



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA
LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM
MESTRADO ACADÊMICO EM ENFERMAGEM**

GLAUCIANO DE OLIVEIRA FERREIRA

**ANÁLISE DE CASOS DE DENGUE E SUA RELAÇÃO COM A PRECIPITAÇÃO E
TEMPERATURA NOS MUNICÍPIOS CEARENSES**

REDENÇÃO – CEARÁ

2023

GLAUCIANO DE OLIVEIRA FERREIRA

ANÁLISE DE CASOS DE DENGUE E SUA RELAÇÃO COM A PRECIPITAÇÃO E
TEMPERATURA NOS MUNICÍPIOS CEARENSES

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Enfermagem do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em enfermagem.

Linha de pesquisa: Tecnologias do Cuidado em Saúde no Cenário dos Países Lusófonos.

Área de Concentração: Clima, saúde humana e tecnologias para o cuidado de enfermagem.

Orientadora: Profa. Dra. Rafaella Pessoa
Moreira
Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Cunha
Costa

REDENÇÃO – CEARÁ

2023

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Ferreira, Glauciano de Oliveira.

F439a

Análise de casos de dengue e sua relação com a precipitação e temperatura nos municípios cearenses / Glauciano de Oliveira Ferreira. - Redenção, 2023.
132f: il.

Dissertação - Curso de Mestrado Acadêmico em Enfermagem, Programa de Pós-graduação em Enfermagem, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2023.

Orientador: Profa. Dra. Rafaella Pessoa Moreira.

1. Dengue. 2. Clima. 3. Enfermagem. I. Título

CE/UF/BSP

CDD 610.73

GLAUCIANO DE OLIVEIRA FERREIRA

**ANÁLISE DE CASOS DE DENGUE E SUA RELAÇÃO COM A PRECIPITAÇÃO E
TEMPERATURA EM MUNICÍPIOS CEARENSES**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Enfermagem do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em enfermagem.

Aprovada em: 16 de junho de 2023

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Rafaella Pessoa Moreira (Orientadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB

Prof. Dr. Alexandre Cunha Costa (Coorientador)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB

Profa. Dra. Tahissa Frota Cavalcante (Examinador interno)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB

Prof. Dr. Luciano Pamplona de Góes Cavalcanti (Examinador externo)

Universidade Federal do Ceará– UFC

Dedicado este trabalho a YHWH, o Eterno, que, mesmo habitando em luz inacessível, aproxima-se de seus filhos, dando-lhes o necessário para a vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem ELE não teria conseguido realizar este sonho. ELE quem me concedeu a força necessária para vencer os obstáculos e chegar até aqui. JESUS, fui, sou e sempre serei grato a vós, pois minha vida é um exemplo vivo do vosso amor e poder. Que o Mestrado seja um caminho para me tornar um ser humano cada vez melhor para os que necessitam de cuidado e atenção.

In memoriam, e de modo especial, a minha avó materna, que está no céu. Vó, estou realizando mais um sonho, e a educação que recebi foi a nau que me conduziu no mar das realizações. Ainda estou velejando, entre erros e acertos, mas estou crescendo e aprendendo. Daqui já vejo o cais onde descansarei para mais uma vez me lançar ao mar dos sonhos da vida. Não será fácil, eu sei. Mas será prazeroso.

A meus familiares, minha mãe, minhas irmãs, minha tia, e todos os que contribuíram direta e indiretamente para este grande sonho.

A meu grande amigo, Romiro Dantas, que sempre me incentivou a continuar o Mestrado e a chegar a este dia. Obrigado, amigo!

A Secretária de Saúde de Ocara, Ruti Aires, e a Coordenadora da Atenção Primária de Ocara, Deborah Maia, por terem me compreendido em todas as vezes que precisei me ausentar para fazer algo relacionado ao Mestrado.

A meus colegas de trabalho, em especial Luciano, Jaqueline, Damila, Laelson, Dra Monalisa, Helena, Aurinete, Renata, Dianesia, Cheirla, Altair, Edivânia e Jocelina, que são guerreiros na busca pela assistência de saúde de qualidade. A UBS não seria a mesma sem vocês, sem a alegria e o trabalho em equipe que cativam diuturnamente.

A minha orientadora, Dra Rafaella Pessoa Moreira, e a meu coorientador, Dr. Alexandre Cunha Costa pelas orientações e oportunidades de aprendizado. Por traz de um bom aluno, existe sempre grandes Mestres. Levo comigo muitos ensinamentos e lições.

Ao Micael, que contribuiu com a elaboração dos mapas e com os dados para a análise da pesquisa.

Meus sinceros obrigados a todos que me ajudaram a realizar este sonho!

*“Se enxerguei mais longe, foi porque estava
sobre os ombros de gigantes.”*

(Isaac Newton).

RESUMO

Nos últimos anos, tem-se observado um aumento exponencial da incidência global da dengue, chegando a registrar anualmente até 400 milhões de novos casos. Esse aumento é atribuído a diversos fatores, sendo a variabilidade climática considerada entre uma das principais influências. Portanto, é imprescindível compreender a relação entre as variáveis climáticas e os casos de dengue, a fim de aprimorar as estratégias de prevenção e controle dessa arbovirose. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a relação entre casos de dengue e as variáveis climáticas de precipitação e temperatura em municípios do Ceará entre 2008 e 2019. Para tanto, realizou-se uma pesquisa ecológica exploratória utilizando séries temporais. Os dados foram coletados de três fontes distintas: o Sistema de Informação de Agravos de Notificação, a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos e o banco de dados meteorológicos diários em grade do Brasil. As variáveis dependentes incluíram casos confirmados e o coeficiente de prevalência de dengue, enquanto as variáveis independentes foram o índice de precipitação, a temperatura mínima e a temperatura máxima. Os dados foram analisados de forma descritiva e apresentados em gráficos e mapas. Para entender a magnitude da dengue nos municípios cearenses, calculou-se o coeficiente de prevalência anual. Os resultados do estudo apontaram que a dengue ainda é uma doença prevalente no Estado do Ceará, e que uma precipitação anual moderada (<800 mm) modula espacialmente os casos positivos da arbovirose. De acordo com as análises, áreas com maior pluviosidade e temperaturas entre 25°C e 30°C convergiram com uma menor prevalência da doença. Observou-se também que municípios vizinhos possuem um padrão de ocorrência semelhante. Notou-se ainda que temperaturas muito elevadas, muito acima de 35°C, não favorecem a incidência de dengue. Este estudo traz importantes *insights* para aprimorar estratégias de prevenção e controle da doença. Compreender a influência das variáveis climáticas permite direcionar medidas preventivas eficientes, especialmente em áreas com precipitação moderada (<800mm/ano) e temperaturas entre 25°C e 30°C. Identificar padrões semelhantes entre municípios vizinhos auxilia na implementação coordenada de ações de controle. Esses achados fortalecem a saúde pública, embasando as decisões de gestores e subsidiando enfermeiros no planejamento, elaboração e aplicação de intervenções para prevenir a ocorrência de dengue.

Palavras-chave: Dengue; Clima; Enfermagem.

ABSTRACT

In recent years, there has been an exponential increase in the global incidence of dengue, with annual records of up to 400 million new cases. This increase is attributed to various factors, with climate variability considered as one of the main influences. Therefore, it is essential to understand the relationship between climate variables and dengue cases in order to enhance prevention and control strategies for this arbovirus. In this context, the present study aimed to analyze the relationship between dengue cases and precipitation and temperature variables in municipalities of Ceará between 2008 and 2019. An exploratory ecological research using time series was conducted. Data were collected from three different sources: the Information System for Notifiable Diseases, the Cearense Foundation for Meteorology and Water Resources, and Brazil's daily gridded meteorological database. The dependent variables included confirmed cases and the prevalence coefficient of dengue, while the independent variables were precipitation index, minimum temperature, and maximum temperature. The data were analyzed descriptively and presented in graphs and maps. To understand the magnitude of dengue in the municipalities of Ceará, the annual prevalence coefficient was calculated. The results of the study indicated that dengue is still a prevalent disease in the state of Ceará, and that moderate annual precipitation (<800 mm) spatially modulates positive cases of the arbovirus. According to the analyses, areas with higher rainfall and temperatures between 25°C and 30°C were associated with a lower disease prevalence. It was also observed that neighboring municipalities exhibited a similar occurrence pattern. Furthermore, it was noted that excessively high temperatures, well above 35°C, do not favor the incidence of dengue. This study provides important insights to enhance disease prevention and control strategies. Understanding the influence of climate variables allows for the effective targeting of preventive measures, particularly in areas with moderate precipitation (<800 mm/year) and temperatures between 25°C and 30°C. Identifying similar patterns among neighboring municipalities assists in the coordinated implementation of control actions. These findings strengthen public health by informing the decisions of healthcare managers and providing valuable support to nurses in the planning, development, and implementation of interventions to prevent the occurrence of dengue.

Keywords: Dengue; Climate; Nurse.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de vida do <i>Aedes aegypti</i>	24
Figura 2 - Modo de transmissão do DENV	25
Figura 3 - Mapa com a distribuição dos municípios por Mesorregião.	35
Figura 4 - Passo a passo da coleta dos dados de dengue no DATASUS	40
Figura 5 - Processo da coleta dos dados de precipitação pluviométrica e temperatura ..	41
Figura 6 - Mapas anuais com a distribuição dos coeficientes de prevalência de dengue .	44
Figura 7 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura e em 2008.....	48
Figura 8 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura e em 2009.....	49
Figura 9 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura e em 2010.....	50
Figura 10 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura e em 2011.....	50
Figura 11 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura e em 2012.....	51
Figura 12 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura e em 2013.....	52
Figura 13 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura e em 2014.....	53
Figura 14 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura e em 2015.....	54
Figura 15 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura e em 2016.....	55
Figura 16 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura e em 2017.....	56
Figura 17 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura e em 2018.....	56
Figura 18 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura e em 2019.....	57
Figura 19 - Fluxograma com a síntese dos principais achados da análise dos casos.....	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese das características clínicas da dengue	26
Quadro 2 - Diagnósticos, Intervenções e Resultados de Enfermagem das taxonomias NANDA-I, NIC e NOC	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição da quantidade de municípios	47
Gráfico 2 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2008	58
Gráfico 3 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2009	59
Gráfico 4 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2010	60
Gráfico 5 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2011	61
Gráfico 6 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2012	62
Gráfico 7 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2013	63
Gráfico 8 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2014	64
Gráfico 9 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2015	65
Gráfico 10 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2016	66
Gráfico 11 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2017	67
Gráfico 12 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2018	68
Gráfico 13 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2019	69
Gráfico 14 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2008	70
Gráfico 15 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2009	71
Gráfico 16 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2010	72

Gráfico 17 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2011	73
Gráfico 18 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2011	74
Gráfico 19 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2013	75
Gráfico 20 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2014	76
Gráfico 21 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2015	77
Gráfico 22 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2016	78
Gráfico 23 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2017	79
Gráfico 24 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2018	80
Gráfico 25 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2019	81
Gráfico 26 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2008.....	82
Gráfico 27 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2009.....	83
Gráfico 28 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2010.....	84
Gráfico 29 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2011.....	85
Gráfico 30 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2012.....	86
Gráfico 31 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2013.....	87
Gráfico 32 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2014.....	88
Gráfico 33 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2015.....	89

Gráfico 34 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2016.....	90
Gráfico 35 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2017.....	91
Gráfico 36 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2018.....	92
Gráfico 37 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2019.....	93
Gráfico 38 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2008.....	94
Gráfico 39 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2009.....	95
Gráfico 40 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2010.....	96
Gráfico 41- Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2011.....	97
Gráfico 42 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2012.....	98
Gráfico 43 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2013.....	99
Gráfico 44 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2014.....	100
Gráfico 45 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2015.....	101
Gráfico 46 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2016.....	102
Gráfico 47 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2017.....	103
Gráfico 48 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2018.....	104
Gráfico 49 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2019.....	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BR-DWGD	<i>Brazilian Daily Weather Gridded Data</i>
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CP	Coeficiente de Prevalência
CSV	<i>Comma-separated-values</i>
DATASUS	Departamento de informática do SUS
DENV	Vírus da Dengue
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDW	<i>Inverse Distance to a Power</i>
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Especiais
NANDA-I	NANDA-Internacional
NetCDF	<i>Network Common Data Form</i>
NIC	Classificação das Intervenções de Enfermagem
NOC	Classificação dos Resultados de Enfermagem
OMS	Organização Mundial da Saúde
OSGeo	<i>Open Source Geospatial Foundation</i>
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
Pr	Precipitação
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
STROBE	<i>STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
TABNET	Tabulador Genérico de Domínio Público
T _{máx}	Temperatura máxima
T _{mín}	Temperatura mínima

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	22
2.1	Objetivo geral	22
2.2	Objetivos específicos	22
3	REVISÃO DE LITERATURA	23
3.1	História natural da dengue	23
3.2	Epidemiologia da dengue no Brasil e no mundo	28
3.3	Dengue: interface entre enfermagem, clima e taxonomias de enfermagem	30
4	MATERIAIS E MÉTODOS	35
4.1	Tipo de pesquisa	35
4.2	Área de estudo	35
4.3	População da pesquisa	36
4.4	Crítérios de inclusão e exclusão	37
4.5	Variáveis da pesquisa	37
4.6	Procedimentos para coleta de dados	38
4.6.1	<i>Descrição das fontes dos dados</i>	38
4.6.2	<i>Levantamento de dados: dengue</i>	39
4.6.3	<i>Levantamento de dados: índice pluviométrico e temperatura mínima e máxima</i>	41
4.7	Análise dos dados	42
4.8	Aspectos éticos	43
5	RESULTADOS	44
5.1	Distribuição anual do coeficiente de prevalência de dengue no Estado do Ceará ..	44
5.2	Relação espacial do coeficiente de prevalência de dengue com a temperatura e a precipitação nos municípios cearenses entre 2008 e 2019	47
5.3	Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue em relação à precipitação e a temperatura no município de Crateús-CE nos anos de 2008 a 2019	57
5.4	Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue em relação à precipitação e à temperatura no município de Fortaleza-CE nos anos de 2008 a 2019	69

5.5	Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue em relação à precipitação e à temperatura no município de Tauá-CE nos anos de 2008 a 2019.....	81
5.6	Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue em relação à precipitação e à temperatura no município de Ocara-CE nos anos de 2008 a 2019.....	93
5.7	Síntese das análises anuais e mensais dos casos de dengue	105
6	DISCUSSÃO	107
6.1	Análise da relação da dengue com a precipitação e temperatura nos municípios do Ceará entre 2008 e 2019.....	107
6.2	Implicações clínicas, de pesquisa e ensino para a enfermagem	114
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
	REFERÊNCIAS.....	118
	ANEXO A – Características sociodemográficas dos municípios cearenses.....	124
	ANEXO B - Casos suspeitos (<i>S</i>) e positivos (<i>P</i>) de dengue nos 184 municípios do Ceará entre 2008 e 2019	128

1 INTRODUÇÃO

A incidência da dengue cresceu muito em todo o mundo nas últimas décadas, com casos relatados à Organização Mundial da Saúde (OMS) aumentando de 505.430 em 2000 para 5,2 milhões em 2019. A grande maioria dos casos é assintomática ou leve e autogerida, mas o número real de infectados é subnotificado. Muitos deles também são erroneamente diagnosticados como outras enfermidades febris (KULKARNI; DUGUAY; OST, 2022; OMS, 2023; TSHETEN *et al.*, 2021).

A doença é agora endêmica em mais de 100 países na África, nas Américas, no Mediterrâneo Oriental, no Sudeste Asiático e no Pacífico Ocidental. Além disso, ela está se espalhando para novos continentes, incluindo a Europa, onde surtos explosivos estão ocorrendo. A transmissão local foi relatada pela primeira vez na França e na Croácia em 2010, e casos importados foram detectados em outros três países europeus (OMS, 2023).

O maior número de casos de dengue já relatado no mundo foi em 2019, quando a transmissão da doença também foi registrada no Afeganistão pela primeira vez. O continente americano registrou 3,1 milhões de casos, com mais de 25.000 classificados como graves. Um grande número de casos foi relatado na Ásia, especialmente em Bangladesh, Malásia, Filipinas e Vietnã. Ela continua atingindo principalmente Brasil, Colômbia, Ilhas Cook, Fiji, Índia, Quênia, Paraguai, Peru, Filipinas, Ilhas Reunião e Vietnã desde 2021 (OMS, 2023).

No Brasil, uma revisão sobre os últimos 30 anos de casos fatais de dengue mostrou que a região Sudeste registrou 43% ($n = 2.225$) de todas as mortes pela arbovirose. A região Centro-Oeste foi responsável por 18% dos casos fatais. Após o ano 2000, os óbitos ocorreram em quase todos os Estados, com exceção de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. De 2006 a 2010, o número de óbitos aumentou, com maiores taxas de mortalidade, principalmente em Goiás e Mato Grosso (NUNES *et al.*, 2019; BRASIL, 2016).

Ao examinar a incidência da dengue no Nordeste brasileiro, notou-se que o Ceará teve mais de 539 mil casos da doença entre 2001 e 2019 (MARTINS *et al.*, 2020). Esse número de casos deve-se, sobretudo, à sua localização nos Trópicos, região do planeta onde o clima tende a apresentar temperaturas acima de 25 °C e verões mais quentes. Essas condições climáticas propiciam a reprodução e proliferação de mosquitos, como o *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, zika e chikungunya (MOREIRA *et al.*, 2020; SOUSA *et al.*, 2018).

Nessa perspectiva, Rahman *et al.* (2021) observaram que as variáveis climáticas exercem interferência direta no desenvolvimento, sobrevivência e hábitos alimentares do

mosquito. Foi percebido que o ciclo de vida desse inseto sofre influência da temperatura, tendo propensão a ocorrer no intervalo térmico de 28 °C a 32 °C. Desvios nesses valores, seja em termos excessivamente baixos ou altos, podem ocasionar retardo no seu desenvolvimento ou aumentar sua mortalidade (HARRIS; CALDWELL; MORDECAI, 2019; MOREIRA *et al.*, 2020). Notou-se ainda que a precipitação pluviométrica propicia a formação de criadouros naturais para o vetor (LOWE *et al.*, 2021).

Uma pesquisa realizada em Fortaleza, Ceará, constatou que a velocidade do vento, as temperaturas mínima, e máxima e a precipitação são elementos que criam um ambiente favorável para a proliferação do *Aedes aegypti* na capital cearense (SOARES; ARAÚJO; ALMEIDA, 2022). Adicionalmente, Costa *et al.* (2022), ao investigarem a relação temperatura e a pluviosidade com a dengue em diferentes municípios do Ceará, incluindo Barbalha, Fortaleza, Iguatu, Jaguaruana, Quixeramobim, Sobral e Tauá, observaram que a variação da incidência da doença era moldada pela precipitação sazonal e pela variação de temperatura em todos os locais estudados.

Como observado, há pesquisas anteriores sobre a relação da precipitação e temperatura no Ceará, porém concentraram-se em uma amostra restrita de municípios (COSTA *et al.*, 2022; GOMES, 2020; SOARES; ARAÚJO; ALMEIDA, 2022). Além disso, ainda há incertezas acerca da relação entre as referidas variáveis em escala municipal no Estado do Ceará. Por isso, torna-se necessário realizar um estudo abrangente, capaz de identificar potenciais variações regionais nos casos positivos da doença.

A prevenção e controle da dengue exigem o engajamento e a participação ativa de equipes de saúde, gestão em saúde e comunidade em geral. As equipes de saúde são responsáveis pelo diagnóstico e tratamento adequados, além de oferecerem orientações e informações atualizadas sobre prevenção. Por outro lado, a gestão em saúde realiza a coordenação de esforços, implementando medidas de controle eficazes e garantindo o acesso a recursos necessários. Por fim, a comunidade deve adotar as medidas planejadas, como eliminação de criadouros de mosquitos, o descarte adequado de resíduos e a promoção de hábitos saudáveis. Nas três partes, o enfermeiro deve ser um agente e promotor das ações.

Apesar disso, a pesquisa na área da enfermagem relacionada à temática "dengue e clima" ainda é bastante restrita. Um estudo sobre esse assunto ressaltou que os enfermeiros desempenham um importante papel de liderança ao utilizar estratégias de mitigação, resiliência e intervenção diante dos eventos desencadeados pelas mudanças climáticas. Além de fornecer cuidados aos pacientes, eles também se envolvem em pesquisas sobre o tema e participam de conselhos nacionais e internacionais relacionados às políticas climáticas. No

entanto, a enfermagem ainda não alcançou sua plena capacidade de lidar com os impactos do clima na saúde humana (LEFFERS; BUTTERFIELD, 2018), o que enfatiza a premência de pesquisas adicionais nessa área.

Ademais, uma análise preliminar realizada nas bases de dados SCOPUS, MEDLINE, Web of Science e LILACS revelou uma escassez de estudos relacionados à dengue e à enfermagem. Ao utilizar os descritores combinados [*Nursing (title) AND Dengue (title)*], foram encontrados 6 na SCOPUS, 5 na MEDLINE, 18 na Web of Science e 13 na LILACS. Dos 26 artigos identificados, apenas 16 foram publicados nos últimos cinco anos, o que indica uma carência de pesquisas recentes no campo da enfermagem em relação à dengue.

De igual modo, ao consultar as mesmas bases de dados utilizando os descritores "*Nursing (title) AND Dengue (title) AND Climate effects (title) OR Climate Change (title) OR Climate (title)*", foram encontrados 33 artigos de acesso livre. Essa rápida revisão da literatura ressalta a falta de estudos que abordem de forma completa as relações entre enfermagem, dengue e clima. Embora existam pesquisas isoladas em cada uma dessas áreas, ainda é escasso o enfoque interdisciplinar da doença.

Destacando a relevância das intervenções em saúde voltadas para as doenças sensíveis ao clima, como a dengue, uma revisão apontou a necessidade de conduzir pesquisas clínicas para testar novas intervenções ou estratégias. Isso é crucial, considerando a urgente necessidade de prevenir o surgimento dessas doenças. Contudo, para isso acontecer é preciso antes conhecer quais fatores influenciam na incidência e prevalência delas e, então, propor intervenções focadas na modificação desses fatores (MOREIRA *et al.*, 2022).

Diante do exposto e levando em consideração a incipiência de estudos abrangentes que investiguem a relação entre os casos de dengue e as variações na precipitação, temperatura mínima e temperatura máxima nos 184 municípios do Estado do Ceará, o propósito desta pesquisa foi responder a seguinte questão:

- *Qual é a relação entre os casos de dengue e as variações na precipitação, temperatura mínima e temperatura máxima nos municípios do Estado do Ceará, no período de 2008 a 2019?*

A realização deste estudo traz contribuições significativas para três áreas relevantes da sociedade: (1) saúde pública; (2) subsídio científico para gestores de saúde; e (3) ampliação dos conhecimentos da enfermagem sobre a relação entre clima e saúde humana, especialmente no contexto da dengue.

No que diz respeito às contribuições para a saúde pública, considerando a dengue como uma doença de grande impacto sanitário internacional, com diversas epidemias ocorrendo ao longo dos últimos anos no Ceará (CEARÁ, 2023; OMS, 2023), esta pesquisa fornece dados que podem direcionar o estabelecimento de políticas públicas mais eficazes no combate à doença no Estado. Além disso, os resultados obtidos podem estimular estudos semelhantes em outras regiões do Brasil, levando em consideração as particularidades climáticas de cada localidade. Isso pode resultar em um impacto positivo na saúde pública, com a redução dos casos de dengue e dos custos associados ao tratamento da doença.

No campo da enfermagem, este estudo é de extrema importância. Conforme mencionado por Butterfield, Leffers e Vásquez (2021), os enfermeiros ocupam uma posição de destaque que lhes permite ampliar seu papel nas políticas de adaptação às mudanças climáticas. Esses profissionais precisam estar preparados para intervir nos impactos à saúde ocasionados por fatores climáticos. Sua atuação é imprescindível na prevenção da dengue, uma vez que constituem aproximadamente 60% dos profissionais de saúde em escala global e estão envolvidos em diferentes áreas da prática clínica e saúde coletiva.

Ademais, os resultados desta pesquisa podem fornecer uma base de evidências sólidas para embasar as decisões dos gestores de saúde, permitindo que eles implementem medidas preventivas direcionadas, aloquem recursos de forma mais eficiente e comuniquem informações precisas para a população, contribuindo assim para a redução da prevalência da dengue e o controle da doença.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Analisar de forma espacial, temporal e descritiva os casos de dengue e sua relação com a precipitação e a temperatura nos municípios do Ceará, entre 2008 e 2019.

2.2 Objetivos específicos

- a) Calcular o coeficiente de prevalência da dengue ao passo anual e na escala municipal;
- b) Mapear o coeficiente de prevalência da dengue para o Estado do Ceará;
- c) Analisar a relação entre a variação do coeficiente de prevalência da dengue entre os municípios e a distribuição espacial da precipitação e da temperatura ao passo anual;
- d) Avaliar os anos com o maior e o menor coeficiente de prevalência de dengue;
- e) Avaliar de forma descritiva a relação mensal entre os casos de dengue e as variáveis climáticas em municípios selecionados: Fortaleza, Crateús, Tauá e Ocara.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 História natural da dengue

A dengue é uma doença febril aguda transmitida pela picada de mosquitos infectados com o vírus da dengue (DENV). Devido a essa forma de transmissão, ela é também denominada de doença transmitida por vetores. O termo "vetor" é utilizado para descrever agentes que transportam ou transmitem um patógeno. No caso da dengue, o mosquito atua como vetor, enquanto o DENV é o patógeno causador da doença (FURTADO *et al.*, 2019).

O vetor da dengue possui inúmeras espécies na cadeia biológica. No entanto, apenas três delas se destacam na transmissão da doença: o *Aedes albopictus*, o *Aedes aegypti* e o *Aedes polynesiensis*. Esses dois primeiros vetores pertencem ao reino Arthropoda, à classe Hexapoda, à ordem Diptera, à família Culicidae e à subfamília Culicinae. Eles são da tribo Aedini, do gênero *Aedes* e do subgênero *Stegomyia* (BARROS *et al.*, 2021).

Ambas as espécies apresentam formas equivalentes e se distinguem pelo desenho nas costas de cada um dos mosquitos. O *Aedes aegypti* tem listras brancas no dorso que se identificam com a forma de uma lira, enquanto o *Aedes albopictus* apresenta um risco longitudinal no dorso. Já o *Aedes polynesiensis* é um vetor da dengue encontrado na Polinésia, nos arquipélagos Austrais, Fiji e Pitcairn (BARROS *et al.*, 2021). Segundo a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ, 2023a), embora em condições de laboratório o mosquito *Aedes albopictus* também já tenha se mostrado capaz de transmitir a dengue no país, nenhum inseto desse tipo foi encontrado naturalmente infectado pelo DENV.

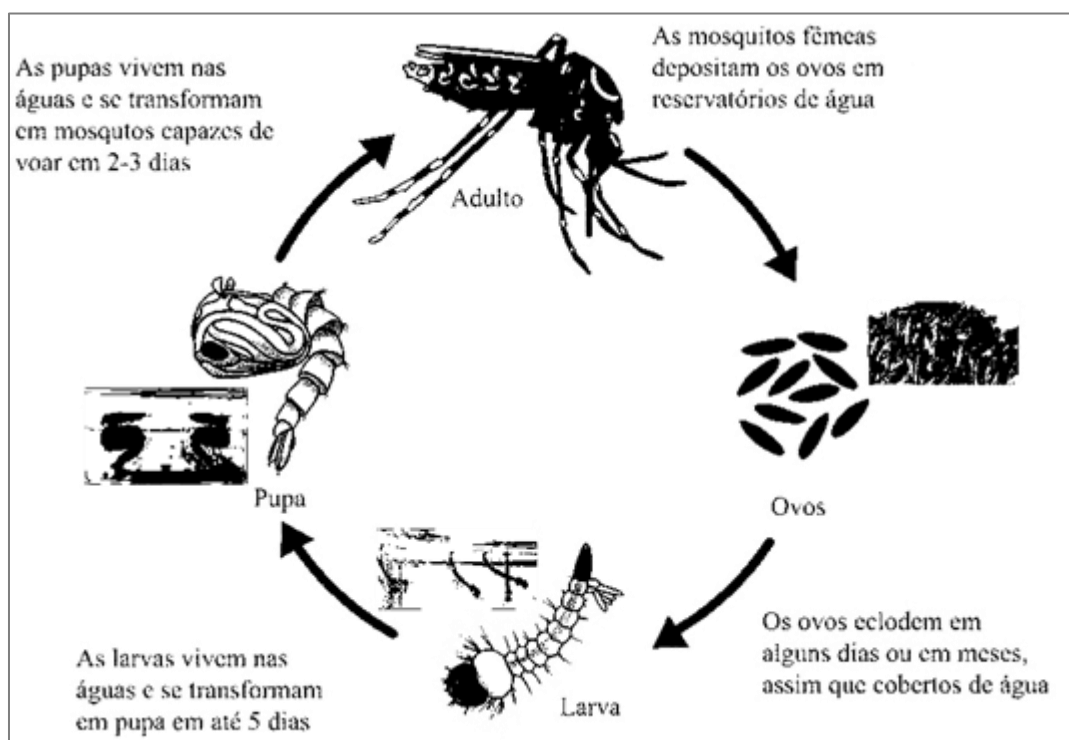
A transmissão da dengue no Brasil acontece por meio da fêmea do *Aedes aegypti*. Estas são consideravelmente maiores do que os machos. Além disso, é possível diferenciá-los pelas antenas, pois as do macho são mais plumosas, e pela genitália, pois a fêmea é menos complexa que o macho, apresentando este uma espécie de “fenda” no fim do seu abdômen (FIOCRUZ, 2023a; SANTANA; LIMA, 2021).

