

CORRELAÇÃO ENTRE OS CASOS DE DENGUE E AS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ/AM

Beatriz de Souza Gomes

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Humaitá, AM, Brasil
beagoomez20@gmail.com

Carlos Alexandre Santos Querino

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Humaitá, AM, Brasil
carlosquerino@ufam.edu.br

Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Humaitá, AM, Brasil
juliane.kayse@ufam.edu.br

Luciano Augusto Souza Rohleder

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Humaitá, AM, Brasil
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa, MG, Brasil
rohleder@ufam.edu.br

Marcos Antônio Lima Moura

Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Ciências Atmosféricas, Maceió, AL, Brasil
malm@ccen.ufal.br

Lauriane Souza Alves

Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Humaitá, AM, Brasil
lauriane.alves@ufam.edu.br

RESUMO

A dengue, doença viral transmitida por mosquitos, é influenciada por variáveis climáticas. O objetivo foi relacionar os casos da doença com variáveis meteorológicas, em Humaitá (AM) com dados dos anos de 2020 a 2023. Os casos de dengue foram acessados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). As variáveis precipitação, temperatura e umidade são do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Foram utilizados o teste de Shapiro-Wilk, a estatística descritiva, o coeficiente de incidência e o coeficiente de correlação de Spearman. Os picos de dengue ocorreram em fevereiro e março de 2023, e em março de 2021. A correlação da precipitação apresentou " $r = 0,61$ "; " $p\text{-valor} = 0,00001$ " com dois meses de defasagem; a da temperatura, " $r = -0,55$ "; " $p\text{-valor} < 0,00005$ " com um mês de atraso; e a da umidade relativa do ar, " $r = 0,59$ "; " $p\text{-valor} = 0,00001$ " com um mês de defasagem. A correlação entre os casos de dengue e as variáveis meteorológicas indica que a doença está diretamente associada à precipitação e à umidade relativa do ar, e inversamente associada à temperatura do ar. A correlação foi fraca quando aplicada no mesmo mês, mas moderada quando aplicada com defasagens.

Palavras-chave: *Aedes aegypti*. Precipitação. Temperatura. Umidade Relativa. Sul do Amazonas.

CORRELATION AMONG DENGUE CASES AND METEOROLOGICAL VARIABLES IN THE MUNICIPALITY OF HUMAITÁ/AM

ABSTRACT

Dengue is a mosquito-borne viral disease influenced by climate variables. This study aimed to correlate dengue cases with meteorological variables. This study was conducted in Humaitá, Amazonas, using data from 2020 to 2023. Dengue case data were accessed directly from the Notifiable Diseases Information System (SINAN). Precipitation, temperature, and humidity data were obtained from the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). We used the Shapiro-Wilk test, descriptive statistics, the incidence coefficient, and Spearman's correlation coefficient. Dengue outbreaks occurred in January and February of 2023 and in March of 2021. The correlation with precipitation showed $r = 0,61$, $p = 0,00001$,

lagged by two months. The correlation with temperature showed $r = -0.55$, $p < 0.00005$, lagged by one month. The correlation with relative humidity showed $r = 0.59$, $p = 0.00001$, lagged by one month. These correlations indicate that dengue is directly associated with precipitation and relative humidity and inversely associated with air temperature. The correlation between dengue cases and meteorological variables was weak when applied in the same month but moderate with a time lag.

Keywords: *Aedes aegypti*. Rainfall. Temperature. Relative Humidity. Southern Amazonas.

INTRODUÇÃO

A história global da dengue, marcada por epidemias desde o século XVIII, e a sua persistência como desafio de saúde pública, refletem a importância de estudar e compreender as formas de transmissão da doença em diferentes contextos (OMS, 2000; Mahmood, 2006). O número crescente de casos de dengue em todo o Brasil, sobretudo na região Norte, demonstra a necessidade de abordagens eficazes de controlo e prevenção que tenham em conta fatores climáticos, aspectos epidemiológicos e socioeconómicos (Silva et al., 2008; Silva, 2018; Hage et al., 2025).

A dengue, transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, o principal vetor do agente etiológico, tem vindo a tornar-se um desafio global de saúde pública (Costa; Araújo, 2021), dado que este mosquito tem uma grande capacidade de adaptação a ambientes urbanos interiores (casas e edifícios), o que facilita a sua propagação, sobretudo no período das chuvas, aumentando a probabilidade de crescimento do número de casos de dengue (Silva et al., 2016; Costa; Araújo, 2021).

A doença é caracterizada por febre alta e outros sintomas, sendo causada pelo vírus da dengue (DENV), que pertence à família Flaviviridae e ao género Flavivirus. Existem quatro sorotipos do vírus: DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4, cada um com diferentes genótipos e linhagens genéticas (Soares et al., 2022; Brasil, 2024). A dengue é diagnosticada através de exames clínicos, laboratoriais e investigações epidemiológicas e manifesta-se sob duas formas principais: a forma clássica, denominada "dengue", e a forma hemorrágica, por vezes associada à síndrome do choque da dengue (FHD/DF) (Braga; Valle, 2007; Silva et al., 2008).

Segundo Gomes (2011), os países tropicais são os mais afetados pela dengue, devido às suas características ambientais, climáticas e sociais. O espaço habitado pelos seres humanos desempenha um papel fundamental na disseminação dos sorotipos do vírus da dengue e na propagação da infecção. Durante o processo de urbanização das cidades modernas, os seres humanos criaram condições propícias ao surgimento de diversas doenças. Segundo o mesmo autor, a expansão das áreas endémicas está relacionada com a urbanização desordenada, que carece de infraestruturas adequadas de saneamento básico. A deficiência no fornecimento de água potável leva ao seu armazenamento em grandes reservatórios, ao passo que a recolha inadequada de lixo contribui para a proliferação de criadouros do mosquito vetor nas áreas circundantes às residências.

O mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, tem um ciclo de vida com duas fases distintas: a fase aquática, que inclui as etapas de ovo, larva e pupa, e a fase terrestre, correspondente ao mosquito adulto. Ambas as fases são influenciadas por alterações ambientais e condições meteorológicas (Jetten; Focks, 1997; Tabachnick, 2010).

Embora a mobilidade humana desempenhe um papel significativo na disseminação do vetor, a sua reprodução e sobrevivência estão intimamente ligadas às condições climáticas, que funcionam como elementos facilitadores ou limitantes para o desenvolvimento e sobrevivência do mosquito (Ferreira, 2016).

Segundo Medeiros et al. (2005), a temperatura influencia diretamente o ciclo de vida do mosquito vetor, afetando a sua reprodução, longevidade e capacidade de transmissão viral. A faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento do mosquito situa-se entre os 22 °C e os 32 °C (Beserra et al., 2009). Além disso, a chuva é considerada uma variável meteorológica positivamente correlacionada com a dengue no Brasil, uma vez que a precipitação favorece a formação de criadouros de mosquitos em recipientes com água parada (Medeiros et al., 2005; Viana; Ignotti, 2013). Rodrigues (2004) salienta que a humidade ideal para os insetos, como o *Aedes aegypti*, oscila entre 40% e 80%, promovendo um desenvolvimento mais acelerado, uma maior longevidade e uma fecundidade aumentada.

Embora as flutuações meteorológicas sejam um indicador crucial para compreender a incidência da dengue, é amplamente reconhecido que existe um atraso na correlação entre as condições meteorológicas e a manifestação da doença ou o aparecimento de novas larvas e mosquitos no mesmo período (Viana; Ignotti, 2013). Isto implica um período de tempo entre as alterações das variáveis meteorológicas e a ocorrência de casos de dengue.

