

1579 - PANORAMA DA INCIDÊNCIA DA DENGUE E SUA RELAÇÃO COM OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS EM MUNICÍPIOS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Luiza de Nazaré Almeida Lopes⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará. Mestra em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFPA. Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil/UFPA. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA Campus Tucuruí).

Luiza Carla Girard Mendes Teixeira⁽²⁾

Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará. Mestra em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido pela UFPA e pós-doutorado em Tratamento Avançado de Esgotos Domésticos no Departamento de Engenharia Química e Tecnologia de Meio Ambiente da Universidade de Valladolid-Espanha. Professora Titular da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental (FAESA-UFPA).

Devanilda Ranieri Martins da Fonseca⁽³⁾

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará. Mestra em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia pela UFPA. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA Campus Tucuruí).

Marcos Ronielly da Silva Santos⁽⁴⁾

Graduado em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará. Bacharel em Engenharia Ambiental pela UNICID. Mestre e Doutor em Ciências Ambientais pela UFPA/EMBRAPA/MPEG. Realiza estágio pós-doutoral no Programa de Geografia Regional da Universidade Federal do Pará. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA Campus Tucuruí).

Endereço⁽¹⁾: Rua São Domingos do Capim, 171 – São Francisco - Tucuruí - PA - CEP: 68.459-260 - Brasil - Tel: (94) 98125-4629 - e-mail: luiza.lobes@ifpa.edu.br

RESUMO

A pesquisa propõe o estudo ecológico da dengue nos 143 municípios do estado do Pará, situado na Amazônia brasileira. O objetivo deste estudo é analisar aspectos epidemiológico e entomológico da dengue e sua relação com socioambientais nos municípios amazônicos, compreendendo o período de janeiro de 2001 a dezembro de 2017. Utilizou-se uma série temporal de dados de dengue provenientes do Sistema de Informação de Agravos de Notificação, Sistema de Informações Hospitalares, e Levantamento Rápido do Índice de Infestação de *Aedes aegypti* (2003-2017). Para tanto, analisou-se a tendência da incidência de dengue por meio dos testes estatísticos *Mann Kendall*. Na pesquisa foram considerados 184 mil casos de dengue, sendo que 92 mil evoluíram para internação hospitalar pelo SUS, no período de 2001 a 2017. O perfil epidemiológico da dengue indicou um comportamento sazonal da doença, ocorrendo, principalmente, no trimestre de janeiro à março. Os resultados do Teste de *Mann-Kendall*, na área em estudo, apontaram que 102 municípios não apresentaram tendência estatisticamente significativa ($p < 0,05$) com relação às TID. No entanto, 41 municípios tiveram tendências significativas, dos quais cerca de 22 apresentaram tendência significativa crescente, indicando o aumento da TID, porém os 19 municípios restantes exibiram tendência significativa decrescente, sinalizando a redução da taxa de incidência de dengue, ou seja, representando condições satisfatórias no controle da doença. Em vista as análises obtidas neste estudo, pode-se constatar informações relevantes para a gestão da vigilância em saúde da dengue nos municípios da região amazônica, visando o enfrentamento da doença e a promoção da qualidade de vida da população.

PALAVRAS-CHAVE: Estudo ecológico, Dengue, Amazônia Legal. Teste de *Mann-Kendall*.

INTRODUÇÃO

A dengue é uma das doenças tropicais negligenciadas importante para a saúde pública do Brasil que inspira atenção pelo aumento da incidência de casos influenciados por macro e microfatores que proporcionam condições favoráveis para a expansão dos mosquitos vetores e transmissão do vírus da dengue (DENV). Em 2012, a dengue foi mais uma vez classificada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como a “mais importante doença viral transmitida por mosquitos no mundo” tornando-se endêmica em mais de 100 países. Aproximadamente 50 a 100 milhões de pessoas são infectadas pelo vírus da dengue (DENV) a cada ano, apresentando uma ameaça à saúde pública global e resultando em um alto ônus econômico para os governos e indivíduos (WHO, 2012; MURRAY *et al.*, 2013; BHATT *et al.*, 2013; GUO *et al.*, 2017).

O mosquito da espécie *Aedes aegypti* tornou-se atualmente um dos principais problemas de saúde pública nas cidades brasileiras pela transmissão de doenças virais como a dengue. As mudanças climáticas e o processo de urbanização sem controle constituem um importante fator de permanência do mosquito *Aedes aegypti* nas cidades, sendo sua população influenciada por aspectos ambientais e humanos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017; PAHO, 2017).

A Amazônia tem sido objeto de inúmeros estudos que enfocam seu ambiente, sociedade e desenvolvimento. Contudo, as alterações do ambiente natural decorrente de políticas econômicas e de uso da terra podem elevar o risco de transmissão das doenças infecciosas e parasitárias, bem como destaca-se as doenças transmitidas por insetos. Algumas doenças reemergentes surgiram na Amazônia, como a primeira epidemia de dengue em 1981, a febre da dengue, em 1990 e cólera, em 1991. Em 2011, a Amazônia Legal, composta por 9 estados do território brasileiro, registrou a maior a incidência de dengue que variou de 548,8 casos por 100.000 habitantes. No período de 2001 a 2017 a maioria dos casos de dengue concentram-se no estado de Mato Grosso e Pará, com 24,6% e 15,9%, respectivamente (CONFALONIERI, 2000, 2005; TEIXEIRA *et al.*, 2009; CONFALONIERI; MARGONARI; QUINTÃO, 2014).

Neste contexto, fatores ambientais e socioeconômico, associados com áreas sem infraestrutura adequada contribuem na expansão do mosquito, bem como a dinâmica da sua distribuição espacial e temporal, portanto, condições ideais de temperatura, precipitação e umidade contribuem para replicação e maturação do vírus no vetor (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994; MORIN *et al.* 2013; NAISH *et al.*, 2014; EBI & NEALON, 2016). Portanto, o objetivo deste estudo é analisar os aspectos epidemiológico e entomológico da dengue, além da relação com socioambientais nos municípios amazônicos, no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2017, com intuito de subsidiar com informações para gestão do controle e prevenção da doença no estado do Pará.

METODOLOGIA

O estado do Pará, pertencente a região Norte, considerado o segundo maior estado do país em extensão territorial, abrangendo uma área de 1.247.955,238 km² situado na Amazônia e equivale a 14,7 % do território nacional (IBGE, 2010). Em 2015, o Pará contribuiu com 2,2% do PIB nacional e 40,8% do PIB da região Norte, principalmente com atividade econômicas no setor de estrativismo mineral e madeireiro, mas destaca-se a expansão da agricultura e pecuária (FAPESPA, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2018).

Os municípios do estado foram analisados por meio das unidades de planejamento reconhecidas como Regiões de Integração (RI) pelo Decreto nº 1.066, 19 de junho de 2008, conforme Figura 01, representam os principais rios dos seus territórios, aspectos físicos e dinâmicas socioeconômicas sendo definidas por: RI Araguaia (15 municípios), RI Baixo RI Amazonas (13 municípios), RI Tocantins (11 municípios), RI Carajás (12 municípios), RI Guamá (18 municípios), RI Lago de Tucuruí (7 municípios), RI Marajó (15 municípios), RI Guajará (5 municípios da Metropolitana), RI Rio Caeté (15 municípios), RI Rio Capim (16 municípios), RI Tapajós (6 municípios), e RI Xingu (10 municípios) (PARÁ, 2008; DIAS, 2015).

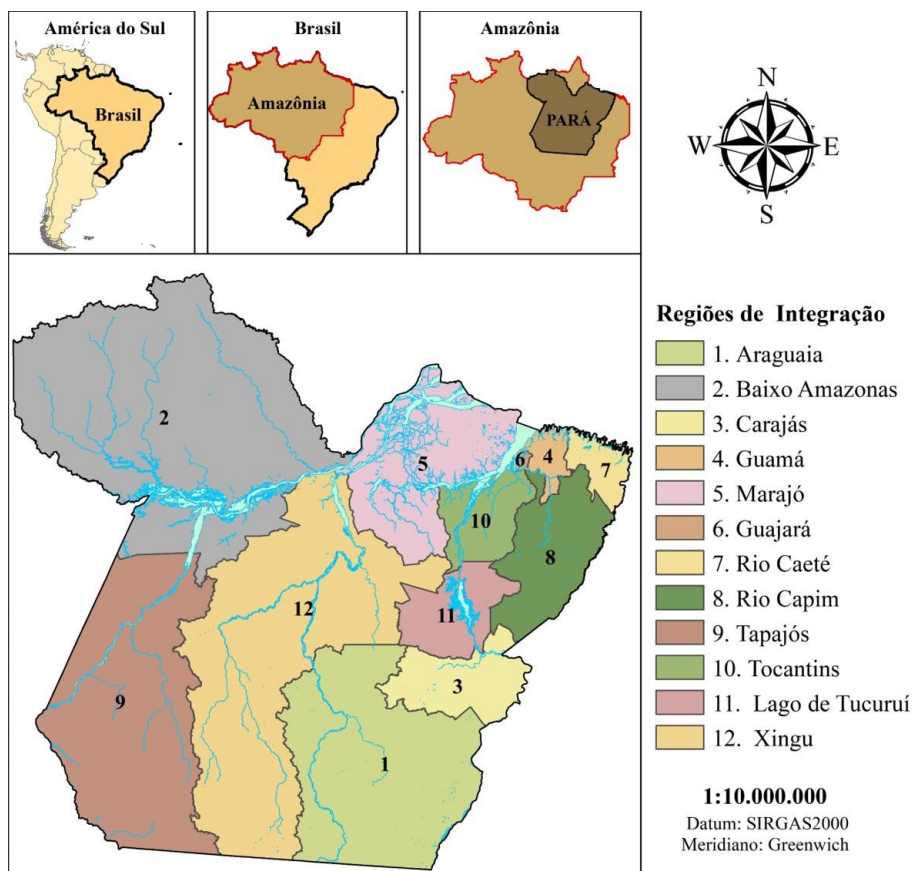


Figura 01 – Área de estudo, municípios e as Regiões de Integração do estado do Pará.

