

Correlação entre os casos de dengue e variáveis meteorológicas em região do Nordeste brasileiro (2010-2020)

Correlation between dengue cases and meteorological variables in the Brazilian Northeast region (2010-2020)

Correlación entre casos de dengue y variables meteorológicas en la región del Nordeste brasileño (2010-2020)

RESUMO

Objetivo: Analisar a correlação entre os casos de dengue e variáveis meteorológicas para a Região Metropolitana da Grande São Luís entre 2010 e 2020. Método: Estudo epidemiológico do tipo quantitativo e analítico. A fonte de dados utilizada foram os casos confirmados e prováveis de dengue entre 2010 e 2020 para a Região Metropolitana da Grande São Luís fornecidos pela Secretaria de Estado da Saúde do Maranhão. As variáveis meteorológicas foram extraídas do banco de dados meteorológicos disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Para compreender a relação entre os casos da doença e as variáveis meteorológicas foi aplicado o teste de análise de componentes principais seguido do teste de correlação de Pearson para verificar o grau de correlação entre as variáveis. Resultado: Em relação às variáveis temperatura máxima, umidade relativa do ar e pluviosidade observou-se incidência maior nos casos confirmados de dengue em apenas dois anos. Conclusão: De acordo com os dados observados não se pode inferir categoricamente que variáveis meteorológicas isoladamente podem apresentar influência com os casos de dengue, apesar de ter sido evidenciada relação entre algumas dessas variáveis e a incidência sazonal da doença.

DESCRITORES: Aedes; Estudos de Séries Temporais; Meio Ambiente e Saúde Pública; Medidas de correlação.

ABSTRACT

Objective: To analyze the correlation between dengue cases and meteorological variables for the Greater São Luís Metropolitan Region between 2010 and 2020. Method: Quantitative and analytical epidemiological study. The data source used were the confirmed and probable cases of dengue between 2010 and 2020 for the Metropolitan Region of Greater São Luís provided by the Secretary of State for Health of Maranhão. Meteorological variables were extracted from the meteorological database available on the National Institute of Meteorology - INMET website. To understand the relationship between the cases of the disease and the meteorological variables, the principal component analysis test was applied followed by the Pearson correlation test to verify the degree of correlation between the variables. Result: Regarding the variables maximum temperature, relative humidity and rainfall, a higher incidence was observed in confirmed cases of dengue in just two years. Conclusion: According to the observed data, it cannot be categorically inferred that meteorological variables alone can influence dengue cases, although a relationship between some of these variables and the seasonal incidence of the disease has been shown.

DESCRIPTORS: Aedes; Time Series Studies; Environment and Public Health; Correlation measures.

RESUMEN

Objetivo: Analizar la correlación entre los casos de dengue y las variables meteorológicas para la Región Metropolitana del Gran São Luís entre 2010 y 2020. Método: Estudio epidemiológico cuantitativo y analítico. La fuente de datos utilizada fueron los casos confirmados y probables de dengue entre 2010 y 2020 para la Región Metropolitana del Gran São Luís proporcionados por la Secretaría de Estado de Salud de Maranhão. Las variables meteorológicas fueron extraídas de la base de datos meteorológica disponible en el sitio web del Instituto Nacional de Meteorología - INMET. Para entender la relación entre los casos de la enfermedad y las variables meteorológicas, se aplicó la prueba de análisis de componentes principales seguida de la prueba de correlación de Pearson para verificar el grado de correlación entre las variables. Resultados: Con relación a las variables temperatura máxima, humedad relativa y precipitación, se observó una mayor incidencia de casos confirmados de dengue en apenas dos años. Conclusiones: De acuerdo con los datos observados, no se puede inferir categóricamente que las variables meteorológicas por sí solas puedan influir en los casos de dengue, aunque se ha demostrado una relación entre algunas de estas variables y la incidencia estacional de la enfermedad.

DESCRIPTORES: Aedes; Estudios de Series Temporales; Medio Ambiente y Salud Pública; Medidas de Correlación.

RECEBIDO EM: 04/07/2023 APROVADO EM: 15/08/2023

Como citar este artigo: Aguiar AHBM, Barbosa WL, Bezerra DS, Caldas JMP, Dias RS, Pinheiro MSS. Correlação entre os casos de dengue e variáveis meteorológicas em região do Nordeste brasileiro (2010-2020). Saúde Coletiva (Edição Brasileira) [Internet]. 2023 [acesso ano mês dia];13(88):13177-13192. Disponível em:
DOI: 10.36489/saudecoletiva.2023v13i88p13177-13192

