

ANÁLISE GEOESPACIAL DOS CASOS DE DENGUE E SUA RELAÇÃO COM FATORES SOCIOAMBIENTAIS EM BAYEUX – PB**GEOSPACIAL ANALYSIS OF THE CASES OF DENGUE AND ITS RELATION WITH SOCIO-ENVIRONMENTAL FACTORS IN BAYEUX – PB****Caio Américo Pereira de Almeida**

Doutorando do PPGEQ/UFPE

caioamerico@gmail.com**RESUMO**

O estudo teve como objetivo analisar a relação entre a ocorrência de casos de dengue e fatores socioambientais, além disso, buscou-se analisar o comportamento espacial da dengue entre 2011 e 2014 no espaço urbano de Bayeux. Como base metodológica, foi utilizado o coeficiente de Pearso (r) para analisar a correlação entre casos de dengue e fatores socioambientais, e o estimador Kernel para análise geoespacial dos casos de dengue. Também utilizou-se técnicas de SIG para representação cartográfica e como instrumento de gestão em saúde pública. Para efetivação do estudo foram obtidos dados de variáveis climatológicas no ICEA, socioeconômicas no IBGE e epidemiológicas na Secretaria Municipal de Saúde de Bayeux, registradas no Sinan. Os fatores socioambientais que mais se correlacionaram com os casos de dengue foram: umidade do ar, precipitação, moradores em domicílios particular permanente e pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal até 3 salários mínimos. Os meses entre abril e agosto apresentaram 348 (76%) casos de dengue e os maiores valores de precipitação e umidade do ar. O bairro Imaculada apresentou a maior densidade Kernel e a maior quantidade de casos de dengue (17,5%), esse bairro também apresentou seu ambiente urbano vulnerável à dengue devido ao descarte inadequado de resíduos sólidos. Ambientes urbanos fragilizados devido ao descarte inadequado de lixo, bairros desassistidos pelos órgãos públicos, com maior adensamento populacional e com elevado número de pessoas vivendo na faixa de renda mais baixa, aliados às circunstâncias climáticas, tornaram-se os principais responsáveis à ocorrência da dengue em Bayeux.

Palavras-chave: Dengue. Espaço Urbano. Análise Geoespacial. SIG.

ABSTRACT

The work has had as objective to analyze the relationship between the occurrence of dengue cases and socio-environmental factors, besides that, it was sought analyze the spatial behavior of dengue between 2011 and 2014 in the urban space of Bayeux. As a methodological basis, was used the Pearson coefficient (r) to analyze a relation between dengue cases and socio-environmental factors and the Kernel estimator for geospatial analysis of dengue cases. Also was used GIS techniques for cartographic representation and as tool of public health management. Aiming the completion of this study were obtained data from climatological variables in the ICEA, socio-economic data by IBGE and epidemiological data in the Bayeux Municipal Health Department, registered in the Sinan. The socio-environmental factors that most correlated with the dengue cases were: air moisture, rainfall, permanent private dwelling and responsible person with monthly nominal income up to 3 minimum wages. The months between april and august presented 348 (76%) cases of dengue and the highest values of precipitation and air moisture. The Immaculate neighborhood presented the highest Kernel density and the highest number of dengue cases (17.5%), besides that, this neighborhood has its urban environment vulnerable to dengue due to an inadequate disposal of solid waste. Fragile urban environments due to improper wastes disposal, neighborhoods unsupported by public

Recebido em: 13/09/2017

Aceito para publicação em: 03/11/2017

agencies, with greater population densities and with a greater number of people living in the lower income bracket, allied to climatic conditions, were evidenced the main responsible for occurrence of dengue in Bayeux.

Keywords: Dengue. Urban Space. Geospatial Analysis. GIS.

INTRODUÇÃO

Atualmente, aproximadamente dois quintos da população mundial – 2,5 bilhões de pessoas – estão em risco de contrair a dengue, principalmente no continente americano, no Sudeste Asiático e na região do Pacífico Ocidental (WHO, 2017). Essa população em risco reside principalmente nas cidades localizadas em regiões intertropicais.

Diante disso, a disseminação da dengue pelo mundo tem gerado grandes preocupações para a saúde pública mundial, e no Brasil não é diferente, pois são registradas constantes epidemias em diversas cidades brasileiras, sendo a maior delas identificada em 2013 com aproximadamente 2 milhões de casos notificados em todo território brasileiro.

A transmissão da dengue ocorre pela picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti* e atualmente circulam no Brasil os sorotipos DEN – 1, 2, 3 e 4 (BRASIL, 2017). Normaille (2013) ainda expõe que em 2007 surgiu um novo sorotipo, o DEN – 5, que foi constatado em uma epidemia na Malásia. Diante disso, “a ocorrência de novos casos do DEN – 5 pode levar a novos desafios no controle da dengue” (MUSTAFA *et al.*, 2015, p. 68).

Jarbas Júnior e Fernando Júnior (2008) chamam a atenção que o período de incubação do *Aedes aegypti* do ovo até a pupação pode variar de 5 dias em condições ótimas a semanas em locais com baixa temperatura e alimento insuficiente, sendo que um ovo pode resistir até um ano sem eclodir. Ainda para esses autores, a fase pupa dura aproximadamente de 2 a 3 dias e dois dias após virarem mosquito eles estão aptos a acasalar, reiniciando o ciclo. Em média, cada mosquito vive em torno de 30 dias e a fêmea chega a colocar aproximadamente 200 ovos de cada vez.

Destaca-se que além dos fatores biológicos ligados ao ciclo de transmissão da dengue, a difusão dessa doença está intimamente relacionada à fatores socioambientais, os quais associados à urbanização acelerada e sem planejamento, potencializa o surgimento de áreas de risco à proliferação do *Aedes aegypti* e disseminação do vírus da dengue. Sobreleva-se que uma área é considerada de risco à dengue – doença transmitida por vetores hídricos – tanto pela fragilidade do ambiente, quanto pela vulnerabilidade socioambiental (ALEIXO e SANT’ANNA NETO, 2011).

Essas áreas favoráveis à difusão da dengue são os espaços urbanos, principalmente, as médias cidades e metrópoles localizadas nos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. Mendonça (2010) expõe que são nos espaços urbanos que os patógenos se manifestam em maior quantidade, pois os problemas de saúde pública são muito influenciados pelos riscos ambientais de natureza climática, que somado às condições socioeconômicas favorecem à ocorrência de doenças por vetores hídricos.

Neste contexto, e visando subsidiar o processo de tomada de decisão e orientação de políticas públicas associadas à dengue, destaca-se o uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG), o qual vem sendo utilizado para a análise geoespacial – que é trabalhada principalmente pela Geografia devido à ligação com a localização de determinada doença no espaço geográfico –, e mapeamento de diversos patógenos na busca de produzir resultados importantes para saúde pública.

Portanto, este estudo tem como objetivo analisar estatisticamente a relação entre os fatores socioambientais e a ocorrência de casos de dengue em Bayeux, utilizando o bairro como unidade de análise espacial. Além disso, objetiva analisar o comportamento espacial da dengue, através de técnica estatística de interpolação, levando em consideração áreas de risco à dengue associadas à vulnerabilidade socioambiental.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O banco de dados foi construído a partir de dados epidemiológicos (casos confirmados de dengue), climáticos (umidade do ar, precipitação e temperatura média, máxima e mínima) e socioeconômicos: (a) moradores em domicílio particular permanente, (b) pessoas responsáveis com rendimento nominal

mensal até 3 salários mínimos, (c) pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal acima de 3 e até 10 salários mínimos, (d) pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal acima 10 salários mínimos, (e) residências sem abastecimento de água e (f) residências sem coleta de lixo. A escolha dos fatores socioeconômicos levou em consideração alguns descritos pela OPAS (1997) como macrodeterminantes sociais da dengue.

