UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CÂMPUS SÃO LUIS DE MONTES BELOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL
MESTRADO PROFISSIONAL

MARCELO ALVES DA PAIXÃO JÚNIOR

USO DO SIG NA ESPACIALIZAÇÃO DE OCORRÊNCIA DA DENGUE EM SÃO LUÍS DE MONTES BELOS, GOIÁS

São Luís de Montes Belos
2019

MARCELO ALVES DA PAIXÃO JÚNIOR

USO DO SIG NA ESPACIALIZAÇÃO DE OCORRÊNCIA DA DENGUE EM SÃO LUÍS DE MONTES BELOS, GOIÁS

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás Câmpus São Luís de Montes Belos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Linha de Pesquisa: Produção Vegetal
Orientador: Prof. Dr. Pedro Rogério Giongo
Co-orientadora: Profª. Drª. Karyne Oliveira Coelho

São Luís de Montes Belos
2019

MARCELO ALVES DA PAIXÃO JÚNIOR

USO DO SIG NA ESPACIALIZAÇÃO DE OCORRÊNCIA DA DENGUE EM SÃO LUÍS DE MONTES BELOS – GO

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás - Câmpus São Luís de Montes Belos, para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Aprovado em: 25 de Abril de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Rogério Giongo – UEG

Profa. Dra. Karyne Oliveira Coelho – UEG

Prof. Dr. Isaac de Matos Ponciano – FAI

A nosso eterno Rei e Senhor JESUS, a meus familiares e a minha querida esposa que sempre me incentivou e encorajou, dando-me o apoio necessário para a concretização de mais um trabalho. Amo todos vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo o que tem feito e por tudo que vai fazer na minha vida. Um verdadeiro pai que cuida e me fortalece, sempre enviando pessoas maravilhosas para abençoar minha vida. Tu és meu amor maior Senhor!

Em especial aos melhores pais e eternos amigos, Marcelo Alves da Paixão e Glênia Helena Alves dos Santos, que sempre acreditaram e torceram pelo meu sucesso. Minhas irmãs juntamente com suas respectivas famílias. Obrigado por serem meus grandes incentivadores.

A minha metade que amo muito, Francielly Gomes Ferreira Paixão e ao nosso bebê, que mesmo estando ainda no ventre, amamos demais! Vocês me encorajaram, principalmente, nos momentos de maior dificuldade; não deixando desistir dos meus sonhos e sempre torcendo pelo meu crescimento profissional.

A meu orientador e excelente profissional, Pedro Rogério Giongo pela disposição e empenho apesar da distância e a minha co-orientadora Karyne Oliveira Coelho que me deu todo o apoio necessário. Obrigado pela paciência comigo!

Ao vasto ciclo de amigos que formei durante os encontros da pós-graduação na Universidade Estadual de Goiás e aos professores que pertencem ao corpo docente deste programa; profissionais excelentes de diversas áreas e localidades.

A toda equipe de pesquisa da Superintendência de Vigilância em Saúde (SUVISA) e do Centro de Informações e Decisões Estratégicas em Saúde (ConectaSUS), por fornecer todos dados necessários para o trabalho e se empenhar garantindo que tudo fosse encaminhado em tempo hábil.

A prefeitura de São Luís de Montes Belos, em especial ao departamento de infraestrutura por ceder parte dos dados utilizados no trabalho e à Secretaria Municipal de Saúde que apoiou, desde o início de meu ingresso no programa de pós-graduação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Casos prováveis de dengue, por semana epidemiológica, Brasil, 2015, 2016 e 2017 12
Figura 2. Localização geográfica da área urbana do município de São Luís de Montes Belos, Goiás 25
Figura 3. Área urbana do município de São Luís de Montes Belos e o número de casos suspeitos de dengue entre os anos 2008 a 2017..... 27
Figura 4. Área urbana do município de São Luís de Montes Belos e o número de casos confirmados de dengue entre os anos 2008 a 2017 28
Figura 5. A – altitude, B – declividade, C – bairros, malha viária e drenagem, D – uso do solo, do recorte de entorno da área urbana do município de São Luís de Montes Belos, Goiás 29
Figura 6. Precipitação (mm) acumulado anual entre 2008 a 2017 (A) e o acumulado médio mensal do mesmo período (B) em São Luís de Montes Belos, Goiás 30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Total de casos confirmados de dengue grave, dengue com sinais de alarme e óbitos, até a Semana Epidemiológica 52, por região e Unidade da Federação, Brasil, 2016 e 2017..... 12
Tabela 2. Relação da média mensal de precipitação e acumulado de casos notificados e confirmados por ano 30
Tabela 3. Correlações da média anual dos casos acumulados e confirmados nos bairros e a média de precipitação trimestral, e dos casos acumulados e confirmados com o trimestre anterior, entre 2011 a 2017 31

RESUMO

As doenças transmitidas por mosquitos vetores, como é o caso da dengue, causam enorme impacto na saúde pública mundial. Grande parte de seu controle é predominantemente voltado para métodos emergenciais como por exemplo a aplicação de inseticidas. No entanto, o controle químico não é sustentável nem tão pouco eficaz na totalidade por causa da resistência do inseto aos agrotóxicos. Neste sentido, a descoberta e aplicação de métodos alternativos se faz necessário do ponto de vista epidemiológico e também ambiental. Observa-se uma crescente demanda para incorporação do geoprocessamento na saúde pública do Brasil na tentativa de otimizar o controle e focar os esforços na prevenção das endemias. Diante do exposto, esta pesquisa mapeou a área urbana de São Luís de Montes Belos, quanto a incidência de dengue no período de 2008 a 2017; com vistas a fornecer subsídios ao Programa de Vigilância e Controle da doença no município. Cada caso foi identificado por bairro de acordo com informações obtidas pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Esse banco de dados foi correlacionado a fatores geográficos e espacializados por meio do geoprocessamento. Foram elaborados mapas temáticos da incidência dos casos suspeitos e confirmados de dengue em cada bairro e ano. Também foi realizada a correlação desses índices com os níveis de precipitação mensal entre os anos de 2011 a 2017. Após a análise de dados, alguns fatores que influenciaram na incidência desse agravo foram observados sendo eles: volume de chuva, alternância de vírus e região com maior densidade populacional. Entre os itens o que houve maior significância foi o índice pluviométrico, sendo o fator determinante no aumento da ocorrência, principalmente nos dois primeiros trimestres do ano. De acordo com espacialização dos casos o avanço da doença pode ter seu avanço bloqueado com maior eficácia, pois medidas preventivas diversas podem ser adotadas nos pontos críticos da cidade.

Palavras-Chave: *Aedes aegypty*. Arbovirose. Epidemiologia. Saúde Pública. SIG.

ABSTRACT

Diseases transmitted by mosquito vectors, such as dengue, have a huge impact on global public health. Much of its control is predominantly focused on emergency methods such as the application of insecticides. However, chemical control is not sustainable or totally ineffective because of insect resistance to pesticides. In this sense, the discovery and application of alternative methods is necessary from an epidemiological and environmental point of view. There is a growing demand for the incorporation of geoprocessing into public health in Brazil in an attempt to optimize control and focus efforts on the prevention diseases endemic. In this context, this research mapped the urban area of São Luís de Montes Belos, regarding the incidence of dengue in the period from 2008 to 2017; with ail to providing subsidies to the Disease Surveillance and Control Program in the municipality. Each case was identified by neighborhood according the information obtained by the Notification of Injury Information System. This database was correlated to geographic and spatial factors through geoprocessing. Thematic maps of the incidence suspected and confirmed cases of dengue in each neighborhood and year were prepared. The correlation of these indices with the monthly precipitation levels between the years 2011 to 2017 was also performed. After data analysis, some factors that influenced the incidence of this disease were observed: rainfall, virus alternation and region with population density. Among the items, the most significant was the rainfall index, being the determining factor in the increase of occurrence, especially in the first two quarters of the year. According to the spatialization of the cases, the progression of the disease may have its progress blocked with greater effectiveness, since several preventive measures can be adopted in the critical points of the city.

Key words: Aedes aegypti. Arbovirose. Epidemiology. Public health. SIG.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....10

REFERÊNCIAS.....16

CAPÍTULO 2 - SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICO APLICADO NA OCORRÊNCIA DE DENGUE EM SÃO LUÍS DE MONTES BELOS-GO.....21

INTRODUÇÃO.....23

MATERIAIS E MÉTODOS.....24

RESULTADOS.....27

DISCUSSÃO.....31

REFERÊNCIAS.....34

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

A dengue é uma doença febril aguda caracterizada por dores musculares e articulares intensas. Segundo o Ministério da Saúde, trata-se da endemia, transmitida por mosquito, que se propaga mais rapidamente no mundo, com expressivo aumento de hospitalizações (BRASIL, 2014).

Esta enfermidade continua desafiando e causando perplexidade por todo local onde se instala (TEIXEIRA et al., 2011), se dispersando rápido pelo mundo e afetando cerca de 50 milhões de pessoas por ano (HU et al., 2011). Estima-se que aproximadamente 2,5 bilhões estão em risco, tornando a dengue uma ameaça crescente (STAPLES et al., 2009; NG e OJCIUS, 2009). Nas duas últimas décadas, o número de casos nas Américas aumentou exponencialmente; em 1980-1989, 1,54 milhões de casos foram registrados; em 1990-1999, 2,95 milhões de casos; e em 2000-2009, 6,78 milhões de casos. Entre 2010 e 2017, 12,72 milhões de casos de dengue foram registrados, o que indica uma clara tendência ascendente na incidência desta doença nas Américas (PAHO, 2018).

O vírus possui 4 sorotipos distintos (DEN 1, 2, 3 e 4) circulando principalmente no sul do continente Americano e na região do Sudeste Asiático (MONDINI et. al., 2007). Essa variedade de sorotipos dificulta o combate ao vírus pelo sistema imunológico (KOURÍ, 2011). A transmissão da dengue ocorre pela picada da fêmea do mosquito *Aedes aegypti,* a apresentação clínica varia tanto de um quadro febril brando outros sintomas mais graves, como hemorragia, podendo, inclusive, levar a óbito (ALMEIDA, 2017).