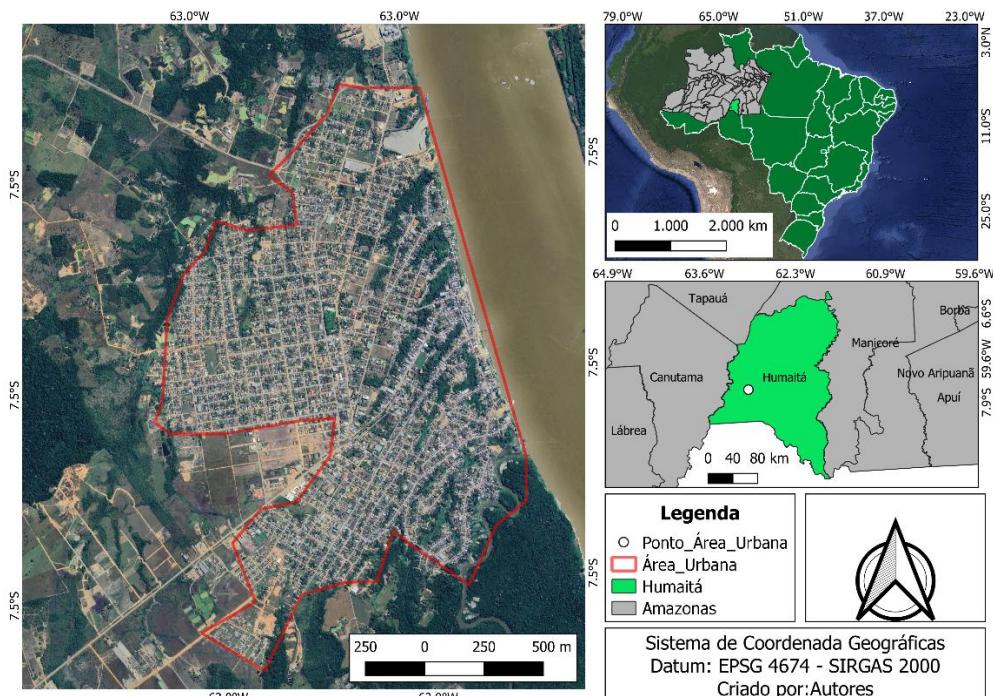
Compreender como estas interações ocorrem entre o clima, a ecologia dos vetores, a doença e a saúde humana é, por conseguinte, essencial para prever e minimizar os efeitos negativos dos surtos de dengue, particularmente no contexto das alterações climáticas globais.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado para a cidade de Humaitá, localizada na mesorregião sul do estado do Amazonas, nas coordenadas 07° 30' 22" S e 63° 01' 15" W. Com uma população de 57.473 habitantes e uma densidade populacional de 1,74 habitantes por quilômetro quadrado, a cidade abrange uma área territorial de 33.111,129 km², dos quais 12,80 km² são de área urbanizada (IBGE, 2022) (Figura 1).

Figura 1 - Município de Humaitá (AM): Mapa de localização destacando a área urbana, 2025



Fontes: IBGE, 2025; Google Earth, 2025. Elaboração: os Autores, 2025.

O clima na região é caracterizado como tropical chuvoso, com uma média anual de precipitação de 2.193,6 mm (Pedreira Junior *et al.*, 2018). Ainda segundo esses autores, o período de chuvas ocorre entre os meses de outubro e março, enquanto o período seco vai de junho a agosto. Os meses restantes são considerados como um período de transição.

Dados

Coleta de dados

Os dados sobre a dengue foram recolhidos no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) para o período de Janeiro de 2020 a Dezembro de 2023. Este sistema é utilizado no Brasil para o registo e monitorização de doenças e agravos de notificação compulsória.

Os dados de reanálise da precipitação, da humidade relativa do ar e da temperatura do ar foram obtidos gratuitamente no servidor do The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), no âmbito do projeto ERA5 Land. O ECMWF, através do ERA5 Land (quinta geração de dados de reanálise para o tempo e o clima globais), combina modelação de dados com dados observados em todo o mundo e fornece um banco de dados consistente, trabalhado com base nas leis da física (Hersbach et al., 2020). O ERA5 tem um bom desempenho na disponibilização de variáveis climáticas em diversas regiões do globo, incluindo o Brasil (Dullaart et al., 2020).

Processamento de dados

Os dados de temperatura e humidade foram processados em médias mensais, ao passo que os dados de dengue e precipitação foram processados em totais mensais. Este processamento foi realizado com recurso à linguagem de programação Python e às bibliotecas Numpy, Pandas, Xarray, Matplotlib e Scipy. Estas bibliotecas oferecem estruturas para a manipulação e o tratamento de dados das variáveis estudadas. A escolha desta linguagem de programação deveu-se à sua gratuidade, simplicidade e facilidade de utilização em comparação com outras linguagens de programação.

Teste de Normalidade

O teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi realizado em todas as variáveis. Segundo Shapiro e Wilk (1965), este método estatístico é amplamente utilizado para verificar se uma distribuição de dados segue uma distribuição normal. O teste avalia a hipótese nula de os dados resultarem de uma distribuição normal, calculando uma estatística que compara os valores ordenados da amostra com os valores esperados sob uma distribuição normal (Ghasemi; Zahediasl, 2012). Segundo Razali e Wah (2011), o teste de Shapiro-Wilk tem revelado um poder estatístico superior em comparação com outros testes de normalidade, como o de Lilliefors, o de Anderson-Darling e o de Kolmogorov-Smirnov, sobretudo em amostras de dimensão pequena a média, como é o caso dos dados do estudo em questão.

A aplicação do teste de Shapiro-Wilk foi essencial para determinar a abordagem mais apropriada para a análise de correlação entre as variáveis. De acordo com Dancey e Reidy (2018), quando os dados não seguem uma distribuição normal, é recomendável utilizar testes não paramétricos, como a correlação de Spearman, em vez da correlação de Pearson, que pressupõe a normalidade dos dados. Desta forma, neste estudo, a escolha do teste de correlação foi orientada pelos resultados obtidos nos testes de normalidade, garantindo a validade estatística das análises posteriores.

Estatística descritiva

Para aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos, foi utilizada a estatística descritiva básica, bem como foi feita a correlação entre os dados da dengue e as variáveis meteorológicas. Para analisar a correlação entre a precipitação pluviométrica, a temperatura do ar e a humidade relativa do ar com os casos de dengue, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman, que pode variar entre -1 e 1. A classificação dos coeficientes de correlação foi estabelecida de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Intervalo da classificação de correlação de Spearman, de acordo com Gabriel *et al.* (2018)

| Intervalo de correlação | Classificação |
|-------------------------|---------------|
| 0,00 a 0,25 | Muito baixa |
| 0,26 a 0,49 | Baixa |
| 0,50 a 0,69 | Moderada |
| 0,70 a 0,89 | Alta |
| 0,90 a 1,00 | Muito alta |

Fontes: adaptado de Gabriel *et al.* (2018). Elaboração: os autores, 2025.

Nos testes de significância, foi utilizado o valor-p que, de acordo com Suárez (2012), representa a probabilidade associada ao teste, ajudando a determinar se os resultados são estatisticamente significativos. Segundo o autor, se o valor-p for muito pequeno (menor que 0,01), há evidências de um efeito significativo, porém se o valor-p for maior que 0,20, isso indica que, caso exista um efeito, ele é tão pequeno que a correlação não é capaz de detectá-lo.

Coeficiente de Incidência

Para a análise epidemiológica da dengue, foi utilizado o coeficiente de incidência (Equação 1). Esse coeficiente expressa a frequência de novos casos da doença em uma população exposta durante determinado período de tempo, sendo calculado pela razão entre o número de casos notificados e a população residente, multiplicado por 1000 ou 100 mil habitantes, de acordo com a população de uma determinada região. Essa medida permite a padronização dos dados, possibilitando comparações entre diferentes localidades e períodos, independentemente do tamanho populacional (Kerr-Pontes; Rouquayrol, 1999).

$$\text{Taxa de Incidência} = \left(\frac{\text{Número de novos casos}}{\text{População}} \right) \times 1000 \quad (1)$$

De acordo com Silva *et al.* (2023), o coeficiente de incidência é amplamente empregado em estudos de saúde pública, pois permite a identificação de áreas com maior vulnerabilidade e auxilia na formulação de estratégias de controle e prevenção.

Defasagem

No presente estudo, não foi observada qualquer correlação entre as variáveis meteorológicas e os casos de dengue no mesmo mês analisado. Tendo em conta que o ciclo de vida do vetor da dengue (ovo, larva, pupa e adulto) dura entre oito a dez dias e que o mosquito sobrevive, em média, 30 dias, e considerando ainda que existem outros fatores, como o período de desenvolvimento embrionário, o tempo de eclosão das larvas, o tempo de desenvolvimento das formas imaturas e os períodos de incubação (extrínseco e intrínseco), que contribuem para justificar a necessidade de se considerar um intervalo de tempo na procura de associações entre estes eventos. (Gabriel *et al.*, 2018; Ribeiro *et al.*, 2006).