A relação da ocorrência dos casos de dengue foi adquirida na Secretaria Municipal de Saúde do Município de Bayeux, através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), referente aos casos registrados entre 2011 e 2014. Os dados ligados aos elementos climáticos foram adquiridos da estação meteorológica automática localizada no Aeroporto Internacional Presidente Castro Pinto através do Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA) pelo respectivo endereço: <http://clima.icea.gov.br/clima/superficie.php>. Os socioeconômicos foram obtidos através do banco de dados do IBGE, correspondente ao Censo Demográfico de 2010, por meio do endereço: <http://www.ibge.gov.br/>.

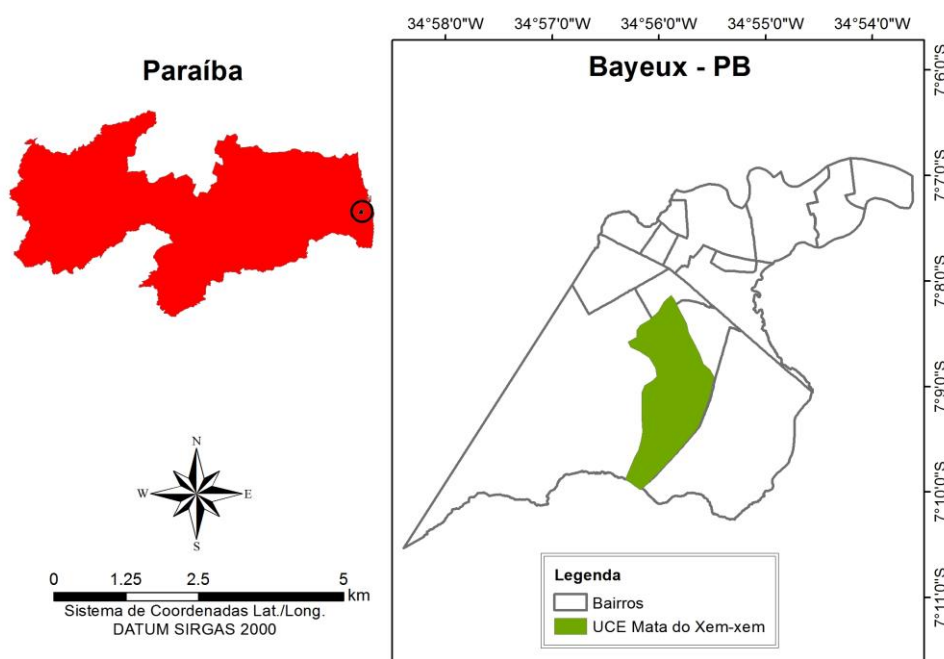
A base cartográfica foi construída através de uma imagem de alta resolução espacial do satélite *Quickbird* de 2011. Essa imagem foi georreferenciada e em seguida foram traçadas as ruas, os limites dos bairros, a malha de quadras e de lotes de Bayeux. Com isso, cada caso de dengue foi localizado geograficamente na imagem de satélite utilizada e na base cartográfica da malha de lotes de Bayeux. Assim, os registros de casos confirmados de dengue foram geocodificados com base no endereço contido na ficha de atendimento do enfermo, porém, é preciso considerar que 13 casos não foram localizados devido às falhas no preenchimento dos formulários associados ao endereço dos pacientes.

A ÁREA DE ESTUDO

Bayeux está localizada na microrregião de João Pessoa – litoral paraibano –, segundo o Censo Demográfico de 2010, possui uma área de aproximadamente 32 km² e uma população de 99.716 mil habitantes (IBGE, 2010). Nesse município está localizado o Aeroporto Internacional Presidente Castro Pinto, que atende à demanda da Região Metropolitana de João Pessoa.

Aproximadamente 60% do território desse município são constituídos de manguezais e resquícios de Mata Atlântica, como a Mata do Xem-xem – uma unidade de conservação. Em relação à localização geográfica, a área de estudo encontra-se entre as latitudes 7° 10' 30" S e 7° 6' 50" S e as longitude 34° 53' 35" W e 34° 58' 25" W (Mapa 1).

Figura 1 - Localização geográfica da área de estudo



Elaboração: Caio Américo Pereira de Almeida, 2017.

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO

Para analisar a correlação entre as variáveis – casos de dengue, elementos climáticos e indicadores socioeconômicos –, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r) que mede a intensidade de relacionamento entre duas variáveis. Segundo Ayres *et al.* (2007) esse coeficiente pode variar de -1 a $+1$, e quanto mais próximo desses valores, mais forte será a correlação positiva ou negativa.

O coeficiente de correlação de Pearson é representado pela equação:

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} \quad (\text{Eq. 1})$$

Sendo n o número de observações, x a variável independente (dados socioambientais) e y a variável dependente (casos de dengue).

Crespo (2009) ainda expõe que para uma boa correlação é necessário que o resultado esteja entre 0,6 e 1,0. Caso o resultado esteja no intervalo entre 0,3 e 0,6 há uma correlação relativamente fraca entre as variáveis, e também se estiver entre 0 e 0,3 a correlação é muito fraca e, praticamente, nada pode-se concluir sobre a relação entre as variáveis pesquisadas.

Com isso, Crespo (2009) expõe:

- a) se $r = +1$, há uma correlação perfeita positiva entre as variáveis;
- b) se $r = -1$, há uma correlação perfeita e negativa entre as variáveis;
- c) se $r = 0$, não há correlação entre as variáveis.

ESTIMADOR KERNEL

Esse estimador é uma técnica exploratória que serve para analisar o comportamento de pontos e estimar a intensidade pontual do processo em toda área de estudo. É um método muito útil e de fácil interpretação para o conhecimento da distribuição de eventos de primeira ordem.

Segundo Barcellos *et al.* (2007) o estimador Kernel é uma técnica de interpolação exploratória que gera uma superfície de densidade para a identificação visual de áreas quentes, as quais apresentam-se com concentração de eventos que indicam a aglomeração em uma distribuição espacial.