Devido à atual facilidade do deslocamento aéreo entre nações (ADAMS e KAPAN, 2009) a preocupação com a saúde pública tem se tornado cada vez maior em todo mundo. Boa parte da sociedade se encontra vulnerável a muitas doenças que podem causar danos irreparáveis (CATÃO, 2011). Ressalta-se que não há transmissão por contato direto com o doente ou com suas secreções (BRASIL 2010).

Por falta de vacina, o programa brasileiro de controle de vetores está baseado, do ponto de vista formal, na "informação, educação e comunicação social" (BRASIL, 2009). No entanto, na prática, a diminuição das populações do transmissor alado desempenha um papel importante nas ações de controle, tanto do ponto de vista dos gestores públicos quanto da sociedade em geral (VALLE et al., 2015). Para isso são realizados bloqueios aplicando grandes cargas de inseticidas podendo

causar danos à comunidade local (LLOYD, 2003). Essas estratégias fazem com que a incidência da enfermidade permaneça estável por um curto período. Sem resultado, além de uma grande perca econômica e ecológica, as coberturas dessas medidas dificilmente serão totais e sustentáveis (GUBLER et al., 1996; SPIEGEL et al., 2005).

Ao longo dos anos o combate a esse ressurgimento de patógenos (GOULD e SOLOMON, 2008) vem se intensificando e modernizando, visando o controle e possível erradicação a fim de beneficiar a população. Esse processo se torna mais difícil devido aos efeitos do aquecimento global (BARCLAY, 2008; PACHAURI e REISINGER, 2007) e onde os níveis de educação e informação são baixos como o Brasil (ROZENFELD, 2000).

A enfermidade apresenta três formas, a dengue clássica, a hemorrágica, que vem avançando geograficamente em todo território brasileiro, e a síndrome de choque da dengue, originando manifestações cada vez mais graves (RACLOZ et al., 2012). A primeira, muitas vezes confundida com a gripe, tem início súbito e os sintomas podem durar de cinco a sete dias, apresentando sinais como febre associada à cefaleia, vômitos e dores no corpo. A segunda apresenta, inicialmente, sintomas parecidos, porém estes evoluem rapidamente para fenômenos hemorrágicos, hepatomegalia e insuficiência circulatória, podendo gerar tonturas e quedas (TORRES, 2008).

A síndrome de choque da dengue é a complicação mais séria da doença, se caracteriza por uma grande queda ou ausência de pressão arterial, acompanhada de inquietação, palidez e perda de consciência. O paciente acometido por esse choque pode sofrer várias complicações neurológicas e cardiorrespiratórias, além de insuficiência hepática, hemorragia digestiva, derrame pleural e óbito (CASTRO, 2013).

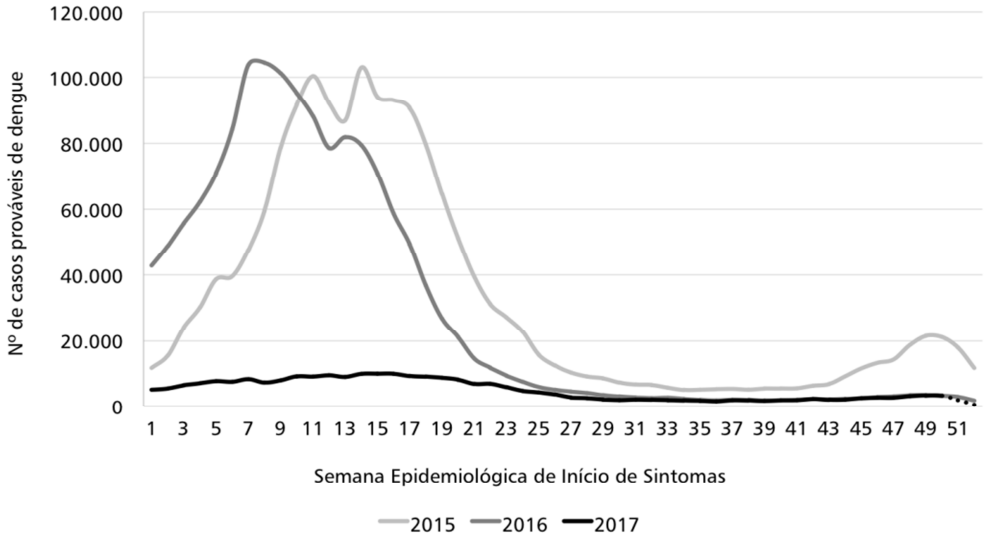
A distribuição da dengue se dá em áreas tropicais e subtropicais, onde tanto as condições do ambiente (BRASIL, 2011), como também socioambientais favorecem o desenvolvimento do vetor (CÂMARA et al., 2007). Esse por sua vez se prolifera por meio do acúmulo de água em variados recipientes, tendo sua preferência por criadouros localizados nos domicílios e peridomicílios onde estão próximo de alimento (FLAUZINO et al., 2011).

A precariedade da limpeza pública, acúmulos de resíduos sólidos urbanos, sistemas de drenagem ineficaz e frequentes deslocamentos da população também

são fatores responsáveis pela propagação do *Aedes* (NATAL, 2002). Por mais que os criadouros sejam conhecidos por boa parte das pessoas não há por parte delas uma vigilância e/ou preocupação em impedir a reprodução dos transmissores.

Até a década de 50, nove países tiveram casos confirmados de dengue, atualmente a doença já se instalou em mais de 100 nações podendo vir a infectar cerca de 2,5 bilhões de pessoas entre zona urbana e rural (GUHA-SAPIR e SCHIMMER, 2005).

Em 2015, foram registrados em todo território brasileiro cerca de 1.688.688 casos prováveis de dengue; em 2016 foram 1.483.623 casos, já em 2017 foram registrados 252.054 casos e outros 247.206 casos suspeitos foram descartados (Figura 1) totalizando nesse mesmo ano uma incidência de 122,3 casos/100 mil hab.



Fonte: Sinan Online (banco de 2015 atualizado em 27/09/2016; de 2016, em 06/07/2017; e de 2017, em 02/01/2018).
Figura 1. Casos prováveis de dengue, por semana epidemiológica, Brasil, 2015, 2016 e 2017.

A distribuição geográfica da dengue tem sido considerada desigual entre as regiões do estado de Goiás e dentro do próprio município de São Luís de Montes Belos (SIMAZ, 2017). As ferramentas de geoinformação e a avaliação da distribuição espacial da doença, bem como os fatores de ocorrência, possibilitam identificar os locais mais críticos afetados pela doença. Contudo, medidas de controle específicas ou a reincidência de casos em algumas áreas geográficas são solucionados rapidamente.

Em 2017 foram confirmados, em todo país, 271 casos de dengue grave (95 em Goiás) e 2590 com sinais de alarme (1725 em Goiás). No mesmo ano foram confirmados 141 óbitos por dengue (46 em Goiás), enquanto que em 2016, foram confirmados 701 óbitos, sendo 56 no estado de Goiás (Tabela 1).

Tabela 1. Total de casos confirmados de dengue grave, dengue com sinais de alarme e óbitos, até a Semana Epidemiológica 52, por região e Unidade da Federação, Brasil, 2016 e 2017.

Região/Unidade da Federação	Semana Epidemiológica 1 a 52					
	Casos confirmados				Óbitos confirmados	
	2016		2017		2016	2017
	Dengue com sinais de alarme	Dengue grave	Dengue com sinais de alarme	Dengue grave		
Centro-Oeste	**4.103**	**210**	**1.857**	**120**	**101**	**65**
Mato Grosso do Sul	284	16	33	3	17	3
Mato Grosso	17	7	15	3	5	4
Goiás	3.347	146	1.725	95	56	46
Distrito Federal	455	41	84	19	23	12
Brasil	**9.153**	**919**	**2.590**	**271**	**701**	**141**

Fonte: Sinan Online (banco de 2016 atualizado em 06/07/2017; de 2017, em 02/01/2018).

O governo tem investido em políticas públicas de combate à dengue, por exemplo, o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD). Criado em 2002, propõe incentivar a atuação das pessoas como responsáveis pelo controle de potenciais criadouros (BRASIL, 2002). Usa-se nos dias de hoje como ferramentas de controle do mosquito: a eliminação dos criadouros, aplicação de inseticidas e o apoio da população (TAUIL, 2001).

Segundo Claro et al. (2004) o uso de campanhas informativas buscando a colaboração da população para eliminação dos focos tem eficiência limitada. Contudo, não se pode descartar esse atributo, principalmente se tratando em estabelecer um trabalho de conscientização com a sociedade. A educação em saúde não tem sido tão empregada nas estratégias da saúde, em contrapartida, um processo de construção coletiva, torna-se essencial na participação ativa da população e promoção da educação sanitária (BRASIL, 2007).

Os casos suspeitos de dengue têm sido tratados de maneira emergencial, ou seja, após ser feita uma notificação é realizado um bloqueio com uso de inseticida. Programas essencialmente centrados no combate químico, com baixíssima ou mesmo nenhuma participação da comunidade, sem integração Inter setorial e com pequena utilização do instrumental epidemiológico, comprovaram-se falhos em conter um vetor com elevada capacidade de adaptação ao novo ambiente, criado no

meio de uma urbanização acelerada e com todos os hábitos que com ela surgiram (BRASIL, 2004).

O que se tem de concreto sobre o bloqueio da evolução da doença é a eliminação dos criadouros do mosquito *Aedes* e campanhas de conscientização junto à comunidade (TEIXEIRA, 2000). O controle da dengue tem sido um grave problema para a Saúde Pública no Brasil, podendo vir a se tornar epidemia e também demanda hospitalar em massa causando a morte (DIAS, 1998). Apesar de diferentes vacinas estarem em várias fases de ensaios clínicos, infelizmente, ainda não existem no mercado vacinas específicas ou terapias anti-virais (OLAGNIER, 2016).