Na correlação, foi utilizado o conceito de defasagem, que, segundo Depradine e Lovell (2004), permite investigar fenômenos resultantes das interações com o ambiente ao longo de um período específico. Segundo os mesmos autores, a abordagem tradicional de correlação simultânea, utilizada para identificar relações entre casos de dengue e variáveis climáticas, geralmente apresenta correlações fracas, embora estatisticamente significativas.

Os dados foram defasados entre um e quatro meses, deslocando a série temporal de uma variável em relação à outra, o que permite analisar se uma variável depende de eventos anteriores, por exemplo, o

impacto das chuvas passadas na incidência de casos de dengue. Para esse efeito, foi utilizada a função shift do Pandas, que permite mover observações para a frente ou para trás num DataFrame ou Series.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise das variáveis climáticas

Em março de 2021, foi registada a maior precipitação do período analisado, com um total de 439,4 mm. Os meses com menor precipitação foram julho de 2021 e julho de 2022, com 4,4 mm e 9,2 mm, respectivamente (Figura 2a). A humidade relativa média mensal do ar atingiu o valor mais elevado em dezembro de 2021, com 89,4%. Em contraste, agosto de 2021 apresentou a menor humidade relativa, com apenas 55,3% (Figura 2b). Em 2023, outubro foi o mês mais quente, com uma temperatura média de 30,7 °C, seguido de setembro, que registou 29,9 °C. As temperaturas mais baixas foram registadas em março de 2021, com 25,2 °C, e em Janeiro de 2023, com uma média de 25,1 °C (Figura 2c).

Estes padrões climáticos são provavelmente influenciados por fenómenos sazonais e interanuais, como os Sistemas de Monção da América do Sul (SMAS), a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a Alta da Bolívia (AB), bem como pelo aporte de humidade proveniente do Oceano Atlântico que penetra no continente sul-americano através dos ventos alísios de leste da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Dantas et al., 2000; Reboita et al., 2010; Fisch; Marengo; Nobre, 1988). Durante o inverno austral, ocorre o período seco na região em estudo, caracterizado por baixos níveis de humidade e temperaturas elevadas. Nesta época, a circulação na baixa troposfera desloca-se para norte do cavado equatorial, resultando no movimento descendente da célula de Hadley sobre a Amazônia, o que inibe a formação de nuvens e, consequentemente, de chuva na região (Galvani et al., 2004; Reboita et al., 2010; Pedreira Júnior et al., 2018).

A transição entre o período seco e o período chuvoso ocorre entre o inverno e a primavera (setembro), devido ao início das atividades convectivas, ocasionadas pelo aumento das temperaturas e da humidade, que facilitam a formação de precipitação na região (Monteiro et al., 2016). Durante a primavera, chegam os sistemas frontais, começa a atuar a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e os Sistemas de Monção da América do Sul (SMAS) no sul do Amazonas, o que resulta em grandes convecções e marca o início do período chuvoso (Galvão et al., 2000; Lopes et al., 2016).

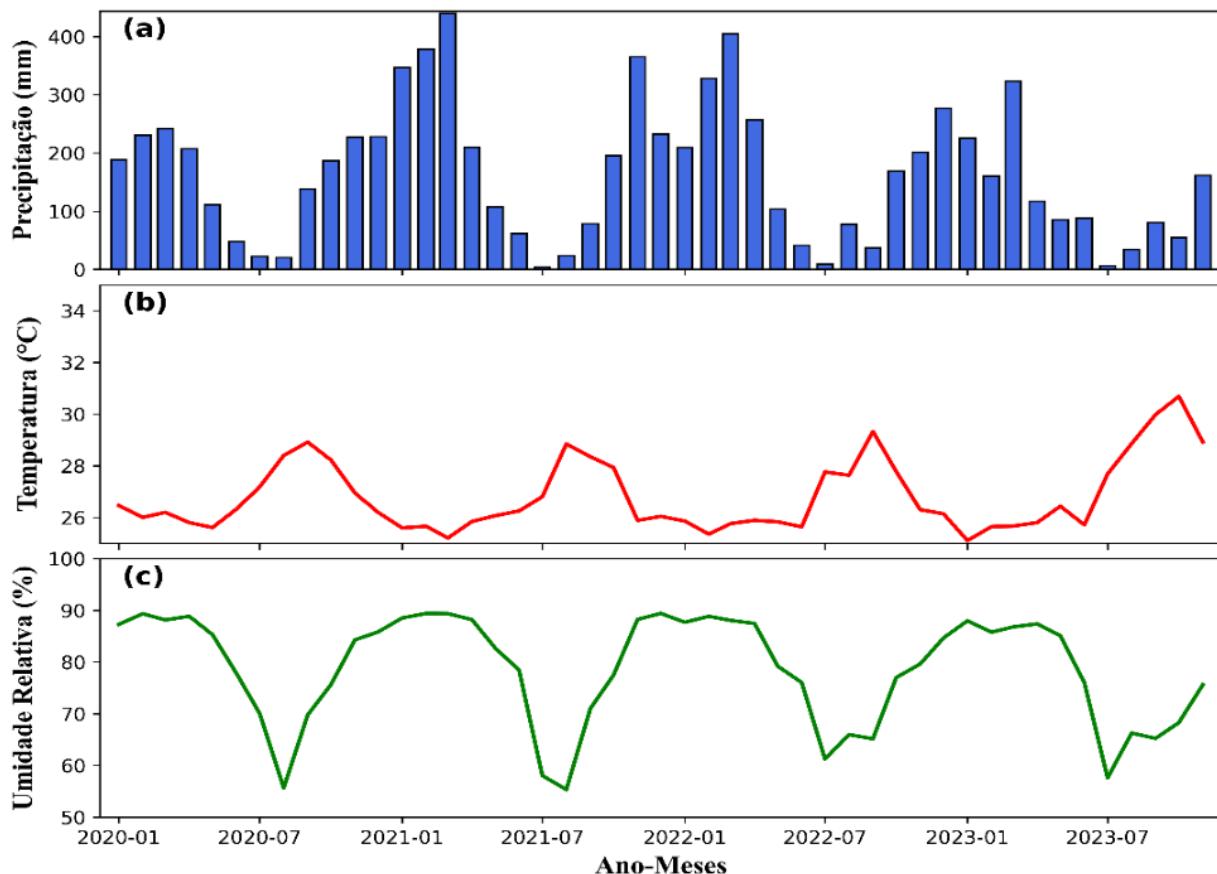
Casos de dengue

Os dados epidemiológicos indicam que 2021 e 2023 foram anos de alta incidência de dengue. Em 2021, o mês de março se destacou como o período com o maior número de casos, registrando 69 ocorrências. Em 2023, os meses mais críticos foram janeiro e fevereiro, com 116 e 103 casos, respectivamente. Por outro lado, os meses com a menor incidência da doença ocorreram em agosto de 2022 e 2023, onde os casos foram reduzidos a nenhum caso registrado, e em dezembro de 2020 e 2022, com apenas um a três casos registrados (Tabela 2).

A análise da Figura 2 permite identificar fatores que poderão ter contribuído para uma menor incidência de casos de dengue em alguns meses de 2020 e 2022, em comparação com os anos de 2021 e 2023. Um desses fatores é a precipitação, que, embora tenha sido significativa em alguns meses, como março de 2022, com 404,4 mm, foi relativamente baixa noutros períodos. Por exemplo, em junho e julho de 2022, as precipitações foram de apenas 41,5 mm e 9,2 mm, respectivamente. Da mesma forma, em 2020, os meses de junho e agosto apresentaram baixos índices pluviométricos, com 48,2 mm e 20,2 mm, respectivamente.