Além disso, é importante destacar que a técnica Kernel realiza uma contagem de todos os pontos – nesta pesquisa, os casos de dengue – dentro de um raio de influência, ponderando-se pela distância de cada um a localização de interesse. O estimador Kernel é dado por:

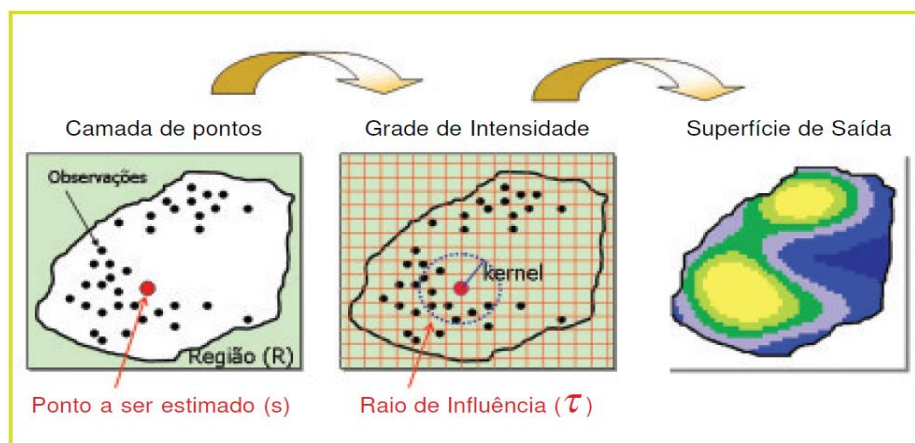
$$f(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{t} K\left(\frac{S-S_i}{t}\right) \quad (\text{Eq. 2})$$

Sendo $f(x)$ a função de intensidade, n os eventos observados (casos de dengue), \square o raio de influência ($\square \geq 0$) que define a vizinhança do ponto a ser interpolado que controla o “alisamento” da superfície gerada, \square a função de interpolação do Kernel, S o centro da célula a ser estimada e S_i o local do ponto que coincide com o centroide das áreas dentro do raio. A Figura 2 apresenta dois parâmetros básicos – ponto a ser estimado e raio de influência – para aplicação do estimador Kernel.

Diante disso, Barcellos *et al.* (2007) esclarece que o raio de influência (\square) é um raio de um disco centrado em S , que é uma localização na região R , na qual pontos S_i vão contribuir para a estimativa da função de intensidade Kernel.

Sobreleva-se que esta pesquisa levou em consideração, como raio de influência (\square), a distância de voo do *Aedes aegypti*, utilizando como base o estudo de Freitas e Oliveira (2009) que constataram no Rio de Janeiro, após análise da dispersão da fêmea do *Aedes* sem barreiras geográficas, que a dispersão média de voo desse mosquito é de 288m.

Figura 2 - Etapas para o cálculo de densidade de pontos segundo o estimador Kernel



Fonte: Barcellos *et al.* (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Correlação/comparação dos casos de dengue com os elementos climáticos

A correlação da umidade do ar, precipitação, temperatura máxima, média e mínima com os casos de dengue entre 2011 e 2014 (Tabela 1) foi realizada pelo coeficiente de Pearson (r). Para isso, utilizou-se os valores das médias mensais dos elementos climáticos e o total mensal de casos de dengue de toda escala temporal analisada.

Tabela 1 - Correlação entre os casos de dengue e os elementos climáticos em Bayeux

Variável	r
Umidade do ar	0,70
Precipitação	0,64
Temperatura máxima	-0,24
Temperatura média	-0,18
Temperatura mínima	-0,10

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Bayeux e ICEA (2017).
Elaboração: Caio Américo Pereira de Almeida, 2017.

A umidade do ar foi o elemento climático que mais se correlacionou com os casos de dengue. Desse modo, destaca-se a pesquisa de Donalisio e Glasser (2002), a qual evidência a influência da umidade do ar na longevidade do *Aedes aegypti*, e em razão disso a fêmea infectada do *Aedes* pode completar mais de um ciclo de replicação do vírus.

Silva (2008) ainda ressalta que o principal vetor do vírus da dengue encontra condições ideais de desenvolvimento na faixa de umidade do ar entre 70% e 100%, com isso, essas condições climáticas tornam-se satisfatórias à propagação do *Aedes aegypti*.

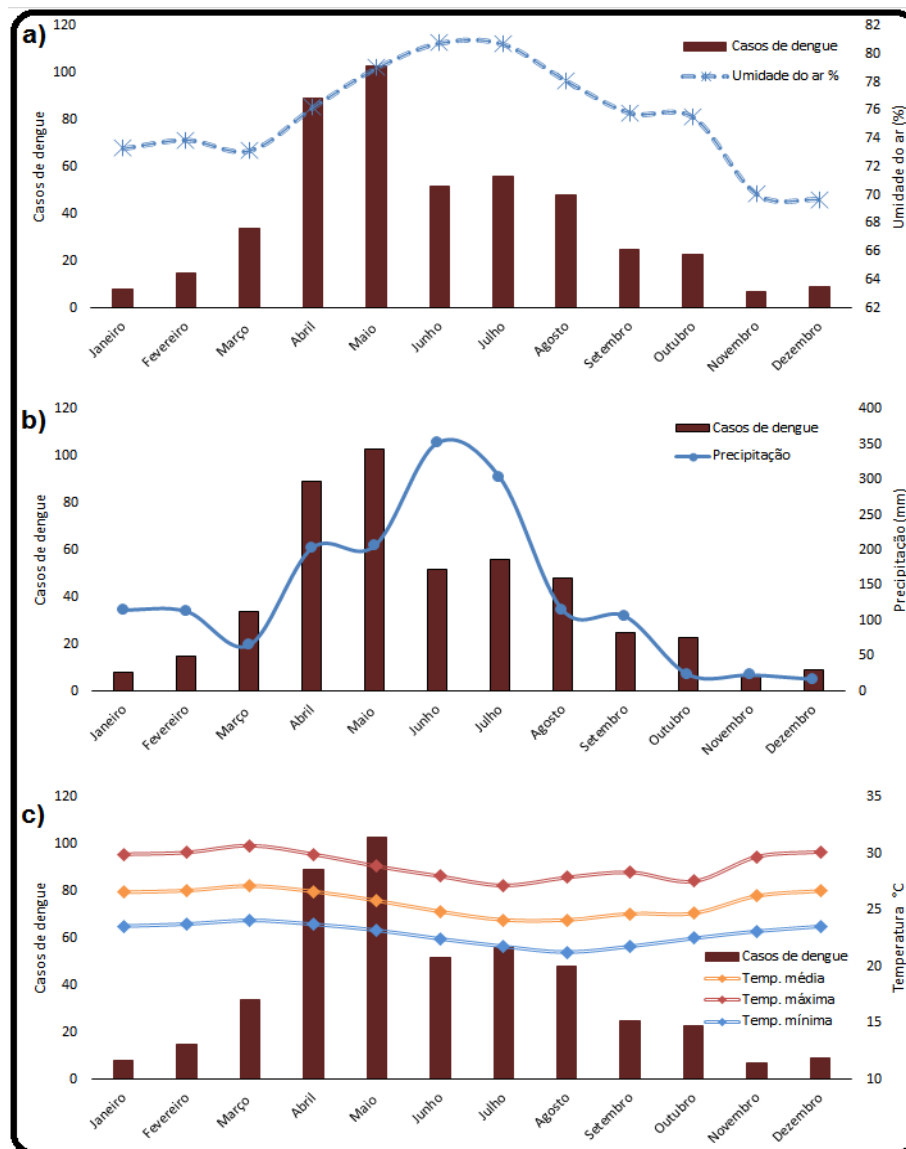
As variáveis precipitação e casos de dengue, de acordo com Crespo (2009), apresentaram correlação significativa com valor de $r = 0,64$. O período de maior quantidade de casos de dengue (abril – agosto) apresentou 76% (348) do total de casos e a precipitação, no mesmo período, correspondeu a 72% (1179 mm) do total pluviométrico. Diante desse resultado, atenta-se que o período chuvoso deve concentrar maior atenção dos órgãos municipais e estaduais no combate à dengue.

As variáveis temperatura média, máxima e mínima não apresentaram boa correlação com os casos de dengue. No entanto, esses resultados das correlações não implica em ausência de relação da temperatura com a dengue, pois de acordo com a WHO (2017) a temperatura está associada à ocorrência de dengue, e estudos como de Câmara *et al.* (2009), no estado do Rio de Janeiro, apontou relação entre o aumento da temperatura e maiores registros de casos dessa doença. Assim sendo, destaca-se que áreas com elevadas temperaturas são mais propícias à difusão da dengue.

