



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE COLETIVA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA

Agnaldo de Souza Orrico

Análise da distribuição espacial da infestação por *Aedes aegypti*
em Jacobina, Bahia, Brasil, no período 2010-2013

Salvador
2015

Agnaldo de Souza Orrico

Análise da distribuição espacial da infestação por *Aedes aegypti*
em Jacobina, Bahia, Brasil, no período 2010-2013

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial necessários à obtenção do título de Mestre em Saúde Coletiva - Epidemiologia Aplicada aos Serviços de Saúde.

Orientadora: Prof. Dr^a. Florisneide Barreto

Salvador, 2015

Ficha Catalográfica
Elaboração: Biblioteca do Instituto de Saúde Coletiva

Orrico, Agnaldo de Souza.

Análise da distribuição espacial da infestação por *Aedes aegypti* em Jacobina, Bahia, Brasil, no período 2010-2013 / Agnaldo de Souza Orrico. - Salvador: A.S. Orrico, 2015.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Florisneide Barreto.

Dissertação (mestrado) - Instituto de Saúde Coletiva. Universidade Federal da Bahia.

1. *Aedes aegypti*. 2. Análise espacial. 3. Quarteirões infestados. 4. Dengue. 5. Controle Vetorial.

CDU 614.3



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE COLETIVA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA

TERMO DE APROVAÇÃO

Agnaldo de Souza Orrico

**Análise da distribuição espacial da infestação por *Aedes aegypti*
em Jacobina, Bahia, Brasil, no período 2010-2013**

A Comissão Examinadora abaixo assinada aprova o Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado em sessão pública ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva do Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial necessários à obtenção do título de Mestre em Saúde Coletiva - Epidemiologia Aplicada aos Serviços de Saúde.

Data da defesa: 06 de fevereiro de 2015

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Ueleres Braga - UERJ

Prof. Dr. Juarez Pereira Dias - UFBA

Prof^a. Dr^a. Florisneide Rodrigues Barreto - UFBA

Salvador, 2015

Dedicatória

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida e autor de meu destino; a minha mãe, Irene; a minha esposa, Luciana e aos meus colegas do GT-Dengue/SESAB, pelo companheirismo.

Agradecimentos

À minha orientadora, pela paciência, credibilidade e amizade.

À amiga Márcia Marinho, pelas preciosas contribuições e correções.

Ao colega Marcio Natividade pela consideração e solicitude.

À Diretoria de Vigilância Epidemiológica da SESAB pela oportunidade e a todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Trata-se de um estudo ecológico espacial que teve como objetivo identificar o padrão de distribuição espacial dos quarteirões infestados com *Aedes aegypti* em Jacobina, Bahia, no período de 2010-2013. Foram analisados dados secundários coletados pelos Agentes de Combate às Endemias (ACE) que atuam no município e seguem a metodologia preconizada pelo Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) do Ministério da Saúde (MS) para levantamento de índice (LI).

A proporção média de quarteirões infestados no período analisado foi 21,6%, variando entre 13,2% (ciclo 3 de 2012) a 36,8% (ciclo 1 de 2013). Comparando-se os IIQt de 2010 com os de 2013 se verificou que em 154 (16,12%) quarteirões os índices reduziram, em 437 (45,76%) não apresentaram variação e em 364 (38,11%) aumentaram. A maioria (73,5%) dos quarteirões que apresentavam IIQt maior que o quartil 3 em 2010 também apresentaram no ano 2013, sugerindo uma relativa manutenção de quarteirões mais favorável a reprodução do *Aedes aegypti*, mesmo com um intervalo de três anos entre as inspeções. Não foi verificada a presença de autocorrelação espacial estatisticamente significativa entre os IIQt (Índice de Moran Global 0,001824 (p valor= 0.26) para 2010 e 0,0002856 (p valor=0,38) para 2013). Os Índices de Moran Local (LISA) apresentaram significância estatística (p<0,05) apenas para 48 quarteirões em 2010 e 37 em 2013, sugerindo que os IIQt variam de forma independente nos quarteirões de Jacobina. Concluiu-se que algumas áreas de Jacobina apresentam condições mais favoráveis para a reprodução do *Aedes aegypti* e para manter indicadores de infestação elevados. Finalmente, se propôs mudanças nas estratégias de controle vetorial do Programa Municipal de Controle da Dengue.

Palavras chave: Análise espacial; Quarteirões infestados; *Aedes aegypti*; Dengue; Controle vetorial

ABSTRACT

This is a spatial ecological study that is aimed at identifying the pattern of spatial distribution of city blocks infested with *Aedes aegypti* in, Jacobina, Bahia, for the period 2010-2013. Secondary data collected by the Combat of Endemic Diseases Agents (ACE) who operate in the city were analyzed and follow the methodology recommended by the National Program of Dengue Control (NPDC) of the Ministry of Health (MOH) to set up the index (LI). The average proportion of infested city blocks in the period analyzed was 21.6%, ranging from 13.2% (cycle 3 of 2012) to 36.8% (Cycle 1 of 2013). Comparing the IIQt of 2010 to those of 2013 it was found that in 154 (16.12%) city blocks the rates decreased. In 437 (45.76%) showed no change and in 364 (38.11%) increased. The majority (73.5%) of blocks which presented a IIQt greater than the third quartile in 2010 also presented the same in 2013, suggesting a relative maintenance of city blocks more favorable to the reproduction of *Aedes aegypti*, even with a three-year interval between inspections. The presence of statistically significant spatial autocorrelation between IIQt (Moran Index Global 0.001824 (p value = 0.26) for 2010 and 0.0002856 (p value = 0.38) for 2013) was not verified. Indices of Local Moran (LISA) were statistically significant (p <0.05) for 48 blocks in 2010 and 37 in 2013, suggesting that IIQt vary independently in the city blocks of Jacobina. It was concluded that some areas in Jacobina present conditions more favorable for the reproduction of *Aedes aegypti* and maintain high infestation indicators. Finally, changes in the vector control strategies of the Municipal Program for Dengue Control were proposed.

Keywords: spatial analysis; City Blocks infested; *Aedes aegypti*; Dengue; Vector control.