Tanto os machos quanto as fêmeas se alimentam de néctar açucarado, porém, apenas as fêmeas são hematófagas. O sangue se faz necessário como fonte proteica na maturação dos ovos. O ciclo de vida do mosquito *Aedes* se inicia com a oviposição da fêmea em recipientes contendo água parada. Na verdade, os ovos não são postos diretamente na água limpa, mas milímetros acima de sua superfície, em recipientes tais como latas e garrafas vazias, pneus, calhas, caixas d’água descobertas, pratos de vasos de plantas ou qualquer outro

que possa armazenar água de chuva. Quando chove, o nível da água sobe, entra em contato com os ovos e estes eclodem em poucos minutos, dando origem às larvas (FIOCRUZ, 2023 a; SANTANA; LIMA, 2021).

As larvas passam por quatro estágios distintos – L1, L2, L3, L4 – e seu desenvolvimento ocorre ao longo de 5 a 7 dias. Em seguida, ocorre a formação da pupa, que dura cerca de 2 a 3 dias, tornando-se um inseto adulto. Destaca-se que, se a fêmea estiver infectada ao colocar seus ovos, pelo menos 60% das larvas já estarão contaminadas ao eclodirem. Isso se chama transmissão transovariana, que contribui muito para epidemias (SANTANA; LIMA, 2021). A Figura 1 mostra o ciclo de vida do *Aedes aegypti*.

Figura 1 - Ciclo de vida do *Aedes aegypti*

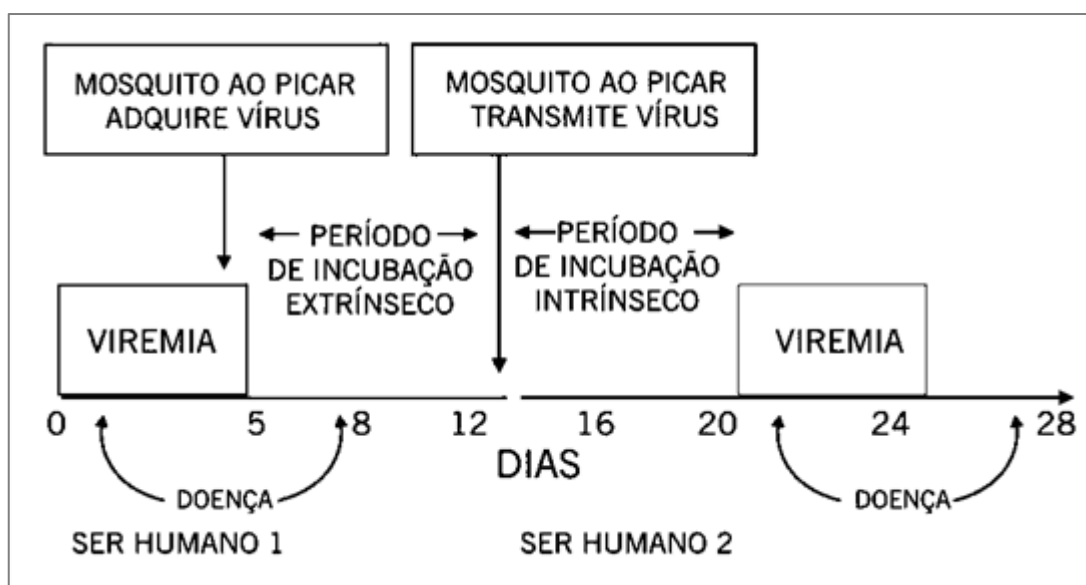


Fonte: adaptado de Rosa (2022) e CDC (2020)

Como referido anteriormente, a fêmea do mosquito *Aedes* realiza hematofagia. É por meio disso que ocorre a transmissão do agente etiológico da dengue, o DENV, para o ser humano. Trata-se de um Arbovírus (vírus transmitido por artrópodes), do gênero *Flavivirus* e da família *Flaviviridae*. Seu material é o ácido ribonucleico (RNA). Apresenta quatro sorotipos denominados: DEN-1, DEN-2, DEN-3, DEN-4 (FURTADO *et al.*, 2019).

O vírus se mantém na natureza por meio de transmissão biológica entre hospedeiros vertebrados susceptíveis e artrópodes hematófagos, ou por transmissão de artrópode para artrópode através da via transovariana. Ao picar uma pessoa, o vetor da dengue passa o DENV para sua corrente sanguínea. Nesse local, o vírus se multiplica em órgãos específicos, como o baço, o fígado e os tecidos linfáticos. Esse período é conhecido como incubação e dura de quatro a sete dias. (BARROS *et al.*, 2021; FURTADO *et al.*, 2019). A Figura 2 apresenta o modo de transmissão do vírus da dengue.

Figura 2 - Modo de transmissão do DENV



Fonte: Caderno da Atenção Básica (2008) do Ministério da Saúde.

Ao voltar a circular no sangue, o DENV ataca os macrófagos e atinge a medula óssea, comprometendo a produção de plaquetas. Durante a multiplicação viral, formam-se substâncias que agridem as paredes dos vasos sanguíneos, provocando uma perda de líquido (plasma). Quando isso ocorre muito rapidamente, aliado à diminuição de plaquetas, podem ocorrer sérios distúrbios no sistema circulatório, como hemorragias e queda da pressão arterial (choque). Com pouco plasma, o sangue fica mais denso, dificultando as trocas gasosas com o pulmão, o que pode gerar uma deficiência respiratória aguda (BARROS *et al.*, 2021; FURTADO *et al.*, 2019)

A dengue apresenta diferentes formas clínicas, desde infecções assintomáticas até casos graves. Os quadros clássicos são conhecidos como dengue clássica (DC), enquanto os quadros graves são classificados em dengue com complicação (DCC), febre hemorrágica da dengue (FHD) e síndrome de choque da dengue (SCD). A dengue clássica é geralmente benigna e apresenta sintomas como febre abrupta, cefaleia, dor retroorbitária, mialgia,

artralgia, náuseas, vômitos, hiporexia e cólicas abdominais, com duração de três a cinco dias. Na Dengue hemorrágica, ocorre aumento da permeabilidade vascular e hemoconcentração, podendo evoluir para choque hipovolêmico não hemorrágico. A plaquetopenia é uma característica dessa forma clínica da doença (FURTADO *et al.*, 2019; ORTEGA; MORENO; DOMÍNGUEZ, 2015).

O diagnóstico da dengue é baseado em critérios clínico-laboratoriais, incluindo investigação da propagação da doença na região dos pacientes suspeitos. Os exames laboratoriais são divididos em inespecíficos e específicos. Os exames específicos envolvem o isolamento do agente, sorologia, teste de proteínas não estruturais e determinação de anticorpos ou antígenos específicos. Já os exames inespecíficos incluem hemograma, velocidade de hemossedimentação (VHS), coagulograma e exame das enzimas hepáticas, sendo que os dois últimos são realizados especialmente em casos suspeitos de dengue hemorrágica (FURTADO *et al.*, 2019; XAVIER *et al.*, 2014).

Quanto ao tratamento, pacientes com dengue ou suspeita de dengue devem evitar o uso de medicamentos contendo ácido acetilsalicílico (aspirina), clopidogrel ou substâncias anticoagulantes, devido ao risco de sangramentos. Também é recomendado evitar o uso de outros anti-inflamatórios não hormonais, como diclofenaco, ibuprofeno, cetoprofeno, piroxicam e nimesulida. O paracetamol e a dipirona são os medicamentos recomendados para alívio de sintomas de dor e febre, devido ao seu perfil de segurança, conforme orientações do Ministério da Saúde e da Organização Mundial da Saúde (FERNANDO *et al.*, 2016; FURTADO *et al.*, 2019). O quadro 1 especifica as características principais da dengue.

Quadro 1 - Síntese das características clínicas da dengue

CARACTERÍSTICAS	CONCEITO
<i>Vetor</i>	<i>Aedes aegypti</i> (fêmea) e <i>Aedes albopictus</i>
<i>Agente etiológico</i>	DENV – Arbovirus
<i>Modo de transmissão</i>	Picada da fêmea do <i>Aedes aegypti</i>
<i>Período de incubação</i>	Varia de 3 a 15 dias, sendo em média de 5 a 6 dias.
<i>Período de transmissibilidade</i>	Compreende dois ciclos: um <i>intrínseco</i> , que ocorre no ser humano, e outro <i>extrínseco</i> , que ocorre no vetor. A transmissão do ser humano para o mosquito ocorre enquanto houver presença de vírus no sangue do ser humano, chamado período de viremia. O homem está apto a infectar o mosquito a partir de 1º dia antes do aparecimento dos sintomas até o 6º dia da doença.
<i>Manifestações da doença</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Dengue clássico (DC) • Febre hemorrágica da dengue (FHD) • Síndrome do choque da dengue (SCD) • Dengue com complicações (DCC)

Casos suspeitos	Todo paciente com doença febril aguda com duração máxima de até 7 dias, acompanhada de, pelo menos, dois dos seguintes sintomas: cefaléia, dor retroorbitária, mialgia, artralgia, prostração ou exantema, associados ou não à presença de hemorragias. Além desses sintomas, o paciente deve ter estado, nos últimos 15 dias, em área onde esteja ocorrendo transmissão de dengue ou tenha a presença do <i>Aedes aegypti</i> .
Sinais de alarme	<ul style="list-style-type: none"> • Dor abdominal intensa e contínua; • Vômito persistente; • Hipotensão postural ou hipotímia; • Pressão diferenciada; • Agitação e/ou letargia; • Diminuição da diurese; • Diminuição repentina da temperatura corpórea ou hipotermia; • Aumento repentino do hematócrito; • Desconforto respiratório.
Sinais de choque	<ul style="list-style-type: none"> • Hipotensão arterial; • Pressão arterial convergente (PA diferencial < 20 mmHg); • Extremidades frias, cianose; • Pulso rápido e fino; • Enchimento capilar lento (< 2 segundos).
Notificação	Notificação compulsória, devendo todo caso suspeito ou confirmado ser notificado ao Serviço de Vigilância Epidemiológica, por meio do SINAN nas fichas de notificação e investigação.
Diagnóstico médico	<ul style="list-style-type: none"> • Critérios clínico-laboratoriais • Investigação da propagação da doença na região dos pacientes suspeitos; • Os exames laboratoriais inespecíficos e específicos/ • Os exames específicos: isolamento do agente, sorologia, teste de proteínas não estruturais e determinação de anticorpos ou antígenos específicos; • Os exames inespecíficos: hemograma, velocidade de hemossedimentação (VHS), coagulograma e exame das enzimas hepáticas
Tratamento medicamentoso	<ul style="list-style-type: none"> • Paracetamol • Dipirona

Fonte: adaptado do Caderno da Atenção Básica (2008) do Ministério da Saúde.

Por fim, a prevenção da dengue pode ser realizada de duas formas. Uma delas é por meio da redução ou controle da infestação do mosquito, uma medida promovida e implementada nos últimos anos pelo Ministério da Saúde, que busca conscientizar e contar com a colaboração da população. A outra forma seria a utilização de uma vacina eficaz. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou o registro de uma nova vacina contra a dengue. O imunizante Qdenga, produzido pela empresa Takeda Pharma, é indicado para população entre 4 e 60 anos. A aplicação é por via subcutânea em esquema de duas doses, em intervalo de três meses entre as aplicações (FIOCRUZ, 2023b).

3.2 Epidemiologia da dengue no Brasil e no mundo

A dengue é uma doença reemergente que acomete milhares de pessoas em todo o mundo, sendo um problema de saúde pública. Apesar de sua reemergência para o mundo, a dengue parece ter surgido no século XVIII, na Ásia e nas Américas, durante epidemias intermitentes de uma patologia com sintomas semelhantes aos dela. É possível ainda que ela tenha se espalhado para países tropicais e subtropicais durante os séculos XIX e XX, no contexto do comércio de escravos. Desde então, passou por diversas transformações, com formas mais graves surgindo ao longo do tempo, culminando em uma atenção global maior, principalmente durante a pandemia de COVID-19 (KULARATNE; DALUGAMA, 2022; SALLES *et al.*, 2018).

Desde sua chegada aos trópicos, a dengue tem impactado diversas regiões. Apesar de muitos países da África e Ásia terem apresentado progressos significativos na eliminação da malária, o mundo tem enfrentado, desde 2015, frequentes surtos de doenças transmitidas por arbovírus. Dentre elas, as epidemias recentes de febre amarela no Brasil (2017), na República Democrática do Congo (2016) e Angola (2015), e também do vírus Zika na América Latina (KRAEMER *et al.*, 2017; WEAVER *et al.*, 2016).

Uma revisão realizada na Europa destacou que, embora vários arbovírus não sejam endêmicos no continente, possuem o potencial de surgir após a importação do vírus, aproveitando o clima e o ecossistema favoráveis. Além disso, verificou-se que, no período de 2013 a 2018, dois laboratórios da Grécia receberam 155 pacientes para detecção de dengue, zika ou chikungunya, dos quais 21 foram diagnosticados com o arbovírus (EMMANOUIL *et al.*, 2020).

Outra revisão concluiu que a Nigéria é extremamente endêmica para a dengue, apresentando uma variação de 3,9% a 77,1% de casos positivos entre 6.210 participantes das 21 pesquisas que compuseram a amostra da investigação (EMERIBE *et al.*, 2021). Na África Subsaariana, identificou-se uma prevalência agrupada de Imunoglobulina G de 25% para o DENV, significando uma exposição anterior ao vírus, o que indica uma alta prevalência da arbovirose na região (ELTOM *et al.*, 2021).

Nos países de língua portuguesa, a presença do mosquito *Aedes Aegypti* é uma preocupação devido ao potencial para surtos e epidemias de dengue. Em Portugal, por exemplo, uma pesquisa constatou que o vetor da dengue invadiu a Ilha da Madeira em 2005, sendo o responsável pelo primeiro surto da doença em 2012. Análises moleculares indicam

que o mosquito localizado na Ilha é geneticamente semelhante aos mosquitos da Venezuela, sugerindo que isso seja a possível origem do surto epidêmico (SEIXAS *et al.*, 2019).

De acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), durante os primeiros cinco meses de 2020, foram registrados mais de 1,6 milhão de casos de dengue nas Américas. Além disso, foram notificados 37.279 casos de chikungunya e 7.452 casos de zika. Comparando com o mesmo período de 2019, observou-se uma queda relativa de 10% no número total de casos de dengue (OPAS, 2020)

A maioria dos casos de dengue nas Américas foi registrada no Brasil, com 1.040.481 casos, representando 65% do total. Outros países com números significativos são: Paraguai, com 218.798 casos (14%); Bolívia, com 82.460 casos (5%); Argentina, com 79.775 casos (5%); e Colômbia, com 54.192 casos (3%). Altas taxas de incidência de dengue também foram notificadas em Honduras, México e Nicarágua, com menos números em outros países da América Central e do Caribe (OPAS, 2020).

Segundo o boletim epidemiológico nº 1 do Ministério da Saúde, até a semana epidemiológica (SE) 52 de 2022, foram registrados 1.450.270 casos prováveis da doença no país, com uma taxa de incidência de 679,9 casos por 100 mil habitantes. Em comparação com o ano de 2019, houve uma redução de 6,2% nos casos registrados para o mesmo período. No entanto, em comparação com o ano de 2021, houve um aumento de 162,5% nos casos até a respectiva semana (BRASIL, 2023a).

Em relação à distribuição regional, a Região Centro-Oeste apresentou a maior taxa de incidência de dengue em 2022, com 2.086,9 casos por 100 mil habitantes, seguida pelas Regiões Sul (1.050,5 casos/100 mil hab.), Sudeste (536,6 casos/100 mil hab.), Nordeste (431,5 casos/100 mil hab.) e Norte (277,2 casos/100 mil hab.). Até a SE 52, foram confirmados 1.473 casos de dengue grave (DG) e 18.145 casos de dengue com sinais de alarme (DSA). Importante ressaltar que ainda há 630 casos de DG e DSA em investigação (BRASIL, 2023a).

No Estado do Ceará, em 2022, foram notificados 125.750 casos suspeitos de arboviroses, destes, 54,9% foram de dengue. Dos onze casos confirmados de Dengue Grave, dez evoluíram para óbito por dengue, sendo dos municípios de Fortaleza (02), Quixadá (02), Aratuba (01), Cascavel (01), Crateús (01), Itapipoca (01), Massapê (01) e Mauriti (01) ocorridos nos meses de Março (02), Abril (04), Maio (02) e Junho (02). Observaram-se 32,06% (59/184) dos municípios com média infestação e 61,97% (114/184) com baixa infestação. Comparado ao mesmo período do ano passado, houve um aumento do número de

municípios que realizaram o Levantamento de Índice Rápido para *Aedes aegypti* (LIRAA) e o Levantamento de Índice Amostral (LIA) de 35 para os 184 (CEARÁ, 2023).

3.3 Dengue: interface entre enfermagem, clima e taxonomias de enfermagem

A Enfermagem é uma área da saúde que se baseia em fundamentos e práticas de cuidado aos seres humanos, abrangendo todo o processo de saúde e doença. É uma ciência humana que se concentra nas pessoas e em suas experiências, envolvendo uma ampla gama de conhecimentos, fundamentos e abordagens. É mediada por interações pessoais, profissionais, científicas, estéticas, éticas e políticas. O enfermeiro baseia seu trabalho em diversos fatores que visam assistir o paciente de forma holística e integral (BREIGEIRON; VACCARI; RIBEIRO, 2021; LIMA, 2005).

Essa abordagem holística da enfermagem também é um legado deixado pela enfermeira Florence Nightingale, que enfatizou a importância de considerar o paciente em sua totalidade, levando em conta os aspectos físicos, emocionais, sociais e ambientais. Em 1859, Nightingale desenvolveu a Teoria Ambientalista, que coloca o ambiente como ponto central, destacando sua influência no organismo humano no que se refere a promoção da saúde e prevenção de doenças (BREIGEIRON; VACCARI; RIBEIRO, 2021; NIGHTINGALE, 1986).

Na concepção de Nightingale, a função do enfermeiro é equilibrar o meio ambiente, promovendo os fatores que irão contribuir para um ambiente estimulador da saúde, com o intuito de conservar a energia vital do paciente, restabelecendo sua saúde. Ao se referir ao meio ambiente, ela se referia principalmente aos locais onde se realizam os cuidados de saúde. Todavia, esse conceito se expande ao se considerar a abrangência do processo de saúde e doença no contexto da multidimensionalidade dos ambientes na vida contemporânea (BREIGEIRON; VACCARI; RIBEIRO, 2021; NIGHTINGALE, 1986).

O meio ambiente é um conjunto de elementos abióticos (físicos e químicos) e bióticos (flora e fauna), organizados em diversos ecossistemas naturais e sociais nos quais os seres humanos estão inseridos, tanto de forma individual como coletiva. Essa interação ocorre em um processo que visa o desenvolvimento de atividades humanas, a preservação dos recursos naturais e a manutenção das características essenciais do ambiente, respeitando as leis da Natureza e os padrões de qualidade estabelecidos (PEREIRA; CURI, 2012).

Como um dos elementos abióticos do meio ambiente natural, o clima, de acordo com Cunha e Vecchia (2007), engloba uma série de fenômenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera em uma determinada região da superfície terrestre.

Estudos têm evidenciado a influência desse elemento na saúde humana (COSTA *et al.*, 2022; MOREIRA *et al.*, 2020), destacando a importância de saber lidar com as variações e fatores climáticos que afetam a saúde da população.

Nesse contexto, ressalta-se a dengue, cuja reprodução do vetor depende das condições de temperatura e precipitação. Essa influência do clima no processo de desenvolvimento da dengue, chama a atenção para a atuação do enfermeiro que deve conhecer a ação dessas variáveis, para que possa planejar, criar e implementar cuidados específicos e direcionados às realidades do meio ambiente onde vive sua clientela. Apesar dessa necessidade, os conhecimentos desses profissionais sobre esse assunto ainda são limitados (LEFFERS; BUTTERFIELD, 2018), uma vez que a dengue é uma das doenças negligenciadas, o que faz com que não seja dada a devida importância sanitária e em pesquisa na área da enfermagem.

Outro estudo evidenciou que a falta de consistência entre os sintomas e os diagnósticos de enfermagem pode ser atribuída ao conhecimento insuficiente da equipe de enfermagem sobre a dengue e à falta de educação adequada em relação aos diagnósticos de enfermagem, resultando em uma experiência clínica limitada (SHANG *et al.*, 2021). Acredita-se que haja uma ausência de diagnósticos e intervenções de enfermagem específicas para os cuidados da pessoa em risco ou acometida pela dengue.

Reforçando essa constatação, Gomes (2020) não identificou nenhuma intervenção ou atividade específica na classificação das intervenções de enfermagem (NIC) voltadas para essa doença em particular. Apenas as seguintes intervenções foram identificadas: Controle da diarreia, Proteção contra riscos ambientais e Controle do ambiente: comunidade. No entanto, nenhuma delas apresenta atividades específicas que possam ser efetivamente aplicadas no enfrentamento da dengue em um contexto de variações climáticas.

Outras intervenções que não são baseadas em uma linguagem padronizada têm sido utilizadas no enfrentamento da dengue pela enfermagem. Uma intervenção educativa contra a dengue mostrou-se eficaz, confirmando que as competências preventivas contra a doença foram diferentes antes e depois de sua aplicação (BRAVO-CORRAL; NAVA-NAVA, 2023). Um estudo acerca de uma intervenção de enfermagem sobre o conhecimento relacionado à dengue baseado na teoria de Swanson apontou que ela foi eficaz para aumentar o nível de conhecimento sobre a doença em pacientes de um consultório médico de família (NARANJO-HERNÁNDEZ *et al.*, 2021).

Apesar de reconhecer a importância de outras intervenções, acredita-se que a adoção de diagnósticos, intervenções e resultados de enfermagem baseados em uma

linguagem padronizada, como a NANDA-I, NIC e a Classificação dos Resultados de Enfermagem (NOC), traz benefícios significativos para a prática de enfermagem. Ao utilizá-las, os enfermeiros podem promover uma maior uniformidade nos cuidados, facilitar a comunicação entre a equipe e assegurar a continuidade dos cuidados prestados aos pacientes.

A NANDA-I é uma taxonomia de enfermagem. A taxonomia consiste em uma técnica usada para criar um sistema para classificar um conjunto de termos especializados, isto é, a terminologia da classificação. O diagnóstico de enfermagem da NANDA-I é um julgamento clínico acerca de uma resposta humana indesejável, uma suscetibilidade a ela ou um desejo ou motivação de alcançar o potencial humano de saúde de uma pessoa, família ou comunidade. Tem-se, com isso, três tipos de diagnóstico, com foco no problema, de risco e de promoção da saúde (HERDMAN *et al.*, 2021).

A NIC é outra taxonomia de enfermagem que abrange uma ampla variedade de intervenções desenvolvidas por enfermeiros, embasadas em seu julgamento clínico e conhecimento científico, com o objetivo de melhorar os resultados dos pacientes. Cada intervenção da NIC possui um título, uma definição e um conjunto de atividades de enfermagem. Essas atividades, que se encontram no âmbito concreto da ação, representam as condutas específicas adotadas para executar uma determinada intervenção, auxiliando os pacientes a progredirem em direção aos resultados esperados (BUTCHER *et al.*, 2020).

Em relação à NOC, também é uma taxonomia que objetiva avaliar, ao longo de um contínuo, como as pessoas, famílias ou comunidades se comportam, seu estado ou percepção em resposta a uma intervenção ou intervenções de enfermagem. Cada Resultado de Enfermagem da NOC é composto por um título, uma classificação da meta do resultado, escalas tipo Likert de 5 pontos e um conjunto de indicadores (MOORHEAD *et al.*, 2016).

Além da NANDA-I, NIC e NOC, existe a Classificação Internacional para a Prática de Enfermagem (CIPE®), uma compilação de termos e conceitos relacionados aos elementos da prática profissional dos enfermeiros. Seu intuito é facilitar o raciocínio clínico e a documentação dos registros de enfermagem. Ela promove a criação de subconjuntos terminológicos, que agrupam conceitos de diagnósticos, resultados e intervenções de enfermagem voltados para áreas específicas de cuidados (GARCIA *et al.*, 2013).

Os cuidados de enfermagem aos pacientes suspeitos de dengue envolvem o papel do enfermeiro como multiplicador de conhecimento em várias áreas de atuação. Durante a triagem de risco na urgência e emergência, ele realiza a avaliação inicial, registra os dados e determina a gravidade do caso. Além disso, utiliza conhecimentos especializados sobre a dengue, incluindo sua fisiopatologia e manifestações clínicas, para realizar a classificação de

risco. No cuidado aos pacientes infectados, ele infere diagnósticos de enfermagem, estabelece metas de resultados de enfermagem e implementa intervenções personalizadas e humanizadas para promover a recuperação do indivíduo (SANTOS *et al.*, 2016). O quadro 2 apresenta possíveis diagnósticos de enfermagem, intervenções de enfermagem e resultados de enfermagem para pacientes com dengue.

Quadro 2 - Diagnósticos, Intervenções e Resultados de Enfermagem das taxonomias NANDA-I, NIC e NOC

TAXONOMIA	TÍTULO DO DIAGNÓSTICO, INTERVENÇÃO OU RESULTADO DE ENFERMAGEM
<i>Diagnósticos de Enfermagem</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Risco de volume de líquidos deficiente • Volume de líquidos deficiente • Mobilidade física prejudicada • Troca de gases prejudicada • Fadiga • Integridade da pele prejudicada • Risco de choque • Hipertermia • Hipotermia • Conforto prejudicado • Nutrição desequilibrada: menor do que as necessidades corporais • Padrão respiratório ineficaz • Risco de perfusão tissular cerebral ineficaz • Risco de sangramento
<i>Intervenções de Enfermagem</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisão da pele • Precauções contra sangramento • Precauções contra hipertermia • Controle da dor • Terapia nutricional • Controle hidroeletrolítico • Controle hídrico • Monitoração respiratória • Monitoração de sinais vitais • Prevenção do choque • Controle de energia
<i>Resultados de Enfermagem</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Equilíbrio hídrico • Desempenho das atividades diárias • Repouso • Autocuidado do exantema • Controle dos Riscos • Termorregulação • Qualidade de vida • Controle da dor • Estado nutricional: ingestão de alimentos e líquidos • Estado respiratório: ventilação/troca gasosa • Hidratação • Estado respiratório: ventilação, sinais vitais

Fonte: adaptado da revisão de Santos, Marques e Martins (2018).

O quadro 02 mostra a necessidade de revisar ou desenvolver novos diagnósticos, intervenções e resultados de enfermagem que enfoquem as respostas humanas e sua relação com as condições climáticas. Uma das possíveis revisões envolve a inclusão de um domínio comunitário no qual possam ser incluídas respostas humanas que acometem uma grupo de pessoas, sendo inseridas as questões relacionadas ao ambiente e clima que influenciam os processos de saúde e doenças das comunidades. Para atingir esse propósito, pode-se seguir o processo e procedimentos recomendados pelas taxonomias, com a realização de pesquisas, como análise de conceito, estudos de consenso, validações, testes e estudos clínicos randomizados (HERDMAN *et al.*, 2022).

Em suma, a interface entre a enfermagem, a dengue e o clima perpassa pela aplicabilidade do conceito de meio ambiente, do papel do enfermeiro em relação aos efeitos desse ambiente na saúde humana e da influência do clima na propagação da dengue. A enfermagem precisa adequar seu ensino, pesquisa e processo de cuidado para abranger a realidade cada vez mais presente das mudanças climáticas e da reemergência das doenças sensíveis ao clima (BUTTERFIELD; LEFFERS; VÁSQUEZ, 2021; MOREIRA *et al.*, 2020).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Tipo de pesquisa

Realizou-se uma pesquisa ecológica, exploratória, com a análise de série temporal. Optou-se pelo estudo ecológico porque ele permite comparar a ocorrência de uma determinada doença com uma ou mais variáveis de interesse entre unidades de análises, como municípios e Estados. Nesse sentido, acredita-se que a utilização deste desenho de pesquisa possibilita averiguar a relação da dengue com dados de precipitação e temperatura mínima e máxima (LIMA-COSTA; BARRETO, 2003).

A série temporal é definida como uma sequência de dados quantitativos referentes a períodos específicos e investigados conforme sua distribuição no tempo, por exemplo diário, semanal, mensal e anual. Com isso, é possível analisar a distribuição dos casos de dengue em relação às variáveis climáticas (ANTUNES; CARDOSO, 2015). Ademais, o método adotado nesta pesquisa foi organizado de acordo com as diretrizes STROBE para relatórios de estudos observacionais em epidemiologia, respeitando as especificidades do estudo ecológico e das séries temporais (MALTA *et al.*, 2010).