Dados IBGE (2010) e FAPESPA (2017) indicam que a Região Guajará (concentra-se os municípios da área metropolitana) apresenta o maior contingente populacional, com 26% da população de todo estado, situada em 0,15% da área territorial, bem como o maior IDH do estado com 0,691. Porém, a Região do Marajó caracteriza-se com mais “baixo” desenvolvimento humano dentre as outras regiões em torno de 0,524 e a maior Taxa de Pobreza com 57,2 %, considerada bem superior a média nacional de 32,33 %.

No Brasil, o uso da Classificação Internacional de Doenças (CID) é compulsório para compor a base de códigos de todas as informações em Mortalidade e em Morbidade. A dengue compõe a lista nacional de notificação compulsória, com código CID-10, de acordo com a Portaria GM/MS nº 204, de 17 de fevereiro de 2016 (WHO, 2009, BRASIL, 2016).

A pesquisa optou pelo estudo epidemiológico observacional, caracterizado pelo delineamento ecológico da doença dengue, de caráter exploratório, para examinar a existência de associação entre exposição e uma doença ou condição relacionada à saúde da coletividade (CARVALHO *et al.*, 2016). Na Figura 02, está o fluxo de investigação da dengue adotado na pesquisa, conforme orientações normativas para procedimentos de notificação em caso suspeito de dengue. Ao final, analisa-se a tendência da doença na área de estudo, utilizando os testes estatísticos não paramétricos para subsidiar o mapeamento da doença nos municípios.

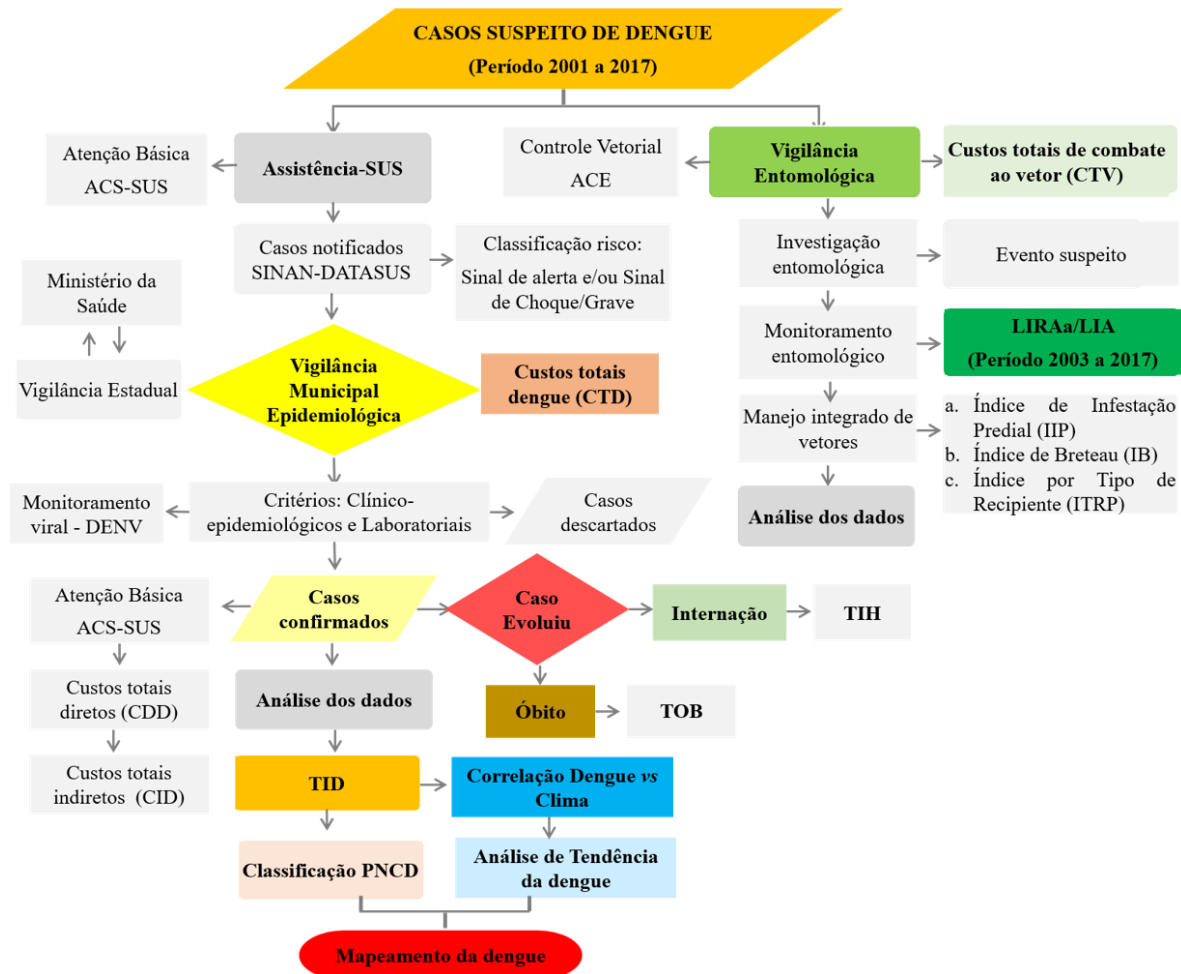


Figura 02 – Fluxograma do estudo ecológico da dengue nos municípios.

No estudo entomológico foram construídas séries históricas a partir de 2003 com dados obtidos dos indicadores entomológicos utilizados na rotina dos programas de combate vetorial, a saber: Índices de Infestação Predial (IIP), Breteau (IB) e de Tipo de Recipiente (ITR). Os municípios foram categorizados segundo o critério do Programa Nacional de Controle de Dengue (baixa, média e alta incidência). Por fim, foram apresentadas as frequências do ITR referentes ao depósito infestado pelo mosquito *Aedes aegypti*, classificadas em cada categoria, no período de 2007 a 2017 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

A identificação de tendências da incidência de diversas doenças, nas cidades brasileiras, contribui para a compreensão dos riscos epidemiológicos. Essa identificação possibilita a geração de informações essenciais para o desenvolvimento de modelos preditivos e gestão dos serviços de vigilância em saúde (ELY, 2013; OLIVEIRA-JÚNIOR *et al.*, 2019; LIMA *et al.*, 2019; AZEVEDO *et al.*, 2019). O Teste de Mann-Kendall baseia-se na hipótese nula (H_0), de não haver tendência na série contra a hipótese alternativa (H_a). Para isso, adota-se um nível de significância (α), como de 5%. O nível de significância pode ser interpretado como a probabilidade de cometer o erro de rejeitar a H_0 , quando esta for verdadeira. Ademais, o teste é utilizado para determinar séries de dados, que possuem uma tendência temporal de mudanças estatisticamente significativas (YUE *et al.*, 2002; ZHANG *et al.*, 2009).

Na pesquisa, utilizou-se x_i e x_j para os valores de taxas de incidência da dengue, no período de 2001 a 2017. O n é o tamanho da série temporal, neste caso, $n=17$. Assim, a estatística S do Teste de Mann-Kendall foi apropriada para analisar a significância de possíveis mudanças na série de dados, como apresentado na Equação 1. Desse modo, a análise realizada trata-se de uma correlação de postos entre as classificações de observações e

sua sequência temporal, ou seja, compara cada valor da série com o outro valor remanescente, em ordem sequencial, para determinar a variável estatística (HAMED, 2009; SALVIANO *et al.*, 2016; BARTELS *et al.*, 2019).

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (1)$$

Onde n é a quantidade de pontos da série, x_i e x_j os valores dos dados nas séries temporais i e j ($j > i$), respectivamente, e $\text{sgn}(x_j - x_i)$ é a função sinal, definida pela Equação 2.