INTRODUÇÃO

A dengue continua se apresentando como um agravo que provoca relevantes efeitos negativos sobre a situação epidemiológica, social e econômica, ocorrendo em ampla distribuição geográfica e causando formas graves e letais. Apesar dos esforços feitos para controlar seu vetor, o *Aedes aegypti*, os efeitos esperados não estão sendo alcançados e a dengue se configura como um problema crescente, caracterizado pelo aumento progressivo da magnitude da incidência e da gravidade dos casos que vêm atingindo a população.^{1,2,3,4}

A incidência de dengue no mundo aumentou em mais de 30 vezes nos últimos 50 anos. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que anualmente entre 50 a 100 milhões de infecções ocorram em mais de 100 países.⁵ A manifestação severa da doença, antes denominada Febre Hemorrágica da Dengue (FHD), foi identificada pela primeira vez nos anos 50 durante uma epidemia nas Filipinas e Tailândia. Atualmente a dengue grave tem se tornado uma das principais causas de hospitalizações e morte de crianças na maioria dos países da Ásia e América Latina.²

Uma revisão de literatura, que incluiu 51 estudos publicados entre 2000 e 2010, com objetivo de descrever a epidemiologia da dengue no Brasil mostrou que o número de casos da doença no período teve uma tendência de crescimento, mas não estatisticamente significativa. Entretanto, esse estudo evidenciou elevação no número de hospitalizações e mortes por dengue no Brasil, sugerindo um agravamento da manifestação da doença em função da co-circulação de vários sorotipos e da alta endemicidade da dengue.⁶

De acordo com as informações epidemiológicas da dengue disponibilizadas no Portal da Saúde do Ministério da Saúde, 2013 foi o ano com o maior número de notificações (1.470.487) e coeficiente de incidência (731,5 casos por 100 mil habitantes) já registrados no Brasil, excluindo-se os casos descartados.⁷ Em 2013, a proporção de casos graves (somatório dos casos com classificação final FHD, Dengue com Complicações (DCC) e Síndrome do Choque da Dengue (SCD)) em relação aos casos notificados (excetos os descartados) foi 0,45%, valor mais baixo da década, cuja média foi 1,46%. Este valor pode dar uma impressão de redução da gravidade do

problema, entretanto, quando se calculou a proporção de óbitos em relação ao número de casos graves conclui-se que 2013 foi o ano com a maior letalidade (3,1%), quando a média da década foi 1,8%.⁷ Ou seja, a probabilidade de um caso grave de dengue ocorrer diminuiu em 2013, mas a probabilidade de um caso grave evoluir para o óbito aumentou.

A prevenção ou redução da transmissão do vírus da dengue continua dependendo exclusivamente do controle eficaz de vetores ou da disponibilização de barreiras para evitar o contato dos mosquitos com as pessoas.^{2,8} Porém, na prática as estratégias de controle baseadas fundamentalmente no uso de inseticida e eliminação ou proteção de criadouros têm sido pouco efetivas, constatação ratificada pelo fato da dengue nas Américas ser um problema crescente.³ Além disso, o número de municípios infestados no Brasil na última década aumentou, expandindo-se as áreas sob risco de transmissão.⁶

Um dos dez componentes do Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) é Combate ao Vektor, que tem como objetivo a manutenção de Índices de Infestação Predial (IIP) inferiores a 1%.⁹ Entretanto, no Levantamento de Índice Rápido do *Aedes aegypti* (LIRAA), realizado em janeiro de 2014 por 1.456 municípios brasileiros, 71,6% destes tiveram IIP igual ou maior que 1% (alerta ou risco),¹⁰ mostrando que o objetivo do componente Combate ao Vektor do PNCD não está sendo alcançado pela maioria dos municípios brasileiros considerados prioritários pelo Ministério da Saúde. Na Bahia, neste mesmo ano, todos os 417 municípios estavam infestados pelo *Aedes aegypti* e de acordo com dados da Diretoria de Vigilância Epidemiológica da Secretaria da Saúde do Estado da Bahia (DIVEP/SESAB), 74,9% deles estão com IIP acima de 1%.¹¹

Com comportamento estritamente sinantrópico e antropofílico o *Aedes aegypti* encontra nos ambientes urbanos todos os recursos imprescindíveis ao seu sucesso reprodutivo.¹² O uso de técnicas de análise espacial em estudos que buscam identificar áreas com maiores concentrações de *Aedes aegypti* pode ser útil para aperfeiçoar as atividades de controle vetorial e contribuir com a redução da transmissão de dengue com todas as suas manifestações clínicas, inclusive óbitos.

Técnicas de análise espacial têm sido utilizadas pela Epidemiologia e constitui-se ferramenta essencial para estudos da distribuição espacial de agravos, doenças e situações de riscos, possibilitando conhecer mais detalhadamente os padrões das condições de saúde de uma população e evidenciar disparidades.^{14,15} Uma dessas técnicas de análise possibilita identificar e mensurar autocorrelação espacial, revelando similaridades entre unidades espaciais adjacentes e o padrão de distribuição de um determinado atributo. Portanto, essas técnicas são fundamentais para o planejamento e programação de atividades de prevenção e controle, monitoramento e avaliação de intervenções, além de permitirem gerar hipóteses de investigação.¹⁴

Diversos trabalhos foram publicados descrevendo variações geográficas na distribuição das doenças e de fatores de risco. Um exemplo clássico é o estudo de John Snow e seu mapa de pontos representando a localização espacial dos óbitos por cólera na capital britânica durante uma epidemia que ocorreu em 1854.^{14,15}

Mais recentemente Flauzino, Santos e Oliveira (2009) fizeram um trabalho de revisão incluindo 22 estudos da América Latina que abordaram o tema dengue e geoprocessamento juntamente com indicadores socioeconômicos e ambientais¹⁶ e detectaram que a presença de heterogeneidade na distribuição de casos estava presente em 16 estudos, sendo 15 deles feitos com dados secundários e um feito com inquérito sorológico. Essa heterogeneidade ficou evidente em estudos que utilizaram Sistema de Informação Geográfica e níveis de agregação de maior escala, tais como bairros, setores censitários e quarteirões. Nessa revisão foram encontrados apenas dois trabalhos que utilizaram o quarteirão como unidade espacial de agregação.^{17,18}

Em relação à utilização das técnicas de análise espacial para o estudo da biologia do *Aedes aegypti*, alguns autores têm observado que a distribuição espacial das larvas na cidade não segue um padrão homogêneo, pois, os focos tendem a agregar-se em áreas específicas.^{17,19,20,21}

A contínua pressão seletiva de populações de *Aedes aegypti* exercida pelo uso de inseticidas, a exiguidade dos princípios ativos dos larvicidas indicado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para o controle de larvas

em água para consumo humano, a emergência da febre chikungunya no Brasil e o crescente número de casos de dengue observados nos últimos anos no País, especialmente os mais graves, exigem mudanças nas estratégias de controle que têm sido adotadas. Para isso, avançar no conhecimento científico da distribuição espacial do *Aedes aegypti* nos centros urbanos é imprescindível.

Nessa perspectiva, este estudo teve como objetivo identificar o padrão da distribuição espacial dos quarteirões infestados por *Aedes aegypti* em Jacobina, Bahia, no período de 2010-2013, buscando produzir informações essenciais para contribuir com o aumento da efetividade das ações de controle vetorial e prevenção da dengue, bem como, tornar mais eficiente e menos dispendioso os processos de trabalho dos agentes de combate às endemias ao propor redirecioná-los para as áreas mais favoráveis à proliferação de populações de *Aedes aegypti* no município.