4.2 Área de estudo

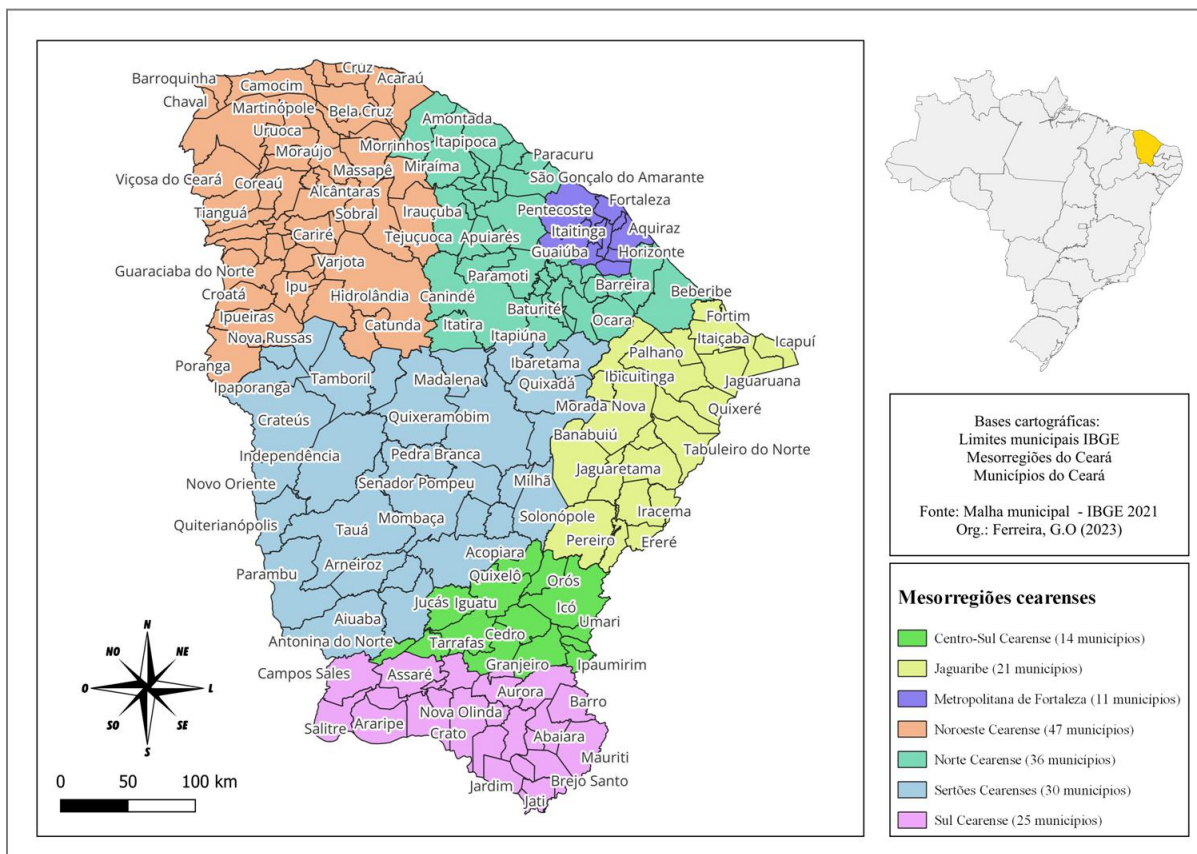
A pesquisa envolveu todos os municípios do Estado do Ceará, cuja área territorial é de 148.886,3 km². O Estado, situado na região Nordeste do Brasil, faz fronteira ao Norte com o Oceano Atlântico, ao Sul com o Estado de Pernambuco, a Leste com os Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, e a Oeste com o Estado do Piauí. O Ceará é constituído por 184 municípios (INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE, 2023).

No que se refere à condição social, o último censo demográfico, realizado em 2010, mostrou que nenhum município do Ceará foi classificado como tendo um desenvolvimento humano muito baixo, indicando um progresso na qualidade de vida da população local em relação aos censos anteriores. A maioria dos municípios foi classificada na categoria de desenvolvimento humano médio, com índice de desenvolvimento humano (IDH) variando de 0,600 a 0,699 (IBGE, 2023).

O Estado do Ceará possuía uma população estimada em 9.240.580 habitantes em 2022 (IPECE, 2023). A média do IDHM era de 0,6, de acordo com o censo demográfico de

2010. Ao analisar a extensão territorial do Estado, pode-se destacar os dez municípios com maior área, são eles: Santa Quitéria, Tauá, Quixeramobim, Independência, Canindé, Crateús, Boa Viagem, Morada Nova, Granja e Aiuaba. A Figura 3 abaixo traz uma ilustração dos municípios por mesorregião.

Figura 4 - Mapa com a distribuição dos municípios por Mesorregião.



Fonte: elaborado pelo pesquisador.

Quando se considera o número de habitantes por unidade de área, os municípios mais populosos são: Fortaleza, Caucaia, Juazeiro do Norte, Maracanaú, Sobral, Crato, Itapipoca, Maranguape, Iguatu e Quixadá. O Anexo A apresenta uma visão geral desses dados, incluindo a população de cada município, sua área territorial, a densidade demográfica e o respectivo Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (IPECE, 2023).

4.3 População da pesquisa

A população-alvo deste estudo incluiu todos os indivíduos residentes nos 184 municípios do Estado do Ceará que foram notificados como casos confirmados de dengue no período de Janeiro de 2008 a Dezembro de 2019. Segundo dados do IBGE (2023), o Ceará

possuía em 2021 uma população estimada em 9.240.580 de pessoas, com uma densidade demográfica de 56,76 hab/km².

4.4 Critérios de inclusão e exclusão

A pesquisa incluiu os registros confirmados de dengue, disponíveis no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), em relação aos 184 municípios do Estado do Ceará, durante o período de Janeiro de 2008 a Dezembro de 2019. A definição de casos positivos abrangeu as seguintes categorias: dengue clássica, dengue com complicações, febre hemorrágica da dengue, síndrome do choque do dengue, dengue, dengue com sinais de alarme e dengue grave. Excluíram-se os municípios com dados incompletos e os casos em que a arbovirose foi classificada como ignorado/branco, descartado ou inconclusivo.

4.5 Variáveis da pesquisa

Nesta pesquisa, analisaram-se as variáveis dependentes de casos confirmados de dengue e o coeficiente de prevalência (CP) da doença, juntamente com as variáveis independentes de índice de precipitação pluviométrica, temperatura mínima (T_{min}) e temperatura máxima ($T_{máx}$).

O CP é uma medida que se refere à proporção de pessoas portadoras de um evento de interesse em relação ao total em um determinado momento e período de tempo. Essa medida é utilizada para mensurar a probabilidade de eventos mórbidos e avaliar a frequência de fatores de risco e proteção, como hábitos e práticas. Ela permite observar a magnitude de uma doença em relação a uma população em risco (MERCHÁN-HAMANN; TAUILL; COSTA, 2000).

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2023) define o índice pluviométrico como a quantidade de chuva em milímetros que cai por metro quadrado em um local durante um período específico. A temperatura, medida em graus Celsius (°C) por meio de termômetro meteorológico, representa o calor presente no ar. A temperatura mínima e máxima correspondem aos valores mais baixos e altos observados durante um período de tempo, enquanto a temperatura média refere-se à média das leituras, geralmente entre a máxima e mínima. As variáveis foram analisadas em anos e meses.

4.6 Procedimentos para coleta de dados

4.6.1 Descrição das fontes dos dados

A coleta de dados desta pesquisa incluiu três fontes: SINAN, a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e o banco de dados meteorológicos diários em grade do Brasil (do inglês *Brazilian Daily Weather Gridded Data - BR-DWGD*) elaborado por Xavier *et al.* (2022). Por meio delas, foi possível buscar dados relativos aos casos positivos de dengue (SINAN), os índices pluviométricos (FUNCEME e Xavier *et al.*, 2022) e os valores de temperatura mínima e máxima (Xavier *et al.*, 2022).

O SINAN consiste em um sistema que tem como objetivo principal registrar e difundir em tempo real as informações relacionadas às doenças de notificação compulsória para as esferas governamentais, oferecendo dados confiáveis e ágeis para a análise e tomada de decisões. As principais atribuições deste sistema incluem a coleta, a transmissão e a disseminação de informações relevantes permitindo uma análise profunda do perfil das doenças que afetam a população (BRASIL, 2023b).

Importa salientar que a notificação da dengue é compulsória e é feita por meio da coleta de informações clínicas do paciente em fichas de notificação para dengue e chikungunya, nas instituições de saúde. Essas fichas são enviadas para a secretaria municipal de saúde, onde é inserida no SINAN Online (BRASIL, 2023b).

A FUNCEME é um órgão governamental cearense que atua nas áreas de meteorologia, recursos hídricos e recursos ambientais, cuja finalidade principal é fornecer conhecimentos e informações para o manejo racional e a gestão de risco do semiárido, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável do Ceará e da região Nordeste do Brasil. Sua missão consiste em monitorar, estudar, pesquisar e desenvolver inovações tecnológicas em meteorologia, em recursos hídricos e em meio ambiente, visando promover o desenvolvimento sustentável do Estado do Ceará (FUNCEME, 2023). O índice pluviométrico mensal utilizado neste estudo foi a precipitação medida em pluviômetros manuais localizados nas sedes municipais, mas mantidos e monitorados pela FUNCEME.

O banco de dados de Xavier *et al.* (2022) é uma grade georreferenciada de 0,1° x 0,1°, contendo valores diários de precipitação, temperatura máxima e mínima, radiação solar incidente, umidade relativa do ar, velocidade do vento a 2m e evapotranspiração. A grade de dados é fruto de interpolação de milhares de pluviômetros e estações meteorológicas [ver detalhes em Xavier *et al.* (2022)]. O índice pluviométrico, a temperatura mínima e máxima

anuais distribuídos em todo o Estado, assim como as temperaturas mensais por município, foram utilizados a partir do banco de dados de Xavier *et al.* (2022).

4.6.2 Levantamento de dados: dengue

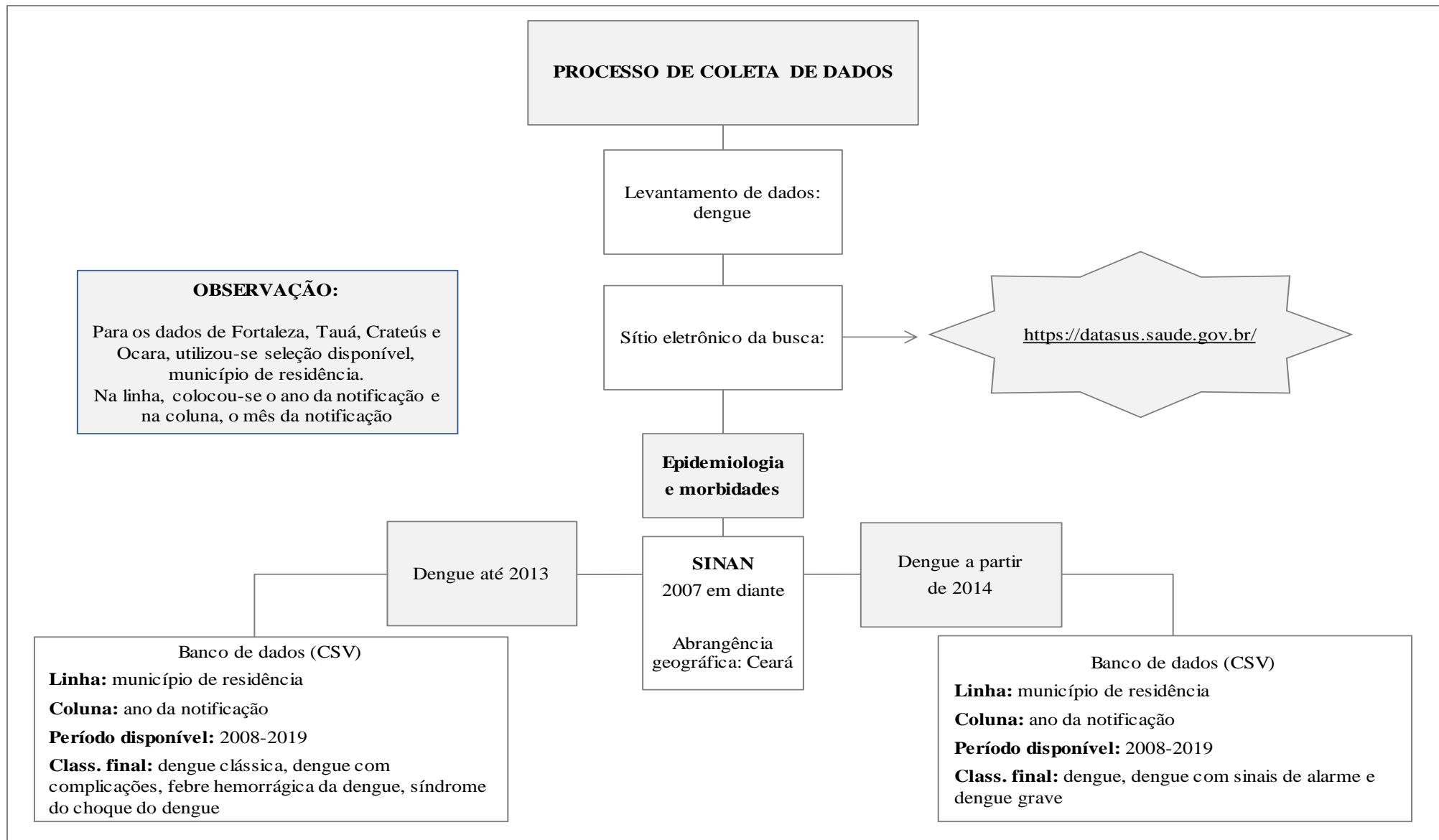
Os dados de dengue foram obtidos por meio de buscas no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), especificamente na página do SINAN. O acesso a este sistema de informação ocorreu por meio do tabulador genérico de domínio público (TABNET), na seção "Epidemiológicas e Morbidade", e na categoria "Doenças e Agravos de Notificação - 2007 em diante", selecionando-se os dados correspondentes ao Estado do Ceará, por município de residência.

Duas bases de dados foram consultadas: a base de dados "Dengue" contendo informações até 2013 e a base de dados "Dengue de 2014 em diante". Por meio do SINAN, foi feito o *download* de um arquivo no formato de *comma-separated-values* (CSV), referente ao período de 2008 a 2019. Coletou-se os casos confirmados em meses para os municípios de Fortaleza, Tauá, Crateús e Ocara. Os dados dos bancos foram integrados e exportados para um novo arquivo no formato Excel.

Os municípios de Fortaleza, Tauá e Crateús foram selecionados de maneira intencional, levando em consideração o fato de terem apresentado um coeficiente de prevalência de dengue superior a 601 casos por 100 mil habitantes em mais de dois anos da série temporal. Quanto a Ocara, a escolha se deu pelo fato de ser o local de atuação profissional do pesquisador. Analisar essa cidade, portanto, representa uma forma de fornecer informações aos gestores sobre a situação epidemiológica da dengue e as variáveis climáticas no município.

A Figura 4 traz um fluxograma mostrando os passos seguidos para levantar os dados relativos à dengue entre 2008 e 2019 nos 184 municípios do Ceará.

Figura 5 - Passo a passo da coleta dos dados de dengue no DATASUS



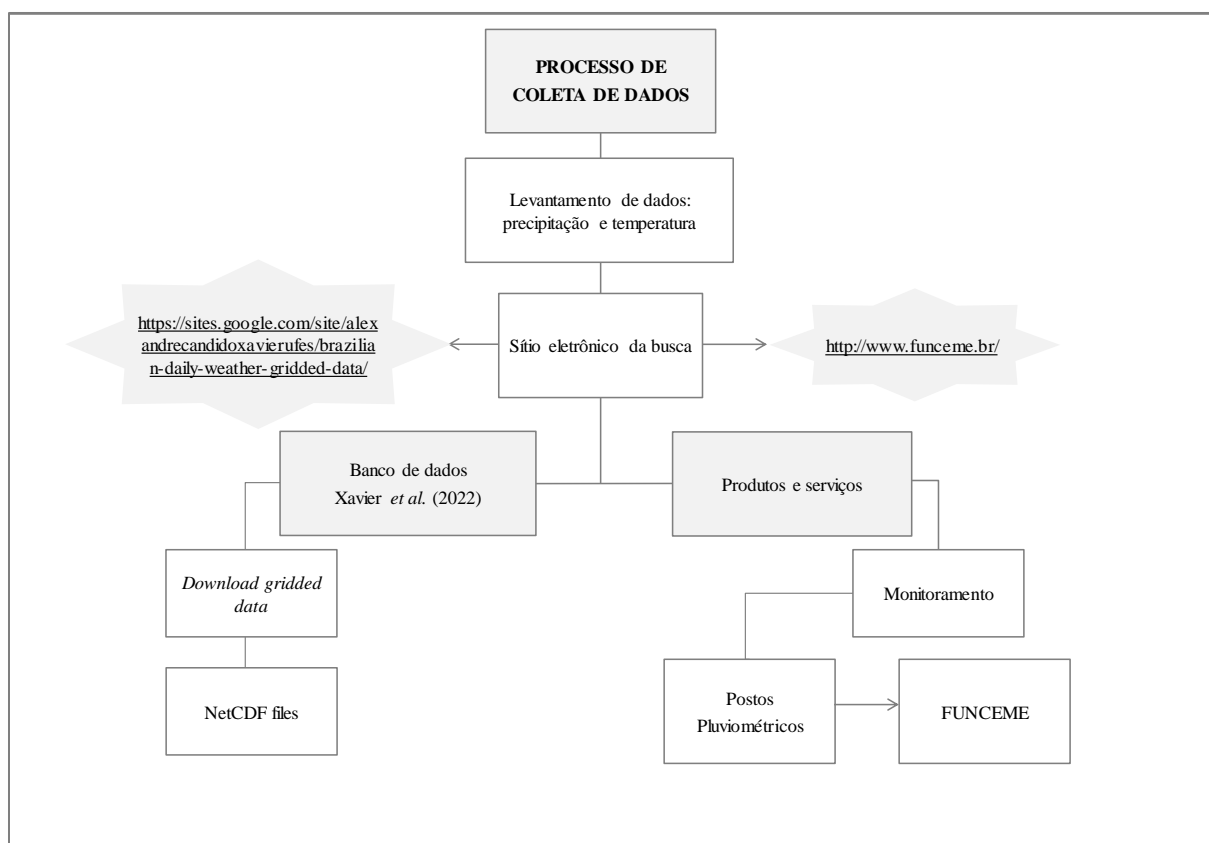
Fonte: elaborado pelo pesquisador.

4.6.3 Levantamento de dados: índice pluviométrico e temperatura mínima e máxima

As informações sobre índices de precipitação mensal foram obtidas através da FUNCEME. Na plataforma online da referida instituição, acessou-se a seção "Monitoramento", que lista os postos que medem a quantidade de chuva. Para esta pesquisa, utilizou-se o nome da cidade, o posto principal e a instituição responsável, que era a FUNCEME. Os dados estavam disponíveis em distribuição diária, e foram somados mensalmente em uma planilha do Excel (Figura 5).

As informações do banco do Xavier *et al.* (2022) referentes à T_{min} e $T_{máx}$ mensais para Fortaleza, Tauá, Crateús e Ocara e anuais para todo o Ceará foram baixados no formato *Network Common Data Form* (NetCDF) para apresentação em séries temporais e mapas, respectivamente. O NetCDF é um formato de arquivo para armazenar dados científicos multidimensionais (multivariáveis), como temperatura, umidade e velocidade do vento.

Figura 6 - Processo da coleta dos dados de precipitação pluviométrica e temperatura



Fonte: dados da pesquisa.

4.7 Análise dos dados

Os dados foram tabulados no Microsoft Excel versão 2016 para o sistema operacional Windows e com o auxílio do programa QGIS. As análises foram feitas considerando cada um dos objetivos específicos da pesquisa.

Nesse sentido, para alcançar o objetivo de calcular o coeficiente de prevalência da dengue ao passo anual e na escala municipal, foi empregada a fórmula (1), tendo em vista as informações mencionadas por Merchán-Hamann Tauil e Costa (2000):

$$CP = \frac{\text{Número de pessoas com a doença}}{\text{População em risco}} \times 100.000 \quad (1)$$

Neste estudo, o numerador foram os casos confirmados no ano de análise e o denominador foi toda a população que, segundo estimativas do Tribunal de Contas da União (TCU), residiam no município no período da série temporal (2008-2019). Utilizaram-se os valores disponibilizados pelo censo demográfico de 2010 (IBGE, 2023). É importante destacar que o CP foi expresso em forma de variável contínua, considerando os casos por 100 mil habitantes.

Quanto aos objetivos específicos – mapear o coeficiente de prevalência da dengue para o Estado do Ceará; analisar a relação entre a variação do coeficiente de prevalência da dengue entre os municípios e a distribuição espacial da precipitação e da temperatura ao passo anual; e avaliar os anos com o maior e o menor coeficiente de prevalência de dengue – eles foram alcançados por meio da análise espacial usando mapas produzidos no QGIS.

A análise espacial utilizando o QGIS é uma técnica relevante, uma vez que permite o reconhecimento de aglomerados de eventos em uma determinada população. Com isso, é possível identificar áreas consideradas de risco para a ocorrência de uma doença, subsidiando o planejamento de ações de controle e de prevenção (SKALINSKI *et al.*, 2018).

É importante mencionar que o QGIS é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de Código Aberto licenciado segundo a *General Public License*, constituindo-se em um projeto oficial da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo). Esse programa funciona em sistemas operacionais como Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android, suportando inúmeros formatos de vetores, rasters e bases de dados, além de diversas funcionalidades (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2023).

Para alcançar o objetivo específico de avaliar de forma descritiva a relação mensal entre os casos de dengue e as variáveis climáticas em municípios selecionados (Fortaleza, Crateús, Tauá e Ocara) foram usados os casos confirmados de dengue por mês entre 2008-2019 e os valores de temperatura mínima e máxima e precipitação pluviométrica. A relação entre essas variáveis foi analisada por meio de gráficos de linha produzidos no Excel.

Elaborou-se um gráfico de linha com dois eixos para cada mês da série temporal (2008-2019). No eixo primário, foram delineados os casos confirmados de dengue e os valores de precipitação em milímetros (mm). Já no eixo secundário foram incluídas a T_{min} e T_{max} , expressas em graus Celsius.

4.8 Aspectos éticos

Esta pesquisa respeitou todos os preceitos éticos da pesquisa científica. Contudo, como não houve participação direta da população investigada, foi dispensada a submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), considerando a Resolução nº 510/2016, que define que as pesquisas com dados de domínio público não precisam estar registradas no CEP. Destaca-se que este estudo está inserido dentro do Projeto de Pesquisa “Impactos de Mudanças Climáticas nas Doenças Sensíveis ao Clima” (402514/2021-1, CNPq), sendo colocados à disposição para este estudo.

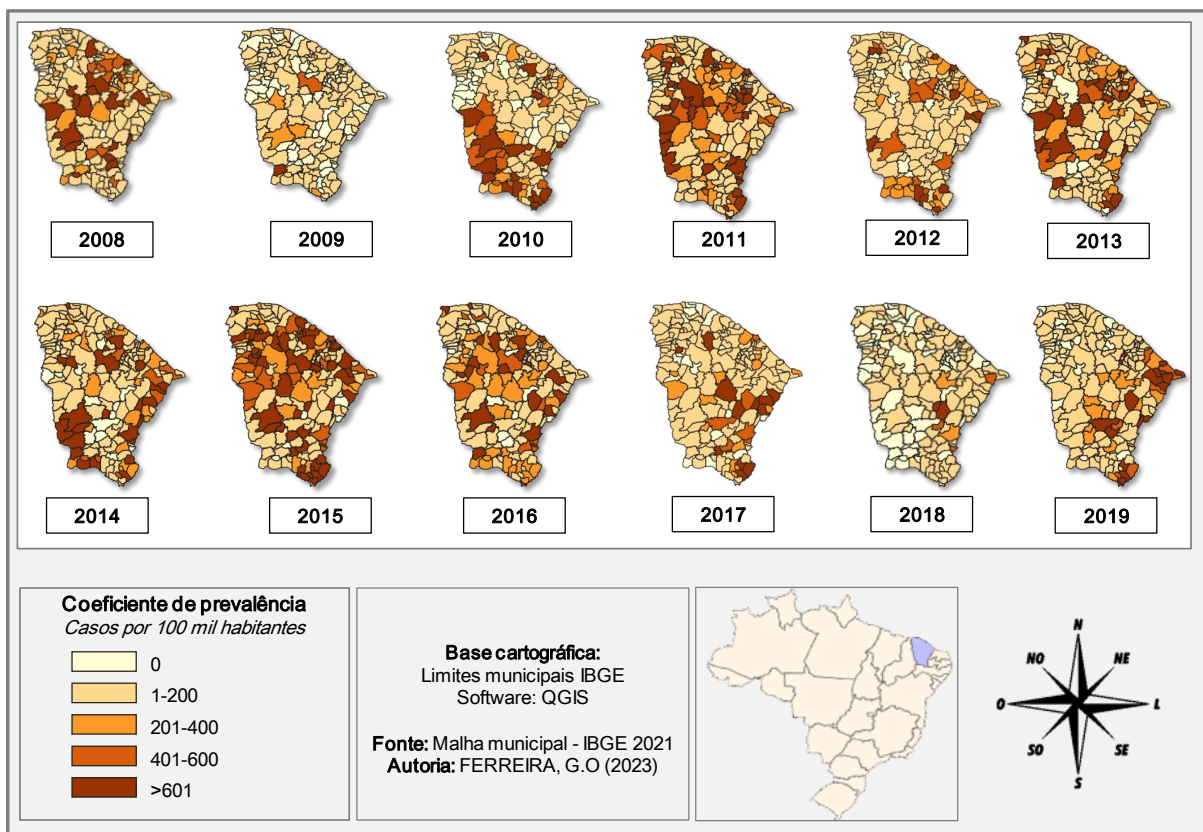
5 RESULTADOS

5.1 Distribuição anual do coeficiente de prevalência de dengue no Estado do Ceará

Os dez municípios com maior número de casos confirmados para a doença entre 2008 e 2019 foram: Fortaleza (n= 193.618); Maracanaú (n=10.193); Caucaia (n=5.885), Crateús (n=5.638), Crato (n=4.732); Tauá (n=4.469), Icó (n=4.043), Canindé (n=3.670), Itapipoca (n=3.535) e Brejo Santo (n=3.118). O município Deputado Irapuan Pinheiro foi o que menos apresentou suspeitos e positivos para dengue (n=6). A média anual de casos confirmados foi de 434 infectos por ano entre os 184 municípios avaliados.

O Anexo B traz a distribuição anual dos casos suspeitos e confirmados para dengue entre 2008 e 2019. Na Figura 6, consta a distribuição do coeficiente de prevalência de dengue de 2008 a 2019 nos municípios cearenses.

Figura 7 - Mapas anuais com a distribuição dos coeficientes de prevalência de dengue



O mapa referente a 2008 mostrou que a maioria dos municípios teve um coeficiente de prevalência (CP) de 1 a 200 casos de dengue por 100 mil habitantes. No entanto, as regiões nordeste e sudoeste apresentaram uma concentração maior de casos, com

um CP acima de 601 por 100 mil habitantes. Foi um ano em que todos os municípios confirmaram casos da doença. Alguns municípios (n=19), como Lavras da Mangabeira, Cedro, Orós, Arneiroz, Itatira, Catunda, Pereiro, Tauá, Fortaleza, Crateús, Maracanaú, Russas, Redenção, Potengi, Quixadá, Itapipoca, Boa Viagem, Canindé e Monsenhor Tabosa, tiveram um CP superior a 601 por 100 mil habitantes.

Em 2009, houve uma redução e somente dois municípios registraram CP>601, Campos Sales e Altaneira (Figura 6 – mapa 2009). Em comparação a 2008, foi um ano com menor prevalência. Contudo, em 2010, houve um novo aumento nos casos positivos, com maior concentração nos municípios ao sul e sudoeste cearense. Os municípios (n=22) com CP>601 foram: Tauá, Jati, Baixio, Crateús, Campos Sales, Porteiras, Farias Brito, Ererê, Crato, Icó, Aiuaba, Santana do Cariri, Abaiara, Massapê, Brejo Santo, Acopiara, Itapiúna, Guaiúba, Pentecoste, Penaforte, Antonina do Norte e Mauriti.

Em 2011, foi observada um CP>601 em diversos municípios do Ceará, abrangendo as regiões oeste, noroeste, sudoeste e nordeste do Estado. Esses casos da doença parecem se concentrar principalmente em municípios vizinhos. As cidades (n=35) que apresentaram um CP> 601 foram: Tauá, Jati, Baixio, Crateús, Campos Sales, Porteiras, Farias Brito, Ererê, Crato, Icó, Aiuaba, Santana do Cariri, Abaiara, Massapê, Brejo Santo, Acopiara, Itapiúna, Guaiúba, Pentecoste, Penaforte, Antonina do Norte, Mauriti, Independência, Catarina, Tamboril, Barro, Ibaretama, Nova Olinda, Arneiroz, Orós, Parambu, Saboeiro, Potengi, Novo Oriente e Juazeiro do Norte.

Em 2012, o CP diminuiu novamente, com ocorrências mais expressivas no nordeste e noroeste do Estado. Os municípios (n=13) com CP>601 foram: Tauá, Jati, Baixio, Crateús, Campos Sales, Porteiras, Farias Brito, Ererê, Crato, Icó, Aiuaba, Santana do Cariri e Abaiara. Chama a atenção o ano de 2013 que apresentou uma distribuição espacial de dengue semelhante ao ano de 2008, com CP> 601 em municípios (n=24) ao nordeste e noroeste cearense, como Tauá, Jati, Baixio, Crateús, Campos Sales, Porteiras, Farias Brito, Ererê, Crato, Icó, Aiuaba, Santana do Cariri, Abaiara, Massapê, Brejo Santo, Acopiara, Itapiúna, Guaiúba, Pentecoste, Penaforte, Antonina do Norte, Mauriti, Independência e Catarina.

No ano de 2014, os casos de dengue se concentraram principalmente nas regiões sudoeste, sul e sudeste do Ceará, com poucos casos no nordeste do Estado. Alguns municípios (n=24) apresentaram um CP>601. Esses municípios foram: Arneiroz, Hidrolândia, Pereiro, Jaguaribara, Campos Sales, Tauá, Alto Santo, Santana do Cariri, Brejo Santo, Piquet Carneiro, Barro, Quixeré, Limoeiro do Norte, Ipu, General Sampaio, Parambu, Canindé, Icó, Araripe, Aiuaba, Pentecoste, Jijoca de Jericoacoara, Ocara e Umari.

Em relação à 2015, foi observada uma epidemia da doença no Ceará, semelhante ao que foi observado em 2011. A alta prevalência da doença abrangeu a maioria dos municípios cearenses (n=54), com CP>601. Os municípios que apresentaram CP acima desse valor foram: Alcântaras, Porteiras, Reriutaba, Piquet Carneiro, Hidrolândia, Jaguaribara, Arneiroz, Ocara, Pires Ferreira, Mucambo, Brejo Santo, Barro, Varjota, Aquiraz, Meruoca, Jardim, Ipu, Coreaú, Milhã, Pacoti, Mauriti, Irauçuba, Várzea Alegre, Jucás, Fortaleza, Palhano, Jati, Barbalha, São Gonçalo do Amarante, Boa Viagem, Capistrano, Russas, Barroquinha, Milagres, Tianguá, Eusébio, Pentecoste, Catarina, Baixio, São Luís do Curu, Canindé, Itaitinga, Sobral, Itapiúna, Umirim, Farias Brito, Trairi, Horizonte, Tauá, Beberibe, Pindoretama, Iguatu, Tabuleiro do Norte e Abaiara.