- ID Antônio Henrique Braga Martins de Aguiar**
Graduando em Enfermagem. Discente de graduação em Enfermagem pela Universidade Federal do Maranhão.
ORCID: 0000-0002-6145-2444
- ID Wesley Lima Barbosa**
Graduado em Oceanografia pela Universidade Federal do Maranhão. Mestrando em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
ORCID: 0000-0002-9279-5626
- ID Denílson da Silva Bezerra**
Professor adjunto do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão. Graduado em Oceanografia pela Universidade Federal do Maranhão.
ORCID: 0000-0002-9567-7828
- ID José Manuel Peixoto Caldas**
Professor da Universidade Federal da Paraíba, UFPB, João Pessoa, Brasil. Doutor em Saúde Pública e Investigação Biomédica pela Universitat Autònoma de Barcelona, Espanha.
ORCID: 0000-0003-0796-1595
- ID Rosilda Silva Dias**
Professora associada da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil. Doutora em Fisiopatologia Clínica e Experimental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
ORCID: 0009-0002-0070-2515
- ID Maria do Socorro Saraiva Pinheiro**
Professora associada da Universidade Federal do Maranhão, São Luís, MA, Brasil. Doutora em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
ORCID: 0000-0003-4931-9023

INTRODUÇÃO

Dengue é uma doença febril aguda transmitida aos humanos através de mosquito do gênero *Aedes*. Os países tropicais são os mais atingidos devido suas características ambientais, climáticas e sociais. O clima é um importante fator na distribuição temporal das arboviroses em geral como a dengue. A incidência da doença tem aumentado de forma considerável em todo o mundo nas últimas décadas¹. Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), indicaram a incidência de 390 milhões de infecções por ano, além da estimativa de 3,9 bilhões de pessoas que vivem em regiões sob risco de transmissão para a doença².

A relação entre variáveis climáticas e a incidência de arboviroses tem sido investigada por diversos autores. Pesquisas através da análise de séries temporais são frequentemente realizadas, com o intuito de descrever a evolução temporal, identificar padrões e até

mesmo predição dos casos³⁻⁶. Os estudos sobre as variáveis climáticas podem colaborar significativamente com os conhecimentos sobre a sazonalidade e a predição de epidemias, uma vez que a relação vetor-clima é tão importante quanto a relação vetor-homem⁷.

Para a região de interesse neste estudo, têm-se a Região Metropolitana da Grande São Luís (RMGSL) que foi definida e regulamentada através da Lei Complementar Estadual nº 174/2015 com todos os instrumentos necessários à sua efetivação. Esta região é integrada pelos municípios de: Alcântara, Axixá, Bacabeira, Cachoeira Grande, Icatu, Morros, Presidente Juscelino, Paço do Lumiar, Raposa, Rosário, Santa Rita, São José de Ribamar e São Luís⁸.

A RMGSL possui estrutura socioespacial com uma área territorial de 383,8 km², com a capital São Luís concentrando o maior Produto Interno Bruto (PIB) em torno de 34% justificada pela sua capacidade de articulação e concen-

tração de bens, polos industriais, serviços e reúne a sede de principais órgãos públicos de esfera estadual e federal⁹. Os aspectos que envolvem a relação entre metropolização e saúde urbana influenciam diretamente na ocorrência de doenças infecciosas, como por exemplo Dengue, Chikungunya e Zika¹⁰.

O controle da dengue no estado do Maranhão é um desafio para as autoridades de saúde pública locais devido a sua posição geográfica em áreas de transição entre as regiões áridas nordestinas e úmidas amazônicas com áreas colonizadas pelo *Aedes aegypti*¹¹. Mediante a isto, o conhecimento epidemiológico acerca da distribuição desta arbovirose e suas relações com variáveis meteorológicas é de suma importância, por permitir um planejamento em saúde pública por parte de gestores públicos e autoridades em saúde¹¹. O objetivo do presente estudo é analisar a correlação entre os casos prováveis e confirmados de dengue e variáveis meteorológicas

para a Região Metropolitana da Grande São Luís entre 2010 e 2020.

MÉTODO

Área de estudo

A Região Metropolitana da Grande São Luís está localizada ao norte do estado do Maranhão (Figura 1). Por ser uma região costeira localizada próxima à linha do Equador, recebe influência da Massa Equatorial Atlântica (a norte/leste) e da Massa Equatorial Continental a oeste, ambas de característica quente e úmida.

Desenho do estudo e coleta de dados

Trata-se de estudo epidemiológico do tipo quantitativo e analítico. Em estudos com esse enfoque não há exposição dos indivíduos, mas de todo o grupo populacional e possibilita a verificação da associação entre exposição *versus* doença/condição relacionada à coletividade¹³. No presente estudo foram utilizados os casos prováveis e confirmados de dengue vinculados às bases de dados da Secretaria Municipal de Saúde (SES-MA) para o período estabelecido.

