

VII-067 – CORRELAÇÃO LINEAR ENTRE SANEAMENTO BÁSICO, PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA E CASOS DE DENGUE NA CIDADE DE BELÉM-PA- 2001 A 2017

Yuri Pires da Silva⁽¹⁾

Estudante de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará.

Fábio Sérgio Lima Brito⁽²⁾

Estudante de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará.

Natasha Cibelli da Rosa Gomes⁽³⁾

Estudante de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará.

Endereço⁽¹⁾: Travessa L-3, 262 – Campina de Icoaraci - Belém - PA - CEP: 66813-670 - Brasil - Tel: (91) 98481-5918 - e-mail: yuri.pires2098@gmail.com

RESUMO

Este trabalho objetivou analisar a correlação linear de Pearson entre saneamento básico e os casos epidemiológicos de dengue na cidade de Belém, PA com base nos levantamentos de 2001 a 2017. A pesquisa foi sintetizada em três etapas principais sendo que inicialmente foram levantados os percentuais da cobertura dos serviços de saneamento básico da cidade. Posteriormente, foram analisados os índices pluviométricos utilizando o site oficial da Agência Nacional das Águas (ANA) e os dados foram correlacionados com as informações concedidas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) da plataforma do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS). Os dados foram analisados mediante a estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação), uso da correlação linear com o auxílio do software BioEstat. Os resultados apontaram que os serviços de saneamento básico da cidade são insuficientes em cobertura e qualidade interferindo de forma negativa para os agravos dos casos de dengue na cidade, além das condições climáticas que favorecem a proliferação do agente transmissor, pois quanto maior o período de chuvas mais acentuada as epidemiologias da doença. Logo, as medidas corretivas devem continuar a serem feitas pelo Estado e a população deve se instruída no combate à dengue com programas de Educação Sanitária e Ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento Básico, Saúde Pública, SINAN.

INTRODUÇÃO

Saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social. Nesse sentido, pode-se dizer que saneamento é um conjunto de ações que visam controlar doenças, transmissíveis ou não, além de propiciar conforto e bem-estar. Portanto, está vinculado diretamente às condições de saúde e vida da população, caracterizando-se como um direito básico do cidadão (OMS, 2015; OLÍMPIO JÚNIOR, 2004).

Segundo Vidigal (2015), as ações de saneamento básico promovem a melhoria da qualidade de vida da população, refletindo positivamente na saúde pública com redução da mortalidade infantil e promoção da saúde. A Lei de Saneamento Básico n.º 11.445/2007 trata da questão da saúde em diversos aspectos, mas principalmente quando se refere à prestação de serviços tais como: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2007).

A Lei 8.080 dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde e aponta o saneamento básico e o meio ambiente como um dos fatores determinantes para o bem-estar dos cidadãos de forma que se entenda a relação causal entre saneamento e as exposições epidemiológicas existentes devido aos problemas sanitários (BRASIL, 1990). Demonstrando importância e a necessidade de investimentos no setor em escalas federais, estaduais e municipais.

No entanto, a saúde que o saneamento proporciona se difere daquela que se procura nos hospitais e nos chamados centros de saúde, pois para esses estabelecimentos são encaminhadas as pessoas que já estão efetivamente doentes ou, no mínimo, presumem que estejam. Ao contrário do Saneamento que, promove a saúde pública preventiva reduzindo a necessidade de procura aos hospitais e postos de saúde, isso porque elimina a chance de contágio por diversas moléstias (GUIMARÃES, CARVALHO & SILVA, 2007).

Na atualidade, “o Brasil está situado entre os países com o maior número de casos relatados de dengue, tendo aumentado inclusive a incidência das formas mais agressivas dessa doença” (FEITOSA; SOBRAL & JESUS, 2015). A “dengue é considerada uma doença tropical, pois se prolifera mais em países tropicais pelo fato do clima ser quente e úmido o que torna condições ideais para a proliferação do mosquito, por isso, nesses países há uma maior necessidade de estudo de prevenção desta epidemia” (HERMIDA; ARAÚJO, 2014).