O trabalho poderá ser útil também para subsidiar futuras pesquisas com objetivo de conhecer os processos e fatores associados ao padrão observado.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se um estudo ecológico espacial cuja unidade de análise foram os quarteirões (quadras) do município, que correspondem às áreas que contêm um conjunto de imóveis, residenciais ou comerciais, delimitadas por vias (ruas, avenidas, caminhos, estradas, linhas férreas, etc.) ou barreiras naturais (rios, córregos, penhascos, etc.).¹³

A unidade temporal utilizada foram os ciclos de trabalhos dos Agentes de Combate às Endemias (ACE) nos anos de 2010 a 2013. Essa escolha motivou-se pela existência de registros manuscritos desse período com a identificação dos imóveis e quarteirões nos quais os ACE coletaram os focos de larvas de *Aedes aegypti*.

A área de estudo compreende a sede (área urbana) do município de Jacobina, situado no centro norte do estado da Bahia. O município possui uma população estimada para 2013 de 79.247 habitantes distribuídos em uma área total de 2.358,690 km², o que resulta em uma densidade demográfica de 33,6 habitantes/km². Localiza-se a latitude -11.18056 e a longitude -40.51833, estando a uma altitude de 463 metros. De acordo com a classificação de Thornthwaite, Jacobina está inserida em uma região com tipologia climática semiárido, com pluviosidade inferior a 800 mm/ano, cujo bioma característico é a Caatinga.

Este município foi selecionado para o estudo por realizar o Levantamento de Índice (LI) de infestação de *Aedes aegypti* em 100% dos quarteirões e regularmente repassar os dados entomológicos à DIVEP/SESAB, além de ser representativo do bioma Caatinga, um complexo vegetacional no qual dominam tipos de vegetação constituídos de árvores e arbustos decíduos durante a seca e que se estende por mais da metade da Bahia (54%).²²

Os quarteirões da sede do município foram identificados pela 16ª Diretoria Regional de Saúde (16ª Dires) e Secretaria Municipal da Saúde (SMS) em 2001 utilizando-se as técnicas de Reconhecimento Geográfico (RG) preconizadas pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), através da qual se desenha as plantas ou croquis das localidades com as marcações e identificação dos quarteirões.

Os mapas digitais em formato shapefile (shp) das 20 localidades e 965 quarteirões de Jacobina foram obtidos junto a Biofábrica Moscamed Brasil (Organização Social reconhecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e pelo Governo da Bahia). Esses mapas foram confeccionados a partir dos croquis utilizados pelo Programa Municipal de Controle da Dengue (PMCD) preservando-se os identificadores dos quarteirões. Porém, como os polígonos dos mapas não estavam contíguos, foi necessário editá-los através do software ArcView GIS 3.2® para viabilizar as análises de autocorrelação espacial.

Foram incluídos dados secundários do período de 2010 a 2013 levantados pelos ACE que atuam no município e seguem a metodologia preconizada pelo PNCD para levantamento de índice (LI) amostral. Essa atividade é realizada por meio de pesquisa larvária contínua, de forma cíclica e incluindo-se todos os quarteirões. De acordo com essa metodologia, o tamanho mínimo da amostra é determinado estabelecendo-se um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 2%, considerando-se uma infestação estimada de 5%. Para Jacobina, um município com mais de cinco mil imóveis, a pesquisa de 10% dos imóveis existentes já seria representativa, mas, nesse município o LI é realizado inspecionando-se 33% dos imóveis. Cada imóvel só volta a ser inspecionado após três ciclos.

Foram considerados imóveis ou quarteirões infestados aqueles em que foi encontrado pelo menos um criadouro de *Aedes aegypti* por ciclo de trabalho dos ACE e cada quarteirão infestado foi incluído em uma planilha do Excel 2007® apenas uma vez por ciclo, com seu respectivo número de imóveis infestados.

Os dados relativos aos imóveis infestados foram obtidos do laboratório de identificação de larvas da SMS de Jacobina, através de fotocópias do livro de registro interno. Tais dados foram digitados em planilha do software Excel 2007®. Outra tabela contendo o número de imóveis existentes em cada um dos 965 quarteirões do município foi disponibilizada pela coordenação do PMCD.

Para possibilitar o relacionamento entre as tabelas foi associado a cada linha de registro um número exclusivo denominado geocódigo, constituído pela concatenação dos códigos do município, localidade e quarteirão. Desta

maneira os dados foram relacionados entre as tabelas e os índices foram calculados.

O Índice de Infestação Predial (IIP) foi calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{IIP} = \frac{\text{Nº de imóveis infestados por ciclo}}{\text{Nº de imóveis inspecionados por ciclo}} \times 100$$

O Índice de Infestação por Quarteirão (IIQt) foi calculado agrupando-se os dados dos três primeiros ciclos de trabalho concluídos no ano de 2010 e 2013 através da fórmula a seguir:

$$\text{IIQt} = \frac{\text{Nº de imóveis infestados no quarteirão nos três primeiros ciclos do ano}}{\text{Nº de imóveis existentes no quarteirão}} \times 100$$

Para confeccionar mapas, identificar e caracterizar as áreas do município constituídas pelos quarteirões com maiores ou menores IIQt utilizou-se como ponto de corte o quartil 3. Optou-se por usar essa medida visando avaliar o peso de 25% dos quarteirões com as mais elevadas proporções de imóveis infestados e compará-los em momentos distintos. Também foi medido o percentual de quarteirões que se mantiveram com IIQt acima do quartil 3 simultaneamente nos anos de 2010 e 2013. Obteve-se ainda um mapa representando a variação dos IIQt entre os anos 2010 e 2013.

Para verificar a presença de dependência espacial entre os valores dos IIQt calculados em toda a região de estudo utilizou-se o Índice de Moran Global, utilizando o programa TerraView-4.2.2®. Este índice testa a hipótese nula de independência espacial entre o conjunto de valores de um atributo de área dos polígonos adjacentes e varia entre -1 e + 1. Quanto mais distante de zero, maior é a força da covariação espacial, direta ou indireta, entre os valores do atributo dos polígonos no espaço.

Para verificar a relação de dependência entre valores do IIQt dos quarteirões numa escala de maior detalhe, utilizou-se o Índice de Moran Local (LISA), visando a identificação de *clusters* de áreas e *outliers*. O nível de

significância admitido foi de 95% ($p < 0,05$) e o software utilizado foi o TerraView-4.2.2®.

Como no estudo foram utilizados apenas dados secundários, disponíveis nos sistemas de informações, as considerações ou restrições éticas são relacionadas à utilização e privacidade dos mesmos. Apenas o pesquisador teve acesso aos dados originais e garante manter sigilo sobre os mesmos, utilizando-os apenas para a elaboração deste trabalho e sua publicação em revistas científicas bem como divulgação no âmbito dos serviços de saúde relacionados ao assunto em questão.

RESULTADOS

No período entre 2010 a 2013 foram realizados 14 ciclos de trabalho dos ACE que atua no PMCD sendo registrados 4.465 imóveis com a presença de larvas de *Aedes aegypti* dentre os 105.806 inspecionados (Tabela 1).

