



Universidade de São Paulo

www.revistas.usp.br/rdg - ISSN 2236-2878

Volume 43 (2023), e193353

DOI: 10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2023.193353

Clima e casos de dengue em São Luís, Maranhão, Brasil

Climate and dengue cases in São Luís, Maranhão, Brazil

Larissa Rodrigues Marques¹ ; Sara Lopes de Moraes² ; Rúbia Gomes Morato³ ; Zulimar Márta Ribeiro Rodrigues⁴

¹Unidade Mais Integral Professora Uilma Rosa, Cedral, MA, Brasil.

²Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

³Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

⁴Departamento de Geociências, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil.

E-mail: saraldmoraes@gmail.com (SLM); rubiagm@usp.br (RGM); zulimar.marita@ufma.br (ZMRR)

*Email para correspondência: marquesgeo@outlook.com

Recebido (Received): 10/12/2021

Aceito (Accepted): 05/02/2024

Resumo: O objetivo da pesquisa foi verificar a associação entre casos de dengue e os atributos meteorológicos temperatura, umidade do ar e precipitação no município de São Luís/Maranhão, no período de 2013 a 2017 e calcular o risco relativo dessas variáveis para a dengue. Foram obtidos dados mensais da temperatura média do ar (°C), umidade relativa do ar (%), precipitação (mm) e total de casos de dengue notificados e confirmados. Foi aplicado um modelo linear generalizado com distribuição binomial negativa para verificar as associações entre as variáveis. Os resultados mostram que as variáveis temperatura média do ar, umidade relativa do ar e precipitação foram associadas significativamente com os casos de dengue no nível de 0,01, enquanto a variável estação não foi significativa. A variável temperatura apresentou o maior risco relativo para a ocorrência dos casos de dengue. Tais resultados indicam que fatores climáticos podem contribuir para o aumento do risco de casos de dengue em São Luís. Estudos como este podem auxiliar no planejamento e no desenvolvimento de medidas de prevenção da doença.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*; Risco; Temperatura.

Abstract: This study aims to verify the association between dengue cases and meteorological variables of temperature, air humidity and precipitation, in São Luís municipality (Maranhão State) from 2013 to 2017 and to calculate the relative risk of these variables for dengue. We obtained monthly mean air temperature (C°), relative humidity (%), rainfall (mm), and the total of reported and confirmed dengue cases data. To estimate the association between the variables we applied a generalized linear model with negative binomial distribution. The results show that mean air temperature, mean relative humidity and total precipitation monthly was statistically significant associated with dengue cases at the level of 0,01, while season variable was not significant. The mean air temperature had the highest relative risk for the dengue cases occurrence. The results indicate that climatic factors can contribute to a higher risk of dengue cases in São Luís. This study can support the development of planning and measures to prevent the disease.

Keywords: *Aedes aegypti*; Risk; Temperature.

1. Introdução

A relação entre clima e doença foi estabelecida há muito tempo, especialmente no Brasil, onde várias relações do tipo foram propostas para tentar explicar algumas doenças do país. Foi por isso que, durante um longo período, usou-se a expressão doenças tropicais para referir-se as doenças que ocorriam, predominantemente, em climas quentes (MANSON, 1898), como as dos trópicos.

Tal expressão, embora inicialmente empregada com denotação meteorológica e não geográfica pelo médico britânico Patrick Manson (MANSON, 1898), foi utilizada por colonizadores e depois “popularizada” na Europa e acabou por atribuir a essas áreas do globo uma conotação estigmatizada e negativa (BARROS, 2006; PEIXOTO, 1908), dado o caráter limitante e desafiador que elas impunham ao avanço da colonização (SILVA, 2022).

Para Manson, “tropical diseases” é um termo que indica a ocorrência de certas doenças apenas nos climas quentes, ou que por uma ou outra circunstância, são especialmente prevalentes nessas regiões (MANSON, 1898). Entre as doenças mais comumente listadas nesse rol encontram-se a malária, a febre-amarela, a ancilostomíase, a filariose, a oncocercose, a doença do sono e a doença de chagas (SILVA, 2022).

Para além da questão da terminologia, doenças tropicais tornou-se um termo comumente empregado no meio médico e acadêmico que denota, de fato, a importância climática para prevalência de certas doenças, pois já se sabe que algumas enfermidades se proliferam sob condições climáticas mais favoráveis aos seus aspectos biológicos e ecológicos, como o calor e a umidade (CAMARGO, 2008), embora reconheça-se que tal condição não é determinante para a permanência das doenças, havendo outros fatores que colaboram para isso, como por exemplo a pobreza em que se encontram muitas pessoas acometidas pelas enfermidades (AHMED *et al.*, 2022; LINDOSO e LINDOSO, 2009; MOLYNEUX, SAVIOLI e ENGELS, 2017).

Assim, houve uma mudança no enfoque do debate das doenças tropicais, que passou a considerar as condições de vida das populações afetadas como algo relevante. Justamente por isso foi observado que a maior quantidade dessas pessoas reside em países tropicais e subtropicais de renda média e baixa e com acesso limitado aos serviços de saúde (MOLYNEUX, SAVIOLI e ENGELS, 2017). Devido a isso e ao fato da grande carga global causada por essas doenças (AHMED *et al.*, 2022) e o pouco investimento destinado a combatê-las, inclusive com pesquisas científicas (MOLYNEUX; SAVIOLI; ENGELS, 2017), as doenças tropicais foram consideradas também negligenciadas – em parte, porque *a priori*, a população acometida é negligenciada (BVS, 2024; FITZPATRICK *et al.*, 2017).

A OMS utiliza a categoria “Doenças Tropicais Negligenciadas” referindo-se as doenças com origens protozoária, helmíntica, bacteriana, viral, fúngica e parasitária; na maioria das vezes endêmicas em países de clima tropical e caracterizados por situações de desigualdades e iniquidades em saúde.

As doenças infecciosas negligenciadas são um grupo diversificado de condições difundidas nas regiões mais pobres do mundo, onde a segurança da água, o saneamento e o acesso aos cuidados de saúde são precários. Entre essas enfermidades, estão: doença de Chagas, dengue, equinococose, fasciolíase, leishmaniose, hanseníase, filariose linfática, micetoma, cromoblastomicose e outras micoses profundas, oncocercose (“cegueira dos rios”), raiva, escabiose e outros ectoparasitos, esquistossomose, helmintíases transmitidas pelo solo, envenenamento por picada de cobra, teníase/cisticercose, tracoma e boubá (OPAS, 2022, s/p).

A partir disso, percebe-se que a dengue é considerada uma “Doença Tropical Negligenciada” e em diferentes regiões do mundo e do Brasil pesquisas são realizadas no intuito de melhor compreender o perfil epidemiológico da dengue. Em 30 de janeiro de 2020 a OMS definiu como o Dia Mundial das Doenças Tropicais Negligenciadas para fortalecer a troca de experiências entre as pesquisas já realizadas e os programas para controle e eliminação, realizados pelas instituições de pesquisa e setores governamentais de saúde.

No Brasil diferentes pesquisadores já contribuíram e continuam realizando percursos teóricos da geografia das doenças, como a dengue, e os eventos multidimensionais desde a escala urbana a global. Os principais determinantes sócio espaciais; a tipologia da dengue no Brasil; a relação entre clima e dengue; ambientes de risco e vulnerabilidade ambiental a doença; foram os principais temas discutidos na escala nacional e/ou nas fronteiras brasileiras (AQUINO JUNIOR, 2014; CATÃO, 2012). Ou ainda em obras que reúnem diferentes contexto da variação espacial e temporal da dengue em 10 capitais brasileiras (MENDONÇA, 2021).