Portanto, a baixa correlação da temperatura com os casos dengue – assinalada nesta pesquisa – pode associar-se à baixa amplitude térmica sazonal, ou seja, ao longo do ano o *Aedes* encontra temperaturas sempre ideais ao seu desenvolvimento.

A Figura 3 subsidia os resultados da correlação, visto que ela apresenta a comparação entre os casos de dengue na área de estudo em toda escala temporal analisada (2011 – 2014) e a variação média mensal dos respectivos elementos climáticos: umidade do ar, precipitação e temperatura média, máxima e mínima.

Figura 3 - Comparação entre os casos de dengue em Bayeux entre 2011 e 2014 e os elementos climáticos: (a) umidade do ar, (b) precipitação e (c) temperaturas média, máxima e mínima



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Bayeux e ICEA (2017).
Elaboração: Caio Américo Pereira de Almeida, 2017.

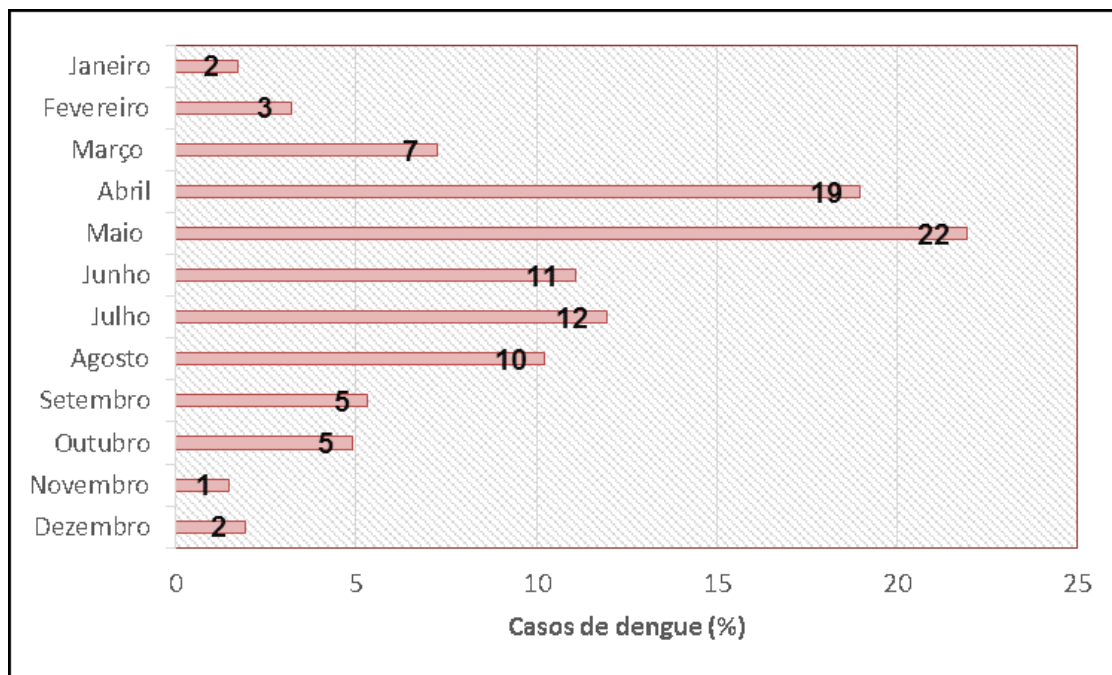
A comparação dos casos de dengue com a umidade do ar possui maior relevância entre os meses de abril a agosto, pois nesse período os valores da umidade do ar (acima de 75%) foram os mais representativos e houve a maior quantidade de casos de dengue, 348 casos registrados.

Em relação à comparação dos casos de dengue com a precipitação, os meses de abril a agosto também foram os mais relevantes, apresentando 72% do total pluviométrico. Nessa perspectiva, Glasser e Gomes (2002) expõem que a precipitação e a umidade do ar não só aumentam a quantidade de criadouros disponíveis para o desenvolvimento das formas imaturas do *Aedes aegypti*, como também geram condições ambientais favoráveis à propagação do vírus da dengue e desenvolvimento do mosquito transmissor.

Nesse contexto, Aleixo e Sant'anna Neto (2011) explicam que as principais enfermidades que se associam diretamente ao clima nas cidades brasileiras são as de veiculação hídrica, como a dengue, que dependem da quantidade e da forma de disposição de água no espaço urbano.

O Gráfico 1 apresenta-se como mais um elemento de subsídio ao entendimento da ocorrência dos casos de dengue na área de estudo desta pesquisa, visto que esse gráfico expõe os meses de maior registro de casos confirmados.

Gráfico 1: Porcentagem dos casos mensais de dengue entre 2011 e 2014 em Bayeux



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Bayeux.
Elaboração: Caio Américo Pereira de Almeida, 2017.

Percebe-se que nos meses entre abril e agosto concentrou a maior ocorrência dos casos de dengue, diante disso, nesses meses deve-se concentrar maior atenção dos órgãos públicos ligados à gestão em saúde pública, pois como exposto no Gráfico 01, nesse período foi registrado 76% do total de casos de dengue.

Porém, análises meteorológicas episódicas – principalmente precipitação com elevados índices pluviométricos – devem ser levadas em consideração como fator de risco à ocorrência de dengue nos outros meses, tendo em vista que a dengue é uma doença de veiculação hídrica e alterações climáticas estão associadas a sua maior ou menor difusão.

CORRELAÇÃO DOS CASOS DE DENGUE COM OS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS

A Tabela 2 apresenta o resultado do coeficiente de correlação de Pearson entre os casos de dengue durante o período 2011 – 2014 e as variáveis socioeconômicas referente ao Censo Demográfico 2010. A correlação efetuou-se a partir dos valores das variáveis associados aos 14 bairros existentes em Bayeux.

Tabela 2: Correlação entre os casos de dengue e as variáveis socioambientais

Variável	Coeficiente de Pearson (r)
Moradores em domicílio particular permanente (MDP)	0,64
Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal até 3 salários mínimos (PRR3)	0,66
Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal acima de 3 e até 10 salários mínimos (PRR3-10)	0,31
Pessoas responsáveis com rendimento nominal mensal acima de 10 salários mínimos (PRR10)	0,25
Domicílio particular permanente sem abastecimento de água (DPSAA)	0,14
Domicílio particular permanente sem coleta de lixo (DPSCL)	0,30

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Bayeux e IBGE (2016).

Elaboração: Caio Américo Pereira de Almeida, 2017.

Percebe-se que os fatores socioeconômicos PRR3-10, PRR10, DPSAA e DPSCL, de acordo com os pressuposto de Crespo (2009), não apresentaram correlação significativa com os casos de dengue.

Desse modo, a não correlação da dengue com pessoas em faixas de renda maiores, pode relacionar-se ao tipo de habitação, pois pessoas com melhor poder aquisitivo geralmente moram em áreas nobres, com melhores infraestruturas urbanas, e segundo Almeida (2016), podem prover melhores condições educacionais, com desdobramento em maior responsabilidade na disposição de resíduos sólidos evitando-se a multiplicação de criadouros do *Aedes aegypti*. Vários estudos como de Barcellos *et al.* (2005) e Cunha *et al.* (2008) também encontram a não correlação de casos de dengue com a quantidade de pessoas com renda mais elevada.

