
Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2020.
"Orientação : Profa. Dra. Silvana Cristina dos Santos., Coordenação de Curso de Biologia - CCBS."
1. Educação em Saúde. 2. Arboviroses. 3. *Aedes Aegypti*.
4. Indicadores entomológicos. I. Título

21. ed. CDD 614

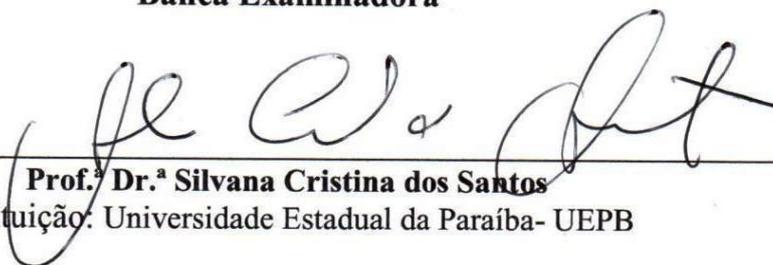
Ana Carolina Policarpo Cavalcante

Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* (LIRAA):
identificação de áreas de risco e mensuração de impactos de
intervenções educativas.

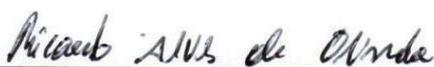
Dissertação apresentada à Universidade Estadual da
Paraíba – UEPB em cumprimento aos requisitos
necessários para obtenção do título de Mestre em Saúde
Pública, Área de Concentração Saúde Pública.

Aprovado em 08/11/2019

Banca Examinadora



Prof.ª Dr.ª Silvana Cristina dos Santos
Instituição: Universidade Estadual da Paraíba- UEPB



Prof. Dr. Ricardo Alves de Olinda
Instituição: Universidade Estadual da Paraíba - UEPB



Prof. Dr. Ruy Alberto Pisani Altafim
Instituição: Universidade Federal da Paraíba- UFPB

Dedico essa dissertação a Deus meu guia, aos meus pais e ao meu esposo Ruan, fiéis incentivadores e colaboradores nessa trajetória. A vocês, dedico minha vitória!

AGRADECIMENTOS

É findada mais uma etapa daquilo que escolhi para minha vida. Então é um momento de agradecer a todos os participantes deste ciclo.

A priori, gostaria de agradecer a minha orientadora Profa. Dra. Silvana Santos, pela orientação construtiva, didática, competente e acolhedora. Agradeço também ao Prof. Dr. Ricardo Alves de Olinda que enriqueceu essa pesquisa com seus conhecimentos estatísticos.

A todos os integrantes do grupo Zikamob do Núcleo de Estudos em Genética e Educação da Universidade Estadual da Paraíba (NEGE/UEPB), que estiveram comigo ao longo dessa caminhada, em especial a Profa. Dra. Roberta Smania Marques e aos colegas: Fernandes Abel, Izabelly Dutra, Victor Balbino e Ricardo Almeida.

A todos os funcionários e professores do Programa de Pós Graduação em Saúde Pública da Universidade Estadual da Paraíba.

A Secretaria de Saúde do município de Campina Grande, em especial ao serviço de Vigilância Ambiental.

Aos meus pais, Ana Policarpo e Flávio Teixeira, que sempre estiveram comigo nesta caminhada longa e árdua, sendo meus suportes, nos momentos difíceis.

A minha irmã Ana Flávia, por acreditar em mim e ser uma das Maiores incentivadoras dos meus sonhos.

Ao meu esposo Ruan Pierre, por todas as palavras de incentivo e de força. Tenha certeza que nos momentos mais difíceis, sempre soube que você estaria ao meu lado e jamais desistiria desse sonho que é nosso!

A todos muito obrigada!

RESUMO

O Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) definiu como um dos seus principais eixos estratégicos o engajamento da população por meio de intervenções educativas. Essas ações devem ser promovidas pelos profissionais da área de saúde, envolvendo as instituições de ensino públicas e privadas, especialmente com vistas a eliminar ou evitar criadouros de mosquito e disseminar informações sobre sinais e sintomas das doenças. Contudo, ainda são escassos os estudos científicos que objetivam avaliar o impacto dessas ações. Este estudo ecológico teve por objetivo avaliar o uso do Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* (LIRAA) para identificar áreas de risco e mensurar impactos de intervenções educativas para prevenção de arboviroses. Além da análise descritiva, foram utilizados o teste de correlação de Spearman; os Índices de Moran global e local e a Estatística C de Geary com a finalidade de mensurar os efeitos das dependências espaciais entre os bairros. Os resultados apontaram que não há correlação entre proporção de estudantes do Ensino Médio e os índices de infestação larval. Entretanto, houve correlação positiva entre a razão de dependência e o LIRAA de Abril 2018 ($p < 0.01$) e LIRAA de Janeiro de 2019 ($p < 0.01$), evidenciando que as localidades com maior proporção de idosos e crianças, geralmente com população mais pobre, também é onde os mosquitos mais proliferaram; assim como onde há mais imóveis desocupados. Foi demonstrada dependência espacial positiva entre os bairros da cidade de Campina Grande que, durante todo o período estudado, teve valor significativo atribuído ao índice de Moran (0,1%). A metodologia utilizada neste trabalho permitiu a identificação de *hotpots* ou bairros que devem ser considerados prioritários para as ações preventivas dos serviços de Vigilância Entomológica; entretanto, a presença de mais estudantes do Ensino Médio não influenciou os valores de LIRAA. As análises de auto correlação constituem estratégia inovadora capaz de fornecer informações detalhadas às autoridades relevantes de saúde pública, o que permitirá uma alocação mais eficiente de recursos, principalmente em ações de prevenção de mosquitos.

Palavras – chave: Aedes. Educação em Saúde. Infecção por Arboviroses. Análise espacial.

ABSTRACT

The National Dengue Control Program (PNCD) has defined as one of its main strategic axes the engagement of the population through educational interventions. These actions should be promoted by health professionals, involving public and private educational institutions, especially with a view to eliminating or avoiding mosquito breeding sites and disseminating information on signs and symptoms of disease. However, scientific studies aiming to evaluate the impact of these actions are still scarce. This ecological study aimed to evaluate the use of the *Aedes Aegypti* Rapid Index Survey (LIRAA) to identify risk areas and measure impacts of educational interventions to prevent arboviruses. In addition to descriptive analysis, the Spearman correlation test; the global and local Moran indices, and Geary's C-statistics were used to measure the effects of spatial dependencies between neighborhoods. The results showed that there is no correlation between proportion of high school students and the index of larval infestation. However, there was a positive correlation between the dependency ratio and the April 2018 LIRAA ($p < 0.01$) and the January 2019 LIRAA ($p < 0.01$), showing that the locations with the highest proportion of elderly and children, usually with the poorest population is also where mosquitoes proliferated the most; as well as where there are more vacant properties. Positive spatial dependence was demonstrated among the districts of the city of Campina Grande, which, during the entire study period, attributed a significant value of 0.1% to the Moran index. The methodology used in this work allowed the identification of hotspots or neighborhoods that should be considered a priority for preventive actions of Entomological Surveillance services; although it was not verified the contribution of high school students to reduce the mosquito's infestation. This autocorrelation analysis is an innovative strategy capable of providing detailed information to relevant public health authorities, which will allow a more efficient allocation of resources, especially for mosquito prevention actions.

Keywords: Aedes. Health Education. Arbovirus Infection. Spatial Analysis.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACS: Agentes Comunitários de Saúde

ACEs: Agentes de Combate as Endemias

CHIKV: Chikungunya

FHD: Febre Hemorrágica da Dengue

HND: História Natural da Doença

IB: Índice de Breteau

IIP: Índice Predial

ITR: Índice por Tipo de Recipiente

LIA: Levantamento de Índice Amostral

LIRAA: Levantamento Rápido de Índices para o *Aedes Aegypti*

MS: Ministério da Saúde

OMS: Organização Mundial de Saúde

PEAA: Plano de Erradicação do *Aedes aegypti*

PIACD: Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue

PNCD: Plano Nacional de Controle da Dengue

VE: Vigilância entomológica

ZIKV: Zika

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Artigo A. Tabela das estimativas do Índice de Moran de 2014 a 2015.....	36
Tabela 1 – Artigo B. Análise descritiva dos dados do Levantamento Rápido de Índices para <i>Aedes Aegypti</i> (LIRAA) para os anos de 2018 e 2019, da população por bairro, número de estudantes matriculados em escolas do Ensino Médio, proporção de estudantes por bairro, razão de dependência, proporção de imóveis desocupados e proporção de indivíduos maiores e menores de 14 anos, referentes ao município de Campina Grande, PB, Nordeste do Brasil.....	60
Tabela 2 – Artigo B. Matriz de correlação de Spearman para indicadores de infestação larval (LIRAA), população de estudantes do Ensino Médio, razão de dependência e proporção de imóveis desocupados para o município de Campina Grande, Paraíba, Nordeste do Brasil.....	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Artigo A. Mapa dos bairros de Campina Grande - PB.....	32
Figura 1 - Artigo B. Mapa dos bairros de Campina Grande - PB.....	58
Figura 2 - Artigo A. Mapa de Quantis de 2014 a 2017.....	37
Figura 3 - Artigo A. Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IB 2014.....	40
Figura 4 - Artigo A. Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IB 2015.....	41
Figura 5 - Artigo A. Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IB 2016.....	42
Figura 6 - Artigo A. Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IB 2017.....	43
Figura 7 - Artigo A. Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IIP 2014.....	44
Figura 8 - Artigo A. Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IIP 2015.....	45
Figura 9 - Artigo A. Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IIP 2016.....	46
Figura 10 - Artigo A. Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IIP 2017.....	47

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACS: Agentes Comunitários de Saúde

ACEs: Agentes de Combate as Endemias

CHIKV: Chikungunya

FHD: Febre Hemorrágica da Dengue

HND: História Natural da Doença

IB: Índice de Breteau

IIP: Índice Predial

ITR: Índice por Tipo de Recipiente

LIA: Levantamento de Índice Amostral

LIRAA: Levantamento Rápido de Índices para o *Aedes Aegypti*

MS: Ministério da Saúde

OMS: Organização Mundial de Saúde

PEAA: Plano de Erradicação do *Aedes aegypti*

PIACD: Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue

PNCD: Plano Nacional de Controle da Dengue

VE: Vigilância entomológica

ZIKV: Zika

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 <i>Aedes Aegypti</i> E INDICADORES ENTOMOLÓGICOS	15
2.2 ANÁLISE ESPACIAL EM SAÚDE	17
2.3 INTERVENÇÕES EDUCATIVAS NO CONTROLE DO <i>Aedes Aegypti</i>	19
3 HIPÓTESE	22
4 OBJETIVOS	23
4.1 OBJETIVOS GERAL	23
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
5 MATERIAL E MÉTODO	24
5.1 DESENHO DO ESTUDO	24
5.2 CENÁRIO DE ESTUDO	24
5.3 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DO ESTUDO	25
5.4 INDICADORES	25
5.5 ANÁLISE DOS DADOS	25
5.6 ASPECTOS ÉTICOS	26
6 RESULTADOS	27
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

De origem africana, o *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) tem vasta distribuição em regiões de clima tropical e subtropical. É um inseto com grande plasticidade biológica, alta fecundidade e com ciclo reprodutivo rápido; tendo desenvolvimento holometabólico com as fases de ovo, larva, pupa e adulto. Além disso, ele também é adaptado às características urbanas, o que explica sua predominância em domicílios e recipientes artificiais onde se acumula água como garrafas, pneus, vasos e latas (NDENGA, et al., 2017). É considerado o principal vetor da Dengue, Chikungunya, Zika e Febre amarela urbana, cuja transmissão ao homem ocorre através da picada da fêmea infectada (NGUGI et al., 2017).

Estudos epidemiológicos associam a expansão dessas doenças ao processo de desenvolvimento urbano desordenado, ocasionado principalmente pela falta de infraestrutura e saneamento básico em áreas ocupadas de forma não planejada. Particularmente, a baixa cobertura na coleta de lixo e a intermitência no abastecimento da água comprometem de forma direta o controle dos vetores. Por conseguinte, essas arboviroses são consideradas patologias que reproduzem com perspicuidade o modelo multicausal, devido influência dos fatores determinantes, de ordem social, ambiental e cultural no curso da História Natural da Doença (HND) (CARVALHO; MAGALHÃES; MEDRONHO, 2017).

As enfermidades supracitadas representam na atualidade graves problemas de Saúde Pública, em especial a dengue, considerada a mais prevalente doença viral transmitida por artrópodes do mundo, com um alto número de casos suspeitos e confirmados ao ano. Estima-se que 2.5 bilhões de pessoas no mundo estejam sob risco de infecção, no qual destas, cerca de 100 milhões adquirem a doença e 500 mil desenvolvem as formas complicadas, como a Febre Hemorrágica da Dengue (FHD) (LANA et al., 2018).

A recente entrada, a rápida disseminação dos arbovírus Chikungunya (CHIKV) e Zika (ZIKV) no país e a gravidade dos agravos associados a esses vírus levou a Organização Mundial da Saúde (OMS) a reconhecer a situação como emergência sanitária global (WHO, 2016). No caso do vírus Zika, isto aconteceu por sua associação com o aumento nos casos de microcefalia, que passou a ser chamada recentemente como síndrome congênita da Zika, e a sua relação com a síndrome de Guillain-Barré, as quais causam severo comprometimento do sistema nervoso central. No caso do vírus Chikungunya, a preocupação se deve principalmente pela ocorrência, na fase crônica, do comprometimento articular e manifestação dos sintomas por mais do que três meses (BARRERA et al., 2018, AKHOUNDI et al., 2018).

No que concerne à febre amarela, mesmo com a disposição da vacina há algumas décadas, existe uma preocupação considerável sobre o risco de reurbanização, especialmente em períodos com eventos epizooticos. Essa inquietação está associada ao aumento no número de casos e mortes entre o período de 2017/2018, com 723 casos da doença e 237 óbitos; em comparação à 2016/2017, com 576 episódios da infecção e 184 falecimentos, o que já configura o pior surto já registrado no Brasil (BRASIL, 2018).

As estratégias de controle das arboviroses envolvem ações como o desenvolvimento de vacinas e o controle vetorial. No caso da febre amarela, a vacinação já tem sido utilizada por alguns anos e é efetiva; já para a dengue, embora haja uma vacina em desenvolvimento, os testes encontram-se ainda em estágio pré-clínico. Por essa razão, a abordagem para o controle dessas patologias continua sendo centrada no controle vetorial; a qual é realizada principalmente através de programas integrados de gerenciamento de vetores usando inseticidas, gestão ambiental e conscientização pública. No entanto, devido à resistência aos inseticidas e a pouca participação popular, esse controle continua sendo um dos maiores desafios da Saúde Pública (CARVALHO; MOREIRA, 2017).

No Brasil, várias estratégias já foram implementadas objetivando o controle vetorial. Em 1996, o Ministério da Saúde - MS, lançou o Plano de Erradicação do *Aedes Aegypti* (PEAa) com o objetivo de reduzir os casos de FHD. Contudo, o mesmo não alcançou uma atuação multissetorial o que resultou no insucesso da contenção do número de casos de dengue. Face às evidências de que não seria possível erradicar as espécies de mosquitos do gênero *Aedes*, o governo criou em 2001 o Plano de Intensificação das Ações de Controle da Dengue (PIACD), priorizando ações em municípios com maior prevalência da doença. Em 2002, o Plano Nacional de Controle da Dengue (PNCD) foi elaborado almejando reduzir os índices de infestação pelo *Aedes Aegypti*; reduzir a incidência da dengue e reduzir a letalidade da febre hemorrágica (ZARA et al.,2016).

Para melhor operacionalizar o PNCD, o MS criou em 2009 as diretrizes nacionais para a prevenção e controle de epidemias de dengue com vistas a diminuir as distâncias entre a teoria e a prática da saúde e definir de forma clara os papéis, trabalhos e responsabilidades de todas as áreas envolvidas, desde atenção básica até a média e alta complexidade (ZARA et al.,2016).

Uma das estratégias propostas no PNCD e ratificada nas diretrizes diz respeito às ações educativas. Essas ações compreendem a atuação dos Agentes Comunitários de Saúde (ACS) e outros profissionais da Estratégia Saúde da Família visando “promover mudanças de hábito da comunidade que contribuam para manter o ambiente doméstico livre do *Aedes*

Aegypti” e “fomentar ações educativas para a mudança de comportamento e a adoção de práticas para a manutenção do ambiente domiciliar preservado da infestação do *Aedes Aegypti*”, bem como divulgar informações “sobre ações de educação em saúde e mobilização social para mudança de comportamento e de hábitos da população” (BRASIL, 2002).

Essas ações educativas, segundo as diretrizes, devem ser promovidas pelos profissionais da área de saúde envolvendo as instituições de ensino públicas e privadas, especialmente com vistas a eliminar ou evitar criadouros de mosquito e disseminar informações sobre sinais e sintomas da doença. Entende-se que as escolas devem ser os centros de mobilização e conscientização da comunidade, já que cerca de 60 milhões de brasileiros estão presentes em salas de aula (BRASIL, 2009).

Para avaliar as ações do PNCD, adotou-se um método simplificado de amostragem, o Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* - LIRAA. Este método foi desenvolvido em 2003 com o objetivo de facilitar a obtenção, por gestores e profissionais, de dados entomológicos que contribuam para avaliação das ações e serviços de saúde e, conseqüentemente, do programa de combate à dengue, almejando o fortalecimento das ações de combate vetorial nas áreas de maior risco. Esse método permite avaliar a infestação larvária em um território com 10 a 12.000 habitantes. Entretanto, para que haja mais efetividade de ações de prevenção, é preciso identificar mais facilmente os bairros ou áreas com Maior risco ou que exercem Maior efeito no processo de disseminação do vetor (RIVAS et al., 2018).

As atividades educativas visando a promoção da saúde e a prevenção das doenças são entendidas como elementos essenciais no controle das populações de *Aedes Aegypti*, porém a avaliação do impacto dessas ações deve considerar métodos específicos da epidemiologia que muitas vezes são desconhecidos pelos educadores e pesquisadores que geralmente executam investigações no campo da Educação. De fato, para mensurar impacto de intervenção, é necessário utilizar indicadores dos níveis de infestação de mosquitos vetores, como o Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* - LIRAA. Dessa forma, o presente estudo teve por objetivo avaliar o uso do LIRAA para identificar áreas de risco e mensuração de impactos de intervenções educativas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Aedes Aegypti* E INDICADORES ENTOMOLÓGICOS

O *Aedes Aegypti* é um dos mais importantes vetores de patógenos humanos no mundo, sendo responsável por perdas humanas e econômicas significativas, principalmente em países em desenvolvimento. É originário da África, região da Etiópia e provavelmente, chegou ao Brasil por meio dos navios negreiros, durante o período da colonização. Em 1955 foi considerado como espécie erradicada, depois de múltiplas ações de controle, realizadas pela Fundação Rockefeller e pela OMS, para combater a febre amarela. Porém, os demais países da América do Sul não tiveram a mesma preocupação com o vetor, e assim anos depois o mosquito foi reintroduzido em nosso país (BROWN et al., 2013, MAYER; TESH; VASILAKIS, 2017).

Caracteriza-se por ser um mosquito domiciliado, com atividade hematofágica diurna, estando bem adaptado a viver em ambientes urbanos, principalmente em grandes cidades marcadas por aglomerações populacionais. Os ambientes domésticos representam variedades de criadouros artificiais para deposição dos ovos, sendo estes resistentes ao ressecamento e permanecendo viáveis por até 450 dias em ambientes secos (FERREIRA; NETO; MONDINI, 2018).