Ela é uma doença febril aguda causada por um arbovírus da família *Flaviviridae*, pertencente ao gênero *Flavivírus* (FIOCRUZ, 2021) e é transmitida pelos mosquitos vetores pertencentes ao gênero *Aedes* e subgênero *Stegomyia*, notadamente o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus* (OLIVEIRA, 2015). Dentre eles, o *Aedes aegypti* é o responsável pelo grande número de infecções de dengue no mundo, já que os espaços urbanos são os locais preferenciais dessa espécie (KRAEMER *et al.*, 2015). Atualmente, já foram identificadas outras formas de transmissão, como por exemplo, através de transfusão sanguínea (BRASIL, 2019) e por meio de relação sexual sem proteção (GÜELL, 2019).

Há quatro sorotipos do vírus da dengue denominados DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4. A suscetibilidade à dengue em humanos é universal (LAI *et al.*, 2015). Devido ao fato dos sorotipos serem antigeneticamente distintos, uma pessoa ao ser infectada por um dos sorotipos se torna imune apenas a ele (BRASIL, 2019), o que a torna ainda suscetível aos demais. Pode ocorrer uma imunidade cruzada para outro sorotipo, mas ela é temporária (TAUIL, 2001; BRASIL, 2002). Todos eles podem causar a dengue tanto em

sua forma clássica como em outras mais graves, como a febre hemorrágica (FIOCRUZ, 2019). A dengue é a infecção provocada por arbovírus mais prevalente no homem, causando entre 50 a 100 milhões de infecções sintomáticas anualmente no mundo inteiro (KRAEMER *et al.*, 2015; STANAWAY *et al.*, 2016). Outras estimativas sugerem que aproximadamente 390 milhões de pessoas sejam infectadas por ela (BHATT *et al.*, 2013; ZELLWEGGER *et al.*, 2017).

Tal situação somada a sua distribuição geográfica cada vez mais crescente tornaram a dengue um problema de saúde pública global (BHATT *et al.*, 2013; LETA *et al.*, 2018). De acordo com Brady *et al.*, (2012), a transmissão da dengue ocorre em mais de 120 países, a maioria deles com clima tropical e subtropical aptos a presença do vetor, o que coloca a população de aproximadamente 4 bilhões de pessoas que estão nessas áreas em situação de risco. O reconhecimento dessas áreas deve-se em grande parte a disponibilização pública do número de casos de dengue feita pelos países e por trabalhos científicos, o que ajuda a compreender a situação global das infecções por dengue (BRADY *et al.*, 2012).

O Brasil está entre os países mais afetados. Em 2013 por exemplo, apenas para o primeiro semestre foi registrado quase 1,5 milhão de casos, com os quatro sorotipos da dengue circulando pelo país interferindo na magnitude das epidemias (FERREIRA *et al.*, 2017). Já até a semana epidemiológica 50 de 2020 ele registrou 979.764 notificações de casos prováveis de dengue (BRASIL, 2023).

Em São Luís, Maranhão, a primeira epidemia por dengue ocorreu em 1996 com 4.641 casos notificados (GONÇALVES NETO; REBÊLO, 2004). Desde então, esse município tem experimentado epidemias da doença continuamente e é considerado como área endêmica de dengue. Embora várias ações de controle vetorial e prevenção de epidemias tenham sido realizadas desde os primeiros surtos, ainda persistem números elevados de casos de dengue e de infestação do *Aedes aegypti* no município, denotando baixa efetividade dessas medidas. Apesar dos esforços empenhados, a dengue e o *Aedes aegypti* ainda perduram como um sério problema de saúde pública em São Luís.

Na ecologia da dengue, o clima é um fator de grande importância. Assim, o comportamento climático de um lugar pode propiciar melhores condições de vida para o mosquito e para a proliferação da dengue. Vários estudos têm sido feitos com o intuito de relacionar o clima e a dengue em várias regiões do Brasil e do mundo, observando o comportamento da dengue sob diferentes condições climáticas.

São Luís, diferente de vários municípios brasileiros, possui um clima de pouca variação térmica ao longo do ano e com alta umidade relativa do ar, o que pode dar maior conforto para a reprodução das populações do mosquito. No entanto, possui um período de estiagem bem demarcado, que impediria um ciclo contínuo e daria a precipitação um papel chave para o desencadeamento do período de surto e aumento de casos. Nesse sentido, a precipitação e o período chuvoso seriam os fatores de maior risco para a dengue.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi verificar a associação entre casos de dengue e os atributos meteorológicos temperatura, umidade do ar e precipitação no município de São Luís, no período de 2013 a 2017 e calcular o risco relativo dessas variáveis para a dengue.

2. Área de estudo

O município de São Luís está situado no Estado do Maranhão, região Nordeste do Brasil (**Figura 1**). De acordo com o Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, a população é de 1.014.837 habitantes, majoritariamente urbana (94%) e com densidade demográfica de 1.215,69 hab./km². O clima do município é do tipo Tropical Zona Equatorial, com 4 a 5 meses secos e temperaturas médias anuais acima de 18°C para todos os meses (IBGE, 2002).

O mês com maior temperatura média na normal climatológica de 1981-2010 é novembro com 27,5°C e o mês com temperatura mais baixa é março com 26,1°C e média anual de 26,7°C (INMET, 2018). A precipitação média anual é de 2.199,9 mm com maior precipitação no mês de março com 462,1 mm e menor precipitação em outubro com 4,7 mm (Normal Climatológica do Brasil – 1981-2010). A umidade relativa do ar média anual é de 82,8% e a velocidade do vento média anual é de 2,4m/s-1 com direção predominante de nordeste (NE) (INMET, 2018).

Considerando as estações do ano, para a estação chuvosa a temperatura média é de 26°C, a média do total pluviométrico é de 325mm e umidade relativa do ar média é de 86%. Para a estação de estiagem, a temperatura média é de 27°C, a média do total pluviométrico é 41 mm e a umidade relativa do ar média é de 79% (INMET, 2018). O clima se destaca por não ter grande variabilidade térmica e não possui estação de frio ou inverno, mas sim duas estações bem definidas, uma de estiagem (que inicia em julho e termina em dezembro) e outra chuvosa (que compreende os meses de janeiro a junho) (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007;

PINHEIRO, 2017). Esse clima é influenciado pela maritimidade e continentalidade (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