Tabela 1. Numero de imóveis trabalhados e infestados, Índice de Infestação Predial (IIP) e percentual de imóveis inspecionados por ciclo de trabalho dos ACE, Jacobina, Bahia, 2010 a 2013.

| Ciclo | Trabalhados | Inspecionados (%) | infestados | IIP |
|--------------|--------------------|--------------------------|-------------------|------------|
| 2010_1 | 26416 | 37,6 | 445 | 4,5 |
| 2010_2 | 28131 | 27,3 | 248 | 3,2 |
| 2010_3 | 28280 | 25,9 | 172 | 2,3 |
| 2010_4 | 28190 | 36,4 | 202 | 2,0 |
| 2011_1 | 35504 | 33,3 | 367 | 3,1 |
| 2011_2 | 3590 | 25,7 | 248 | 26,9 |
| 2011_3 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| 2011_4 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| 2012_1 | 30085 | 34,9 | 480 | 4,6 |
| 2012_2 | 23981 | 24,4 | 337 | 5,8 |
| 2012_3 | 32301 | 25,6 | 160 | 1,9 |
| 2012_4 | 4986 | 36,2 | 46 | 2,6 |
| 2013_1 | 32612 | 34,4 | 866 | 7,7 |
| 2013_2 | 30372 | 27,3 | 421 | 5,1 |
| 2013_3 | 31950 | 26,7 | 329 | 3,9 |
| 2013_4 | 7334 | 46,2 | 144 | 4,3 |
| TOTAL | 343732 | 30,8 | 4465 | 4,2 |

De acordo com as informações apresentadas na Tabela 1, a probabilidade de ser encontrado um imóvel com foco de mosquito em Jacobina no período de 2010 a 2013 foi em média 4,2%. Quanto à inspeção, em média 30,8% dos imóveis trabalhados foram inspecionados no período, variando entre 25,63% e 46,2%. Observa-se ainda que os ciclo de trabalhos 2011_2, 2012_4 e 2013_4 tiveram baixa cobertura, pois menos de 8.000 imóveis foram trabalhados. Em razão disso, esses ciclos não foram incluídos nas análises a seguir.

Foram analisados os dados de 955 (98,9%) dos 965 quarteirões atualmente registrados em Jacobina. Apenas 10 foram excluídos por terem sido cadastrados apenas no final do ano de 2013, sendo seis da localidade Mundo Novo, tres de Jacobina II e um de Leader.

Nos quatro anos estudados 68,6% dos quarteirões incluídos estavam infestados em pelo menos um ciclo completo de inspeção. Porém, quando esse indicador é desagregado por ciclo seus valores diminuem. Na Tabela 2 observa-se que no período entre 2010 a 2013 a proporção média de quarteirões infestados em cada ciclo foi 21,6%, variando entre 13,19% (ciclo 3 de 2012) a 36,75% (ciclo 1 de 2013).

Tabela 2. Número e proporção de quarteirões infestados por ciclo. Jacobina, 2010 a 2013

| CICLO | Nº de quarteirão infestado | % |
|--------|----------------------------|------|
| 2010_1 | 240 | 25,1 |
| 2010_2 | 174 | 18,2 |
| 2010_3 | 127 | 13,3 |
| 2010_4 | 143 | 15 |
| 2011_1 | 214 | 22,4 |
| 2012_1 | 256 | 26,8 |
| 2012_2 | 204 | 21,4 |
| 2012_3 | 126 | 13,2 |
| 2013_1 | 351 | 36,8 |
| 2013_2 | 244 | 25,6 |
| 2013_3 | 190 | 20 |

Em 2010, 7.316 imóveis estavam contidos nos quarteirões que apresentaram IIQt acima do quartil 3 (4,69) (Tabela 3 e Figura 1).

Tabela 3. Número de imóveis existentes e percentual de imóveis infestados das áreas constituídas pelos quarteirões com IIQt acima e abaixo do quartil 3. Jacobina, Ba, 2010 e 2013.

| ANO | QUARTEIRÕES | Nº DE IMOV. EXIST. | % INFESTADOS |
|------|-------------------|--------------------|--------------|
| 2010 | IIQt >= QUARTIL 3 | 7316 | 9,21 |
| | OUTROS | 20963 | 0,91 |
| 2013 | IIQt >= QUARTIL 3 | 6580 | 16,43 |
| | OUTROS | 21699 | 2,47 |