O ciclo biológico desse vetor compreende quatro fases que são ovo, larva, pupa e adulto; sendo que as formas pré imaginais são aquáticas e o mosquito adulto é alado. A fecundação se dá durante a postura e o desenvolvimento do embrião ocorre em 48 horas quando há condições favoráveis de umidade e temperatura. Os ovos são depositados na parede de recipientes que acumulam água e eclodem assim que entram em contato com a mesma, dando início ao ciclo de vida do mosquito, que pode durar de 7 a 10 dias (RÜCKERT et al., 2017).

A vida de uma fêmea dura em média 45 dias e, ao longo desse período, ela consegue depositar até 1.500 ovos. Uma vez infectada pelo vírus, a fêmea permanecerá contaminada até o final da sua vida, podendo infectar até 300 pessoas, caso sua existência não seja interrompida. A transmissão pode ocorrer de uma pessoa infectada para um mosquito suscetível (fêmea) ou de mosquitos infectados para indivíduos humanos suscetíveis (todos os indivíduos são suscetíveis) (HONÓRIO; CÂMARA; CALVET, 2015).

A ecologia e controle desse e de outros vetores representam o pilar central da Vigilância Entomológica – VE. Esse órgão visa conhecer o risco potencial de exposição da população humana às espécies de insetos capazes de transmitir patógenos. Os mosquitos são dípteros da família Culicidae e agrupam espécies envolvidas na transmissão de diversos agentes infecciosos, como vírus, bactérias e os vermes filariais causadores de doenças como malária, filariose e a dengue. Dessa forma, por estarem envolvidos nos ciclos de transmissão ativo de muitas destas doenças, esses são constantemente motivo de estudo e práticas voltadas para o controle (KRAEMER et al., 2015).

Comumente para avaliação das medidas de VE são empregados os métodos simplificados de amostragem. Estes são utilizados para coletar dados em campo e construir indicadores de presença do *Aedes Aegypti* e, devido à sua praticidade tanto na execução como na construção e análise de dados, seu uso é recomendado na maioria dos países onde o vetor está presente, como na África e nos Estados Unidos (RIVAS et al., 2018).

Os métodos de amostragem tradicionalmente utilizados são o Índice Predial (IIP), Índice Brateau (IB) e Índice por tipo de Recipiente (ITR), por serem economicamente viáveis e fáceis de operacionalizar. Criados nas primeiras décadas do século XX, esses índices foram úteis para estimar níveis de densidade vetorial de interrupção da transmissão da febre amarela. Tais indicadores podem facilitar a determinação da ecologia do vetor no âmbito local e auxiliar no monitoramento do impacto de medidas de intervenção específicas. Por outro lado, são limitados para determinar a abundância do vetor e atribuir risco de ocorrência de doenças (WERMELINGER et al., 2012).

Por conferirem resultados com uma segurança estatística aceitável, esses índices foram adotados pelo PNCD e agrupados dentro de uma metodologia que originou o LIRAA. Para sua aplicação, é necessário respeitar critérios de amostragem, cálculo de indicadores e operacionalização. Da sua criação até o ano de 2017, o LIRAA era procedimento obrigatório para capitais e nos municípios com mais de 100 mil habitantes, nas regiões metropolitanas e nas cidades com grande fluxo de turista e de fronteiras (BRASIL,2014). Conquanto, devido a todos os aspectos já trabalhados nesse estudo, a Resolução nº 12, de 26 de Janeiro de 2017, tornou obrigatório o levantamento entomológico em todos os municípios. Assim, todos os municípios com mais de 2.000 imóveis têm que realizar o LIRAA e, nos municípios com menos domicílios, é obrigatório realizar o Levantamento de Índice Amostral – LIA, que basicamente é o mesmo método de levantamento de infestação mas com adaptações para amostragem reduzida (WERMELINGER et al., 2012).

A amostragem para realização do LIRAA é calculada por conglomerados, tendo o quarteirão como a unidade primária de amostragem e o imóvel como unidade secundária. A área urbana dos municípios deve ser dividida em estratos que apresentem características socioambientais semelhantes, a fim de se obter uma homogeneidade de cada estrato e facilitar as ações de controle vetorial pós levantamento (BARBOSA et al., 2014).

Para municípios maiores a composição dos estratos 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, devendo, dentro dos quarteirões selecionados, serem inspecionados 20% dos imóveis. No caso dos municípios com menos de 2.000 imóveis, deve-se inspecionar 50% dos imóveis presentes nos quarteirões sorteados. Essa estratificação possibilita um maior detalhamento do Índice de Infestação Predial, permitindo priorizar ações de controle para áreas de Maior risco dentro do município (WERMELINGER et al., 2012).

Quanto aos indicadores, o Índice Predial (IIP) representa a porcentagem de imóveis onde foi registrada a presença de *Aedes Aegypti*; o Índice de Breteau (IB) representa o número de depósitos positivos para cada 100 imóveis pesquisados e o Índice por tipo de recipiente (ITR) representa a porcentagem do número do tipo de recipientes positivos entre o número de recipientes positivos pesquisados (FRUTUOSO, 2013).

2.2 ANÁLISE ESPACIAL EM SAÚDE

O mundo moderno proporciona condições favoráveis para a rápida disseminação de arboviroses. A urbanização acelerada sem infraestrutura de saneamento básico e abastecimento hídrico, e a intensa utilização de materiais não biodegradáveis, como recipientes descartáveis, de borracha, plástico e vidro, criam condições ecológicas favoráveis para proliferação de agentes transmissores de doenças. Dessa forma, compreender a distribuição espacial desses vetores se torna imprescindível na prevenção dessas patologias, tornando-se uma ferramenta importante para Epidemiologia e Saúde Pública (XAVIER et al., 2017).

A análise espacial compreende o estudo quantitativo de fenômenos que são localizados geograficamente no espaço e podem ser realizadas através dos métodos de visualização, de análise exploratória ou de modelagem de dados espaciais. Esse tipo de enfoque vem sendo utilizado nos estudos epidemiológicos e permite a relação de informação demográficas, ambientais e socioeconômicas, a fim de detectar os fatores condicionantes e

determinantes do processo saúde-doença sem dissociá-los do espaço territorial (CARVALHO; MAGALHÃES; MEDRONHO, 2017).

Essa abordagem destaca-se pela capacidade de processar dados de diferentes formatos e obter informações georreferenciadas e modelos de explicação para a história natural da doença. As distribuições de riscos de doenças quantificadas conjuntamente no espaço e no tempo são elementos chave para o entendimento de fenômenos espaço-temporais, contribuindo para a compreensão epidemiológica de várias doenças (OLIVEIRA et al., 2016).

O uso da análise espacial é relativamente antigo na pesquisa científica. Destacando-se, nesse contexto, os estudos da cólera realizados por John Snow na Inglaterra em 1853. Contudo, um avanço significativo ocorreu na década de 80, com o advento dos computadores pessoais e com a difusão de técnicas de mapeamento digital. Para essa finalidade, softwares e outras tecnologias de mapeamento vem sendo desenvolvidas, contribuindo para definição de padrões de espaço-temporais de dados epidemiológicos, entomológicos e gerando modelos de predição de risco de doenças e infestação, através de simulações realizadas por programas computacionais (COSTA; DANALISIO; SILVEIRA, 2013).

Há vários exemplos do uso da análise espacial no controle de mosquitos vetores de arboviroses. Um deles foi o estudo sobre a distribuição espacial dos casos clássicos de dengue e febre hemorrágica na cidade do Rio de Janeiro com uso da ferramenta “Geocoding do Programa ArcGis10”. Os resultados mostraram que os locais de ocorrência da dengue clássica e febre hemorrágica não eram coincidentes, sendo esta última mais prevalente em bairros pobres e favelas. Neste contexto, ficou evidente que a vulnerabilidade social pode ser um fator de influência para a ocorrência de agravamento, uma vez que há uma deficiência na oferta e acesso a bens e serviços essenciais para a população (CARVALHO; MAGALHÃES; MEDRONHO, 2017).

Um outro exemplo interessante é um estudo de caso-controle utilizado para analisar a distribuição espacial do risco de dengue e a influência de indicadores entomológicos de *Aedes Aegypti* em seus estágios de ovo, larva-pupa e adulto em uma cidade de médio porte no estado de São Paulo. Os resultados, contudo, não mostraram coincidência espacial entre o risco da doença e a intensidade dos indicadores entomológicos (BARBOSA et al., 2014).

Na Austrália, um estudo semelhante utilizou funções espaciais e espaço-temporais para quantificar a intensidade e direção do agrupamento de casos de dengue, associando modelo de regressão bayesiano semiparamétrico espaço-temporal para avaliar o impacto de medidas de intervenção e autocorrelação espacial nas chances de infecção por dengue semanalmente. Como resultado, observou-se propagação do vírus com elevado detalhamento

e quantificação da dimensão espaço-temporal da transmissão da dengue na cidade (apud BARBOSA et al., 2014).

Na capital das Filipinas foi criado um programa chamado de *Nationwide Dengue Vigilância Vector*, baseado em uma estratégia de cooperação interagências governamentais, o que permitiu sua implementação em todas as escolas públicas do país. Com o uso de geoprocessamento e armadilhas para o mosquito montadas e monitoradas pelos alunos, esse estudo objetivou referenciar por meio de balões os locais de risco para a dengue, assim foram utilizados balões vermelhos para indicar alerta e os brancos, o contrário. Este programa se destacou por despertar os alunos para o exercício da cidadania mostrando a importância da participação coletiva no combate aos vetores (OLIVEIRA et al., 2016).

Algumas cidades apresentam áreas com diferenças significativas nos índices infestação de *Aedes Aegypti*, sendo recomendado a utilização da análise espacial para estudos sobre esse fenômeno. Comprovadamente características sociodemográficas, econômicas e culturais interferem na HND, inclusive das arboviroses, o que possibilita a inserção de técnicas que considerem o atributo espacial, como o uso de geoestatística. O controle dos vetores pode ser aprimorado com análises de um atributo adicional: a localização geográfica dos eventos (YAMAMOTO; LANDIM, 2013). A partir de técnicas de geoestatística, é possível identificar a estrutura espacial dos dados e conhecer aspectos que não estariam disponíveis por métodos tradicionais.

2.3 INTERVENÇÕES EDUCATIVAS NO CONTROLE DO *Aedes Aegypti*

O modelo atual de controle das arboviroses no Brasil definiu como um dos seus principais eixos estratégicos a participação popular, estimulada através de intervenções educativas capazes de promover uma real mudança no comportamento da comunidade. No PNCD, vigente no país, encontra-se 10 componentes que tratam de diferentes estratégias de controlar o *Aedes Aegypti*. Um deles propõe ações para o fomento da participação comunitária direcionada à redução de criadouros domiciliares do mosquito (BRASIL, 2002). Essas ações têm utilizado várias estratégias e métodos diferenciados, os quais, nem sempre, alcançam sucesso (ZARA, 2016).

Dessa forma, o controle do mosquito ainda representa um importante desafio, especialmente nos países em desenvolvimento. Para os epidemiologistas, as razões para tal situação são complexas e não totalmente compreendidas. Uma das possíveis explicações é

que, apesar dos planos e programas de controle do *Aedes Aegypti* abordar a descentralização e a participação da comunidade, o modelo desenvolvido na prática baseou-se em métodos verticais que buscavam a eliminação do mosquito por meio de inseticidas. Nesta perspectiva, a comunidade fica, na Maioria das vezes, como espectadora e na dependência de ações previamente definidas (SUWANBAMRUNG, 2012).

As intervenções educativas consistem na estratégia adotada para o incentivo da participação popular, porém, o entrave reside em estabelecer estratégias passíveis de envolver a comunidade mediante exploração dos determinantes comportamentais, identificação das necessidades compreendidas pela própria população e em elaborar planos de ação com objetivos comportamentais bem definidos. Nesse contexto, faz-se importante explorar também as questões sociais e a adoção de metodologias mais participativas para alcançar a motivação e a mobilização de maneira ativa e real, pela qual os sujeitos sejam capazes de reivindicar e assumir processos que passem pelo diagnóstico, planejamento, execução e avaliação das ações desenvolvidas (FRANÇA et al., 2017).

Por conseguinte, várias intervenções educativas foram realizadas objetivando a participação da comunidade no controle do *Aedes Aegypti* e, dentre estas, algumas foram frutos de pesquisas científicas. Um estudo de intervenção educativa foi desenvolvido em uma escola de ensino fundamental de Aracaju (SE) e concluiu que ações educativas auxiliam na ampliação do conhecimento dos estudantes, sem que isto necessariamente esteja associado à mudança de comportamento da população. Corroborando com essa mesma conclusão, outros pesquisadores observaram que tanto os pais quanto os alunos demonstraram conhecimento satisfatório sobre os aspectos gerais das arboviroses, porém isso não gerou uma mudança de comportamento compatível com o saber, que fosse suficiente para interromper a cadeia de transmissão das doenças, o que se evidenciou pela manutenção dos elevados índices de infestação predial (FEITOSA et al., 2016a).

Em outra pesquisa, observou-se que a estratégia de prevenção da dengue por meio de atividades educativas obteve boa receptividade e interesse dos alunos de uma escola de ensino médio, mas as concepções apresentadas pelos alunos sobre o tema eram fragmentadas. Os autores destacam ainda a necessidade de se promover o diálogo entre o conhecimento científico e o de senso comum para melhor adaptação das estratégias aos interesses, necessidades e visão de mundo da população envolvida na ação educativa (ZARA, 2016).

De uma forma geral, observou-se que grande parte dos estudos de intervenção educativa deteve-se apenas à descrição das ações ou avaliação dos conhecimentos, atitudes e comportamentos dos participantes. Essas pesquisas não tiveram os atributos suficientes para

se tornarem capazes de mensurar o impacto desse tipo de intervenção, tendo em vista que não conseguiram evidências para mostrar que a amostra que não recebeu a intervenção (contrafator) teria resultados diferentes caso tivesse sido exposta a mesma condição (FEITOSA et al., 2016b).

Destarte, observa-se que persiste uma lacuna a ser preenchida por meio da educação e promoção da saúde no tangente à participação popular de forma ativa nesse processo. A educação em saúde apresentou-se como um dos componentes mais demandados para o êxito de políticas que não fiquem presas à lógica campanhista do combate ao vetor, prevalecente nos espaços de atuação dos órgãos de controle, em especial na comunidade, no qual aspectos relacionados à cultura, hábitos, crenças e risco ambiental, perdem-se no arcabouço desse modelo generalista repassado pela mídia e pelos documentos oficiais (ZARA, 2016).

Outro ponto que merece ser considerado é a dificuldade de alterar o comportamento das pessoas no curto prazo, seja em nível individual ou coletivo, já que percepções e costumes estão arraigados no seu íntimo e são repassados de geração a geração. Grande parte das pessoas envolvidas nos estudos apresentam um bom nível de conhecimento; isto, entretanto, não está associado à mudança de atitudes e práticas cotidianas evidenciando que a mudança de hábitos requer uma nova abordagem interdisciplinar e multissetorial (CAPRARA, 2013).

No Brasil, pesquisadores da Universidade Estadual da Paraíba têm envidado esforços em pesquisa sobre intervenções educativas baseadas nas teorias de mudança de comportamento e com uso do conceito de aprendizagem digital. O grupo desenvolveu uma plataforma virtual conhecida por Zikamob que permite o acompanhamento de atividades educativas nas escolas e a produção de conteúdo para as redes sociais. Em um estudo preliminar, envolvendo estudantes universitários e policiais militares, verificou-se que a intervenção foi capaz de mudar atitudes e comportamentos dos participantes, que passaram a utilizar mais medidas preventivas para controle vetorial do *Aedes Aegypti* (MANGUEIRA et al, 2019).

3 HIPÓTESE

Em 2015, com a descoberta da relação entre o vírus Zika e o nascimento de crianças com malformações como a microcefalia, foram realizadas várias campanhas educativas junto às mídias e também junto às escolas de todo o país. Entretanto, há poucos estudos que avaliam o impacto dessas ações e de todos esses esforços de conscientização da população sobre a infestação de mosquitos vetores de arboviroses.

A avaliação de impacto de intervenções em saúde exige o uso de métodos epidemiológicos adequados. No caso específico das arboviroses, as intervenções educativas que objetivam mudar o comportamento da população devem impactar os índices de infestação larval, reduzindo as populações de mosquitos vetores. Como medir o impacto das ações educativas sobre o controle dos vetores?

A nossa hipótese de trabalho considerou que seria possível mensurar o impacto de intervenções educativas associando, por meio de georreferenciamento, os dados do LIRAA sobre infestação dos mosquitos ao posicionamento das escolas e seus estudantes. A ideia seria definir mais claramente as áreas de maior risco que pudessem se beneficiar de intervenções educativas direcionadas para redução de criadouros de mosquitos e para mudança de comportamento da população.

As escolas já têm sido palco para discussão e para realização de várias campanhas para prevenção de arboviroses. Dessa maneira, poderíamos levantar a hipótese de que, nas regiões mais próximas às escolas ou com Maior número de estudantes da Educação Básica haveria valores estatisticamente diferentes de infestação de mosquitos, medido pelo LIRAA, de outras áreas onde não existem essas instituições ou onde o número de estudantes é menor. Caso as intervenções educativas tenham tido efeito sobre o comportamento da população, haveria correlação entre a quantidade de estudantes por bairro e valores de LIRAA.

Este estudo, portanto, pretende avaliar se há estratégias para identificar mais facilmente as áreas de risco e Maior influência em relação à disseminação do vetor (“hotspots”) e se há correlação entre número de estudantes e os valores de LIRAA por bairro.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVOS GERAL

- Avaliar o uso do LIRAA para identificar áreas de risco e mensurar impactos de intervenções educativas para prevenção de arboviroses.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar o padrão de distribuição espacial da infestação do *Aedes Aegypti*, considerando os dados do LIRAA da cidade de Campina Grande - PB.
- Utilizar técnicas estatísticas que mensuram autocorrelação para avaliar a possibilidade de identificar, mais rapidamente, as áreas de Maior risco e influência na disseminação de mosquitos vetores.
- Avaliar se há correlação entre maior número de estudantes por bairro com menor grau de infestação mensurado pelo LIRAA.
- Avaliar se há correlação entre a quantidade de imóveis abandonados e de crianças e idosos por domicílio com maior grau de infestação mensurado pelo LIRAA.

5 MATERIAL E MÉTODO

5.1 DESENHO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo ecológico de séries temporais, a partir de base de dados secundária, tendo como unidade de análise o município de Campina Grande - PB. A possibilidade de usar variadas fontes de dados secundários traz grandes vantagens a este tipo de estudo como a sua facilidade de execução, a rapidez com que se podem obter resultados e o fato de serem financeiramente pouco exigentes. O estudo ecológico tem todas as limitações inerentes ao fato de ser um estudo observacional, mas a minimização da falácia ecológica se dá ao utilizar dados agrupados em unidades de análise geográfica tão menores quanto possível, neste caso utilizar-se-á os bairros da cidade.

5.2 CENÁRIO DE ESTUDO

O município de Campina Grande - PB encontra-se situado no estado da Paraíba (Latitude: 07° 13' 20" e Longitude: 35° 52' 52"), numa altitude média de 555 metros acima do nível do mar. O município apresenta uma área total de 594,2 km², com 5% de área rural e 95% de área urbana. Considerado um dos principais polos industriais da Região Nordeste, bem como principal polo tecnológico da América Latina. Encontra-se localizado na mesorregião do Agreste Paraibano, que é uma região de clima tropical semiúmido. De acordo com estimativas de 2017, sua população é de 410 332 habitantes, sendo a segunda cidade mais populosa da Paraíba, com densidade demográfica de aproximadamente 961,93hab/km² (ALTMANN, 2012).

Os regimes climáticos dessa região dividem-se em dois períodos distintos, o chuvoso e o seco. O período chuvoso divide-se em: (a) pré-estação chuvosa, que corresponde aos três primeiros meses chuvosos (Fevereiro – Abril) e a quadra chuvosa, que são os quatro meses restantes do período (Maio – Agosto). O segundo regime, é o período seco, que apresenta os menores valores pluviométricos, compreendendo o final do inverno, toda a primavera e o início do verão (Setembro a Janeiro). Tendo uma pluviosidade média anual é 765 mm (ALTMANN, 2012).