Diante disso, os agentes de saúde realizam inspeções diárias contando com o apoio de outras frentes ligadas à gestão pública conforme a portaria Nº 1.378/2013, do Ministério da Saúde. Esta legislação prevê que tais ações devem ser desenvolvidas de forma independente e compartilhada pela União, Estados e Municípios, nos quais o prefeito municipal é a figura central no processo de coordenação (BRASIL, 2013).

Devido ao grande número de responsabilidades que todo administrador municipal possui, o uso de técnicas ligadas às geotecnologias tem sido apreciado. Segundo Barcellos (2008) “o georreferenciamento, como um conjunto de tecnologias voltado para a coleta e tratamento de informações espaciais, tem sido empregado para avaliação ambiental, planejamento urbano e na área da saúde”. Unindo a geotecnologia à estatística, profissionais e órgãos da área de saúde estão pesquisando a distribuição espacial de certas doenças e a maneira de evitar ou controlar sua proliferação (ROZA, 2000).

Segundo SCUSSEL (2014) as “geotecnologias são cada vez mais utilizadas no planejamento e elaboração de políticas públicas”, contudo efetivam a gestão das áreas urbanas, garantindo o bem-estar da população. Aplicadas ao setor de saúde, auxiliam na confecção de mapas e assim contribuem para aperfeiçoar as estratégias a serem adotadas.

Segundo CÂMARA et al. (2001) o geoprocessamento é entendido como um conjunto de técnicas matemáticas e computacionais voltadas para a coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. As atividades envolvendo essa técnica são executadas por sistemas específicos mais conhecidos como Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Nos campos da saúde, diversos dados encontram-se disponíveis, por outro lado sua utilização é limitada, pela ausência de integração, qualidade e apresentação (DE KADT, 1993). Esses impecílios dificultam o planejamento de ações Inter setoriais em conjunto (DI VILLAROSA et al., 1990). Contudo, o uso de softwares especializados, permite a integração de dados pluviométricos, sanitários e ambientais, inter-relacionando essas informações (KHORMI et al., 2011).

Diante desse problema, os SIG's são ferramentas poderosas na análise espacial do risco de doenças, permitindo a uma melhor estratégia de controle das mesmas. Por meio do SIG é possível visualizar a distribuição espacial dos casos, organizar e analisar os dados das ocorrências e um completo mapeamento de onde estão originados os possíveis focos de vetores das doenças (MALTA et al., 2001).

Dentro desse contexto, a utilização das geotecnologias se tornou uma importante arma para aplicação na saúde pública, em especial para análises da distribuição espacial de endemias (SILVA et al., 2012). Face ao exposto, o conhecimento da relação espacial dos casos de dengue pode proporcionar um melhor entendimento sobre a dinâmica de transmissão e seu controle (RIBEIRO et al., 2006), tendo em vista as várias adaptações do vetor.

Diversos estudos sobre a distribuição espacial da dengue vêm sendo realizados em várias partes do Brasil, como São Paulo (COSTA et al., 2016), Mato Grosso (SOUZA et al., 2012), Rio de Janeiro (TEIXEIRA, 2011), Paraná (SILVA et al., 2010), Alagoas e Paraíba (LIMA et al., 2008). Todavia, são poucos os estudos sobre a distribuição espaço-temporal da dengue em Goiás.

Sabe-se que os casos de dengue, ocorrem em uma maior proporção nas regiões tropicais, onde há maior variedade de precipitações, temperatura e umidade ao longo do ano. Por consequência disso, tem se realizado muitos estudos envolvendo técnicas de SIG aplicados à saúde, como BARCELLOS et al. (2005) no Brasil, TIPAYAMONGKHOLGUL e LISAKULRUK (2011) na Tailândia, MENA (2011) na Costa Rica e KHORMI et al. (2011) na Arábia Saudita.

O presente trabalho visou fazer uso de mapas de declividade, proximidade de vias, drenagem, uso e cobertura do solo, para obter um banco de dados completo. Assim, este trabalho correlacionou as variações climáticas e geográficas, com os casos de dengue no município de São Luís de Montes Belos entre 2008 a 2017 com vistas a fornecer subsídios ao Programa de Vigilância e Controle da doença.

REFERÊNCIAS

ADAMS, B., KAPAN D. D. Man Bites Mosquito: Understanding the Contribution of Human Movement to Vector-Borne Disease Dynamics. PLoS One; n 4: e6763. 2009.

ALMEIDA, C. A. P. Análise geoespacial dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais em Bayeux – PB. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde.** Hygeia v.13, n 26, p. 71–86. 2017.

BARCELLOS, C. A geografia e o contexto dos problemas de saúde. Rio de Janeiro: Abrasco, 2008.

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. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 38, n. 3, p. 246-250, 2005.

BARCLAY, E. Is climate change affecting dengue in the Americas? **Lancet.** v.371, p. 973-974, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dengue: Aspectos epidemiológicos, diagnóstico e tratamento. Brasília: **Fundação Nacional de Saúde**, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Portaria nº. 518.** Brasília; 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Caderno de Educação popular e saúde**. Brasília, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Diretrizes Nacionais Para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue. **Normas e Manuais Técnicos, Série A.** Secretaria de Vigilância em Saúde, Brasília, 1st edition. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Departamento de Vigilância Epidemiológica.** 8ª Ed. rev. Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dengue: diagnóstico e manejo clínico: adultos e criança. **Secretaria de Vigilância em Saúde.** 4ª. Ed. Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria Nº 1.378.** Brasília, 2013. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2013/prt1378_09_07_2013.html. Acesso em 02 de setembro de 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Descrição da doença (Dengue).** Brasília, 2014. Disponível em: <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/descricao-da-doenca-dengue>. Acesso em: 30 jul. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico Volume 48. nº 5.** Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília, 2017.

CÂMARA, G; DAVIS, C; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2001.

CÂMARA, F. P; THEOPHILO, R. L. G; SANTOS, G. T; PEREIRA, S. R. F. G; CÂMARA, D. C. P; MATOS, R. R. C. Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.40, n.2, p.192-196. 2007.

CASTRO, J. R; FRANCISCO, P. Ciclos de vida comparados de Aedes aegypti (Diptera, Culicidae) do semiárido da Paraíba. **Iheringia, Série Zoologia**, Porto Alegre, v.103, n.2, p.118-123. 2013.

CATÃO, R. C. Dengue no Brasil: **Abordagem geográfica na escala nacional**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho", Presidente Prudente, 169f. 2011.

CLARO, L. B. L. et al. Prevenção e controle do dengue: uma revisão de estudos sobre conhecimentos, crenças e práticas da população. **Cadernos de Saúde Pública**. v.20, n.6, p.1447-1457, 2004.

COSTA, J. V.; SILVEIRA, L. V. A.; DONASÍLIO, M. R. Análise espacial de dados de contagem com excesso de zeros aplicado ao estudo da incidência de dengue em Campinas, São Paulo, Brasil - **Cadernos de Saúde Pública**. v.32, p. 8, 1º de janeiro de 2016.

COSTA, C. A.; SANTOS, I. G.; BARBOSA, M. G. Detection and typing of dengue viruses in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the City of Manaus, State of Amazonas. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v.42, p. 677-681, 2009.

DE KADT, E. & TASCA, R. Promovendo a equidade – um novo enfoque com base no setor da saúde – **Cooperação Italiana em Saúde**. São Paulo. Ed. Hucitec. p. 107, 1993.

DI VILLAROSA, F. N.; TASCA, R.; FERNANDES, R. V. Análise da situação sócio sanitária, microlocalização e participação no distrito sanitário de Pau da Lima, salvador. **Revista Bahiana de Saúde Pública**. v.17, p. 7-14, 1990.

DIAS, J. C. P. Problemas e possibilidades de participação comunitária no controle das grandes endemias no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.14, p. 19-30, 1998.

FLAUZINO, R. F; SANTOS, R. S; OLIVEIRA, R. M. Indicadores socioambientais para vigilância da dengue em nível local. **Saúde Soc.** Jan-mar; v.20, p. 225-240, 2011.

GOULD, E.A., SOLOMON, T. Pathogenic flaviviruses. Lancet v.371, p. 500-9. 2008.

GUBLER, D. J; CLARK, G. G. Community involvement in the control of Aedes aegypti. **Acta Tropica.** v.61, p. 169-179, 1996.

GUHA-SAPIR, D; SCHIMMER, B. Dengue fever: new paradigms for a changing epidemiology. **Emerging Themes in Epidemiology**; v.2, p.1, 2005.

KOURÍ, G. El dengue, um problema creciente de salud em las Américas. **Revista Cubana Salud Publica**; v.37, p. 616-618, 2011.

KHORMI, H. M.; KUMAR, L.; ELZAHRANY, R. A. Modeling spatio-temporal risk changes in the incidence of dengue fever in Saudi Arabia: a geographical information system case study. **Geospatial Health,** v.6, n.1, p.77-84, 2011.

LIMA, E. A.; FIRMINO, J. L. N.; FILHO, M. F. G. A relação da previsão da precipitação pluviométrica e casos de dengue nos estados de Alagoas e Paraíba nordeste do Brasil - **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.3, p. 264-269, 2008.

LLOYD, L. Mejores prácticas para la prevención y el control del dengue en las Américas. **Environmental Health Project.** Resumen Ejecutivo. p. 20-22, 2003.

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, 264p, 2015.

MENA, N.; TROYO, A.; BONILLA-CARRIÓN, R.; CALDERÓN-ARGUEDAS, Ó. Factores associados con la incidencia de dengue en Costa Rica. **Revista Panamericana de salud publica**, v.29, n.4, p. 234-242, 2011.

MONDINI, A.; CHIARAVALLOTI NETO, F. C. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. **Revista de Saúde Pública**; v.41, n.6, p. 923-930. 2007.

NATAL, D. Bioecologia do Aedes aegypti**. Biológico**; v.64, n.2, p. 205-207. 2002.