A baixa correlação dos casos de dengue com a variável DPSAA, pode estar relacionada ao elevado número de residências com abastecimento de água, ou melhor, a grande maioria dos bairros possuem acima de 95% de suas residências com esse serviço. Assim, bairros com elevado número de casos de dengue apresentaram pouquíssima quantidade de domicílios sem abastecimento de água, esse fato evidência o resultado encontrado através do coeficiente de Pearson.

Em relação à variável DPSCL, a baixa correlação dos casos de dengue com esse indicador pode associar-se à regularidade na coleta de resíduos sólidos, pois todos os bairros apresentaram quantidade elevada de residências com coleta regular de lixo, onde a maioria dos bairros, de acordo com o censo de 2010 do IBGE, possuem acima de 96% de suas residências com coleta regular de lixo

Não obstante, ressalta-se à importância da conscientização ambiental da população ligada à disposição do lixo, de modo que o armazenamento inadequado de determinados objetos pode servir de criadouro do mosquito *Aedes*. Neste sentido, a baixa correlação dos casos de dengue com a variável relacionada à coleta de lixo não corresponde à influência que os resíduos sólidos possui na maior propagação da dengue.

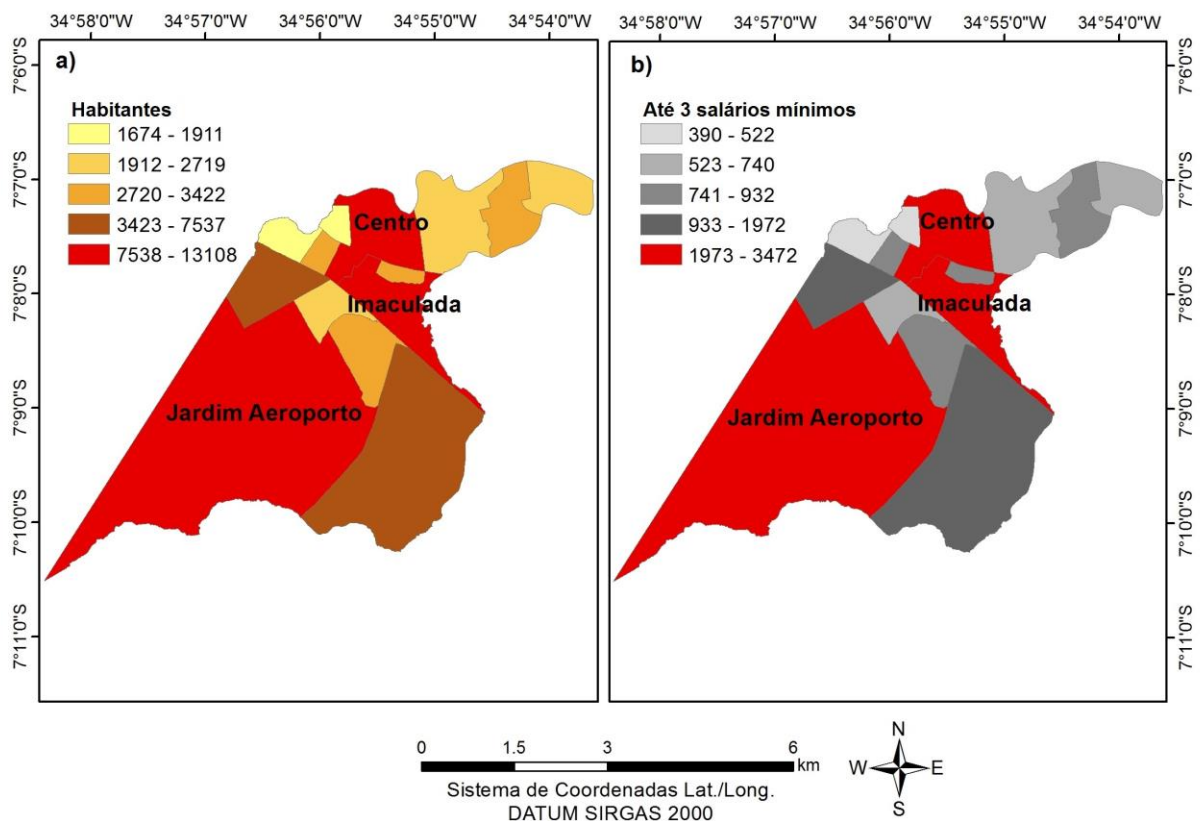
Os fatores socioeconômicos que mais se correlacionaram com os casos de dengue foram as variáveis: MDP ($r=0,64$) e PRR3 ($r=0,66$). Estudos como o de Magalhães (2015) e Almeida (2016)

também constataram correlação significativa entre os casos de dengue e a alta densidade populacional e a quantidade de pessoas mais desfavorecidas economicamente.

Com isso, evidencia-se que esses fatores socioeconômicos apresentam-se relevantes na intensidade de transmissão da dengue em áreas urbanas, pois a quantidade e o tipo de moradia tornam-se condicionantes favoráveis à reprodução do *Aedes aegypti*, e conseqüentemente, difusão da dengue. Além disso, deve-se considerar que bairros periféricos que carecem de abastecimento regular de água, acabam induzindo à população a armazenar água, e em razão disso, favorecem o aumento de criadouros do *Aedes*.

Neste caso, considera-se que bairros de alta densidade populacional e onde residem pessoas de baixa renda, possuem maior risco à difusão da dengue devido à vulnerabilidade socioeconômica, sendo necessárias ações públicas no sentido de buscar áreas fragilizadas ambientalmente ligadas ao surgimento de criadouros de reprodução do *Aedes aegypti*. A Figura 4 apresenta esses bairros de maior risco.

Figura 4 - (a) quantidade de habitantes por bairro e (b) pessoas responsáveis por domicílio com rendimento até 3 salários mínimos



Elaboração: Caio Américo Pereira de Almeida, 2017.

Percebe-se que os bairros Centro, Imaculada e Jardim Aeroporto, foram os que apresentaram os maiores valores absolutos tanto de habitantes quanto de pessoas por bairros na faixa de renda até 3 salários mínimos. Com isso, esses bairros evidenciam-se como áreas de risco à difusão da dengue, no que se refere à vulnerabilidade socioeconômica.

É importante considerar que a mudança demográfica – êxodo rural – ocorrida em alguns países não desenvolvidos, como é o caso do Brasil, consistiu em intensos fluxos migratórios para as periferias

urbanas, cujo sistema público de planejamento não foi e não é adequado para atender às necessidades dos migrantes. Silva *et al.* (2003) destaca o saneamento básico, particularmente a coleta de lixo, como insuficiente ou inadequada nas periferias das cidades onde reside a grande maioria da população mais pobre.

Nessa concepção, Santos (2005) expõe que a cidade em si, como relação social e materialidade, torna-se criadora da pobreza, tanto pelo modelo socioeconômico de que é o suporte, como pela sua estrutura física que faz os habitantes mais desfavorecidos economicamente ocuparem espaços mais precários. Diante disso, é inevitável encontrar espaços urbanos sem que existam áreas que apresentem desigualdade de ordem estrutural.

Nessa perspectiva, a qualidade do espaço urbano é influenciado pelo seu meio-ambiente, e a saúde de uma cidade se constitui através de um ambiente bem equilibrado e organizado. Dessa forma, a qualidade do ambiente é o que vai ser determinante para os processos saúde-doença.