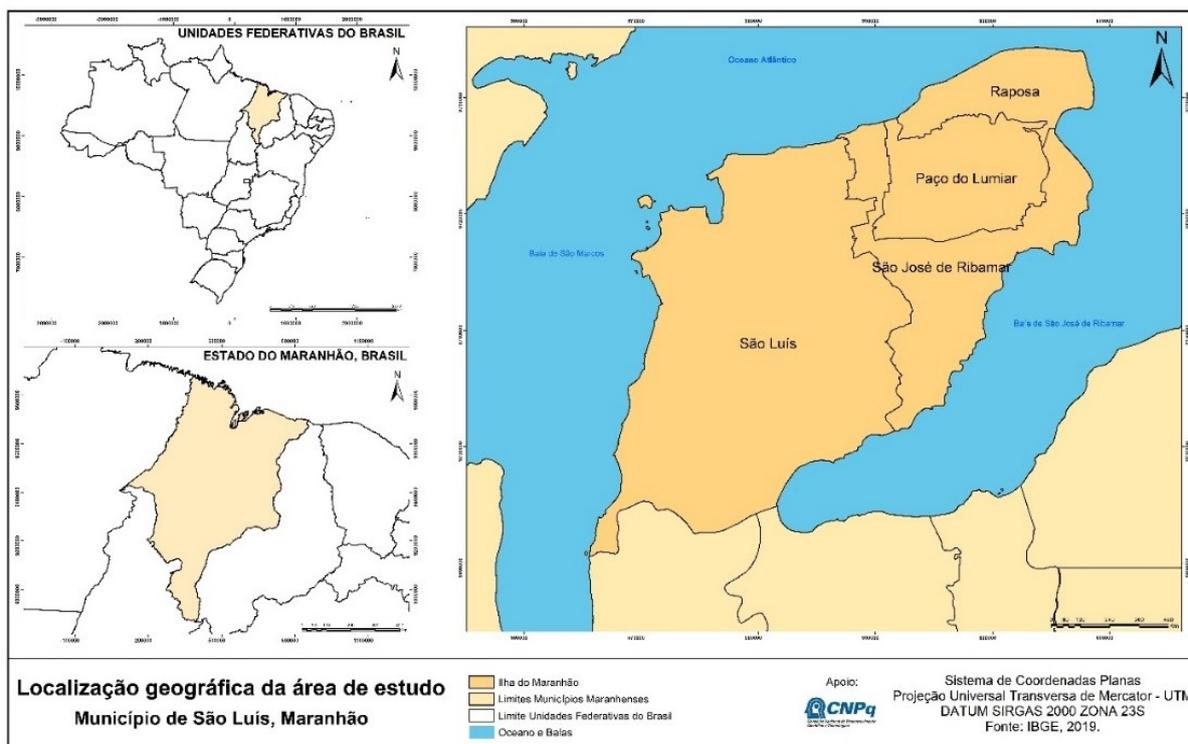


Figura 1: Localização geográfica da área de estudo. Fonte: IBGE (2019).

Os sistemas atmosféricos que atuam na região e caracterizam o regime climático no município são as massas de ar Equatorial Atlântica (mEa) e Equatorial Continental (mEc) (responsáveis pela intensa pluviosidade no primeiro semestre do ano), o Anticiclone dos Açores (que dispersa essas massas e gera os ventos alísios de nordeste e sudeste, procedentes dos Hemisférios Norte e Sul, respectivamente) e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que consiste em uma faixa de convergência dos ventos alísios (SOUSA, 1993; VAREJÃO-SILVA, 2006).

3. Materiais e métodos

3.1. Aquisição de dados

Em São Luís, há quatro estações meteorológicas, no entanto, há muitas falhas de coleta de dados em vários períodos, principalmente para o período de estudo. Tendo em vista fazer uma análise para um recorte temporal mais amplo, foi selecionada a estação com maior constância e disponibilidade de dados. Além disso, diversos estudos epidemiológicos similares também adotaram apenas uma estação meteorológica para estimar a relação entre as variáveis meteorológicas e a ocorrência de casos de dengue (CHEONG *et al.*, 2013; COSTA e CALADO, 2016; GOMES JUNIOR, BEZERRA e FERRAZ, 2021; HALIM *et al.*, 2021; IBARRA *et al.*, 2013).

Assim, os dados climáticos foram obtidos do site da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET) referente a estação meteorológica Marechal Cunha Machado situada no aeroporto do município (altitude: 53 m, latitude 02° 35' S e longitude 44° 14' O). Essa fonte foi selecionada por ter a melhor cobertura de dados para o período de análise. Os dados adquiridos foram: média mensal de temperatura (°C), média mensal da umidade relativa do ar (%), total de precipitação acumulada (mm) e média mensal de velocidade do vento (m/s).

Foram obtidos casos de dengue notificados e confirmados por meio de exame laboratorial ou por evidência clínico-epidemiológica para o município de São Luís referentes ao período de 2013-2017 na Secretaria Municipal de Saúde (SEMUS). Foi obtido o total de casos por mês e ano.

Por se tratar de um estudo ecológico e não violar o sigilo da informação, o presente estudo não necessitou de aprovação do Comitê de Ética, conforme a Resolução N° 510, de 7 de abril de 2016 do Conselho Nacional de Saúde, que dispensa aprovação à pesquisa com bancos de dados, cujas informações são agregadas e sem possibilidade de identificação individual.

3.2. Análise estatística

A análise estatística compreendeu duas etapas. A primeira consistiu na realização de uma análise descritiva para conhecer e explorar o banco de dados das variáveis epidemiológicas e meteorológicas a partir de tabelas que contém as médias, desvio padrão, mínimo, máximo e quartis. A segunda etapa consistiu em uma análise de regressão para verificar a associação entre as variáveis meteorológicas e os casos de dengue no período de 2013 a 2017.

Considerando que os dados de casos de dengue são dados de contagem e não possuem normalidade, foi feita a suposição de que eles poderiam seguir uma distribuição de Poisson. Dessa forma, foi realizada uma análise de regressão linear por meio de um Modelo Linear Generalizado (MLG) com distribuição de Poisson. As seguintes variáveis foram selecionadas para compor inicialmente o modelo: casos de dengue (variável dependente), temperatura média (TMED), umidade relativa (UR), precipitação total (PREC) e estação (CHUVOSO/ESTIAGEM).

A variável estação é uma variável categórica e foi definida tendo como referência os meses chuvosos e de estiagem. Assim, os meses do período de análise foram agrupados nessas duas categorias, sendo: janeiro a junho classificados como chuvosos e de julho a dezembro como de estiagem.

O modelo foi rodado e a partir da análise dos resíduos do por meio do gráfico normal de probabilidades com envelope e do teste Qui-quadrado, foi possível verificar que ele não estava bem ajustado, sendo necessário adotar uma distribuição Binomial Negativa. Como pode ser observado na **Figura 2**, todos os pontos ficaram fora do envelope, demonstrando que não houve um bom ajuste para os dados.

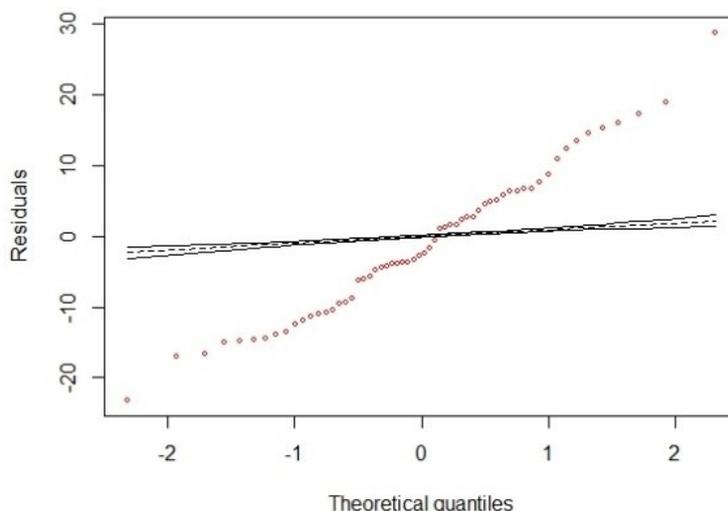


Figura 2: Envelope de resíduos do modelo com distribuição Poisson. Fonte: dados da pesquisa (2019).

Isso provavelmente ocorreu devido a uma superdispersão da variável dependente (casos de dengue). Diante disso, um segundo modelo foi proposto utilizando uma distribuição Binomial Negativa, partindo da suposição que a distribuição da variável dependente segue uma distribuição Binomial Negativa. Esse modelo pertence à família dos MLGs, assim como o de Poisson, e é o modelo indicado para dados com superdispersão, tornando-o apropriado para análises de dados de contagem de doenças como a dengue (ZELLWEGER *et al.*, 2017).