OLAGNIER, D. P.; AMATORE, D.; CASTIELLO, L.; FERRARI, M.; PALERMO, E.; DIAMANTE, M. S.; PALAMARA, A. T.; HISCOTT, J. Imunopatogênese do vírus da dengue: lições aplicáveis ao surgimento do zika vírus. **Journal of Molecular Biology**. v.428, n.17, p. 3429 - 3448. 2016.

PACHAURI, R.K., REISINGER, A. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Core Writing Team. **Climate Change 2007: Synthesis Report.** Geneva, Switzerland. p. 104. 2007.

PAHO - Pan American Health Organization. Integrated Management Strategy for Dengue Prevention and Control in the Region of the Americas. Washington, D.C. 2018.

RACLOZ, V.; RAMSEY, R.; TONG, S. H. W. Surveillance of Dengue Fever Virus: A Review of Epidemiological Models and Early Warning Systems. ***PLOS*- Neglected Tropical daseases,** v.6, n.5, p.1648, 2012.

RIBEIRO, A. F; MARQUES, G. R. A. M; VOLTOLINI, J. C; CONDINO, M. L. F. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Revista de Saúde Pública.** v.40, n.4, 2006.

ROZA, D. **A saúde também usa informação.** 1º de junho de 2000. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2000/06/01/a-saude-tambem-usa-geoinformacao;
Acesso em 25 de agosto de 2017.

ROZENFELD, S. **Fundamentos da Vigilância Sanitária [online].** Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. Disponível em: <http://books.scielo.org/. Acesso em 27 de agosto de 2017.

SABROSA, P; KAWA, H. C. Doenças transmissíveis: ainda um desafio. Os muitos Brasil: Saúde e população na década de 80, São Paulo/Rio de Janeiro, HUCITEC/ABRASCO. 1999.

SCUSSEL, A. Ferramentas de Geoinformação são essenciais para a gestão pública eficiente. 2014. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2014/04/09/ferramentas-de-geoinformacao-sao essenciais-para-a-gestao-publica-eficiente/. Acesso em 09 abr. 2017.

SILVA, M. A. N.; DUQUE, J. E. L.; DA SILVA, R. V.; KUWABARA, E. F. Dengue no Estado do Paraná, Brasil: distribuição temporal e espacial no período 1995-2007. **Revista de la Universidad Industrial de Santander.** v.42, n.2, p.113-122, 2010.

SILVA, R. M.; PINTO, H. R. F.; COSTA, S. G. F.; PINTO, K. R. F. Modelagem geoespacial e temporal da hanseníase entre 2001 e 2011 no município de Bayeux, Paraíba. **Hygeia,** v.8, n.15, p. 89-103, 2012.

SPIEGEL, J. M; BENNETT, S; HATTERSLEY, L; HAYDEN, M. H; KITTAYAPONG P; NALIN, S. Barriers and bridges to prevention and control of dengue: the need for a social-ecological approach. **Eco Health Journal;** v.2. p. 273-290, 2005.

SOUZA, L. S.; BARATA, R. C. B. Diferenciais intraurbanos na distribuição de dengue em Cuiabá, 2007 e 2008. **Revista Brasileira de Epidemiologia.** v.15, n.4. São Paulo dez. 2012.

TAUIL, P. L. Urbanização e ecologia do dengue. **Cadernos de Saúde Pública**; v.17, p. 99-102, 2001.

TEIXEIRA, M. G. L. C. Dengue e Espaços Intra-Urbanos: **Dinâmica de Circulação Viral e Efetividade de Ações de Combate Vetorial.** Tese (Doutorado em Saúde Coletiva) – Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 189p. 2000.

TEIXEIRA, M. G; COSTA, M. C. N; BARRETO, M. L. E a dengue continua desafiando e causando perplexidade. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.27, n.5, p. 828-828, 2011.

TIPAYAMONGKHOLGUL, M.; LISAKULRUK, L. Socio-geographical factors in vulnerability to dengue in Thai villages: a spatial regression analysis. **Geospatial Health**. v.5, n.2, p.191-198, 2011.

TORRES, E. M. Dengue. **Estud. av**; v.22, n.64, p. 33-52. 2008.

UDAYANGA, L.; GUNATHILAKA, N.; IQBAL, M. C. M.; LAKMAL, K.; AMARASINGHE, U. S.; ABEYEWICKREME, W. Avaliação abrangente de fatores demográficos, socioeconômicos e outros fatores de risco associados que afetam a incidência da dengue entre os distritos de Colombo e Kandy, no Sri Lanka: um estudo transversal. **Parasitas e vetores**. v.11, p. 478. 24 de agosto de 2018.

VALLE, D; BELINATO, T. A; MARTINS, A. J. 2015. Controle químico de *Aedes aegypti*. Resistencia a inseticidas e alternativas. In: VALLE, D; PIMENTA, D. N; CUNHA, V. R; editors. **Dengue: Teorias e Praticas**. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, Brazil, pp 93–126, 2015.

CAPÍTULO 2 - SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICO APLICADO NA OCORRÊNCIA DE DENGUE EM SÃO LUÍS DE MONTES BELOS-GO

Marcelo A. Paixão Júnior

Universidade Estadual de Goiás, mpconsulte@yahoo.com.br

RESUMO

Este estudo mapeou a área urbana de São Luís de Montes Belos quanto a incidência de dengue no período de 2008 a 2017 com vistas a fornecer subsídios ao Programa de Vigilância e Controle da doença no município. Cada caso foi identificado por bairro de acordo com informações obtidas pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Esse banco de dados foi correlacionado a fatores geográficos e espacializados por meio do geoprocessamento. Foram elaborados mapas temáticos da incidência dos casos suspeitos e confirmados de dengue em cada bairro e ano; realizou-se a correlação desses índices com os níveis de precipitação mensal entre os anos de 2011 a 2017. Após a análise de dados, alguns fatores que mais influenciam na incidência desse agravo foram observados sendo eles: volume de chuva, alternância de vírus e região com maior densidade populacional. Entre os itens o que houve maior significância foi o índice pluviométrico, sendo o fator determinante no aumento da ocorrência, principalmente nos dois primeiros trimestres do ano. De acordo com espacialização dos casos o avanço da doença pode ter seu avanço bloqueado com maior eficácia, pois medidas preventivas diversas podem ser adotadas nos pontos críticos de todo município.

Palavras-chave: *Aedes aegypty*. Arbovirose. Dengue. Epidemiologia. Saúde Pública. SIG.

* Trabalho elaborado de acordo com as normas da revista *Journal of Vector Ecology*.

ABSTRACT

This study mapped the urban area of São Luís de Montes Belos regarding the incidence of dengue in the period from 2008 to 2017 with a view to providing subsidies to the Surveillance and Control Program of the disease in the municipality. Each case was identified by neighborhood according to information obtained by the Notification of Injury Information System. This database was correlated to geographic and spatial factors through geoprocessing. Thematic maps of the incidence of suspected and confirmed cases of dengue in each neighborhood and year were prepared; the correlation of these indices with the monthly precipitation levels between the years 2011 to 2017 was verified. After data analysis, some factors that most influence the incidence of this disease were observed: rainfall volume, virus and region alternation with greater population density. Among the items, the most significant was the rainfall index, being the determining factor in the increase of occurrence, especially in the first two quarters of the year. According to the spatialization of the cases, the progression of the disease may have its progress blocked with greater effectiveness, since several preventive measures can be adopted at critical points in every municipality.

Key words: *Aedes aegypti*. Arbovirose. Dengue. Epidemiology. Public health. SIG.

* Trabalho elaborado de acordo com as normas da revista *Journal of Vector Ecology*.

INTRODUÇÃO

A dengue tem se tornado um grave problema de saúde pública em vários países, com quatros sorotipos antigenicamente distintos, conhecido como o *Arbovírus* do gênero *Flavivírus*: DENV-1, DENV-2, DENV-3 OU DENV-4 (BRASIL, 2017). Acredita-se que em 2007, foi constatado em uma epidemia na Malásia, o surgimento de um novo sorotipo (DENV-5), podendo levar o controle da doença a novos desafios (MUSTAFA et al., 2015).

Esta enfermidade aumentou em grande parte do mundo e atualmente afeta mais de 125 países, principalmente no continente americano, no Sudeste Asiático e na região do Pacífico Ocidental (WHO, 2017). A Organização Mundial de Saúde estima que sua incidência tenha aumentado 30 vezes na última década, com 50 a 100 milhões de casos ocorrendo a cada ano e com circulação de todos os quatro sorotipos do vírus (PAHO, 2018).

No Brasil não é diferente, pois o país possui um clima extremamente favorável para a reprodução do vetor e proliferação do vírus (FARRAR et al., 2007). O boletim epidemiológico do Ministério da Saúde comprova que anualmente 1,4 milhões de pessoas são infectadas. Como prova disso, a partir de 1986, sucessivos surtos passaram a ocorrer na maioria dos estados brasileiros (ANGERAMI, 2008) sendo o maior identificado em 2013 com aproximadamente 2 milhões de casos notificados em todo território brasileiro (ALMEIDA, 2017).

A complexidade da dengue está intimamente relacionada com as características ecológicas do ambiente, além das características do indivíduo. As geotecnologias demostram ser um importante instrumento computacional, que pode correlacionar as áreas onde há risco de proliferação ou disseminação da dengue (OLIVEIRA et al., 2018). Os estudos que utilizam unidades espaciais aliados à análise das características ambientais locais permitem um diagnóstico mais completo da doença e a identificação de heterogeneidade espacial das localidades estudadas (FLAUZINO et al., 2009).

Compreender como as informações chegam aos indivíduos e às comunidades, tal qual como são interpretadas e apropriadas, torna-se um aspecto fundamental na construção de estratégias para prevenção e controle de doenças, como a dengue (VILLELA e ALMEIDA, 2012). A análise espacial através de SIG vêm sendo utilizada no mapeamento e caracterização epidemiológica de endemias

(SILVA et al., 2015), além de ser um importante instrumento de correlação com fatores ambientais e outros indicadores de saúde pública (AILEEN e SONG, 2000).