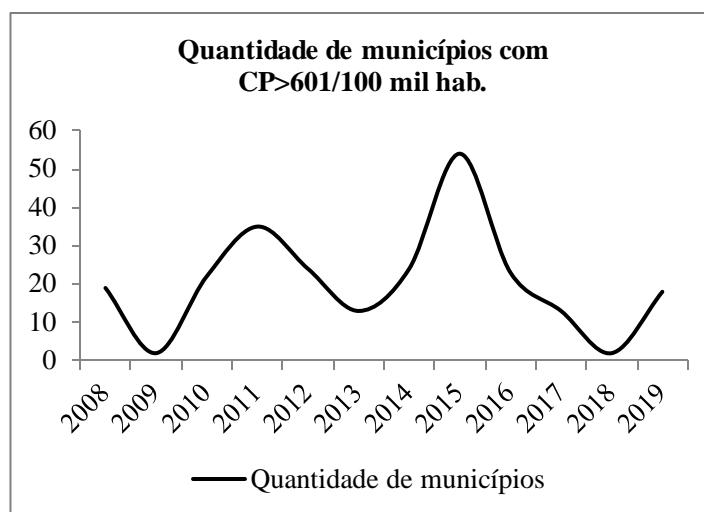
Em 2016, ocorreu uma pequena redução na ocorrência da dengue, afetando principalmente as regiões norte, noroeste e oeste do Ceará. Entre os municípios, 23 deles apresentaram um CP>601: Tauá, Iracema, Nova Russas, Icó, Tabuleiro do Norte, Ararendá, Itaitira, Hidrolândia, Caridade, Jaguaratama, Penaforte, Irauçuba, Capistrano, Pentecoste, Barroquinha, Catarina, Forquilha, Campos Sales, Russas, Fortaleza, Baixio, Jijoca de Jericoacoara e Pacoti.

No que se refere a 2017, o mapa mostra uma redução no CP de dengue, com poucos municípios (n=13) atingidos pela doença, a saber: Farias Brito, Brejo Santo, Milagres, Jaguaribara, Iracema, Irauçuba, Tabuleiro do Norte, Quixeramobim, Reriutaba, Granjeiro, Mauriti, Solonópole e Alto Santo. Os casos se concentraram mais na região sul e sudeste do Estado do Ceará.

Em 2018, houve uma situação atípica em relação aos anos anteriores, semelhante ao observado em 2009, com ocorrências isoladas da doença. Os municípios de Milhã e Solonópole apresentaram um coeficiente de prevalência acima de 601 casos por 100 mil habitantes. No entanto, em 2019, ocorreu um novo aumento de casos de dengue, principalmente em 18 municípios do leste e sudeste do Ceará. Esses municípios incluem Palhano, Quixeré, Pereiro, Ererê, Russas, Itaiçaba, Jati, Jaguaratama, Iguatu, Icapuí, Acopiara, Penaforte, Aratuba, Jaguaruana, Milagres, Fortim, Brejo Santo e Pacoti.

A fim de entender as flutuações na prevalência da dengue por município entre 2008 e 2019, o Gráfico abaixo mostra a quantidade de municípios com CP>601 nesse período. Observou-se que 2015 foi o ano em que a doença atingiu mais cidades, seguido de 2011. Já 2008 e 2018 foram bem semelhantes em relação à abrangência da prevalência.

Gráfico 1 – Distribuição da quantidade de municípios com alta prevalência anual para dengue



Fonte: dados da pesquisa.

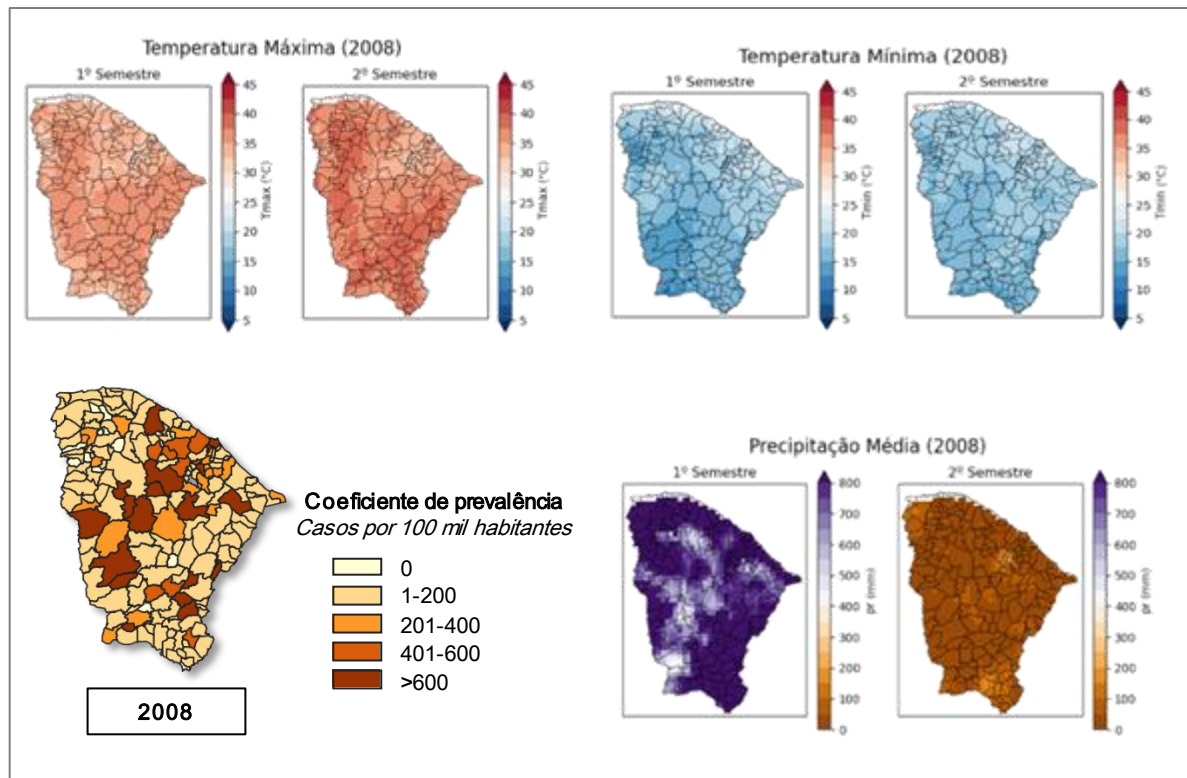
Após períodos de alta prevalência da dengue em determinados anos no Estado, é notável a redução de casos nos anos seguintes. Um exemplo disso é o ano de 2008, quando 19 municípios apresentaram alta prevalência, seguido por uma queda significativa em 2009, com apenas 2 municípios afetados. Houve um crescimento até 2011, seguido por mais redução em 2013. A doença atingiu seu pico em 2015 e, nos anos posteriores, diminuiu progressivamente, até voltar a aumentar em 2019.

5.2 Relação espacial do coeficiente de prevalência de dengue com a temperatura e a precipitação nos municípios cearenses entre 2008 e 2019

A Figura 7 mostra que, em 2008, a maioria dos municípios do Ceará exibiu $T_{máx}$ acima de 30°C em ambos os semestres do ano. As regiões leste, sul, sudeste e noroeste do Estado registraram $T_{máx}$ acima de 40°C . Verificou-se que, em municípios com coeficiente de prevalência (CP) de dengue mais elevado ($\text{CP} > 601/100$ mil hab), as temperaturas máximas estiveram entre 25°C e 35°C , tais como ocorreram em Canindé, Itatira, Boa Viagem, Monsenhor Tabosa, Catunda, Itapipoca, Tauá e Crateús.

No mesmo ano, as regiões com temperaturas próximas a 40°C , notadamente no sudeste e sul do Ceará, apresentaram um CP de dengue entre 201 e 400/100 mil habitantes. Os municípios com baixas temperaturas ($\sim 25^{\circ}\text{C}$) e com precipitação pluviométrica entre 450 e 600 mm apresentaram, em sua maioria, altos coeficientes de dengue ($\text{CP} > 601/100$ mil hab.). Destacam-se os municípios de Canindé e Tauá.

Figura 8 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura em 2008

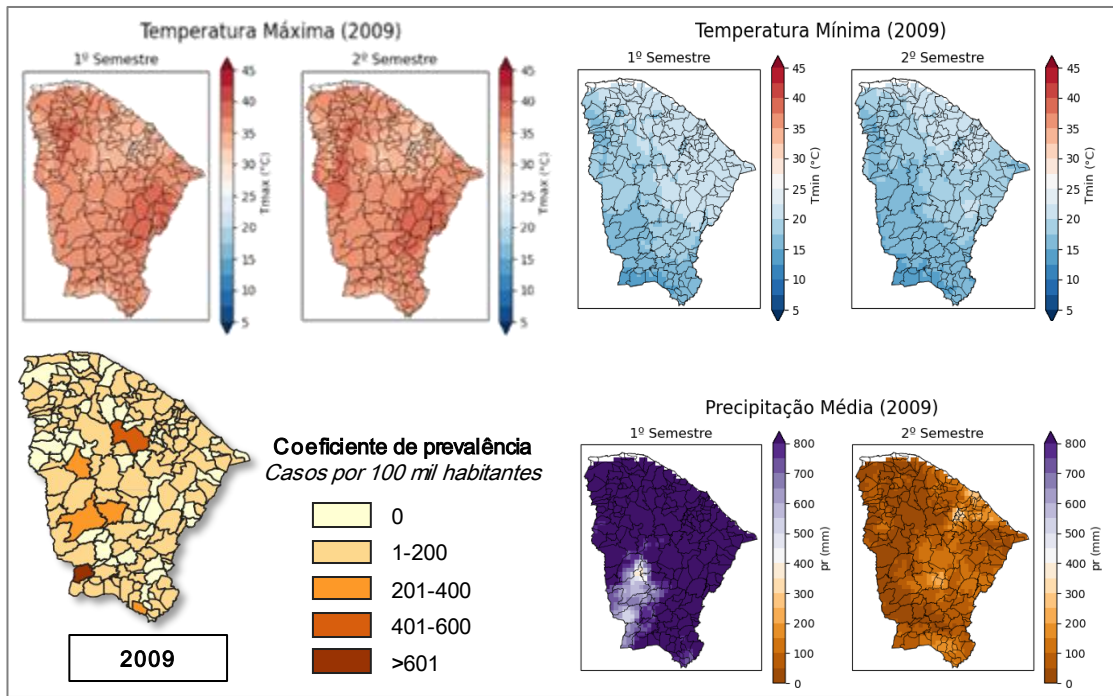


Fonte: dados da pesquisa.

Em 2009 (Figura 8), observou-se uma prevalência de temperaturas máximas acima de $32,5^{\circ}\text{C}$ em grande parte do território cearense. Os municípios a noroeste e sudeste exibiram as maiores temperaturas ($\sim 40^{\circ}\text{C}$). De fato, o ano de 2009 registrou temperaturas relativamente elevadas. Além disso, as regiões oeste, noroeste, sudoeste e sul do Ceará registraram T_{min} abaixo de 20°C .

A análise espacial sugere que precipitações acima de 800 mm e temperaturas mais próximas aos 40°C baixam a prevalência de dengue. A Figura 8 mostra claramente o quanto o primeiro semestre de 2008 foi chuvoso e que o município de Campos Sales, localizado no sudoeste do Ceará, foi o único com alta prevalência de dengue, superando os 601 casos por 100 mil habitantes, mas também foi um dos poucos com precipitação inferior a 600 mm.

Figura 9 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura em 2009



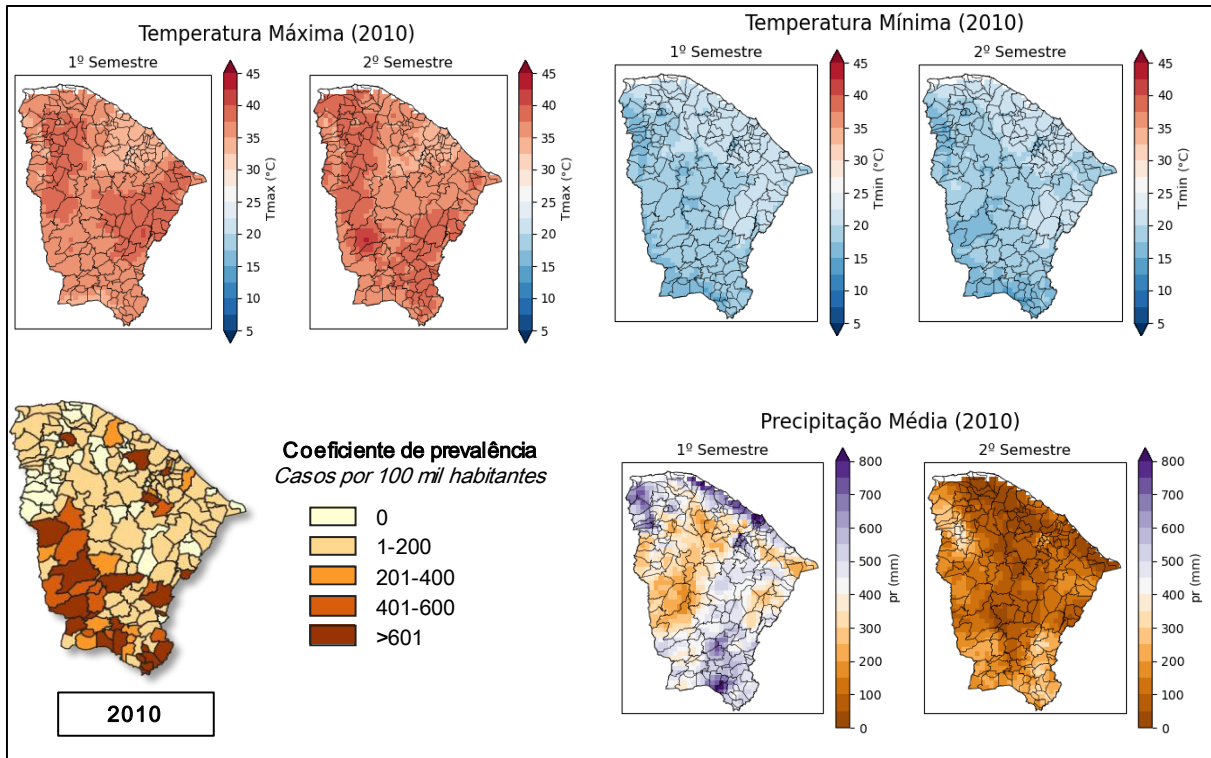
Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2010 (Figura 9), notou-se que no primeiro semestre, as temperaturas máximas sofreram uma elevação significativa nas regiões sudeste e noroeste do Estado do Ceará, ultrapassando a marca dos 40°C. E temperaturas máximas mais amenas (~ 35 °C) foram registradas no sul, no sudoeste e no entorno da região metropolitana de Fortaleza. Esse padrão de distribuição de temperatura com menores precipitações (400-600 mm) coincide com uma maior prevalência de dengue em áreas majoritariamente situadas no sul e no sudoeste cearense. Por exemplo, Tauá e Cratêus registraram mais de 601 casos a cada 100 mil habitantes.

Vale destacar que, em alguns municípios localizados na região sul do Estado, a precipitação média foi acima ou muito acima de 500 mm, embora com temperaturas máximas amenas no primeiro semestre, coincidindo com uma baixa prevalência de dengue nesses municípios. A Figura 10 traz a distribuição do coeficiente de prevalência de dengue e sua relação espacial com a precipitação e a temperatura nos municípios cearenses em 2010.

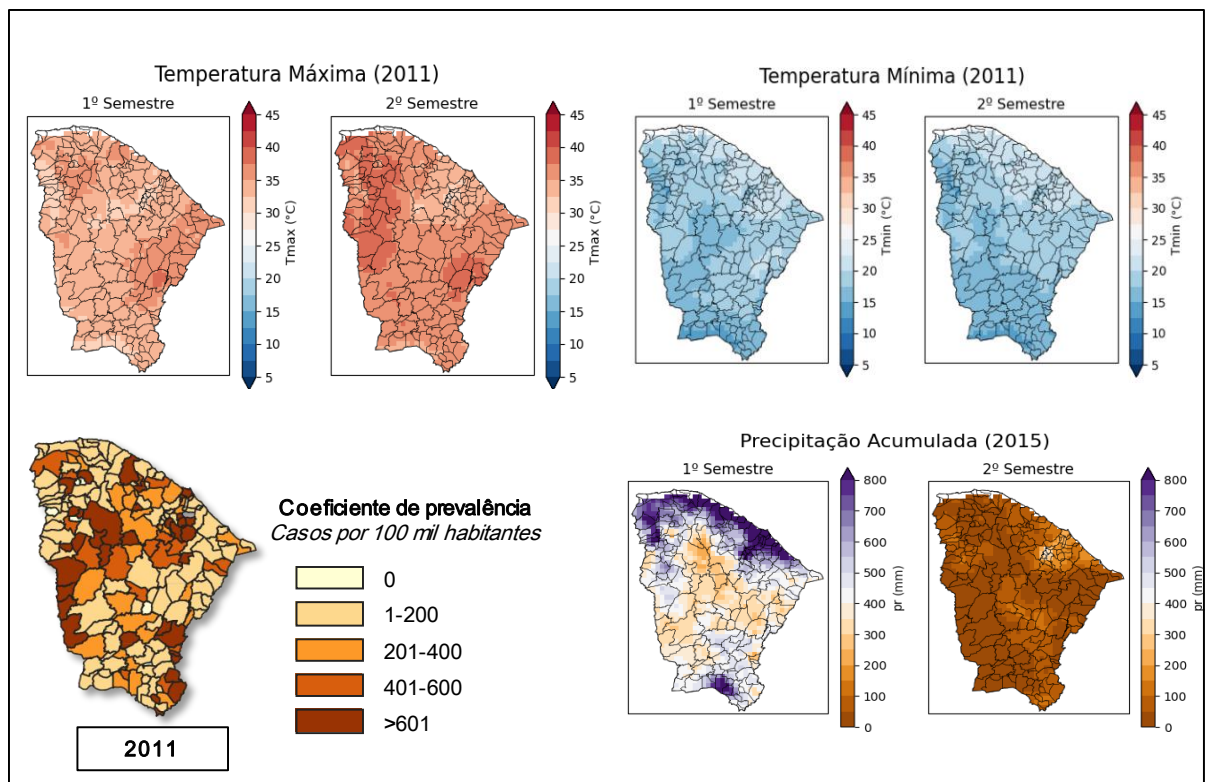
Em 2011, muda-se novamente o padrão espacial da prevalência da dengue em relação ao ano anterior. Entretanto, a alta prevalência de dengue (CP > 601/100 mil hab.) coincidiu com a T_{min} e $T_{máx}$ entre 20°C e 35°C, respectivamente, e precipitações inferiores à 500 mm. Destacam-se os municípios de Parambu, Novo Oriente, Quiterionópolis, Aiuba, Independência, Arneiroz e Tauá (Figura 10).

Figura 9 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura em 2010



Fonte: dados da pesquisa.

Figura 10 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura em 2011

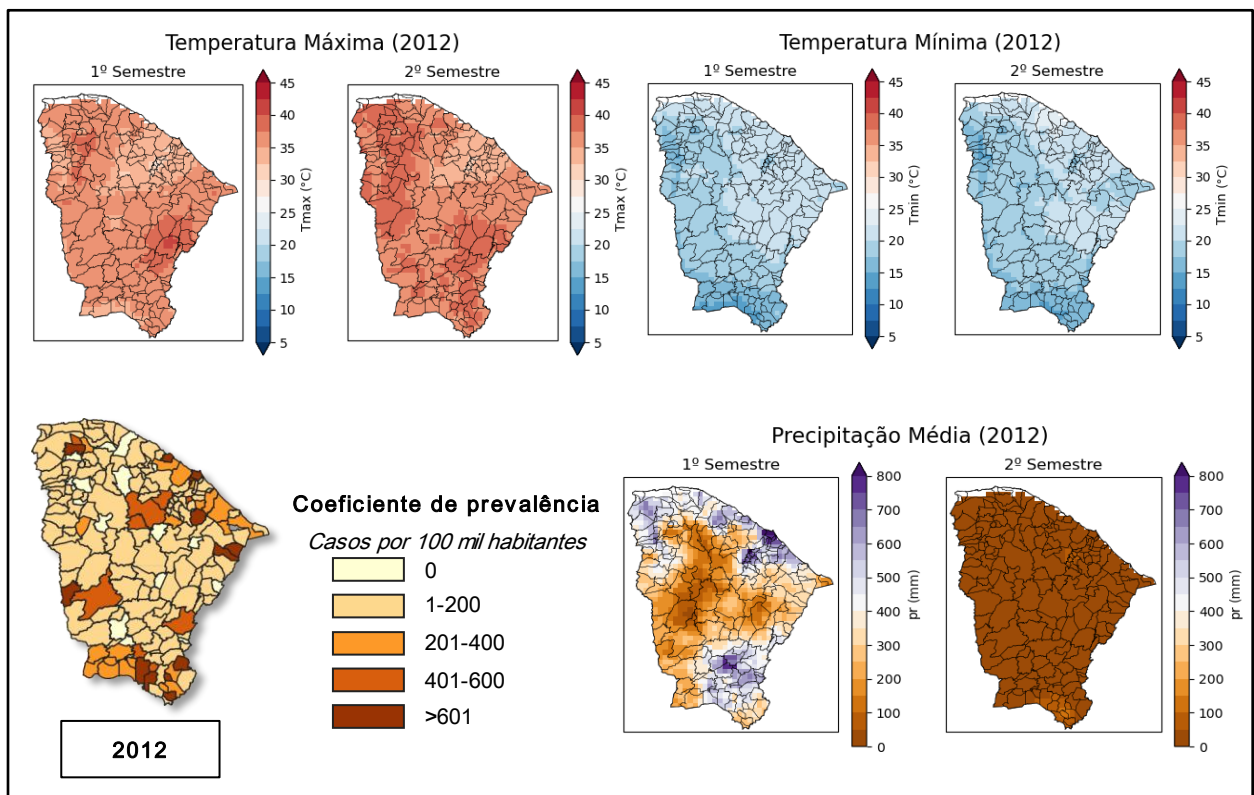


Fonte: dados da pesquisa.

Ao examinar o ano de 2012, constatou-se que tanto o primeiro quanto o segundo semestre apresentaram temperaturas máximas superiores às registradas no ano anterior. Tal situação pode ser observada na Figura 11, a qual evidencia que a maior parte dos municípios cearenses teve temperaturas acima de 35°C, com valores que ultrapassaram os 40°C nas regiões sudeste, sul e noroeste do Estado. É válido destacar que, em 2012, a maior prevalência de dengue se concentrou nos municípios do nordeste e noroeste, onde as temperaturas se situaram entorno dos 30°C.

O destaque do ano de 2012 foi para a relação entre a precipitação média e a prevalência de dengue nos municípios, onde aqueles com precipitação menor que 300 mm apresentaram maior prevalência da doença, enquanto a $T_{máx}$ e $T_{mín}$ permaneceram abaixo de 35°C e 25°C, respectivamente. Contudo, é importante notar que alguns municípios dentro dessa área de baixa precipitação, como Crateús, Tamboril, Santa Quitéria, Itatira e Boa Viagem, não apresentaram nenhum caso de dengue, sugerindo que a escassez de chuvas podem influenciar na incidência da doença.

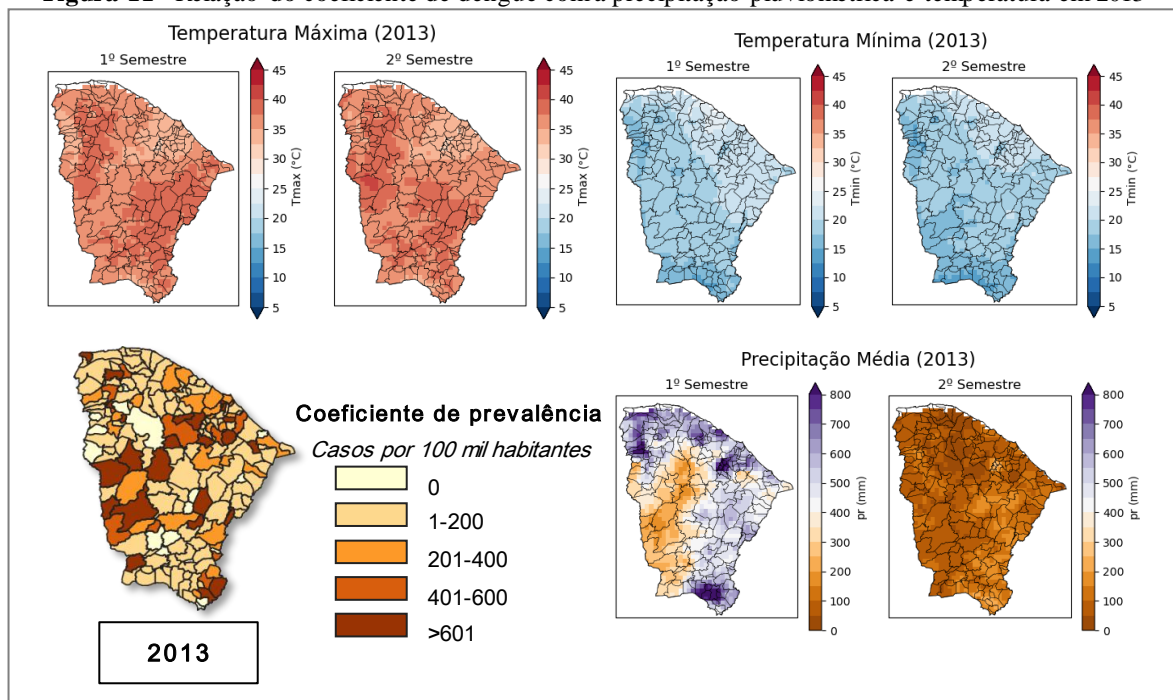
Figura 10 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura em 2012



Fonte: dados da pesquisa.

Em 2013, Municípios do norte, sul, leste e sudeste apresentaram precipitação acima de 500 mm. As regiões noroeste e sudeste foram as mais quentes, com $T_{máx}$ próxima a 40°C ao longo do ano. Já os localizados a sudoeste tiveram um volume abaixo de 400 mm e temperaturas máximas mais amenas ($20^{\circ} < T < 35^{\circ}\text{C}$) no primeiro semestre. Nessa mesma região, houve uma alta prevalência de dengue ($CP > 600/100$ mil hab.), atingindo Tauá, Crateús, Tamboril, Quiterionópolis e Boa Viagem (Figura 12).

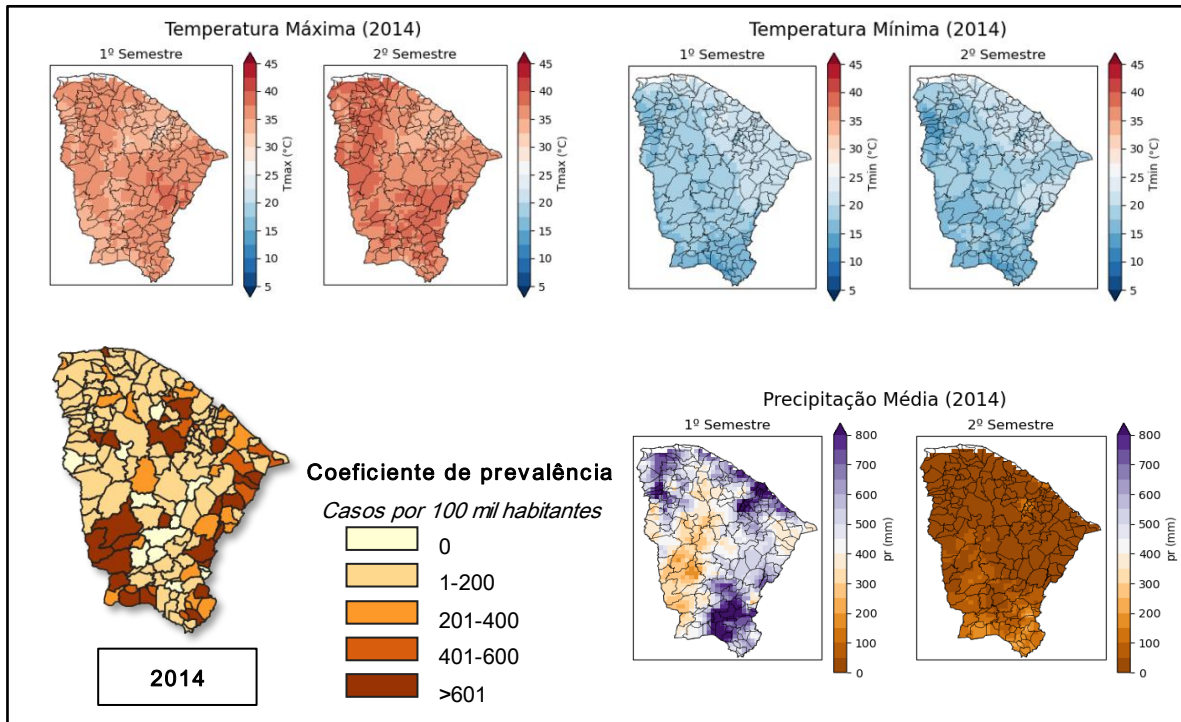
Figura 11 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura em 2013



Fonte: dados da pesquisa.

Em 2014, é possível observar que há uma relação espacial entre a distribuição da precipitação (volume abaixo de 400 mm) e os casos de dengue nos municípios do sul e sudeste do Ceará, uma vez que a prevalência da doença foi elevada nessas áreas. Os municípios do sudoeste (Tauá, Independência, Novo Oriente, Aiuba, Boa Viagem) foram os menos chuvosos em 2014. Coincidentemente, Tauá, Quiterionópolis e Aiuba registraram alta prevalência de dengue ($CP > 600/100$ mil hab) no mesmo ano. Note-se que o volume de chuva, a $T_{máx}$ e a $T_{mín}$ dos referidos locais estiveram entre 150 mm e 400 mm, acima de 35°C e abaixo de 20°C , respectivamente.