Para seleção do melhor modelo ajustado foram utilizados *backward* e o Critério de Informação de Akaike (AIC). O método *backward*, consiste em inserir todas as variáveis explicativas no modelo e, posteriormente, ir removendo aquelas que não tiverem associação significativa com a variável resposta conforme teste de hipóteses. Após a rotação do modelo foi realizado o teste de hipótese do Qui-Quadrado para verificar a aceitação ou rejeição da hipótese nula e o AIC para escolher o modelo mais explicativo (PAULA, 2013). O modelo selecionado foi o de menor magnitude.

O MLG final de distribuição Binomial Negativa é dado pela equação abaixo:

$$Y_{jk} \sim BN(\mu_{jk}, \varphi) \quad (\text{Eq.1})$$

$$\log(\mu_{jk}, \varphi) = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 \quad (\text{Eq.2})$$

Onde:

j = níveis do fator estação (chuvosa e estiagem)

k = unidade experimentais

Y_{jk} = número dos casos de dengue mensais com base na estação j e unidade experimental k

μ_{jk} = parâmetro da distribuição de Y (casos de dengue)

ϕ = parâmetro da dispersão

β_0 = média do log da variável resposta (casos de dengue) para os primeiros níveis das variáveis explicativas

β_1 = representa o coeficiente de regressão da variável explicativa estação (ESTACAO);

β_2 = representa o coeficiente de regressão da variável explicativa temperatura média (TMED);

β_3 = representa o coeficiente de regressão da variável explicativa umidade relativa do ar (UR);

β_4 = representa o coeficiente de regressão da variável explicativa precipitação (PREC).

Quando a forma exponencial é adotada nos resultados do MLG de distribuição Binomial Negativa é gerado o valor do risco relativo – RR. O risco relativo é uma medida que avalia a probabilidade de a variável de interesse aumentar ou diminuir a partir da sua relação com as variáveis explicativas. Neste caso, o RR se refere à probabilidade de os casos de dengue aumentarem ou diminuírem dada sua relação com as variáveis climáticas utilizadas.

Os valores do RR foram calculados com um intervalo de confiança de 95%. Os valores maiores que 1 indicam risco elevado, valores menores que 1 indicam baixo risco e os valores iguais a 1 representa ausência de relação. No modelo final apenas a variável estação não foi mantida. Para verificar se havia multicolinearidade no modelo foi aplicado o *Variance Inflation Factor* (VIF). Para conferir se o modelo estava adequado foi realizada a análise de resíduos por meio de um gráfico de envelope (Figura 3), do diagnóstico do modelo e da verificação da qualidade do ajuste. Um total de 9 pontos ficaram fora do envelope correspondendo a 15% do total de pontos.

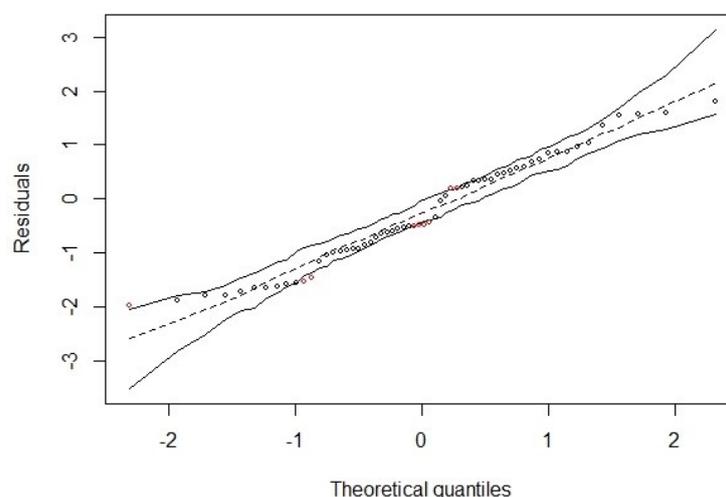


Figura 3: Gráfico de envelope dos resíduos do MLG Binomial Negativo. Fonte: dados da pesquisa (2019).

4. Resultados e discussão

Foram registrados para a área de estudo um total de 10.382 casos de dengue para o período de 2013-2017. A maior quantidade de casos para um único ano foi registrada 2016 (4.804) e a menor quantidade anual em 2014 (972). A média dos casos de dengue foi de 173 casos por mês e o número máximo de casos em um mês foi de 1.131 (Tabela 1). Os meses com maiores números de casos foram março, abril e maio (Figura 4).

Tabela 1: Medidas descritivas das variáveis epidemiológica e meteorológicas para o município de São Luís, MA para o período de 2013-2017.

Variáveis	Nº	Mediana	Média	Mínimo	Máximo	DP*
Casos de Dengue Total Mensal	60	97,5	173,0	18,0	1131,0	221,8
Temperatura Média Mensal	60	27,7	27,7	26,2	29,0	0,6
Umidade Relativa Média Mensal	60	72,2	71,8	58,6	86,5	6,8
Precipitação Total Mensal	60	55,4	92,5	0,0	437,3	102,8

Fonte: REDEMET/AERONÁUTICA. *Desvio Padrão.

A temperatura média teve pouca variação com mínima de 26,2°C e máxima de 29°C. A média da umidade relativa do ar foi de 71,8% enquanto a mínima foi 58,6 e a máxima de 86,5. Dentre as três variáveis, a que mais apresentou diferenças foi a precipitação, variando de 0 mm a 437,3 mm (**Tabela 1; Figura 4**).

Os picos no número de casos ocorrem junto com picos de umidade relativa do ar e precipitação (**Figura 4**). O maior número de ocorrências compreende o período de março a junho, que corresponde ao período chuvoso. Destaca-se a ausência de grandes variações na temperatura ao longo do período.

O modelo ajustou inicialmente as variáveis estação (chuvosa/estiagem), temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação. Nesse modelo as variáveis temperatura média, umidade relativa do ar e precipitação foram significativas no nível de 0,01 enquanto a variável estação não foi significativa. Ela foi incluída no modelo para verificar se havia associação entre os casos de dengue com um determinado período do ano.

Para os dados referentes aos meses de janeiro a junho foi atribuída a categoria “chuvoso” e para os dados referentes aos meses de julho a dezembro foi atribuída a categoria “estiagem”. Com a ausência de significância estatística para essa variável, não é possível afirmar que a sazonalidade influencia a ocorrência da dengue em São Luís. No Vietnã, por outro lado, o padrão sazonal foi observado em três províncias, as quais apresentaram aumento na taxa de incidência da doença na estação chuvosa (LEE *et al.*, 2017).

Após a exclusão da variável estação, não houve mudança significativa no desempenho do modelo (valor AIC), no entanto o p-valor da variável precipitação melhorou, aumentando sua significância estatística em relação ao modelo inicial (**Tabela 2**).

Todas as variáveis independentes que ficaram no modelo de regressão final foram associadas significativamente com os casos de dengue. Outros estudos também verificaram associação significativa entre os casos de dengue e a precipitação (HII *et al.*, 2009; SILVA *et al.*, 2016; SIRISENA *et al.*, 2017), a temperatura (CHEONG *et al.*, 2013; MARINHEIRO *et al.*, 2017) e a umidade relativa do ar (WU *et al.*, 2007; MARINHEIRO *et al.*, 2017). Dentre as variáveis analisadas, a precipitação teve a associação mais forte ($p < 0,001$), seguida pela umidade e a temperatura.