Há uma relação entre a degradação ambiental composta por armazenamento de água, esgoto a céu aberto e o lixo, com a qualidade de vida da população e os casos de dengue (PINTO, 2013). Nessa perspectiva, a saúde de uma cidade se constitui através de um ambiente de qualidade, onde o espaço urbano é bem equilibrado e organizado (ALMEIDA, 2017).

Conhecer os aspectos epidemiológicos e clínicos da doença em áreas endêmicas é primordial para traçar uma boa sistemática de bloqueio da transmissão (FERREIRA et al., 2017). Nesse caso, uma boa avaliação da distribuição espacial possibilita possíveis explicações sobre a reincidência de casos em algumas áreas geográficas, apesar dos inúmeros esforços para erradicação da doença (VAREJÃO et al., 2005).

O mapeamento de risco também se apresenta como uma estratégia promissora, desenvolvida para avaliar e identificar áreas de risco aumentado para transmissão das arboviroses em determinados territórios, utilizando estatísticas espaciais locais (LACON et al., 2014). Ao relacionar os dados espaciais com dados da vigilância epidemiológica, da rede laboratorial e de saneamento, as ações específicas de controle vetorial são direcionadas para áreas prioritárias (VAZQUEZ et al., 2010).

Diante do exposto, o objetivo proposto é identificar e mapear os locais de casos suspeitos e confirmados de dengue no período de 2008 a 2017, e a relação da dengue com fatores geográficos e meteorológicos em São Luís de Montes Belos, GO.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo compreende a área urbana do município de São Luís de Montes Belos localizado a 16°31’30” S e 50°22”20” W, no Estado de Goiás (Figura 2), situado na mesorregião geográfica Centro de Goiás e microrregião de Anicuns. A precipitação pluviométrica anual acumulada varia de 1.200 mm a 1.800 mm; a média de temperatura varia de 24 a 25ºC anual, a altitude máxima é de 850m. A vegetação natural no município é a savânica Cerrado Sentido Restrito (RIBEIRO, et. al., 2008).

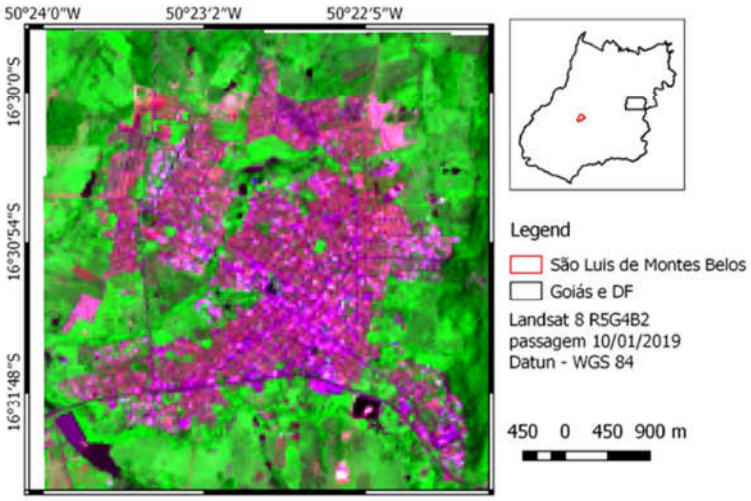


Figura 2. Localização geográfica da área urbana do município de São Luís de Montes Belos, Goiás.

Dados avaliados

Este trabalho é um estudo retrospectivo transversal, onde foram avaliados os dados obtidos nos anos de 2008 a 2017. As informações dos casos notificados e confirmados de dengue foram fornecidas pela equipe da Secretaria de Vigilância em Saúde do Estado de Goiás (SUVISA), por meio do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e SINAN Online.

Os casos notificados de dengue só podem ser confirmados por meio de exame e necessitam que o paciente suspeito, depois de notificado, vá ao centro de coleta do município. Uma vez coletada, a amostra é enviada ao Laboratório Central de Saúde Pública (LACEN), que realiza o exame e libera o laudo de confirmação.

As informações disponibilizadas pela base de dados do Ministério da Saúde entre o período de 2008 a 2017, foram organizadas em planilhas com os somatórios anual por bairro, para posterior inserção no SIG. Os casos de dengue notificados e confirmados entre o período de 2011 a 2017 foram analisados por trimestre, por bairro, realizando uma análise de correlação com os dados de precipitação.

Os dados de infraestrutura, como divisão de bairros e ruas da área urbana de São Luís de Montes Belos foram fornecidos pelo departamento de infraestrutura do município (SLMB, 2017). Os dados foram convertidos em arquivos vetoriais para manipulação no software QGIS 2.18. Após organização dos dados vetoriais, as planilhas de casos notificados e confirmados (2008 a 2017), foram importadas à tabela de atributos no SIG, para posterior manipulação e geração dos mapas temáticos.

Os dados de precipitação foram obtidos junto a plataforma do Laboratório de Processamento de Imagens de Geoprocessamento (LAPIG, 2018), os quais disponibiliza dados do satélite TRMM. Esses dados foram organizados em escala trimestral (2011 a 2017), e também somatório anual (2008 a 2017).

A precipitação em escala trimestral foi submetida a análise de correlação com os casos de dengue, notificados e confirmados do trimestre no período de 2011 a 2017. Também foi realizada a correlação dos casos de dengue, porém, com a ocorrência de precipitação de um trimestre anterior, visando identificar se os casos de dengue notificados e confirmados ocorrem simultaneamente ao período da chuva, ou existem uma defasagem temporal. Para essas análises, considerou a média dos valores de correlação por bairro para o período analisado.

Para melhor caracterização e análise dos dados, também foram consideradas as informações de hipsometria, declividade do terreno, presença de drenagem, malha viária, e uso e cobertura do solo.

Mapas hipsométricos e declividade foram gerados a partir dos dados de hipsometria obtidos do projeto TOPODATA/INPE (INPE, 2017), correspondente ao tile 16S51, com resolução espacial de 30 metros, recortadas e processados para obtenção da declividade do terreno (%).

A rede de hidrografia e a malha viária foram obtidos como dados vetoriais da região de estudo, junto ao Sistema de Informação e Geoprocessamento do Estado de Goiás (SIEG, 2017). Foram considerados os rios de maior vazão que passam nas proximidades da área urbana e também os pequenos cursos de água que nascem dentro da área de estudo.

Para os mapas de uso e cobertura do solo foram obtidas imagens de satélites do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2017). As imagens referem-se ao satélite Landsat 8, sensor OLI, com orbita 222, ponto 071, passagem no dia 10/01/2019. A imagem foi classificada por meio supervisionado, considerando os usos de área urbanizada, áreas verdes (pastagem, cerrado, parques e praças com vegetação natural) e água.

Após processamento das informações, os mapas temáticos foram elaborados, considerando um recorte espacial que abrange a área urbana e seu entorno (Figura 2), permitindo assim uma análise espacial e influência dos fatores no entorno da área urbanizada.

RESULTADOS

Ocorrência de dengue nos bairros

Os mapas de ocorrência mostram que nos três primeiros anos (2008 a 2010) houve um maior percentual de notificações e confirmações de casos de dengue (Figura 3). Nos dois anos posteriores (2011 e 2012) um decréscimo, mantendo-se estável nos três anos subsequentes (2013 a 2015). Em 2016 e 2017 o percentual de incidência da doença voltou a cair consideravelmente comparado aos três anos anteriores.

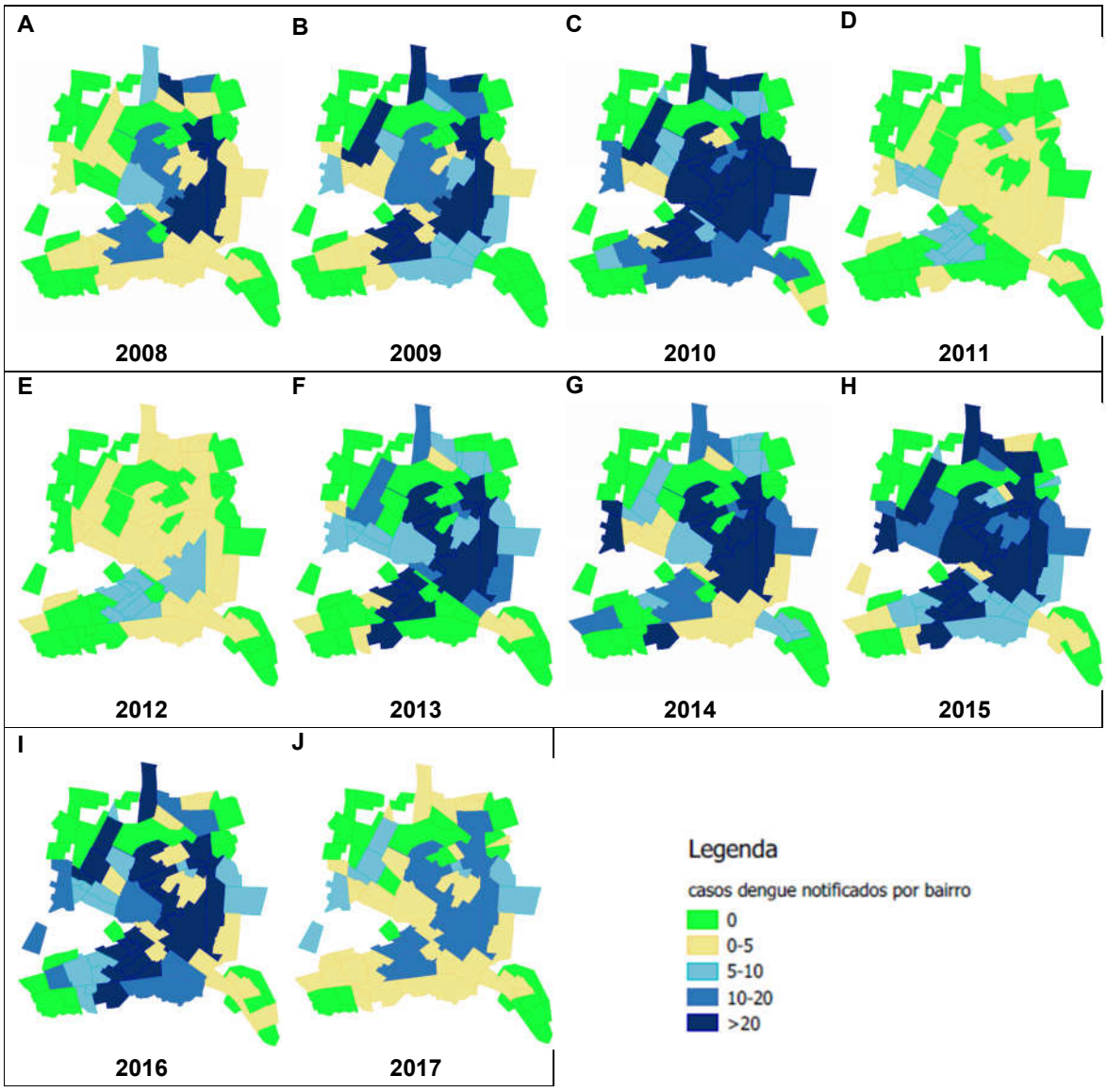


Figura 3. Área urbana do município de São Luís de Montes Belos e o número de casos suspeitos de dengue entre os anos 2008 a 2017.