Figura 12 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura em 2014



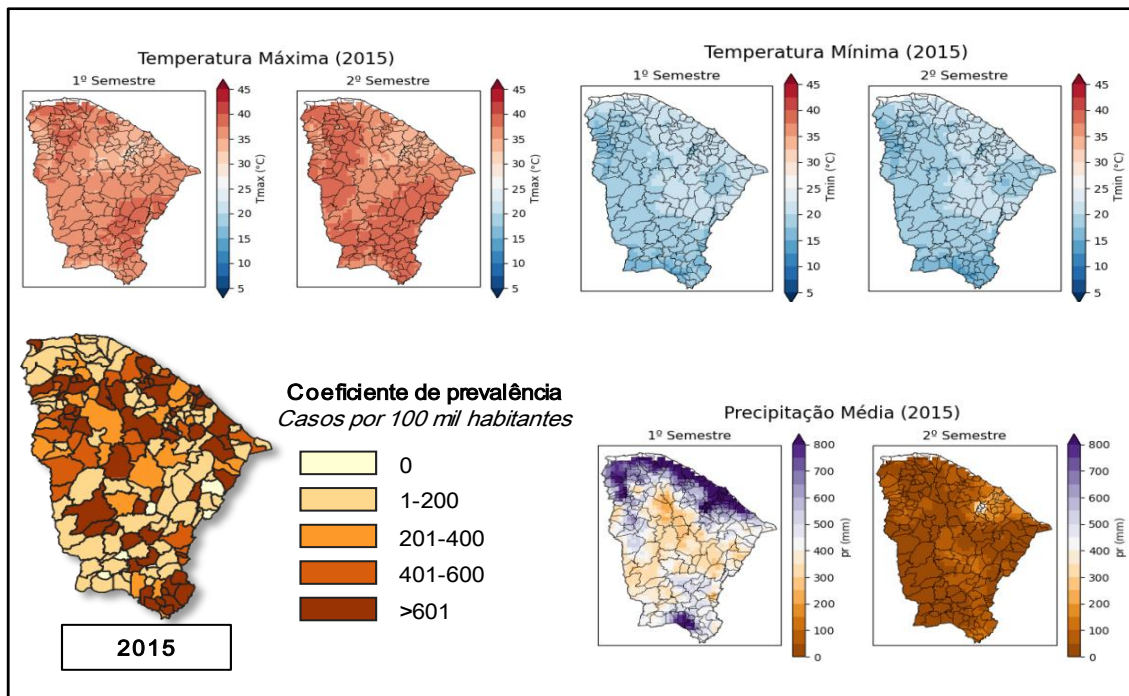
Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2015, foram observados altos níveis de precipitação acima de 800 mm nas regiões do Litoral Leste e Oeste, bem como na Região Metropolitana de Fortaleza. Curiosamente, mesmo com essa elevada pluviosidade, os municípios de Trairi, Paracuru, São Gonçalo do Amarante, Fortaleza, Aquiraz e Beberibe apresentaram uma alta prevalência de casos de dengue, com um coeficiente superior a 601 casos por 100 mil habitantes (Figura 14).

Importa considerar que a temperatura tenha influenciado esses casos de dengue, uma vez que a temperatura máxima variou entre 30°C e 35°C, enquanto a temperatura mínima permaneceu abaixo de 20°C nessas regiões. A faixa de temperatura alta, combinada com a umidade proveniente da chuva, pode ter favorecido a proliferação do mosquito transmissor da dengue (Figura 14).

Em regiões mais a oeste e no centro-oeste do Estado, onde também foram observadas alto coeficiente de prevalência da doença, a precipitação foi mais baixa, registrando-se valores inferiores a 400 mm. Além disso, a temperatura apresentou uma variação ampla, com mínimas de 15°C e máximas superiores a 35°C. Nessas áreas, é possível que a temperatura mínima tenha sido um fator determinante para a prevalência da arbovirose (Figura 14).

Figura 13 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura em 2015

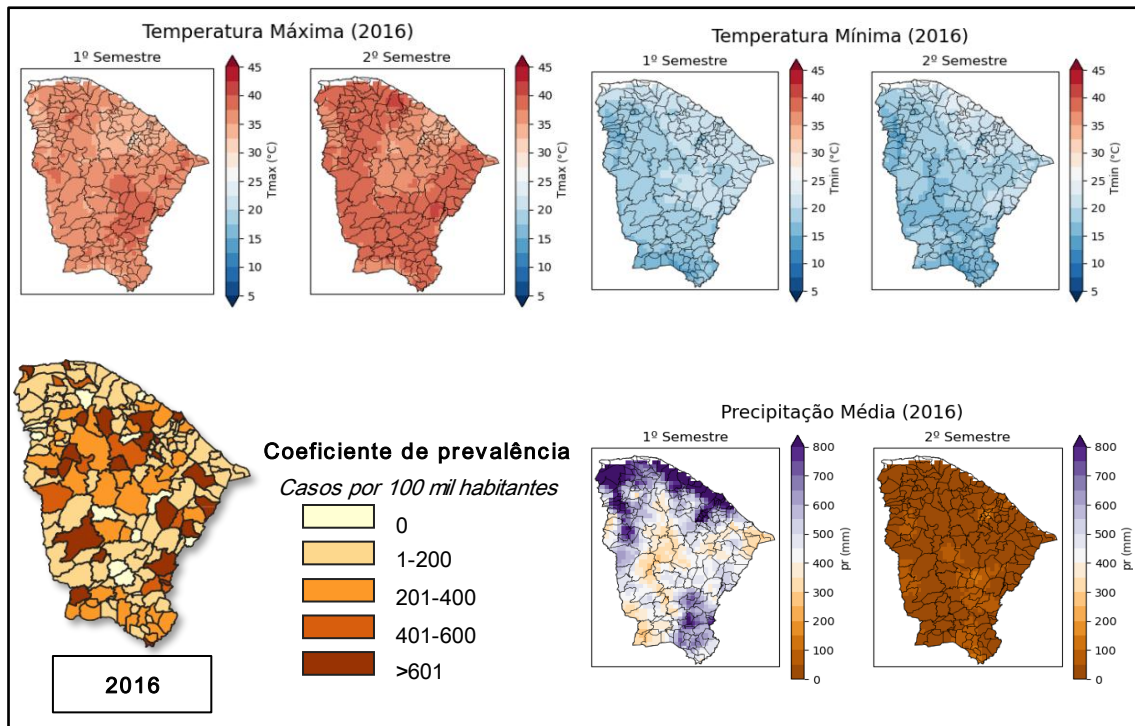


Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2016, a prevalência da dengue no Estado apresentou uma distribuição mais ampla, não se concentrando em uma área específica ou em municípios vizinhos. Foi observado que onde ocorreu precipitação acima de 800 mm, houve baixa prevalência da doença, variando entre 1 e 400 casos por 100 mil habitantes. Alguns municípios, como Tauá, Icó e Irauçuba, registraram temperaturas máximas entre 35°C e 37,5°C, e um coeficiente de prevalência acima de 601 (Figura 16).

Na maioria das cidades com alta prevalência, o índice pluviométrico variou entre 500 mm e 700 mm. A temperatura mínima abaixo de 20°C pode ter contribuído para a alta prevalência, especialmente na Região Metropolitana. A precipitação dentro do intervalo mencionado parece ter reduzido a proliferação do mosquito, resultando na dispersão dos casos por diferentes áreas do estado do Ceará (Figura 16).

Figura 14 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura em 2016

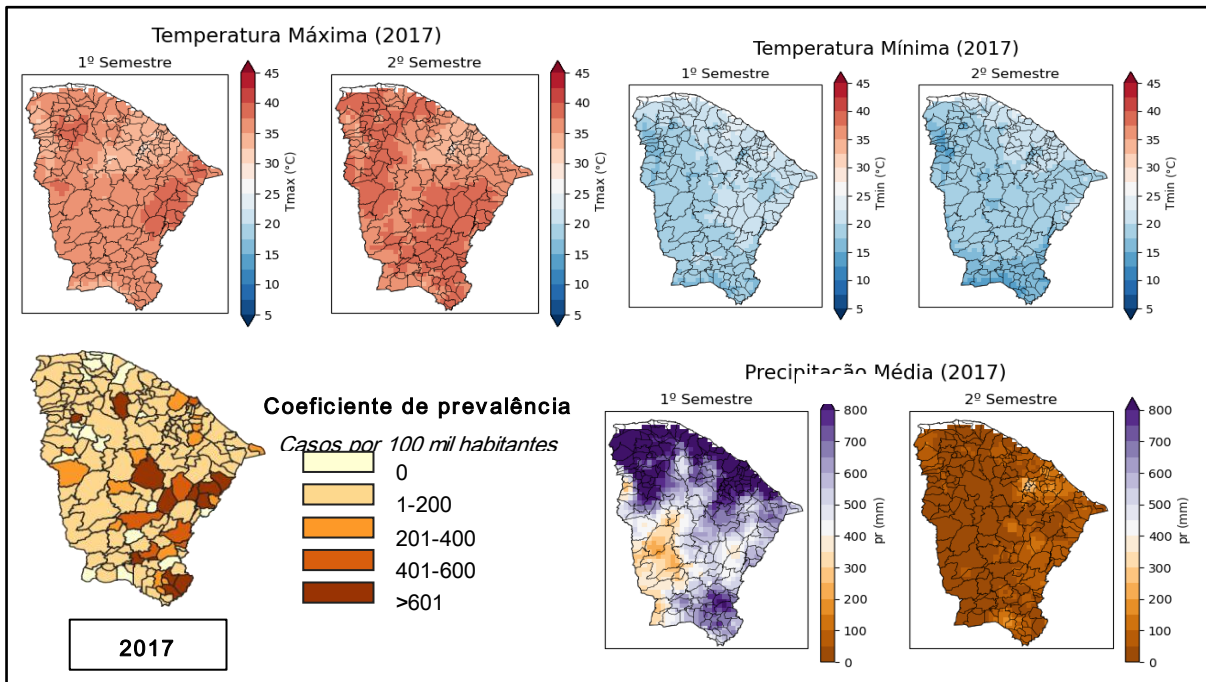


Fonte: dados da pesquisa

No ano de 2017, foi observado que nos municípios onde ocorreu uma precipitação pluviométrica acima de 800 mm, o coeficiente de prevalência da dengue variou entre 1 e 200 casos por 100 mil habitantes. A maioria das cidades com alta prevalência apresentou um índice pluviométrico na faixa de 500 mm a 650 mm. Curiosamente, nos locais onde a prevalência da doença foi elevada, a temperatura máxima se aproximou de 40°C, enquanto a temperatura mínima ficou entre 20°C e 25°C. Essa combinação de altas temperaturas, juntamente com as chuvas moderadas, pode ter influenciado a reprodução do mosquito transmissor da dengue. (Figura 16).

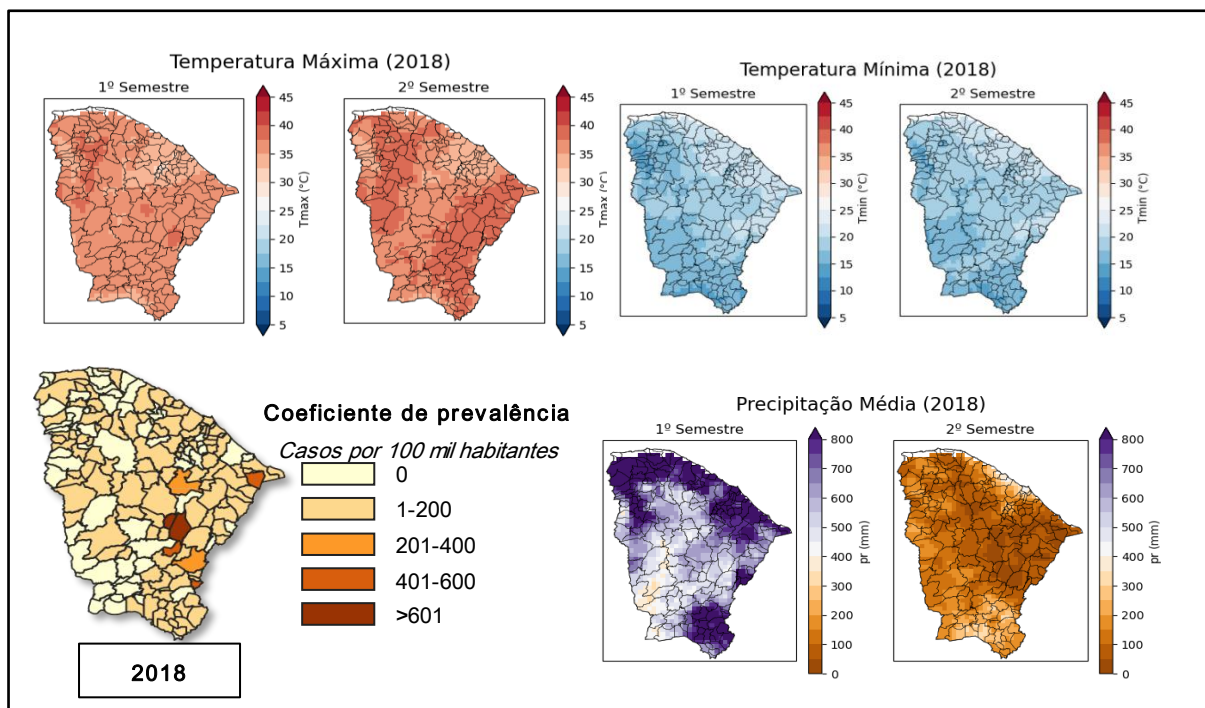
No ano de 2018, ocorreu uma redução visível na prevalência da dengue em todo o Estado do Ceará. Durante esse período, os municípios apresentaram um coeficiente que variou entre 0 e 200 por 100 mil habitantes. Essa tendência de queda já vinha sendo observada desde 2016, quando as regiões litorâneas e metropolitanas registraram precipitações acima de 800 mm e uma baixa prevalência da doença. O ano de 2018 mostra claramente um efeito da precipitação na redução dos casos de dengue, ainda que a temperatura mínima tenha ficado abaixo de 20 e a máxima acima de 35 (Figura 17).

Figura 15 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura em 2017



Fonte: dados da pesquisa.

Figura 16 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura em 2018

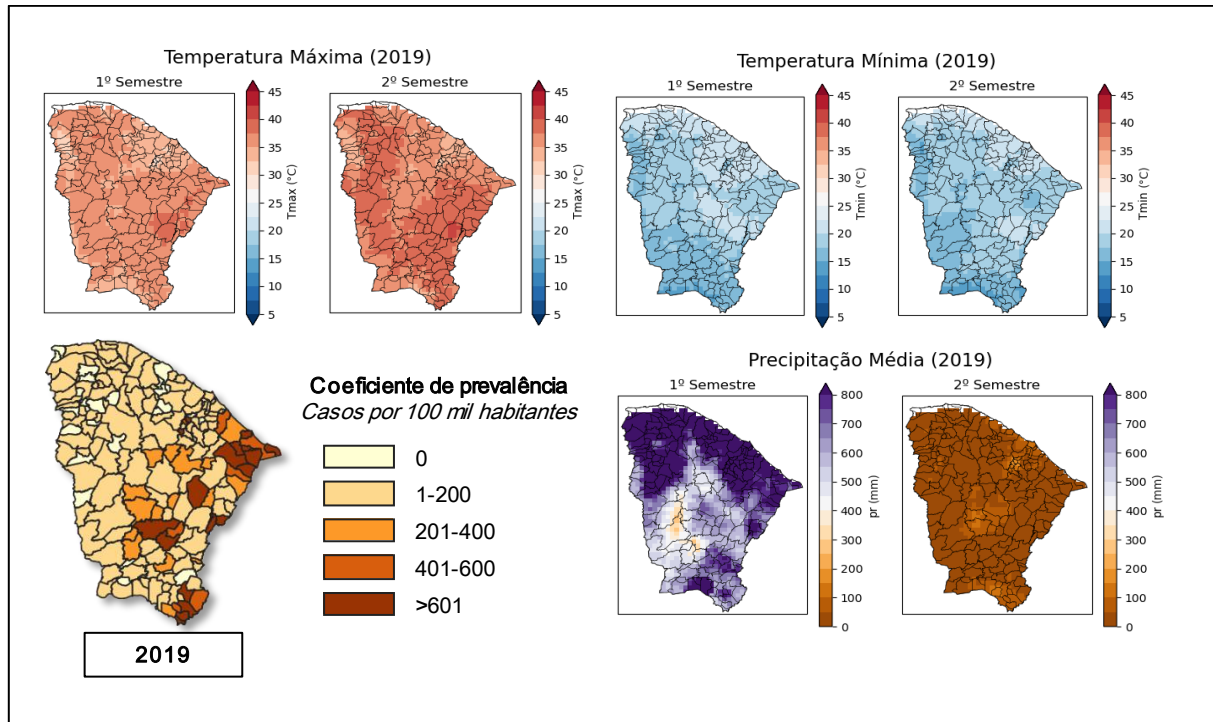


Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2019, foi observado que a prevalência da dengue seguiu o mesmo padrão de 2017 e 2018. O coeficiente de prevalência, variou entre zero e 200 casos por 100

mil habitantes na maior parte do Estado. No entanto, nas regiões leste e sul do Estado, mesmo com uma quantidade elevada precipitação (>800 mm), foi constatado um coeficiente de prevalência superior a 601 casos por 100 mil habitantes.

Figura 17 - Relação do coeficiente de dengue com a precipitação pluviométrica e temperatura em 2019



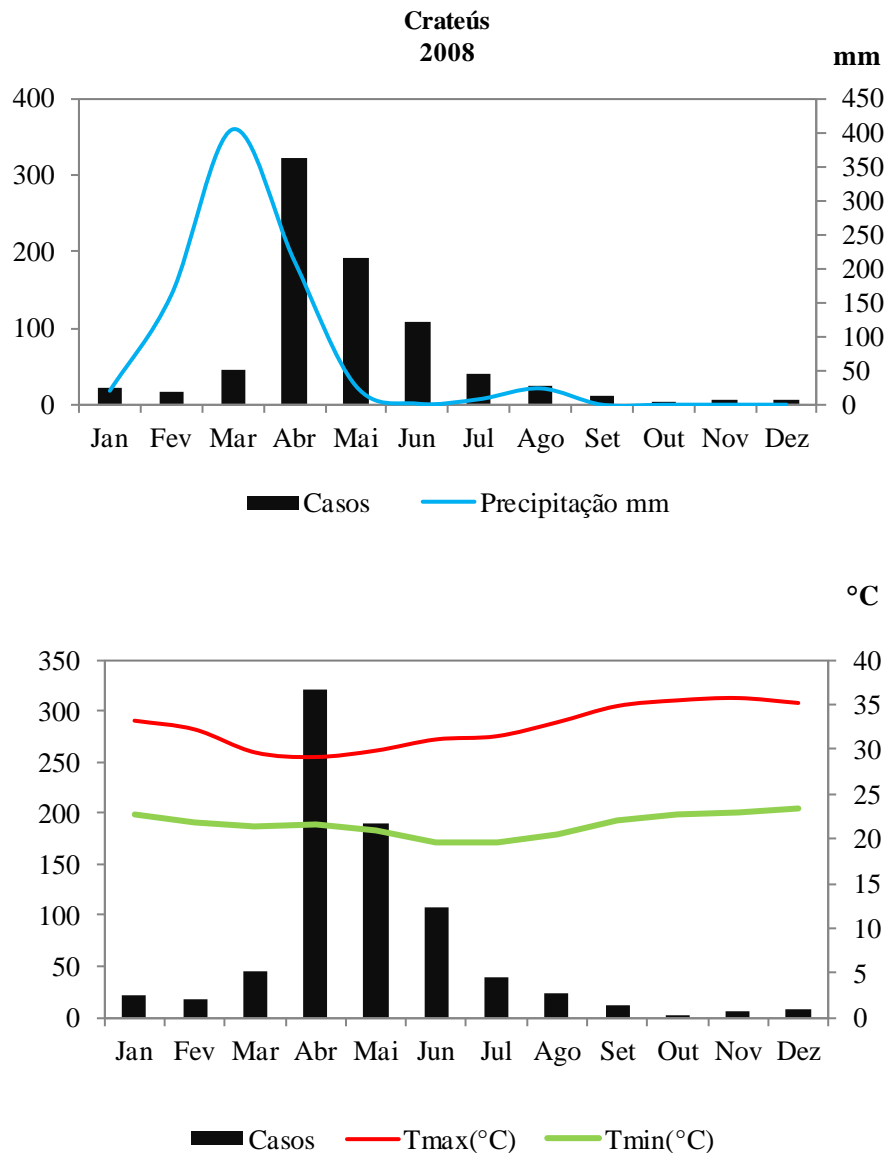
Fonte: dados da pesquisa.

5.3 Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue em relação à precipitação e a temperatura no município de Crateús-CE nos anos de 2008 a 2019

Em 2008, o município de Crateús registrou uma quantidade considerável de chuva, com um acumulado de 859 mm (45% acima da média histórica de 593 mm/ano), com o menor índice pluviométrico ocorrendo em Janeiro, com menos de 50 mm, e o maior volume de chuva sendo registrado em Março do mesmo ano (405 mm), com 45 infectados.

Por outro lado, em Abril, quando a precipitação começou a diminuir, os casos confirmados da arbovirose ultrapassaram os 300. Durante o período mais chuvoso, que foi de Janeiro a Junho (827 mm), e com maior número de casos positivos para dengue ($n=704$), a temperatura variou entre 19°C e 33°C. Depois, com a diminuição das chuvas e aumento das temperaturas, os casos de dengue começaram a cair. É importante notar que o mês mais chuvoso, Março, antecedeu o pico de ocorrência da doença.

Gráfico 2 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2008



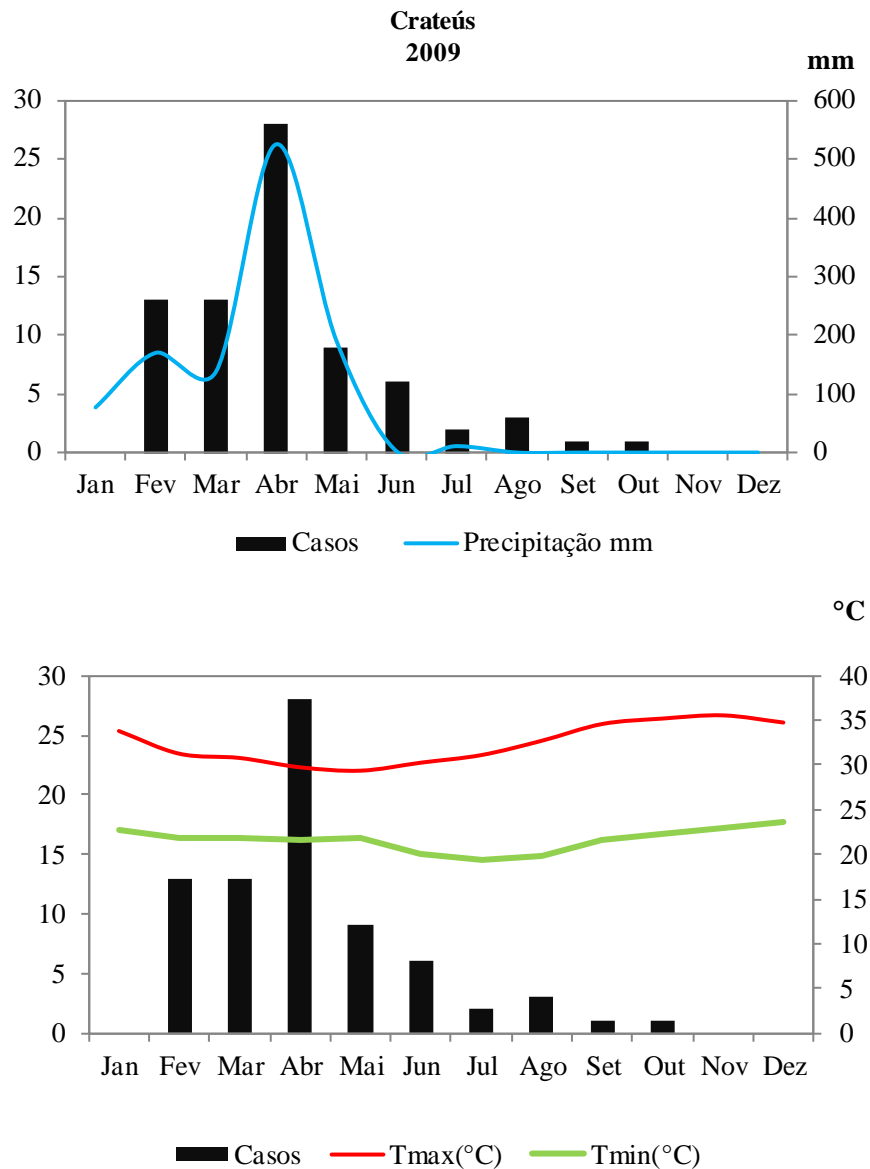
Fonte: dados da pesquisa.

Analisando o Gráfico 3, observou-se que o ano de 2009 se destacou por apresentar um índice pluviométrico mais elevado em comparação aos demais anos, com um acumulado de chuva de 1114 mm (88% acima da média histórica de 593 mm/ano). Apesar dessa maior quantidade de chuva, a ocorrência de casos de dengue foi menor quando comparada ao ano anterior, 90,1% a menos.

Vale ressaltar que o mês de abril registrou a maior quantidade de chuvas ao longo de 2009 ($pr = \sim 525$ mm), porém, mesmo nesse período, o número de casos da arbovirose foi de 28 positivos. Uma análise mais aprofundada revela que, embora a temperatura tenha

variado consideravelmente durante aquele ano, oscilando entre 21°C e 35°C, não parece existir uma relação direta entre elas e a diminuição dos casos de dengue, sendo a elevada precipitação o fator mais provável para a redução dos casos.

Gráfico 3 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2009

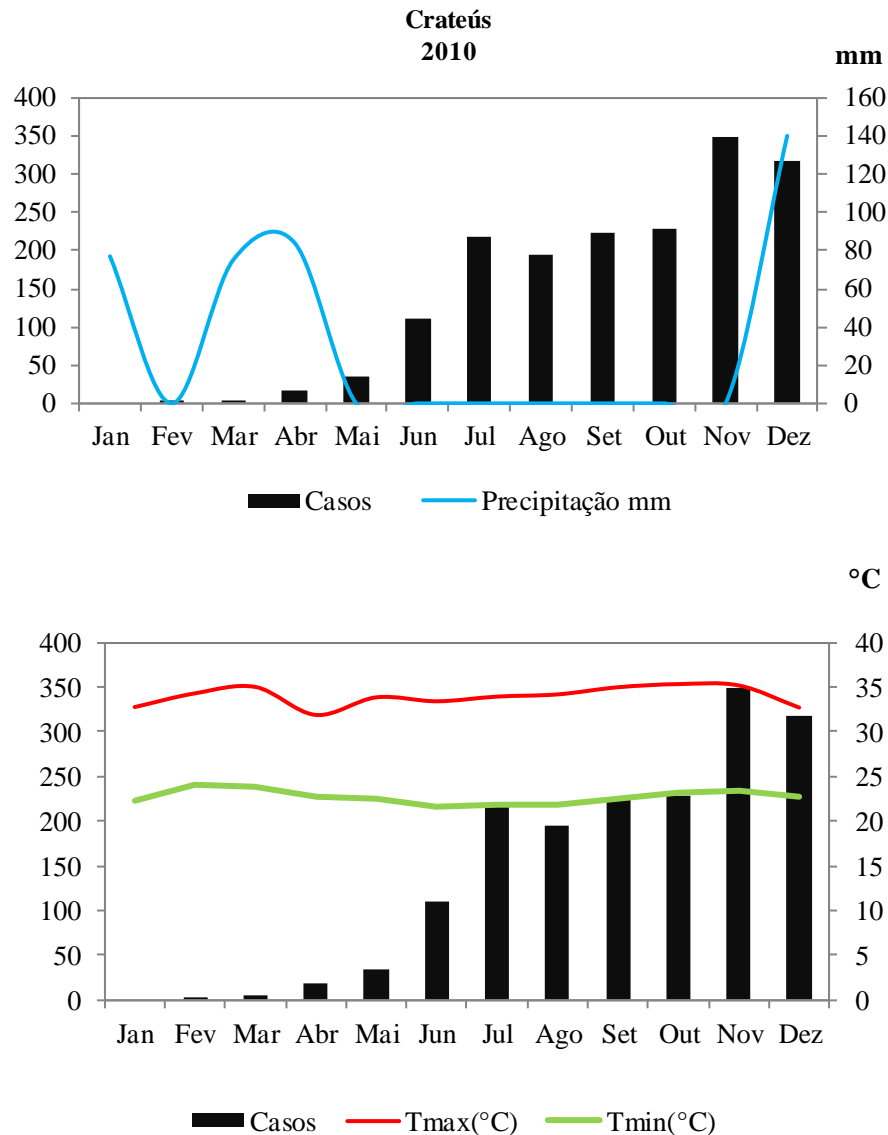


Fonte: dados da pesquisa.

Em 2010, o cenário epidemiológico revelou um padrão incomum no que diz respeito à propagação da dengue. Observou-se um aumento nos casos da doença a partir do mês de maio, culminando no pico mais alto em novembro do mesmo ano, com 349 positivos. Durante todo o período analisado, o acumulado de chuva foi de 376 mm (37% abaixo da

média histórica de 593 mm/ano). No segundo semestre, quando os casos positivos aumentaram mais, choveu apenas 140 mm, porém a temperatura foi mais amena, ficando entorno de 21°C e 33°C.