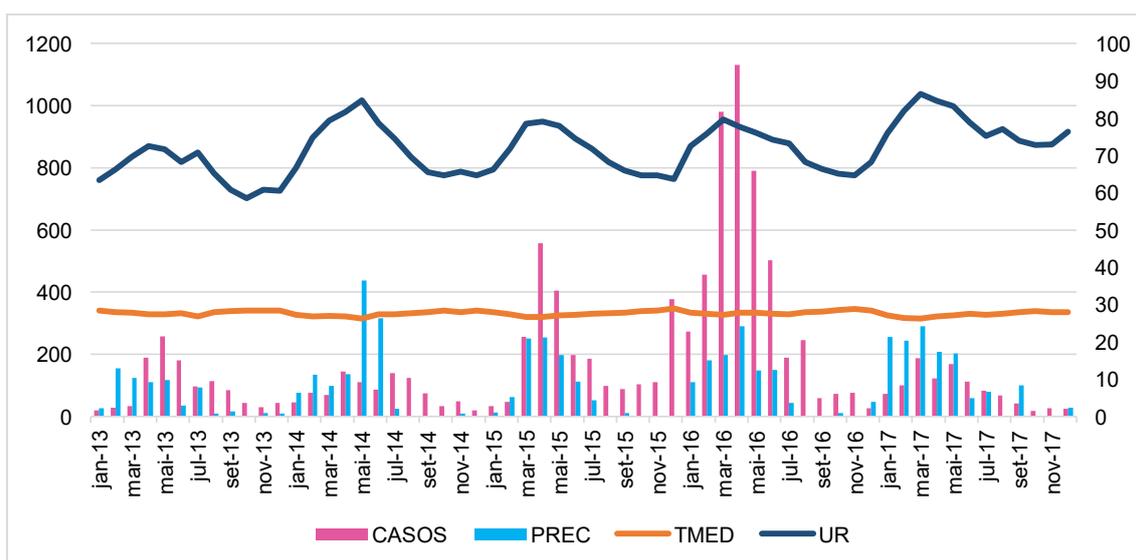


Figura 4: Número total de casos de dengue, temperatura média, umidade relativa do ar média e precipitação total por mês e ano para o município de São Luís, Maranhão, no período de 2013-2017. Fonte: SEMUS (2019); NMET (2019).

Tabela 2: Variáveis mantidas no modelo após a adoção do método de AIC.

Variáveis	Valor Estimado	Erro Padrão	P-valor
Intercepto	-33,244	10,060	< 0,001
Temperatura Média (°C)	0,686	0,310	0,010
Umidade Relativa do Ar (%)	0,068	0,029	0,010
Precipitação (mm)	0,004	0,001	< 0,001
AIC		720,31	

Fonte: dados da pesquisa (2019).

As associações encontradas no modelo foram de casos de dengue e das variáveis meteorológicas correspondentes ao mesmo período (mês), sem empregar *time lag*. Os achados de Ribeiro *et al.* (2006) divergem desses resultados, pois não encontraram associações entre casos de dengue, temperatura e pluviosidade no mesmo mês de análise. Eles só encontraram associações quando consideraram dados climáticos de um mês com o número de casos do mês seguinte.

Em um estudo realizado em São Luís considerando o período de 2003 a 2010, a associação positiva entre casos de dengue e chuva só foi observada com *lag* de três meses (SILVA *et al.*, 2016). De modo semelhante, Santos *et al.* (2019) utilizando análises de wavelet observaram que o total de chuva do período de 90 dias apresentou a associação mais significativa com os casos de dengue na cidade de João Pessoa, por outro lado, a temperatura não mostrou ser um bom preditor.

Em São Luís, a precipitação parece ser um elemento importante, senão decisivo, para impulsionar o desenvolvimento biológico do *Aedes aegypti* e aumentar a população de mosquitos adultos. FERREIRA *et al.* (2017) observaram que 98% de todos os casos do estudo ocorreram em períodos de alta infestação do *Aedes aegypti* adulto. Segundo Gonçalves Neto e Rebelo (2004), as chuvas exercem grande influência na determinação do período de ocorrência da dengue. Ainda segundo os autores, o aumento da precipitação e da umidade relativa do ar estão diretamente relacionadas com a situação da doença em São Luís (GONÇALVES NETO; REBELO, 2004).

A temperatura pode atuar potencializando a transmissão do vírus do mosquito para os humanos, pois em temperaturas elevadas como 32°C, as fêmeas se alimentam com mais frequência, podendo ser mais do que o dobro em relação a uma temperatura de 24°C, o que implica em maior número de picadas e interação vetor-humano já que o mosquito pode picar várias pessoas até completar sua alimentação (FOCKS *et al.*, 2000; HII *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2007).

Em Coronel Fabriciano, Minas Gerais, Horta *et al.* (2014) verificaram que o risco de transmissão da dengue aumenta com a temperatura. Os resultados também mostraram que o aumento na temperatura média e na precipitação acumulada produziram um efeito direto aumentando o risco relativo de incidência da dengue.

Em Taiwan, a umidade foi negativamente associada com a incidência da dengue, diferente do que foi encontrado neste estudo (WU *et al.*, 2007). Na Indonésia, os pesquisadores observaram que ela parecia ter pouca significância direta nas taxas de incidência da dengue (ARCARI; TAPPER; PFUELLER, 2007). Em São Luís, a umidade relativa do ar é elevada e pode ajudar na conservação dos ovos e a diminuir o estresse das larvas em períodos de temperatura mais altas ajudando na sobrevivência do mosquito.

Com as variáveis ajustadas, os valores do risco relativo foram calculados com um intervalo de confiança de 95% (**Tabela 3**).

A temperatura média apresentou alto risco relativo para a ocorrência dos casos de dengue enquanto a umidade relativa do ar e a precipitação apresentaram uma tendência de aumento do risco à dengue. Se essas variáveis se manterem fixas, pode-se dizer que os casos de dengue aumentam consideravelmente com um risco relativo de 1,986 (IC: 1,213-3,26) a partir do acréscimo de 1°C na temperatura média do ar. A cada acréscimo de 1% na UR o risco aumenta em 0,7% (RR= 1,071; IC: 1,007-1,139) enquanto com o aumento de 1mm de chuva o risco aumenta em 0,04% (1,004; IC: 1,001-1,008).

Em Khanh Hoa, foi observado que o aumento de 1°C na temperatura correspondeu a um aumento de 17% na taxa de incidência da dengue, enquanto o aumento de 100 mm na precipitação correspondeu a um aumento de 11%. A temperatura e a precipitação também contribuíram para o aumento da incidência da dengue nas províncias de Hanoi e An Giang (LEE *et al.*, 2017). Em um estudo realizado no Rio de Janeiro, a temperatura mínima e a precipitação foram as variáveis que mais contribuíram para o aumento do número de casos de dengue (GOMES; NOBRE; CRUZ, 2012).

Tabela 3: Valores do Risco Relativo (RR) para ocorrência de casos de dengue em relação as variáveis climáticas, 2019.

Variável	RR	Intervalo de Confiança (Inferior)	Intervalo de Confiança (Superior)
Intercepto	3,647	2,216	6,613
Temperatura Média (°C)	1,986	1,213	3,260
Umidade Relativa do Ar (%)	1,071	1,007	1,139
Precipitação (mm)	1,004	1,001	1,008

Fonte: dados da pesquisa (2019).