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1, & \text{Se } x_j - x_i > 0 \\ 0, & x_j - x_i = 0 \\ -1, & \text{Se } x_j - x_i < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Em seguida, calcula-se a variância da estatística de S ($\text{Var} - S$) pela Equação 3.

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1) * (2n+5) - \sum_{i=1}^p t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (3)$$

Onde n é o número de observações, caso a série tenha grupos com observações iguais; sendo p o número de grupos com valores iguais na série de dados em um certo grupo i ; e t_i é o número de dados com valores iguais em um certo grupo.

Estudos de Salehi *et al.* (2019), indicam que para valores de $n > 10$, a estatística S tende a normalizar, pois segue uma distribuição Gaussiana com média nula e variância (Var). Considerando a hipótese nula (H_0) e a ausência de p , a variância da estatística de S ($\text{Var} - S$), pode ser calculada através da Equação 4.

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} [n(n-1) * (2n+5)] \quad (4)$$

Onde n é a quantidade de pontos da série.

Logo, a estatística padronizada Z é, então, calculada usando o desvio padrão (S) e a variância $\text{Var}(S)$, conforme a Equação 5. A significância pode ser encontrada usando o z .

$$\begin{aligned} \text{Se } S > 0 & \quad Z = \frac{s-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \\ \text{Se } S = 0 & \quad Z = 0 \\ \text{Se } S < 0 & \quad Z = \frac{s+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \end{aligned} \quad (5)$$

Onde s é o número de dados da série temporal.

Com base na estatística Z do Teste de Mann-Kendall (Z_{MK}), se aceita ou rejeita a hipótese nula (H_0). H_0 é aceita quando a série temporal não tem tendência ($p\text{-valor} > \alpha$). Em contrapartida, H_0 é rejeitada em favor da hipótese alternativa H_a quando existe uma tendência de $p\text{-valor} < \alpha$ na série temporal (ELY, 2013; LIMA *et al.*, 2019; VASCONCELOS; PINHO, 2019).

Adotou-se um nível de significância de 5%. Neste estudo, portanto, empregou-se a seguinte classificação de tendência Z_{MK} , no intervalo de confiança de -1,96 a +1,96: Tendência significativa de aumento ($Z_{MK} > +1.96$); Tendência de aumento não significativa ($Z_{MK} < +1.96$); Sem tendência ($Z_{MK} = 0$); Tendência de diminuição não significativa ($Z_{MK} > -1.96$); e Tendência significativa de redução ($Z_{MK} < -1.96$) (OLIVEIRA-JÚNIOR *et al.*, 2019; LIMA *et al.*, 2019).

Por fim, os resultados de tendência da série temporal foram analisados de acordo com o sinal estatístico de Z . Valores positivos ($Z > 0$) para tendência crescente e valores negativos para tendência decrescente ($Z < 0$), na

série temporal de casos notificados de dengue nos municípios analisados. Estatística $Z = 0$, porém, indica tendência estacionária (ELY, 2013; VASCONCELOS; PINHO, 2019).

Análise de Risco da Ocorrência da Dengue

Para avaliar o risco de ocorrência do vírus DENV (1-4) nos municípios paraenses, considerou-se os macro e micro fatores que influenciam os casos da doença no estado. Para identificação do nível de risco, de ocorrência de dengue, foram calculados os valores da TID média da série de casos de dengue (por 10.000 hab.) e Tendência da TID média (por 10.000 hab.), para os 143 municípios, no período compreendido de 2001 a 2017.

A TID média do período de estudo foi categorizada da seguinte forma, segundo o PNCD (2002): alta, média e baixa. Diferentemente da Tendência da TID média (por 10.000 hab.), representada em três categorias, a saber: estacionária, crescente e decrescente. Posteriormente, realizou-se a intersecção da TID média com a Tendência da TID média, que originou uma matriz qualitativa de riscos denominada “*Matriz de identificação dos riscos de ocorrência da dengue*”. A matriz foi composta de 9 células ou níveis de risco, conforme a Tabela 1. Os níveis de riscos resultantes da matriz são: alto (6 a 9) com possibilidade de ocorrer surto, moderado (3 a 4), é importante ficar alerta, e baixo (1 a 2), uma posição satisfatória (CUTTER, 2011; BISSACOT; OLIVEIRA, 2016; LIMA *et al.*, 2019).

Tabela 1 – Matriz de identificação dos riscos de ocorrência da dengue.

Diagrama de Risco		TID MÉDIA (2001-2017)		
		1 – BAIXA (até 10 casos por 10 mil hab.)	2 – MÉDIA (10,1 a 29,9 casos por 10 mil hab.)	3 – ALTA (30 casos ou mais por 10 mil hab.)
Tendência da TID média (2001-2017)	1 - DECRESCENTE	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Moderado
	2 - ESTACIONÁRIA	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Alto
	3 - CRESCENTE	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto

Fonte: Adaptado de Cutter (2011) e Bissacot e Oliveira (2016).

Diante de tudo que foi mencionado, a análise do espaço e da escala de atuação de um determinado fenômeno é tão importante quanto o fenômeno em si. A fim de analisar a evolução espacial dos casos de dengue, foi considerado o período de 2001 a 2017, para a elaboração dos mapas de risco. Nesta etapa foram empregadas as ferramentas de classificação do *software ArcMap*. A identificação dos municípios em risco, da ocorrência da doença, teve o propósito de subsidiar as tomadas de decisão dos gestores públicos. Assim, finalizada a elaboração dos mapas de risco, iniciou-se a análise do comportamento de expansão dos casos da DENV no estado do Pará, além da identificação das regiões com maior intensidade de disseminação da doença (BISSACOT; OLIVEIRA, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo ecológico permitiu examinar associações entre exposição e doença/condição relacionada à coletividade, principalmente em locais com pouca ou nenhuma informação da doença e da exposição do grupo populacional como um todo. A análise desta pesquisa incluiu a observação da distribuição da dengue e das condições relacionadas à saúde, segundo o tempo, o lugar e/ou as características determinantes, como os fatores físicos, biológicos, sociais, culturais e comportamentais que influenciam a saúde.

A análise da série temporal da dengue foi durante 17 anos, no período de 2001 a 2017, considerou como unidades de estudo os 143 municípios do estado do Pará. No período estudado, foram notificados mais de 184 mil casos da doença e observou-se o enfrentamento de várias epidemias de dengue no estado. Destes, cerca de 125 mil (68% dos casos) ocorreram no período de 2007 a 2017. Na pesquisa, os cinco anos epidêmicos com maiores casos de dengue por 10 mil habitantes, foram: ano de 2001, com a incidência de 26,2 casos por 10 mil habitantes; seguido de 2011, com 21,9 casos; 2008, com 21,3 casos; 2012, com 20,9 casos; e 2010, com 19,6 casos. A média móvel de 3 anos de casos da doença, no entanto, apresentou estabilidade ao longo dos 17 anos analisados na pesquisa. É importante notar, porém, que a alta carga da dengue nos municípios gera muitos desafios para os serviços de saúde das regiões de integração do estado.

Concomitante ao aumento do número de casos, houve a ampliação de casos de óbitos, principalmente no período de 2001 a 2011. No período da pesquisa foram registrados 146 casos confirmados de óbitos, sendo que nos anos epidêmicos de 2007 a 2011 ocorreram os maiores registros, pois somente no ano de 2007 foram registrados 25 óbitos. Em dezembro de 2007, a Secretaria de Vigilância em Saúde registrou o Boletim epidemiológico Ano 08-No 05-26 de julho de 2008, com informações de um surto de Febre Hemorrágica da Dengue no município de Redenção-PA, que ocasionou, no período de 17 a 21 de dezembro, o registro de quatro óbitos (BRASIL, 2008).

No estudo percebe-se que os períodos interepidêmicos nas regiões de integração ocorrem em intervalos de 3 a 4 anos, assemelhando-se aos padrões cíclicos do país, comentados por Andriolli *et al.* (2020) e Barcellos e Lowe (2014). O comportamento cíclico, variando entre baixa e alta incidência, pode ser observado nas regiões de integração. A região de integração com maior número de casos notificados de dengue foi Guajará, com 21,1%, seguida de Carajás (12,8%), Baixo Amazonas (12,7%), Araguaia (10,9%), Lago de Tucuruí (7,7%), Tocantins (6,9%), Xingu (6,8%), Tapajós (5,3%), Rio Capim (5,3%), Guamá (4,3%), Rio Caeté (4,2%) e Marajó (2,0%).