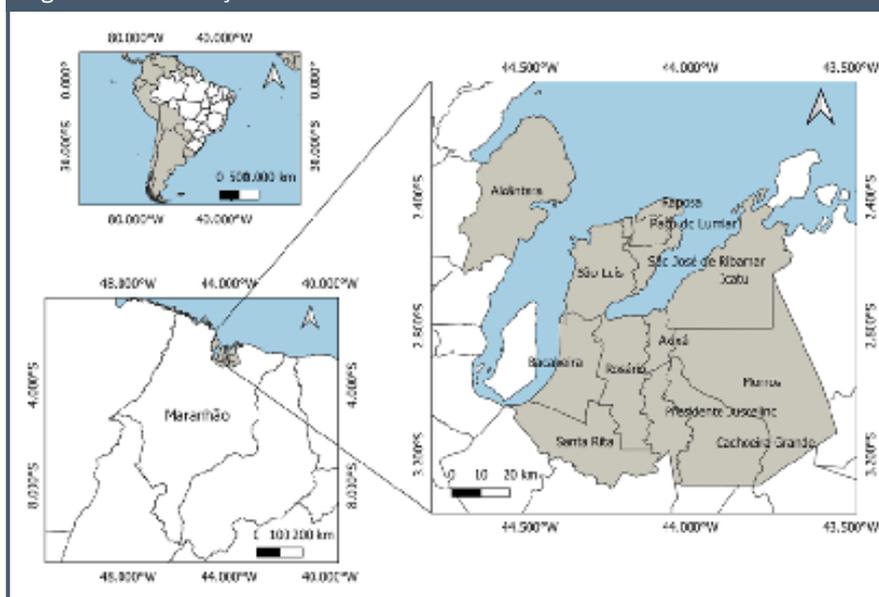
Os dados foram recebidos mediante solicitação *online* em novembro de 2022 via Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão¹⁴.

As variáveis meteorológicas foram extraídas da estação situada em São Luís, capital do estado do Maranhão, localizada a 02,53^a latitude e 44,21^a longitude disponíveis no site do Instituto Nacional de Meteorologia¹⁵. Em relação às variáveis climáticas foram consideradas as médias mensais das temperaturas média e máxima em graus Celsius, de precipitação em milímetros (mm³) e umidade relativa do ar (%).

Análises estatísticas

As médias mensais de precipitação, temperatura média, temperatura máxima e umidade relativa do ar que apresentaram lacunas foram preenchidas por meio da técnica de interpolação linear. Essa técnica é recomendada para séries temporais pois leva em consideração a variação da série ao longo do tempo¹⁶.

Figura 1 - Localização da RMGSL.



Fonte: Aguiar¹² et al.

Para compreender a relação entre o número de casos de dengue e as variáveis climáticas, foi aplicado o teste de Análise de Componente Principal (ACP) que tem como objetivo reduzir as dimensões do sistema, por meio de uma nova base, onde os componentes são as Componentes Principais, obtidas pela matriz de covariâncias das variáveis originais¹⁷. Para verificar a relação existente entre as variáveis climáticas e os registros de casos de dengue foram considerados apenas os dois primeiros componentes principais, os quais explicam a maior parte da variância dos dados. O grau de relação entre essas variáveis foi verificado através do coeficiente de correlação de *Pearson*¹⁸ o qual é mensurado na escala de -1 a 1 representado pela seguinte equação:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2)(\sum(y_i - \bar{y})^2)}}$$

Todas as análises foram processadas através do programa GraphPad Prism considerando $p < 0,05$.

Aspectos éticos

O presente estudo utilizou dados secundários de acesso público respeitando

os princípios éticos que constam na Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/2012, logo não houve necessidade de submissão a Comitê de Ética em Pesquisa¹⁹.

RESULTADOS

Climatologias

A precipitação apresentou os maiores valores entre as estações de verão (dezembro, janeiro, fevereiro-DJF) e outono (maio, abril, maio-MAM) com aproximadamente 450 mm³. Para o inverno (junho, julho, agosto-JJA) e a primavera (setembro, outubro, novembro), a mesma variável registrou totais pluviométricos inferiores a 150 mm³. A umidade relativa do ar seguiu os mesmos padrões sazonais com valores máximos próximos dos 90% para o outono (MAM), e a partir da estação seguinte (inverno - JJA), os valores mínimos decresceram e foram próximos de 75%. Em relação à Tmed e Tmax, os menores valores ocorreram próximos de 26,5 e 30,8° C no verão (DJF) e outono (MAM) e para o inverno (JJA) e a primavera (SON), estes valores foram de 27,8 e 33,0° respectivamente.

Casos prováveis

As climatologias mensais e os dados relacionados aos casos prováveis e confirmados de dengue (Tabela 1) para a RMGSL apresentaram os maiores valores no período chuvoso da região, que corresponde aos meses de janeiro a junho. Enquanto os menores valores ocorreram no período de estiagem, correspondente entre julho e dezembro.

Para compreender a relação entre os casos de dengue e variáveis climáticas, foi aplicada ACP (Figura 3), a qual indicou que na primeira componente houve maior relação entre os valores de umidade relativa e casos prováveis nos meses de abril e maio nos municípios de Paço do Lumiar, Raposa, São Luís, Axi-xá, São José de Ribamar e Icatu. Ainda

Figura 2 - Climatologias da precipitação média, temperatura máxima, média e umidade relativa do ar mensal entre 2010 e 2020 para a RMGS.