Nesse aspecto, a doença é mais acentuada nos períodos de verão, aos quais tem se a associação de altas temperaturas e chuvas abundantes com a dengue. Uma das principais dificuldades na erradicação da doença destaca-se a existência dos “quatro sorotipos da dengue e indivíduos infectados com um sorotipo viral adquirem imunidade duradoura específica para o mesmo, mas não para os outros três tipos. Em áreas endêmicas a população pode ser acometida por diferentes sorotipos aumentando o risco de desenvolver a dengue hemorrágica” (HALSTEAD, 1970; HALSTEAD, 1980).

Para Mendonça; Souza & Dutra (2009), os problemas graves de saúde pública, como a infestação do mosquito da dengue, necessitam de ações dinâmicas e por vezes inter e transdisciplinares para fortalecer a atuação da Vigilância Epidemiológica, aumentando sua capacidade de antever os riscos, evitando a instalação de surtos da doença, aprimorando formas de controle do vetor e melhorando os condicionantes sociais e ambientais.

OBJETIVOS

Este trabalho objetivou analisar a correlação linear de Pearson entre saneamento básico, precipitação pluviométrica e os casos epidemiológicos de dengue na cidade de Belém, PA com base nos levantamentos de 2001 a 2017.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo iniciou com método de pesquisa bibliográfica, que segundo Prodanov e Freitas (2013), deve iniciar com amplo levantamento de fontes teóricas, como relatórios de pesquisa, livros, artigos científicos, monografias, dissertações e teses. O autor aborda também que objetivo de elaborar a contextualização da pesquisa e seu embasamento teórico.

Área de estudo: abrange o município de Belém, capital do Estado do Pará. Está situada nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 01° 23' 06'' ao sul e longitude 48° 29' 05'' a oeste de Greenwich, com 10m de altitude media em relação ao nível do mar. O município possui área territorial de 1,059 km², e o clima dominante na região é quente e úmido.

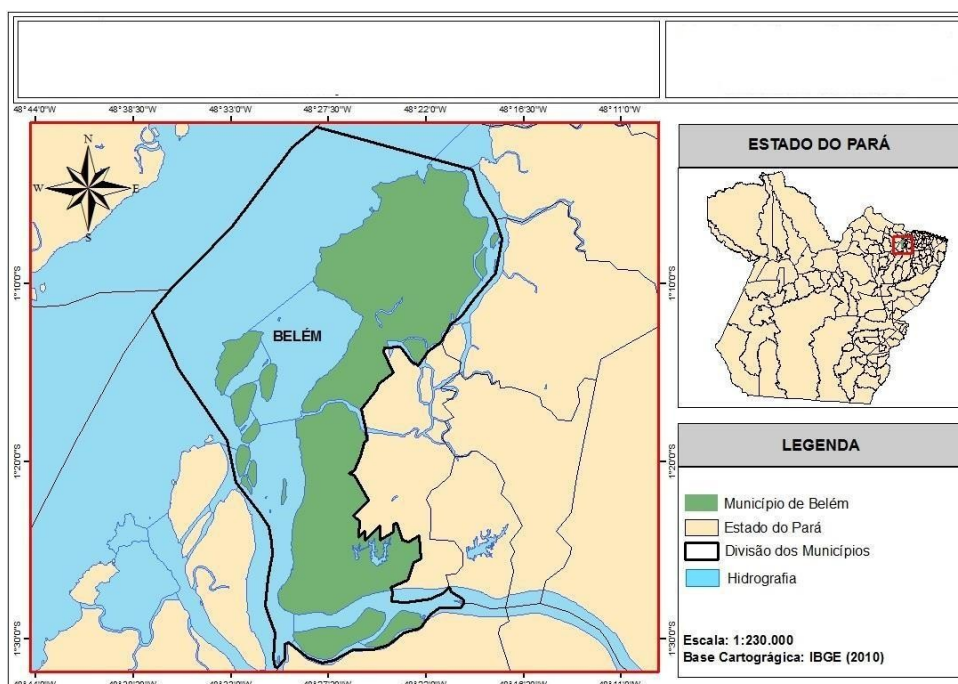


Figura 1 – Localização do Município de Belém.

Fonte: Fragoso et al, 2016

Levantamento de dados: foram levantados os percentuais da cobertura dos serviços de saneamento básico da cidade. Em seguida, a análise dos índices pluviométricos utilizando o site oficial da Agência Nacional das Águas (ANA) e os dados foram correlacionados com as informações concedidas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) da plataforma do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS).