5.3 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DO ESTUDO

No presente estudo foram utilizadas variáveis contínuas como: IIP, IB e a quantidade de estudantes/bairro, proporção de Estudantes por Bairro, Razão de Dependência, Imóveis Vazios e a Proporção de menores e maiores de 14 anos.

5.4 INDICADORES

Os principais fatores determinantes para expansão territorial do vetor, pela manutenção da endemia e pelo surgimento de epidemias envolvendo as arboviroses no Brasil são externos ao setor saúde. Dentre esses fatores, destaca-se os físicos, culturais e econômicos, específicos de cada região. O que justifica o uso de indicadores locais: IIP, IB e a quantidade de estudantes/bairro.

Para investigar o padrão de distribuição espacial da infestação do *Aedes Aegypti* no município de Campina Grande -PB, foi construído uma série histórica com a evolução dos indicadores do LIRAA (IIP e IB) no espaço ao longo dos anos.

5.5 ANÁLISE DOS DADOS

Foram apresentadas estatísticas descritivas e analíticas. Com o intuito de analisar as tendências espaciais das variáveis do estudo foi utilizada a média móvel local, indicada por

$$\mu_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} y_j$$

onde $i = 1, \dots, n = 51$ e $j = 1, \dots, n = 51$ bairros de Campina Grande e y_i = valor verificado de cada variável.

Os Índices de Moran global e local e a Estatística C de Geary foram usados para mensurar os efeitos das dependências espaciais entre os bairros, sendo construídos gráficos de espalhamento de Moran, Box Maps, Moran Maps e LSA Maps com o objetivo de verificar a ocorrência de uma autocorrelação espacial existente entre os bairros de Campina Grande. Nos mapas gerados, os bairros foram classificados conforme quatro quadrantes - respeitando a disposição geoespacial do município - identificados por cores diferentes, de acordo com os valores gerados pelos Índices Locais de Moran e os gráficos de espalhamento de Moran.

Os bairros com valores significativos para os Índices de Moran (p -valor $< 0,05$) foram destacados nos mapas com as cores vermelha e azul a fim de diferenciá-los dos que não tinham autocorrelação significativa, representados pelas cores verde e amarela. As análises foram realizadas com auxílio do software estatístico R (R CORE TEAM, 2017), por meio dos pacotes: *Maptools*, *sp*, *spdep*, *classInt*, *RColorBrewer* (R CORE TEAM, 2017).

5.6 ASPECTOS ÉTICOS

Este estudo é um subprojeto da pesquisa “Impacto da aprendizagem móvel na prevenção e gestão de complicações causadas por arbovírus (Zika, Dengue, Chikungunya), que foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba. Nesta pesquisa, foram utilizados apenas dados secundários.

6 RESULTADOS

Os resultados desta pesquisa serão apresentados no formato de artigo.

O primeiro artigo (artigo A) apresentado na seção resultados é um estudo ecológico, que buscou investigar o padrão de distribuição espacial da infestação do *Aedes Aegypti*, considerando os dados do LIRAA da cidade de Campina Grande, para identificação das áreas com Maior densidade larvária e avaliação estatística de correlação, colaborando para o direcionamento e, possivelmente, Maior efetividade das ações de combate vetorial. Diante disso, foi submetido à Revista “Parasites & Vectors”, periódico de grande impacto científico na área da Saúde Coletiva, sendo classificado no estrato A1 no Qualis Único.

O segundo artigo (artigo B) avalia o uso do LIRAA para avaliar impacto de intervenções educativas. Foram utilizados de dados secundários cedidos pela Secretaria de Educação do Estado, Secretaria de Saúde e utilizou dados do IBGE. A análise de correlação de Spearman entre a proporção de estudantes por bairro de Campina Grande e os valores de LIRAA não foi significativa, evidenciando que mais estudantes em um bairro não necessariamente contribui para redução do LIRAA. Para compreensão dessa relação e do impacto de intervenções educativas, é necessário realizar estudos mais abrangentes e com amostras Maiores. Por essa razão, os resultados deste trabalho foram considerados preliminares, não sendo disponibilizados para publicação em periódico científico.

Artigo A - Modelagem espacial dos índices de infestação de *Aedes Aegypti*: uma estratégia inovadora para ações de controle de vetores em países em desenvolvimento

Ana Carolina Policarpo Cavalcante¹, Ricardo Alves Olinda, Alexandrino Gomes¹, John Traxler², Matt Smith², Silvana Santos¹

¹ Programa de Saúde Pública, Universidade Estadual da Paraíba, CEP 58429-500, Campina Grande, Paraíba, Brasil

² Universidade de Wolverhampton, Instituto de Educação, Campus de Walsall, Gorway Road, Walsall, WS1 3BD, Reino Unido

Contexto

Índices larvais como o Índice Predial (IIP), Índice Breteau (IB) e o Índice por Tipo de Recipiente (ITR) são amplamente utilizados para interpretar a densidade vetorial de arbovírus em programas de Vigilância. No entanto, o uso de dados como um sinal de alarme raramente é considerado conscientemente no planejamento de programas. O presente estudo tem como objetivo investigar o padrão de distribuição espacial da infestação de *Aedes Aegypti*, considerando os dados disponíveis no Levantamento Rápido de Infestação de *Aedes Aegypti* (LIRAA) da cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil.

Métodos

Este foi um estudo ecológico, utilizando o banco de dados secundário criado pelo LIRAA (IIP e IB). Os índices Moran globais e locais foram utilizados na análise espacial para medir os efeitos das dependências espaciais entre bairros.

Resultado

Nossa análise dos dados mostra que há uma predominância de altas taxas de infestação de mosquitos, colocando Campina Grande em um risco quase constante de surtos e epidemias de arbovírus. A existência de autocorrelação espacial entre os distritos, considerando o conteúdo do LIRAA (IP e IB), foi claramente demonstrada no mapa local do índice de Moran que, durante todo o período estudado, atribuiu um valor significativo de 0,1% ao índice de Moran, o que corresponde a uma dependência espacial positiva entre os bairros da cidade avaliados. A predominância de altas taxas de infestação e maior dependência espacial foi observada entre os meses de Maio e Julho, período com as maiores chuvas da cidade.

Conclusão

O uso dessa metodologia revela os *hotpots* ou bairros que devem ser considerados prioritários para as ações preventivas dos serviços de Vigilância Entomológica. Essa análise é uma estratégia inovadora capaz de fornecer informações detalhadas às autoridades relevantes de saúde pública, o que permitirá uma alocação mais eficiente de recursos, principalmente em ações de prevenção de mosquitos.

Palavras-chave: infecções por arbovirus, Aedes, análise espacial

INTRODUÇÃO

O *Aedes Aegypti* é um artrópode amplamente disseminado no mundo e o seu controle ainda representa um importante desafio para Saúde Pública, especialmente nos países em desenvolvimento. No Brasil, epidemias transmitidas por este vetor, como a dengue, Zika e Chikungunya, vem sendo responsáveis por perdas humanas e econômicas significativas e levam as autoridades a formular estratégias para aumentar o controle vetorial (LANA et al., 2018). Confirmando esse contexto, os dados epidemiológicos revelam que entre 2015 e 2016, foi registrada uma média anual de 1.586.155 casos prováveis de dengue no Brasil; tendo sido observada uma redução para 252.054 casos em 2017, dois ou quatro anos após a provável introdução do vírus Zika (ZIKV). Apesar da ampla distribuição dos mosquitos vetores no Brasil, 94% dos casos de síndrome congênita da Zika, por exemplo, foram relatados na região nordeste afetando as populações mais pobres e vulneráveis que dependem de melhores condições de acesso ao saneamento básico e coleta de lixo (NÓBREGA et al., 2018).

Estudos epidemiológicos associam a expansão dessas doenças ao processo de desenvolvimento urbano desordenado, ocasionado principalmente pela falta de infraestrutura e saneamento básico em áreas ocupadas de forma não planejada. Particularmente, a baixa cobertura na coleta de lixo e a intermitência no abastecimento da água comprometem de forma direta o controle dos vetores (PAUL et al., 2018). Por conseguinte, essas arboviroses são consideradas patologias que reproduzem com perspicuidade o modelo multicausal, devido influência dos fatores determinantes, de ordem social, ambiental e cultural no curso da História Natural da Doença – HND (CARRAPATO; CORREIA; GARCIA, 2017).

Para identificar as áreas mais vulneráveis e fornecer índices de maneira ágil e oportuna, criou-se o Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* – LIRAA. Esse é um método amostral, desenvolvido e adotado a partir de 2003 pelo Programa Nacional de

Controle da Dengue do Ministério da Saúde do Brasil (PNCD), que monitora a densidade larvária por meio de indicadores. Os indicadores utilizados são:

1. Índice Predial –IIP (número de imóveis positivos / número de imóveis pesquisados) \times 100, sendo uma das metas do PNCD reduzi-lo a menos de 1%;
2. Índice de Breteau – IB (número de recipientes positivos / número de imóveis pesquisados) \times 100;
3. Índice por Tipo de Recipiente – ITR (tipo de recipiente / número de recipientes positivos) \times 100. Esse índice demonstra a possível importância de determinado tipo de criadouro (BARBOSA et al., 2014). Esses índices podem facilitar a compreensão da ecologia de vetores em uma determinada área de controle, mas também servem como medidas úteis para determinar o sucesso das estratégias de intervenção (ALVES; MARIA CECÍLIA GOI; DA SILVA, 2001; OLIVEIRA et al., 2015).

O delineamento de amostragem para realização do LIRAA para cada município é determinado em função da sua densidade populacional e do número de imóveis existentes. Por considerar a distribuição geográfica e a importância das características peculiares de cada área no processo saúde doença, o LIRAA na sua amostragem, divide a área urbana dos municípios em estratos com características socioambientais semelhantes. Destes estratos são sorteados quarteirões como unidade primária de amostragem e os imóveis como unidade secundária, a fim de se obter uma homogeneidade de cada estrato e facilitar as ações de controle vetorial pós levantamento. A periodicidade do LIRAA também é um fator bem delimitado pelo PNCD, que deve ser realizado trimestralmente, totalizando quatro levantamentos ao ano. Contudo, é conferido uma certa flexibilidade a esse número, que pode aumentar em casos especiais, como em surtos e epidemias. A pesquisa dos focos de mosquitos é feita pelos agentes de combate às endemias (ACEs) (WERMELINGER et al., 2012).

A escolha dos programas de controle das arboviroses fundamenta-se sobre o levantamento dos índices larvários, em detrimento de outros indicadores, por serem os mesmos práticos e fáceis de reproduzir. Até os dias atuais, esses índices têm sido os mais empregados, não apenas no Brasil como em países como a África e os Estados Unidos, para aferir os níveis de infestação do *Aedes Aegypti*. Os principais problemas relativos aos índices larvários relacionam-se ao fato dos mesmos não produzirem informações a respeito do significado epidemiológico das várias classes ou tipos de criadouros onde se identificam as larvas (LUTOMIAH et al., 2016; RIVAS et al., 2018).

A análise espacial permite identificar e explicar os padrões de distribuição geográfica das doenças. Ela compreende ao estudo quantitativo de fenômenos que são localizados geograficamente no espaço e podem ser realizadas através dos métodos de visualização, de análise exploratória ou de modelagem de dados espaciais. Esse tipo de enfoque vem sendo utilizado nos estudos epidemiológicos e permite a relação de informação demográficas, ambientais e socioeconômicas, a fim de detectar os fatores condicionantes e determinantes do processo saúde-doença sem dissociá-los do espaço territorial (CARVALHO; MAGALHÃES; MEDRONHO, 2017).

Neste trabalho, foi investigado o padrão de distribuição espacial da infestação do *Aedes Aegypti*, considerando os dados do LIRAA, no período de 2014 a 2017, da cidade de Campina Grande, para identificação das áreas com Maior densidade larvária e avaliação estatística de correlação, colaborando para o direcionamento e, possivelmente, Maior efetividade das ações de combate vetorial.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo ecológico, elaborado com uso de base de dados secundários mensurado por meio do LIRAA, através dos índices de infestação predial (IIP) e o índice de Breteau (IB). A unidade de análise foram os bairros da cidade de Campina Grande, no estado da Paraíba, nos anos de 2014 a 2017. A delimitação deste período foi devido ao fato de corresponder ao ano de introdução do vírus Zika e Chikungunya no território brasileiro, com o advento da Copa do Mundo. Esses vírus estão associados à elevada prevalência de casos de síndrome congênita da Zika e síndrome de Guillain-Barré, o que levou o país a uma situação de emergência em Saúde Pública (ALBUQUERQUE et al., 2018).

O presente município encontra-se situado entre a Latitude: 07° 13' 20" e Longitude: 35° 52' 52"), numa altitude média de 555 metros acima do nível do mar. Apresenta uma área total de 594,2 km², sendo está dividida em 51 bairros, com 5% de área rural e 95% de área urbana. Considerado um dos principais polos industriais da Região Nordeste, bem como principal polo tecnológico da América Latina. De acordo com estimativas de 2018, sua população é de 410 332 habitantes, sendo a segunda cidade mais populosa da Paraíba, com densidade demográfica de aproximadamente 961,93hab/km² (ALTMANN, 2012).

A extensão territorial da cidade a partir do mapa urbano do município, com sua divisão de bairros da Lei Municipal nº 1.542 de 1987 foi subdividida em quatro áreas. A

separação dessas áreas I – Zona Norte; II, - Zona Leste; III – Zona Sul e IV – Zona Oeste, ocorreu com base na localização e na vizinhança dos bairros (ALTMANN, 2012).



F
igu
ra
1 -
Ma
pa
dos
bai
rr
os
de
Ca
mp
ina

Grande Fonte: http://seplan.pmcg.pb.gov.br/mapas/Campina_GrandeMapas.pdf

Métodos Estatísticos

Métodos Descritivos de Visualização da Variável

A análise descritiva deste trabalho utilizou três métodos de visualização da variável resposta. O valor do intervalo de cada classe foi obtido pelo método de intervalos iguais, o qual consiste na diferença entre o valor máximo e o valor mínimo da variável, dividida pelo número de classes. O método dos quintis é uma forma de separar as classes em percentual de

valores da variável, sendo que o intervalo de valores de cada classe é calculado por meio do ordenamento dos valores da variável. Por meio do método de número de desvios padrão, foram geradas classes separadas pelo valor do desvio padrão.

Matriz **W**

A associação de observações na vizinhança, definida para cada localização, pode ser expressa por meio de uma contiguidade ou pesos espacial numa matriz **W** de ordem n ; na qual n representa o número de locais (bairros). A entrada na i -ésima linha e j -ésima coluna, denotado como **W_{ij}**, corresponde ao par (i, j) de localizações. Os elementos da matriz **W_{ij}** assume um valor diferente de zero quando as áreas (observações) i e j são considerados vizinhas, e zero caso contrário.

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \cdots & W_{1n} \\ W_{21} & W_{22} & \cdots & W_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{n1} & W_{n2} & \cdots & W_{nn} \end{bmatrix}$$

Autocorrelação Espacial

A autocorrelação espacial (associação) é a correlação entre as observações de uma única variável estritamente atribuível à proximidade destas observações no espaço. As medidas e testes de autocorrelação espacial (associação) podem ser diferenciadas pelo alcance ou escala de análise, distinguindo-se de medidas globais e locais. Uma medida global implica que todos os elementos na matriz **W** estão incluídos no cálculo da correlação espacial, produzindo um valor de autocorrelação espacial para qualquer matriz de pesos espaciais. Em contrapartida, as medidas locais estão concentradas; isto é, avaliam a autocorrelação espacial associada com uma ou algumas unidades de área particulares (FERREIRA, 2016).

Ambas as medidas indicam o grau de associação espacial do conjunto de dados. O índice I de Moran calcula a autocorrelação espacial como uma covariância, a partir do produto dos desvios em relação à média. Esse índice indica a magnitude da associação espacial presente no conjunto de dados com n localizações (CÂMARA; MONTEIRO, 2001). Esse índice I de Moran é dado pela seguinte expressão:

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

O Índice I de Moran varia em um intervalo de (-1,1), no qual -1 significa dispersão perfeita, 0 representa um comportamento aleatório e 1 significa associação perfeita. Assumindo-se que z_i são observações de variáveis aleatórias Z_i cuja distribuição é normal, então, I possui distribuição apropriadamente normal com os momentos

$$E(I) = -\frac{1}{(n-1)}$$

$$Var(I) = \frac{n^2(n-1)W_1 - n(n-1)W_2 - 2W_0^2}{(n+1)(n-1)^2W_0^2}$$

Ainda que essas medidas globais sejam muito úteis para fornecer uma indicação de agrupamento global dos dados, tais métodos precisam ser complementados por estatísticas locais. A fórmula para o cálculo do índice de Moran local para cada área A_i é dada por:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n W_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_{j=1}^n \frac{(y_j - \bar{y})^2}{n}}$$

A estatística pode ser interpretada da seguinte forma: valores positivos de I_i significam que existem clusters espaciais com valores similares (alto ou baixo) da variável em estudo; já os valores negativos significam que existem clusters espaciais com valores dissimilares da variável entre as áreas e seus vizinhos.

Gráfico de Espalhamento de Moran

Segundo Câmara e Monteiro, (2001) para observar graficamente as relações entre os desvios do atributo numa área com média móvel podem ser construídos gráficos, denominados de espalhamento de Moran, que permitem a comparação visual entre os valores do atributo e de seus vizinhos de maneira quase imediata. Para tanto, divide-se o diagrama em quatro quadrantes (Q1, Q2, Q3 e Q4), com a seguinte interpretação:

Q1: Primeiro quadrante (parte superior direita) mostra as áreas que apresentam altos valores para variável em análise, cercada por áreas vizinhas, as quais também apresentam valores acima da média para a variável em análise. Esse quadrante é classificado como alto-alto (AA,++).

Q2: Segundo quadrante (parte inferior esquerda) mostra as áreas que apresentam baixos valores para variável em análise, cercada por áreas vizinhas que também apresentam valores abaixo da média para variável em análise. Esse quadrante é classificado como baixo-baixo (BB,- -).

Q3: Terceiro quadrante (parte inferior direita) mostra as áreas que apresentam altos valores para variável em análise, cercada por áreas vizinhas que apresentam valores abaixo da média para variável em análise. Esse quadrante é classificado como alto-baixo (AB,+ -).

Q4: Quarto quadrante (parte superior esquerda) mostra as áreas que apresentam baixos valores para variável em análise, cercada por áreas que apresentam valores acima da média para a variável em análise. Esse quadrante é classificado como baixo-alto (BA,- +).

As áreas localizadas nos quadrantes Q1 e Q2 apresentam autocorrelação positiva, ou seja, as áreas formam clusters valores similares. Já áreas localizadas nos quadrantes Q3 e Q4 apresentam autocorrelação negativa, ou seja, há dissimilaridade entre as áreas vizinhas.

Box Map, LISA Map e Moran Map

O Box Map é uma extensão do gráfico de espalhamento de Moran, no qual os elementos de cada quadrante do gráfico são representados por uma cor específica com os seus respectivos polígonos; já o LISA Map indica as regiões que apresentam correlação local significativamente diferente das demais, sendo classificados nos seguintes grupos: não significativos, significativo a 5%, 1% e 0,1%. O Moran Map, de forma semelhante ao LISA Map, mostra apenas os valores significativos, sendo representados em quatro grupos, conforme os quadrantes a que pertencem no gráfico (CÂMARA; MONTEIRO, 2001).