Aleixo e Sant' Anna Neto (2011) destacam que uma área é caracterizada como de risco à propagação de patógenos não só pela vulnerabilidade socioeconômica, mas também pela fragilidade do ambiente, a qual está associada ao modo de vida da população.

A Figura 5 esclarece essa fragilidade do ambiente, de maneira que percebe-se a falta de educação ambiental, a qual está associada ao descarte inadequado de lixo de alguns moradores de Bayeux, corroborando para maior disseminação da dengue nesses locais. É importante destacar que a educação ambiental também está ligada, principalmente, ao grau de escolaridade e ao acesso à informação das pessoas.

Figura 5 - Resíduos sólidos descartados de forma inadequada nos bairros: (a) Centro, (b) Imaculada e (c) Mario Andreazza em outubro de 2016



Elaboração: Caio Américo Pereira de Almeida, 2017.

Diante disso, a análise *in loco* nesses locais de risco apresenta-se de grande relevância, pois, como exposto, foi constatado que o descarte inadequado de resíduos sólidos como garrafas, latas, tralhas, potes e sacos de lixo podem estar associados a maior ocorrência de dengue na área de estudo, tendo em vista que esses objetos são favoráveis ao desenvolvimento do principal vetor desse patógeno.

Além disso, constata-se baixo conhecimento/informação das pessoas sobre a realidade epidemiológica a que estão expostas, pois de acordo com a Figura 5, percebe-se falta de prevenção por parte da população e ineficiência do órgão público responsável pela limpeza urbana para enfrentar a problemática da dengue.

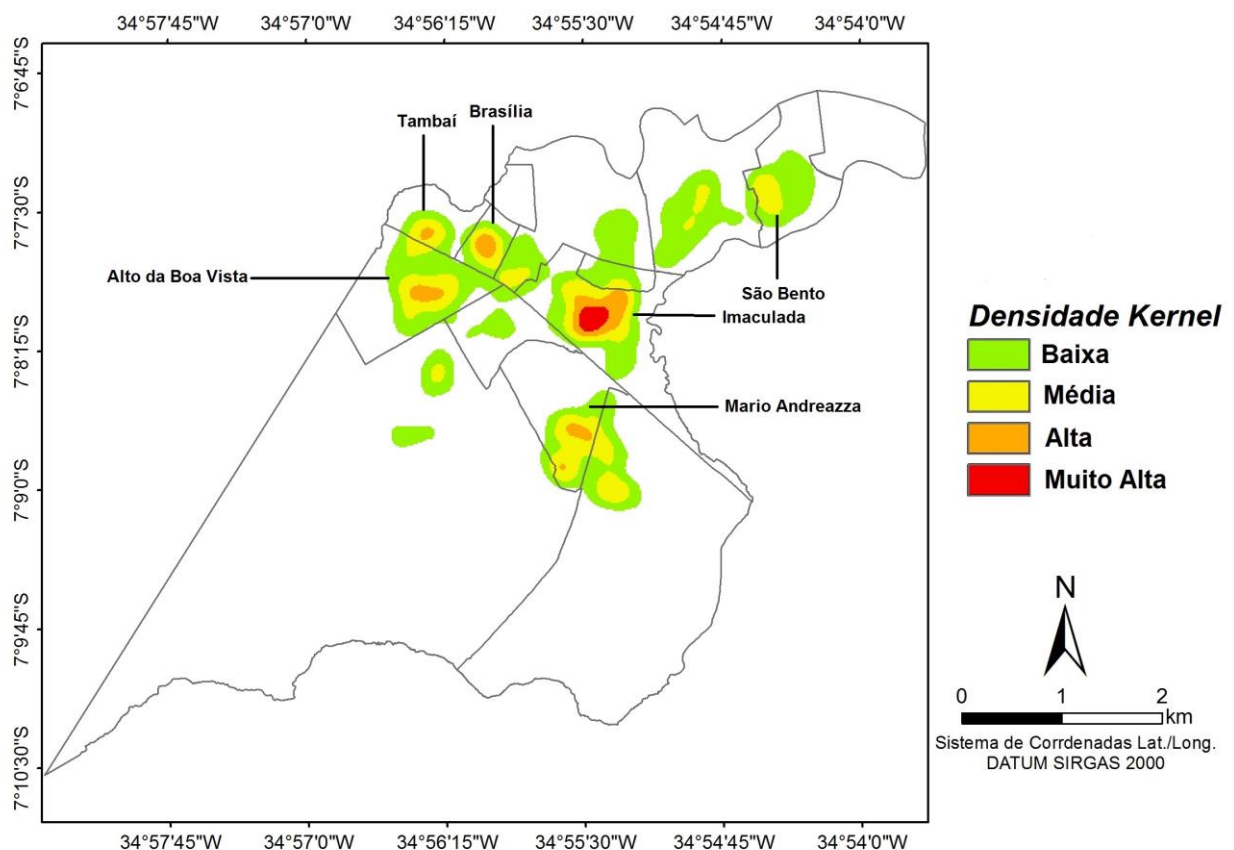
Em relação ao conhecimento ligado às medidas de prevenção da dengue, após conversa com alguns moradores nos bairros Imaculada, Centro e Mario Andreazza, constatou-se que muitos sabem quais são as medidas, inclusive praticam a prevenção em suas casas, porém afirmaram que o descarte inadequado do lixo nas ruas e calçadas é uma prática comum da maioria das pessoas, e que o órgão responsável pela limpeza da cidade só retira os sacos de lixo fechados e “organizados”.

Neste contexto, Gondim (2007) expõe que o conhecimento das pessoas sobre as doenças a que estão vulneráveis torna-se relevante na perspectiva do risco, pois é a primeira ferramenta para pensar em qualquer intervenção que possa minimizá-lo para garantir segurança à população local.

ESTIMATIVA KERNEL DA DISTRIBUIÇÃO DOS CASOS DE DENGUE

Para identificação da distribuição dos casos de dengue através da densidade Kernel, elaborou-se a Figura 6, a qual apresenta as áreas com maior concentração dos casos de dengue por metro quadrado (m²) na área de estudo.

Figura 6 - Distribuição espacial do casos de dengue entre 2011 e 2014 a partir do Estimador Kernel