Análise dos dados: os dados foram analisados mediante a estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação), uso da correlação linear que mede o grau de correlação entre a variável independente Y (Chuva) e dependente X (Doença) entre os valores -1 e 1 que apontam a força e o grau de associação (Tabela 1) com o auxílio do software BioEstat. Com os dados processados foi utilizado o software Excel para plotar os gráficos para uma melhor visualização.

Tabela 1 -Correlação linear de Pearson.

VALORES	CORRELAÇÃO	VALORES	CORRELAÇÃO
-1,00	<i>Correlação negativa perfeita</i>	+1,00	<i>Correlação positiva perfeita</i>
- 0,99 - 0,70	<i>Correlação negativa forte</i>	+ 0,99 - 0,70	<i>Correlação positiva forte</i>
- 0,69 - 0,40	<i>Correlação negativa moderada</i>	+ 0,69 - 0,40	<i>Correlação positiva moderada</i>
- 0 39 - 0,10	<i>Correlação negativa fraca</i>	+ 0 39 - 0,10	<i>Correlação positiva fraca</i>
0,0	<i>Ausência de correlação</i>	0,0	<i>Ausência de correlação</i>

Fonte: AYRES, 2015

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Condições de saneamento Básico da Cidade de Belém

As condições de saneamento deste estudo foram realizadas com base nos levantamentos feitos pelo Instituto de Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2010 e Anuário Estatístico de Belém ano de 2011. A cidade de Belém possui 75,49% de domicílios atendidos com o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) sendo 188.154 ligações cadastradas, 93,63% residencial, 5,03% comercial, 0,33% industrial e 1,01% pública e 20,60% são abastecidos por poços ou nascentes (COSANPA, 2013).

Nesse sentido, embora na região amazônica esteja concentrada o maior percentual hídrico natural do país ainda existem lugares com pouco acesso à água potável (Figura 1-a) que segundo Bordalo (2017) isso corre devido à má gestão dos recursos hídricos, bem como, decorrente do baixo investimento financeiro e tecnológico, seja ele público ou privado, na ampliação e melhoria dos serviços de abastecimento de água.

Com relação ao atendimento do sistema de esgotamento sanitário 37,63% dos domicílios particulares permanentes estão ligados à rede ou são destinados ao sistema de águas pluviais, favorecendo assim a utilização de fossas sépticas 30,78% e fossa rudimentar 24,52%, o que contribui com a contaminação do lençol freático, já que o tratamento é 8,5%. Dessa forma, a ausência da rede coletora faz com que esgoto corra a céu aberto nas ruas e valas da cidade ou então são despejados nas redes de drenagens (Figura 1-b).

A inexistência de sistemas adequados de coleta e tratamento de águas residuárias tem levado à utilização de rios e córregos como corpos receptores, prejudicando o equilíbrio desses ecossistemas; comprometendo a qualidade da água bruta e tornando mais dispendioso seu tratamento para distribuição à população, como também conduzindo à elevação do risco de proliferação de vetores transmissores de doenças (SOUZA, 2001).

No que diz respeito a coleta de resíduos sólidos há 98% de atendimento na cidade, onde o manejo acontece 3 vezes por semana, visando um gerenciamento adequado e satisfatório para manter a cidade limpa. No entanto, a cidade enfrenta problema socioambientais graves decorrentes da falta de conscientização da população que descarta os resíduos fora dos horários predeterminados para coleta pública (Figura 1-c).

Além disso, os despejos irregulares em geral são próximo a canais e rios o que favorece um ambiente ideal para proliferação de criadouros de vetores de doenças, devido ao acúmulo dos resíduos sem acondicionado adequado, propiciando também possíveis obstruções das de sarjetas e bocas de lobo. De acordo com a Secretaria de Saneamento de Belém (SESAN), no ano de 2017 foram identificados mais de 600 pontos críticos de descarte irregular de lixo.

Por fim, todos os problemas de saneamento básico supracitados comprometem a eficiência do sistema de drenagem urbana da cidade, colocando assim em riscos à saúde dos moradores que por diversas vezes entram em contato com água contaminada (Figura 1-d). Conforme a SESAN em 2014 foram realizadas medidas pontuais e estruturais visando remediar a atual situação das redes de drenagem e macrodrenagem, sendo desobstruídos 40 mil bueiros e bocas de lobo, 1.100 unidades foram recuperadas por intermédio de limpeza e manutenção o que corresponde a 311 km do sistema, além dragagem manual em 210 km nos canais e valas objetivando o controle de cheias das 14 bacias existentes na cidade.