RESULTADOS

A análise descritiva dos dados do LIRAA no período de 2014 a 2017 trouxe valores de LIRAA – IIP que variaram de 0,30 a 21,50, com média de $4,74 \pm 2,10$; enquanto o LIRAA - IB variou de 0,30 a 21,20, com média de $4,96 \pm 2,17$. Em todos os anos, os valores médios observados para esses dois indicadores foram superiores a 3,9%, indicando risco de surtos e epidemias.

A medição dos valores de LIRAA (IIP e IB) em todo o período 2014-17 fornece um valor médio significativo do índice de Moran de 0,1% para a dependência espacial entre os

distritos da cidade que foram avaliados. Esse resultado indica que existe uma dependência espacial na proporção de infestação de mosquitos entre os bairros (Tabela 1).

Tabela 1 - Tabela das estimativas do Índice de Moran de 2014 a 2017.

<i>Variáveis</i>	<i>2014</i>		<i>2015</i>		<i>2016</i>		<i>2017</i>	
	<i>Moran</i>	<i>p-valor</i>	<i>Moran</i>	<i>p-valor</i>	<i>Moran</i>	<i>p-valor</i>	<i>Moran</i>	<i>p-valor</i>
IB – 1	0,3689	<0,001	0,1978	<0,001	0,0801	0,1168	0,1818	<0,001
IB – 2	0,3027	<0,001	-0,0414	0,5972	0,3402	<0,001	0,0171	0,3355
IB – 3	0,3281	<0,001	0,1638	0,0155	0,2845	<0,001	0,108	0,0635
IB – 4	0,2075	<0,001	0,1782	0,0107	-	-	-	-
IB – 5	-0,0008	0,4127	-	-	-	-	-	-
IIP – 1	0,3877	<0,001	0,0633	0,1667	0,0725	0,1345	0,2026	<0,001
IIP – 2	0,298	<0,001	-0,0281	0,5374	0,3532	<0,001	0,0153	0,3435
IIP – 3	0,3147	<0,001	0,1763	<0,001	0,3045	<0,001	0,0969	0,0777
IIP – 4	0,2501	<0,001	0,1862	<0,001	-	-	-	-
IIP – 5	0,0354	0,2627	-	-	-	-	-	-

Fonte: Dados da pesquisa

Os dados do IIP e IB do 1º LIRAA de 2014 (Janeiro) mostram que dos 51 bairros do município estudado, nove deles tinham baixo risco com IP menor que 0,9%; 37 tinham risco médio, com o IP de 1 a 3,9% (concentrados na zona oeste), e quatro estavam com alto risco para surtos e epidemias por arboviroses, com o IP Maior que 3,9% (Galante, Mirante, Monte Castelo e Santo Antônio).

De Março a Junho, houve um aumento considerável de bairros de alto risco, que passaram de cinco em Janeiro para 22 distritos em Junho, predominando a infestação nas áreas norte e oeste, como os bairros de Mirante, Monte Castelo e São José. Diante dessa situação, o município apresentou uma taxa geral de infestação de 4,0%, evidenciando alto risco de surtos e epidemias de arbovírus. A Figura 2 ilustra o padrão de infestações de mosquitos da periferia ao centro ao comparar diferentes períodos de tempo.

A correlação automática da infestação de mosquitos *Aedes Aegypti* entre os distritos da cidade estudada pode ser identificada pelo mapa local do índice Moran (Figura 2), que mostra a semelhança em termos de infestação de áreas vizinhas. Os valores positivos do LIRAA são mostrados pelos tons cada vez mais escuros usados no mapa. Eles indicam os clusters com valores de autocorrelação espacial semelhantes e com significância estatística. Os valores negativos no LIRAA são representados pelo branco, mostrando que existem grupos espaciais diferentes entre áreas contíguas. No mapa, há uma prevalência de tons mais escuros,

indicando que a maioria dos bairros tem valores de infestação semelhantes. Os bairros com correlação positiva não correspondem necessariamente àqueles que pertencem ao mesmo estrato com base em valores LIRAA semelhantes. Isso significa que os bairros pertencentes ao mesmo estrato não são necessariamente autocorrelacionados.

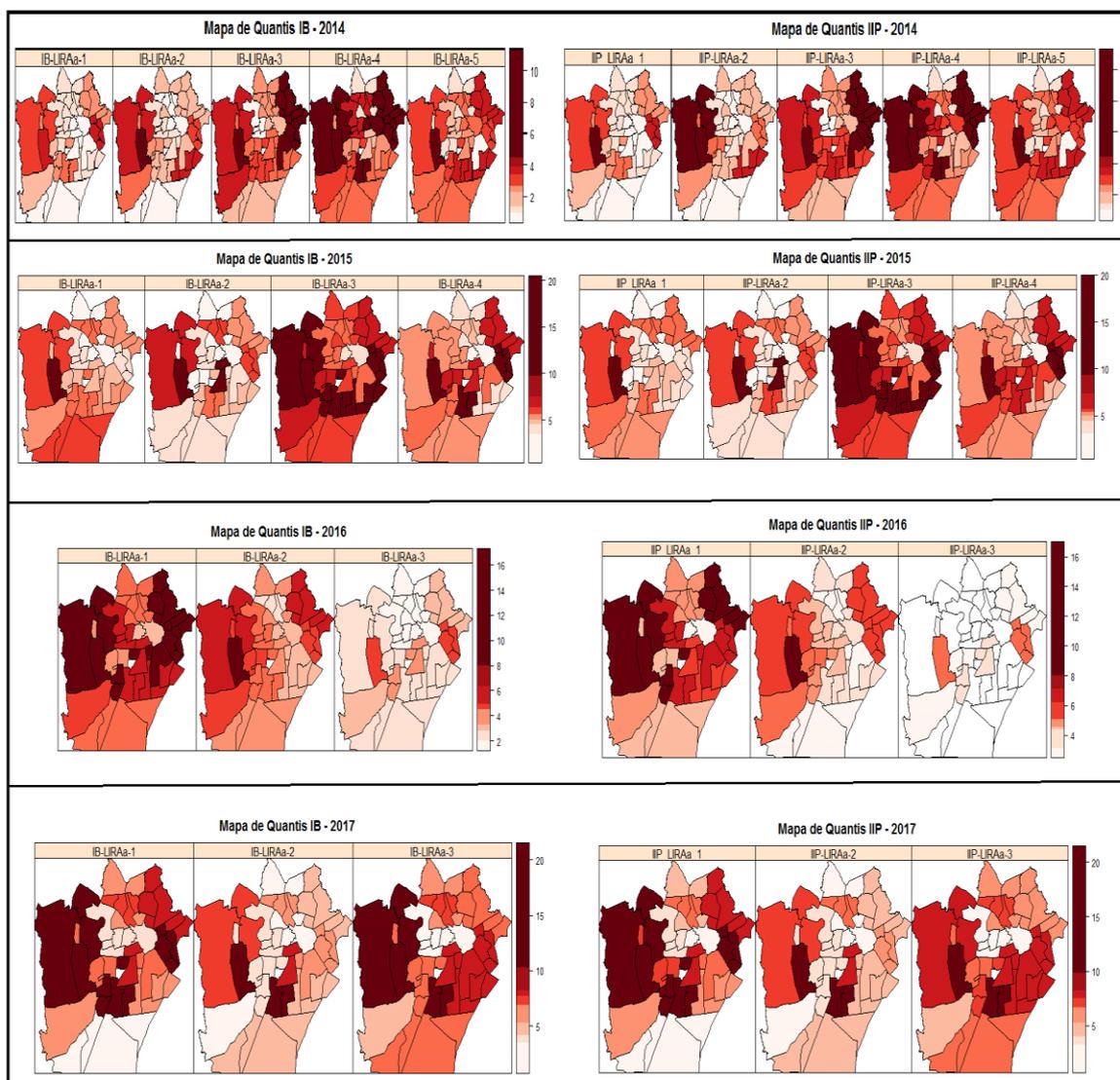


Figura 2 - Mapa de Quantis de 2014 a 2017 (Fonte: Dados da pesquisa)

Em 2015, houve um agravamento das taxas de infestação por mosquitos *Aedes Aegypti* (Figura 2). No primeiro LIRAA do ano, realizado em Janeiro, todos os bairros já apresentavam risco médio e alto, por exemplo, Malvinas, com 6,5% IIP. Nesta pesquisa, 34 distritos tiveram um IIP superior a 4,0%, ou seja, mais da metade do município estava em alto risco de surto. No segundo LIRAA, apenas um bairro localizado no centro da cidade teve um índice satisfatório. Com o tempo, o número de bairros com alta taxa de infestação caiu de 34 para

30, mas o valor desse indicador aumentou em quase todos os bairros, o que resultou em um aumento no índice médio do município, que passou de 4,4% para 4,9%. Nesta pesquisa, os bairros da zona oeste se destacaram devido às altas taxas de infestação.

Como no ano anterior, a pesquisa realizada em Julho de 2015 (o terceiro LIRAA) alcançou os níveis mais altos de infestação, com 49 bairros de alto risco e apenas três de médio risco. Níveis muito elevados de infestação foram detectados nos bairros de Presidente Medici (11,5%), Cruzeiro (11%) e Jardim Paulistano (11%), todos pertencentes à zona leste. Na última pesquisa de 2015 (a quarta LIRAA), houve uma pequena redução no número de bairros com alto risco, de 49 para 44. O mapa local do Índice Moran (Figura 2) mostra a semelhança de áreas vizinhas (distritos) com autocorrelação estatisticamente significativa.

Em 2016, houve novamente uma maior prevalência de infestação de mosquitos durante a primeira metade do ano. Mais da metade dos bairros apresentou altos níveis de infestação, com uma taxa geral de 4,3%, revelando um alto risco de surtos e epidemias em toda a cidade. Devido à greve entre agentes de controle de doenças endêmicas de 2016, apenas três pesquisas foram realizadas. No 3º LIRAA, o último do ano, realizado em Outubro, percebe-se uma melhora significativa nas taxas quando comparada com outras pesquisas do mesmo ano. No entanto, nenhum dos bairros alcançou um índice satisfatório, ou seja, baixo risco; e maioria permaneceu com alto e médio risco. O mapa do Índice Moran para 2016, mostrado na Figura 2, destaca a semelhança do padrão de infestação em bairros vizinhos, como já mostrado para 2014 e 2015.

Em 2017, apenas três levantamentos do LIRAA foram realizados. No primeiro, ocorrido em Fevereiro, aproximadamente 81% dos bairros apresentavam alto risco, demonstrado por um índice geral em todo o município de 7,9%, que colocou a cidade inteira em estado de alerta (Figura 2). Houve uma melhoria nos indicadores no segundo LIRAA, mas ainda aproximadamente 65% dos bairros estavam em alto risco, 30% em risco médio e apenas 5% em baixo risco, culminando em uma infestação geral da taxa de 4,9%. A pesquisa final do ano, realizada em Julho, mostrou um aumento significativo novamente nos níveis de infestação: com 87% dos bairros de alto risco e 13% em risco médio. Os bairros de Malvinas, Presidente Medici e Cruzeiro permaneceram com um alto nível de infestação em todas as diferentes medidas (10%).

As Figuras 3 a 10 mostram consecutivamente os gráficos de dispersão Moran dos dados do IB e IIP, os mapas de Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA) e os Mapas de Moran para os indicadores LIRAA IB e IIP para cada pesquisa LIRAA em cada um dos anos de 2014- 2017. Os gráficos de dispersão demonstram as localidades que estavam no

quadrante + / + (ou seja, mostraram uma correlação positiva com a infestação de mosquitos) e são mostradas nos mapas de Moran em vermelho. Os bairros no quadrante - / -, mostrados em azul, são aqueles com valor negativo nos dados do LIRAA. Os mapas de Moran representam diretamente as observações no gráfico de dispersão no mapa urbano. Por exemplo, na Figura 3 (IB-2014), observou-se que as localidades Santo Antônio, Ramadilha, José Pinheiro e Malvinas (vermelho), que compõem a população mais pobre da cidade, são as que exercem influência positiva sobre a população. Indicadores, que demonstram um aumento na prevalência de mosquitos.

Os mapas LISA para cada pesquisa LIRAA mostram os valores de significância alfa, variando de não significativos (branco) a significativos (5% em azul claro e 0,1% em vermelho). Os bairros em vermelho são aqueles que tiveram a influência mais significativa em outras localidades. A análise dos gráficos de dispersão e dos mapas de Moran e LISA mostra que há uma clara repetição de padrões ao longo do tempo e que alguns bairros apresentam maior incidência de taxas de infestação, como Malvinas, Ramadilha, José Pinheiro e Santo Antônio (Figuras 3 a 10) O uso dessa metodologia revela, assim, os hotspots ou bairros que devem ser considerados prioritários para as ações preventivas dos serviços de Vigilância Entomológica.