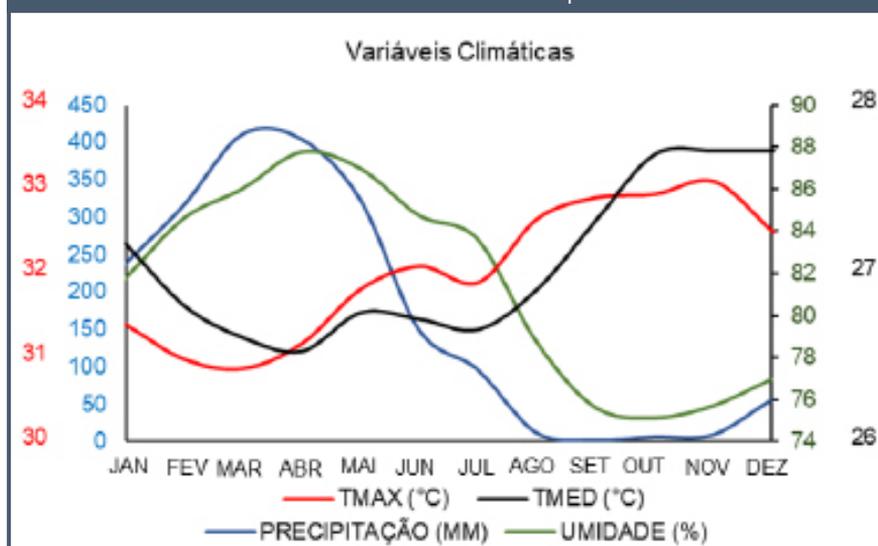


Tabela 1- Totais anuais de casos prováveis e confirmados de dengue e climatologias anuais das variáveis meteorológicas para a RMGSL (2010-2020).

Anos	Casos Prováveis	Casos Confirma-dos	Precipitação (mm3)	TMAX (°C)	TMED (°C)	Umidade (%)
2010	2901	-	146,30	32,18	27,53	82,43
2011	5609	-	226,11	31,21	26,82	82,44
2012	1360	-	94,43	32,23	27,37	80,24
2013	1292	21	132,85	31,68	27,22	80,44
2014	1078	711	152,83	31,77	26,85	81,14
2015	3273	2485	125,60	32,40	27,11	79,45
2016	6163	5597	128,61	32,51	27,38	80,65
2017	1319	1230	188,50	32,26	26,92	80,42
2018	738	715	194,23	31,68	26,63	82,53
2019	1280	1239	229,42	31,82	26,58	82,30
2020	850	783	226,46	31,92	27,01	84,18

Fonte: Elaborado pelos autores.

na mesma componente, nos meses de fevereiro e março, a precipitação apresentou maior relação com o número de casos prováveis para os municípios de Cachoeira Grande, Morros, Bacabeira, Presidente Juscelino, Alcântara, Rosário e Santa Rita com variância ex-

plicada de 61,90%. As variáveis Tmax e Tmed não apresentaram relação com os casos prováveis e a variância obtida foi de 14,56%.

A análise de correlação de Pearson entre as variáveis meteorológicas e os casos prováveis está apresentada na Fi-

gura 4, onde umidade e precipitação apresentaram correlação positiva, e temperatura média e máxima correlação negativa com os casos prováveis.