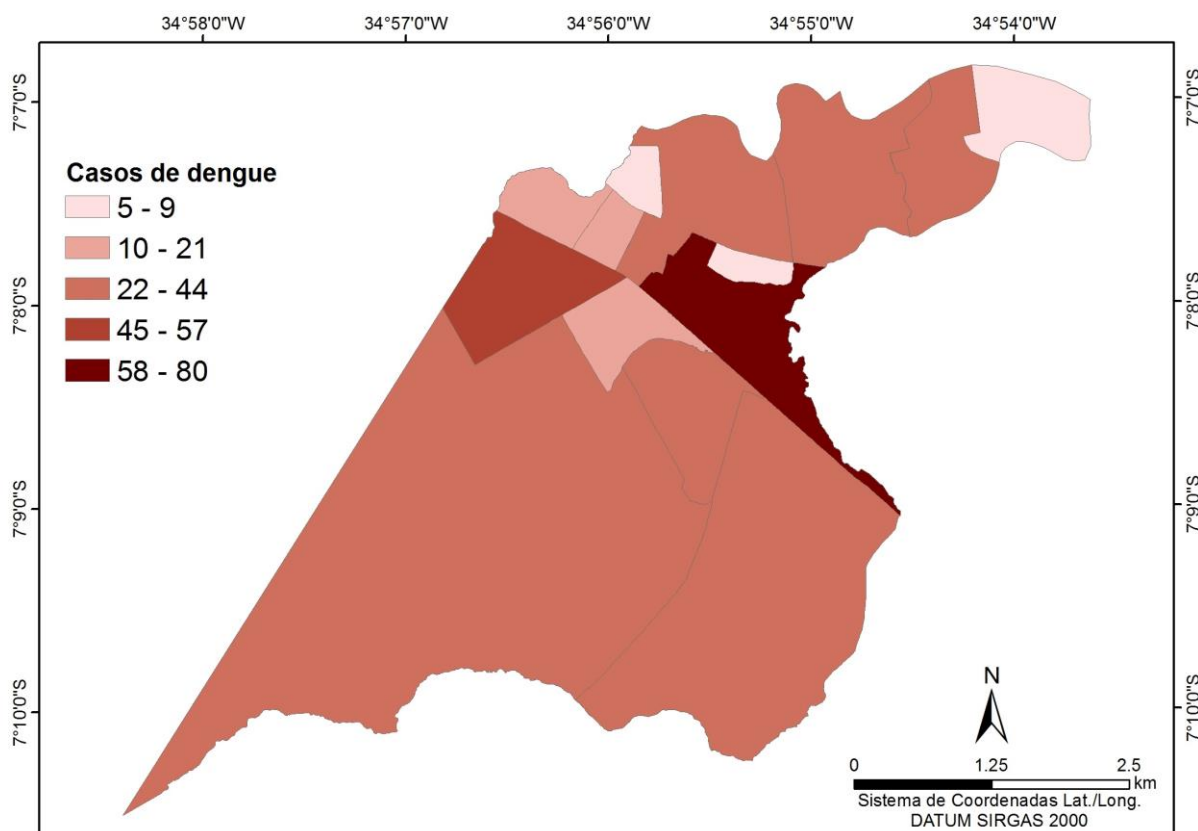
Elaboração: Caio Américo Pereira de Almeida, 2017.

Constata-se concentração de ocorrência da doença em questão principalmente nas porções leste, nordeste, sudeste e oeste dessa cidade, abrangendo especialmente os bairros Imaculada, São Bento, Mario Andreazza, Brasília, Tambaí e Alto da Boa Vista. Entretanto, Identifica-se a área quente – local de maior intensidade de casos – no bairro Imaculada, que possui uma das piores condições socioeconômicas da área de estudo.

No trabalho de Silva *et al.* (2015), para o município de João Pessoa – PB, também foi constatado que os bairros com piores condições socioeconômicas apresentaram áreas sujeitas a maior ocorrência de dengue através do estimador Kernel. Estudos como de Araújo *et al.* (2008) que apresentaram uma pesquisa em Belo Horizonte – MG e o de Leite (2010) em Natal – RN, também expõe que as condições socioeconômicas é um fator de risco para a difusão desse patógeno.

Com isso, destaca-se as condições socioeconômicos como fator de risco à difusão da dengue nos espaços urbanos. Esse fato ganha mais evidência na área de estudo a partir do bairro Imaculada, o qual possui um dos maiores adensamentos populacionais e grande número de pessoas vivendo na faixa de renda baixa. De acordo com a Figura 7, esse bairro concentrou 80 (17,5%) casos de dengue, isto significa a maior quantidade de notificações de casos de dengue em toda escala temporal analisada (2011 – 2014).

Figura 7 - Quantidade de casos de dengue entre 2011 e 2014 por bairros em Bayeux



Elaboração: Caio Américo Pereira de Almeida, 2017.

Porém, além dos condicionantes socioeconômicos, trabalhos realizados em diferentes países não desenvolvidos e inseridos na zona intertropical relacionando ocorrência de dengue e condições socioambientais têm buscado identificar fatores envolvidos na produção/reprodução dessa doença, principalmente quanto às questões referentes à frequência da coleta de lixo urbano e disponibilidade de potenciais criadouros do mosquito transmissor (PEDRO *et al.*, 2009).

Nessa perspectiva, destaca-se a educação ambiental da população, no que se refere, principalmente, à disposição inadequada de resíduos sólidos e a ineficiência do órgão público responsável pela limpeza urbana, pois o descarte inadequado de lixo sobrepõe-se como fator basilar para aumento da disponibilidade de criadouros do *Aedes aegypti*, e em razão disso, maior difusão da dengue.

A Figura 8 deixa claro esse problema, tendo em vista que ela expõe a falta de conscientização ambiental por parte da população de Bayeux e a ineficiência do serviço público de limpeza, pois expõe vários objetos favoráveis à reprodução e desenvolvimento do principal vetor da dengue.

Figura 8 - Descarte inadequado de lixo as margens de um tributário do Rio Paraíba no bairro Imaculada



Fonte: Almeida (2016).

Diante disso, após análise das características ambientais locais de Bayeux, percebe-se que a problemática da dengue na área de estudo está ligada, principalmente, à insuficiência do planejamento público e à educação/conscientização ambiental da população, pois esses fatos criam condições propícias para propagação do *Aedes*, e por consequência, acarreta sérios problemas de saúde pública.

Flauzino *et al.* (2009) expõe que a complexidade da dengue está intimamente relacionada às características do meio ambiente e estudos que utilizam agregados de unidades espaciais (setor censitário, bairros, distritos e/ou município) aliados à análise das características ambientais locais, permitem um entendimento mais completo da dengue.

Nessa concepção, Santos (2003) destaca que o acúmulo de lixo no peridomicílio de bairros corrobora com os achados da literatura que apontam esse fato como grande responsável pelo elevado número de doenças infectocontagiosas. Aleixo e Sant' Anna Neto (2011) ainda ressalta que essas doenças estão em reemergências devido às falhas nas gestões públicas dos sistemas de saúde, pois, a consolidação das ações propostas, ainda transcorre a dificuldade de incorporar na visão dos profissionais de saúde e da população, o tripé saneamento-saúde-ambiente.

Assim, para mitigação da ocorrência da dengue em Bayeux, é preciso principalmente maior educação/conscientização ambiental da população. Segundo Pinho (2011), é necessário por parte dos órgãos públicos ligados à saúde, buscar mecanismos de conscientização que melhorem a vida da população de tal maneira que o meio ambiente seja encarado como bem e direito global.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maior ocorrência dos casos de dengue aconteceu entre abril e agosto, período de maiores valores de precipitação e umidade do ar, evidenciando essa doença como de veiculação hídrica. Além disso, ambientes urbanos fragilizados devido ao descarte inadequado de lixo, bairros desassistidos pelos órgãos públicos, com maior adensamento populacional e com elevado número de pessoas vivendo na faixa de renda mais baixa, aliados às circunstâncias climáticas, neste trabalho, tornaram-se os principais responsáveis a maior ocorrência da dengue.

Neste contexto, percebe-se que as condições socioambientais estão diretamente associadas a maior ou menor difusão do vírus da dengue, dado que essas condições interferem principalmente na reprodução e desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti*.

Destaca-se que o uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG), foi indispensável para obtenção de resultados mais contundentes, pois foi possível realizar o mapeamento dos indicadores socioeconômicos e dos casos de dengue, evidenciando-se os locais de maior risco à disseminação da dengue.