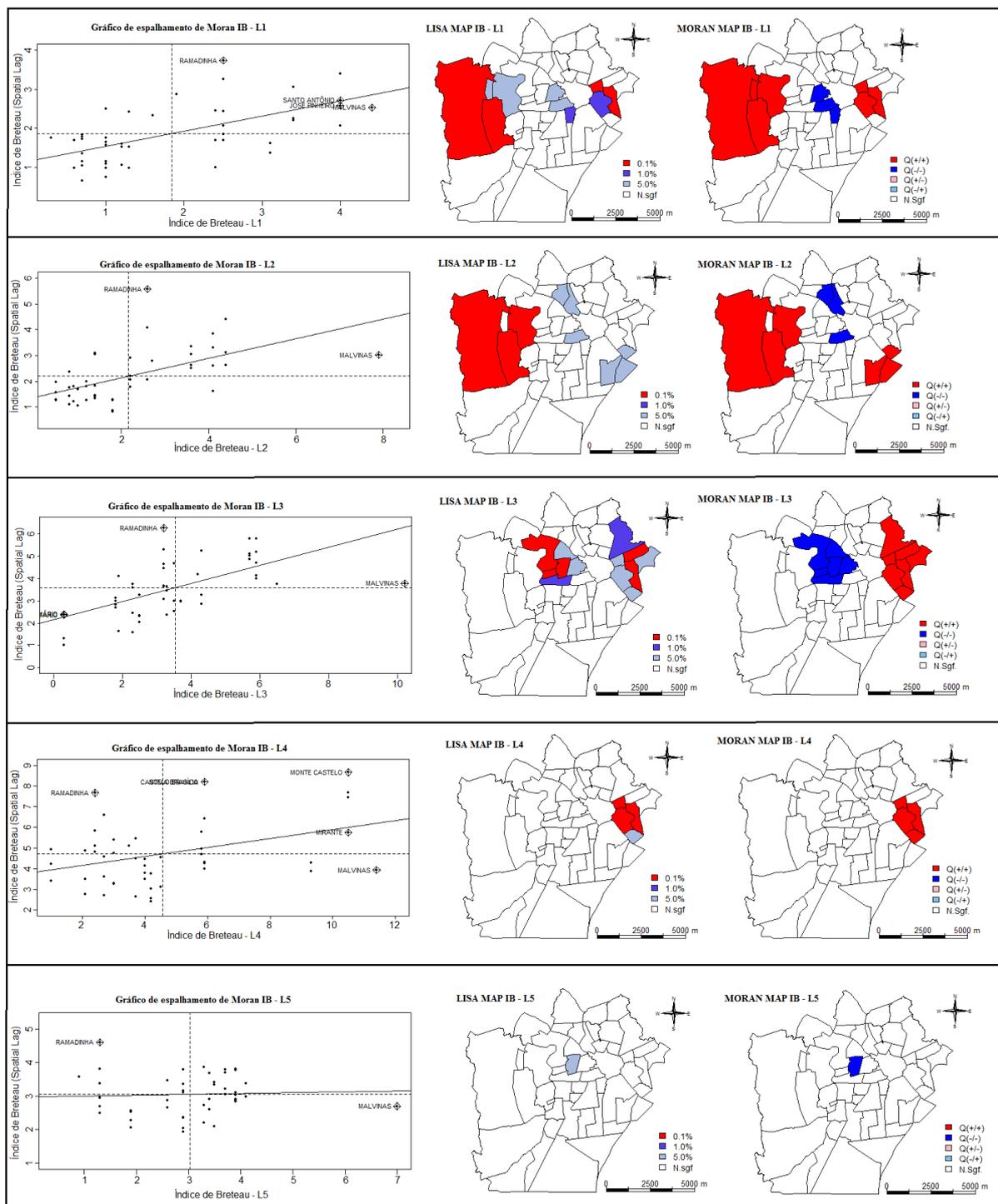


Figura 3: Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IB 2014

Fonte: Dados da pesquisa

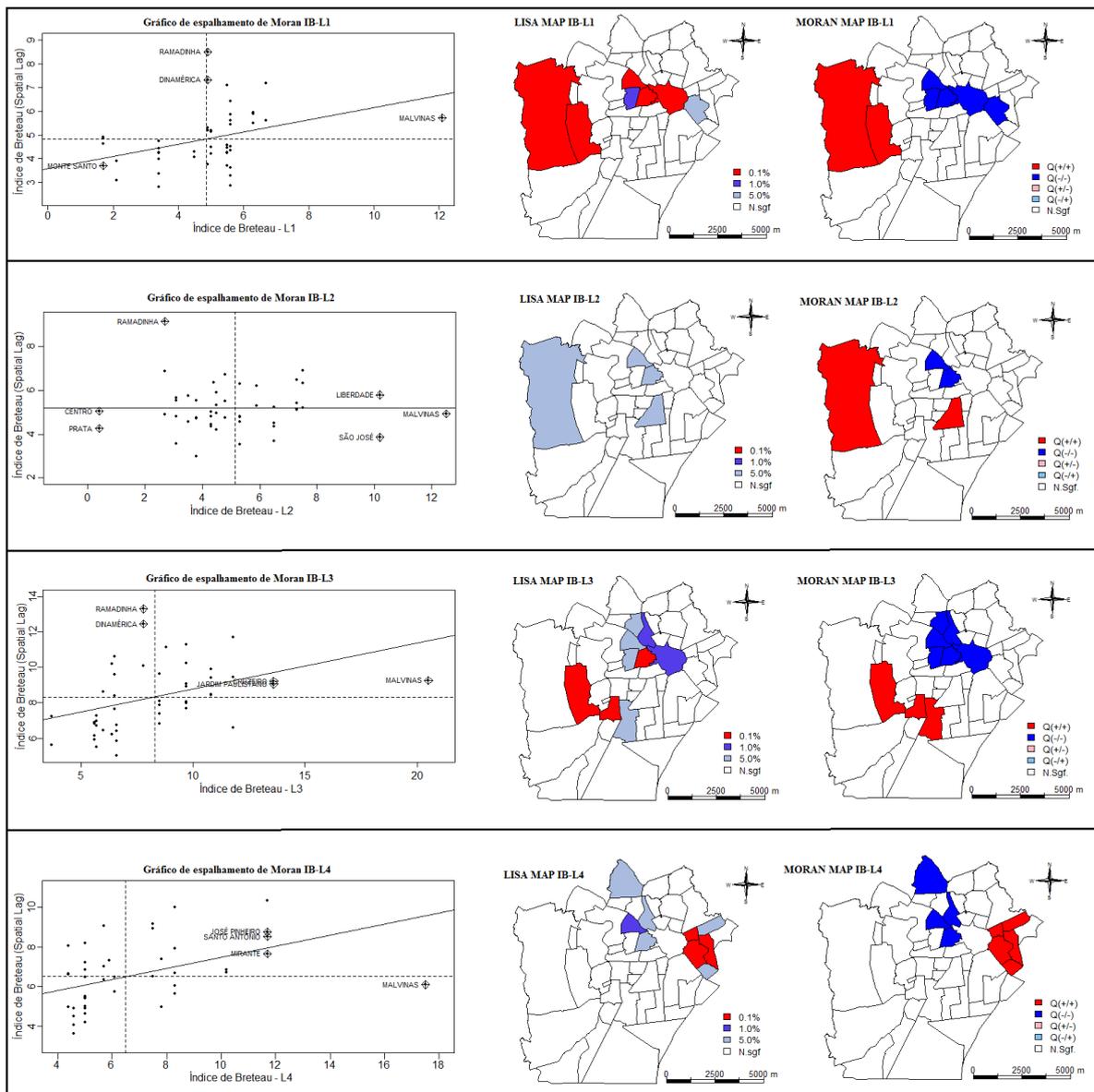


Figura 4: Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IB 2015

Fonte: Dados da pesquisa

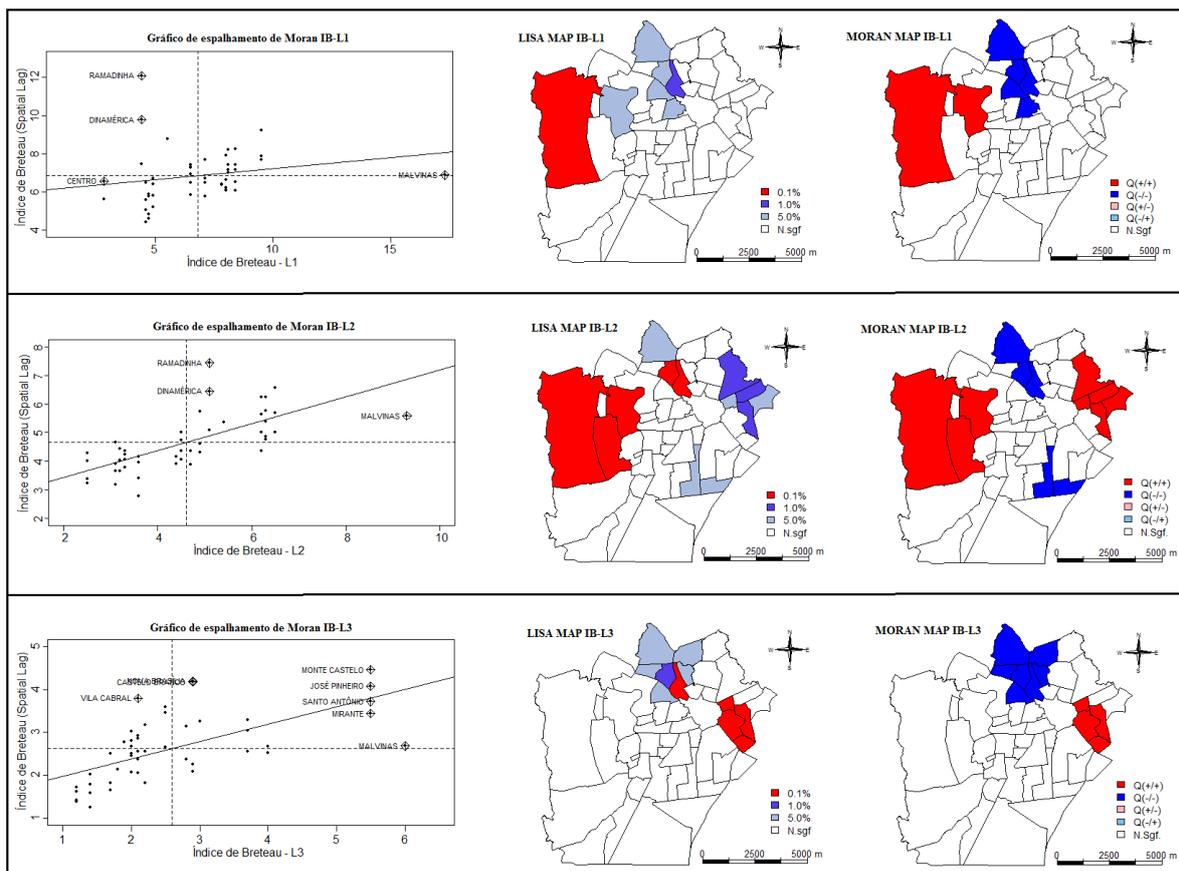


Figura 5: Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IB 2016

Fonte: Dados da pesquisa

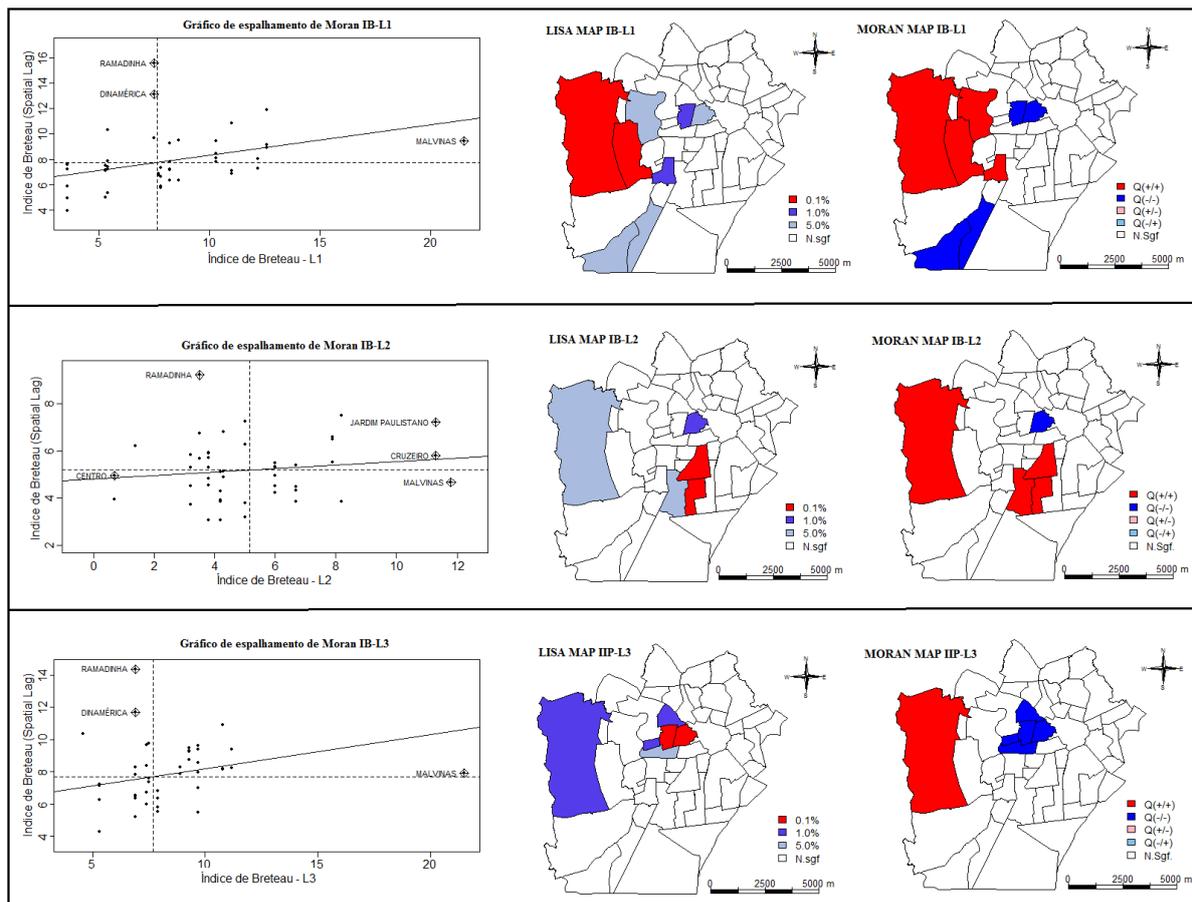


Figura 6: Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IB 2017

Fonte: Dados da pesquisa

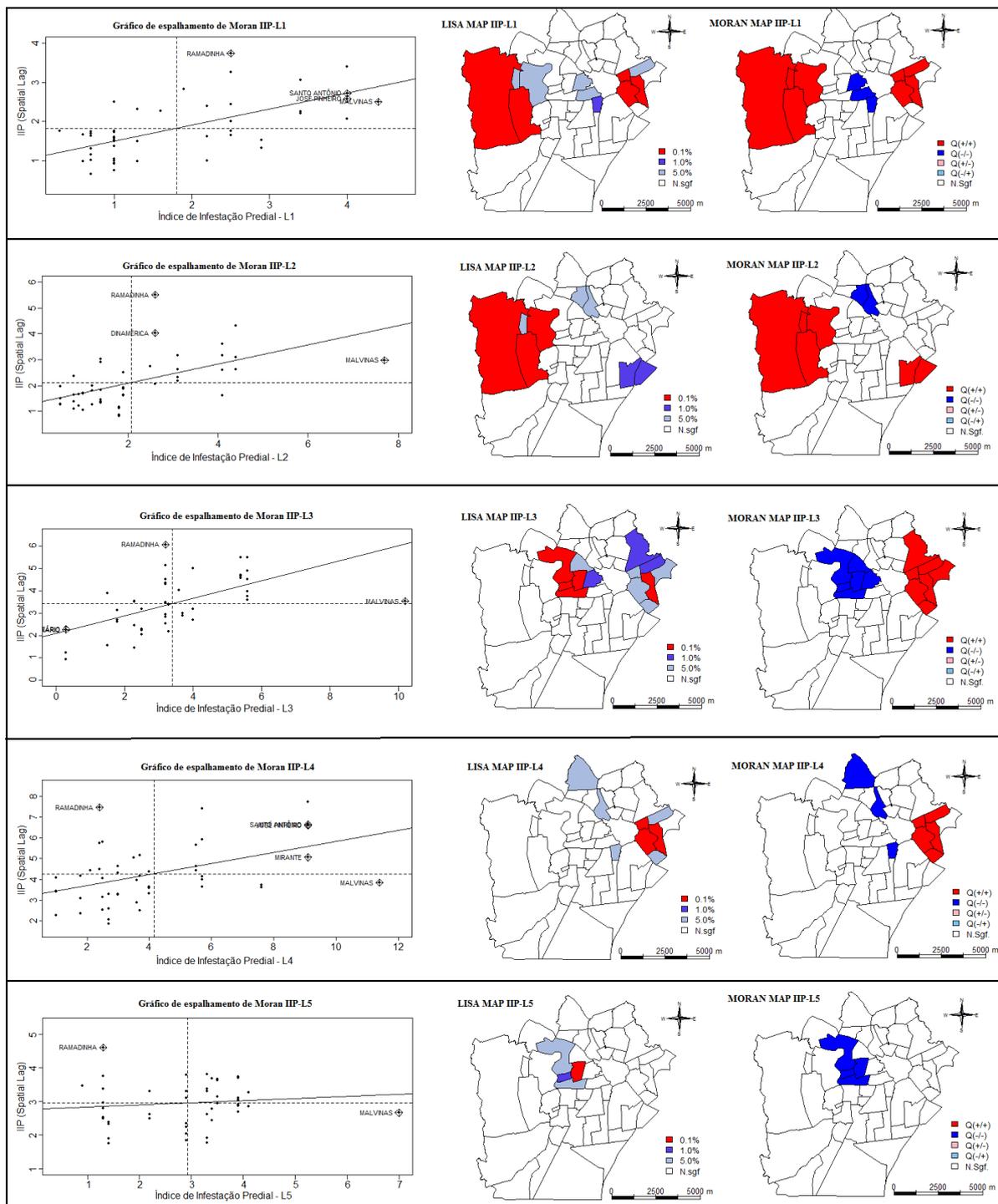


Figura 7: Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IIP 2014

Fonte: Dados da pesquisa

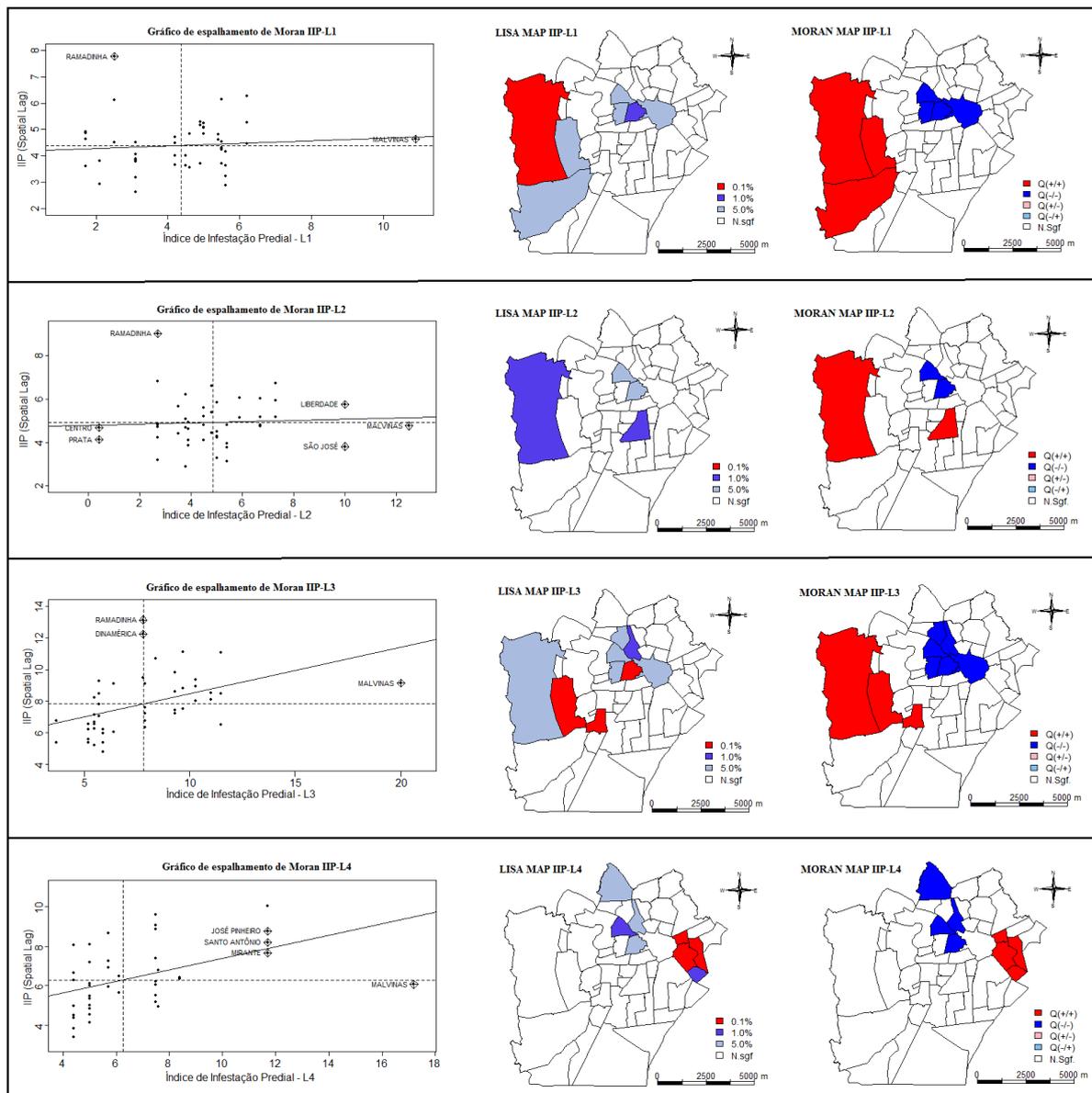


Figura 8: Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IIP 2015

Fonte: Dados da pesquisa

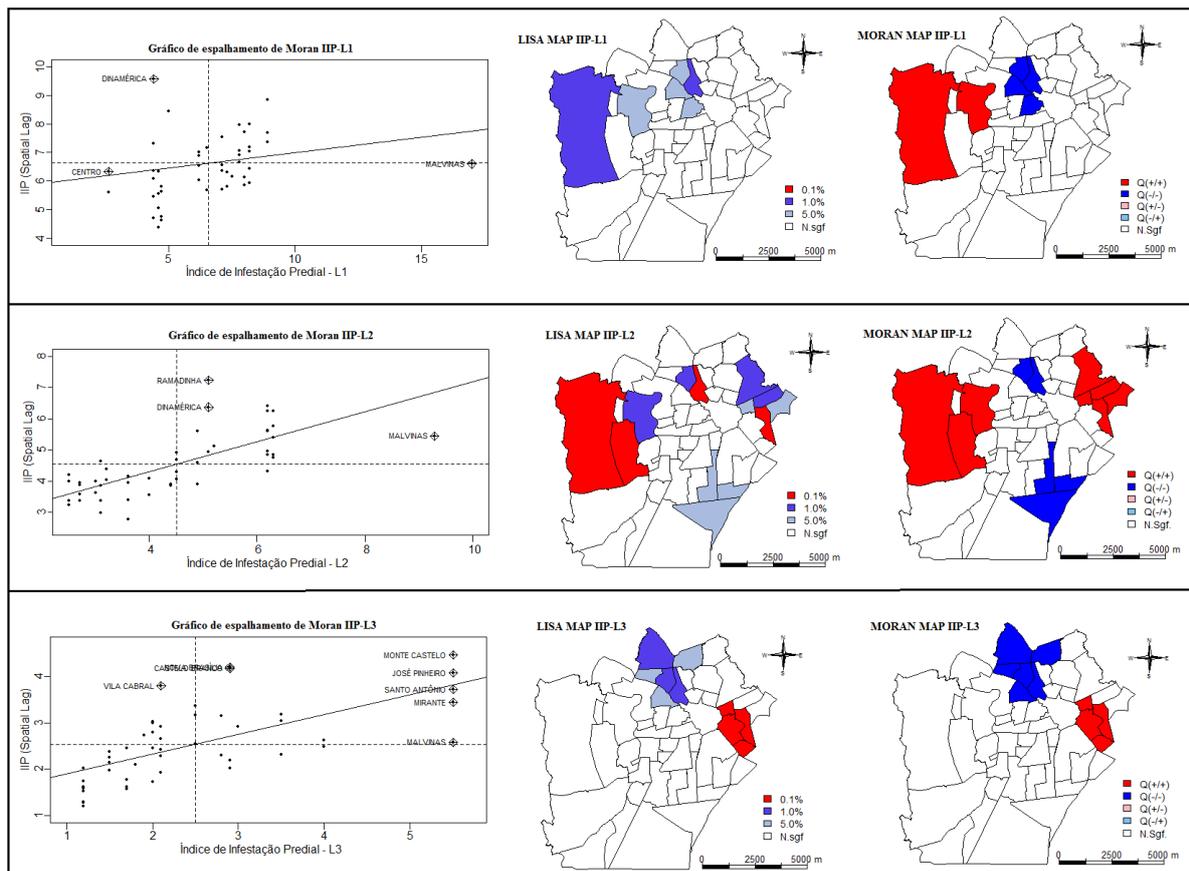


Figura 9: Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IIP 2016

Fonte: Dados da pesquisa

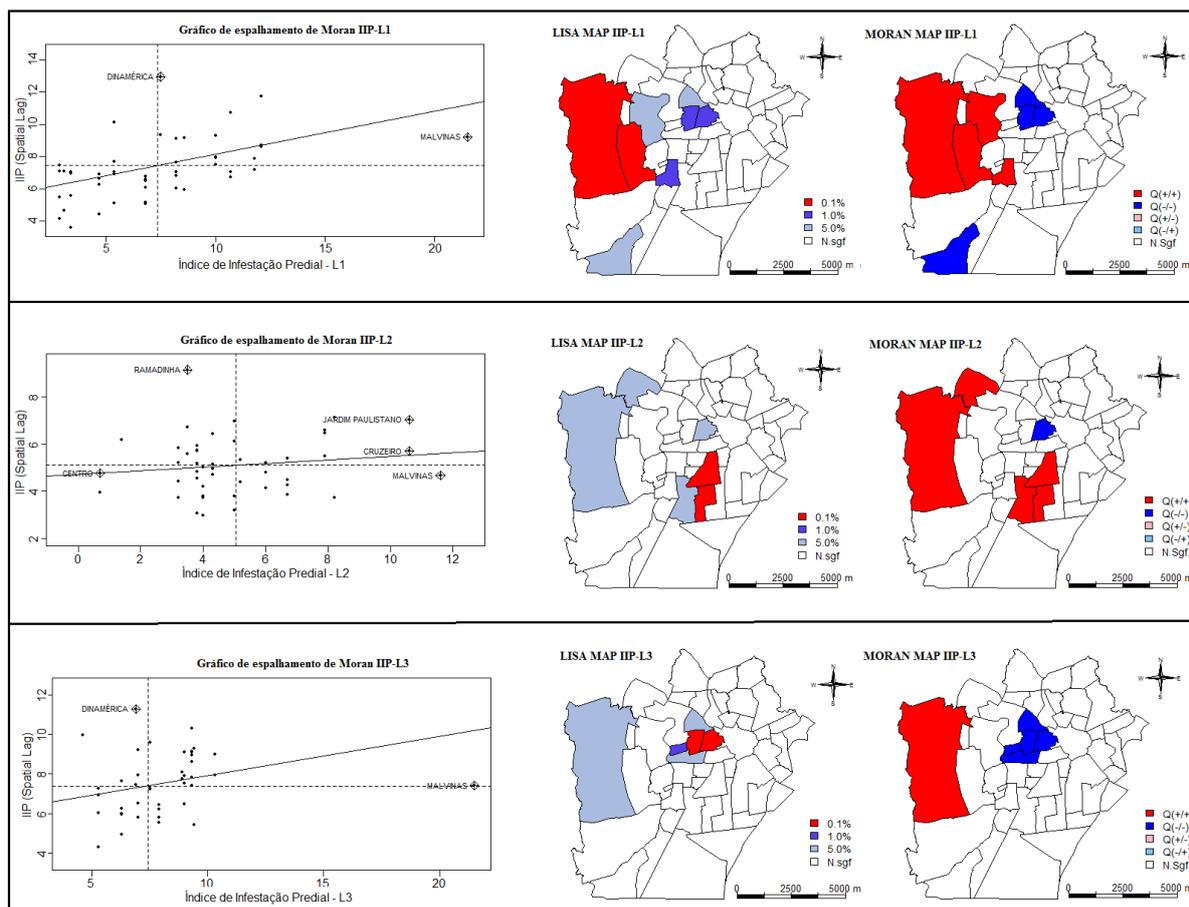


Figura 10: Gráfico de espalhamento, Mapas de Moran e LISA - IIP 2017

Fonte: Dados da pesquisa

DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo que evidencia a autocorrelação espacial de infestação por mosquitos *Aedes Aegypti* entre os bairros do município de Campina Grande. Os resultados mostram que há padrões de distribuição da autocorrelação e que esses padrões evoluem ao longo do ano. Essa análise é uma estratégia inovadora e pode ser mais efetiva para planejamento de ações de vigilância do que os índices de infestação, como sugere a literatura (UDAYANGA et al., 2018). A autocorrelação espacial aponta com maior precisão os estratos com níveis de vulnerabilidade e risco de infestação por *Aedes Aegypti* semelhantes, o que pode direcionar as ações de uma forma mais consciente e efetiva pelas autoridades responsáveis.

A análise espacial tem sido utilizada para mostrar correlações entre indicadores entomológicos com o clima, com a transmissão das doenças e com as condições

socioeconômicas; entretanto, a estratégia ainda não tinha sido utilizada para analisar territórios contíguos a fim de definir melhor áreas de risco e vulnerabilidade semelhantes. A literatura tem apontado que os resultados das pesquisas científicas não têm impactado as práticas de controle de vetores em muitos países do mundo, incluindo o Brasil (AGHA et al., 2017a, 2017b; TSAI et al., 2018). Entretanto, a abordagem deste trabalho é promissora e pode ser facilmente replicada nos serviços de Vigilância Entomológica.

Em Campina Grande, verificou-se predominância de altos índices de infestação do mosquito em diferentes anos apontando situação de risco para surtos e epidemias. Um estudo semelhante foi realizado em três cidades do Quênia com o objetivo de avaliar o risco potencial de transmissão da dengue e da febre amarela, considerado o IB e o ITR, além de sazonalidade daquelas regiões. Com base nos limiares de índices vetoriais estabelecidos, os resultados evidenciaram níveis de risco baixo a médio para febre amarela urbana e alto risco para dengue em Kilifi e Kisumu; enquanto para Nairobi, o risco febre amarela foi baixo enquanto os níveis de risco dengue foram baixos a médios (AGHA et al., 2017a).

Outros estudos mostraram que os índices larvais podem estar intimamente relacionados com a incidência de dengue e epidemias por arboviroses, como os estudos realizados em Taiwan, Sri Lanka e no Vietnã (PHAM THI et al., 2017). No Brasil, pesquisas semelhantes foram realizadas no Rio de Janeiro, Maranhão e São Paulo (BARBOSA et al., 2014). Esses trabalhos utilizaram o índice de infestação de maneira isolada; o que os diferencia do presente estudo, que evidenciou padrões de distribuição espacial e de risco a partir de pequenas unidades territoriais de análise (como setores censitários, p.ex.), indicando que estes riscos estão conectados em unidades territoriais maiores.

Algumas pesquisas analisaram o uso da terra e a densidade larval. Na Tailândia, observou-se que assentamentos ao redor de postos de gasolina / oficinas, nas proximidades de pântanos e arrozais, parecem ser habitat favorável para a propagação do vetor (SARFRAZ et al., 2012). Na Etiópia, os habitats de reprodução do mosquito *Aedes* mais comuns foram os pneus descartados (57,5%), seguidos pelos potes de barro (30,0%) (FEREDE et al., 2018). A utilização da abordagem proposta neste trabalho poderia evidenciar como esses habitats favoráveis para proliferação do mosquito impactam áreas contíguas, redefinindo os territórios de risco.

Considerando fatores como clima, sazonalidade e condições socioeconômicas, muitos trabalhos são encontrados na literatura. Uma pesquisa realizada em Taiwan observou se baixas temperaturas podem influenciar na distribuição do mosquito e identificou que a temperatura de 13,8 ° C é uma temperatura crítica para limitar a ocorrência do *Aedes Aegypti*

(TSAI et al., 2018). Considerando a ocorrência de dengue, um estudo realizado em sete municípios da grande São Paulo, nos meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Abril e Maio (de 2010 a 2013) foram os que apresentaram o maior número de casos notificados (FERREIRA; CHIARAVALLI NETO; MONDINI, 2018). Neste trabalho, as análises dos níveis de infestação ao longo do ano mostram que os meses de Maio até Setembro têm valores maiores do que nos demais, o que está relacionado à maior pluviosidade dessa região.

Quanto às condições socioeconômicas, uma pesquisa realizada no Rio de Janeiro observou que os locais de ocorrência da dengue clássica e febre hemorrágica não eram coincidentes, sendo esta última mais prevalente em bairros pobres e favelas, tornado evidente que a vulnerabilidade social pode ser um fator de influência para a ocorrência de agravamento (CARVALHO; MAGALHÃES; MEDRONHO, 2017). Os resultados deste trabalho corroboram essas observações, tendo em vista que os índices de infestação e autocorrelação espacial atingem os bairros periféricos.

Para realizar a análise do LIRAA, os bairros são agrupados em estratos com até 12.000 habitantes, definidos principalmente por suas características sociodemográficas, econômicas e físicas. Para esse conjunto de bairros, é obtido um único valor de LIRAA. Este estudo constatou que a análise da autocorrelação e dependência espacial entre os distritos não corresponde à demarcação dos estratos. A análise de correlação automática da infestação de mosquitos é mais útil em sua capacidade de revelar padrões relacionados à análise de riscos e gerenciamento de vetores, incluindo a definição de localidades específicas a serem consideradas prioritárias ou um ponto de acesso para os serviços de Vigilância.

Os resultados deste trabalho apontam para a necessidade de revisar o conceito de estrato utilizado como unidade de execução do LIRAA e a inclusão de análises de autocorrelação espacial e temporal, por meio do desenvolvimento de software, a fim de proporcionar melhor mensuração em para ser de maior utilidade para os serviços de Vigilância Ambiental. A identificação de pontos críticos que mais influenciam a infestação de mosquitos é estratégica para a adoção e orientação de medidas de prevenção com menos impacto nos recursos materiais e humanos.

Quanto às limitações deste estudo, deve-se considerar que as análises foram realizadas a partir de dados secundários fornecidos pelo Serviço de Vigilância Ambiental do município de Campina Grande. Para uma melhor avaliação do uso de estatísticas de autocorrelação para definir estratos ou unidades para análise de risco e controle de vetores, será importante replicar este estudo em outras localidades.

CONCLUSÃO

Este estudo mostrou pela primeira vez os padrões de autocorrelação das taxas de infestação por *Aedes Aegypti* entre bairros da cidade de Campina Grande, no nordeste do Brasil, utilizando o Índice Moran, o Moran Mapping e o LISA Mapping. O uso da autocorrelação espacial e temporal revela os *hotpots* ou bairros que devem ser considerados prioritários para ações preventivas dos serviços de Vigilância Entomológica. A predominância de altas taxas de infestação e maior dependência espacial foi observada entre os meses de Maio e Julho, período com as maiores chuvas da cidade. Essa análise é uma estratégia inovadora capaz de fornecer informações detalhadas às autoridades relevantes de Saúde Pública, o que permitirá uma alocação mais eficiente de recursos, principalmente em ações de prevenção de mosquitos.

REFERÊNCIAS

AGHA, S. B. et al. Assessment of risk of dengue and yellow fever virus transmission in three major Kenyan cities based on *Stegomyia* indices. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n. 8, p. e0005858, ago. 2017a.

AGHA, S. B. et al. Dengue and yellow fever virus vectors: seasonal abundance, diversity and resting preferences in three Kenyan cities. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 628, 29 dez. 2017b.

ALBUQUERQUE, M. DE F. P. M. DE et al. **Epidemia de microcefalia e vírus Zika: a construção do conhecimento em epidemiologia**. **Cadernos de Saúde Pública**, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00069018>>

ALTMANN, W. Censo IBGE 2010 e Religião (IBGE 2010 Census and Religion) - DOI: 10.5752/P.2175-5841.2012v10n28p1122. **Horizonte**, v. 10, n. 28, 2012.

ALVES, M. C. G. P.; MARIA CECÍLIA GOI; DA SILVA, N. N. Simplificação do método de estimação da densidade larvária de *Aedes Aegypti* no Estado de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v. 35, n. 5, p. 467–473, 2001.

AZEVEDO, P. F. DE; DE AZEVEDO, P. F. **Do combate ao “*Aedes Aegypti*” e a liberdade**

do proprietário ao direito à saúde. Revista de Direito Sanitário, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9044.v3i2p107-123>>

BARBOSA, G. L. et al. Spatial Distribution of the Risk of Dengue and the Entomological Indicators in Sumaré, State of São Paulo, Brazil. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 8, n. 5, p. e2873, 2014.