A análise dos dados de incidência de dengue ao longo dos anos revelou padrões que podem estar associados à dinâmica de circulação do vírus. Em 2020, a incidência de dengue (148 casos) foi baixa, quando comparada com os restantes anos do estudo, com uma média anual de 2,57 casos por 103 habitantes. Os meses de maior incidência foram Janeiro (1,09 casos por 103 habitantes) e Fevereiro (0,52 casos por 103 habitantes), seguidos por uma queda acentuada nos meses seguintes, com registros nulos em setembro e outubro, o que pode indicar uma subnotificação ou uma diminuição real na circulação do vírus. Esta suposição é reforçada por estudos que indicam o impacto da pandemia de doença por coronavírus (Covid-19) na diminuição das notificações de outras doenças, incluindo a dengue (Andrade, 2023).

Figura 2 - Variabilidade temporal do total pluviométrico mensal (mm) (a), Temperatura média mensal do ar ($^{\circ}\text{C}$) (b) e Umidade Relativa média mensal do Ar (%) (c), na área urbana de Humaitá/AM, entre janeiro de 2020 e dezembro de 2023



Fontes: ECMWF, 2025. Elaboração: os autores, 2025.

Tabela 2 - Totais mensais dos casos de dengue e coeficiente de incidência, em número de casos para cada 1000 habitantes, entre os anos de 2020 a 2023, para a área urbana de Humaitá-AM

| Meses | Casos de Dengue | | | | Coeficiente de Incidência (Número de casos para cada 1000 habitantes) | | | |
|-----------|-----------------|------|------|------|--|-------------|-------------|-------------|
| | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| Janeiro | 63 | 7 | 14 | 116 | 1,096166896 | 0,121796322 | 0,243592644 | 2,018339046 |
| Fevereiro | 30 | 17 | 17 | 103 | 0,521984236 | 0,295791067 | 0,295791067 | 1,792145877 |
| Março | 23 | 69 | 21 | 31 | 0,400187914 | 1,200563743 | 0,365388965 | 0,539383711 |
| Abril | 14 | 48 | 23 | 7 | 0,243592644 | 0,835174778 | 0,400187914 | 0,121796322 |
| Maio | 5 | 38 | 26 | 5 | 0,086997373 | 0,661180032 | 0,452386338 | 0,086997373 |
| Junho | 3 | 13 | 26 | 1 | 0,052198424 | 0,226193169 | 0,452386338 | 0,017399475 |
| Julho | 4 | 10 | 11 | 1 | 0,069597898 | 0,173994745 | 0,19139422 | 0,017399475 |
| Agosto | 3 | 1 | 6 | 0 | 0,052198424 | 0,017399475 | 0,104396847 | 0 |
| Setembro | 0 | 2 | 19 | 3 | 0 | 0,034798949 | 0,330590016 | 0,052198424 |
| Outubro | 0 | 2 | 17 | 4 | 0 | 0,034798949 | 0,295791067 | 0,069597898 |
| Novembro | 1 | 0 | 33 | 3 | 0,017399475 | 0 | 0,57418266 | 0,052198424 |

| | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Dezembro | 2 | 3 | 3 | 1 | 0,034798949 | 0,052198424 | 0,052198424 | 0,017399475 |
| Total | 148 | 210 | 216 | 275 | 2,575122 | 3,65389 | 3,758286 | 4,784855 |

Fontes: SINAN, 2023. Elaboração: os autores, 2025.

Em 2021, observou-se um aumento do total de casos para 210, com picos de incidência em março (1,20 casos por 103 habitantes) e abril (0,83 casos por 103 habitantes). O ano de 2022 também registou um aumento, com um total de 216 casos, tendo-se verificado um crescimento gradual ao longo dos meses, o que sugere um aumento na circulação do vírus. O ano de 2023 apresentou o maior pico mensal de incidência, com um coeficiente de 2,01 casos por 103 habitantes e um total anual de 275 casos. A alternância entre anos de alta (2021, 2022 e 2023) e baixa (2020) transmissão é um padrão recorrente da doença, geralmente associado à dinâmica dos sorotipos circulantes, à imunidade coletiva da população e a fatores ambientais e climáticos (Teixeira et al., 2009).

Além disso, a variação da precipitação pode ter influenciado diretamente a disponibilidade de água parada, essencial para a reprodução do mosquito *Aedes aegypti*, uma vez que a correlação entre a incidência de dengue e a pluviosidade já foi observada em diversos estudos. Estes estudos demonstram que a variabilidade climática pode impactar significativamente a propagação da doença, com os surtos de dengue a ocorrerem, geralmente, nas semanas seguintes ao período chuvoso, especialmente em áreas urbanas com vulnerabilidades ambientais. (Barcellos; Lowe, 2014; Cunha et al., 2022). No entanto, não são apenas a dinâmica da doença e os fatores climáticos que desempenham um papel fundamental neste contexto, mas também os hábitos humanos. Em áreas urbanas de baixos rendimentos, onde o acesso à infraestrutura hídrica é limitado e o armazenamento de água em casa se torna uma necessidade diária, é comum a prática de armazenar água em recipientes abertos, como tambores, caixas e baldes, o que contribui significativamente para a manutenção de focos do mosquito *Aedes aegypti*, mesmo em períodos de baixa precipitação (Rocha et al., 2024).

Estudos indicam que cerca de 70% dos domicílios em zonas de baixos rendimentos apresentam pelo menos um foco positivo do vetor, sendo os recipientes de uso doméstico os principais criadouros identificados (Garcia et al., 2023). Além disso, os sistemas alternativos de recolha de água da chuva, como cisternas improvisadas ou mal vedadas, também têm sido fontes frequentes de infestação, agravando a presença do mosquito e aumentando o risco de transmissão da dengue (Souza et al., 2022).

A humidade relativa (HR) também foi um fator importante, dado ter permanecido alta de forma constante durante grande parte de 2020 e 2022 (Figura 2c). Embora possa ter um impacto indireto, a combinação de elevada humidade e baixa precipitação em meses críticos pode ter criado condições menos favoráveis ao desenvolvimento dos mosquitos. Isto acontece porque, apesar da elevada humidade relativa contribuir para a sobrevivência dos mosquitos adultos ao reduzir a perda de água por evaporação, a baixa precipitação limita a formação de criadouros aquáticos, que são essenciais para a reprodução e o desenvolvimento das larvas do *Aedes aegypti* (Tun-Lin et al., 2000). A falta de água parada impede a eclosão dos ovos e o ciclo de vida das larvas, reduzindo a densidade populacional do vetor (Focks et al., 1993). Além disso, Morin et al. (2013) salientam que a dinâmica da população de mosquitos está fortemente associada aos padrões climáticos, sendo que a precipitação desempenha um papel fundamental na manutenção dos habitats das larvas, ao passo que a elevada humidade favorece a longevidade dos mosquitos adultos.

Os aumentos nos casos de dengue em 2021 e 2023 podem ser atribuídos a vários fatores. Um deles é a presença de reservatórios domésticos que proporcionam condições ideais para a manutenção das populações deste mosquito. Sendo um vetor claramente domiciliado, o *Aedes aegypti* está completamente inserido e adaptado ao meio urbano (Oliver et al., 2010). Do ponto de vista dos fatores socioambientais, é importante salientar os aspectos que influenciam a população deste vetor, como a distribuição de água, a estrutura urbana de saneamento e os aspectos socioeconómicos (Donalísio; Glasser, 2002). Estes fatores em Humaitá/AM são negativos em muitas localidades da área urbana do município, o que cria, em larga escala, habitats propícios à reprodução do *Aedes aegypti*.

Outro fator que poderá ter contribuído para o aumento destes casos durante o período em questão foi a temperatura. As temperaturas registadas ao longo destes anos variaram entre os 25 °C e os 26 °C (Figura 2b), criando as condições ideais para o desenvolvimento deste mosquito, dado que o *Aedes aegypti* é uma espécie de áreas de clima tropical e subtropical, com uma temperatura média favorável ao seu desenvolvimento de 25 °C (Jiang et al., 2023; Liu et al., 2023). Além disso, as alterações climáticas,

especialmente as variações de temperatura, precipitação e umidade na região amazônica, contribuem para a expansão da dengue, favorecendo a proliferação do mosquito vetor (Duarte et al., 2019).