A região Guajará, a mais populosa do estado com cerca de 26,08% da população, tem grande influência na dinâmica da doença no território, seguida da região Tocantins com 10,1%. Nesse sentido, Barcellos e Lowe *et al.* (2014) explicam que pequenas cidades da Amazônia, situadas em áreas remotas ou isoladas, podem estar protegidas de epidemias de dengue, em virtude das dificuldades à mobilidade da população, as quais facilitam a circulação viral do vírus da dengue. Embora algumas regiões de integração, localizadas em grande parte na floresta amazônica com clima úmido, sejam favoráveis ao desenvolvimento do mosquito-vetor *Aedes aegypti*, os estudos apontam a baixa ocorrência de casos de dengue em algumas regiões, como o Marajó, o que pode ser atribuído à baixa densidade populacional urbana em alguns municípios.

O maior valor da taxa média de incidência de dengue no período da pesquisa foi observado na região de Carajás, com 27,1 casos/10 mil habitantes, seguido da Araguaia (26,5), Tapajós (19,6), Lago de Tucuruí (17,8), Baixo Amazonas (15,6), Guajará (14,7), Xingu (13,6), Guamá (8,7), Rio Capim (8,4), Tocantins (8,0), Rio Caeté (7,1) e Marajó (3,1). Chaves *et al.* (2018) ressaltam que vários municípios situados em áreas de baixa notificação de casos da dengue correspondem às regiões de integração do Baixo Amazonas, Marajó e Tapajós, o que compromete a avaliação de estudos da doença.

Andriolli *et al.* (2020) destacam nos resultados que a taxa de desmatamento pode estar associada à incidência de doenças transmitidas por vetores, no caso da Amazônia. O Pará acumula as maiores taxas de desmatamento da Amazônia desde 2006, além de vários municípios do sul do estado estarem situados na região conhecida como “arco do desmatamento” (INPE, 2018).

Chaves *et al.* (2018) analisaram a relação entre as condições de vida da população e a incidência de dengue nas regiões de integração do Pará. De forma antagônica, os resultados indicaram que a taxa de incidência de dengue é maior nas regiões com melhores indicadores socioeconômicos. Nesta pesquisa, municípios com indicadores socioeconômicos ruins apresentam baixa incidência de dengue, como a região de Marajó. Neste sentido, Andrioli *et al.* (2020) observaram que a fragilidade dos serviços públicos de saúde e subnotificação de casos de dengue interferem nos estudos epidemiológicos de muitos municípios com baixos indicadores socioeconômicos.

A dinâmica da circulação viral da DENV (1-2-3-4) nas regiões no estado caracterizou-se pela circulação simultânea e com alternância no predomínio dos sorotipos virais no período de 2006 a 2017, como observado na Figura 03. Segundo estudo da WHO (1999) em humanos, as infecções por um sorotipo da dengue produzem

imunidade para toda vida, mas não impedem que ocorra uma reinfecção por outro sorotipo, que pode apresentar sintomas mais severos. O conhecimento dos sorotipos circulantes em uma localidade é fundamental, pois se sabe que alguns vírus causam manifestações clínicas graves (TEIXEIRA *et al.*, 2009).

A maior frequência de casos de dengue no estado foi do sorotipo DENV-1, com 55% de casos no período estudado; em seguida, do sorotipo DENV-2 com 20,4%; e do sorotipo DENV-3, com 14,2%; e a ocorrência para o sorotipo DENV-4, com apenas 10,4% (SINAN/DATASUS, 2018). A dinâmica de dispersão viral no estado acompanhou o nível nacional, conforme estudos de Fares *et al.* (2015) e Nunes *et al.* (2019). Em 2000, um sorotipo introduzido no país, que rapidamente se espalhou para os estados, foi o DENV-3.

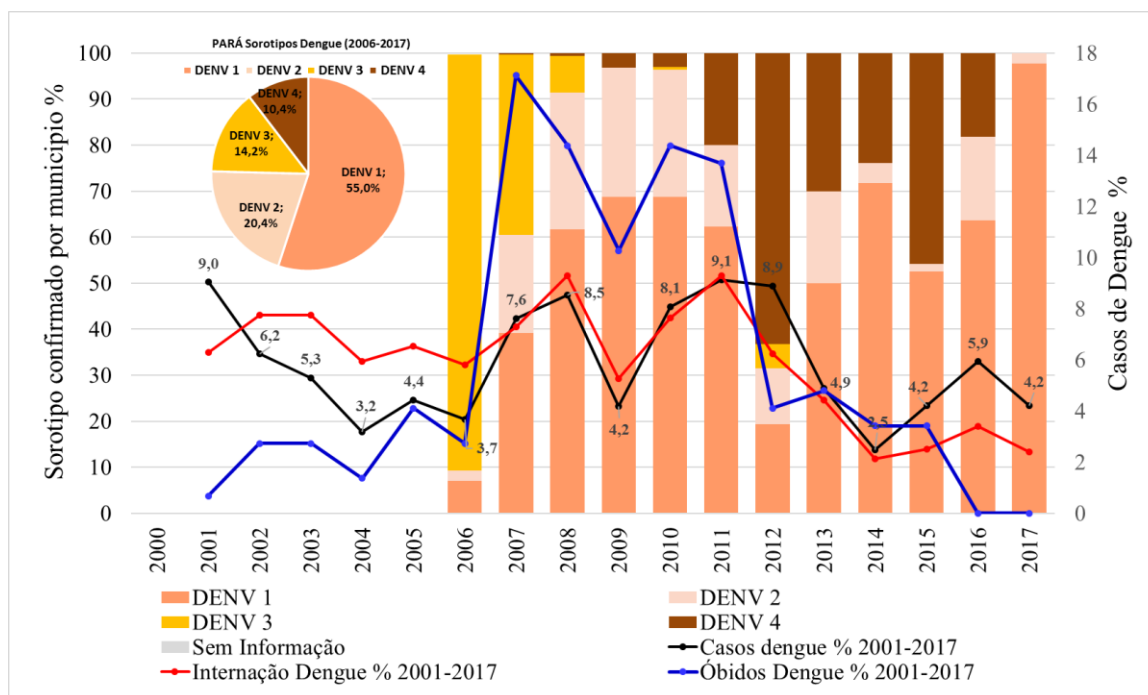


Figura 03 – Distribuição anual dos sorotipos circulantes da dengue no estado do Pará, SINAN/DATASUS (2018).

Em 2006 foi notificada a maior prevalência de DENV-3, com 90,3% do total dos casos positivos analisados, neste ano foram registrados 6.757 casos (3,7%), 5.371 internações (5,8%) e 4 óbitos confirmados. As epidemias a partir de 2007, esteve também associada à recirculação do DENV-1 e DENV-2. Em 2008, a DENV-2 apresentou maior prevalência de 29,6%, sendo notificados 15.693 casos (8,5%) e 8.603 internações (9,3%). No ano de 2017, os dados indicam a alta (97,7%) prevalência de DENV-1, o que se refletiu no maior registro do período estudado 2001 a 2017, com aumento do número de casos de dengue de 16.826 (9,1%) e 8.600 internações (9,3%). Em 2012, no estado registrou a alta prevalência de DENV-4 (63,2%) das amostras positivas analisadas, sendo 16.361 casos notificados de dengue (8,9%) e 5.784 internações (6,2%).

Em outra análise, os municípios foram categorizados segundo o critério do PNCD (2002): baixa incidência (até 10 casos por 10 mil hab.), média incidência (10,1 a 29,9 casos por 10 mil hab.), e alta incidência (30 casos ou mais por 10 mil hab.), conforme ilustrado na Figura 04.