BRASIL. MINISTERIO DA SAUDE. FUNDACAO NACIONAL DE SAUDE. **Programa Nacional de Controle da Dengue - PNCD**. [s.l.: s.n.].

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. Geocomputation techniques for spatial analysis: are they relevant to health data? **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, n. 5, p. 1059–71, discussion 1072–81, set. 2001.

CARRAPATO, P.; CORREIA, P.; GARCIA, B. Determinante da saúde no Brasil: a procura da equidade na saúde. **Saúde e Sociedade**, v. 26, n. 3, p. 676–689, 2017.

CARVALHO, S.; MAGALHÃES, M. DE A. F. M.; MEDRONHO, R. DE A. Analysis of the spatial distribution of dengue cases in the city of Rio de Janeiro, 2011 and 2012. **Revista de Saúde Pública**, v. 51, p. 79, 17 ago. 2017.

FEREDE, G. et al. **Distribution and larval breeding habitats of Aedes mosquito species in residential areas of northwest Ethiopia. Epidemiology and Health**, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4178/epih.e2018015>>

FERREIRA, A. C.; CHIARAVALLOTI NETO, F.; MONDINI, A. Dengue in Araraquara, state of São Paulo: epidemiology, climate and *Aedes Aegypti* infestation. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, p. 18, 26 fev. 2018.

FERREIRA, M. C. **Iniciação à análise geoespacial**. [s.l.] SciELO - Editora UNESP, 2016.

LANA, R. M. et al. Assessment of a trap based *Aedes Aegypti* surveillance program using mathematical modeling. **PloS One**, v. 13, n. 1, p. e0190673, 5 jan. 2018.

LUTOMIAH, J. et al. Dengue Outbreak in Mombasa City, Kenya, 2013-2014: Entomologic Investigations. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 10, n. 10, p. e0004981, out. 2016.

NÓBREGA, M. E. B. DA et al. Outbreak of Guillain-Barré syndrome possibly related to prior

Zika virus infection, Metropolitan Region of Recife, Pernambuco, Brazil, 2015. **Epidemiologia e Serviços de Saúde : revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, v. 27, n. 2, p. e2017039, 28 jun. 2018.

NYUNT, M. H. et al. Evaluation of the behaviour change communication and community mobilization activities in Myanmar artemisinin resistance containment zones. **Malaria Journal**, v. 14, p. 522, 23 dez. 2015.

OLIVEIRA, F. L. B. DE et al. Índices de infestação predial do *Aedes Aegypti* por ciclo em Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil – 2007 a 2013. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, v. 7, n. 1, p. 260, 2015.

OLIVEIRA, R. et al. Gamificação e Crowdsourcing no Combate Sustentável ao *Aedes Aegypti*. **Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016)**, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.390>>

PAUL, K. K. et al. Risk factors for the presence of dengue vector mosquitoes, and determinants of their prevalence and larval site selection in Dhaka, Bangladesh. **PloS One**, v. 13, n. 6, p. e0199457, 21 jun. 2018.

PHAM THI, K. L. et al. Incidence of dengue and Chikungunya viruses in mosquitoes and human patients in border provinces of Vietnam. **Parasites & Vectors**, v. 10, n. 1, p. 556, 9 nov. 2017.

RIVAS, A. V. et al. Building Infestation Index for *Aedes Aegypti* and occurrence of dengue fever in the municipality of Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil, from 2001 to 2016. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 51, n. 1, p. 71–76, jan. 2018.

SARFRAZ, M. S. et al. Analyzing the spatio-temporal relationship between dengue vector larval density and land-use using factor analysis and spatial ring mapping. **BMC Public Health**, v. 12, p. 853, 9 out. 2012.

TSAI, P.-J. et al. Critical low temperature for the survival of *Aedes Aegypti* in Taiwan. **Parasites & Vectors**, v. 11, n. 1, p. 22, 8 jan. 2018.

UDAYANGA, L. et al. Empirical optimization of risk thresholds for dengue: an approach towards entomological management of *Aedes* mosquitoes based on larval indices in the

Kandy District of Sri Lanka. **Parasites & Vectors**, v. 11, n. 1, p. 368, 28 jun. 2018.

VAN NGUYEN, H. et al. Knowledge, Attitude and Practice about Dengue Fever among Patients Experiencing the 2017 Outbreak in Vietnam. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 6, 18 mar. 2019.

WERMELINGER, E. D. et al. Avaliação da produtividade dos criadouros do *Aedes Aegypti* (L.) e *Aedes albopictus* (Skuse) através dos dados da vigilância em Parati RJ. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 3, p. 223–226, 2012.

Artigo B - Avaliação do uso do Levantamento Rápido de Índices de Infestação do *Aedes Aegypti* (LIRAA) para mensurar impactos de intervenções educativas

Ana Carolina Policarpo Cavalcante¹, Ricardo Alves de Olinda¹, Silvana Santos¹

¹ Programa de Saúde Pública, Universidade Estadual da Paraíba, CEP 58429-500, Campina Grande, Paraíba, Brasil

RESUMO

Introdução

O modelo atual de controle das arboviroses no Brasil definiu como um dos seus principais eixos estratégicos a participação popular, estimulada através de intervenções educativas capazes de promover uma real mudança no comportamento da população. Essa estratégia vem sendo preconizada desde a implantação do Programa Nacional de Controle da Dengue – PNCD em 2003, sendo intensificada em 2015 com a epidemia do Zika vírus. Na atualidade, o Levantamento Rápido de Índices de Infestação do *Aedes Aegypti* – LIRAA é o único método utilizado para avaliar e direcionar as ações do Programa. Seria possível utilizar o LIRAA para mensurar impactos de intervenções educativas para prevenção de arboviroses?

Métodos

Estudo ecológico transversal, com abordagem quantitativa, a partir de base de dados secundária, tendo como unidade de análise o município de Campina Grande - PB. As variáveis utilizadas foram: o Índice Predial (IIP), o Índice de Breteau (IB), o número de estudantes do Ensino Médio por bairro; população por bairro, razão de dependência; proporção de imóveis desocupados, proporção de menores de 14 anos por bairro, proporção de Maiores de 14 anos por bairro. Foi realizada análise descritiva e análise de Correlação de Spearman.

Resultado

Não foi verificada correlação entre proporção de estudantes do Ensino Médio e os valores de infestação larval. Entretanto, houve correlação positiva entre a razão de dependência e o LIRAA de Abril 2018 ($p < 0.01$) e LIRAA de Janeiro de 2019 ($p < 0.01$), evidenciando que as localidades com maior proporção de idosos e crianças, geralmente com população mais pobre, também é onde os mosquitos mais proliferaram. Este achado se repetiu em relação à proporção de crianças menores de 14 anos. A proporção de imóveis desocupados também

mostrou correlação com o LIRAa evidenciando que criadouros devem estar localizados nesses domicílios.

Conclusão

Embora as políticas públicas de controle vetorial estimulem a realização de intervenções educativas para mobilização da comunidade escolar, não são propostas estratégias para avaliar o impacto dessas ações. A Maior proporção de estudantes do Ensino Médio em um bairro não foi correlacionado ao menor índice de infestação larvária no município de Campina Grande (PB).

Palavras-chave: infecções por arbovirus, aedes, intervenções educativas

INTRODUÇÃO

O modelo atual de controle das arboviroses no Brasil definiu como um dos seus principais eixos estratégicos a participação popular, estimulada através de intervenções educativas capazes de promover uma real mudança no comportamento da comunidade. No Programa Nacional de Controle da Dengue - PNCD, vigente no país, encontra-se 10 componentes que tratam de diferentes estratégias de controlar o *Aedes Aegypti*. Um deles propõe ações para o fomento da participação comunitária direcionada à redução de criadouros domiciliares do mosquito. Essas ações têm utilizado várias estratégias e métodos diferenciados, os quais, nem sempre, alcançam sucesso (ZARA et al., 2016).

O controle do mosquito ainda representa um importante desafio, especialmente nos países em desenvolvimento. Para os epidemiologistas, as razões para tal situação são complexas e não totalmente compreendidas. Uma das possíveis explicações é que, apesar dos planos e programas de controle do *Aedes Aegypti* abordar a descentralização e a participação da comunidade, o modelo desenvolvido na prática baseou-se em métodos verticais que buscavam a eliminação do mosquito por meio de inseticidas. Nesta perspectiva, a comunidade fica, na maioria das vezes, como espectadora e na dependência de ações previamente definidas (KIM; MUTURI, 2012).

As intervenções educativas consistem na estratégia adotada para o incentivo da participação popular, porém, o entrave reside em estabelecer estratégias passíveis de envolver a comunidade mediante exploração dos determinantes comportamentais, identificação das necessidades compreendidas pela própria população e em elaborar planos de ação com objetivos comportamentais bem definidos. Nesse contexto, faz-se importante explorar

também as questões sociais e a adoção de metodologias mais participativas que possam motivar e mobilizar a população de tal maneira que os sujeitos sejam capazes de reivindicar e assumir processos que passem pelo diagnóstico, planejamento, execução e avaliação das ações desenvolvidas (FRANÇA et al., 2017)

Várias intervenções educativas foram realizadas objetivando a participação da comunidade no controle do *Aedes Aegypti* e, dentre estas, algumas foram frutos de pesquisas científicas. Todavia observou-se que grande parte dos estudos de intervenção educativa deteve-se apenas à descrição das ações ou avaliação dos conhecimentos, atitudes e comportamentos dos participantes. Essas pesquisas não tiveram os atributos suficientes para se tornarem capazes de mensurar o impacto desse tipo de intervenção, tendo em vista que não conseguiram provar que a amostra que não recebeu a intervenção (contrafator) teria resultados diferentes caso tivesse sido exposta a mesma condição (FEITOSA et al., 2016b).