Nos dez anos que compuseram o período da pesquisa, foram realizadas 3666 notificações de suspeitas de dengue, em 39 bairros distintos do município. Desse montante, obteve-se confirmação em 1961 casos distribuídos pelos bairros notificados, com exceção do setor Agropecuário II onde não houve confirmação (Figura 4).

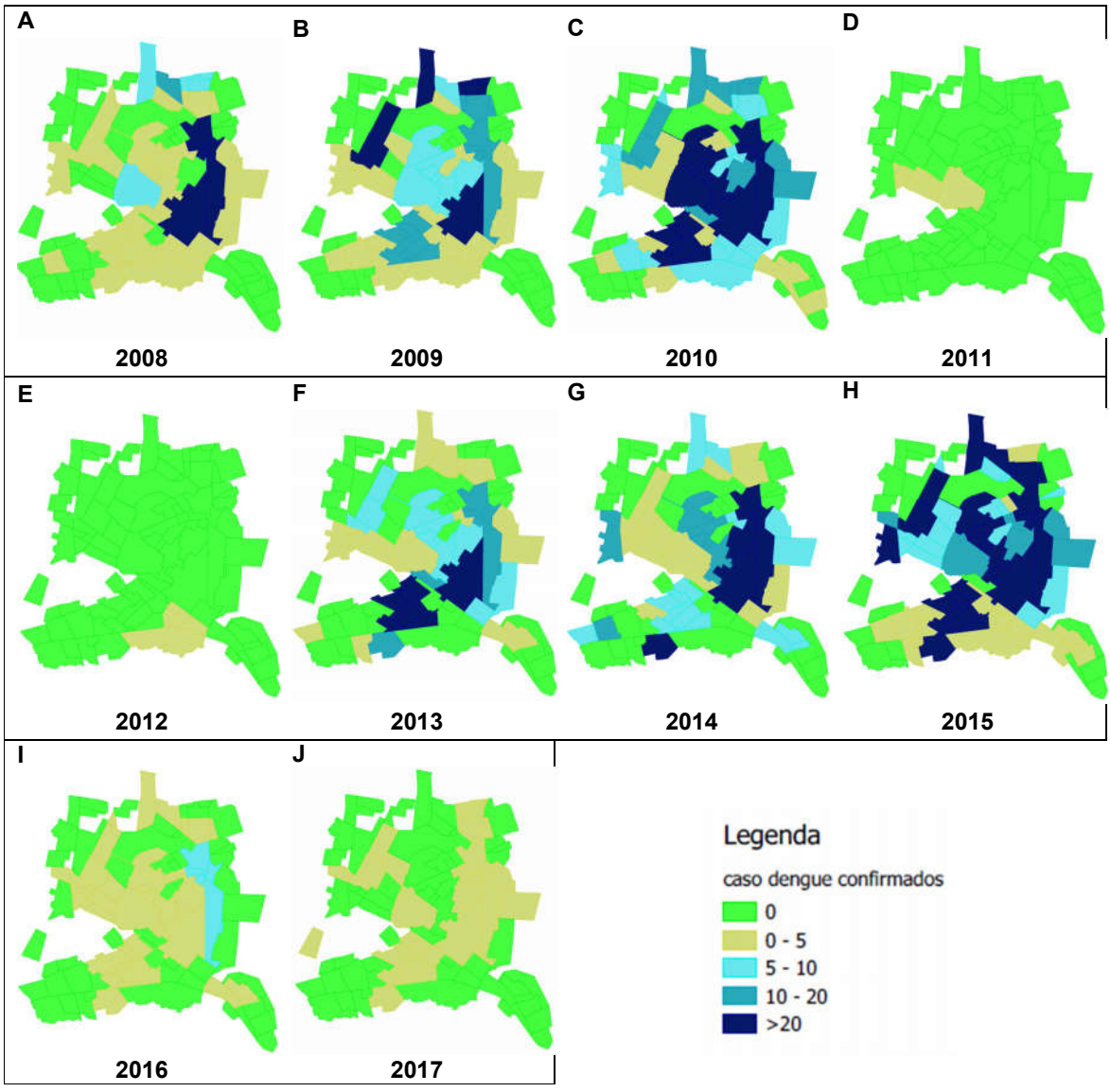


Figura 4. Área urbana do município de São Luís de Montes Belos e o número de casos confirmados de dengue entre os anos 2008 a 2017.

Mapas temáticos

Todos os bairros da área de estudo estão localizados em uma altitude que varia entre 550 a 600 metros em relação ao nível do mar (Figura 5 A). Já em relação

ao mapa de declividade, esse arranjo fica mais disperso pelos bairros abordados. Apesar do percentual de declividade não ser muito acentuado, há uma maior variação comparada aos níveis de altitude (Figura 5 B). É possível observar quatro classes presentes na área urbana do município oscilando de 0 a 15% de declividade.

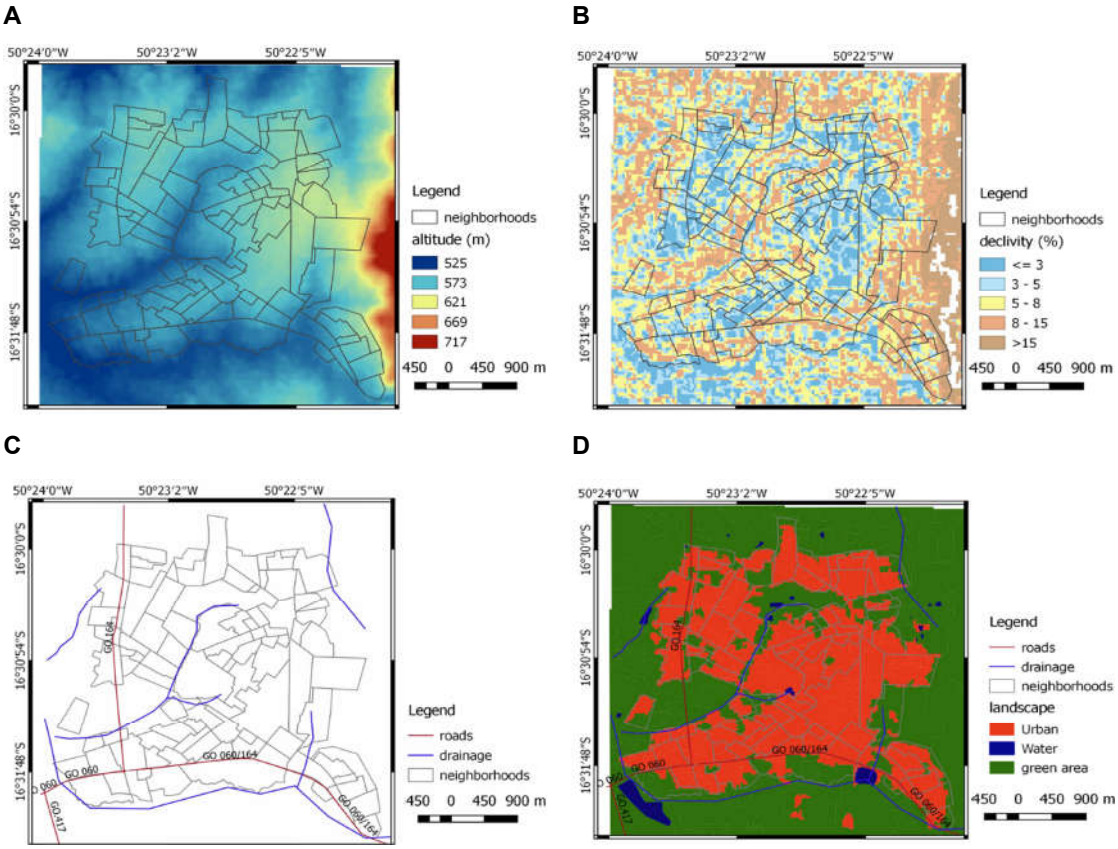


Figura 5. A – altitude, B – declividade, C – bairros, malha viária e drenagem, D – uso do solo, do recorte de entorno da área urbana do município de São Luís de Montes Belos, Goiás.

Considerando o mapa de drenagem (Figura 5 C), nota-se a presença de alguns cursos d'água que percorrem boa parte dos bairros. As ocorrências de casos confirmados e suspeitos estão dispersas pelo município, tendo sua maioria uma distância considerável dessas áreas. Além de muitas regiões alagadas, com lagos, represas e córregos, é notória uma boa quantidade de áreas verdes compostas por praças, lotes, parques e chácaras, dentro do perímetro urbano (Figura 5 D).