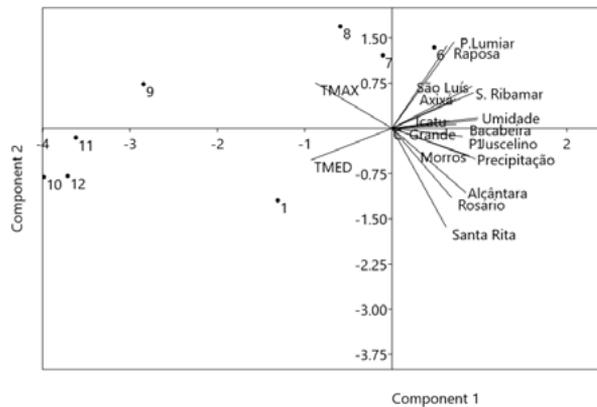
Casos confirmados

Para os casos confirmados, a ACP

Artigo Original

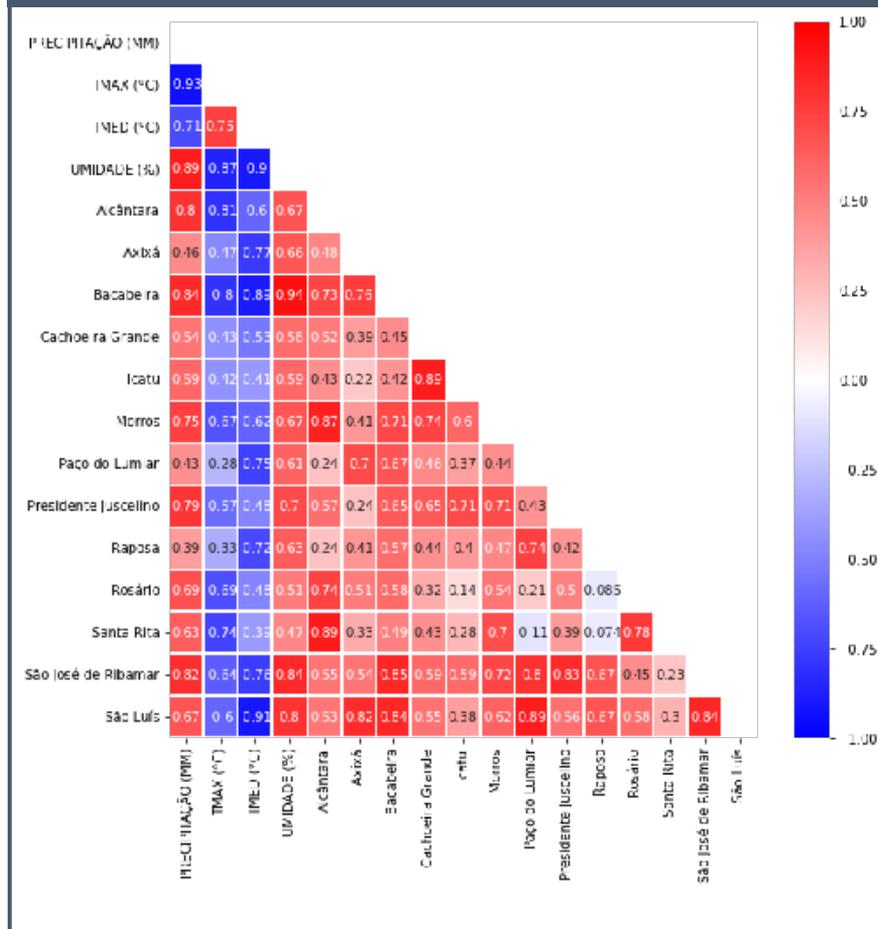
Antônio H. B. M. de Aguiar, Wesley L. Barbosa, Denilson S. Bezerra, José M. P. Caldas, Rosilda S. Dias, Maria S. S. Pinheiro
Correlação entre os casos de dengue e variáveis meteorológicas em região do Nordeste brasileiro (2010-2020)

Figura 3 - Análise de Componente Principal entre os valores de climatologias e os casos prováveis de dengue para a RMGSL entre 2010 e 2020.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4 – Análise de correlação de Pearson entre as variáveis meteorológicas e os casos prováveis da dengue para a RMGSL entre 2010 e 2020.



Fonte: Elaborado pelos autores.

apresentou 52,00% de variância na componente 1 e 13,31% na componente 2. Tal relação sugeriu a ocorrência de casos confirmados da doença nos meses de fevereiro e junho quando a umidade variou na escala entre 74% e 90% e a precipitação foi próxima a 450 mm³. Ainda na componente 1, foi observado que a umidade e precipitação apresentaram relação linear diretamente proporcional, isso sugere que ambas podem influenciar na ocorrência dos casos confirmados.

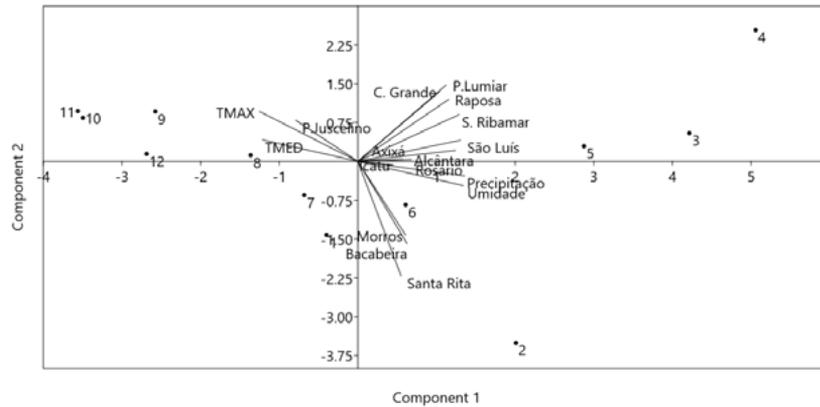
Na componente 2, a Tmed e a Tmax apresentaram relação com os casos confirmados nos meses de agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro somente no município de Presidente Juscelino (Figura 5).

O grau das relações entre as variáveis meteorológicas e os casos confirmados (Figura 6), apresentou correlações positivas entre precipitação, umidade e os casos confirmados exceto o município de Presidente Juscelino que apresentou correlações negativas entre Tmax, Tmed e casos confirmados.

DISCUSSÃO

Este estudo revelou os maiores registros de casos confirmados nos anos de 2015 e 2016. Durante os anos epidê-

Figura 5 - Análise de componente principal entre os valores de climatologias e os casos confirmados da dengue para a RMGSL entre 2010 e 2020.