No Brasil, com a epidemia de Zika que resultou em centenas de sequelados a partir de 2015, houve um conjunto amplo de ações do Governo, universidades e outras instituições no sentido de realizar ações de prevenção, como a divulgação de campanhas em meios de comunicação em massa, a criação de um aplicativo para denúncia de criadouros (Zikazero) e a temática foi incluída, inclusive, nos planejamentos municipais e estaduais para desenvolvimento de ações educativas em escolas. Houve, de fato, um amplo conjunto de ações para mobilizar a população no sentido da redução de criadouros de mosquitos (MIGUEL; TOMAZETTI, 2019). Mas como mensurar o impacto dessas ações?

O Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* (LIRAA) é um método amostral, desenvolvido e adotado a partir de 2003 pelo Programa Nacional de Controle da Dengue do Ministério da Saúde do Brasil (PNCD), que monitora a densidade larvária por meio de indicadores. A técnica de amostragem randômica, na qual uma unidade de amostra corresponde a 9.000 ou 12.000 imóveis é utilizada; sendo 450 imóveis de uma localidade sorteados e visitados pelos agentes de endemias. Durante a inspeção, os imóveis são vistoriados para a busca de larvas ou pupas de *Aedes aegypti* e, em seguida, são calculados os índices de IIP (Índice Predial), IB (Índice Breteau) e ITR (índice por tipo de recipiente). Os parâmetros para definição de risco de um município são os seguintes: IIP < 1% = satisfatório; IIP > 1% e < 4% = alerta; > 4% = alto risco (RIVAS et al., 2018).

Neste trabalho, utilizando dados secundários, foram investigadas as possíveis correlações entre os valores de LIRAA e a presença de estudantes da Educação Básica no território da cidade de Campina Grande (Nordeste do Brasil), assim como com a porcentagem

de imóveis ocupados e a razão de dependência, índice que retrata os bairros com maior número de idosos e crianças em relação ao de adultos.

As perguntas que pretendemos responder neste trabalho foram as seguintes:

- 1 – Já que as escolas têm promovido ações educativas voltadas às arboviroses, principalmente a partir de 2015 com a epidemia de Zika, os bairros onde existem mais estudantes, em Campina Grande, teriam menor índices de infestação de mosquito (LIRAA)?
- 2 – Caso uma escola quisesse avaliar o impacto de intervenções educativas para reduzir a infestação de mosquitos, seria possível utilizar os dados do LIRAA hoje disponibilizados pelo Serviço de Vigilância Entomológica da prefeitura?
- 3 – Cerca de 20% dos criadouros de mosquitos encontram-se em imóveis abandonados ou fechados. Há correlação entre maior número de imóveis fechados em Campina Grande e o LIRAA?
- 4 – Nas regiões periféricas e entre a população mais pobre, há uma maior dependência de crianças e idosos em relação aos adultos. As residências com maior número de crianças e idosos têm potencialmente mais risco de terem criadouros, tendo em vista que 80% da infestação encontra-se nos domicílios das pessoas, especialmente em recipientes usados para armazenar água. Há correlação entre dependência (maior proporção de crianças e idosos) com o LIRAA?

MÉTODOS

Estudo ecológico transversal, com abordagem quantitativa, a partir de base de dados secundária, tendo como unidade de análise o município de Campina Grande - PB. A possibilidade de usar variadas fontes de dados secundários traz grandes vantagens a este tipo de estudo como a sua facilidade de execução, a rapidez com que se podem obter resultados e o fato de serem financeiramente pouco exigentes.

Elegeu-se como local de estudo o município de Campina Grande - PB que se encontra situado no estado da Paraíba (Latitude: 07° 13' 20" e Longitude: 35° 52' 52") com altitude média de 555 metros acima do nível do mar. O município apresenta uma área total de 594,2 km², com 5% de área rural e 95% de área urbana, extensão subdividida em 51 bairros (Figura 1). Considerado um dos principais polos industriais da Região Nordeste, bem como principal polo tecnológico da América Latina. Encontra-se localizado na mesorregião do Agreste Paraibano, que é uma região de clima tropical semiúmido. De acordo com estimativas de 2017, sua população é de 410 332 habitantes, sendo a segunda cidade mais populosa da

Paraíba, com densidade demográfica de aproximadamente 961,93hab/km². Além dessa característica levou-se em consideração o mesmo apresentar elevados índices de infestação do *Aedes Aegypti*, com uma taxa de infestação predial de 5.6% (BRASIL, 2019).

Os regimes climáticos dessa região dividem-se em dois períodos distintos, o chuvoso e o seco. O período chuvoso divide-se em dois subgrupos, (a) pré-estação chuvosa, que corresponde aos três primeiros meses chuvosos (Fevereiro – Abril) e a quadra chuvosa, que são os quatro meses restantes do período (Maio – Agosto). O segundo regime é o período seco, que apresenta os menores valores pluviométricos, compreendendo o final do inverno, toda a primavera e o início do verão (Setembro a Janeiro). A pluviosidade média anual é 765 mm.



F
 1 - Mapa dos bairros de Campina Grande
 Fonte: http://lan.pmcg.pb.gov.br/mapas/Campina_GrandeMapas.pdf

Os indicadores do LIRAA foram obtidos junto a Secretaria Municipal de Saúde, após uma análise prévia do projeto e posterior emissão do termo de autorização. Já o número de estudantes do ensino médio por bairro foi cedido pela Secretaria de Educação do Estado da Paraíba, através de uma planilha contendo a quantidade geral de alunos, as escolas no qual estes encontram-se matriculados, e informações gerais como data de nascimento e endereço. Todavia, ao analisar esse banco de dados, foi identificada inconsistências importantes, como por exemplo o nome de um mesmo bairro escrito de formas diferentes, que impossibilitou a realização de uma análise utilizando georreferenciamento.

Para responder às hipóteses levantadas no estudo, além dos dados citados acima, também foram utilizados os indicadores sociodemográficos do IBGE, essas informações estão disponíveis online no banco de dados do instituto através do endereço <http://www.ibge.gov.br>.

Destarte, as variáveis usadas nesta pesquisa, foram:

- 1) Índice Predial (IIP) representa a porcentagem de imóveis onde foi registrada a presença de *Aedes Aegypti*, referente ao período de 2018 a 2019.
- 2) Índice de Breteau (IB) representa o número de depósitos positivos para cada 100 imóveis pesquisados; referente ao período de 2018 a 2019.
- 3) Número de estudantes do Ensino Médio por bairro de Campina Grande para o ano de 2018 (dado cedido pela Secretaria de Educação do Estado da Paraíba).
- 4) Dados do IBGE: população por bairro, razão de dependência dos imóveis vazios, proporção de menores de 14 anos por bairro, proporção de maiores de 14 anos por bairro.

Ainda acerca do período de análise referente às variáveis IIP e IB, durante 2019 só foram avaliados o 1º e 2º LIRAA, tendo em vista que os demais ainda foram disponibilizados.

Os dados coletados foram implantados em um banco de dados eletrônico e analisados por meio do programa R Core Team 2.15.3 e apresentados por meio de tabelas. Para análise dos dados foi utilizada a estatística descritiva, sendo calculadas: mínimo, máximo, média, mediana, desvio padrão e variância. O teste de normalidade revelou que as variáveis não seguiam distribuição normal, portanto, a análise foi realizada com testes não-paramétricos. Para avaliar correlação entre as variáveis foi utilizada a Correlação de Spearman.

RESULTADOS

Os altos índices de infestação do *Aedes Aegypti* no município de Campina Grande - PB vem representando um grave problema de Saúde Pública ao longo dos anos, tendo dados

alarmantes no período delimitado nesta pesquisa. A Tabela 1 mostra a estatística descritiva de todas as variáveis analisadas neste estudo. Para o ano de 2018, a maior média do LIRAA foi de $6,07 \pm 2,38$, mensurada no mês Julho e coincidindo com o aumento da pluviosidade no município; e a menor média foi de $3,32 \pm 1,91$, a menor do ano, medida em Outubro após intensificação da Vigilância Ambiental, que recorreu ao uso de “carro fumacê” para nebulização de inseticidas nas regiões com maior infestação de mosquitos. Com relação aos valores mínimos e máximos, o menor valor foi de 0,40, encontrado no LIRAA de Outubro no bairro “Centro” e o maior valor foi de 12,20, em Janeiro, no bairro Acácio Marinho.

Tabela 1 – Análise descritiva dos dados do Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* (LIRAA) para os anos de 2018 e 2019, da população por bairro, número de estudantes matriculados em escolas do Ensino Médio, proporção de estudantes por bairro, razão de dependência, proporção de imóveis desocupados e proporção de indivíduos maiores de 14 anos, referentes ao município de Campina Grande, PB, Nordeste do Brasil.

<i>Variáveis</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mediana</i>	<i>P25</i>	<i>P75</i>	<i>Média</i>	<i>SD</i>	<i>EPM</i>	<i>Variância</i>
LIRAA - 2018 – A	1,90	12,20	4,10	3,60	6,10	4,97	2,37	0,34	5,61
LIRAA - 2018 – B	1,00	6,60	5,30	3,50	6,20	4,87	1,58	0,23	2,49
LIRAA - 2018 – C	1,20	11,00	6,60	5,20	7,30	6,07	2,38	0,34	5,64
LIRAA - 2018 – D	0,40	7,30	3,30	1,60	4,30	3,32	1,91	0,27	3,66
LIRAA - 2019 – A	0,64	5,40	3,40	2,50	4,30	3,17	1,21	0,17	1,47
LIRAA – 2019 – B	1,40	11,00	5,00	4,00	7,40	5,46	2,57	0,37	6,61
População por Bairro	1315,0	38713,0	6036,0	3313,0	8850,0	7180,7	6281,1	897,3	39452310,6
Número de Estudantes	12,0	1885,0	342,0	205,0	732,0	518,0	482,0	68,9	232306,3
Proporção de Estudantes por Bairro	0,01	0,26	0,06	0,04	0,10	0,07	0,05	0,01	0,00
Razão de Dependência	17,30	57,10	34,20	28,60	40,70	35,16	9,94	1,42	98,90
Imóveis Vazios	4,00	38,50	9,10	7,30	12,60	11,10	6,30	0,90	39,69
Proporção de maiores de 14 anos	0,61	1,22	0,69	0,66	0,71	0,69	0,08	0,01	0,1

Abreviações: P – percentil; SD – Desvio Padrão; EPM – Erro padrão da média.

Fonte: Dados da pesquisa, 2019

No ano de 2019, os indicadores do LIRAA não mostram diferenças ao longo dos meses como ocorreu em 2018. A média do LIRAA de Janeiro foi de $4,97 \pm 2,37$ e de Abril, $4,87 \pm 1,58$. Entretanto, deve-se ressaltar que os valores de infestação pioram muito após o período de chuvas no município, que ocorre entre Maio e Setembro.

Quanto à população por bairro, os valores variaram de, no mínimo, 1.315,0 habitantes até 38.713,0 com média de $7.189,7 \pm 6281,1$ habitantes. No que concerne à proporção de estudantes por bairro, observou-se um valor mínimo de 0,01 (1%) e máximo de 0,26 (26%)

com média de $0,7 \pm 0,5$. A proporção de imóveis vazios variou de 4,00 a 38,50 com média de $35,16 \pm 9,94$. Em relação a proporção de maiores de 14 anos, a média foi de $69 \pm 0,08$.

A correlação entre os dados do LIRAA e as demais variáveis da pesquisa foi realizada através da correlação de Spearman, tendo em vista a ausência de normalidade dos dados. Na Tabela 2, é possível observar que houve correlação entre os valores de LIRAA entre si em todos os períodos avaliados. Quanto às variáveis independentes, foi verificada correlação positiva entre a razão de dependência e o LIRAA de Abril 2018 ($p < 0,01$) e LIRAA de Janeiro de 2019 ($p < 0,01$), evidenciando que as localidades com maior proporção de idosos e crianças, geralmente com população mais pobre, também é onde os mosquitos mais proliferaram. A proporção de imóveis desocupados também mostrou correlação com o LIRAA evidenciando que criadouros devem estar localizados nesses domicílios.

Em relação à proporção de estudantes por bairro, verificamos que não houve correlação desse indicador com nenhum dos dados de LIRAA. Apesar de alguns bairros terem 26% de sua população representada por estudantes do Ensino Médio, isto não significa que eles contribuam para reduzir os valores de infestação de mosquito. Assim, a hipótese levantada neste trabalho, com os dados utilizados, foi refutada. Não foi verificada correlação entre proporção de estudantes do Ensino Médio e os índices de infestação larval.

Tabela 2 – Matriz de correlação de Spearman para indicadores de infestação larval (LIRAA), população de estudantes do Ensino Médio, razão de dependência e proporção de imóveis desocupados para o município de Campina Grande, Paraíba, Nordeste do Brasil.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1 - LIRAA - 2018 – Janeiro	1.00														
2 - LIRAA - 2018 – Abril	0,47**	1.00													
3 - LIRAA - 2018 – Julho	0,51**	0,51**	1.00												
4 - LIRAA - 2018 - Outubro	0,48**	0,55**	0,50**	1.00											
5 - LIRAA - 2019 – Janeiro	0,54**	0,62**	0,45**	0,49**	1.00										
6 - LIRAA - 2019 - Abril	0,44**	0,45**	0,57**	0,44**	0,59**	1.00									
7 - Número de Estudantes	0.22	0.00	0.17	-0.09	0.08	0.13	1.00								
8 - População por bairro	0.18	-0.14	0.01	-0.18	0.00	0.05	0,80**	1.00							
9 - Proporção de Estudantes por bairro	0.13	0.17	0.15	0.04	0.16	0.10	0,67**	0.15	1.00						
10 - Razão de Dependência	0.23	0,30**	0.26	0.11	0,35**	0.07	0,29*	0.01	0,54**	1.00					
11 - Proporção de Domicílios Ocupados	0.21	0,30**	0.26	0.21	0,28*	0.27	0,50**	0,50**	0.23	0.22	1.00				
12 - Proporção de menores de 14 anos	0.22	0,29**	0.25	0.09	0,36**	0.07	0.28	0.00	0,53**	0,99**	0.19	1.00			
13 - Proporção de Maiores de 14 anos	-0.13	-0.23	-0.10	-0.10	-0.20	0.10	-0.11	0.19	-	0,50**	-	0,77**	0.07	0,73**	1.00

**p-valor>0,01; *p-valor>0,05

Fonte: Dados da pesquisa

DISCUSSÃO

O engajamento da população em ações de prevenção é um dos principais objetivos das políticas relativas ao controle vetorial, tendo em vista que a maioria dos criadouros encontra-se nos domicílios e em terrenos baldios e casas abandonadas (LIMA-CAMARA; URBINATTI; CHIARAVALLOTTI-NETO, 2016). Esse engajamento tem sido estimulado por propagandas nos meios de comunicação em massa, uso de aplicativos para denúncia de criadouros (p.e. Zikazero) e por ações de educação ambiental realizadas por agentes de combate às endemias (ACEs) em visitas domiciliares (DE SOUZA SILVA et al., 2018) (BRASIL, 2006). No Brasil, em centros urbanos, na maior parte das vezes, essas visitas não ocorrem porque os moradores não se encontram em seus domicílios ou não permitem a entrada dos agentes para inspeção e orientação sobre controle vetorial por terem medo de serem assaltados (DONATELI et al., 2019). No contexto dos centros urbanos, a mobilização da população pode ser facilitada por meio das intervenções educativas realizadas nas escolas da Educação Básica.

Neste trabalho, não foi encontrada correlação entre a proporção de estudantes nos bairros e os índices de infestação de mosquitos vetores de arboviroses. Isto pode indicar que as intervenções realizadas e a divulgação de medidas preventivas pelos meios de comunicação não necessariamente contribuem para a mudança de comportamento da população. De fato, a maior parte das intervenções educativas focam em atividades didáticas voltadas para ampliar o conhecimento dos estudantes a respeito do ciclo de vida dos mosquitos vetores, das medidas preventivas e sobre as doenças em si. Em Condor (RS), por exemplo, foram realizadas palestras, caminhadas ecológicas, pedágio ecológico e mutirão de limpeza de pátios e terrenos, envolvendo estudantes do Ensino Fundamental de escolas municipais e estaduais (RAHMEIER, 2019). Essas atividades contribuíram para mobilizar a população, mas elas envolvem amostras pequenas e não avaliam a mudança efetiva de comportamento da população.

A maior parte dos estudos na literatura descreve percepções e conhecimentos a respeito da prevenção de arboviroses (PLASTER et al., 2018) (FELDSTEIN et al., 2018) (SAMUEL et al., 2018) (DARROW et al., 2018) (NYUNT et al., 2015) (STOREY et al., 2018) (WONG; ABUBAKAR, 2013) (BINSAEED et al., 2015; LUGOVA; WALLIS, 2017; VAN NGUYEN et al., 2019), havendo poucos relatos de intervenções em escolas (NASIR; BAEQUNI, 2017) (MONTES et al., 2012) (ROSLI et al., 2019).

A maioria das intervenções não são ensaios do tipo caso-controle randomizados,

fundamentados em teorias de mudança de comportamento, que possam oferecer evidência de impacto e efetividade da intervenção (KHUN; MANDERSON, 2007). Em Porto Rico, por exemplo, foi realizada uma intervenção educativa pelo Departamento de Saúde em parceria com o *Centers for Control Diseases and Prevention* (CDC) dos Estados Unidos, em que foi evidenciado impacto significativo sobre conhecimento e comportamento preventivo para dengue. Os pesquisadores realizaram a intervenção e a mensuração de índices de infestação de mosquitos antes e depois da intervenção, sendo um dos melhores exemplos da literatura de avaliação de impacto de intervenção educativa até o momento (WINCH et al., 2002).

Outro exemplo de ação educativa foi a criação de aplicativo gamificado por estudantes da Universidade Federal de Campina Grande, visando estimular a população a participar ativamente no controle desse vetor (OLIVEIRA et al., 2016). Há na literatura relatos da criação de inúmeros aplicativos para prevenção de arboviroses; entretanto, esses trabalhos ocorrem de forma isolada nas instituições, sem considerar as teorias de mudança de comportamento e estratégias para avaliar o impacto dessas ações. O Governo Federal lançou, por exemplo, o aplicativo Zikazero, mas não há estudos evidenciando o seu uso e contribuição para redução efetiva dos vetores de arboviroses.

O presente estudo buscou avaliar o uso do LIRAA para mensurar impactos de intervenções educativas no combate ao *Aedes Aegypti*. Todavia, importantes limitações foram encontradas, como o fato de haver inconsistências nas informações sobre os bairros onde residem os estudantes; tendo em vista que os nomes dos bairros no banco de dados. Além disso, os estudantes de uma escola residem em diferentes bairros, o que dificulta a avaliação do impacto de intervenções educativas realizadas por uma ou poucas escolas.

Os dados de LIRAA para os bairros, na verdade, representam estratos; ou seja, diferentes bairros pertencem a um mesmo estrato e têm o mesmo valor de LIRAA. Os estratos são unidades territoriais que reúnem de 8.000 até 12.000 habitantes. O fato de vários bairros terem o mesmo valor de LIRAA pode ter influenciado na análise de correlação; tendo em vista que não foi realizada efetivamente a avaliação dos índices de infestação na unidade bairro. As diferenças em relação às unidades utilizadas (estrato para LIRAA e bairro para número de estudantes) poderia explicar o resultado negativo em relação à correlação significativa entre esses parâmetros.