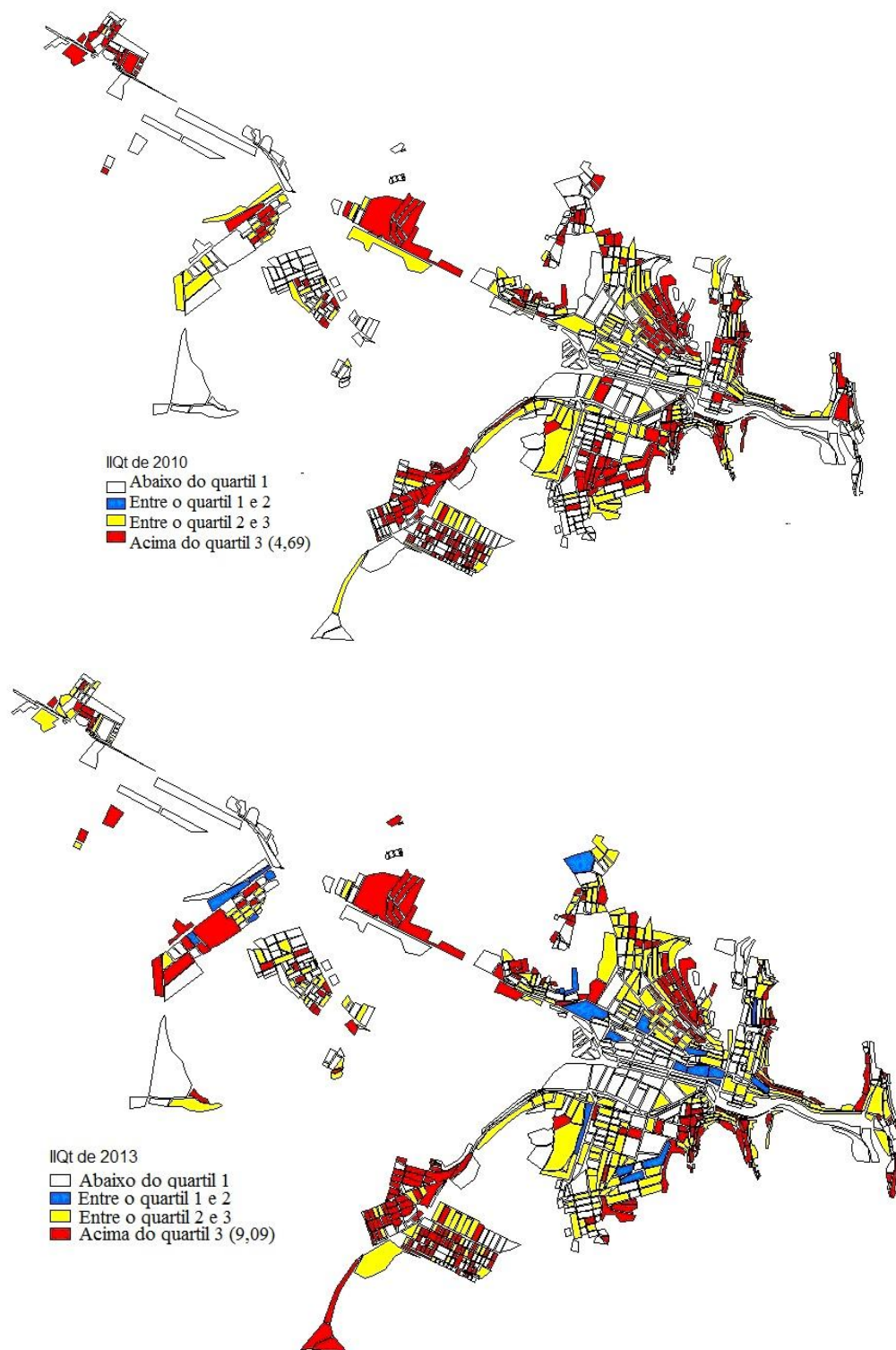


Figura 1 – Distribuição espacial dos IIQt por quartil. Jacobina, Bahia, 2010 e 2013.

Calculando-se a proporção média de imóveis infestados na área constituída pelos quarteirões com IIQt maior que o quartil 3 nos três primeiros ciclos de 2010 se obteve um valor igual a 9,21%. Realizando o mesmo calculo para os demais quarteirões a proporção encontrada foi 0,91% (Tabela 3).

De maneira análoga para 2013, obteve-se as seguintes proporções médias: 16,43%, para os quarteirões com IIQt igual ou maior que 9,09 e 2,47% para os demais quarteirões (Tabela 3 e Figura 1).

Comparando-se os IIQt de 2010 com os de 2013 se verificou que 154 (16,12%) reduziu o índice, 437 (45,76%) não apresentaram variação e 364 (38,11%) aumentaram o IIQt (Figura 2). Além disso, 73,5% dos quarteirões que apresentavam IIQt maior que o quartil 3 em 2010 também apresentaram no ano 2013.

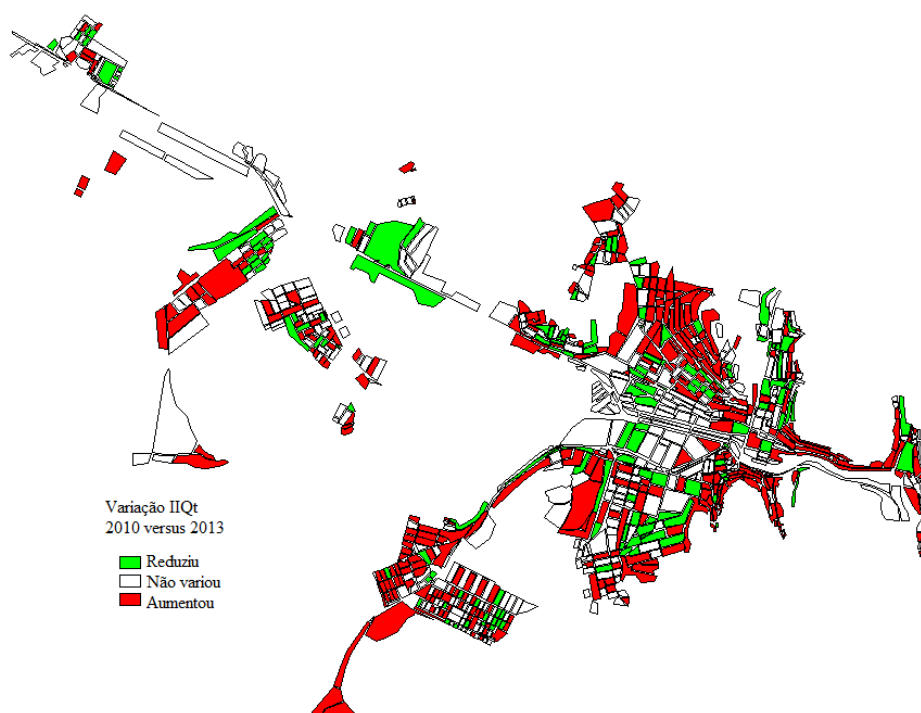


Figura 2 – Variação dos IIQt entre 2010 e 2013. Jacobina, Bahia.

Não se constatou autocorrelação espacial estatisticamente significativa entre os IIQt (Índice de Moran Global igual a 0,001824 para 2010 (p valor= 0.26) e 0,0002856 (p valor=0,38) para 2013), sugerindo que não há dependência espacial para esse indicador no município.

Em 2010, os Índices de Moran Local (LISA) apresentaram significância estatística ($p < 0,05$) para 48 quarteirões apenas. Em 2013, estes índices apresentaram significância estatística para 37 quarteirões apenas (Figura 3).