Figura 1. Identificação dos Problemas de saneamento Básico em Belém Fonte: Autor, 2018 & Marcondes, 2015

Precipitação Pluviométrica e Saúde Pública

A relação entre saneamento básico, precipitação pluviométrica e os agravos de notificação de dengue é estabelecida devido à baixa cobertura dos serviços prestados à população, condicionadas a intensa ocorrência

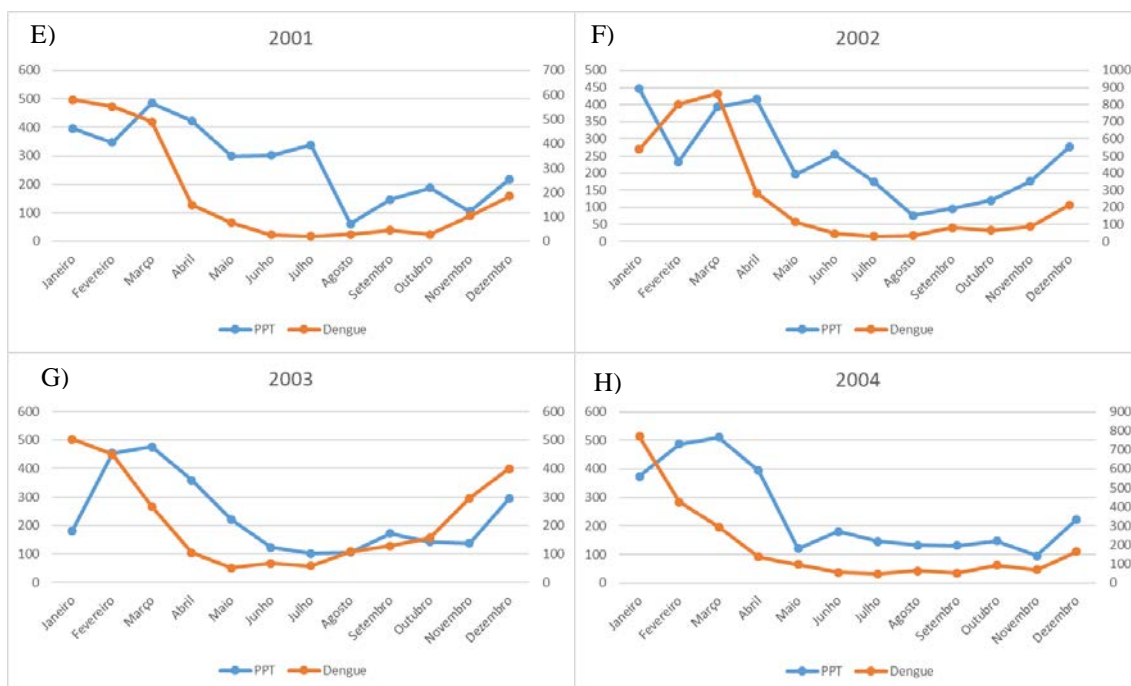
de chuva propiciam um ambiente com baixas condições de salubridade, o que favorece a proliferação de diversos vetores, dentre eles, o agente transmissor da dengue.