Para testar a hipótese deste trabalho, seria necessário realizar as medidas do LIRAA efetivamente por bairros e fazer o georreferenciamento dos estudantes, avaliando as diferenças entre as áreas onde existem mais ou menos estudantes. Com os dados cedidos pela Secretaria de Educação, não foi possível aplicar essa metodologia pela ausência dos dados de

CEP. A metodologia utilizada para mensuração do LIRAA não se mostrou adequada para avaliação de impacto de intervenções educativas pontuais, tendo em vista que a técnica de amostragem reúne diferentes bairros em um estrato, avaliando territórios muito extensos e maiores do que a área de influência de uma ou mais escolas (RIVAS et al., 2018).

A literatura já mostrou, e os resultados deste trabalho corroboram esses achados, que os valores de LIRAA variam ao longo do ano, sendo maiores no período de chuvas (SOUZA et al., 2010) (ALMEIDA; DA SILVA, 2018). Por essa razão, é necessário compreender e avaliar essa variação sazonal e quais são as covariáveis que contribuem para aumentar ou reduzir os valores de LIRAA, a fim de entender os vieses que possivelmente podem afetar análise de impacto de intervenções educativas. Como foi feito em Porto Rico, deve-se mensurar os valores de LIRAA antes e depois da intervenção na área de abrangência da intervenção educativa (WINCH et al., 2002).

Foi observado uma correlação positiva entre LIRAA e as variáveis razão de dependência e proporção de menores de 14 anos. Isto pode ser explicado pelo fato das residências com maior número de crianças e idosos têm potencialmente mais risco de terem criadouros, tendo em vista que 80% da infestação encontra-se nos domicílios das pessoas, especialmente em recipientes usados para armazenar água. Outra correlação positiva encontrada foi a proporção de domicílios desocupados, fato que representa um dos principais problemas no controle do mosquito e no trabalho dos agentes de controle às endemias. A proliferação de mosquitos em imóveis fechados ou abandonados responde por aproximadamente 20% dos casos de infestação de *Aedes Aegypti*, um percentual que chama atenção, pois contribui significativamente para a proliferação do mosquito e como consequência a transmissão de várias doenças (AZEVEDO; DE AZEVEDO, 2002).

CONCLUSÃO

Em Campina Grande, no Estado da Paraíba, não foi verificada correlação entre a proporção de estudantes do Ensino Médio e o índice de infestação de mosquitos vetores de arboviroses (LIRAA). Entretanto, há correlação positiva com índice de dependência, ou seja, com a maior proporção de jovens e idosos nos bairros e com a proporção de imóveis desocupados, indicando que essas áreas devem ser priorizadas para ações preventivas pelos serviços de Vigilância Entomológica. Estudos mais abrangentes devem ser realizados para confirmar os achados deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. P.; SILVA, R. M. DA. Análise da ocorrência dos casos de dengue e sua relação com as condições socioambientais em espaços urbanos: os casos de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux, no estado da Paraíba – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14393/hygeia142705>>

AZEVEDO, P. F. DE; AZEVEDO, P. F. DE. Do combate ao “*Aedes Aegypti*” e a liberdade do proprietário ao direito à saúde. **Revista de Direito Sanitário**, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9044.v3i2p107-123>>

BINSAEED, A. A.; SAHLI, A. A.; NOURELDIN, E. M.; MOHAMMED, W. S.; DAFALLA, O. M.; DAHLAN, A.; KASULE, O. H.; ALSHEIKH, A. A. Knowledge, Attitudes and Preventive Practices of Dengue Fever among Secondary School Students in Jazan, Saudi Arabia. **Current World Environment**, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.12944/cwe.10.3.04>>

DARROW, W.; BHATT, C.; RENE, C.; THOMAS, L. Zika Virus Awareness and Prevention Practices Among University Students in Miami: Fall 2016. **Health education & behavior: the official publication of the Society for Public Health Education**, v. 45, n. 6, p. 967–976, dez. 2018.

DONATELI, C. P.; NASCIMENTO EINLOFT, A. B. DO; JUNIOR, A. L. C.; COTTA, R. M. M.; COSTA, G. D. DA. Endemic Disease Control Agents’ perception on the fight against *Aedes Aegypti* and the prevention of arbovirus infections in Brazil. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pntd.0007741>>

FEITOSA, F. R. S.; SOBRAL, I. S.; SILVA, M. DO S. F. DA; JESUS, E. N. DE; SILVA, H. P. DA. Planejamento e saúde: uma análise dos condicionantes socioambientais e institucionais para prevenção e controle do *Aedes Aegypti* em Aracaju. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 3, n. 5, p. 227, 2016.

FELDSTEIN, L. R.; ROWHANI-RAHBAR, A.; STAPLES, J. E.; HALLORAN, M. E.; ELLIS, E. M. An Assessment of Household and Individual-Level Mosquito Prevention

Methods during the Chikungunya Virus Outbreak in the United States Virgin Islands, 2014-2015. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 98, n. 3, p. 845–848, mar. 2018.

KHUN, S.; MANDERSON, L. Community and school-based health education for dengue control in rural Cambodia: a process evaluation. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 1, n. 3, p. e143, 5 dez. 2007.

KIM, C.-H.; MUTURI, E. J. Relationship between leaf litter identity, expression of cytochrome P450 genes and life history traits of *Aedes Aegypti* and *Aedes albopictus*. **Acta Tropica**, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2011.12.006>>

LUGOVA, H.; WALLIS, S. Cross-Sectional Survey on the Dengue Knowledge, Attitudes and Preventive Practices Among Students and Staff of a Public University in Malaysia. **Journal of community health**, v. 42, n. 2, p. 413–420, abr. 2017.

MIGUEL, I. G. S.; TOMAZETTI, E. M. #Zikazero: o empreendedorismo na educação como estratégia produtora de governamentalidade neoliberal. **Acta Scientiarum. Education**, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4025/actascieduc.v41i1.35321>>

MONTES, G. A. Á.; ARAUJO, R.; LEONTSINI, E.; HERRERA, G. O.; CERNA, E. F. Un programa escolar para el control del dengue en Honduras: del conocimiento a la práctica. **Revista Panamericana de Salud Pública**, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1020-49892012000600011>>

NASIR, N. M.; BAEQUINI, B. Improving Knowledge on The Prevention of Dengue Hemorrhagic Fever Among Elementary School Students in Jakarta, Indonesia: A Quasi Experimental Study Proceedings of the 1st International Integrative Conference on Health. **Life and Social Sciences (ICHLAS 2017)**, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2991/ichlas-17.2017.28>>

NYUNT, M. H.; AYE, K. M.; KYAW, M. P.; WAI, K. T.; OO, T.; THAN, A.; OO, H. W.; PHWAY, H. P.; HAN, S. S.; HTUN, T.; SAN, K. K. Evaluation of the behaviour change communication and community mobilization activities in Myanmar artemisinin resistance containment zones. **Malaria journal**, v. 14, p. 522, 23 dez. 2015.

OLIVEIRA, R.; MOURA, A.; BARROS, M.; CAVALCANTE, A.; JUNIOR, F. **Gamificação e Crowdsourcing no Combate Sustentável ao *Aedes Aegypti*. Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016)**, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.390>>

PLASTER, A. N.; PAINTER, J. E.; TJERSLAND, D. H.; JACOBSEN, K. H. University Students' Knowledge, Attitudes, and Sources of Information About Zika Virus. **Journal of community health**, v. 43, n. 4, p. 647–655, 2018.

RAHMEIER, T. Redução de focos de *Aedes Aegypti* por meio de ações de Educação Ambiental no município de Condor (RS). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.34024/revbea.2019.v14.2628>>

RIVAS, A. V.; DEFANTE, R.; DELAI, R. M.; RIOS, J. A.; BRITTO, A. DA S.; LEANDRO, A. DE S.; GONÇALVES, D. D. Building Infestation Index for *Aedes Aegypti* and occurrence of dengue fever in the municipality of Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil, from 2001 to 2016. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 51, n. 1, p. 71–76, jan. 2018.

ROSLI, W. R. W.; RAHMAN, S. A.; PARHAR, J. K.; SUHAIMI, M. I. Positive impact of educational intervention on knowledge, attitude, and practice towards dengue among university students in Malaysia. **Journal of Public Health**, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10389-018-0971-z>>

SAMUEL, G.; DIBARTOLO-CORDOVANO, R.; TAJ, I.; MERRIAM, A.; LOPEZ, J. M.; TORRES, C.; LANTIGUA, R. A.; MORSE, S.; CHANG, B. P.; GYAMFI-BANNERMAN, C.; THAKUR, K. T. A survey of the knowledge, attitudes and practices on Zika virus in new York City. **BMC public health**, v. 18, n. 1, p. 98, 2 jan. 2018.

SOUZA SILVA, G. C. DE; PELTONEN, L.-M.; PRUINELLI, L.; YOSHIKAZU SHISHIDO, H.; JACKLIN ELER, G. Technologies to Combat Aedes Mosquitoes: A Model Based on Smart City. **Studies in health technology and informatics**, v. 250, p. 129–133, 2018.

SOUZA, S. S. DE; SOUZA, S. S. DE; SILVA, I. G. DA; SILVA, H. H. G. DA. Associação entre incidência de dengue, pluviosidade e densidade larvária de *Aedes Aegypti*, no Estado de Goiás. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0037-86822010000200009>>

STOREY, J. D.; BABALOLA, S. O.; RICOTTA, E. E.; FOX, K. A.; TOSO, M.; LEWICKY, N.; KOENKER, H. Associations between ideational variables and bed net use in Madagascar, Mali, and Nigeria. **BMC public health**, v. 18, n. 1, p. 484, 11 abr. 2018.

VAN NGUYEN, H. *et al.* Knowledge, Attitude and Practice about Dengue Fever among Patients Experiencing the 2017 Outbreak in Vietnam. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 6, 18 mar. 2019.

WINCH, P. J.; LEONTSINI, E.; RIGAU-PÉREZ, J. G.; RUIZ-PÉREZ, M.; CLARK, G. G.; GUBLER, D. J. Community-based dengue prevention programs in Puerto Rico: impact on knowledge, behavior, and residential mosquito infestation. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 67, n. 4, p. 363–370, out. 2002.

WONG, L. P.; ABUBAKAR, S. Health beliefs and practices related to dengue fever: a focus group study. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 7, n. 7, p. e2310, 11 jul. 2013.

ZARA, A. L. DE S. A.; SANTOS, S. M. D.; FERNANDES-OLIVEIRA, E. S.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E. [*Aedes Aegypti* control strategies: a review]. **Epidemiologia e serviços de saúde : revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, v. 25, n. 2, p. 391–404, abr. 2016.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou pela primeira vez os padrões de autocorrelação das taxas de infestação por *Aedes Aegypti* entre bairros da cidade de Campina Grande, no Nordeste do Brasil, utilizando o Índice Moran, o Moran Mapping e o LISA Mapping. O uso da autocorrelação espacial e temporal revelou os *hotpots* ou bairros que devem ser considerados prioritários para ações preventivas dos serviços de Vigilância Entomológica. A predominância de altas taxas de infestação e maior dependência espacial foi observada entre os meses de Maio e Julho, período com maior pluviosidade. Essa análise é uma estratégia inovadora capaz de fornecer informações sobre áreas de risco com maior precisão e de forma mais detalhada às autoridades, o que permitirá uma alocação mais eficiente de recursos.

O LIRAA representa o único e mais importante instrumento de avaliação e planejamento das ações desenvolvidas pelo PNCD na atualidade. Todavia, para uso deste indicador para mensurar impactos de ações educativas em espaços formais de ensino, deve-se considerar o fato de que a medida é realizada para um território (estrato) que abrange muitas escolas. Por essa razão, caso uma única escola ou poucas escolas desejem usar esse indicador para avaliar o impacto de suas ações, isto não é viável. Além disso, os estudantes de uma escola residem em diferentes bairros, muitas vezes, distantes da escola. Para avaliar impactos de intervenções, essas ações precisam ser planejadas para ter dois grupos (controle e experimental), abrangendo o maior número de pessoas possível que realizem as ações sincronicamente. O georrefereciamento dos participantes é importante para compreender a área incluída na pesquisa a fim de ser realizado o planejamento de coleta de informação sobre índices de infestação larvária. Uma alternativa seria estudar os índices de infestação nos domicílios dos participantes da pesquisa em vez de fazer amostragem randômica como é feito pelos serviços de Vigilância.

Os resultados deste trabalho permitem realizar algumas recomendações a fim de que sejam revisadas algumas políticas públicas. O desenvolvimento de softwares que permitam análises dos dados do LIRAA, incorporando a análise estatística de autocorrelação de Moran, podem servir para tomada de decisão em relação às áreas prioritárias para ações de controle vetorial. Além disso, é necessário rever o conceito de estrato e a metodologia empregada pelo LIRAA, tendo em vista que as mensurações feitas ao longo do ano poderiam ter dimensões de território diferentes para ampliar ou reduzir a precisão em relação aos resultados. Se são feitas

quatro medidas no ano, duas delas poderiam ser mais abrangentes para definir estratos prioritários e as outras poderiam focalizar mais a investigação, reduzindo a unidade de análise. Isto permitiria compreender melhor os fatores que influenciam na proliferação de mosquitos.

Estudos futuros devem considerar também a adaptação das campanhas e ações à faixa etária do público alvo, tendo em vista que os domicílios com mais idosos e crianças têm maiores valores de infestação por mosquitos. Os idosos têm dificuldade para realizar ações de inspeção domiciliar e limpeza de reservatórios de água e, por essa razão, deve-se investigar melhor a relação desses índices com o perfil da população. Com o rápido processo de envelhecimento populacional, devido à transição epidemiológica e demográfica, a proporção de idosos aumentará consideravelmente e isto poderá ter implicações nos padrões de distribuição e incidência de arboviroses no futuro, caso não sejam desenvolvidas vacinas para mitigar os efeitos nefastos dessas doenças.

REFERÊNCIAS

- AKHOUNDI, M.; et al. Effectiveness of a field trap barrier system for controlling *Aedes albopictus*: a “removal trapping” strategy. **Parasites & vectors**, v. 11, n. 101, 2018.
- ALTMANN, W. Censo IBGE 2010 e Religião (IBGE 2010 Census and Religion) - DOI: 10.5752/P.2175-5841.2012v10n28p1122. HORIZONTE. 2012;10. doi:10.5752/p.2175-5841.2012v10n28p1122
- BARBOSA, G. L. et al. Spatial Distribution of the Risk of Dengue and the Entomological Indicators in Sumaré, State of São Paulo, Brazil. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 8, n. 5, p. e2873, 2014.
- BARRERA, R.; et al. Integrated vector control of *Aedes Aegypti* mosquitoes around target houses. **Parasites & vectors**, v. 11, n. 88, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Emergência epidemiológica de febre amarela no Brasil. Boletim epidemiológico, Brasília, v.48, n.28, 2018. Disponível em: http://portal.arquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/Setembro/06/2017_027.pdf. Acesso em: 04 mar 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução N°12 de 2017. Torna obrigatório o levantamento entomológico de Infestação por *Aedes Aegypti* pelos municípios e o envio da informação para as Secretarias Estaduais de Saúde e destas, para o Ministério da Saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26.jan, 2017. Seção 1, pág. 38.
- CARVALHO, S; MAGALHÃES, M.A.F.M; MEDRONHO, R.A. Analysis of the spatial distribution of dengue cases in the city of Rio de Janeiro. **Revista Saúde Pública**, v. 51, n.79, 2017.
- CAPRARA, A. **EcoSaúde, uma abordagem eco-bio-social: percursos convergentes no controle do dengue**. [s.l: s.n.].
- COSTA, J.V; DONALISIO, M.R; SILVEIRA, L.V.A. Distribuição espacial da incidência de dengue e condições socioambientais em Campinas, Estado de São Paulo, Brasil, 2007. **Cad. Saúde Pública**, v.29, n.8, p.1522-1532, 2013.
- FRANÇA, L.S; VIEIRA, .S.N.S; LIMA, J.P; SOUZA, F.S; CARDIM, S.Q. Health education and the fight against dengue: an experience report. **J Nurs UFPE on line**, v.11, n.12, p.:4913-8, 2017.
- FERREIRA, A. C.; CHIARAVALLOTI NETO, F.; MONDINI, A. Dengue in Araraquara, state of São Paulo: epidemiology, climate and *Aedes Aegypti* infestation. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, p. 18, 26 fev. 2018.
- HONÓRIO, N.A; CÂMARA D.C.P; CALVET, G.A, Brasil P. Chikungunya: uma arbovirose em estabelecimento e expansão no Brasil. **Cad. Saúde Pública**. v.31, n. 5, p. 906-8, 2015.

KRAEMER, M. U. G. et al. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes Aegypti* and *Ae. albopictus*. **eLife**, v. 4, p. e08347, 30 jun. 2015.

LANA, R. M. et al. Assessment of a trap based *Aedes Aegypti* surveillance program using mathematical modeling. **PLoS one**, v. 13, n. 1, p. e0190673, 5 jan. 2018.

MAYER, S.V; TESH, R.B; VASILAKIS N. The emergence of arthropod-borne viral diseases: A global prospective on dengue, chikungunya and Zika fevers. **Acta Trop.**v. 70, n.166,p.155–63,2017.

NGUGI, H. N.; MUTUKU, F. M.; NDENGA, B. A.; MUSUNZAJI, P. S.; MBAKAYA, J. O.; ASWANI, P.; IRUNGU, L. W.; MUKOKO, D.; VULULE, J.; KITRON, U.; LABEAUD, A. D. Characterization and productivity profiles of *Aedes Aegypti* (L.) breeding habitats across rural and urban landscapes in western and coastal Kenya. **Parasites & vectors**, v. 10, n. 1, p. 331, 12 jul. 2017.

OLIVEIRA, R.; MOURA, A.; BARROS, M.; CAVALCANTE, A.; JUNIOR, F.
Gamificação e Crowdsourcing no Combate Sustentável ao *Aedes Aegypti*Anais do XXVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2016), 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.390>>

RIVAS, A. V.; DEFANTE, R.; DELAI, R. M.; RIOS, J. A.; BRITTO, A. DA S.; LEANDRO, A. DE S.; GONÇALVES, D. D. Building Infestation Index for *Aedes Aegypti* and occurrence of dengue fever in the municipality of Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil, from 2001 to 2016. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 51, n. 1, p. 71–76, jan. 2018.

RÜCKERT, C et al. Impact of simultaneous exposure to arboviruses on infection and transmission by *Aedes Aegypti* mosquitoes. **Nat Commun.** V.8, p. e15412.

SUWANBAMRUNG, C. The community capacity building for sustainable dengue problem solution (CCB-SDPS) model: the results from studies in community, southern region, Thailand. **Open Journal of Preventive Medicine, Irvine**, v. 2, n. 2, p. 196-204, 2012

XAVIER D.R et al. Difusão espaço-tempo do dengue no Município do Rio de Janeiro, Brasil, no período de 2000–2013. **Cad. Saúde Pública.** ; v.33, n. 2, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Zika virus and complications: 2016 Public Health Emergency of International Concern. In: World Health Organization—Programmes 2016. Disponível em: <http://www.who.int/emergencies/zika-virus/en/> Acesso em: 02 mar 2018.

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

WERMELINGER, E. D. et al. Avaliação da produtividade dos criadouros do *Aedes Aegypti* (L.) e *Aedes albopictus* (Skuse) através dos dados da vigilância em Parati RJ. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 3, p. 223–226, 2012.

ZARA, A. L. DE S. A. et al. [*Aedes Aegypti* control strategies: a review]. **Epidemiologia e serviços de saúde : revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, v. 25, n. 2, p. 391–404, abr. 2016.