A temperatura, dentre todas as variáveis, é a mais estável no município de São Luís e se encontra na faixa ideal para a reprodução do mosquito. Considerando a fase adulta, ela pode estar impactando principalmente, a frequência de picada. Na simulação realizada por Chadee e Martinez (2016), o maior risco para a transmissão da dengue ocorreu em temperaturas iguais a 28°C.

Na Malásia, Cheong *et al.* (2013) verificaram aumento no RR com temperaturas mínimas mais elevadas. Em um estudo realizado em Singapura foi observado que o RR mais alto ocorreu em semanas subsequentes à precipitação acumulada acima de 150 mm (HII *et al.*, 2009). Em outro estudo, foi observado uma associação entre o aumento do risco da dengue e os meses de maior umidade relativa do ar (XUAN *et al.*, 2014).

5. Conclusões

Esta pesquisa identificou as variações dos casos de dengue em clima litorâneo com pequena amplitude térmica ao longo do ano e presença de estação seca e chuvosa.

A partir do uso do modelo estatístico empregado neste estudo foi possível estimar a associação entre os casos de dengue registrados em São Luís com a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a precipitação. Nossos resultados mostram alto risco relativo estatisticamente significativo entre os casos de dengue e todos os fatores climáticos estudados, indicando uma análise robusta dos dados por meio de métodos estatísticos. Apesar da precipitação ser um fator fundamental e determinante para a produção de criadouros, a temperatura do ar foi a que apresentou o maior risco relativo (RR = 1,986), indicando relações importantes para o aumento do risco dos casos de dengue no município.

Tais resultados destacam os possíveis efeitos dos fatores climáticos no aumento do risco de casos de dengue em São Luís. Nosso estudo, assim, evidencia a identificação de relações entre clima e saúde na escala municipal, apresentando resultados estatisticamente significativos que enriquecem o debate entre a relação da ocorrência de casos de dengue com os fatores climáticos. Além disso, promove discussões sobre as evidências e a relevância do uso de modelos estatísticos na compreensão dessas relações.

Essas informações podem ajudar o programa de monitoramento de controle vetorial e da dengue do município, podendo subsidiar por exemplo, o desenvolvimento de um sistema de alerta para o risco de surto de dengue. Como o aumento de temperatura eleva significativamente o risco para a doença, as atividades de controle vetorial podem ser intensificadas em períodos que antecedem dias mais quentes e chuvosos, para evitar a disponibilidade de locais de reprodução. As campanhas de sensibilização também podem ser reforçadas nesses períodos para alertar a população sobre o aumento do risco da dengue. Também é necessário direcionar ações para reduzir a quantidade de criadouros permanentes, pois eles podem estar contribuindo para diminuir a dependência do *Aedes aegypti* das chuvas.

Esta pesquisa apresenta algumas limitações. Primeiro, foi utilizada apenas uma estação meteorológica, pois São Luís possui poucas estações meteorológicas (3) e houve indisponibilidade e/ou defasagem de dados para o período de estudo para 2 estações. E em segundo, foi utilizada a escala mensal para análise dos dados e não diária ou semanal, o que pode ter inviabilizado a identificação de flutuações ou picos entre os casos de dengue e os atributos climáticos em curtos intervalos de tempo.

Apesar dessas limitações, acredita-se que a pesquisa obteve bons resultados. Sugere-se que estudos futuros considerem outras variáveis, como as socioeconômicas, para o melhor entendimento da doença na cidade, bem como parcerias oficiais entre os órgãos governamentais e as instituições de pesquisas acadêmicas para o monitoramento e ações de controle da dengue a partir de investigações multidisciplinares.

Notas

Este artigo faz parte da dissertação de mestrado da primeira autora.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil (CNPq) pelo financiamento da pesquisa. Código de financiamento/processo 164976/2018-3.

Referências

AHMED, A.; AUNE, D.; VINEIS, P.; PESCARINI, J. M.; MILLETT, C.; HONE, T. The effect of conditional cash transfers on the control of neglected tropical disease: a systematic review. **The Lancet Global Health**, v. 10, n. 5, p. e640–e648, 1 maio 2022. [http://10.1016/S2214-109X\(22\)00065-1](http://10.1016/S2214-109X(22)00065-1).

AQUINO JUNIOR, J. **A dengue em área de fronteira internacional: riscos e vulnerabilidades na Tríplice Fronteira de Foz do Iguaçu**. 2014. 201 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2014.

ARCARI, P.; TAPPER, N.; PFUELLER, S. Regional variability in relationships between climate and dengue/DHF in Indonesia. **Singapore Journal of Tropical Geography**, v. 28, n. 3, p. 251–272, 1 nov. 2007. <http://10.1111/j.1467-9493.2007.00300.x>.

BARROS, M. Clima e endemias tropicais. **Estudos Avançados**, v. 20, n. 58, p. 297–306, dez. 2006. <http://10.1590/S0103-40142006000300025>.

BHATT, S.; GETHING, P. W.; BRADY, O. J.; MESSINA J. P.; FARLOW, A. W.; MOYES, C. L.; DRAKE, J. M.; BROWNSTEIN, J. S.; HOEN, A. G.; SANKOH, O.; MYERS, M. F.; GEORGE, D. B.; JAENISCH, T.; WINT, G. R. W.; SIMMONS, C. P.; SCOTT, T. W.; FARRAR, J. J.; HAY, S. I. The global distribution and burden of dengue. **Nature**, v. 496, n. 7446, p. 504–507, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/nature12060>>. <http://10.1038/nature12060>.

BRADY, O. J.; GETHING, P. W.; BHATT, S.; MESSINA, JANE P.; BROWNSTEIN, J. S.; HOEN, A. G.; MOYES, C. L.; FARLOW, A. W.; SCOTT, T. W.; HAY, S. I. Refining the Global Spatial Limits of Dengue Virus Transmission by Evidence-Based Consensus. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 6, n. 8, p. e1760, 7 ago. 2012. <http://10.1371/journal.pntd.0001760>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância em Saúde e Meio Ambiente. **Boletim Epidemiológico**: Monitoramento dos casos de arboviroses até a semana epidemiológica 52 de 2022. Brasília, v. 54, n. 1. Janeiro 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim-epidemiologico-volume-54-no-01/>>. Acesso em: dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Dengue**: sintomas, causas, tratamento e prevenção. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/dengue>>. Acesso em: 05/12/2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Dengue: aspectos epidemiológicos, diagnóstico e tratamento. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2002. Disponível em: <http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/dengue_aspecto_epidemiologicos_diagnostico_tratamento.pdf>. Acesso em: 29/11/2019.

BVS - BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE. “**Agir agora. Agir juntos. Investir em DTNs**”: 30/01 – Dia Mundial das Doenças Tropicais Negligenciadas. Disponível em: <<https://bvsm.sau.gov.br/agir-agora-agir-juntos-investir-em-dtns-30-01-dia-mundial-das-doencas-tropicais-negligenciadas/>>. Acesso em: 23 jan. 2024.

CAMARGO, E. P. Doenças tropicais. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 64, p. 95–110, dez. 2008. <http://10.1590/S0103-40142008000300007>.

CATÃO, R. C. **Dengue no Brasil: abordagem geográfica na escala nacional**. 1. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica/Editora UNESP, 2012.

CHADEE, D. D.; MARTINEZ, R. *Aedes aegypti* (L.) in Latin American and Caribbean region: With growing evidence for vector adaptation to climate change? **Acta Tropica**, v. 156, p. 137–143, 1 abr. 2016. <http://10.1016/J.ACTATROPICA.2015.12.022>.

CHEONG, Y. L.; BURKART, K.; LEITÃO, P. J.; LAKES, T. Assessing Weather Effects on Dengue Disease in Malaysia. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 10, n. 12, p. 6319–6334, 26 nov. 2013. <http://10.3390/ijerph10126319>.