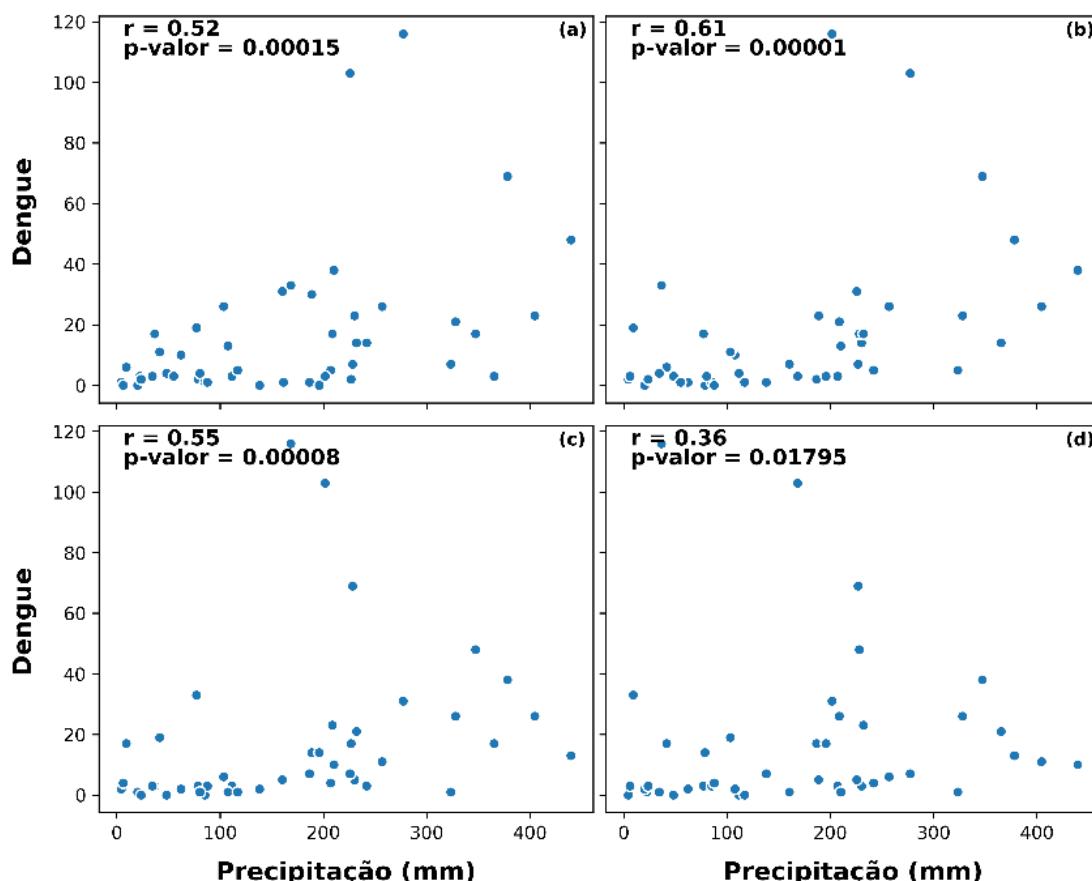
Neste contexto, Moraes et al. (2019) analisaram os dados da dengue nas capitais da região amazônica entre 2001 e 2012, tendo identificado uma sazonalidade bem definida, com picos de casos entre os meses de Janeiro e Março em cidades como Manaus, Rio Branco, Belém e Palmas. O mesmo estudo demonstrou, através do índice MEI, que fenômenos como o El Niño, associados a uma diminuição das chuvas e que contribuem para uma diminuição dos casos, e eventos como a La Niña, associados a um aumento da precipitação, estão correlacionados com um aumento das notificações, sobretudo em Manaus e Belém.

No mesmo sentido, estudos nacionais com séries temporais entre 2000 e 2020 mostraram que anomalias térmicas, como ondas de calor, também estão diretamente ligadas ao aumento da incidência de dengue, inclusive em microrregiões da Amazônia (Barcellos et al., 2024). Segundo os mesmos autores, outro fator associado ao agravamento do problema é o desmatamento, que altera as características ambientais locais e favorece a formação de microclimas mais quentes e úmidos, criando condições ideais para o ciclo de vida do *Aedes aegypti*.

Correlação entre casos de dengue e variáveis climáticas

Os coeficientes de correlação de Spearman apresentaram valores de correlação de $r = 0,52$ e $p = 0.00015$ com um mês defasado (Figura 3a), $r = 0,61$ e $p = 0.00001$ com dois meses defasados (Figura 3b), $r = 0,55$ e $p = 0.00008$ com três meses defasados (Figura 3c) e $r = 0,36$ e $p = 0.01795$ com quatro meses defasados (Figura 3d), mostrando uma correlação mais pronunciada com dois meses defasados.

Figura 3 - Correlação dos casos de dengue com a precipitação defasada em um mês (a), dois meses (b), três meses (c) e a quatro meses (d) na área urbana de Humaitá/AM



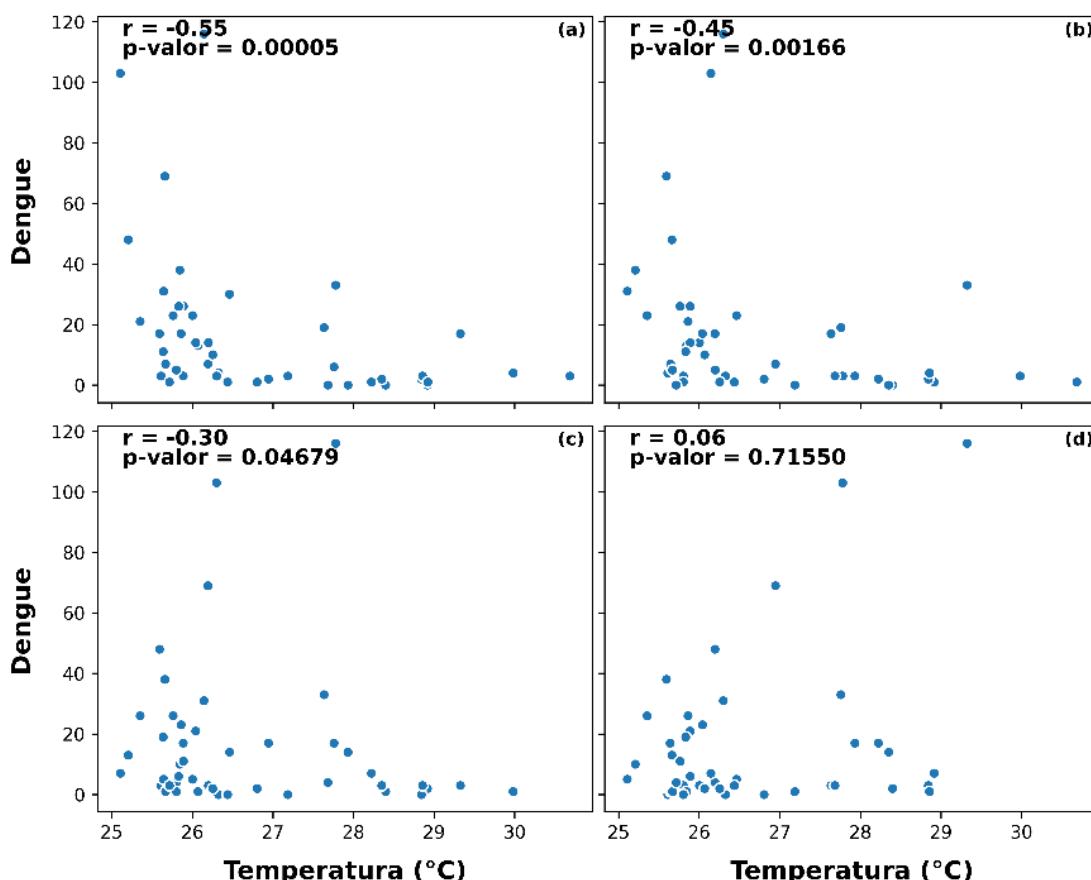
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

As chuvas prolongadas favorecem a reprodução dos mosquitos, sendo essenciais para o ciclo aquático das suas larvas e pupas, e criam condições propícias para surtos de dengue em países tropicais (Barbosa, 2007).

A correlação entre as variáveis mostrou-se moderada com um atraso de dois meses, o que indica uma maior influência da precipitação nos casos de dengue após este período. Estes resultados estão em conformidade com estudos anteriores, nomeadamente os de Gabriel et al. (2018) e Silva et al. (2016), que identificaram uma correlação entre a precipitação e o número de casos de dengue com um atraso de três meses.