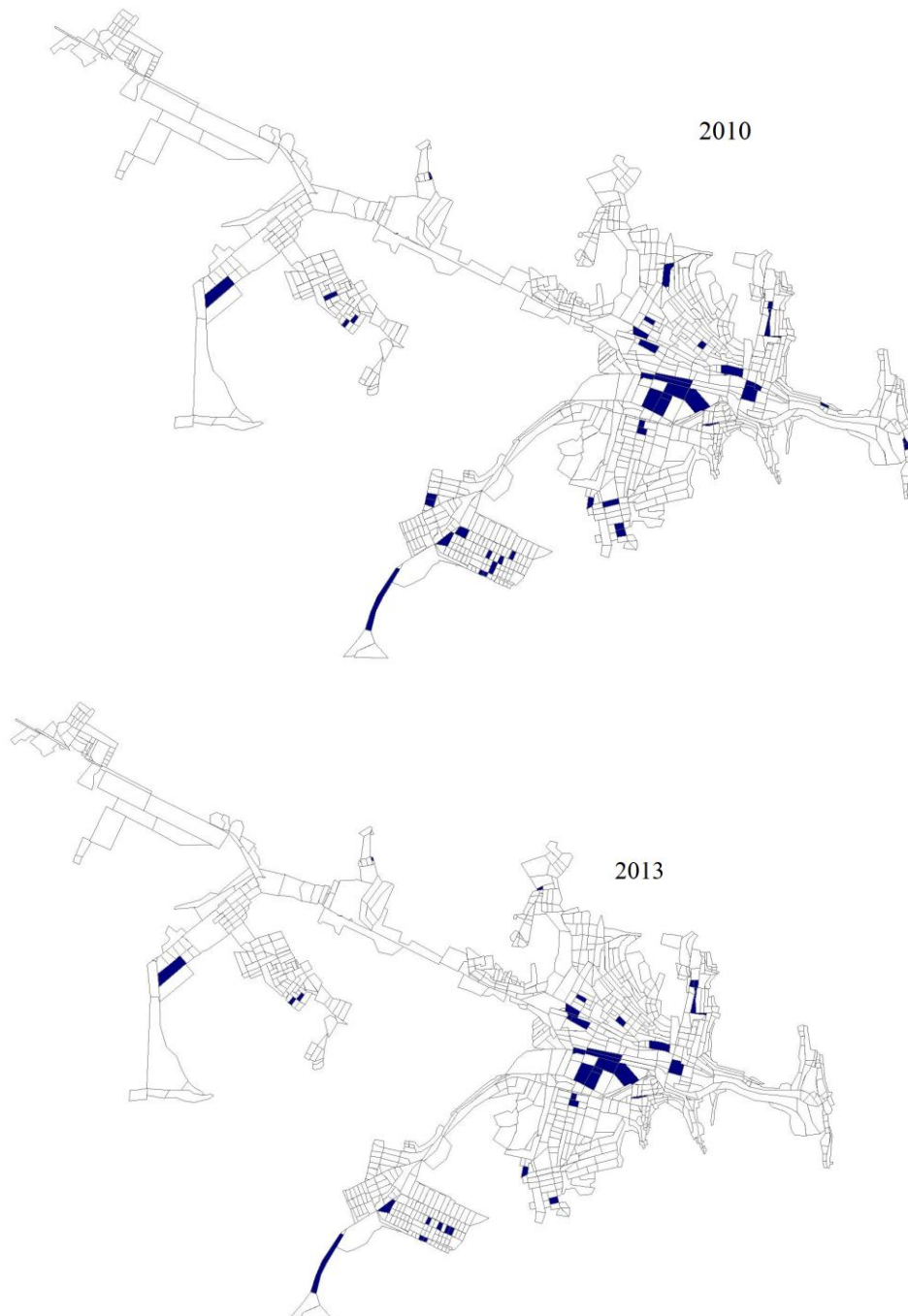


Figura 3 – Distribuição espacial dos Índices de Moran Local com significância estatística menor que 0,05. Jacobina, Bahia, 2010 e 2013.

DISCUSSÃO

Em nenhum dos quatro anos avaliados o município realizou o 5º ou 6º ciclo de trabalho dos ACE, indicando que a duração dos ciclos ultrapassa os dois meses recomendado pelo PNCD. De acordo com as informações apresentadas na Tabela 1, o IIP médio de Jacobina foi 4,2%, variando entre 1,9% no terceiro ciclo de 2012 e 26,9% no segundo ciclo de 2011. Dos 14 LI realizados entre 2010 e 2013, 7 (50%) apresentaram IIP acima de 3,9%, considerado de alto risco pelo PNCD/MS. O IIP do segundo ciclo de 2011 (26,9%) caracteriza-se como um valor atípico, apresentando um grande afastamento das demais medidas, portanto, trata-se de *outlier*. Esse índice muito elevado pode estar associado ao fato do referido ciclo (incompleto) ter inspecionado apenas 921 imóveis, podendo estes não ter sido representativo da realidade do município. Contudo, em nenhum ciclo de trabalho o IIP ficou abaixo de 1%, ou seja, o objetivo do PNCD de manutenção de índices de infestação inferiores a 1% não foi alcançado em nenhum dos ciclos do período analisado.

Em Jacobina, nos quatro anos estudados 68,6% dos quarteirões incluídos estiveram infestados em pelo menos um ciclo completo de inspeção e a média foi de 21,6%.

No estudo de Martinez (2003)¹⁷, desenvolvido entre 1999 a 2000 no município de Playa de Ciudad de La Habana, 55,5% dos quarteirões estavam infestados em pelo menos um ciclo. Destes, 18,5% estavam positivos em apenas um ciclo.

No Brasil, Santos e Carvalho (2000) estudaram a distribuição espacial de quarteirões infestados com larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, município do Rio de Janeiro, a partir de dados secundários obtidos entre junho de 1992 a julho de 1994 e constaram que o percentual de quarteirões infestados variaram ao longo do estudo entre 3,5% a 40,9%.¹⁹

Em outro estudo realizado no município de Nova Iguaçu (estado do Rio de Janeiro) para Identificação de áreas chave para o controle de *Aedes aegypti* por meio de geoprocessamento, Lagrotta, Silva e Santos (2008) utilizaram o quarteirão como unidade espacial básica e incluíram dados obtidos do LIRAa

realizado em novembro de 2004.²⁰ Eles constataram que o percentual de quarteirões infestados foi 33,97%.

A proporção média de quarteirões infestados por ciclo de LI verificada em Jacobina (21,6%) está condizente com os estudos citados e evidencia que 100% dos criadouros usado pelo *Aedes aegypti* para sua reprodução situa-se em um numero reduzido de quarteirões.

Além do fato da totalidade dos quarteirões infestados com *Aedes aegypti* em Jacobina serem encontrados em cerca de 1/5 dos quarteirões existentes apenas, estes ainda se distribuem no espaço com um padrão heterogêneo, estando mais concentrados em algumas áreas e menos em outras (Figura 1).

Alguns autores também observaram que a distribuição espacial dos quarteirões com larvas na cidade não segue um padrão homogêneo, pois os focos tendem a agregar-se em áreas específicas e relativamente pequenas.^{17,19,20,21}

Barbosa e Lourenço (2010) analisaram a relação entre a distribuição espaço-temporal de casos de dengue e os indicadores larvários no município de Tupã, de janeiro de 2004 a dezembro de 2007.²¹ Eles também utilizaram o quarteirão como unidade espacial de agregação e observaram que a distribuição espacial dos quarteirões infestados com *Aedes aegypti* foi heterogênea.

Martinez (2003)¹⁷ em seu estudo no município de Playa de Ciudad de La Habana também encontrou um padrão heterogêneo de distribuição espacial, onde aproximadamente 92% dos quarteirões infestados se concentraram no lado Leste do município. No trabalho de Santos e Carvalho (2000) na Ilha do Governador eles constataram que a distribuição espacial das densidades de quarteirões infestados é heterogênea¹⁹, padrão também observado por Lagrotta, Silva e Santos (2008) no estudo realizado no município de Nova Iguaçu.²⁰

Recentemente, Taranto (2013) desenvolveu um estudo de distribuição geográfica de *Aedes aegypti* e *Aedes Albopitus* utilizando ovitrampas e técnicas de geoprocessamento e observou que durante o período de estudo (maio/2011 a maio/2012) em seis regiões do município de Divinópolis/MG o número de larvas de *Aedes aegypti* apresentou uma distribuição geográfica heterogênea,

concentrando 24,5% das larvas na região Central e apenas 7,1% na região Sudeste.²³

Apesar das abundantes evidências de que a distribuição espacial dos focos de *Aedes aegypti* apresentam predominantemente um padrão heterogêneo, com áreas relativamente pequenas concentrando a totalidade dos focos, o PNCD preconiza uma cobertura de trabalho em 100% dos imóveis existentes no município, com cada ACE trabalhando em 800 a 1.000 imóveis.⁹ Desta maneira, as zonas de atuação dos agentes são dimensionadas como se não houvesse diferenças entre elas e aplica-se força de trabalho congêneres em áreas com densidades vetoriais muito diferentes, fato que pode estar associado à baixa eficiência e efetividade das ações de controle vetorial.