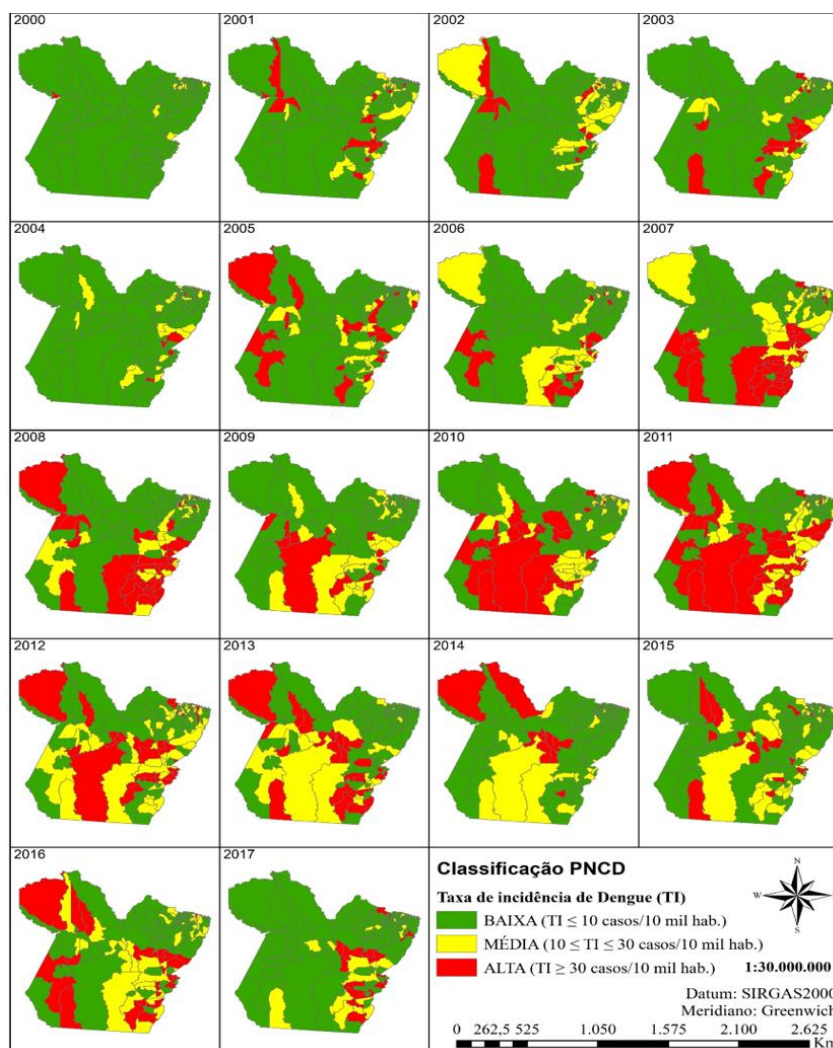


Figura 04 – Distribuição espacial e temporal da TID nos municípios paraenses, no período de 2001 a 2017

A Figura 04 apresenta, espacialmente, a distribuição heterogênea da incidência da dengue entre os municípios do estado. Observa-se, ainda, uma disseminação e aumento de dengue nas regiões de integração, durante o período avaliado. No estado, quanto à variação espacial da dengue, os estudos indicam que os primeiros cinco anos de registros de “Alta incidência” da doença ocorreram nas seguintes RI: Lago de Tucuruí, Guajará, Baixo Amazonas, Araguaia, Tocantins, Carajás e Tapajós.

Em 2005, observa-se a expansão da doença em alguns municípios da RI Araguaia e Carajás (sudeste paraense), principalmente o município de Redenção que apresentou um surto de Febre Hemorrágica da Dengue em 2007. Nota-se o avanço da doença também na RI Lago de Tucuruí, provavelmente influenciado pela expansão da UHE Tucuruí que iniciou em 1998. Em 2007 começou a operação da segunda casa de força, e a partir de 2010 a retomada do sistema de transposição do rio Tocantins (eclusas da UHE Tucuruí). Observa-se que os grandes projetos visando o desenvolvimento do país incentivam a migração desordenada de trabalhadores de outras regiões para a Amazônia, contribuindo para a incidência da dengue na região (SILVEIRA *et al.*, 2017; LOPES *et al.*, 2020).

A partir de 2009, a RI do Xingu (sudoeste paraense) destaca-se com o crescimento da incidência da dengue, possivelmente com a contribuição do início das obras da UHE Belo Monte, que influencia principalmente a dinâmica dos municípios de Vitória do Xingu, Senador José Porfírio e Altamira. Em 2011, o IBAMA emite a

Licença de Instalação nº 795/2011, que permite o início das obras da UHE Belo Monte. Em 2015, o órgão ambiental concede a Licença de Operação nº 1317/2015 da UHE Belo Monte (NORTE ENERGIA SA, 2020). Dentre as principais discussões sobre a propagação da doença nos municípios da Amazônia está o crescimento populacional desordenado, ausência de infraestrutura e a carência de serviços públicos dos municípios, gerando externalidades ao governo local. Apesar do crescimento econômico ter sido induzido nas últimas década no estado, pela construção de usinas hidrelétricas, este crescimento não se deu de forma equilibrada nas regiões. Destaca-se que, no período de 2000/2010 o Pará teve uma taxa de crescimento populacional anual média de 2,04%, a RI Xingu obteve um valor de 2,34% (FRANCO, *et al.*, 2018).

A dispersão do vírus da dengue pelas regiões de integração é favorecida por microfatores como o desenvolvimento e proliferação do mosquito *Aedes aegypti* decorrente de macrofatores, tais como: maior mobilidade de suas populações, reurbanização sem infraestrutura básica de saneamento, coleta inadequada dos resíduos sólidos e desmatamento desordenado nas cidades (TEIXEIRA *et al.*, 2009; BARCELLOS; LOWE, 2014; FARES *et al.*, 2015).

Na Figura 05 apresenta-se a distribuição espacial do Índice de Infestação Predial (IIP) nos 143 municípios do Pará, no período de 2003 a 2017. A análise de dados entomológicos considerou o levantamento anual do IIP por mosquitos (*Aedes aegypti*) e os municípios foram categorizados em: *satisfatório* ($IIP < 1\%$), *situação de alerta* ($1\% \leq IIP \leq 3,9\%$) e *risco de surto* ($IIP > 4\%$), conforme indica o PNCD (2002). Os resultados indicam maior proporção de municípios classificados em “Satisfatório”, com 52/143 municípios ou 36,4%, seguido da situação de “Alerta”, com 46/143 ou 32,2% e “Risco de surto”, com 45/143 ou 31,5%.

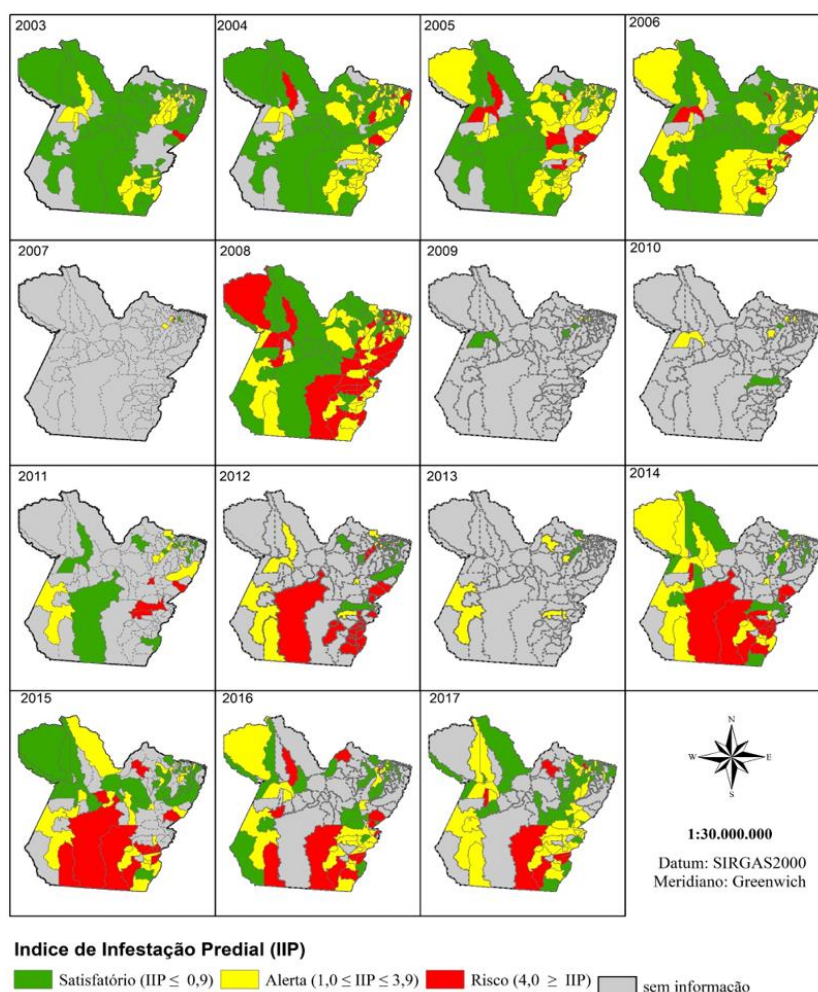


Figura 05 – Distribuição espacial do Índice de Infestação Predial nos municípios do Pará, no período de 2003 a 2017

Nota-se, ainda, a baixa participação dos municípios na coleta de dados entomológicos nos anos pesquisados, dificultando os estudos epidemiológicos no estado. No ano de 2008 há uma exceção, pois ocorreu a adesão de todos os municípios às ações do PNCD. Nos anos 2007, 2009, 2010 e 2013, entretanto, a participação dos municípios no levantamento anual do IIP foi inferior a 10%. Com relação aos anos de 2011, 2012 e 2014 a participação foi baixa, apresentando valores inferiores a 50%. Dessa forma, a ausência de dados da vigilância entomológica do vetor é uma limitação para estudos sobre a dengue no estado, porém a compreensão dos dados coletados na pesquisa foi importante para identificar as principais características entomológicas e epidemiológicas dos municípios.