A correlação entre a temperatura do ar e os casos de dengue apresentou resultados significativos, embora de forma moderada. A Figura 4 (a) mostra uma correlação moderada ($r = -0,55$; $p < 0,00005$) com um atraso de um mês. Já as figuras 4 (b), 4 (c) e 4 (d) apresentaram correlações baixas e muito baixas, respectivamente ($r = -0,45/p = 0,00166$, $r = -0,30/p = 0,04679$ e $r = 0,06/p = 0,71550$) com dois, três e quatro meses de atraso, respectivamente. O melhor resultado foi obtido com um mês de defasagem.

Figura 4 - Correlação dos casos de dengue com a temperatura defasada em um mês (a), dois meses (b), três meses (c) e a quatro meses (d) na área urbana de Humaitá/AM



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

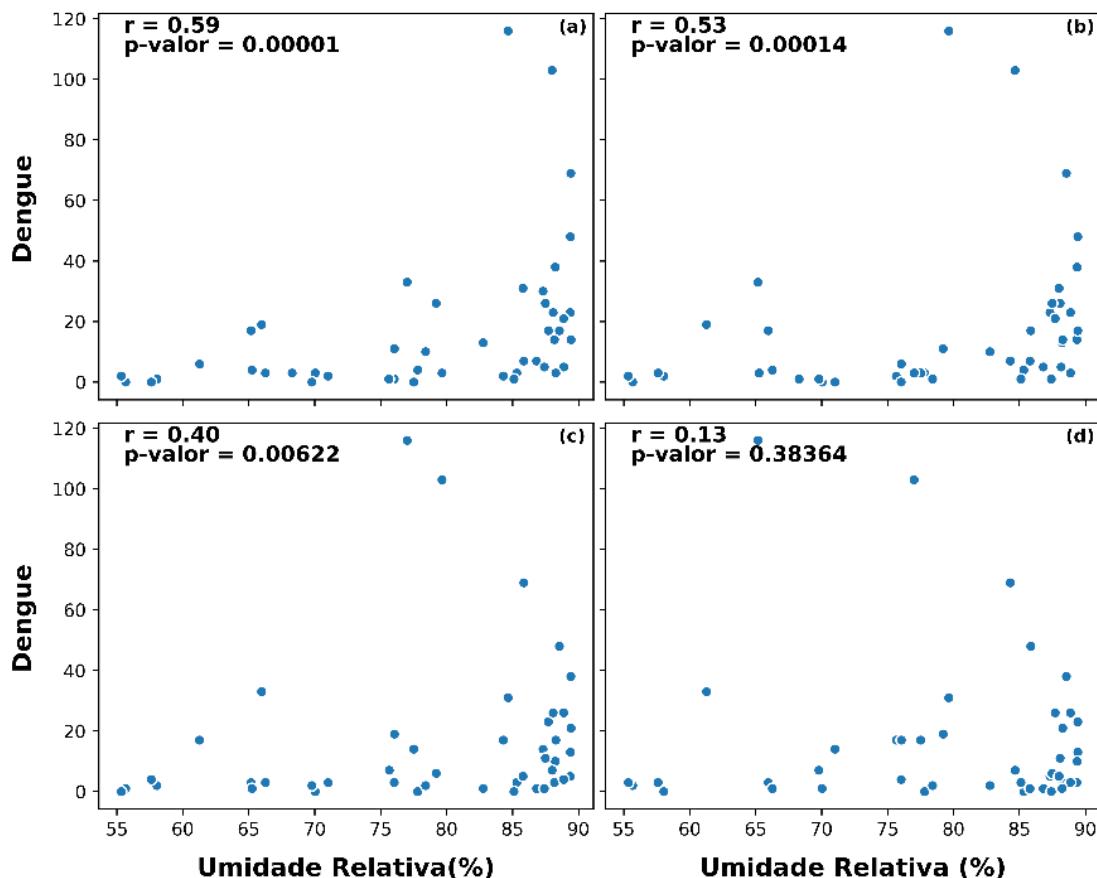
Neste estudo, constatou-se que a influência da temperatura nos casos de dengue ocorreu com um atraso de um mês, mas de forma inversa: quanto maior a temperatura, menor o número de casos de dengue. Uma possível razão para esta influência inversa da temperatura nos casos de dengue com um atraso de um mês poderá estar relacionada com o ciclo de vida do *Aedes aegypti* e o comportamento do mosquito em diferentes condições térmicas (Murta, 2017). Em temperaturas superiores a 30 °C, o ciclo de desenvolvimento do mosquito, desde a eclosão dos ovos até à fase adulta, é mais rápido, mas estas condições também podem reduzir a longevidade dos mosquitos adultos (Alto; Bettinardi, 2013). Segundo

os mesmos autores, esta condição limita a capacidade de transmissão do vírus e, como resultado, após um período de temperaturas elevadas, a população de mosquitos e, consequentemente, a incidência de dengue podem diminuir no mês seguinte. No entanto, no estudo em questão, observou-se que, quando as temperaturas atingiram ou ultrapassaram os 27 °C, os casos de dengue diminuíram e, em determinados meses, não foram registrados novos casos nessas condições de temperatura.

O tempo de desenvolvimento das larvas do mosquito, a sua reprodução e a sobrevivência do *Aedes aegypti* adulto variam de acordo com a temperatura da água onde se encontram. A temperatura da água, que está ligada à temperatura do ar, influencia o tempo de desenvolvimento do mosquito, assim como as suas flutuações. Além disso, a temperatura do ar desempenha um papel essencial nos períodos de incubação extrínseca e intrínseca da doença, afetando-os de forma significativa (Gomes et al., 2024).

Os resultados da análise mostram uma correlação positiva entre a humidade relativa e os casos de dengue. A Figura 5(a) apresenta a correlação mais forte ($r = 0,59$) com um valor de p altamente significativo ($0,00001$) para um mês de atraso, o que indica que o aumento da humidade relativa está associado ao aumento dos casos de dengue com um mês de atraso. As figuras 5 (b) e 5 (c) também mostram correlações positivas com dois e três meses de atraso, respectivamente, embora menos intensas ($r = 0,53$ e $p = 0,00014$; $r = 0,40$ e $p = 0,00622$, por ordem). Por outro lado, a Figura 5 (d) mostra uma correlação fraca com quatro meses de atraso ($r = 0,13$ e $p = 0,38364$).

Figura 5 - Correlação dos casos de dengue com a umidade relativa do ar defasada em um mês (a), dois meses (b), três meses (c) e quatro meses (d) na área urbana de Humaitá/AM.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A correlação observada na Figura 5 (a) é estatisticamente significativa com um mês de atraso, o que sugere que a relação entre a humidade relativa e os casos de dengue não é aleatória. Neste trabalho, a humidade relativa para os quatro anos de estudo variou entre 55,3% e 89,4%, tendo os meses de maior humidade