No presente estudo observaram-se evidências de que bairros com IIQt elevados tendem a se manter elevados, enquanto bairros com baixos IIQt tendem a permanecer desta forma. A maioria (73,5%) dos bairros que apresentavam IIQt maior que o quartil 3 em 2010 também apresentaram no ano 2013, sugerindo uma relativa manutenção de bairros mais favorável a reprodução do *Aedes aegypti*, mesmo com um intervalo de três anos entre as inspeções. Essas observações diferem das de Santos e Carvalho (2000) quando estudaram a distribuição espacial de bairros infestados com larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador e observaram que a distribuição espacial das maiores densidades de larvas variou ao longo do estudo, apesar de existirem locais permanentemente positivos.¹⁹ Porém, eles não mediram tal variação.

A permanência ou não de *Aedes aegypti* em determinadas áreas depende de vários fatores. Em condições favoráveis, quando há hospedeiros e recipientes apropriados para postura dos ovos, as fêmeas normalmente passam toda sua vida nas proximidades do local de onde nasceu. Poucas vezes a dispersão pelo vôo excede os 100 metros, o que é considerada pequena quando comparada a outras espécies.¹³ Entretanto, o raio de vôo pode variar em função de diversos fatores.

Em um estudo de dispersão do *Aedes aegypti*, publicado em 2007, realizado em duas localidades com diferentes densidades populacional do Rio de Janeiro, Tubiacanga e Favela do Amorim, 60% e 93% das fêmeas foram capturadas dentro de um raio de 100m, respectivamente. Observou-se ainda,

que na área com menor densidade populacional (337.4 hab/ha), Tubiacanga, a distancia média de vôo foi de 81-86 m, dependendo da estação do ano, e a distancia máxima foi de 363 m. Já na Favela do Amorim (densidade populacional de 901.2 hab/ha) a distancia média foi 40 m no verão úmido e 53 m no inverno seco. Nenhuma fêmea foi encontrada além de 200 m, demonstrando que a dispersão do *Aedes aegypti* também está relacionada à densidade populacional.²⁵

Devido ao fato do *Aedes aegypti* ter uma baixa capacidade de dispersão pelo vôo observa-se um gradiente de densidade populacional inversamente proporcional a distancia de seus criadouros, concentrando-se próximos as esses recursos reprodutivos. Além disso, áreas que mantêm condições favoráveis a reprodução do *Aedes aegypti* manterá indicadores de infestação elevados.

A comparação dos IIQt de 2010 e 2013 segundo quarteirão evidenciou que em apenas 16,12% dos quarteirões os índices reduziram, sugerindo baixa efetividade do controle vetorial em Jacobina. Muitos fatores podem estar a esse fato, tais como pouca participação da comunidade, falta ou inadequação de limpeza urbana e saneamento básico, uso indiscriminado de objetos descartáveis, alta capacidade adaptativa do *Aedes aegypti*, irregularidade no abastecimento de água, irregularidades nos processos de trabalho dos ACE ou a adoção de estratégias inadequadas ao contexto do município.

Os resultados sugerem que os IIQt variam de forma independente nos quarteirões de Jacobina, considerando o nível de significância admitido neste estudo 95% ($p < 0,05$).

Análise de autocorrelação espacial utilizando o Índice de Moran tem sido utilizado para estudar o padrão de distribuição espacial de populações de *Aedes aegypti*. Estallo EL, et al (2013) fizeram um estudo de padrão espacial de áreas com alta atividade de oviposição de *Aedes aegypti* em uma província de Salta, noroeste da Argentina e encontraram uma autocorrelação (Índice de Moran) positiva estatisticamente significativa para o numero de ovos coletados em ovitrampas, identificando clusters de armadilhas com elevado numero de ovos no centro e sul de Oran City. Em uma das áreas onde eles identificaram alta atividades de oviposição (sul) também é a principal área de descarte de pneus, considerando um dos criadouros preferenciais para *Aedes aegypti*.²⁷

Porém é importante salientar que no estudo desenvolvido por Estallo EL, et al (2013) os recipientes de onde foram coletados *Aedes aegypti* (ovitrampas) foram distribuídos de maneira aleatória e a unidade de análise foi o ponto representado por cada uma das 90 casas distribuídas aleatoriamente. No presente estudo realizado em Jacobina a unidade espacial foi o quarteirão, que apresentam diferenças geométricas e de oferta de criadouros, fatores que interferem no cálculo do Índice de Moram.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso sistemático de técnicas de análise espaciais nos programas municipais de controle da dengue no Brasil e na Bahia ainda é incipiente, porém factível. Para isso, o LI é mais adequado que o LIRAA, pois este último considera áreas com 8.100 a 12.000 imóveis (estratos) como unidade espacial de análise e não tem um desenho amostral adequado para gerar indicadores por quarteirão nos municípios.

Eleger o LI como método amostral e utilizar o quarteirão como unidade espacial de análise e planejamento pode potencializar a efetividade das ações de controle das populações de *Aedes aegypti* em razão das seguintes vantagens:

- Possibilita relacionar indicadores entomológicos com indicadores sócio-econômicos e de morbimortalidade de diversas fontes de dados, dando maior precisão na identificação das áreas de risco.
- Viabiliza o monitoramento de indicadores de processo de trabalho por ACE.
- Torna possível a comparação entre áreas dentro de um mesmo bairro.
- Permite priorizar quarteirões a serem trabalhados visando garantir que os quarteirões mais favoráveis a reprodução de larvas de *Aedes aegypti* sejam visitados em um ciclo com duração de dois meses, evitando que quarteirões com menores riscos sejam priorizados.
- Viabiliza a utilização do Reconhecimento Geográfico (RG) usado no PMCD em outros programas.

Entretanto, ao priorizar áreas para execução das ações de controle do *Aedes aegypti* deve-se considerar como desvantagem a necessidade de alocar ACE em áreas diferentes da habitual, reduzindo seu rendimento diário e aumentando seu estresse em razão da necessidade de deslocamentos maiores e eventual necessidade realização de trabalhos em áreas violentas.

O PNCD tem incentivado o LIRAA como estratégia de monitoramento de populações de *Aedes aegypti* e seleção de áreas para desenvolvimento de ações de controle específicas.²⁶ Porém, dentro de cada estrato (unidade espacial básica de análise de infestação proposta pelo LIRAA) ou localidade há um percentual variável de quarteirões que ofertam mais recursos favoráveis a

proliferação do *Aedes aegypti*. Portanto, se a priorização de áreas a serem trabalhadas pelo ACE for balisada nas localidades ou estratos mais infestados, muitos quarteirões com baixo risco serão trabalhados em detrimento de outros, com elevado risco, mas localizados em localidades ou estratos que não foram priorizados. Isso poderia representar a disponibilização de recursos humanos e materiais para quarteirões menos “necessitados” em prejuízo a quarteirões que apresentam maior probabilidade de torna-se infestado. Considerando que o Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro é subfinanciado e que as demandas da população são maiores que os recursos disponíveis, aumentar a eficiência e efetividade dos serviços deve ser um objetivo prioritário.