Muitos bairros chegam a ocupar áreas de preservação permanente (APP), com domicílios construídos, enquanto outros contêm grande parte de suas áreas ainda sem nenhuma construção. Alguns mais recentes são, em sua maioria,

encontrados nas regiões do entorno da cidade, o que explica a quantidade elevada de áreas verdes dentro do perímetro urbano, somados às propriedades rurais.

Índices de precipitação

O acumulado de precipitação pluviométrica anual se manteve entre 1200 e 1500mm nos anos de 2008 a 2017 com alguns picos que se sobressaíram como nos anos de 2008, 2009, 2011 e 2012 (Figura 6A). Em 2008 foram registradas 193 notificações e 118 casos confirmados (61,14%); já em 2009 foram 320 notificações e 245 casos confirmados (76,56%). Em 2011 foram registradas 61 notificações e 2 casos confirmados (3,27%); já em 2012 houveram 58 notificações e apenas uma confirmação de dengue (1,72%).

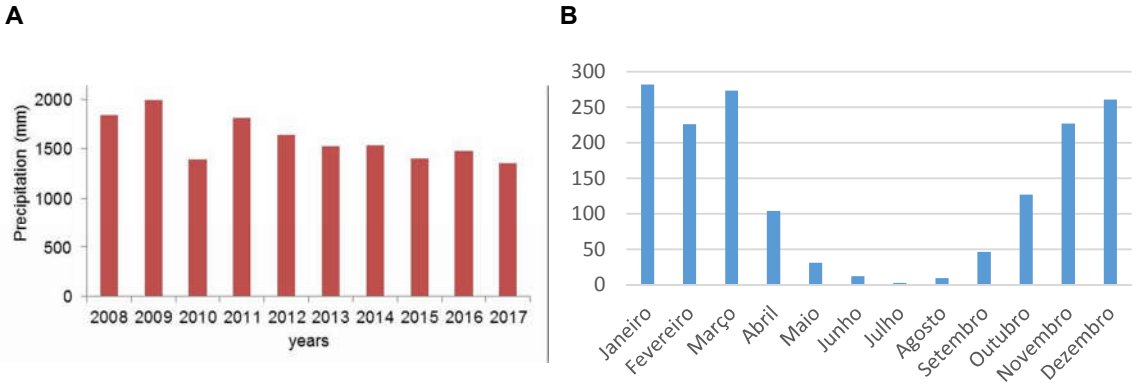


Figura 6. Precipitação (mm) acumulado anual entre 2008 a 2017 (A) e o acumulado médio mensal do mesmo período (B) em São Luís de Montes Belos, Goiás.

De acordo com o gráfico acumulado médio mensal de precipitação (Figura 6B), o primeiro e o quarto trimestre correspondem ao período de maior volume de chuva. Quando se compara esses dados com os casos notificados, nota-se uma disparidade, onde o período de maior ocorrência da doença se dá nos dois primeiros trimestres.

Tabela 2. Relação da média mensal de precipitação e acumulado de casos notificados e confirmados por ano.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Precipitação	*153,6*	*166,2*	*115,9*	*151,0*	*136,3*	*127,3*	*128,3*	*116,7*	*123,2*	*104,0*
Notificação	*193*	*320*	*852*	*61*	*58*	*301*	*498*	*744*	*480*	*159*
Confirmação	*118*	*245*	*529*	*2*	*1*	*157*	*286*	*564*	*38*	*21*

O volume de chuva no ano de 2017 foi o menor de todos anos apresentados, tanto no acumulado (1143 mm), quanto na média entre os meses (104 mm). Nesse mesmo ano foram registradas 159 notificações de suspeita de dengue, sendo que 21 casos foram confirmados (13,20%). Em alguns anos ocorreu uma equiparação entre o número de casos e a quantidade de chuva, em outros, como 2008, 2010, 2011, 2012, 2014 e 2015, nota-se uma diferença considerável (Tabela 2). Diante dessa discrepância em alguns valores do acumulado anual, em geral a média das correlações de casos confirmados ou notificados, quando faz a defasagem de um trimestre, apresentam elevação nesse valor (Tabela 3).

Tabela 3. Media das correlações trimestrais de todos os bairros, por ano em casos acumulados e confirmados de dengue com a média mensal da precipitação trimestral dos casos notificados e confirmados com o trimestre anterior, entre 2011 a 2017.

	confirmados		notificados	
ano	1-2-3-4	2-3-4-1	1-2-3-4	2-3-4-1
2011	0,9659	-0,6046	0,6949	-0,3277
2012	-0,4776	0,1943	0,5871	0,2640
2013	0,1942	0,9288	0,0986	0,9315
2014	-0,0058	0,9947	0,0869	0,9871
2015	-0,2013	0,8373	-0,1319	0,9262
2016	0,6408	0,9305	0,6928	0,9326
2017	-0,7391	-	0,1366	-

A correlação pode ser considerada fraca ou nula quando considera os mesmos trimestres dos casos de dengue e de chuva, exceto no ano de 2011. À medida que se correlaciona a média trimestral dos índices pluviométricos com o trimestre subsequente dos casos da doença nota-se um aumento nessa correlação. Em 2012 apresenta baixo valor de correlação em casos notificados e confirmados, o que pode indicar que outros fatores, além da precipitação também devem interferir.

DISCUSSÃO

O estudo georeferenciou as informações dos casos de dengue relacionando com índices de precipitação, relevo e uso do solo. Segundo Silva, (2014), o uso de Sistemas de Informações Geográficas são ferramentas de grande valia para o estudo, análise e compreensão dessas relações, o que corrobora com estudos realizados em Bayeux-PB (ALMEIDA, 2017) e Juazeiro-BA; (OLIVEIRA et al., 2018).

Contudo, foi constatado uma maior concentração na ocorrência dos casos notificados de dengue entre os bairros da região central, conforme ilustrado nas Figuras 5 e 6. Quanto a distribuição geográfica da doença por bairros ou regiões, houve mais de 400 casos, ocorrido nos setores Central e Montes Belos (23,10%) com 200 a 399 casos (16,97%) nos bairros Rodoviário e São José. Outros oito bairros registraram de 100 a 199 casos (32,13%) e os demais bairros tiveram menos de 100 casos suspeitos de dengue (27,80%).

A análise segue o mesmo padrão quando se observa os mapas de ocorrência dos casos confirmados de dengue. Os bairros Montes Belos e Central possuem acima de 200 casos (26,06%), os bairros Aeroporto, Rodoviário e São José com 100 a 199 casos (21,47%) e os demais bairros apresentaram menos de 99 casos confirmados (52,47%). Verifica-se que os bairros com menor registro de casos estão localizados na zona periférica, possivelmente por ser regiões menos populosas.

É válido ressaltar uma das discussões do trabalho de Silva et al., (2018) onde é relatado que a utilização do endereço de residência para georreferenciamento dos casos pressupõe que a transmissão tenha ocorrido no domicílio e desconsidera que a mesma possa ter ocorrido em local de trabalho, estudo, lazer, regiões essas que podem ser vizinhas ou distantes. Isso torna o bloqueio ineficaz ou até desnecessário em alguns casos, já que os criadouros contendo as larvas não foram eliminados e o inseticida, que mata os insetos adultos, não atingiu seu objetivo.

De acordo com os mapas de altimetria e declividade observou-se uma baixa relevância da ocorrência do agravo com o relevo local. A área urbana do município possui uma oscilação pouco agressiva, tornando boa parte dos terrenos habitáveis e de fácil deslocamento. Já as áreas de drenagem existentes, possuem agentes biológicos que auxiliam o controle vetorial, tais como peixes e libélulas que se alimentam das larvas dos mosquitos, bloqueando a reprodução do vetor. Seria interessante combinar essas análises com variáveis ambientais como direção do vento, qualidade do ar e temperatura; parâmetros que podem influenciar o crescimento do mosquito e assim ter mais ferramentas na tomada de decisão para prevenção na propagação da doença (LONDOÑO et al., 2014).

Por meio do mapa de uso do solo observa que há um elevado número de terrenos baldios dentro da área estudada. Em alguns bairros chega-se a encontrar quadras praticamente desabitadas com poucos domicílios o que torna um local de fácil desenvolvimento e proliferação de mosquitos. Embora ocorra um grande

número de bairros que possuem áreas verdes ou estão próximos de alguma, a ocorrência nessas regiões é baixa se comparado a locais com de vegetação próxima. Isso se dá, pois, o *Aedes aegypti* se prolifera em ambientes urbanos (TABACHNICK, 2010).

O aumento do número e da gravidade dos casos de dengue no Brasil, e no mundo, estimula a necessidade de conduzir investigações para identificar padrões de ocorrência (FERREIRA et al., 2017). Embora os atributos do sistema de vigilância da dengue para os exames sorológicos e de isolamento viral não tenham sido avaliados, os resultados deste trabalho reforçam uma atenção na qualidade da vigilância. As notificações devem ser realizadas, assim como a busca ativa dos pacientes para que realizem exames, afim de confirmar ou não o agravo (JUNIOR, 2016; BRASIL, 2012). Com isso, o perfil epidemiológico fica melhor estabelecido quanto ao tipo de vírus circulante em determinado período.

Percebe-se que, nos anos de 2008 e 2009 onde o período chuvoso foi alto, há uma incidência mais branda nos casos de dengue, o que evidencia o tipo de vírus circulante no município. Quando a maior parte da população está imune ao determinado sorotipo que prevalece na cidade, geralmente há uma menor incidência da doença. A medida que ocorre uma mudança nesse sorotipo, grande parte da população daquela região é afetada, por isso a importância em ter um sistema de vigilância que funcione corretamente. As falhas nos componentes relativos a estrutura e processo, podem ser um limitador da qualidade no cuidado do indivíduo com dengue (COSTA, 2018).