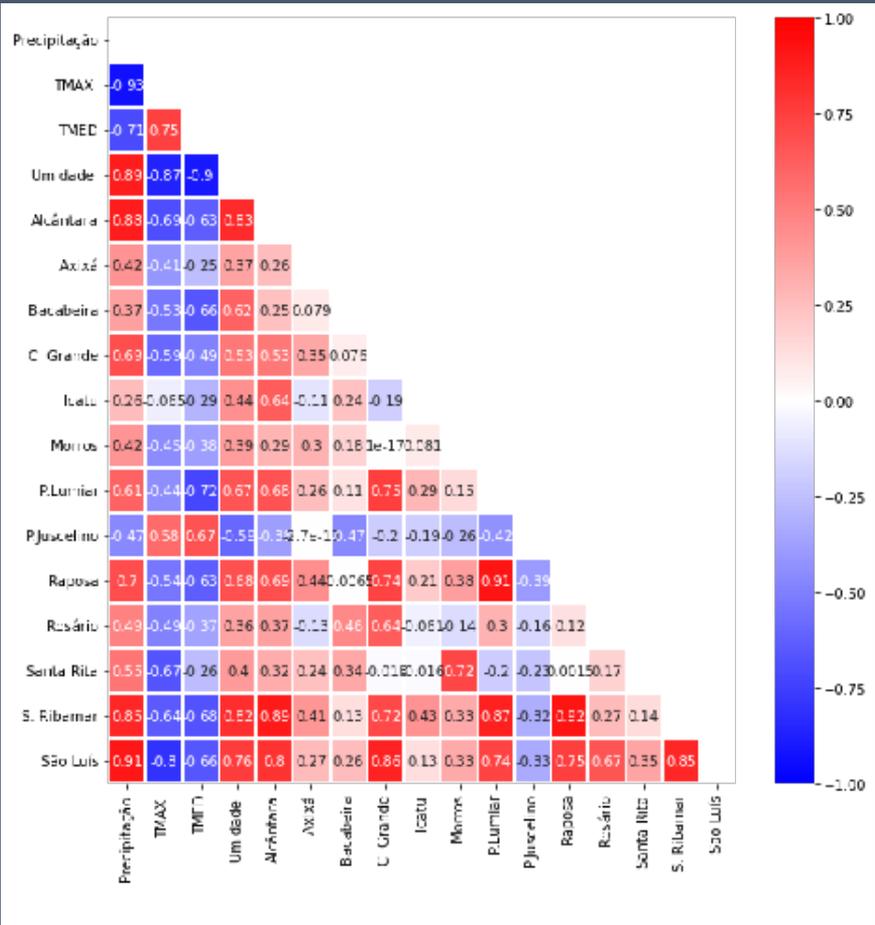


Fonte: Elaborado pelos autores.

micos houve correlação positiva entre os casos de dengue e umidade relativa do ar, temperatura máxima e pluviosidade. Neste contexto, é importante destacar que as mudanças climáticas impactam a saúde humana de forma significativa em decorrência do aumento da incidência de infecções causadas por vetores, como o caso da dengue²⁰.

Em 2016 houve aumento do número de casos em comparação a 2015. Para esses mesmos anos, outros municípios do estado apresentaram altos índices da doença²¹. Essa diferença pode ser explicada pelas possíveis subnotificações dos casos em decorrência da similaridade de sinais e sintomas da doença com outros agravos, conforme Medeiros et al. (2018)²² relataram em estudo desenvolvido no Rio Grande do Norte, que nesse período podem ter ocorrido registros que teriam sido notificados de forma equivocada. Percebeu-se que em 2016 a região Nordeste apresentou o segundo maior índice com 324.299 notificações, atrás somente da região Sudeste com 857.013 casos²³. Esse cenário está atrelado, conforme apontou Rodrigues et al. (2020)²⁴ à urbanização, que facilita a disseminação do vetor em virtude da existência de conglomerados humanos, baixa renda, aumento do lixo, dentre outros.

Figura 6 - Análise de correlação de Pearson entre as variáveis meteorológicas e os casos confirmados da dengue para a RMGSL entre 2010 e 2020.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A análise entre a correlação das variáveis meteorológicas e as notificações mostrou comportamento semelhante com outros estudos, como o de Torres et al. (2017)²⁵ que destacou a relação entre a precipitação e umidade e os casos notificados em tendência diretamente proporcional e tendência inversamente proporcional com a variável temperatura em São Luís. Como visto em nossos resultados, o mês de fevereiro apresentou relação entre os casos da doença e a umidade relativa do ar, o que é evidenciado na literatura que aponta os maiores registros nos meses chuvosos entre novembro e maio²⁶.

Entretanto, a chuva e a umidade não são os únicos responsáveis pelo desenvolvimento do vetor. Conforme Meira et al. (2021)²⁷ demonstram em estudo desenvolvido em Foz do Iguaçu que as temperaturas são de grande importância para o crescimento do mosquito *Aedes aegypti*. Um outro estudo realizado em Marabá-PA identificou as condições de proliferação ideal para o mosquito entre janeiro e maio, período que registra altos índices pluviométricos, de temperatura e umidade com redução nos meses de junho a setembro²⁸.

Destaca-se que nos últimos anos, a temperatura tem sido considerada um fator importante na incidência de

arboviroses²⁹. Alguns estudos demonstraram a relação entre essa variável e incidência da dengue, apesar de que somente fatores climáticos não são capazes de interferir na incidência da doença. Mas questões sociais, educação em saúde e gestão pública com coleta regular e descarte adequado de lixo interferem nesse processo^{20,30}.