COSTA, I. M. P.; CALADO, D. C. Incidência dos casos de dengue (2007-2013) e distribuição sazonal de culicídeos (2012-2013) em Barreiras, Bahia*. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 4, p. 735–744, out. 2016. <http://10.5123/S1679-49742016000400007>.

FERREIRA, A. C.; CHIARAVALLI NETO, F.; MONDINI, A. Dengue em Araraquara, SP: epidemiologia, clima e infestação por *Aedes aegypti*. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, p. 1–10, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v52/pt_0034-8910-rsp-S1518-87872018052000414.pdf>.

FERREIRA, D. A. C.; DEGENER, C. M.; MARQUES-TOLEDO, C. A.; BENDATI, M. M.; FETZER, L. O.; TEIXEIRA, C. P.; EIRAS, Á. E. Meteorological variables and mosquito monitoring are good predictors for infestation trends of *Aedes aegypti*, the vector of dengue, chikungunya and Zika. **Parasites and Vectors**, v. 10, n. 1, 2017. <http://doi.org/10.1186/s13071-017-2025-8>.

FIOCRUZ. **Dengue**. Disponível em:

<<http://www.fiocruz.br/bibmang/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=87&sid=106>>. Acesso em: 26 jan. 2024.

FIOCRUZ. **Dengue**. Disponível em: <<https://www.cpqr.fiocruz.br/pg/historia/>>. Acesso em: jan. 2024.

FIOCRUZ. **Dengue: sintomas, transmissão e prevenção**. Disponível em: <<https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/saiba-mais-sobre-a-dengue>>. Acesso em: 26 jan.

FITZPATRICK, C.; NWANKWO, U.; LENK, E.; VLAS, S. J. DE.; BUNDY, D. A. P. An Investment Case for Ending Neglected Tropical Diseases. In: HOLMES, K. K.; BERTOZZI, S.; BLOOM, B. R.; JHA, P. (Org.). **Dis. Control Priorities, Third Ed. (Volume 6) Major Infect. Dis.** 3. ed. Washington (DC): The World Bank, 2017. p. 411–431. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30212103/>>. http://10.1596/978-1-4648-0524-0_ch17. 2024.

FOCKS, D. A.; BRENNER, R. J.; HAYES, J.; DANIELS, E. Transmission thresholds for dengue in terms of *Aedes aegypti* pupae per person with discussion of their utility in source reduction efforts. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 62, n. 1, p. 11–18, 1 jan. 2000. Disponível em: <<http://www.ajtmh.org/content/journals/10.4269/ajtmh.2000.62.11>>. Acesso em: 15 jul. 2019. <http://10.4269/ajtmh.2000.62.11>.

GOMES, A. F.; NOBRE, A. A.; CRUZ, O. G. Temporal analysis of the relationship between dengue and meteorological variables in the city of Rio de Janeiro, Brazil, 2001-2009. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, n. 11, p. 2189–2197, nov. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2012001100018&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 20 out. 2021. <http://10.1590/S0102-311X2012001100018>.

GOMES JUNIOR, P. P.; BEZERRA, A. C.; FERRAZ, E. X. L. Análise espacial de casos de dengue em município no semiárido pernambucano. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e8510615473, 21 maio 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15473>>. <http://10.33448/rsd-v10i6.15473>.

GONÇALVES NETO, V. S.; REBÊLO, J. M. M. Epidemiological characteristics of dengue in the Municipality of São Luís, Maranhão, Brazil, 1997-2002. **Cadernos de saúde pública / Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública**, v. 20, n. 5, p. 1424–1431, 2004. <http://10.1590/s0102-311x2006001000025>.

GÜELL, O. **Madri detecta um dos primeiros casos de transmissão sexual de dengue no mundo | Internacional | EL PAÍS Brasil**. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2019/11/07/internacional/1573140893_170901.html>. Acesso em: 29 nov. 2019.

HALIM, N. M. H. N. A.; DOM, N. C.; MOKHTAR, M. A. M.; SHAIFUDDIN, S. N. M. Weather Variability on Mosquito-borne Disease Distribution in Terengganu, Malaysia: A Retrospective Study. **Malaysian Journal of Medicine & Health Sciences**, v. 17, 2021. Disponível em: <https://medic.upm.edu.my/our_journal/volume_17_2021/mjmhs_vol17_supp_8_october_2021-64205>. Acesso em: jan. 2024.

HII, Y. L.; ROCKLÖV, J.; NG, N.; TANG, C. S.; PANG, F. Y.; SAUERBORN, R. Climate variability and increase in intensity and magnitude of dengue incidence in Singapore. **Global Health Action**, v. 2, n. 1, p. 2036, 11 nov. 2009. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3402/gha.v2i0.2036>>. Acesso em: 4 maio 2019. <http://10.3402/gha.v2i0.2036>.

HORTA, M. A.; BRUNIERA, R.; KER, F.; CATITA, C.; FERREIRA, A. P. Temporal relationship between environmental factors and the occurrence of dengue fever. **International Journal of Environmental Health Research**, v. 24, n. 5, p. 471–481, 2014. <http://10.1080/09603123.2013.865713>.

IBARRA, A. M. S.; RYAN, S. J.; BELTRÁN, E.; MEJÍA, R.; SILVA, M.; MUÑOZ, Á. Dengue Vector Dynamics (*Aedes aegypti*) Influenced by Climate and Social Factors in Ecuador: Implications for Targeted Control. **PLoS ONE**, v. 8, n. 11, p. e78263, 12 nov. 2013. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0078263>>. Acesso em: 25 jan. 2024. <http://10.1371/journal.pone.0078263>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Clima do Brasil (2002)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15817-clima.html>>. Acesso em: 21/02/2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades: São Luís - Sipose Censo 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-luis/pesquisa/23/27652>>. Acesso em: 21 fev. 2019.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 21/02/2019.

KRAEMER, M. U. G.; SINKA, M. E.; DUDA, K.; MYLNE, A.; SHEARER, F. M.; BRADY, O. J.; MESSINA, J. P.; BARKER, C. M.; MOORE, C. G.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E.; BORTEL, W. VAN.; HENDRICKX, G.; SCHAFFNER, F.; WINT, G. R. W.; ELYAZAR, I. R. F.; TENG, H.; HAY, S. I. The global compendium of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* occurrence. **Scientific Data**, n. 2. 2015. <http://10.1038/sdata.2015.35>.

LAI, S.; HUANG, Z.; ZHOU, H.; ANDERS, K.; PERKINS, T. A.; YIN, W.; LI, Y.; MU, D.; CHEN, Q.; ZHANG, Z.; QIU, Y.; WANG, L.; ZHANG, H.; ZENG, L.; REN, X.; GENG, M.; LI, Z.; TATEM, A. J.; HAY, S. I.; YU, H. The changing epidemiology of dengue in China, 1990-2014: A descriptive analysis of 25 years of nationwide surveillance data. **BMC Medicine**, 2015. <http://10.1186/s12916-015-0336-1>.

LEE, H. S.; NGUYEN-VIET, H.; NAM, V.S.; LEE, M.; WON, S.; DUC, P. P.; GRACE, D. Seasonal patterns of dengue fever and associated climate factors in 4 provinces in Vietnam from 1994 to 2013. **BMC Infectious Diseases**, v. 17, n. 1, p. 1–9, 20 mar. 2017. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1186/s12879-017-2326-8>>. Acesso em: 5 jun. 2021. <http://10.1186/s12879-017-2326-8>.