Estudos de Zara *et al.* (2016) indicam a importância do mapeamento de risco e outras tecnologias para o controle vetorial, visando a otimização de recursos nas ações de controle de endemias nos municípios. A partir de 2017, o Ministério da Saúde, por meio da Comissão Intergestores Tripartite publicou a Resolução da CIT nº 12, de 26 de janeiro de 2017, tornou obrigatória a participação dos municípios no levantamento entomológico de Infestação por *Aedes aegypti*. Tornou-se obrigatório, também, o envio da informação para as Secretarias Estaduais de Saúde, e destas para o Ministério da Saúde, sob a pena de suspensão dos recursos do Piso Fixo de Vigilância em Saúde, destinados ao controle vetorial do mosquito nos municípios.

Na Figura 06 é apresentada a participação dos municípios que realizaram o Levantamento Rápido de Índice Entomológico do *Aedes aegypti*, bem como a identificação dos tipos de criadouros de *Aedes aegypti*. Nos anos de 2003 a 2006, 2008 e 2012 os criadouros não foram discriminados no LIRa.

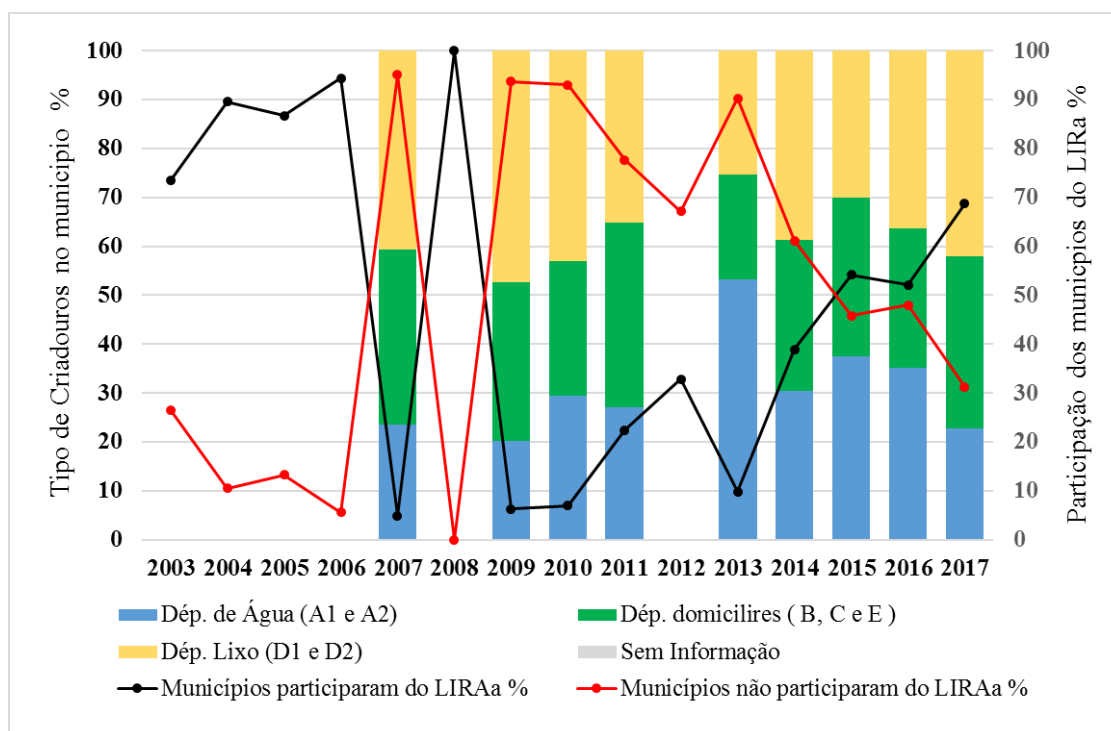


Figura 06 – Frequência dos municípios que participaram do LIRa e os tipos de criadouros de *Aedes aegypti* identificados na pesquisa, no período de 2003 a 2017.

Legenda:

Tipo de Criadouros identificados no município no LIRa:

Depósitos de Água: tipo A1 (depósitos elevados) e A2 (depósitos ao nível do solo)

Depósitos domiciliares: tipo B (depósitos móveis), tipo C (depósitos fixos) e tipo E (depósitos naturais)

Depósitos de Lixo: depósito com resíduos sólidos em geral

SI - Sem Informação

Destaca-se no estudo, a predominância dos depósitos de resíduos sólidos na maioria dos anos analisados, principalmente o subgrupo D2 (tipo recipientes plásticos, latas, sucatas e entulhos de construção). Estes podem contribuir para focos temporários do mosquito no período chuvoso. Já no ano de 2011, destacam-se os depósitos domiciliares (tipo B, C e E), cerca de 37,9% do total de resíduos sólidos, considerado o maior valor de todos analisados. Em 2013, os depósitos utilizados para armazenar água destinada a consumo humano representaram 53,2% de todos os depósitos infestados pelo mosquito *Aedes aegypti*, em todos os anos epidêmicos. Observa-se, ainda, a predominância do subgrupo A2 (tipo barril, cisternas, caixas d'água, captação de água em poço/cacimba/cisterna).

Análise de Tendência do Agravado Dengue nos Municípios

No estudo, a análise de tendência na série temporal de casos de dengue compreendeu o período de 2001 a 2017, abrangendo os 143 municípios do Pará. Neste sentido, a tendência da taxa de incidência de dengue permite observar as mudanças no comportamento e indica quais municípios vêm sofrendo mudanças significativas ao longo do tempo, bem como os impactos na saúde humana, particularmente com o aumento de epidemias (SALVIANO *et al.*, 2016; OLIVEIRA-JÚNIOR *et al.*, 2018; LIMA *et al.*, 2019; LIRA *et al.*, 2020).

Assim, no estado do Pará, observa-se que a TID oscila no mínimo em 5,7 casos por 10 mil habitantes e no máximo em 26,2 casos por 10 mil habitantes, no período estudado. Na Tabela 1, tem-se os resultados obtidos para Z de *Mann-Kendall*, indicando tendência na série temporal de casos de dengue para o Brasil, Norte e Pará. Os resultados demonstram que no Brasil há tendência crescente significativa, porém para a região Norte não se observou tendência significativa. O estado do Pará também não apresentou tendência significativa ($Z = -0,103$; $p\text{-valor} = 0,592$), pois o $p\text{-valor}$ calculado foi maior que o nível de significância ($p\text{-valor} < 0,05$). Os valores de Z positivo indicam uma tendência crescente, enquanto o Z negativo indica uma tendência decrescente nas séries temporais analisadas.

Tabela 1 – Teste de *Mann-Kendall* para casos de dengue no Brasil, Norte e Pará (período de 2001-2017).

SÉRIE	Máximo	Mínimo	Média	Z (<i>Mann-Kendall</i>)	p-valor*	Tendência de casos de dengue**
Brasil	1.700.292	72.326	561.659	0,412	0,023	S+
Norte	114.219	19.238	38.565	0,176	0,343	NS
Pará	16.811	4.584	9.758	-0,103	0,592	NS

Legenda:

* Teste TMK: Tendência significativa com $p < 0,05$, Rejeita-se H_0 (Não há tendência significativa na série)

**Tendência: NS (Tendência não significativa); S+ (Tendência significativa positiva); S - (Tendência significativa negativa).

Estes resultados corroboram com os estudos de Böhm *et al.* (2016), realizados sobre os dados de Tendência da Taxa de Incidência de Dengue no Brasil, no período de 2002 a 2012. Os autores indicam taxas de incremento anual estável e crescente para a região Norte, com 34,6 % (IC95% 10,9; 63,3). O Pará apresentou situação estável com 50% (IC95% -32,4; 232,8).

Na Tabela 2 são apresentados os resultados do Teste de *Mann-Kendall* de casos de internação pelo agravado de dengue. Os resultados evidenciam uma tendência não significativa para o Brasil e para a região Norte. Por outro lado, o Pará apresentou tendência decrescente significativa para os casos de internação de dengue ($Z = -0,346$; $p\text{-valor} = 0,049$).

Tabela 1 – Teste de Mann-Kendall para casos de internação de dengue no Brasil, Norte e Pará (período de 2001-2017).

SÉRIE	Máximo	Mínimo	Média	Z (Mann-Kendall)	p-valor*	Tendência de internação de dengue**
Brasil	94.887	19.776	54.396	0,255	0,150	NS
Norte	16.424	3.484	8.364	0,007	1,000	NS
Pará	8.603	1.980	5.784	-0,346	0,049	S-

Legenda:

* Teste TMK: Tendência significativa com $p < 0,05$, Rejeita-se H_0 (Não há tendência significativa na série)

**Tendência: NS (Tendência não significativa); S+ (Tendência significativa positiva); S- (Tendência significativa negativa).