sido fevereiro, março e dezembro. Os anos que apresentaram valores mais elevados foram 2021 e 2023, que registraram o maior número de casos da doença (Figura 2c). A elevada humidade, aliada a temperaturas favoráveis, pode ter facilitado a sobrevivência do mosquito e, consequentemente, aumentado os casos de dengue no mês seguinte. De facto, segundo Silva et al. (2008), o desenvolvimento deste mosquito é significativamente favorecido quando a humidade relativa do ar é alta (acima de 70%), proporcionando condições ideais para todas as fases do seu ciclo de vida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sazonalidade da dengue em Humaitá, no Amazonas, ficou evidente, mostrando uma relação com variáveis meteorológicas, como a humidade relativa do ar, a precipitação e a temperatura. Os períodos mais críticos em termos de casos de dengue ocorreram principalmente entre Janeiro e Março. Em 2023, os meses de Janeiro e Fevereiro apresentaram as maiores médias de casos, com picos notáveis. Em 2021, março também registrou uma média elevada. Ao correlacionar as variáveis meteorológicas com os casos de dengue, utilizando defasagens de até quatro meses, observou-se que a incidência da doença está diretamente associada à humidade relativa do ar e inversamente relacionada com a temperatura do ar. A correlação entre os casos de dengue e as variáveis meteorológicas foi fraca quando aplicada no mesmo mês, mas moderada quando aplicada com uma defasagem.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo a projeto de pesquisa (PIB-E/0078/2023) e pelo processo: 445389/2024-9, Chamada CNPq/MCTI/FNDCT N 19/2024 Centros Avançados em Áreas Estratégicas para o Desenvolvimento Sustentável da Região Amazônica- Pro- Amazônica, para a realização deste trabalho. Também, agradecemos o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- ALTO, B. W.; BETTINARDI, D. Temperature and dengue virus infection in mosquitoes: independent effects on the immature and adult stages. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, v. 88, n. 3, p. 497, 2013. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.12-0421>
- ANDRADE, J. V. **Impactos do período pandêmico da COVID-19 na notificação dos casos de arboviroses na região Nordeste do Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2023.
- BARBOSA, R. F. **Influência de Variáveis Meteorológicas na Ocorrência de Doenças Infecciosas em Diferentes Localidades de Alagoas**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 96 p., 2007. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/856>. Acesso em: 02 de setembro de 2024.
- BARCELLOS, C.; LOWE, R. Expansion of the dengue transmission area in Brazil: the role of climate and cities. *Tropical Medicine & International Health*, v. 19, n. 2, p. 159–168, 2014. <https://doi.org/10.1111/tmi.12227>
- BARCELLOS, C.; MATOS, V.; LANA, R.; LOWE, R. Climate change, thermal anomalies, and the recent progression of dengue in Brazil. *Scientific Reports*, v. 14, p. 5948, maio 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56044-y>
- BESERRA, E.B.; FREITAS, E.M; SOUSA, J.T.; FERNANDES, C.R.M.; SANTOS, K.D. Ciclo de vida de Aedes (Stegomyia) aegypti (Diptera, Culicidae) em águas com diferentes características. *LheringiaSérie Zooloogia*, v. 99, n. 3, p. 281-285, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212009000300008>
- BRAGA, I. A., & VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiologia e serviços de saúde*, v.16, n.2, p.113-118, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde de A a Z:** Dengue. Brasília: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dengue>. Acesso em: 29 jul. 2025.

COSTA, M. S.; ARAÚJO, R. A. F. Variabilidade Climática: A Precipitação como Parâmetro de Estudo Para os Casos de Dengue no Litoral, Sertão, Serra e Sul Cearense Entre 2007 e 2019. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, p. 591-601, 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786363003>

CUNHA JÚNIOR, R. O.; LEANDRO, C. dos S.; BARROS, F. B. de .; QUEZADO, J. A. T.; AZEVEDO, F. R. de; OLIVEIRA, C. C. F. de; FIRMINO, P. R. A. Análise da associação entre incidência de dengue e pluviosidade na Região Metropolitana do Cariri, Ceará. **Gaia Scientia**, [S. I.], v. 16, n. 1, 2022. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2022v16n1.61267>

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia-7**. Penso Editora, 2018. DANTAS, R. T.; NÓBREGA, R. S.; CORREIA, A. M.; RAO, T. V. R. Estimativas das temperaturas máximas e mínimas do ar em Campina Grande - PB. In: Congresso Brasileiro De Meteorologia. **Anais**. Rio de Janeiro: SBMET, 2000. Disponível em: <https://cbmet.com/>. Acesso em: 19 de setembro de 2024.

DEPRADINE, C.; LOVELL, E. Climatological variables and the incidence of Dengue fever in Barbados. **International Journal of Environmental Health Research**, v. 14, n. 6, p. 429-441, 2004. <https://doi.org/10.1080/09603120400012868>

DONALÍSIO, M.; GLASSER, C. M. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 5, n. 3: 259-272p, 2002. <https://doi.org/10.1590/s1415-790x2002000300005>

DUARTE, J. L.; DIAZ-QUIJANO, F. A.; BATISTA, A. C.; GIATTI, L. L. Climatic variables associated with dengue incidence in a city of the Western Brazilian Amazon region. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 52, 2019. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0429-2018>

DULLAART, J.C.; MUIS, S.; BLOEMENDAAL, N.; AERTS, J.C. Advancing global storm surge modelling using the new ERA5 climate reanalysis. **Climate Dynamics**. [s. l.], v. 54, n. 1, p. 1007–1021, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00382-019-05044-0>

ECMWF-THE EUROPEAN CENTRE FOR MEDIUM-RANGE WEATHER FORECASTS. **Climate reanalysis**. Disponível em: <https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>. Acesso em: 25 de janeiro de 2024.

FERREIRA, H. S. **Clima urbano e dengue em Recife**: influência climática sobre a formação das epidemias. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/18688>. Acesso em: 10 de outubro de 2024.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta amazônica**, v. 28, n. 2, p. 101-101, 1998.

FOCKS, D. A., HAILE, D. G., DANIELS, E., & MOUNT, G. A. Dynamic life table model for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): analysis of the literature and model development. **Journal of Medical Entomology**, v. 30, n. 6, p. 1003-1017, 1993. <https://doi.org/10.1093/jmedent/30.6.1003>

GABRIEL, A. F. B.; Abe, K. C., GUIMARÃES, M. D. P.; & MIRAGLIA, S. G. E. K. Avaliação de impacto à saúde da incidência de dengue associada à pluviosidade no município de Ribeirão Preto, São Paulo. **Cadernos Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 26, n. 4, p. 446-452, dez. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1414-462x201800040119>

GALVANI, E.; LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 6. **Anais**. Aracaju, 2004. Disponível em: <https://revistas.usp.br/prolam/article/view/81788>. Acesso em: 10 de outubro de 2024.

GALVÃO, J. A. C.; FISCH, G. Balanço de energia em áreas de floresta e de pastagem na Amazônia (JI – Paraná, RO). **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.15, n.2, p.25-37, 2000.

GARCIA G. A. S, LIMA S. S, NASCIMENTO G. L. C, FERREIRA J. M. F, COSTA E. A, SILVA A. A. Environmental and household conditions associated with *Aedes aegypti* breeding in urban Amazonian communities. **Parasites & Vectors**, v. 16, n. 1, p. 112, 2023. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05766-5>

GHASEMI, A.; ZAHEDIASL, S. Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, v. 10, n. 2, p. 486–489, 2012.
<https://doi.org/10.5812/ijem.3505>

GOMES, A. F. **Análise espacial e temporal da relação entre dengue e variáveis meteorológicas na cidade do Rio de Janeiro no período de 2001 a 2009**. 2011. Tese de Doutorado. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/yufind/Record/CRUZ_4c6a59ad3a0c6a94f904f5a459d274d1. Acesso em: 12 de outubro de 2024.

GOMES, J. P. M.; RIBAS, I. M.; VALADARES, P. A. R.; JARDIM, L. S.; NOGUEIRA, M. C.; FERREIRA, C. D. C. M.; & FERREIRA, L. D. C. M. Relação entre temperatura do ar e incidência de dengue: estudo de séries temporais em Minas Gerais, Brasil (2010-2019). *Cadernos de Saúde Pública*, v. 40, p. e00076723, 2024. <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT076723>

GOOGLE EARTH. Humaitá, Amazonas – Brasil. **Imagens de satélite**. Google, 2023. Disponível em: <https://earth.google.com/>. Acesso em: 25 jul. 2025.

HAGE, R. dos S.; BOHM, B. C.; CASA GRANDE, C. P.; SILVA, S. C. M.; SOARES, A. T.; LIMA, J. V.; BRUHN, F. R. P. et al. Spatiotemporal expansion of dengue in Brazilian Amazon between 2001 and 2021. *Scientific Reports*, [s.l.], v. 15, n. 1, p. 1032, 2025. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-55947-2>. Acesso em: 24 jul. 2025.

HERSBACH, Hans. The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, [s. l.], v. 146, n. 730, p. 1999–2049, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/qj.3803>.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**: Humaitá (AM). Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/humaita>. Acesso em: 25 jul. 2025.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População do censo 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/humaita.html>. Acesso em: 04 de dezembro. 2023.