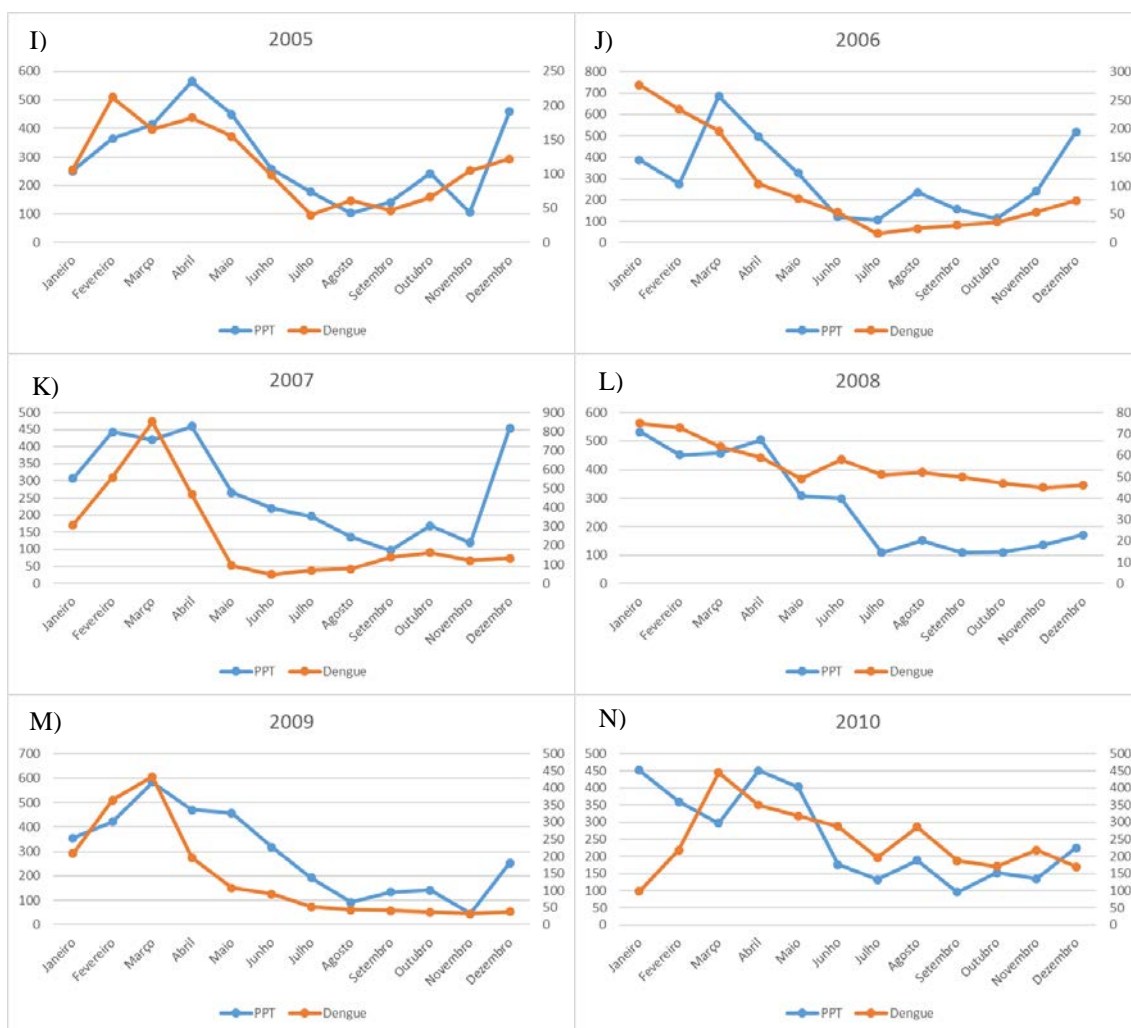
Desse modo, as condições climáticas da região de Belém estão direta e indiretamente relacionadas com propagação do agente transmissor. Pois, o clima de Belém é predominante quente e úmido, característico das Florestas Tropicais e tem temperatura média anual de 26°C, com umidade relativa do ar de 84%. Vale ressaltar ainda que a cidade não está sujeita a mudanças significativas de temperatura devido à sua proximidade com a linha do equador (PREFEITURA DE BELÉM, 2014).

De acordo com Tauil (2001, p. 100) “Durante quase 60 anos, de 1923 a 1982, o Brasil não apresentou registro de casos de dengue em seu território.” Porém na década de 1970 alguns fatores contribuíram para o reaparecimento da dengue no país. Partindo desse princípio, as condições climáticas, como tempo chuvoso, bem como o quente favorece a proliferação do mosquito da dengue. Sendo que a temperatura favorável ao desenvolvimento do *Aedes aegypti* encontra-se entre 21°C e 29°C (AJUZ & VESTENA, 2013).

Nesse contexto, vale destacar os intensos fluxos migratórios da época supracitada (imigração), o que ocasionou um aumento demográfico significativo, o qual não foi acompanhado pelo saneamento básico e habitação, o que tem provocado uma série de alterações negativas para a população agravando os casos epidemiológicos de dengue na cidade.