Nesse sentido, as arboviroses, como a dengue, representam um desafio às autoridades públicas. A vigilância epidemiológica, o planejamento e execução de políticas públicas e as mudanças comportamentais da população podem contribuir na redução e controle da incidência da dengue. Cabe destacar, ainda, a importância de se considerar as características específicas de cada região para subsidiar estudos com este delineamento a fim de possibilitar a formulação e execução de programas de vigilância local³¹.

Como limitações para o desenvolvimento desse estudo, aponta-se as lacunas existentes nas bases de dados, preenchimento incorreto, o que pode gerar superestimação ou subestimação dos valores reais. Mas apesar disso, a escolha de dados secundários permite a elaboração de estudos com baixo-custo, com representação de amostras grandes e acesso de domínio público³².

CONCLUSÃO

De acordo com os dados observados, tanto os casos prováveis como os casos confirmados houve uma sazonalidade em relação a pluviosidade e a umidade relativa, com uma maior incidência dos casos nos meses de janeiro a junho que correspondem a estação chuvosa na região. Mas quando se observa as variáveis temperatura máxima, umidade relativa do ar e pluviosidade em relação ao número de casos confirmados de dengue em apenas dois anos houve maior incidência. Entretanto em relação aos casos prováveis também foram dois anos, mas diferentes daqueles de casos confirmados.

Sendo assim, fatores climáticos por si não são responsáveis por interferir na incidência da doença, mas fatores sociais, políticas públicas de gestão de resíduos sólidos podem interferir neste processo, além de subnotificações tanto de casos prováveis, como casos confirmados da doença. Portanto sugere-se que estudos com períodos mais longos associados com as políticas de notificação sejam realizados para melhor compreensão entre os casos de dengue sua e relação com variáveis meteorológicas.

REFERÊNCIAS

1. WHO. World Health Organization. Dengue and severe dengue. 2021. Disponível em: https://www.who.int/healthtopics/dengue-and-severe-dengue#tab=tab_1. Acesso em: 24 mar. 23.
2. WHO. World Health Organization. Dengue and severe dengue. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/dengue-and-severe-dengue>. Acesso em: 24 mar. 23.
3. David MR, Lourenço-de-Oliveira R, Freitas RM. Container productivity, daily survival rates and dispersal of *Aedes aegypti* mosquitoes in a high-income dengue epidemic neighbourhood of Rio de Janeiro: presumed influence of differential urban structure on mosquito biology. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 104(6):927–32. 2009. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762009000600019>
4. Barbosa IR, Silva LP da. Influência dos determinantes sociais e ambientais na distribuição espacial da dengue no município de Natal-RN. *Rev. Cienc. Plur.*, 1(3):62–75, 2016. <https://periodicos.ufrn.br/rcp/article/view/8583>
5. Yang TC, Lu L, Fu G, Zhong S, Ding G, Xu R, et al. Epidemiology and vector efficiency during a dengue fever outbreak in Cixi, Zhejiang Province, China. *J Vector Ecol* 34(1):148–54. 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1948-7134.2009.00018.x>
6. Gasparrini A, Armstrong B. Time series analysis on the health effects of temperature: Advancements and limitations. *Environmental Research* 110(6):633–8. 2010. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2010.06.005>
7. Freitas M de A, de Azevedo TG, Martins Teixeira AB. Ações lúdico-educativas para o enfrentamento da doença dengue em cinco escolas públicas da grande Belo Horizonte: uma análise a partir da categoria sexo. *Rev. Ibe. Est. Ed.* 14(4):2222–43, 2019. <https://doi.org/10.21723/riaee.v14i4.9938>
8. Maranhão. Assembleia Legislativa instalada em 16 de fe-

vereiro de 1835. Lei Complementar no 174 de 25 de maio de 2015. Disponível em: http://arquivos.al.ma.leg.br:8080/ged/legislacao/LC_174. Acesso em 14 mar. 23.

9. BRASIL. Ministério da Educação. A Indústria do Estado do Maranhão. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/industr_ma.pdf. Acesso em: 20 mar. 23.

10. Lettry TCRN; Tobias GC; Teixeira CC. Perfil Epidemiológico de dengue em Senador Canedo-Goiás, Brasil. *Uningã Journal*. 58:eUJ3722-eUJ3722, 2021. <https://doi.org/10.46311/2318-0579.58.eUJ3722>

11. do Carmo Silva A, Vieira SM da, Silva AC, Castro PASV de, Araújo GR de, Bezerra JMT. Aspectos epidemiológicos da dengue no estado do Maranhão: uma revisão sistemática. *J. Educ. Sci and Health*, 2(2):1-18, 2022. <https://doi.org/10.52832/jesh.v2i2.91>

12. Aguiar, AHBM de, Barbosa WL, Pires LFL, Caldas JMP, Bezerra DS, Pinheiro MSS. Epidemiological profile of arbovirolosis in the state of Maranhão: dengue from 2010 to 2020. *Internat Journal of Health Science*, 2(9):2-9, 2022. <https://doi.org/10.22533/at.ed.159292216027>

13. Merchan-Hamann E, Tauil PL. Proposta de classificação dos diferentes tipos de estudos epidemiológicos descritivos. *Epidemiol. Serv. Saúde*, 30(1):e2018126, 2021. <https://doi.org/10.1590/s1679-49742021000100026>

14. e-SIC-Ma. Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão. Disponível em: <http://www.e-sic.ma.gov.br/sistema/site/index.aspx?ReturnUrl=%2fsistema%2f>. Acesso em: 21 jun. 2023.