Os resultados do Teste de Mann-Kendall na área em estudo, com a indicação dos municípios com tendência não significativa e tendência significativa (negativa e positiva). Observa-se que em 102 municípios as séries temporais não apresentaram tendência significativa ($p < 0,05$), o equivalente a 71,3%. Ainda nos resultados, 41 municípios tiveram tendências significativas. Destes, cerca de 22 municípios apresentaram tendência significativa crescente (indicado na cor vermelha), o equivalente a 15,4% do total. Porém, os 19 municípios restantes apresentaram tendência significativa decrescente (representada na cor verde), o equivalente a 13,3% do total.

Na Tabela 3 e Tabela 4 é apresentada a classificação de risco de ocorrência da doença no estado do Pará, considerando os municípios com tendência significativa (positiva e negativa) e os municípios com tendência não significativa. A classificação foi obtida pela matriz de identificação dos resultados da tendência da TID média (por 10.000 habitantes) com a TID média (por 10.000 habitantes) do período analisado da dengue, segundo o critério do Programa Nacional de Controle de Dengue.

Tabela 3 – Classificação de risco de ocorrência da dengue nos municípios do Pará com tendência significativa, no período de 2001 a 2017.

MUNICÍPIO	TID Média	TID Máximo	Classificação TID Média	Z (Mann-Kendall)	p-valor*	Tendência**	Nível de Risco
Almeirim	3,0	44,8	Baixa	0,553	0,003	S+	Moderado
Altamira	28,9	128,4	Média	0,368	0,044	S+	Alto
Anapu	27,5	212,9	Média	0,721	< 0,0001	S+	Alto
Brasil Novo	25,9	139,5	Média	0,616	0,001	S+	Alto
Breves	2,4	20,7	Baixa	0,397	0,029	S+	Moderado
Canaã dos Carajás	22,6	81,1	Média	0,426	0,019	S+	Alto
Curuçá	3,1	22,6	Baixa	0,526	0,004	S+	Moderado
Medicilândia	5,2	33,9	Baixa	0,476	0,011	S+	Moderado
Melgaço	0,1	0,8	Baixa	0,447	0,033	S+	Moderado
Nova Esperança do Piriá	4,0	30,3	Baixa	0,474	0,011	S+	Moderado
Novo Repartimento	11,7	47,5	Média	0,368	0,044	S+	Alto
Pacajá	36,7	82,4	Alta	0,382	0,036	S+	Alto
Porto de Moz	0,8	6,0	Baixa	0,495	0,010	S+	Moderado
Prainha	12,8	80,3	Média	0,444	0,018	S+	Alto
Salvaterra	8,4	96,0	Baixa	0,450	0,013	S+	Moderado
Santana do Araguaia	4,6	24,7	Baixa	0,500	0,006	S+	Moderado
Santarém Novo	52,2	452,4	Alta	0,474	0,011	S+	Alto
São João do Araguaia	29,3	126,2	Média	0,426	0,019	S+	Alto

Sem. José Porfírio	39,4	427,3	Alta	0,688	0,000	S+	Alto
Terra Alta	5,4	24,0	Baixa	0,413	0,027	S+	Moderado
Tomé-Açu	6,1	16,7	Baixa	0,456	0,012	S+	Moderado
Vitória do Xingu	34,6	140,8	Alta	0,504	0,007	S+	Alto
Abaetetuba	17,9	64,9	Média	-0,412	0,023	S-	Baixo
Baião	3,3	13,2	Baixa	-0,515	0,004	S-	Baixo
Barcarena	16,7	76,7	Média	-0,471	0,009	S-	Baixo
Belém	11,9	23,5	Média	-0,426	0,019	S-	Baixo
Benevides	21,7	50,7	Média	-0,574	0,002	S-	Baixo
Bragança	9,8	17,4	Baixa	-0,368	0,044	S-	Baixo
Bujaru	8,3	58,9	Baixa	-0,515	0,004	S-	Baixo
Cametá	10,2	27,2	Média	-0,515	0,004	S-	Baixo
Eldorado dos Carajás	20,6	85,8	Média	-0,603	0,001	S-	Baixo
Faro	0,7	7,9	Baixa	-0,608	0,003	S-	Baixo
Igarapé-Miri	12,7	103,5	Média	-0,559	0,002	S-	Baixo
Jacunda	27,7	113,0	Média	-0,412	0,023	S-	Baixo
Mãe do Rio	5,6	21,9	Baixa	-0,397	0,029	S-	Baixo
Moju	11,4	46,4	Média	-0,471	0,009	S-	Baixo
Ourém	10,0	58,5	Média	-0,412	0,023	S-	Baixo
Santarém	27,0	220,4	Média	-0,441	0,015	S-	Baixo
Santo Antônio do Tauá	8,7	40,2	Baixa	-0,515	0,004	S-	Baixo
São Francisco do Pará	22,6	85,6	Média	-0,397	0,029	S-	Baixo
São Miguel do Guamá	5,6	16,8	Baixa	-0,485	0,007	S-	Baixo

Legenda:

TID média - Taxa de Incidência de Dengue (por 10.000 hab.)

Classificação TID média pelo PNCD (por 10.000 hab.): Baixa, Média e Alta incidência

Classificação Risco: Baixo, Moderado e Alto

* Teste TMK: Tendência significativa com $p < 0,05$, Rejeita-se H_0 (Não há tendência significativa na série)

**Tendência: S+ (Tendência significativa positiva); S- (Tendência significativa negativa).

É possível notar na Tabela 3, dentre os 22 municípios que apresentaram tendência positiva, o aumento da taxa de incidência de dengue. Cerca de 50% dos municípios (ou 11 municípios) foram identificados com risco “moderado”, o que sinalizou estado de alerta para os gestores de saúde. Os demais 11 municípios (50% do total) foram identificados com risco “alto”, ou seja, com a possibilidade de ocorrência de surtos. Com relação aos municípios que apresentaram tendência negativa, com redução da taxa de incidência de dengue, foram identificados 19 municípios (cerca de 86,4%) em risco “baixo”, ou seja, em condições satisfatórias no controle da doença.

Os resultados apontaram que 102 municípios não apresentaram tendência estatisticamente significativa com relação às taxas de incidência de dengue. Na identificação de nível de risco da doença, cerca de 47,1 % (48 dos 102 municípios) apresentaram nível “baixo”, considerado satisfatório no controle da doença. Aproximadamente 35,3% (46 dos 102 municípios) tiveram risco “moderado”, o que representa estado de alerta. Ainda 17,6% (18 dos 102 municípios) indicaram risco “alto”, ou seja, com a possibilidade da ocorrência de surtos da doença, como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Classificação de risco de ocorrência da dengue nos municípios do Pará sem tendência significativa, no período de 2001 a 2017.

MUNICÍPIO	TID Média	TID Máximo	Classificação do TID Média	Z (Mann-Kendall)	p-valor*	Tendência da TID média**	Nível de Risco
Bannach	51,914	297,332	Alta	0,353	0,053	NS	Alto
Belterra	31,769	122,074	Alta	-0,309	0,091	NS	Alto
Conceição do Araguaia	39,294	304,800	Alta	0,044	0,837	NS	Alto
Cumaru do Norte	60,532	266,935	Alta	0,000	1,000	NS	Alto
Novo Progresso	65,186	196,085	Alta	0,206	0,266	NS	Alto
Ourilândia do Norte	34,113	125,171	Alta	0,235	0,202	NS	Alto
Parauapebas	31,697	92,000	Alta	0,279	0,127	NS	Alto
Pau D'Aco	45,316	157,882	Alta	0,112	0,563	NS	Alto
Rio Maria	39,706	233,717	Alta	0,191	0,303	NS	Alto
Rondon do Pará	31,221	78,254	Alta	-0,279	0,127	NS	Alto
Rurópolis	31,354	107,020	Alta	0,132	0,484	NS	Alto
São Domingos do Araguaia	49,883	106,347	Alta	-0,235	0,202	NS	Alto
São Geraldo do Araguaia	48,480	190,576	Alta	0,221	0,232	NS	Alto
Sapucaia	41,373	177,040	Alta	-0,320	0,083	NS	Alto
Soure	32,748	117,216	Alta	0,206	0,266	NS	Alto
Tucumã	41,216	103,396	Alta	-0,074	0,711	NS	Alto
Tucuruí	33,826	317,391	Alta	0,000	1,000	NS	Alto
Xinguara	33,334	199,403	Alta	0,309	0,091	NS	Alto

Legenda:

TID média - Taxa de Incidência de Dengue (por 10.000 hab.)

Classificação TID média pelo PNCD (por 10.000 hab.): Baixa, Média e Alta incidência

Classificação Risco: Baixo, Moderado e Alto

* Teste TMK: Tendência significativa com $p < 0,05$, Rejeita-se H_0 (Não há tendência significativa na série)

**Tendência: NS (Tendência não significativa)

É importante ressaltar que os resultados desta pesquisa são baseados em tratamento de dados secundários. Assim, consideram-se algumas limitações nos estudos, como o subdiagnóstico e a subnotificação de casos de dengue identificados no escopo da pesquisa. Consequentemente, é possível que as taxas de incidência dos casos da doença utilizadas neste estudo ecológico subestimem a real disseminação da dengue. Contudo, as informações contidas nesta e outras pesquisas como a de Nunes *et al.* (2019) e Andrioli *et al.* (2020) contribuem para o entendimento da dinâmica da dengue na Amazônia.