Nesse sentido, serão analisados dados de Belém do Pará com relação aos casos de dengue no período de 2001 a 2016. Nas figuras E, F, G, H, I, J, K, L, M e N estão dispostos os valores referentes ao período de 2001 a 2016 em que foram registrados e confirmados pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) 28.312 (vinte e oito mil e trezentos e doze) casos de dengue no município de Belém, sendo uma média de 1.770 casos por ano. Dessa forma, percebe-se que é histórico o alto índice da epidemia na cidade, colocando em alerta o risco de possíveis surtos da doença devido a precariedade nos serviços de abastecimento de água e drenagem urbana.



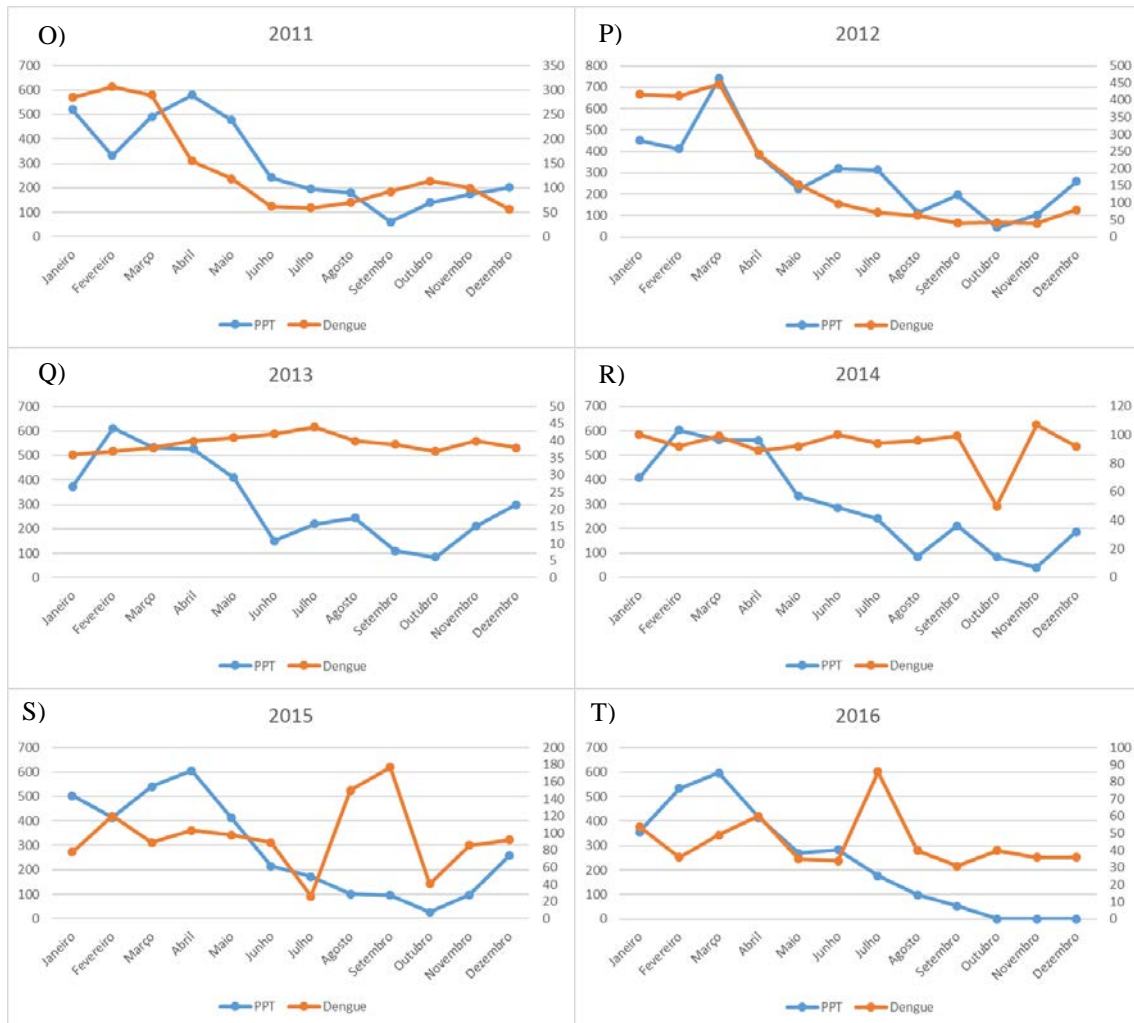


Figuras E, F, G, H, I, J, K, L, M e N – Referente a relação entre precipitação e casos de dengue em Belém 2001-2010

Entre outros fatores, destacam-se temperatura e a pluviosidade, as quais afetam a sobrevivência, reprodução do vetor transmissor da dengue, bem como as mudanças na sua distribuição e a densidade. Sendo assim, o padrão sazonal de incidência é coincidente com o verão, período no qual há aumento da quantidade de chuva, bem como elevação da temperatura, logo tais fatores climáticos têm associação com casos de dengue.