Gráfico 4 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2010

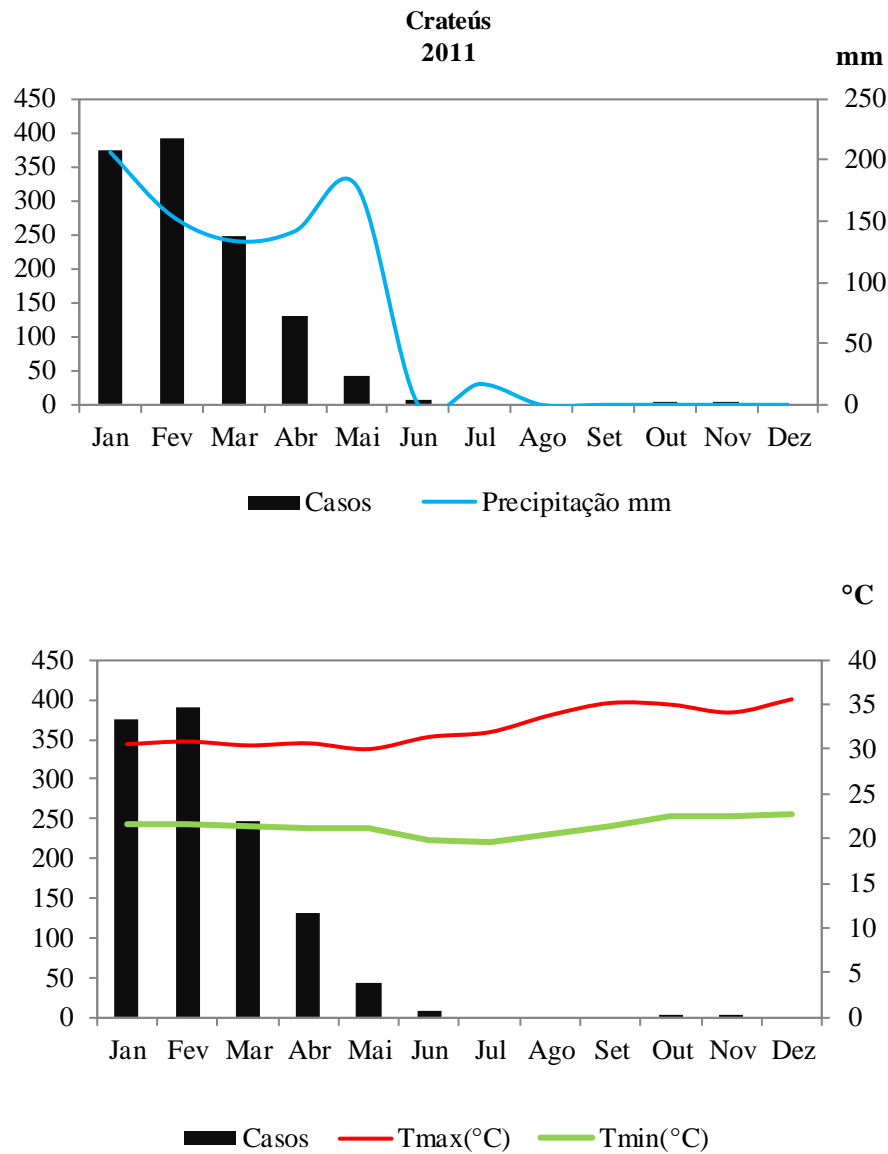


Fonte: dados da pesquisa.

O ano de 2011 foi marcado por chuvas razoavelmente elevadas, com um acumulado de 833 mm (40% acima da média histórica de 593 mm/ano), e uma epidemia de dengue com 1195 positivos. No primeiro semestre, quando houve mais casos de dengue, choveu 812 mm, e a temperatura ficou em aproximadamente 20°C e 35°C. Janeiro, Fevereiro

e Março foram os mais chuvosos, porém, apesar do volume de chuva, os casos seguiram uma linha decrescente (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2011

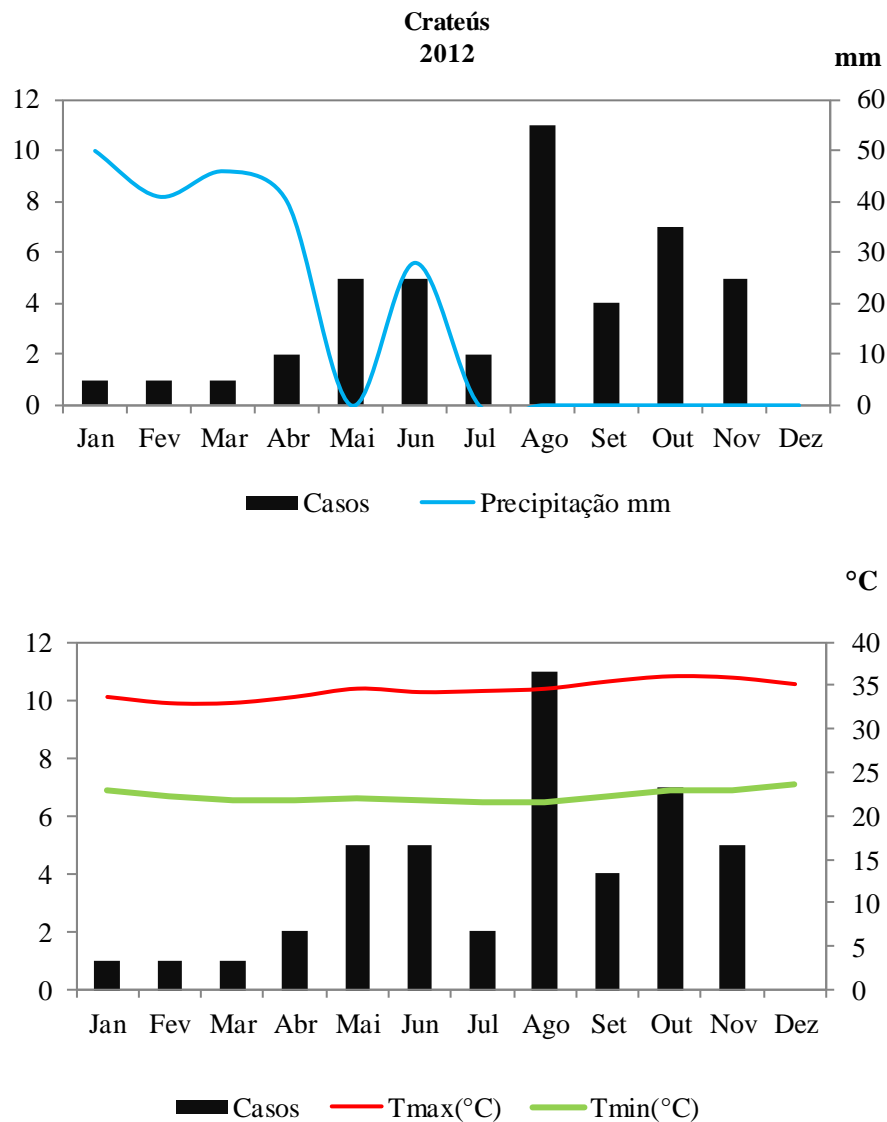


Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2012, mais uma vez, foi observado índice pluviométrico máximo de cerca de 50 mm, em Crateús. Naquele ano, o acumulado de chuva foi o menor da série, com 205 mm (65% abaixo da média histórica 593 mm/ ano). Houve também uma diminuição no número de casos confirmados de dengue em comparação a anos anteriores, 98,7% a menos que 2011 e 91,2% a menos que 2010 (Gráfico 6).

O mês de janeiro do mesmo ano foi o que registrou maior precipitação (207 mm). Naquele mês, o número de ocorrências da arbovirose foi baixo, com apenas um caso positivo. Entretanto, em agosto do mesmo ano, houve um aumento no número de casos de dengue, sendo registrados 11 casos. Havia chovido 24 mm e a temperatura estava entre 21°C e 34°C.

Gráfico 6 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2012

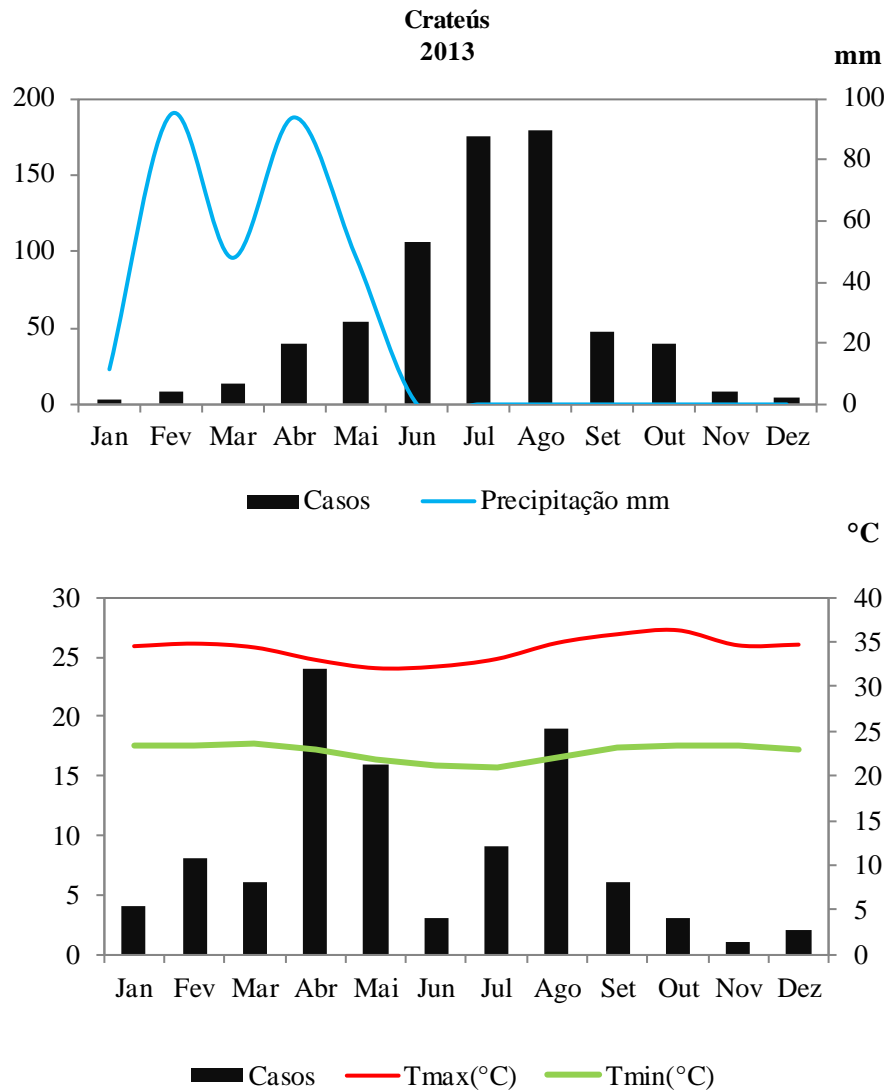


Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2013, foi registrado um aumento nos casos de dengue na região de Crateús, com 226 confirmados. Embora a precipitação pluviométrica não tenha ultrapassado os 100 mm, houve um volume considerável de chuvas nos meses de Fevereiro (95 mm) e Abril (94 mm). O acumulado de chuva no ano foi de 297 mm (50% abaixo da média histórica

de 593 mm/ano). Nos meses com maior número de positivos, Junho (n=106), Julho (n=175) e Agosto (n=180), não choveu e a temperatura ficou entre 20°C e 34°C (Gráfico 7).

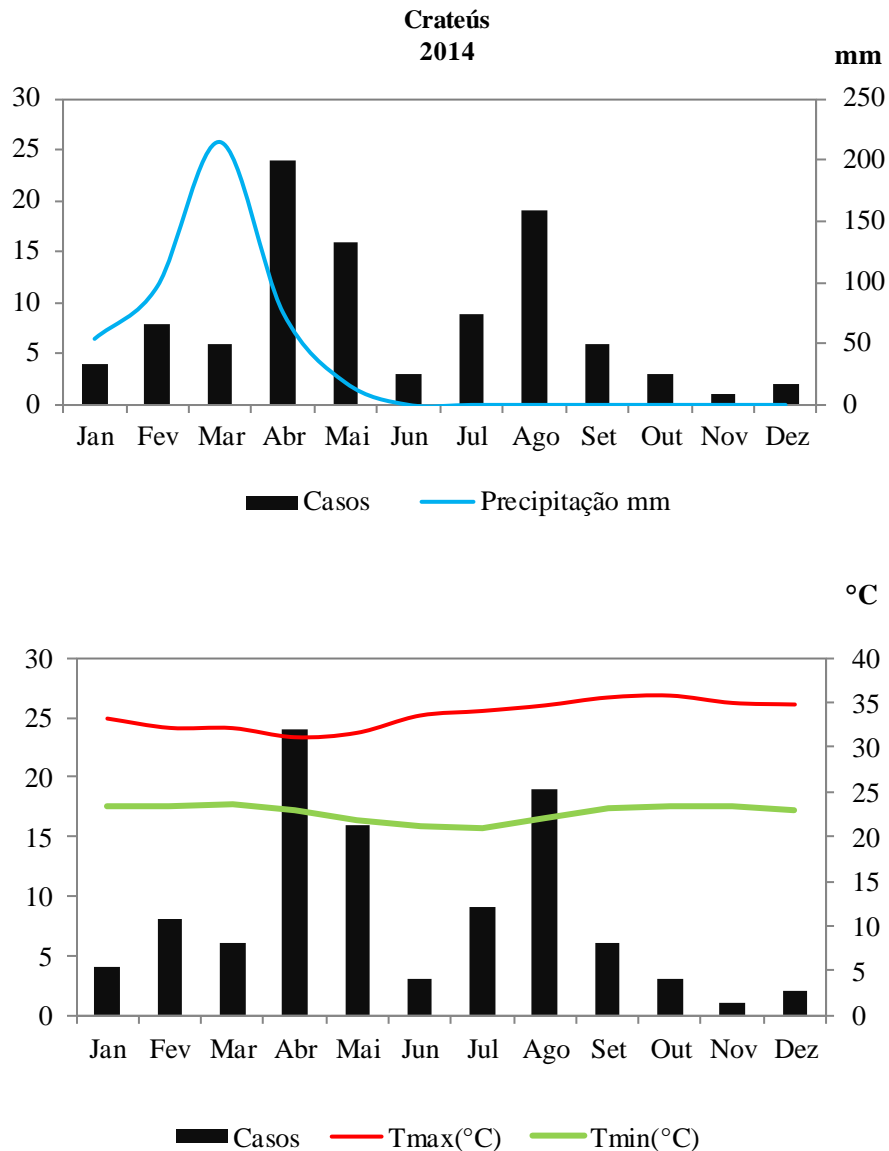
Gráfico 7 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2013



Fonte: dados da pesquisa.

Em 2014, os casos de dengue reduziram para 61 confirmados, 73% a menos do que em 2013. Apesar disso, choveu mais do que o ano anterior (297 mm), mesmo que tenha ficado 23% abaixo da média histórica. O mês com mais casos confirmados foi Abril. No mesmo mês choveu 75 mm e a temperatura ficou entre 21°C e 31°C (Gráfico 8).

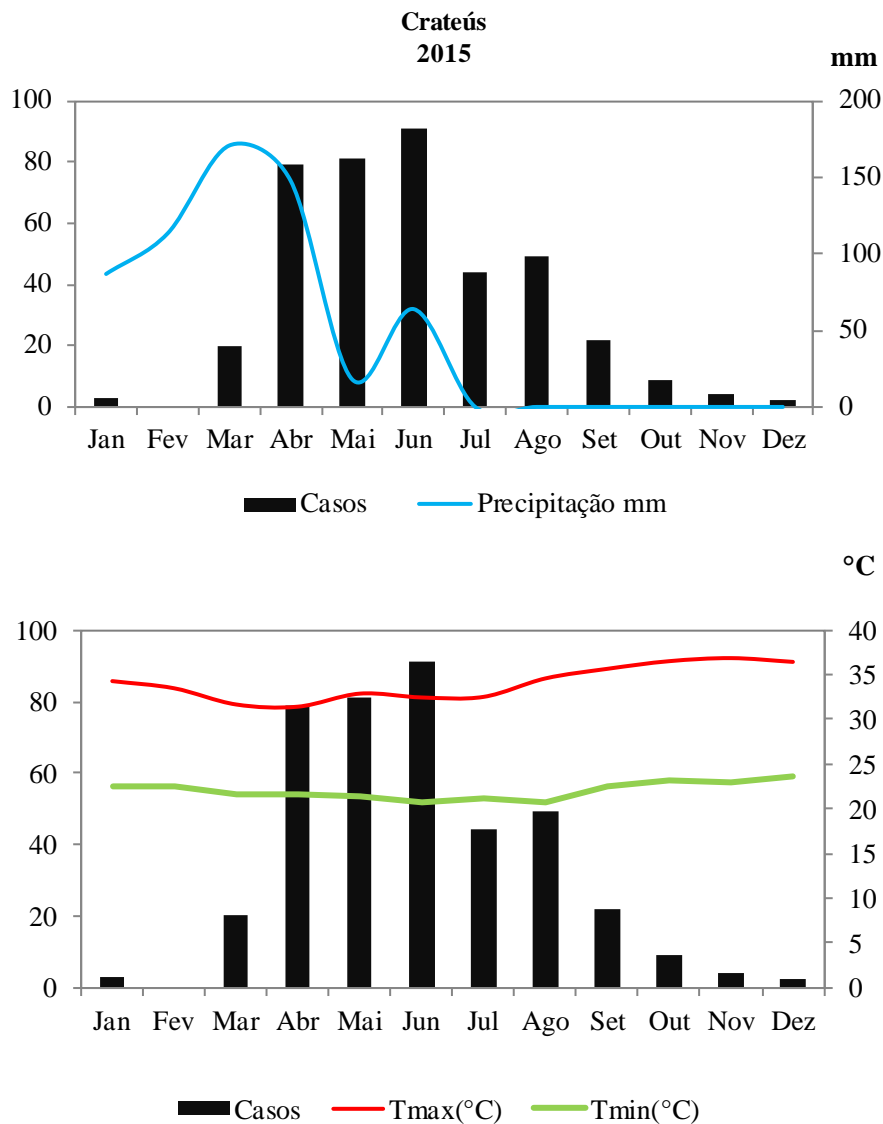
Gráfico 8 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2014



Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com a análise de 2015, Crateús registrou um aumento visível na quantidade de precipitação, com um acumulado de chuva de 601 mm (1% acima da média história de 593 mm/ano). Os casos da dengue aumentaram e foram confirmados 274 suspeitos, 349% a mais do que 2014 (n=61). O mês com mais confirmados foi Junho, quando choveu 64 mm e a temperatura variou de 20°C a 32°C (Gráfico 9).

Gráfico 9 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2015

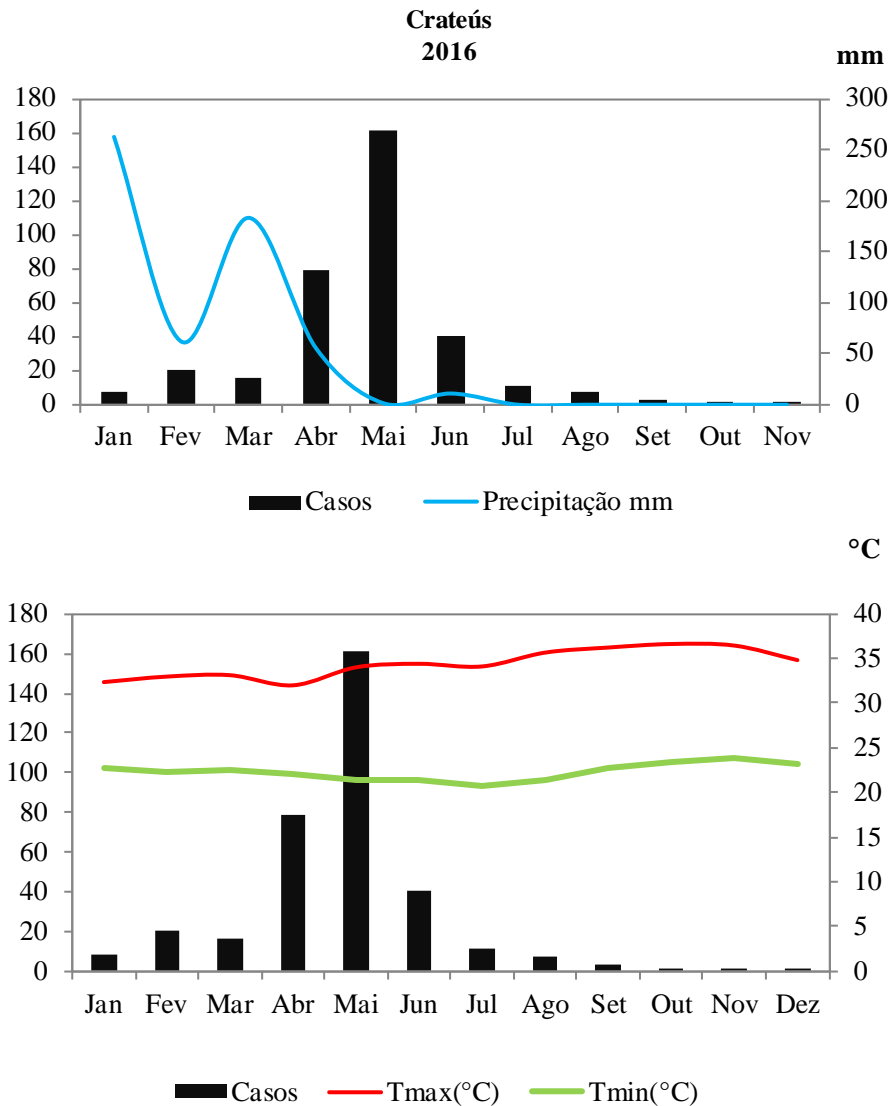


Fonte: dados da pesquisa.

O ano de 2016 já começou com uma precipitação pluviométrica de mais de 200 mm, e o acumulado de chuva foi de 607 mm (2% acima da média histórica de 593 mm/ano). Janeiro foi o mês com maior índice pluviométrico (263 mm), o correspondente a 43,32% do volume anual. Foram notificados 324 positivos, um crescimento de 118% em relação a 2015.

Observou-se que, à medida que a quantidade de chuva diminuía, os casos de dengue aumentavam progressivamente, culminando com o pico em Maio (n=161), exatamente quando a precipitação pluviométrica do município chegou a quase zero. Após esse mês, houve um declínio gradual na ocorrência da doença e registros esporádicos de chuva ocorreram em junho, novembro e dezembro (Gráfico 10).

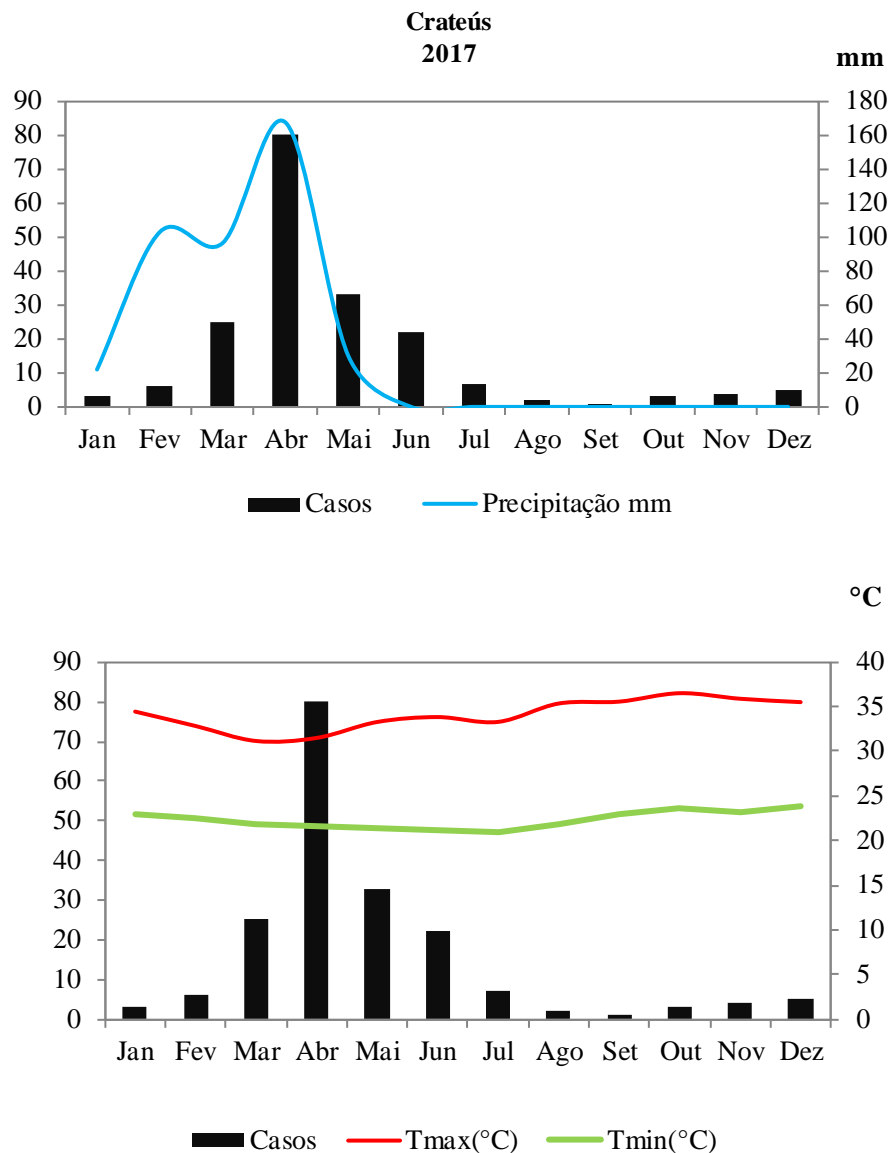
Gráfico 10 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2016



Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2017, ocorreu um aumento da precipitação na região (419 mm), registrando mais de 160 mm durante o mês de abril. Coincidentemente, esse foi o mesmo mês em que ocorreu o pico de casos de dengue, no entanto, o número de casos foi de 80. Além disso, é importante salientar que a temperatura se manteve relativamente constante ao longo desse período, oscilando entre os valores de 23°C e 35°C (Gráfico 11).

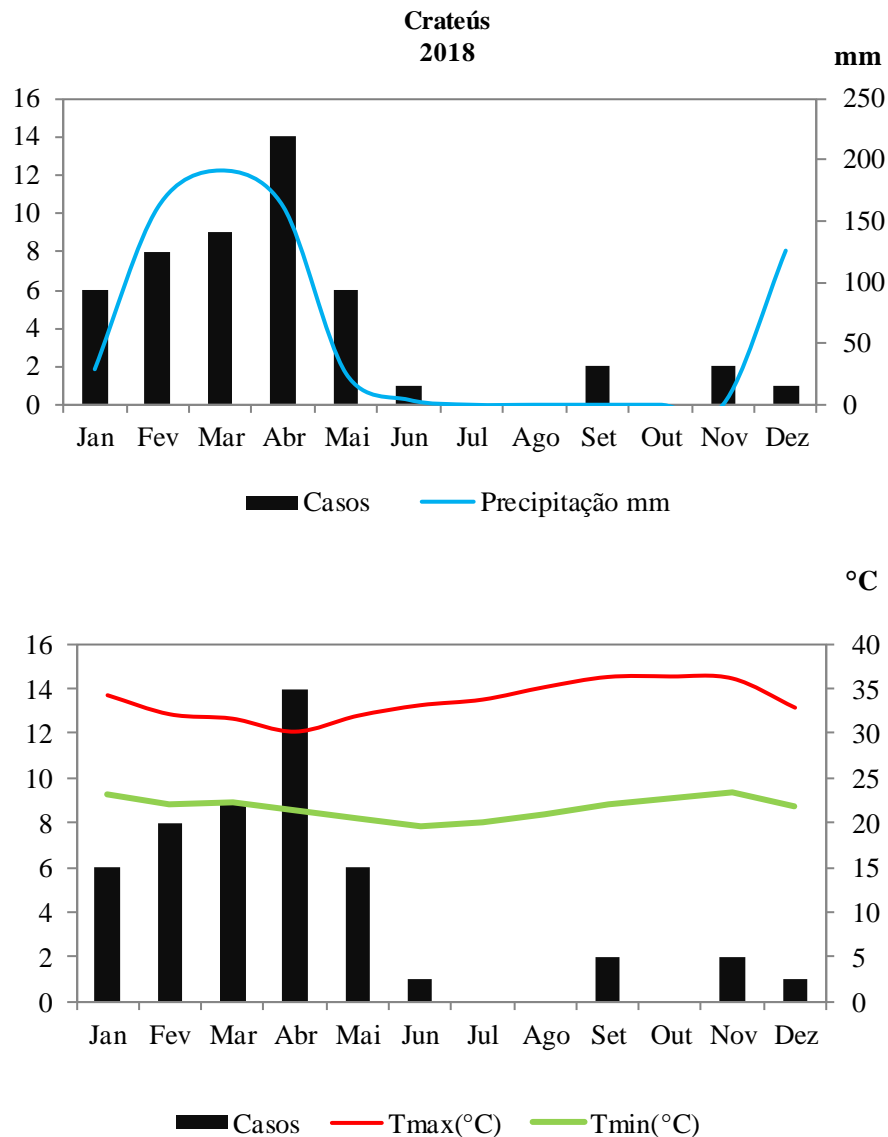
Gráfico 11 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2017



Fonte: dados da pesquisa.

O ano de 2018 foi caracterizado por uma redução considerável dos casos de dengue, com apenas 44 confirmados, 73,96% a menos que em 2017. Em relação aos meses do ano, o mês de abril foi o que apresentou o maior número de ocorrências ($n=80$). Choveu acima da média naquele ano, com um acumulado pluviométrico de 699 mm, 18% a mais do que a média histórica. A temperatura variou de 21° a 36°C. A seguir constam o Gráfico de 2018 e 2019, respectivamente (Gráfico 12).