Finalmente, para aumentar a efetividade das ações de controle do *Aedes aegypti* e reduzir o risco potencial de surtos e epidemias de Dengue é necessário fomentar a incorporação consciente de inovações tecnológicas, tais como Sistemas de Informação Geográficas (SIG) e gestão da informação através páginas World Wide Web dinâmicas para automação de processos. Além disso, deve-se considerar que em um contexto de transmissão de dengue no município a priorização de áreas para controle do agravo deve incluir outros critérios epidemiológicos além da infestação vetorial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Barreto ML, Teixeira MG. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. *Estudos Av.* 2008; 22(64):53-72.
- 2 World Health Organization [homepage na internet]. Dengue and dengue hemorrhagic fever [acesso em 27 jul 2014]. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/index.html>.
- 3 Gómez-Dantés, Héctor, San Martín, José Luis, Danis-Lozano, Rogelio, Manrique-Saide, Pablo, Grupo de dengue, . La estrategia para la prevención y el control integrado del dengue en Mesoamérica *Salud Pública de México* [On-line] 2011, 53 (Sin mes) : [Data de consulta: 30 / mayo / 2014] Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10621379008>> ISSN 0036-3634
- 4 Scientific Working Group on Dengue. (2007) Report of the Scientific Working Group on Dengue, 1–5 October 2006. Geneva: World Health Organization. Available: http://www.who.int/tdr/publications/documents/swg_dengue_2.pdf?ua=1 Accessed: 30 may 2014
- 5 Organización Mundial de la Salud (OMS), Programa Especial para Investigación y Capacitación en Enfermedades Tropicales (TDR) [homepage na internet]. DENGUE - guias para el diagnóstico tratamiento prevención y control [acesso em 27 jul 2014]. Disponível em: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789995479213_spa.pdf?ua=1
- 6 Teixeira MG, Siqueira Jr JB, Ferreira GL, Bricks L, Joint G 2013. Epidemiological trends of dengue disease in Brazil (2000-2010): a systematic literature search and analysis. *PLoS Negl Trop Dis* 7: e2520.
- 7 Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância a Saúde (SVS) [homepage na internet]. Casos de Dengue. Brasil, Grandes Regiões e Unidades Federadas, 1990 a 2013 [acesso em 27 jul 2014]. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2014/marco/27/Casos-e-incid-dengue-ate-2013.pdf>
- 8 World Health Organization [homepage na internet]. Control strategies [acesso em 27 jul 2014]. Disponível em: http://www.who.int/denguecontrol/control_strategies/en/
- 9 Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD). Brasília: FUNASA; 2002.
- 10 Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância a Saúde (SVS) [homepage na internet]. LIRAa jan/fev 2014 [acesso em 27 jul 2014]. Disponível em:

<http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2014/marco/18/LIRAA-Jan---18.03.2014.pdf>

11 Secretaria da Saúde do Estado da Bahia. Diretoria de Vigilância Epidemiológica [homepage na internet]. Boletim Dinâmico da Dengue - Bahia 2014 [acesso em 27 jul 2014]. Disponível em: http://www1.saude.ba.gov.br/entomologiabahia/dengue/graficos_objetos_bahia.php

12 Gomes AC. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em programa de vigilância entomológica. *Inf Epidemiol SUS* 1998; 7:49-57.

13 Fundação Nacional de Saúde. Dengue — Instruções para pessoal de combate ao vetor: Manual de normas técnicas. Brasília: Ministério da Saúde; 2001.

14 Pina, Maria de Fátima. Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde. Brasília: OPAS, 2000. CDD - 20.ed. – 362.1

15 Almeida Filho, Naomar de, 1952 – Epidemiologia & Saúde: fundamentos, métodos, aplicações / Naomar de Almeida Filho, Maurício Lima Barreto. – [Reimpr.]. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

16 Flauzino RF, Souza-Santos R, Oliveira RM. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. *Rev Panam Salud Publica*. 2009;25(5): 456–61.

17 Martinez TTP, Rojas LI, Valdes LS, Remond R. Vulnerabilidad espacial al dengue. Una aplicación de los sistemas de información geográfica en el municipio Playa de Ciudad de La Habana. *Rev Cubana Salud Publica*. 2003; 29(4):353-65.

18 Bottinelli OR, Marder G, Ulón SN, Ramírez L, Sario, HR. Estratificación de áreas de riesgo dengue en la ciudad de Corrientes mediante el uso de los (SIG) sistemas de información geográfico. Corrientes: UNNE; 2002. Disponível em: [www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2002/04 Veterinarias/V-062.pdf](http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2002/04_Veterinarias/V-062.pdf). Acessado em abril de 2009.

19 Souza-Santos R, Carvalho MS. Análise da distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica* 2000; 16(1):31-42.

20 Lagrotta MTF, Silva WC, Santos-Souza R. Identification of key areas for *Aedes aegypti* control through geoprocessing in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro State, Brazil. *Rev Saude Publica*. 2008; 24(1):70-80. DOI: 10.1590/S0102-311X2008000100007

- 21 Barbosa GL, Lourenço RW. Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no município de Tupã, Estado de São Paulo. *Rev Soc Bras Med Trop* 2010; 43(2): 145-51.
- 22 Rizzine CT. Tratado de fitogeografia do Brasil. São Paulo. 2ª ed. editora eletrônica: Cid Barros, 1997.
- 23 Taranto MFR, *et al.* Distribuição geográfica de *Aedes aegypti* e *aedes albopictus* em divinópolis/mg utilizando técnicas de geoprocessamento. BBR - Biochemistry and Biotechnology Reports. Edição Especial, v. 2, n. 2, jun., p. 96-98, 2013. IV Jornada Acadêmica Internacional de Bioquímica e I Semana Científica de Biotecnologia.
- 24 Freitas MR, Lorenço-de-Oliveira R. Presumed unconstrained dispersal of *Aedes aegypti* in the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Rev Saúde Pública* 2009; 43:8-12.
- 25 Maciel-de-Freitas R, Codeço CT, Lourenço-de-Oliveira R. Daily survival rates and dispersal of *Aedes aegypti* females in Rio de Janeiro, Brazil. *Am J Trop Med Hyg* 2007; 76:659-65.
- 26 Ministério da Saúde (Brasil). Portaria nº 2.557, de 28 de outubro de 2011. Institui no piso variável de vigilância e promoção da Saúde (PVVPS) do Componente de Vigilância e Promoção da Saúde, no ano de 2011, o incentivo financeiro para qualificação das ações de prevenção e controle da dengue destinado ao Distrito Federal e Municípios prioritários e define normas relativas a este recurso. Diário Oficial da União 31 de outubro de 2011; Seção 1.
- 27 Estallo EL, Ma's G, Vergara-Cid C, Lanfri MA, Luduena-Almeida F, *et al.* (2013) Spatial Patterns of High *Aedes aegypti* Oviposition Activity in Northwestern Argentina. *PLoS ONE* 8(1): e54167. doi:10.1371/journal.pone.0054167