JETTEN, T. H.; FOCKS, D. A. Potential Changes in the Distribution of Dengue Transmission under Climate Warming. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, [s.l.], v.57, n.3, p.285-297, 1997. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1997.57.285>

JIANG, R.; WU, J.; ROSENBLATT, M.; DAI, W.; RODRIGUEZ, R. X.; SUI, J.; QI, S.; LIANG, Q.; XU, B.; MENG, Q.; CALHOUN, V. D.; SCHEINOST, D. Elevated C-reactive protein mediates the liver–brain axis: a preliminary study. *eBioMedicine*, [s.l.], v. 93, p. 104679, jul. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2023.104679>.

KERR-PONTES, L.R.; ROUQUAYROL, M.Z. Epidemiologia e Indicadores de Saúde. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1999.

LOPES, J. S. G.; ALEIXO, N. C. R.; SILVA NETO, J. C. A. Analise preliminar na temperatura e umidade relativa do ar em duas estações meteorológicas da cidade de Tefé-AM. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 12. **Anais**. Goiânia: UFG, 2016. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/8847>. Acesso em: 14 de outubro de 2024.

LIU, Y.; WANG, Z.; ZHANG, X. Impacto da temperatura no ciclo biológico do *Aedes aegypti*. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, v. 13, 2023. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1242173>.

MAHMOOD, S.A.I. Dengue: An Epidemic Is Largely a Failure in Public Health Administration! The Role of Dhaka City Corporation, DCC of Bangladesh. *World Health & Population*, p. 1-10, january 2006. Disponível em: <https://www.longwoods.com/content/17900>. Acesso em: 8 de dez. 2023.

MEDEIROS, S. de. S.; CECÍLIO, R. A.; MELO JUNIOR, J. C. F. de.; SILVA JUNIOR, J. L. C. Estimativa e espacialização das temperaturas do ar mínimas, médias e máximas na Região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 9 n.2, p. 247-255, 2005. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662005000200016>

MONTEIRO, J. C. R.; ARIDE, P. H. R.; OLIVEIRA, A. T.; SANTOS, S. M.; PANTOJA LIMA, J.; HEYER, L. F. Descrição da Temperatura e Umidade Relativa do Ar em distintas localidades da cidade de Manaus

com diferentes geometrizações e espacialidades urbanas nos bairros do Parque Dez, Nova Cidade e bairro Centro - Manaus/Am. IGAPÓ, **Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM**, Manaus, v.10, n.1, p.25-45, 2016. <https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v4n2p20-27>

MORAES, B. C. de; SOUZA, E. B. de; SODRÉ, G. R. C.; FERREIRA, D. B. da S.; RIBEIRO, J. B. M. 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, e00123417, 2019. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00123417>

MORIN, C. W., COMRIE, A. C., & ERNST, K. Climate and dengue transmission: evidence and implications. **Environmental Health Perspectives**, v. 121, n. 11-12, p. 1264-1272, 2013. <https://doi.org/10.1289/ehp.1306556>

MURTA, J. R. de M. **Impactos das mudanças climáticas na saúde pública do Distrito Federal em relação à dengue**. 2017. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão Ambiental) – Universidade de Brasília, Planaltina, 2017. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/18278>. Acesso em: 24 jul. 2023.

OLIVER, O. A.; MARTÍNEZ J. M.; HERNÁNDEZ R. P.; HERNÁNDEZ R. S. Comportamiento del *Aedes aegypti* en la provincia de Matanzas durante los años 2004-2008. **Revista Médical eléctron**, 2010. Disponível em: <http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202010/vol6%202010/tema05.htm>. Acesso em: 10 de outubro de 2024.

OMS. Organização Mundial da Saúde. Dengue e dengue hemorrágica. **Registro Epidemiológico Semanal**. v. 75, n.24, p. 193-200, 2000. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/dengue>. Acesso em: 10 de outubro de 2024.

PEDREIRA JUNIOR, A. L. P.; QUERINO, C. A. S.; da Silva QUERINO, J. K. A.; DOS SANTOS, L. O. F.; DE MELLO MOURA, A. R.; MACHADO, N. G.; & BIURDES, M. S. Variabilidade horária e intensidade sazonal da precipitação no município de Humaitá–AM. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, 2018. <https://doi.org/10.5380/abclima.v22i0.58089>

RAZALI, N. M.; WAH, Y. B. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. **Journal of Statistical Modeling and Analytics**, v. 2, n. 1, p. 21–33, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267205556_Power_Comparisons_of_Shapiro-Wilk_Kolmogorov-Smirnov_Lilliefors_and_Anderson-Darling_Tests. Acesso em: 26 jul. 2025

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R.P. E.; AMBRIZZI, T. Regimes De Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.25, n.2, p.185-204, 2010. <https://doi.org/10.1590/s0102-77862010000200004> RIBEIRO, A. F.; MARQUES, G. R.; VOLTOLINI, J. C.; & CONDINO, M. L. F. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 671-676, 2006. Disponível em: <https://rsp.fsp.usp.br/>. Acesso em: 12 de outubro de 2024

ROCHA M. R. A, OLIVEIRA G. M. S, FERNANDES M. R, LIMA L. F. P, PEREIRA D. C, SANTOS R. L. R. Climate, behavior, and dengue: a systematic review on how human practices interact with climate variability. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 27, p.e240048, 2024. <https://doi.org/10.1590/1980-549720240048>

RODRIGUES, W.C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Info Insetos**, v.1, n.4, p. 1-4, 2004. Disponível em: <https://www.ebras.bio.br/InfoInsetos.aspx>. Acesso em: 12 de outubro de 2024.

SHAPIRO, S. S., & WILK, M. B. A powerful and efficient test for normality. **Biometrika**, v. 52, n.3-4, p. 591-611, 1965. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>

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

SILVA, J. S.; MARIANO, Z. F.; SCOPEL, I. A dengue no Brasil e as políticas de combate ao *Aedes aegypti*: da tentativa de erradicação às políticas de controle. **Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 4, n. 6, p. 163-175, 2008. <https://doi.org/10.14393/hygeia416906>

SILVA, C. F.. A ; SANTOS, A. M.; BONFIM, C. V.; MELO, J. L. S.; SATO, Si. S.; BARRETO, E. P. Deforestation impacts on dengue incidence in the Brazilian Amazon. Environmental **Monitoring and Assessment**, [S.I.], v. 195, 487, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11174-0>.

SILVA, M. N. S. **Variáveis socioeconômicas e ambientais e a ocorrência de dengue na área urbana de Humaitá/Amazonas.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, Campus Vale do Rio Madeira, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Disponível em: https://www.ppgca.ufam.edu.br/images/arquivos/dissertacoes/2018/Dissertacao_Maria_de_Nazare.pdf. Acesso em: 04 nov. 2023.

SINAN-SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO. **Doenças e agravos.** Disponível em: <https://portalsinan.saude.gov.br/doencas-e-agravos>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

SOUZA J. P. L, ALMEIDA R. M. L, GOMES M. L. S, COSTA M. G. S, SILVA J. G. C. Water storage and vector breeding: implications of cistern systems in dengue control in semi-arid Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v. 56, n.32, 2022. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2022056003998>

SOARES, P. V.; ARAÚJO, RA. F.; ALMEIDA, M. E. A Influência das Variáveis Meteorológicas na Ocorrência de Casos de Dengue em Fortaleza, Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, p. 759-766, 2022. <https://doi.org/10.1590/0102-7786360044>

SUÁREZ, N. R. La revolución en la toma de decisiones estadísticas: el p-valor. **Telos**, v. 14, n. 3, p. 439-446, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99324907004>. Acesso em: 23 de novembro de 2024.

TABACHNICK, W. J. Challenges in predicting climate and environmental effects on vector-borne disease episeystems in a changing world. **Journal of Experimental Biology**, [s.l.], v.213, n.6, p.946-954, 2010. <https://doi.org/10.1242/jeb.037564>

TEIXEIRA, M. G., COSTA, M. D. C. N., BARRETO, F., & BARRETO, M. L. Dengue: twenty-five years since reemergence in Brazil. **Cadernos de saúde pública**, 25, S7-S18, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X200900130002>.

TUN-LIN, W., BURKOT, T. R., & KAY, B. H. Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the dengue vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 14, n.1, p. 31-37, 2000. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2915.2000.00204.x>

VIANA, D. V.; IGNOTTI, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 16, p. 240-256, 2013. <https://doi.org/10.1590/s1415-790x2013000200002>

Recebido em: 27/03/2025

Aceito para publicação em: 30/07/2025