Em épocas de chuva a proliferação do mosquito da dengue é mais evidente devido ao acúmulo de água parada em locais que se tornam oportunos para o desenvolvimento das larvas do mosquito tais como: pneus velhos, caixas d'água, garrafas, calhas entupidas, vasos de flor e também recipientes provenientes do não acondicionamento do lixo. Isto é, a falta de condições sanitária favorece o potencial surgimento do criadouro do *Aedes aegypti* que é o agente transmissor mais comum entre os diversos sorotipos.

Os resultados encontrados mostraram a existência de associação entre número de casos de dengue e fatores abióticos, isto é, influência de aspectos físicos, químicos ou ambos simultaneamente. Neste caso, identificando o intervalo de tempo em que a chuva e a temperatura contribuíram na geração de novos casos, por meio do acompanhamento mensal da pluviometria e relacionando a mesma com a ocorrência da doença. Nesse sentido, é possível utilizar tais aspectos para a elaboração de estratégias de controle da doença e melhorar o planejamento para evitar novas infestações, como mostram as figuras O, P, Q, R, S e T apresentadas a seguir.



Figuras O, P, Q, R, S e T – Representam a relação entre precipitação com relação aos casos de dengue de 2011 a 2016

Vale ressaltar que, nos anos de 2011 a 2016 houve variações significativas no índice da doença, o que pode estar relacionado a medidas preventivas. Apesar do combate à dengue já ter um longo histórico, ainda não se dispõe de uma vacina eficaz, a qual seria um uso preventivo contra a dengue. Sendo assim, o controle da cadeia epidemiológica ocorre por meio do elo vulnerável, isto é, o vetor de transmissão é a opção mais viável no combate à doença.

A eliminação de criadouros potenciais é importante no combate a proliferação do vetor, tais como: recipientes artificiais de água, pneus usados expostos ao ar, latas, garrafas e plásticos abandonados. Além disso, a limpeza de terrenos baldios; aplicação de larvicida em depósitos de água de consumo; uso de inseticida para as formas adultas do mosquito, durante os períodos de transmissão.

De acordo com Tauil (2001) as atividades antivetoriais têm três componentes institucionais, vigilância sanitária; inspeção predial e eliminação ou tratamento de reservatórios potenciais ou atuais de larvas de mosquito; último componente relativo à informação, educação e comunicação sobre a doença e seus meios de prevenção. Além disso, a mobilização comunitária é relevante para a redução no número de vetores.

Por fim, nota-se que as ações de prevenção devem ser abrangentes, isto é, inter-relacionar outros setores da sociedade, nesse sentido vale destacar questões como: melhorias nas condições de urbanização, habitação, bem

como melhorias no saneamento básico como a coleta regular de resíduos sólidos urbanos, abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e educação em especial a ambiental.

Análise Estatística dos dados

A análise estatística dos dados de precipitação pluviométrica e incidência de dengue pelo déficit da prestação dos serviços de saneamento, indicaram que essas variáveis estão correlacionadas de forma positivamente moderadas nos de 2001, 2002, 2003, 2004, 2006 e 2011 em que os valores estão dispostos na tabela 1. Nos anos intermitentes as associações entre as variáveis obtiveram correlação positiva forte nos anos de 2005, 2008 e 2009, sendo os valores respectivamente: (0,78-0,90 e 0,82) apresentando comprovação estatística.

No entanto, faz se necessário analisar a significância desse coeficiente, ao verificar o teste, rejeita-se a hipótese nula de que $\rho = 0$. Portanto, há evidência da correlação linear entre as variáveis, para a taxa de notificação por dengue e precipitação em todos os anos até aqui estudados. Entretanto, nos anos de 2010, 2015 e 2016 onde não foram encontradas evidências estatísticas de correlação entre variáveis o que pode estar relacionado as tomadas de decisões do poder público.