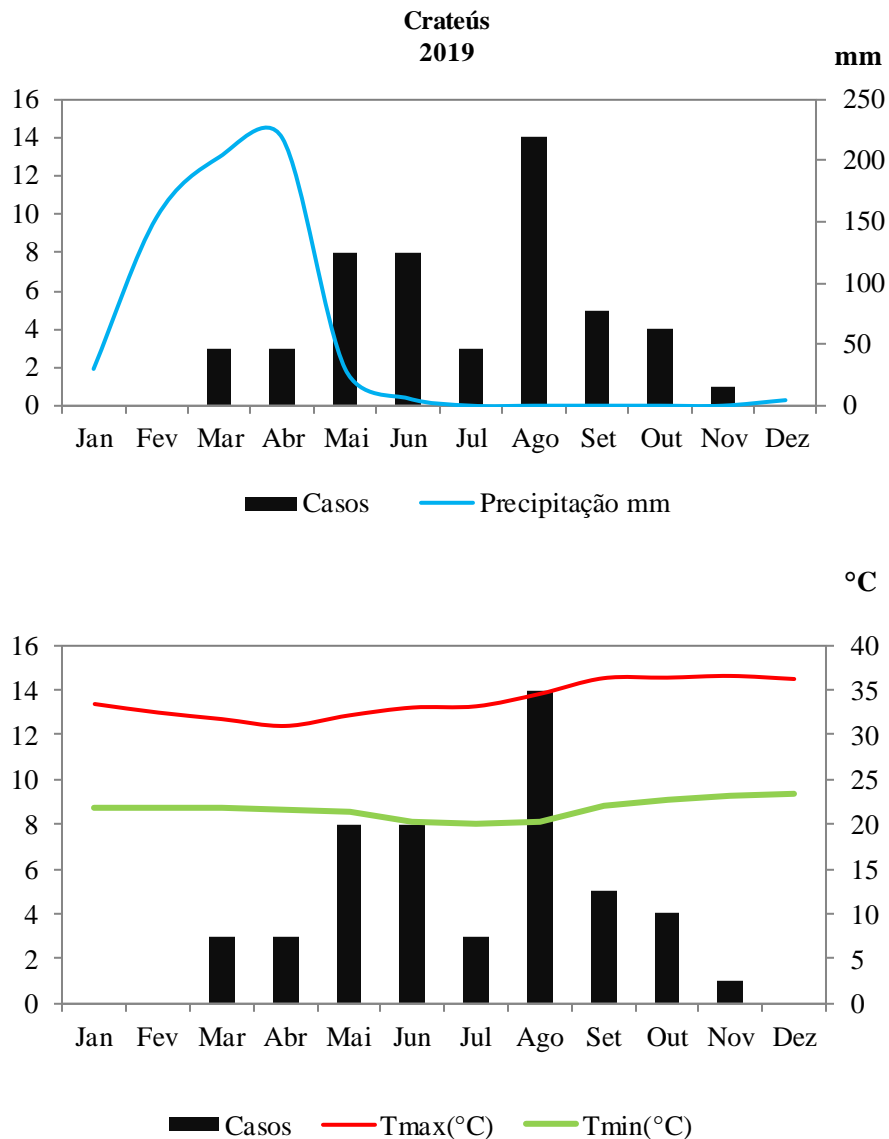
Gráfico 12 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2018



Fonte: dados da pesquisa.

Depois de 2012, 2019 foi o ano com menor número de casos positivos para dengue, notificando apenas 22 infectado durante todo o ano, 50% a menos que 2018. O volume acumulado de chuva ficou 9% acima da média histórica, um índice pluviométrico de 645 mm. A temperatura se manteve entre 21°C e 36°C (Gráfico 13).

Gráfico 13 - Distribuição mensal de casos confirmados de dengue, índice pluviométrico e temperatura em Crateús em 2019

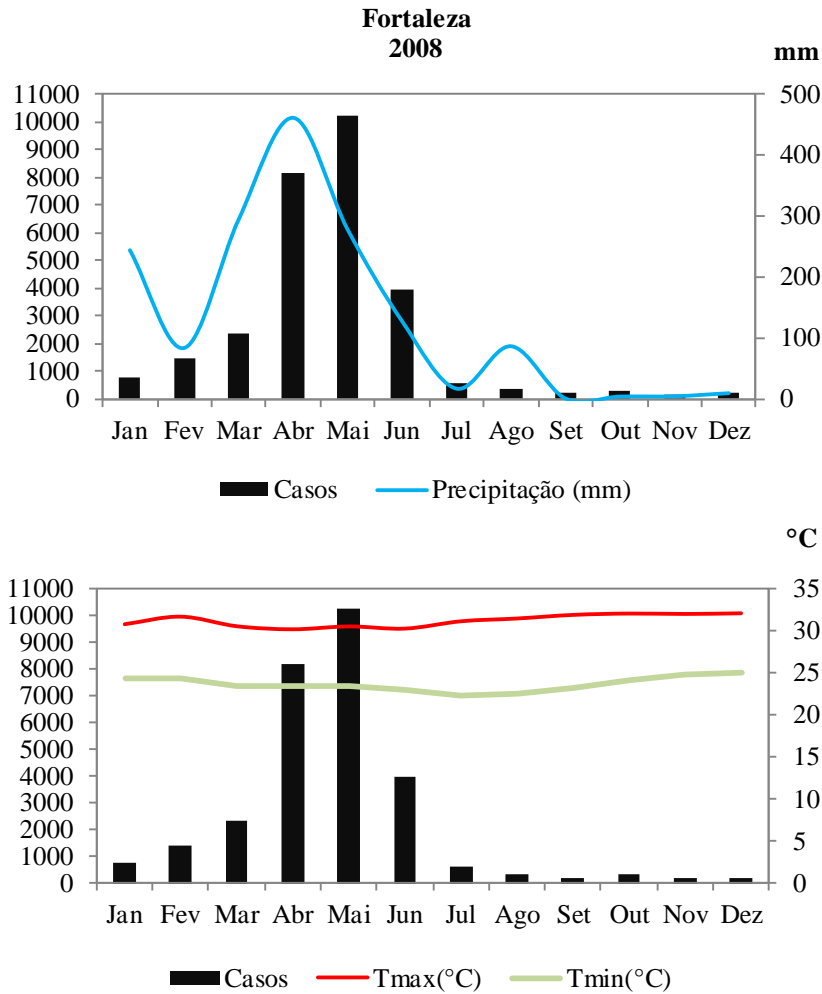


Fonte: dados da pesquisa.

5.4 Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue em relação à precipitação e à temperatura no município de Fortaleza-CE nos anos de 2008 a 2019

No ano de 2008, Fortaleza passou por uma epidemia de dengue, com mais de 20 mil confirmados. Maio foi o mês em que ocorreu o pico da doença ultrapassando os 10 mil positivos. O acumulado de chuva foi de 1605 mm (8,54% acima da média histórica de 1.479 mm/ano). A temperatura variou de 21°C a 32°C.

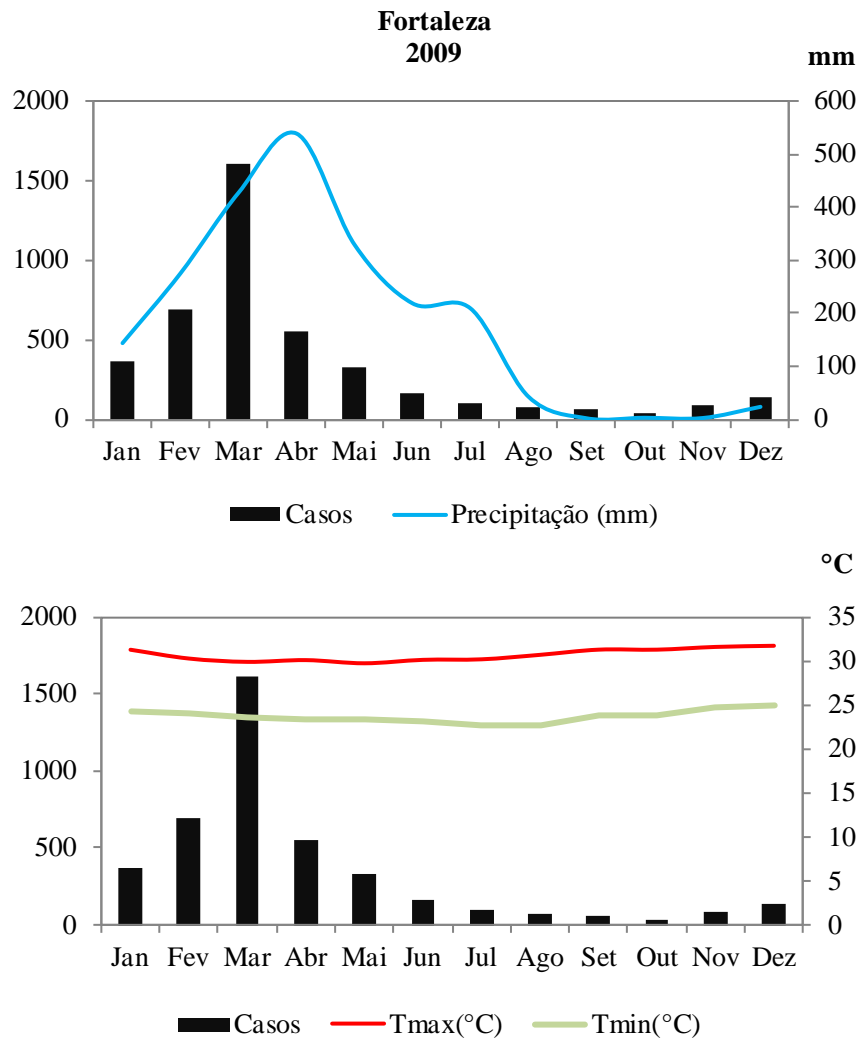
Gráfico 14 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2008



Fonte: dados da pesquisa.

Em 2009, houve uma redução nos casos confirmados de dengue, com 4125 infectados, o correspondente a 79,43% a menos que 2008. Porém, o acumulado de chuva aumentou, chegando a 2217 mm (49,89% a mais do que média histórica). A temperatura não sofreu uma variação expressiva, indo de 22°C a 31°C. O maior número de positivos ocorreu em março (n=1609), quando choveu 427 mm e a $T_{máx}$ ficou 29°C e a T_{min} , em 23°C.

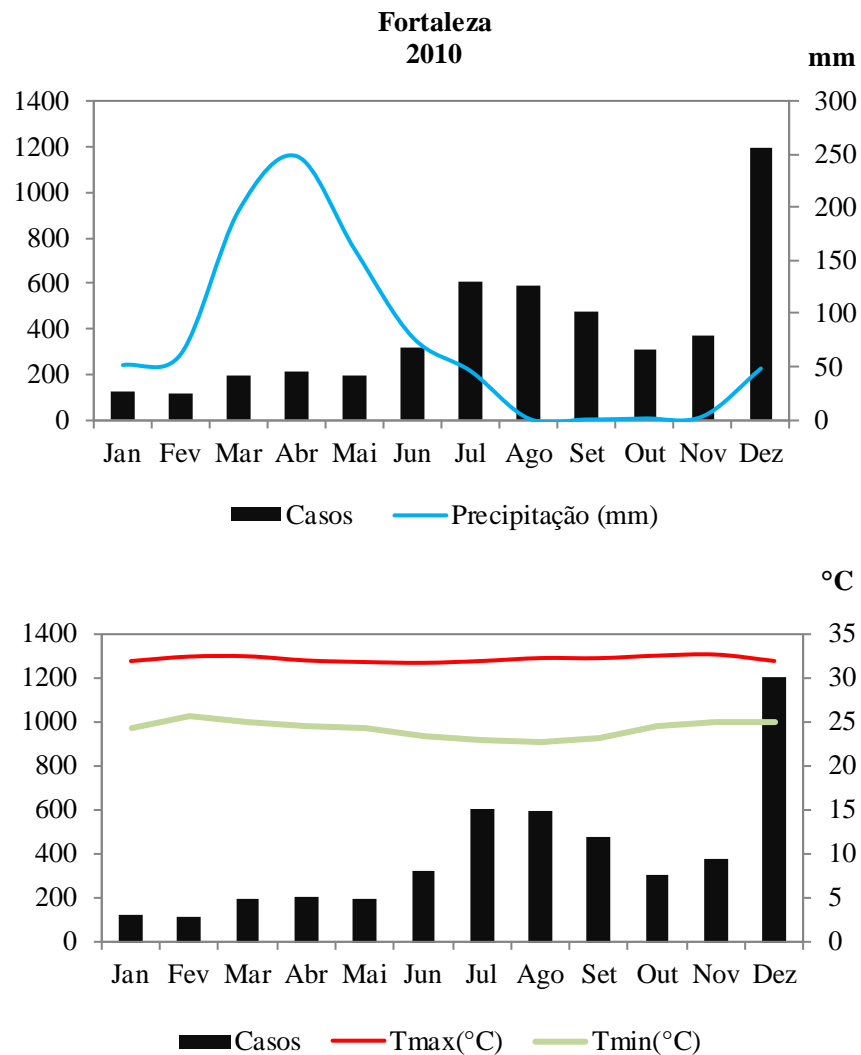
Gráfico 15 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2009



Fonte: dados da pesquisa.

Observou-se, em 2010, que os casos positivos continuaram diminuindo, ficando 17% e 83% a menos que 2009 e 2008, respectivamente. Foi um ano atípico, pois o pico da doença ocorreu em dezembro ($n=1.199$), 34% dos 3505 positivos daquele ano. O volume acumulado de chuva foi de 894 mm, 39,51% abaixo da média histórica de 1479 mm/ano. A temperatura variou entre 25°C e 34°C. No mês do pico, dezembro, choveu 23 e a temperatura variou entre 24°C e 31°C (Gráfico 16).

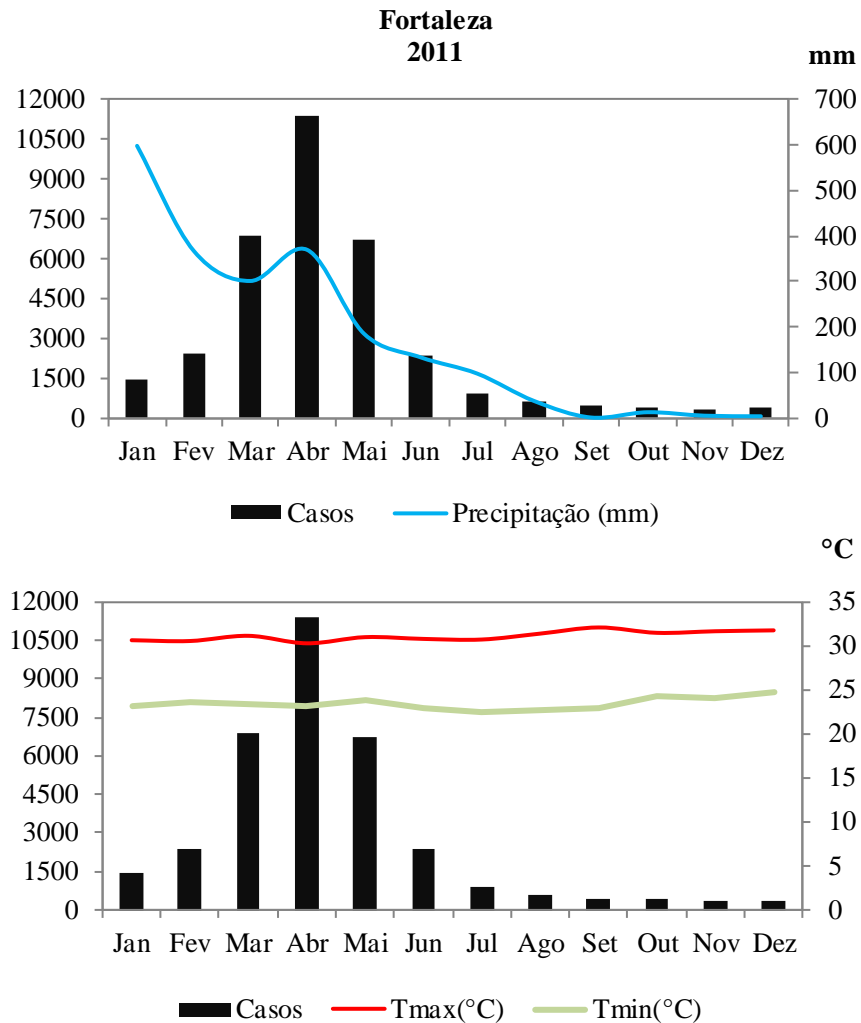
Gráfico 16 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2010



Fonte: dados da pesquisa.

Em 2011, houve um aumento nos casos confirmados de dengue em Fortaleza, chegando a 27.552 no ano, 686% a mais que 2010, o que caracteriza uma epidemia da doença, com uma média de 2.505 positivos por mês. O pico foi registrado logo em abril, tendo 11 mil confirmações para a doença. O acumulado de chuva foi o segundo maior da série temporal (2.103 mm), apenas 42,17% acima da média história de 2.104 mm. A temperatura ficou entre 24°C e 31°C, a mesma registrada em 2010.

Gráfico 17 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2011

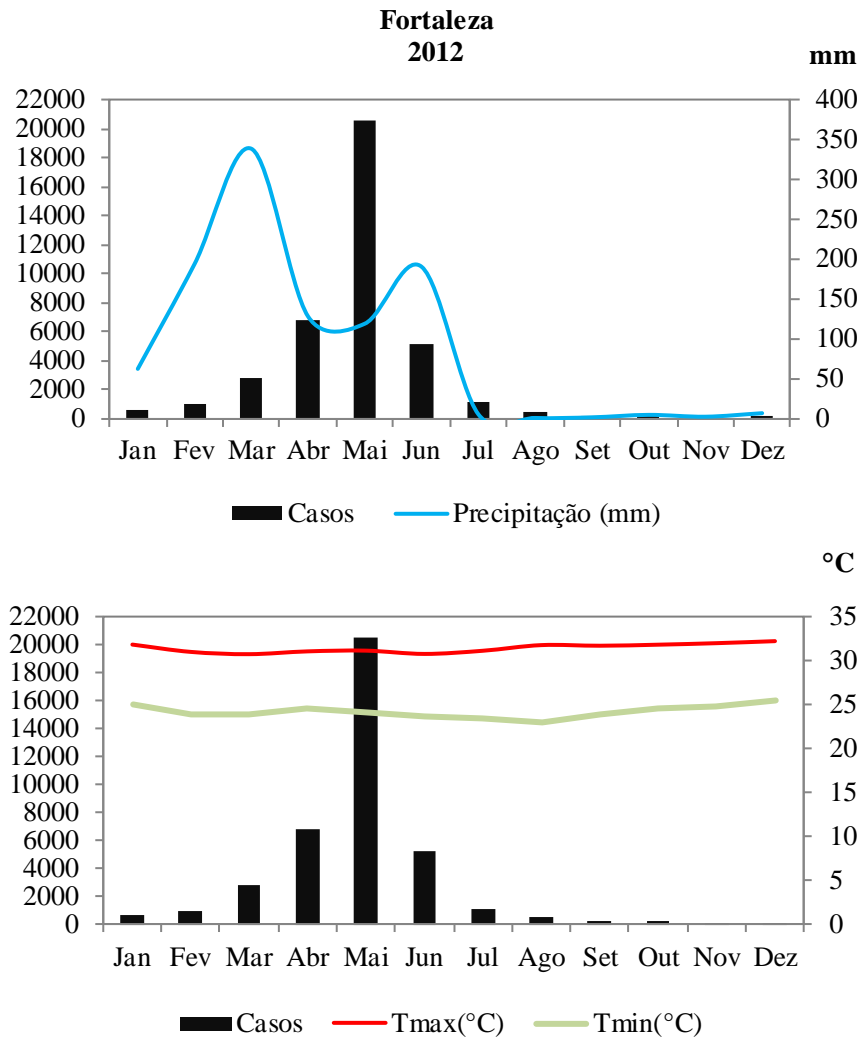


Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2012 (Gráfico18), o município de Fortaleza enfrentou mais uma epidemia de dengue, com um grande número de casos confirmados, ultrapassando a marca dos 39 mil, o maior de toda a série temporal. A média mensal foi de 3.251 e, em maio, houve mais de 20 mil casos positivos da doença na cidade, o equivalente a 53% do total daquele ano.

No entanto, no mesmo ano, os índices de precipitação um dos mais baixos da série (1.048 mm), ficando 29,12% abaixo da média histórica. Destaca-se que, após o mês de maio, os casos confirmados de dengue começaram a decrescer. Foi um ano relativamente mais quente que os anteriores, registrando $T_{máx}$ entre 30°C-32°C e a T_{min} , 23°C-25°C.

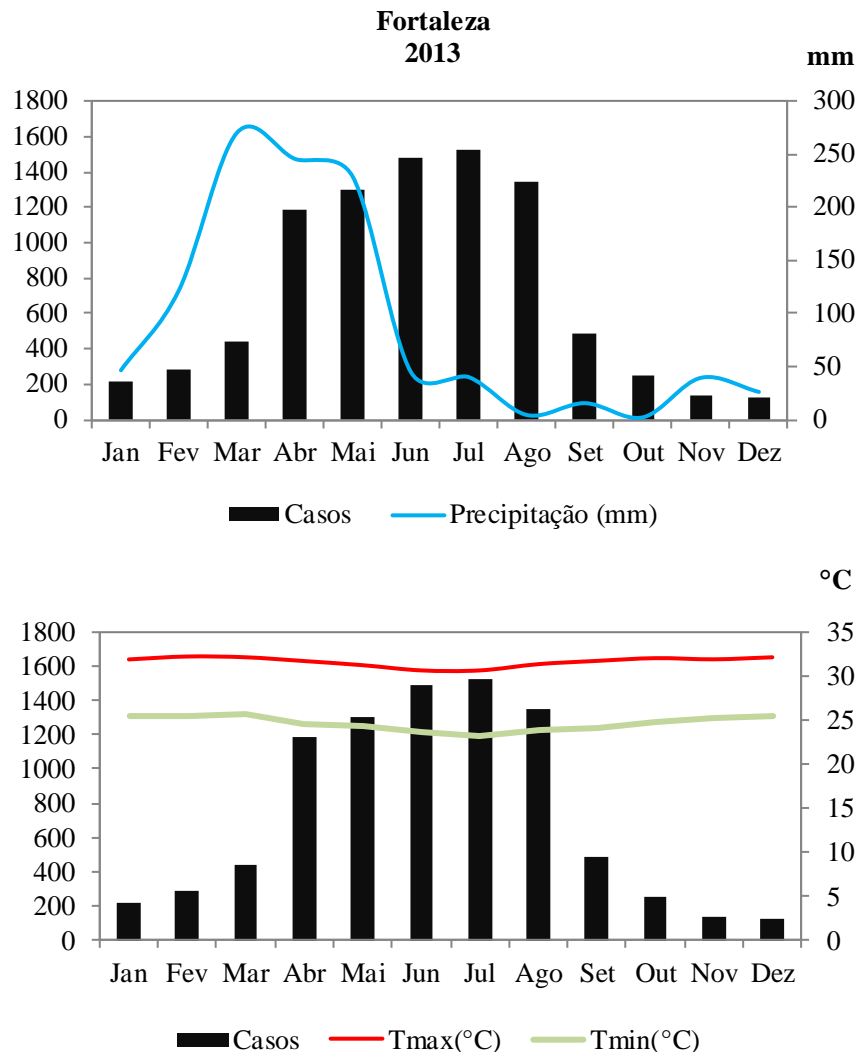
Gráfico 18 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2011



Fonte: dados da pesquisa.

Em relação ao ano de 2013, foi observado uma redução nos casos confirmados ($n=7.489$) de dengue, com 81% a menos que 2012. Esses casos passaram a se concentrar mais entre os meses de abril ($n=1.187$) e julho ($n=1.299$). Durante esses meses, a precipitação pluviométrica esteve na faixa de 270 mm, tendo uma queda a partir de maio do mesmo ano. A temperatura média durante esse período ficou entre 25°C e 32°C , o que se encaixa na faixa considerada moderada para a ocorrência da doença (Gráfico19).

Gráfico 19 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2013

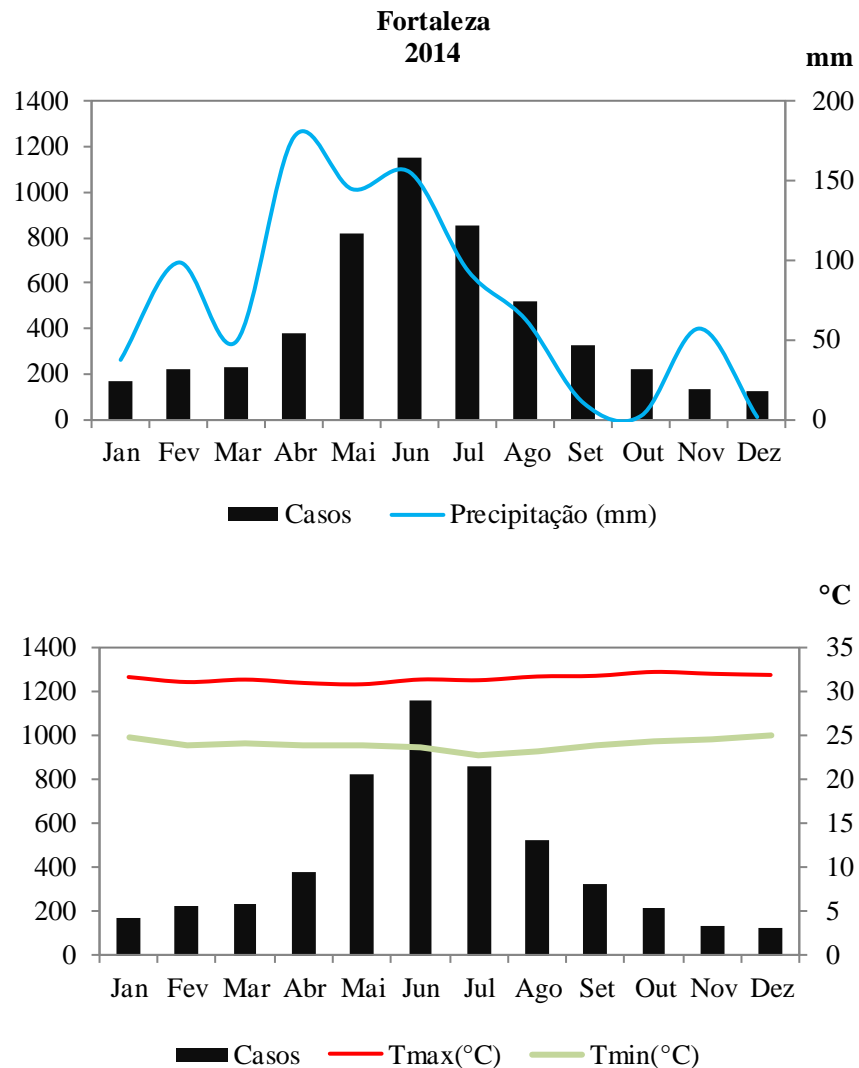


Fonte: dados da pesquisa.

Em 2014, foram confirmados 5.144, 31% a menos que em 2013. O acumulado de chuva foi menor do que o ano anterior (~889 mm), ficando 39,86% abaixo da média histórica do município. Os registros mostraram que a quantidade de casos teve uma tendência ascendente a partir de abril, atingindo seu pico em junho e, em seguida, uma queda a partir de julho. Coincidentemente, abril foi o mês com maior volume de chuva (~177 mm).

Deve-se considerar também as chuvas de janeiro a março (~184 mm), o que pode ter sido suficiente para a reprodução do mosquito. As temperaturas se mantiveram dentro da faixa observada nos anos anteriores (25°C a 32°C). Esses fatores combinados, ou seja, a quantidade de chuva (~889 mm) e a temperatura, podem ter contribuído para a propagação contínua da dengue ao longo do ano de 2014.

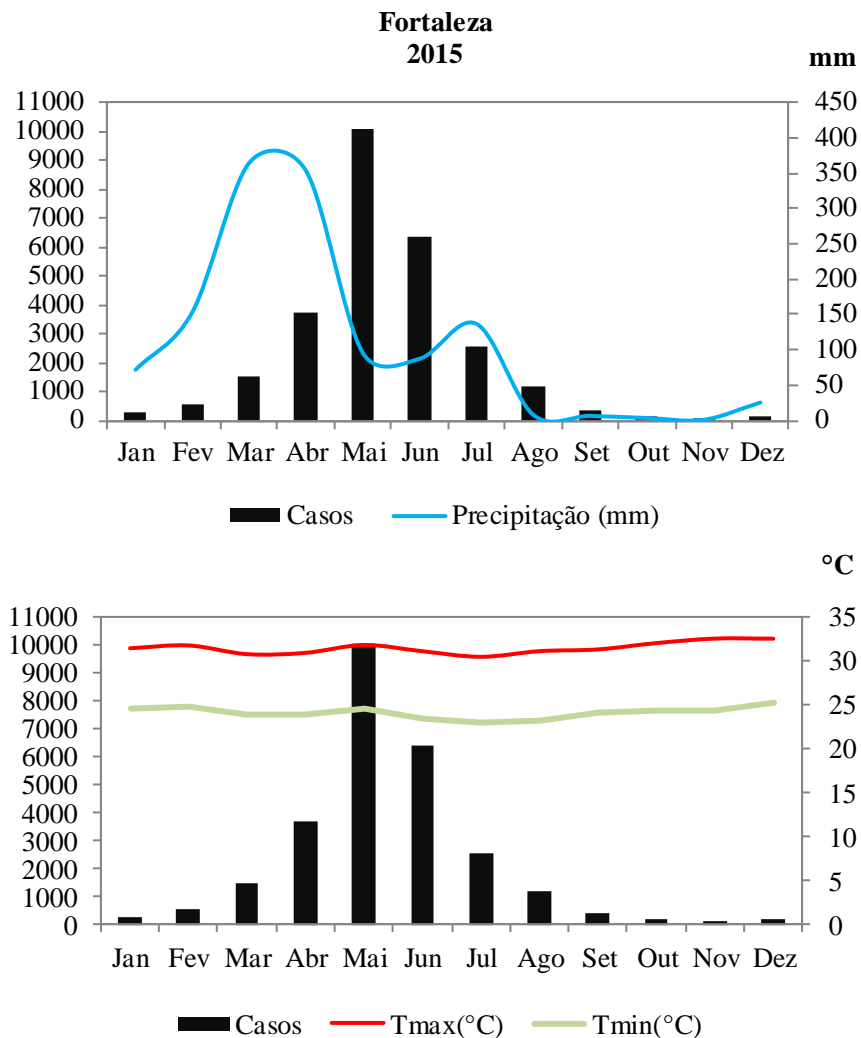
Gráfico 20 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2014



Fonte: dados da pesquisa.