Nota-se a mesma tendência de baixo índice nos casos de dengue em 2011 e 2012, onde se deu uma média pluviométrica mais alta comparada aos anos subsequentes, assim, pode ter diminuído o número de casos, ou então uma falha ou falta no registro das notificações também relatada por Pinto et al., (2018). O sistema de vigilância da dengue no Brasil foi estabelecido desde a introdução do vírus no país, e avaliado como consistente, eficaz e representativo para a notificação dos casos (BARBOSA, 2015). É possível inferir que os surtos ocorridos resultem de uma interação complexa entre vários fatores, como índices pluviométricos, ecologia de mosquitos, genética viral, comportamento e antecedentes imunológicos da população (TORRES et al., 2017).

Corroboram aos resultados deste trabalho, os estudos feitos por Souza (2010) e Viana (2013) que mostram que a dengue está fortemente relacionada com as

variáveis meteorológicas. A variação sazonal da temperatura e da pluviosidade não só influenciaram na dinâmica do vetor e a incidência da doença em todo o país, independente do compartimento climático, como também gerou condições ambientais mais apropriadas para o desenvolvimento de adultos.

Os dados nesse estudo que correlacionam a média trimestral de chuva com o acumulado trimestral de ocorrência demonstraram forte relação quando se analisa um trimestre os casos de dengue com a precipitação do trimestre anterior. Como evidenciado no trabalho de Monteiro et al. (2009), ao analisar os indicadores epidemiológicos da dengue na cidade de Teresina-PI, de 2002 a 2006, observaram correlação positiva entre a incidência de dengue com a precipitação e a temperatura, particularmente no primeiro semestre de cada ano. Tais achados legitimam com o estudo de Barbosa e Lourenço (2010), realizado na cidade de Tupã, entre 2004 a 2007.

Em resumo, espera-se que os resultados apresentados neste artigo possam colaborar para a utilização de tecnologias preventivas mais efetivas, como o georreferenciamento. Com essa ferramenta deve-se compreender não só o ciclo de vida e de transmissão da dengue, como também conhecer o perfil demográfico e epidemiológico dessa morbidade.

REFERÊNCIAS

Ai-leen, G. T; Song, R. J. 2000. The Use of GIS in Ovitrap Monitoring for Dengue Control in Singapore. **Dengue Bulletin** Vol.24, p. 110-116.

Almeida, C. A. P. 2017. Análise geoespacial dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais em Bayeux – PB. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde.** Hygeia Vol.13, n.26, p. 71-86.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fichas de qualificação da RIPSA. 2012. Disponível em<http://fichas.ripsa.org.br/2012/d-2-3/?l=pt_BR. Acesso em 20 fev. 2019.

Barbosa, G. L.; Lourenço, R. W. 2010. Análise da distribuição espaço-temporal de dengue e da infestação larvária no município de Tupã, Estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.** Vol.43, n.2, p. 145-51.

Barbosa, J. R.; Barrado, J. C. S.; Zara, A.; Siqueira, J. J. B. 2015. Avaliação da qualidade dos dados, valor preditivo positivo, oportunidade e representatividade do

sistema de vigilância epidemiológica da dengue no Brasil, 2005 a 2009. **Epidemiol Serv Saude.** Vol.24, n.1, p. 49-58.

Costa, E. M. S.; Cunha, R. V.; Costa, E. A. 2018. Avaliação da implantação do Programa de Controle da Dengue em dois municípios fronteiriços do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Vol.*27,* n.4, e2017478.

Farrar, J; Focks, D; Gubler, D; Barrera, R; Guzman, M. G; Simmons, C; Kalayanarooj, S; Lum, L; Mccall, P. J; Lloyd, L; Horstick, O; Dayal-drager, R; Nathan, M. B; Kroeger, A. 2007. WHO - Dengue Scientific Working Group. Towards a global dengue research agenda. **Tropical Medicine and International Health**, Vol.12, n.6, p. 695-699.

Ferreira, A. C; Chiaravalloti-neto, F; Mondini, A. 2018. Dengue em Araraquara, SP: epidemiologia, clima e infestação por *Aedes aegypti*. **Revista de Saúde Pública.** Vol.52, n.18.

Flauzino, R. F; Souza-santos, R; Oliveira, R. M. 2009. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. **Revista Panam Salud Publica.** Vol.25, n.5, p. 456–61.

Hu, W.; Clements, A.; Williams, G.; Tong, S. 2011. Spatial analysis of notiied dengue fever infections. **Epidemiol Infect.** Vol.139, p. 391-399.

Junior, S. H. A.; Mota, J. C.; Silva, R, S.; Campos, M. R.; Schramm, J. M. A. 2016. Descrição dos registros repetidos no Sistema de Informação de Agravos de Notificação, Brasil, 2008-2009. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. Vol.25, n.3, p. 487-498.

Lacon, G; Morrison, A. C; Astete, H; Stoddard, S. T; Pazsoldan, V. A; Elder, J. P. 2014. Shifting patterns of Aedes aegypti fine scale spatial clutering in Iquitos, Peru. **PLoS Negl Trop Dis**. Vol.8, n.8, p. 30-38.

LAPIG – Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. Disponível em <https://www.lapig.iesa.ufg.br/lapig/index.php/produtos/dados-geograficos>. Acesso em 02 de fevereiro de 2019.

Londoño, L. A.; Restrepo, C.; Marulanda, E. 2014. Distribución espacial del dengue basado en herramientas del Sistema de Información Geográfica, Valle de Aburrá, Colombia. **Revista Facultad Nacional de Salud Pública**. Vol.32, n.1, p.7-15.

Longley, P. A; Goodchild, M. F; Maquire, D. J; Rhind, D. W. 2005. Geographical Information Systems and Science. **John Wiley & Sons Ltd.** 2ª ed. England.

Mustafa, M. S.; Rasotgi, V.; Jain, S.; Gupta, V. 2015. Discovery of fifth serotype of dengue virus (DENV-5): A new public health dilemma in dengue control**. Medical Journal, Armed Forces India.** Vol.71, n.1, p.67–70.

Ng, L. F.; OJCIUS D. M. 2009. Chikungunya Fever - Re-emergence of an Old Disease. **Microbes Infect.** p. 1163-4.

Oliveira, C. K. S. et. al. 2018. Georeferenciamento dos casos de dengue em Juazeiro/BA associados ao nível educacional da população**. Revista Educação & Linguagem**. Ano 5, n.1, p.1-13.

PAHO - Pan American Health Organization. 2018. Integrated Management Strategy for Dengue Prevention and Control in the Region of the Americas. Washington, D.C.

Pinto, P. S.; Pinto, F. O.; Duarte, S. C. 2013. A *Dengue e sua relação com Educação* Ambiental no município de Quiçamã/RJ. **Revista Científica da Faculdade de Medicina de Campos**. Vol.8, n.1, p.14-18.

Pinto, L. F.; Freitas, M. P. S. D.; Figueiredo, A. W. S. A. D. 2018. Sistemas Nacionais de Informação e levantamentos populacionais: algumas contribuições do Ministério da Saúde e do IBGE para a análise das capitais brasileiras nos últimos 30 anos. **Ciência & Saúde Coletiva**. Vol.23, n.1, p.1859-1870.

Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. de; Ribeiro, J. F. (Ed.). **Cerrado**: ecologia e flora 2008. Brasília: EMBRAPA-CERRADOS. Vol.2, 876 p.

SLMB. Prefeitura Municipal de São Luís de Montes Belos. Disponível em <http://www.saoluisdemontesbelos.go.gov.br/>. Acesso em 18 de outubro de 2017.

SIEG - Sistema Estadual de Geoinformação. Disponível em <http://www.sieg.go.gov.br/>. Acesso em 16 de outubro de 2017.

Silva, F. S.; Libório, M. P.; Haddad, P. B. 2018. Relação geográfica entre índice de vulnerabilidade social e a transmissão da dengue: estudo de caso de Praia Grande, São Paulo. **Revista Espinhaço | UFVJM**, Vol.7, n.2, p. 39-48.

Silva, A. M. et al. 2015. Modelagem geoestatística dos casos de dengue e da variação termopluviométrica em João Pessoa, Brasil. Uberlândia. **Sociedade & Natureza.** Vol.27, n.1, p. 157-169.

Silva, R. M.; Silva, A. M.; Chaves, J. J. S. 2014. Vulnerabilidade espacial da dengue e sua relação com a variabilidade termopluviométrica em João Pessoa-PB. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde.** Vol.10, n.18, p. 177–189.

Souza, S. S.; Silva, I. G.; Silva, H. H. G. Associação entre incidência de dengue, pluviosidade e densidade larvária de Aedes aegypti, no Estado de Goiás. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.** Vol.43, n.2, p. 152-155.

Staples, J. E., Breiman, R. F., Powers, A. M. 2009. Chikungunya fever: an epidemiological review of a re-emerging infectious disease. **Clinical Infectious Diseases.** Vol.49, p. 942-8.

Tabachnick, W. J. 2010. Challenges in predicting climate and environmental effects on vector-borne disease episystems in a changing world. **Journal of Experimental Biology.** Vol.213, n.6, p. 946-54.

Torres, J. R; Orduna, T. A; Piña-pozas, M; Vázquez-veja, D; Sarti, E. 2017. Epidemiological characteristics of dengue disease in Latin America and in the Caribbean: a systematic review of the literature. **Tropical Medicine and International Health**. Vol.80, n.4, p. 543-5.

Varejão, J. B. M; Santos, C. B; Rezende, H. C; Bevilacqua, L. C; Falqueto, A. 2005. Criadouros de Aedes aegypti em bromélias nativas na cidade de Vitória, ES. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.** Vol.38, n.3, p. 238-240.

Vazquez-prokopec, G. M; Kitron, U; Montgomery, B; Horne, P; Ritchie, S. A. 2010. Quantifying the spatial dimension of dengue virus epidemic spread within a tropical urban environment. **PLoS Negl Trop Dis.** Vol.4, n.12, p. 920.

Viana, D. V.; Ignotti, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Epidemiologia.** Vol.16, n.2, p. 240-56.

Villela, E. F. M; Almeida, M. A. 2012. Mediações da informação em Saúde Pública: um estudo sobre a dengue. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde,** Rio de Janeiro, Vol.6, n.1, p. 48-59.

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