Tabela 2. Correlação Linear de Pearson e Teste de Hipótese da precipitação e dengue

Ano	R de Pearson	Correlação	Teste de Hipótese
2001	0,61	Positiva moderada	Rejeitar H0
2002	0,64	Positiva moderada	Rejeitar H0
2003	0,43	Positiva moderada	Rejeitar H0
2004	0,68	Positiva moderada	Rejeitar H0
2005	0,78	Positiva forte	Rejeitar H0
2006	0,54	Positiva moderada	Rejeitar H0
2007	0,68	Positiva moderada	Rejeitar H0
2008	0,90	Positiva forte	Rejeitar H0
2009	0,82	Positiva forte	Rejeitar H0
2010	0,22	Positiva fraca	Não rejeitar H0
2011	0,64	Positiva moderada	Rejeitar H0
2012	0,85	Positiva forte	Rejeitar H0
2013	0,28	Negativa fraca	Não rejeitar H0
2014	0,18	Positiva fraca	Não rejeitar H0
2015	0,01	Ausência de correlação	Não rejeitar H0
2016	0,21	Positiva fraca	Não rejeitar H0

Fonte: Autores, 2018.

CONCLUSÕES

Com base no que foi apresentado, foi possível constatar que a ausência dos serviços de abastecimento de água e manejo dos resíduos sólidos favorecem o potencial surgimento de criadouros do mosquito transmissor devido ao armazenamento em recipientes em que água fica parada e no lixo devido ao acúmulo de líquido devido ao péssimo acondicionamento. Na cidade de Belém os serviços de saneamento básico são insuficientes em cobertura e qualidade interferindo de forma negativa para os agravos dos casos de dengue na cidade.

Estatisticamente foi comprovada a existência da relação entre precipitação pluviométrica e dengue em decorrência da precariedade dos serviços de saneamento. Entretanto, não é o único fator atribuído a doença, visto que, a temperatura e pluviosidade favorecem a proliferação do mosquito transmissor da doença, sendo que a cidade de Belém possui um clima quente e úmido e tem temperatura média anual de 26°C, com umidade relativa do ar de 84%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO JR, O. Saneamento Ambiental e Qualidade de Vida. Disponível em: Agência de Informação Frei Tito para a América Latina – ADITAL -<www.adital.org.br> Acesso em: 08 de jan. 2018.
2. AYRES, MANUEL. Elementos da Bioestatística: A Seiva do Açazeiro. Belém: Universidade Federal do Pará, 2012.
3. BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em :17 Jan 2018.
4. BRASIL. Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Disponível em :< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18080.htm>. Acesso em 7 mar. 2018.
5. BRASIL. Ministério da Saúde. SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO. Disponível em: < <http://portalsinan.saude.gov.br/dados-epidemiologicos-sinan>>. Acesso em 2 mar. 2018.
6. GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. Saneamento básico. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 19 Jan 2018.
7. Halstead SB. Dengue haemorrhagic fever--a public health problem and a field for research. 18. Bull World Health Organ 58: 1-21, 1980.
8. Halstead SB. Observations related to pathogenesis of dengue hemorrhagic fever. VI. Hypotheses and 17. discussion. Yale J Biol Med 42: 350-362, 1970.
9. HERMIDA, L. D. C; ARAÚJO, N. J. S. Dengue e infraestrutura sanitária: uma análise do bairro da raiz – zona sul. In: V Congresso Internacional De Geografia Da Saúde. Manaus. Anais... Amazonas, Brasil. Disponível em:<http://gege.fct.unesp.br/docentes/geo/raul/publica/E7%F5es_portal/debate/texto4/DENGUE%20E%20INFRAESTRUTURA%20SANIT%C1RIA_UMA%20AN%C1LISE%20DO%20BAIRRO%20DA%20RAIZ%2096%20ZONA%20SUL.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2018.
10. MENDONÇA, F. A.; SOUZA, A. V.; DUTRA, D. A. Saúde Pública: urbanização e dengue no Brasil. Revista Sociedade & Natureza, v. 21, n.3; p. 257-269, 2009.
11. PRODANOV, C; FREITAS, E. Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
12. VIDIGAL, C. H. M. Análise da influência do saneamento básico na saúde da população do município de Barbacena – MG. UFJF. 2015. Trabalho de conclusão de curso – curso de engenharia ambiental e sanitária- Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2015. Disponível em:<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TFC_Carlos_Henrique_Moreira_Vidigal.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2018.