LETA, S.; BEYENE, T. J.; CLERCQ, E. M. DE.; AMENU, K.; KRAEMER, M. U. G.; REVIE, C. W. Global risk mapping for major diseases transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 67, p. 25–35, fev. 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijid.2017.11.026>>. <http://10.1016/j.ijid.2017.11.026>.

LINDOSO, J. A. L.; LINDOSO, A. A. B. P. Neglected tropical diseases in Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 51, n. 5, p. 247–253, out. 2009. <http://10.1590/S0036-46652009000500003>.

MANSON, P. **Tropical diseases: A Manual of Tropical Diseases**. New York: William Wood & Company, 1898. Disponível em: <<https://collections.nlm.nih.gov/catalog/nlm:nlmuid-101584993-bk>>. Acesso em: jan. 2024.

MARINHEIRO, I. C. S. P.; CARVALHO, A. M. A.; PONTES, E. R. J. C.; SILVA, M. DA G.; REIS, M. G. DOS. Relação entre condições climáticas e incidência de dengue no município de Campo Grande, MS. **Multitemas**, v. 22, n. 51, 16 maio 2017. Disponível em:

<<https://multitemasucdb.emnuvens.com.br/multitemas/article/view/1123>>. Acesso em: 21 abr. 2021. <http://10.20435/multi.v22i51.1123>.

MENDONÇA, F. **A dengue no Brasil: uma perspectiva geográfica**. 1. ed. Curitiba: EDITORA CRV, 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes Aegypti (dengue, chikungunya e zika), semanas epidemiológicas 1 a 50, 2020**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2020/boletim_epidemiologico_svs_51.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2024.

MOLYNEUX, D. H.; SAVIOLI, L.; ENGELS, D. Neglected tropical diseases: progress towards addressing the chronic pandemic. **Lancet (London, England)**, v. 389, n. 10066, p. 312–325, 21 jan. 2017. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27639954>>. Acesso em: 22 jan. 2024. [http://10.1016/S0140-6736\(16\)30171-4](http://10.1016/S0140-6736(16)30171-4).

OLIVEIRA, C. L. DE .; BIER, V. A.; MAIER, C. R.; RORATO, G. M. FROST, K. F.; BARBOSA, M. A.; SCHNORRENBERGE, S. C. W.; LANDO, T. T. Incidência Da Dengue Relacionada Às Condições Climáticas No Município De Toledo – Pr. **Arq Ciênc Saúde Unipar**, v. 11, n. 3, p. 211–216, 2007.

OPAS - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. Dia Mundial das Doenças Tropicais Negligenciadas 2022. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/campanhas/dia-mundial-das-doencas-tropicais-negligenciadas-2022>>. Acesso em: 18 jan. 2024.

PAULA, G. A. **Modelos de regressão com apoio computacional**. 1. ed. São Paulo: [s.n.], 2013. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~giapaula/texto_2013.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2019.

PEIXOTO, A. Climate of Brazil. **Brazilian Year B**. 1. ed. Rio de Janeiro: The Brazilian Review, 1908. p. 15–21.

PINHEIRO, J. M. Distribuição espaço-temporal da pluviosidade na ilha do maranhão no ano de 2016. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 3, n. 8, p. 126, 14 ago. 2017. <http://10.18764/2446-6549.v3n8p126-141>

RIBEIRO, A. F.; MARQUES, GISELA R. A. M.; VOLTOLINI, J. C.; CONDINO, M. L. F. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Revista de Saude Publica**, v. 40, n. 4, p. 671–676, 2006. <http://10.1590/S0034-89102006000500017>.

SANTOS, C. A. G.; GUERRA-GOMES, I. C.; GOIS, B. M.; PEIXOTO, R. F.; KEESEN, T. S. L.; SILVA, R. M. DA. Correlation of dengue incidence and rainfall occurrence using wavelet transform for João Pessoa city. **Science of The Total Environment**, v. 647, p. 794–805, 10 jan. 2019.

SILVA, E. L. F. M. DA. A doença de Chagas: repercussões de uma descoberta científica brasileira em Portugal, 1909-1924. **Ler História**, n. 80, p. 159–178, 14 jun. 2022. Disponível em: <<https://journals.openedition.org/lerhistoria/9808>>. <http://10.4000/lerhistoria.9808>.

SILVA, F. D.; SANTOS, A. M. DOS.; CORRÊA, R. G.C. F.; CALDAS, A. J. M. Temporal relationship between rainfall, temperature and occurrence of dengue cases in São Luís, Maranhão, Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 2, p. 641–646, 1 fev. 2016. <http://10.1590/1413-81232015212.09592015>.

SIRISENA, P. D. N. N.; NOORDEEN, F.; KURUKULASURIYA, H.; ROMESH, T. A. L. A. R.; FERNANDO, L. Effect of climatic factors and population density on the distribution of dengue in Sri Lanka: A GIS based evaluation for prediction of outbreaks. **PLoS ONE**, 2017. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0166806>.

SOUSA, S. B. De. **Caracterização climatológica da zona costeira do Maranhão**. São Luís: SEMA/GERCO, 1993. 40p

STANAWAY, J. D.; SHEPARD, D. S.; UNDURRAGA, E. A.; HALASA, Y. A.; COFFENG, L. E.; BRADY, O. J.; HAY, S. I.; BEDI, N.; BENSENOR, I. M.; CASTAÑEDA-ORJUELA, C. A.; CHUANG, T.; GIBNEY, K. B.; MEMISH, Z. A.; RAFAY, A.; UKWAJA, K. N.; YONEMOTO, N.; MURRAY, C. J. L. The global burden of dengue: an analysis from the Global Burden of Disease Study 2013. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 16, n. 6, p. 712–723, 1 jun. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1473309916000268>>. Acesso em: 6 fev. 2019. [http://10.1016/S1473-3099\(16\)00026-8](http://10.1016/S1473-3099(16)00026-8).

TAUIL, P. L. Urbanização e ecologia do dengue. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, n. suppl, p. S99–S102, 2001. <http://10.1590/S0102-311X2001000700018>.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Recife: INMET, 2006. Versão digital. Disponível em: <http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2019.

WU, PEI-CHIH.; GUO, H.; LUNG, S.; LIN, C.; SU, H. Weather as an effective predictor for occurrence of dengue fever in Taiwan. **Acta Tropica**, v. 103, n. 1, p. 50–57, jul. 2007. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17612499>>. Acesso em: 10 abr. 2019. <http://10.1016/j.actatropica.2007.05.014>.

XUAN, L. T. T.; HAU, P. V.; THU, D. T.; TOAN, D. T. T. Estimates of meteorological variability in association with dengue cases in a coastal city in northern Vietnam: an ecological study. **Global Health Action**, v. 7, n. 1, p. 23119, 8 dez. 2014. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3402/gha.v7.23119>>. Acesso em: 21 abr. 2021. <http://10.3402/gha.v7.23119>.

ZELLWEGER, R. M.; CANO, J.; MANGEAS, M.; TAGLIONI, F.; MERCIER, A.; DESPINOY, M.; MENKÈS, C. E.; DUPONT-ROUZEYROL, M.; NIKOLAY, B.; TEURLAI, M. Socioeconomic and environmental determinants of dengue transmission in an urban setting: An ecological study in Nouméa, New Caledonia. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n. 4, p. e0005471, 3 abr. 2017. <http://10.1371/journal.pntd.0005471>.



Este artigo é distribuído nos termos e condições do *Creative Commons Attributions/Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual (CC BY-NC-SA)*.