CONCLUSÕES

Os achados neste estudo indicam que a dengue continua sendo uma ameaça à saúde pública nos municípios paraenses, como evidenciado pela ocorrência de 184 mil casos de dengue, sendo que 92 mil evoluíram para internação hospitalar pelo SUS no período de 2001 a 2017. Destes, cerca de 125 mil ocorreram no período de 2007 a 2017. Na pesquisa, os cinco anos epidêmicos com maiores casos de dengue por 10 mil habitantes foram: a partir do ano de 2001 (26,2 casos), 2011 (21,9 casos), 2008 (21,3 casos), 2012 (20,9 casos) e 2010 (19,6 casos).

Este estudo mostra que desde 2007 o estado apresenta a circulação do vírus DENV (1-4) em várias regiões de integração, porém a maior frequência de casos de dengue foi do sorotipo DENV-1, com 55% de casos no

período analisado (2006 a 2017). A transmissão de dengue requer a atenção do sistema de saúde pública no estado, pois o estudo de seu perfil epidemiológico auxilia nas ações entomológicas e de vigilância sanitária de forma mais estratégica e integrada.

Os resultados do Teste de *Mann-Kendall*, na área em estudo, apontaram que 102 municípios não apresentaram tendência estatisticamente significativa ($p < 0,05$) com relação às TID. No entanto, 41 municípios tiveram tendências significativas, dos quais cerca de 22 apresentaram tendência significativa crescente, indicando o aumento da TID, porém os 19 municípios restantes exibiram tendência significativa decrescente, sinalizando a redução da taxa de incidência de dengue, ou seja, representando condições satisfatórias no controle da doença.

Destaca-se, ainda, a baixa participação dos municípios na coleta de dados entomológicos, principalmente do LIRA nos anos pesquisados, dificultando os estudos epidemiológicos no estado. Sendo assim, o monitoramento de indicadores epidemiológicos e entomológicos são relevantes na detecção de alterações no padrão de comportamento da doença e na implantação de estratégia para o Plano Estadual de Contingência. Apesar de avanços científicos, ainda não existe aprovada uma vacina para a dengue que seja eficaz para os quatro sorotipos.

É importante ressaltar que a pesquisa apresentou limitações na utilização de dados municipais, pela qualidade das informações epidemiológicas e entomológicas na área de estudo. Observa-se, ainda, a possibilidade de subnotificações de casos da dengue pelo sistema de vigilância municipal e a falta de acesso aos serviços especializados de saúde em alguns municípios.

REFERÊNCIAS

1. BOHM, A. W. *et al.* Tendência da incidência de dengue no Brasil, 2002-2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 25, n. 4, p. 725-733, 2016.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Controle da Dengue**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2002.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de Contingência Nacional para Epidemias de Dengue**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3vA5pnJ>. Acesso em: 13 jun. 2019.
4. CHAVES, A. F. F. *et al.* Ambiente e saúde: prioridades nos estados da Amazônia Legal. **Enciclopédia Biosfera**, Goiás, v. 9, p. 2241-2258, 2013.
5. CHAVES, E. C. *et al.* Condições de vida populacional e incidência de dengue no estado do Pará, Brasil. **Pará Research Medical Journal**, Belém, v. 2, n. 1-4, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/35uTzAG>. Acesso em: 10 dez. 2017.
6. CORRÊA, J. A. J. *et al.* Associação entre a precipitação pluviométrica e a incidência de dengue em sete municípios do estado do Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 7, p. 2264-2276, 2016.
7. CUTTER, S. L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, Coimbra, v. 93, n. 1, p. 59-69, 2011.
8. DILON, W.R.; GOLDSTEIN, M. **Multivariate Analysis: methods and applications**. New York: John Wiley & Son, 1984.
9. EBI, K.; NEALON, J. Dengue in a changing climate. **Environmental Research**, San Diego, v. 151, p. 115-123, 2016.
10. FIELD, A. **Descobrendo a estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
11. FERREIRA FILHO, D. F. *et al.* 2020. Análise pluviométrica no estado do Pará: comparação entre dados obtidos de estações pluviométricas e do satélite GPCC. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 26, 2020.
12. GUO, C. *et al.* Global Epidemiology of Dengue Outbreaks in 1990–2015: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, Switzerland, v. 7, n. 317, 2017.
13. HAIR, J. F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
14. IBGE. **Censo Demográfico de 2010: resultados do universo**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm. Acesso em: 10 nov. 2016.
15. IBGE. **Cidades@: Santos**. Brasília, DF: IBGE, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/3sC1bu9>. Acesso em: 12 jan. 2017.

16. IPCC. **Climate Change 2007: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
17. IPEA. **Atlas do desenvolvimento humano nos municípios brasileiros**. Brasília, DF: IPEA, 2015. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/>. Acesso em: 23 maio 2017.
18. MENEZES, J. A. *et al.* Mapping human vulnerability to climate change in the Brazilian Amazon: The construction of a municipal vulnerability index. **PLOS One**, San Francisco, v. 13, n. 2, 2018.
19. MORIN, C. W. *et al.* Climate and Dengue Transmission: Evidence and Implications. **Environmental Health Perspectives**, Research Triangle Park, v. 121, n. 11-12, p. 1264-1272, 2013.
20. MORAES, B. C. *et al.* Climatologia da precipitação na Amazônia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 5, p. 1359-1373, 2015.
21. MORAES, B. C. *et al.* Sazonalidade nas notificações de dengue das capitais da Amazônia e os impactos do El Niño/La Niña. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 9, 2019.
22. MURRAY, N. E. A. *et al.* Epidemiology of Dengue: Past, Present and Future Prospects. **Clinical Epidemiology**, New York, v. 5, p. 299-309, 2013.
23. NAISH, S. *et al.* Climate change and dengue: a critical and systematic review of quantitative modelling approaches. **BMC Infectious Diseases**, London, v. 14, n. 1, 2014.
24. LÉLIS Félix da Silva; *et al.* Dimensões do Uso e Cobertura da Terra nas Mesorregiões do Estado do Pará. **Espacios**. Vol. 37 (Nº 05) Año 2016. Pág. 5. ISSN 070981015. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n05/16370505.html>
25. LINDOSO, D. P. Vulnerabilidade e resiliência: potenciais, convergências e limitações na pesquisa interdisciplinar. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 127-144, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3hAJG7a>. Acesso em: 18 jan. 2021.
26. PARÁ. Decreto nº 1.066, de 19 de junho de 2008. Dispõe sobre a regionalização do Estado do Pará e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Pará**, Belém, 2008. Disponível em: <https://bit.ly/35tLZ9v>. Acesso em: 15 ago. 2017.
27. PARÁ. Secretaria do Estado do Pará. Coordenação de Vigilância em Saúde. Departamento de Controle de Doenças Transmissíveis. **Plano Estadual para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue**. Belém, 2015.
28. PARENTE, A. T. *et al.* A ocorrência de malária em quatro municípios do estado do Pará, de 1988 a 2005, e sua relação com o desmatamento. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 42, n. 1, p. 41-48, 2012. Disponível em: <https://bit.ly/3psVYmr>. Acesso em: 11 jan. 2021.
29. PAHO. **Alerta epidemiológico: dengue nas Américas**. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3IDrV2N>. Acesso em: 10 jun. 2016.
30. SANTOS, M. R. S. *et al.* Vulnerabilidade e mudanças climáticas: análise socioambiental em uma mesorregião da Amazônia. **Revista Ambiental & Água**, Taubaté, v. 12, n. 5, p. 842-854, 2017.
31. SANTOS, R. B. *et al.* Construção e aplicação de um índice de vulnerabilidade humana à mudança do clima para o contexto brasileiro: a experiência do estado do Espírito Santo. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 299-321, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3hCiXal>. Acesso em: 17 jan. 2021.
32. SOUZA, M. L. A. *et al.* Bayesian estimates for the mapping of dengue hotspots and estimation of the risk of disease epidemic in Northeast Brazil. **Urban Climate**, Netherlands, v. 26, p. 198-211, 2018.
33. SOUZA, E. B. Padrões Climatológicos e Tendências da Precipitação Nos Regimes Chuvoso E Seco Da Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 21, 2017.
34. SINAN. **Notificações registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação Pará**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3vvkHdD>. Acesso em: 10 jan. 2019.
35. WHO. **Global Strategy for Dengue Prevention and Control, 2012-2020**. Geneva: WHO, 2012.
36. WHO. **Estimated number of dengue infections each year**. Geneva: WHO, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3ICQflq>. Acesso em: 21 fev. 2018.