15. Inmet. Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de dados meteorológicos – Estações Meteorológicas. Disponível em: <https://mapas.inmet.gov.br/>. Acesso em: 22 mar. 23.

16. Pratama I, Adhitya EP, Ardiyanto I, Indrayani R. A review of missing values handling methods on time-series data. 2016. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7858189>. Acesso em: 19 jun. 2023.

17. Nogarotto DC, Lima MRG de., Pozza SA. Análise de Componentes Principais para verificar relação entre variáveis meteorológicas e a concentração de Mp10. *Holos*, 1:1-17, 2020. <https://doi.org/10.15628/holos.2020.8649>

18. Pearson K. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science* 2(11):559-572, 1901. <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>

19. Cns. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 13 jun. 2013. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2023.

20. Andrioli D C, Busato MA, Lutinski JA. Características da epidemia de dengue em Pinhalzinho, Santa Catarina, 2015-2016. *Epidemiol. Serv. de Saúde*, 29(4):e2020057, 2020. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000400007>

21. Costa S da SB et al. Spatial analysis of probable cases of dengue fever, chikungunya fever and zika virus infections in Maranhão State, Brazil. *Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo*, 60, 2018. <https://doi.org/10.1590/S1678-9946201860062>

22. Medeiros AS, Costa DMP, Branco MSD, Sousa DMC, Monteiro JD et al. Dengue virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*

in urban areas in the state of Rio Grande do Norte, Brazil: Importance of virological and entomological surveillance. *Plos One*, 13(3):e0194108-e0194108, 2018. <https://doi.org/journal.pone.0194108>

23. Andrade SM de, Santos DA, Carvalho KNF de; Rosa LMV; Rodrigues ISM. Estudo epidemiológico dos casos de Dengue no Nordeste brasileiro entre 2012 e 2021. *Braz Journ of Develop*, 8(7):52839-52852, 2022. <https://doi.org/10.134117/bjd-v8n7-278>

24. Rodrigues M da SP et al. Repercussões da emergência do vírus Zika na saúde da população do estado do Tocantins, 2015 e 2016: estudo descritivo. *Epidemiol. Serv. de Saúde*, 29(4):e2020096, 2020. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000400008>

25. Torres, MAN, Garcês-Júnior AR, Ribeiro PC, Júnior JA. Análise dos elementos climáticos e as notificações de dengue em São Luís, Maranhão, Brasil. *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*, 1, 2017. <https://doi.org/10.20396/sb-gfa.v1i2017.2445>

26. Brasil. Ministério da Saúde. Saúde de A a Z – Dengue. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dengue#:~:text=O%20per%C3%ADodo%20do%20ano%20com,consequentemente%2C%20maior%20dissemin%C3%A7%C3%A3o%20da%20doen%C3%A7a>. Acesso em: 25 jun. 23.

27. Meira MCR et al. Influência do clima na ocorrência de dengue em um município brasileiro de triplíce fronteira. *Cogit. Enferm*. 26;(e76974), 2021. <https://doi.org/10.5380/ce.v26i0.76974>

28. Lopes ARS. Análise dos elementos climatológicos como forma de compreender a proliferação do mosquito *Aedes Aegypti* no ano de 2007 a 2015: o caso dos núcleos Cidade Nova, Nova Marabá e Marabá Pioneira, na cidade de Marabá/PA. 2019. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá, Instituto de Ciências Humanas, Faculdade de Geografia, Curso de Bacharelado em Geografia, Marabá, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unifesspa.edu.br/handle/123456789/2088>. Acesso em: 26 jun. 23.

29. Ciota AT, Keyel AC. The Role of Temperature in Transmission of Zoonotic Arboviruses. *Viruses* 11(11):1013-1013, 2019. <https://doi.org/10.3390/v11111013>

30. Silva N de S, Alves JMB, Silva EM da, Lima RR. Avaliação da relação entre a climatologia, as condições sanitárias (lixo) e a ocorrência de arboviroses (Dengue e Chikungunya) em Quixadá- CE no período entre 2016 e 2019. *Rev. Brasil. de Meteorol*. 5(3):485-492, 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-77863530014>

31. Dos Santos JPC et al. ARBOALVO: estratificação territorial para definição de áreas de pronta resposta para vigilância e controle de arboviroses urbanas em tempo oportuno. *Cad. Saúde Pública* 38(3):e00110121, 2022. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00110121>

32. Araújo-Júnior RJC et al. Análise comparativa do registro cirúrgico de câncer de pâncreas durante os primeiros meses da pandemia de COVID-19 e o mesmo período dos últimos anos no estado do Piauí. *J. Cienc. Saúde HU-UFPI* 4(1):8-13, 2021. <https://doi.org/10.26694/jcshuufpi.v4i1.845>