Também é importante ressaltar que as técnicas estatísticas de correlação (coeficiente de Pearson) e de interpolação (estimador Kernel), atreladas ao uso de SIG, apresentaram-se como importantes ferramentas no combate à dengue e de gestão em saúde pública, visto que essas técnicas podem ser utilizadas para quaisquer enfermidades, desde que as mesmas estejam georreferenciadas.

Portanto, a combinação entre resultados numéricos, utilização de sistema de informações geográficas e representação cartográfica, permitiu melhor entendimento da propagação da dengue na área de estudo.

REFERÊNCIAS

- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. S. dos; **Bioestat. 5.0: aplicações estatísticas nas áreas biológicas e médicas**. Belém: MCT; IDSM; CNPq, 2007, 364 p.
- ARAUJO, J. R. de; FERREIRA, E. F.; ABREU, M. H. N. G. Revisão sistemática sobre estudos de espacialização da dengue no Brasil. **Rev. Bras. Epidemiol.** São Paulo. v. 11, n.4, p. 145 – 151, 2008.
- ALEIXO, N. C. R.; SANT'ANNA NETO, J. L. Percepções e riscos: abordagem socioambiental do processo saúde-doença. **Mercator**. v. 10, n. 22, p. 191 – 208, 2011. <https://doi.org/10.4215/RM2011.1022.0012>
- ALMEIDA, C. A. P. **Análise geoespacial dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais nos municípios de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFPB, João Pessoa – PB, 2016. 105 p.
- BARCELLOS, C.; PUSTAI, A. K.; WEBER, M. A.; BRITO, M. R. V. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.** v. 38, n. 3, p. 246 – 250, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822005000300008>
- BARCELLOS, C.; SILVA, A. S.; ANDRADE, A. L. S. S. Análise de Dados em Forma de Pontos. In.: Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. **Introdução à Estatística Espacial para Saúde Pública**. 1ª ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2007, 120 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/dengue>>. Acesso em: 8 de fevereiro de 2017.
- CÂMARA, F. P.; GOMES, A. F.; SANTOS, G. T.; CÂMARA, D. C. P.; Clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.** v. 42, n.2, p. 137 – 140, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822009000200008>
- CENSO DEMOGRÁFICO 2010. **Característica da população e dos domicílios: resultado do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://loja.ibge.gov.br/censo-demografico-2010-caracteristicas-da-populac-o-e-dos-domicilios-resultados-do-universo.html>>. Acesso em: 20 de dezembro de 2016.
- CRESPO, A. A. **Estatística fácil**. 19ª ed. São Paulo: Saraiva, 2009, 218 p.

- CUNHA, M. C. M.; CAIAFFA, W. T.; OLIVEIRA, C. L.; KRONN, E. G.; PESSANHA, J. E. M.; LIMA, J. A.; PROIETTI, F. A. Fatores associados à infecção pelo vírus do dengue no Município de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, Brasil: características individuais e diferenças intra-urbanas. **Epidemiol. Serv. Saúde. Brasília**. Brasília, v. 17, n.3, p. 217 – 230, 2008.
- DONALISIO, M. R.; GLASSER, C. M. Vigilância epidemiológica e controle da dengue. **Rev. Bras. Epidemiol.** São Paulo, v. 5, n.3, p. 259-271, 2002.
- FREITAS, R. M.; OLIVEIRA, R. L. Presumed unconstrained dispersal of *Aedes aegypti* in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Rev. Saúde Pública**. São Paulo, v. 43, n.1, p. 8 – 12, 2009.
- FLAUZINO, R. F.; SOUZA, S. R.; OLIVEIRA, R. M. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. **Rev. Panam. Salud Pública**. Washington, v. 25, n. 5, p. 456-461, 2009.
- GLASSER C. M.; GOMES A. C. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. **Rev. Saúde Pública**. São Paulo, v. 36, p. 166-72, 2002.
- GONDIM, G. M. M. Do conceito de risco ao da precaução: entre determinismos e incertezas. In.: Fonssca, F. A.; Corbo, A. D. (orgs.). **O território e o processo saúde-doença**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2007, 266 p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2016.
- ICEA – Instituto de Controle do Espaço Aéreo. **Banco de dados climatológicos**. Disponível em: <<http://clima.icea.gov.br/clima/superficie.php>>. Acesso em: 05 de janeiro de 2017.
- JARBAS JÚNIOR, B. S. da S.; FERNANDO JÚNIOR, G. P. **Epidemiologia da Dengue**. In: SOUSA, L. J. de. *Dengue: diagnóstico, tratamento e prevenção*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2008, 272 p.
- LEITE, M. E. Análise da correlação entre dengue e indicadores sociais a partir do SIG. **Hygeia**. v. 6, n. 11, p. 44 – 59, 2010.
- MENDONÇA, F. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos- a contingência climática. **Mercator**. v. 9, número especial (1), p. 153 – 163, 2010.
- MUSTAFA, M. S.; RASOTGI, V.; JAIN, S.; GUPTA, V. Discovery of fifth serotype of dengue virus (DENV-5): A new public health dilemma in dengue control. **Med. J. Armed Forces India**. v.71, n.1, p. 67–70, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2014.09.011>
- MAGALHÃES, G. B. **Comportamento Espaço-temporal da Dengue e sua Relação com os Elementos Atmosféricos e Socioeconômicos em Fortaleza/CE**. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Geografia/UFC. Fortaleza – CE, 2015, 264 p.
- NORMILE, D. First New Dengue Virus Type in 50 Years. **ScienceInsider**. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/news/2013/10/first-new-dengue-virus-type-50-years>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2017.
- OPAS – ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. **Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever in the Americas: guidelines for prevention and control**. Washington: Organização Pan-Americana de Saúde, 1997, 98 p.
- PINHO, R. C. R. **Teoria geral da Constituição e direitos fundamentais**. 11ª ed. São Paulo: Saraiva, 2011, 245 p.
- PEDRO, S. A.; SANTOS-SOUZA, R.; SABROZA, P. C.; OLIVEIRA, R. M. Condições particulares de produção e reprodução da dengue em nível local: estudo de Itaipu, Região Oceânica de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 25, n. 9, p. 1937 – 1946, 2009.
- SANTOS, S. L. **Avaliação das ações de controle da dengue: aspectos críticos e percepção da população. Estudo de caso em um município do Nordeste**. Dissertação de Mestrado. Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães da Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2003, 132 p.
- SILVA, A. A.; MIRANDA, C. F.; FERREIRA, J. R.; ARAÚJO, E. J. A. Fatores sociais e ambientais que podem ter contribuído para a proliferação da dengue em Umuarama, estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Health Sciences**. Maringá – PR, v. 25, n.1, p. 81 – 85, 2003.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 5 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – USP, 2005, 176 p.

SILVA, J. S.; MARIANO, Z. F.; SCOPEL, I. The influence of the urban climate in the proliferation of the mosquito *Aedes aegypti* in Jataí (GO) in the perspective of the medical geography. **Hygeia**. v. 2, n. 5, p. 33-49, 2008.

SILVA, A. M.; SILVA, R. M.; ALMEIDA, C. A. P; CHAVES, J. J. S.; Modelagem Geoestatística dos Casos de Dengue e da Variação Termopluviométrica em João Pessoa, Brasil. **Revista Sociedade & Natureza**. Uberlândia – MG. v.27, n .1, p. 157 – 169, 2015.

WHO – World Health Organization. **Dengue and severe dengue**. Disponível em:
<<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2017.