O ano de 2015 teve um grande aumento dos casos positivos, 424% a mais do que 2014, o que parece caracterizar uma epidemia da doença em Fortaleza. O acumulado de chuva foi um pouco maior do que o ano anterior, 11,68% (~1306 mm) a menos. Os casos se concentraram em Maio, com mais de 10 mil positivos. Março (~364 mm) e Abril (~353 mm) foram os mais chuvosos, o que pode ter favorecido a criação de criadouros naturais do mosquito. A temperatura manteve em uma faixa de 23°C a 33°C.

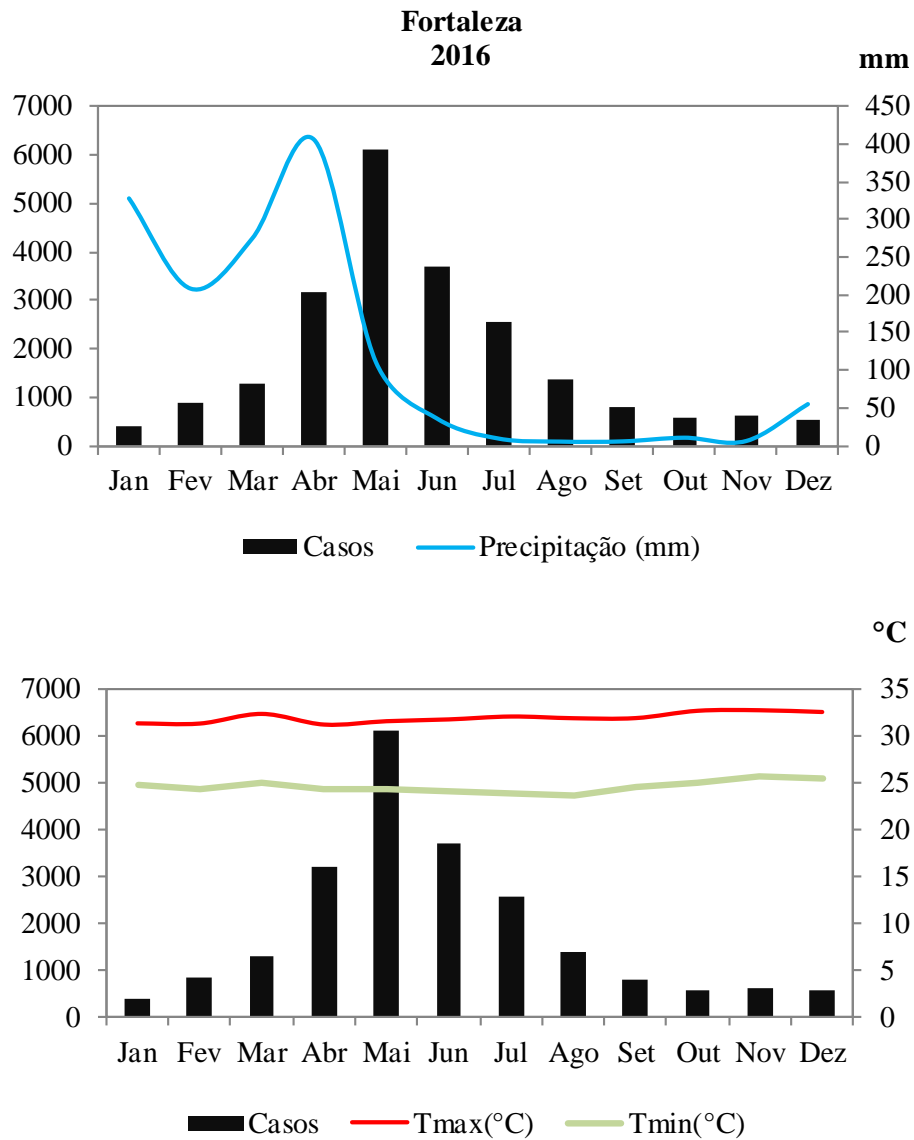
Gráfico 21 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2015



Fonte: dados da pesquisa.

A análise dos dados referentes a 2016 mostrou uma redução discreta na quantidade de casos confirmados de dengue ($n= 22.002$), em comparação ao ano anterior. Houve uma diminuição de 18% em relação a 2015. O acumulado anual de chuva foi de 1453 mm (1,75% abaixo da média histórica de 2.140 mm). A temperatura ao longo do ano não variou, ficando em uma faixa de 23 a 33°C (Gráfico 22).

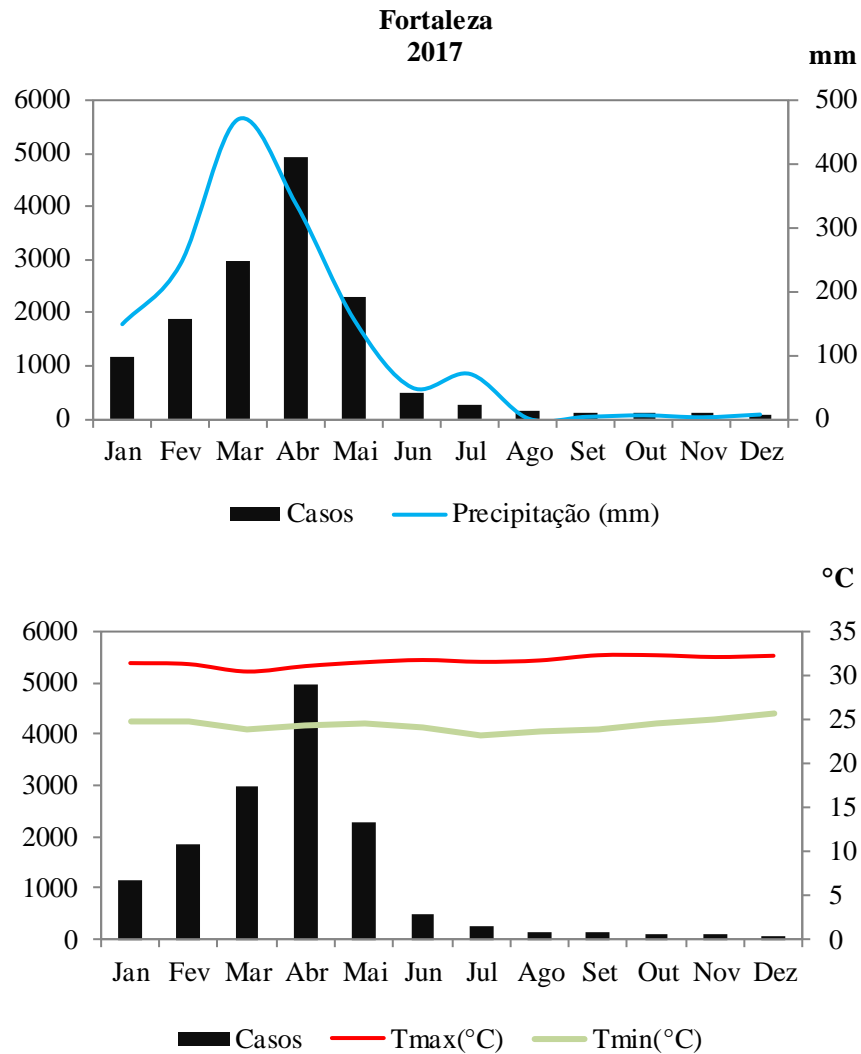
Gráfico 22 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2016



Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2017, os casos positivos continuaram diminuindo. O decréscimo foi de 34% em relação à 2016. O acumulado anual de chuva aumentou discretamente (1493 mm), o correspondente a 29,02% da média histórica de precipitação no município. A temperatura variou entre 25°C e 32°C (Gráfico 23).

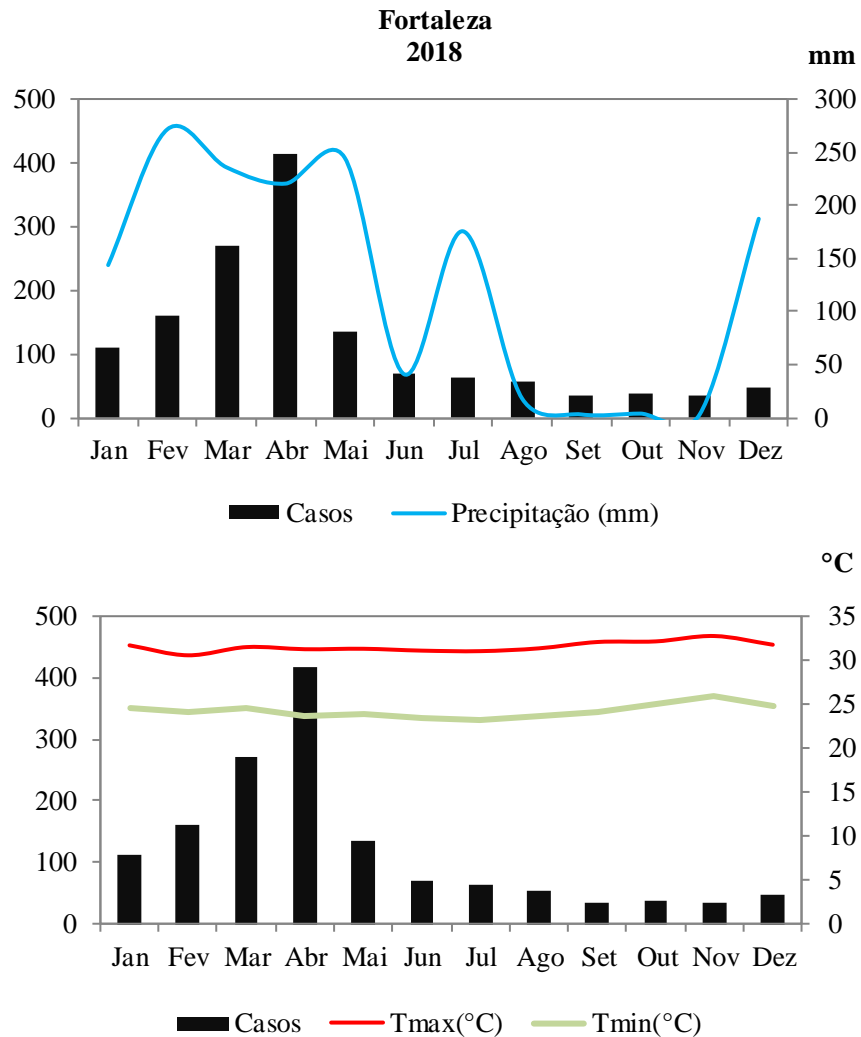
Gráfico 23 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2017



Fonte: dados da pesquisa.

Verificou-se que choveu ao decorrer do ano de 2018 (1549 mm), porém apenas 0,96% acima da média histórica. A precipitação máxima chegou a cerca de 280 mm, já no mês de Fevereiro. A ocorrência de dengue estava em nível crescente desde janeiro, atingindo o ápice em Abril (n=416). Embora tenha decrescido a partir de meados de Abril, a arbovirose ocorreu em todos os meses do segundo semestre, variando de 40 a 50 casos positivos.

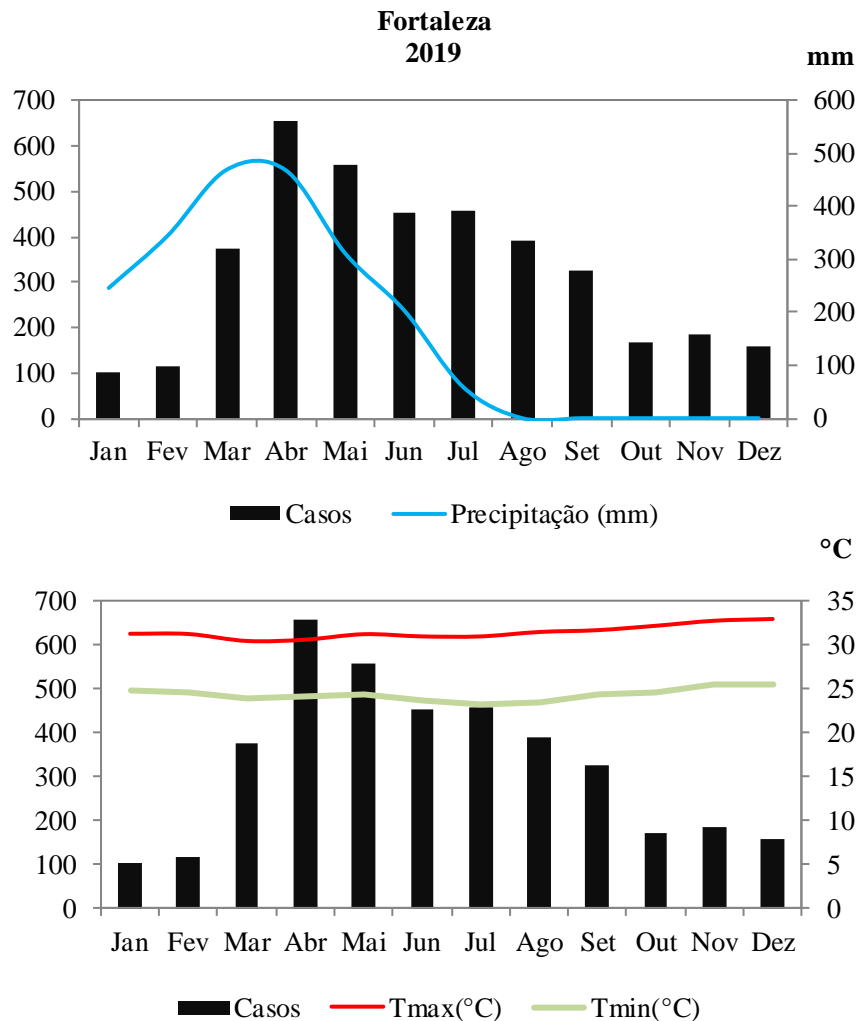
Gráfico 24 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2018



Fonte: dados da pesquisa.

O ano de 2019 teve um início atípico, com um aumento na ocorrência de casos confirmados de dengue, chegando a cerca de 100 casos. O mês de Janeiro foi especialmente chuvoso, registrando quase 300 mm de precipitação pluviométrica. O acumulado anual de chuva foi de 2104 mm (42,24% acima da média histórica de 1479 mm/ano). Durante todo o ano, a temperatura ficou dentro da faixa de 23°C a 33°C, sem apresentar alterações significativas em relação aos anos anteriores da série analisada.

Gráfico 25 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Fortaleza em 2019

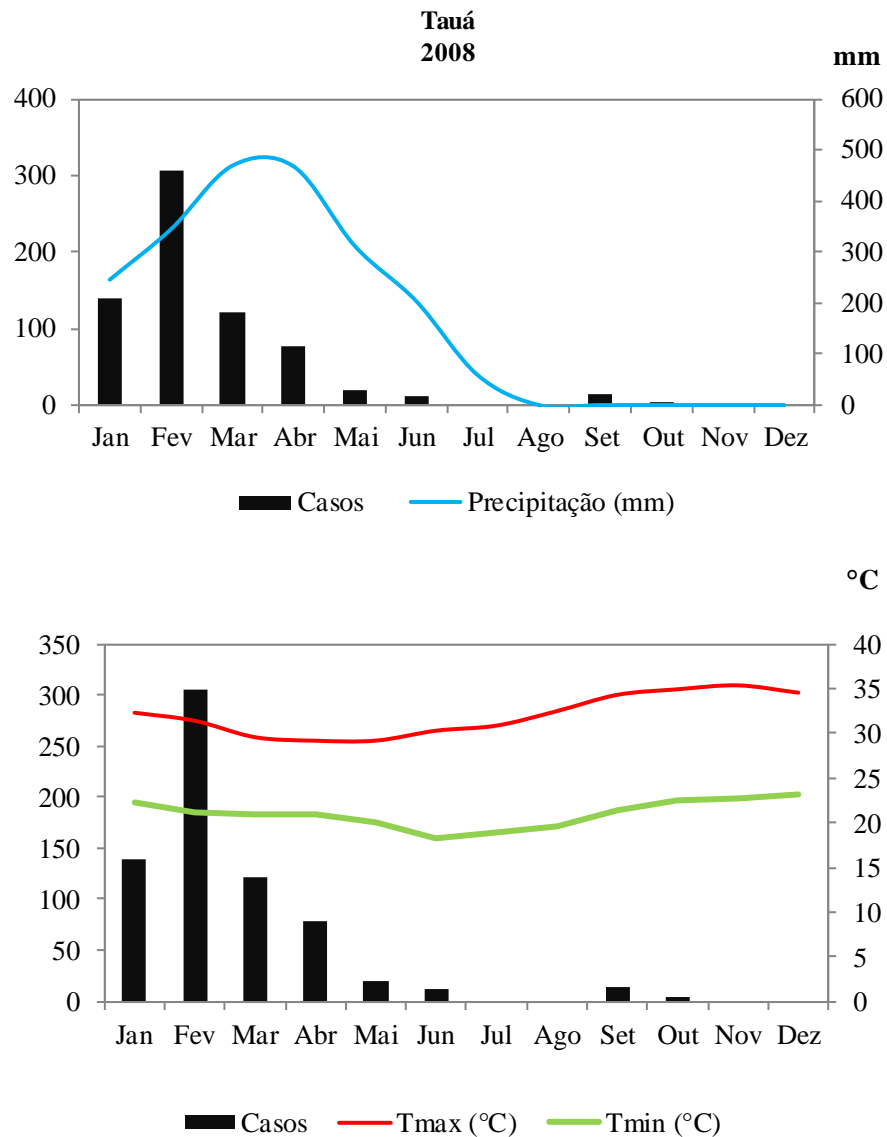


Fonte: dados da pesquisa.

5.5 Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue em relação à precipitação e à temperatura no município de Tauá-CE nos anos de 2008 a 2019

Em Tauá, no ano de 2008, houve um registro de casos positivos de dengue de 693. Esses números atingiram um pico em Fevereiro, chegando a 306 infectados. A partir desse ponto, ocorreu uma diminuição gradual de casos, chegando quase a zero nos meses de Julho e Agosto. Choveu 61,10% (756 mm) acima da média histórica de 496 mm/ano. A temperatura variou de 18°C a 35°C. Importa destacar que a linha de crescimento dos casos e da precipitação seguem direções opostas, o que aponta para a possibilidade da relação inversa entre as duas variáveis. O primeiro semestre tende a ser o que apresenta maior número de casos da arbovirose (Gráfico 26).

Gráfico 26 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2008



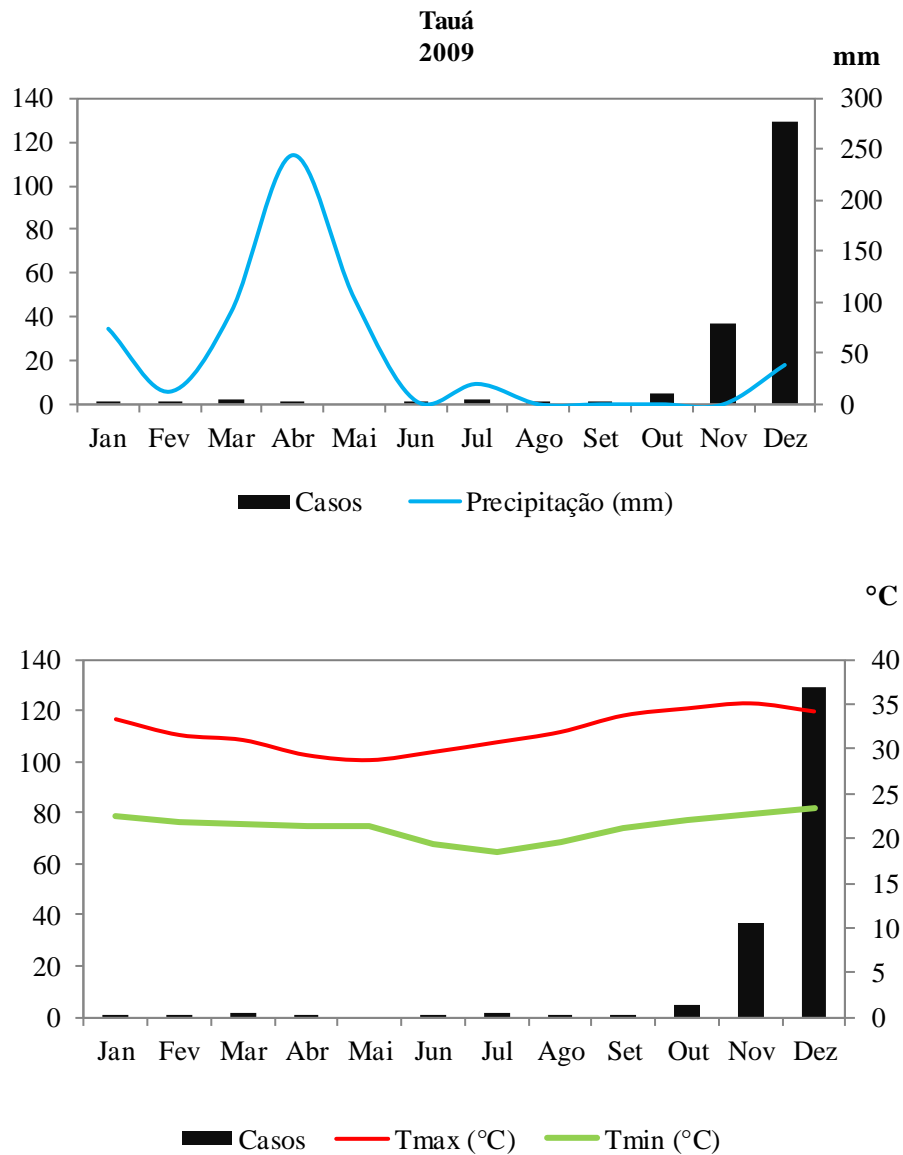
Fonte: dados da pesquisa.

O ano de 2009 apresentou uma dinâmica bem diferente em relação ao ano anterior, com 181 casos (74% a menos do que em 2008). O mês de Janeiro começou com um número quase zero de casos positivos de dengue. Essa situação permaneceu assim durante a maior parte do ano, até meados de Outubro, quando houve um aumento na ocorrência da arbovirose, que chegou a registrar mais de 100 casos em dezembro (Gráfico 27).

Vale destacar que 2009 foi um ano chuvoso, 587 mm, 25% acima da média histórica. As precipitações ocorrendo em quase todos os meses do ano. O mês de Abril foi o mais chuvoso, com um acumulado de mais de 250 mm de chuva. No que diz respeito às

temperaturas, houve uma flutuação dos valores ao longo do ano. As temperaturas mínimas registradas ficaram próximas a 20°C, enquanto as máximas chegaram a ultrapassar os 35°C.

Gráfico 27 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2009

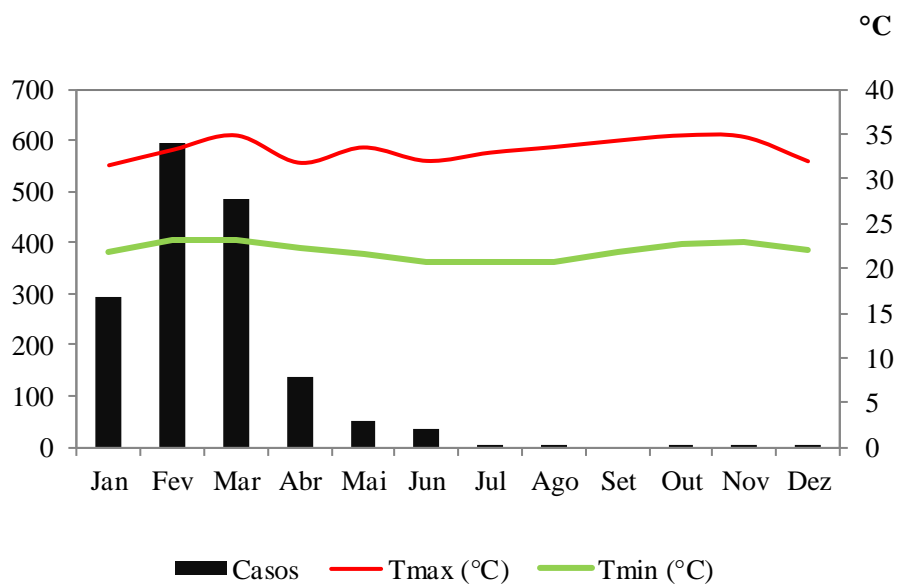
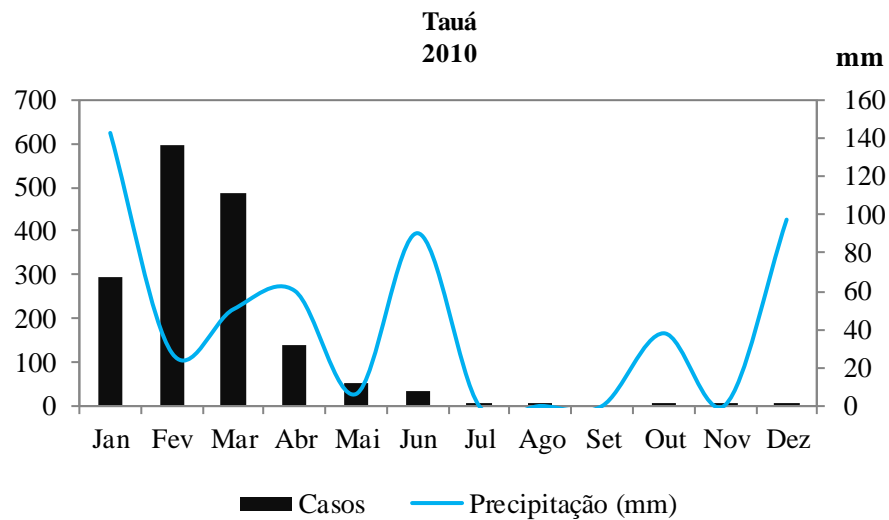


Fonte: dados da pesquisa.

Em 2010, Tauá sofreu uma epidemia de dengue com 1620 casos, um aumento de 795% em relação a 2009. Janeiro registrou quase 300 casos, e em fevereiro, quase 600. O ano teve pouca chuva, com 513 mm de precipitação anual, apenas 9,41% acima da média

histórica. Abril foi o mês mais chuvoso, com pouco mais de 100 mm. A temperatura variou entre 22°C e 31°C.

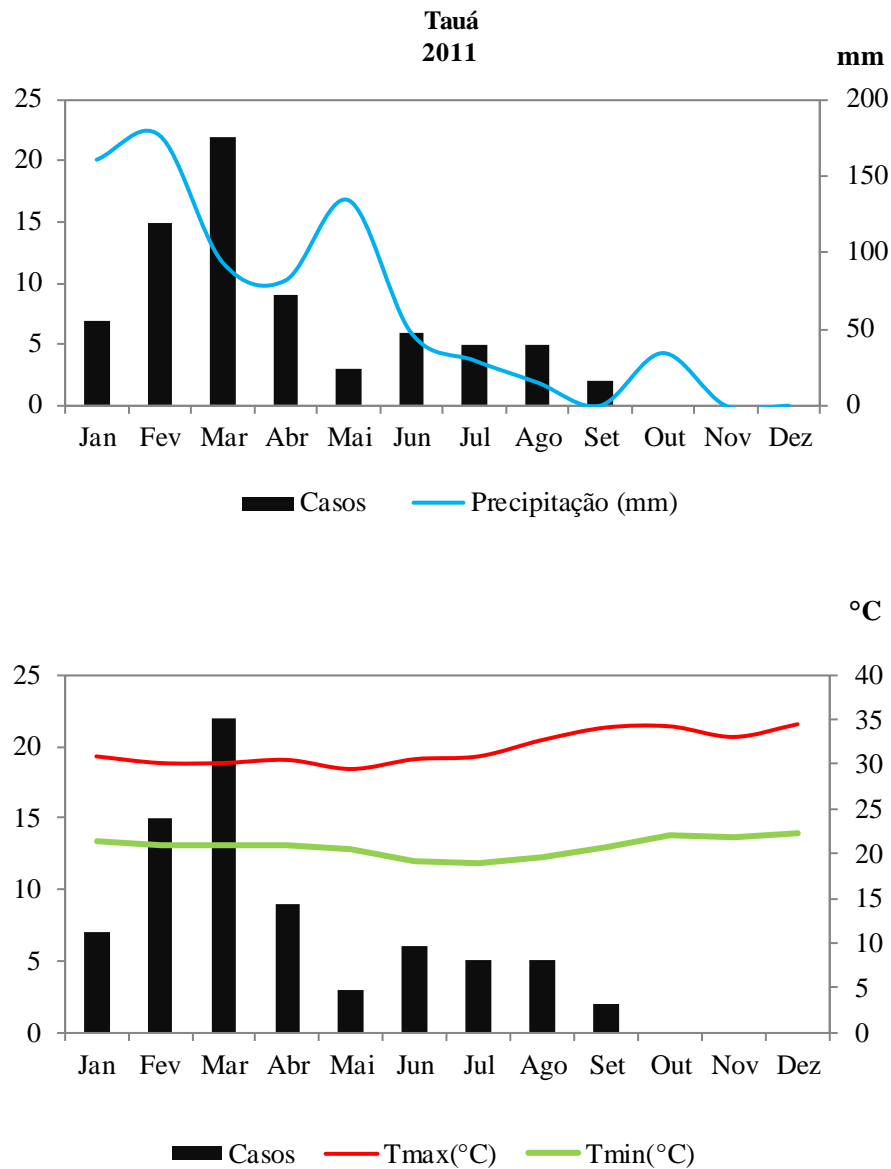
Gráfico 28 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2010



Fonte: dados da pesquisa.

Em contraste com a epidemia de dengue em 2010, 2011 só registrou 74 positivos, 95% a menos que o ano anterior. Choveu 64,91% acima da média de 496 mm, um acumulado anual de 774 mm. A temperatura ficou entre 22°C e 32°C. Note-se que o ano de epidemia antecedeu um ano de poucos casos positivos, além disso teve um aumento do volume de chuva, 51% a mais do que 2010.

Gráfico 29 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2011



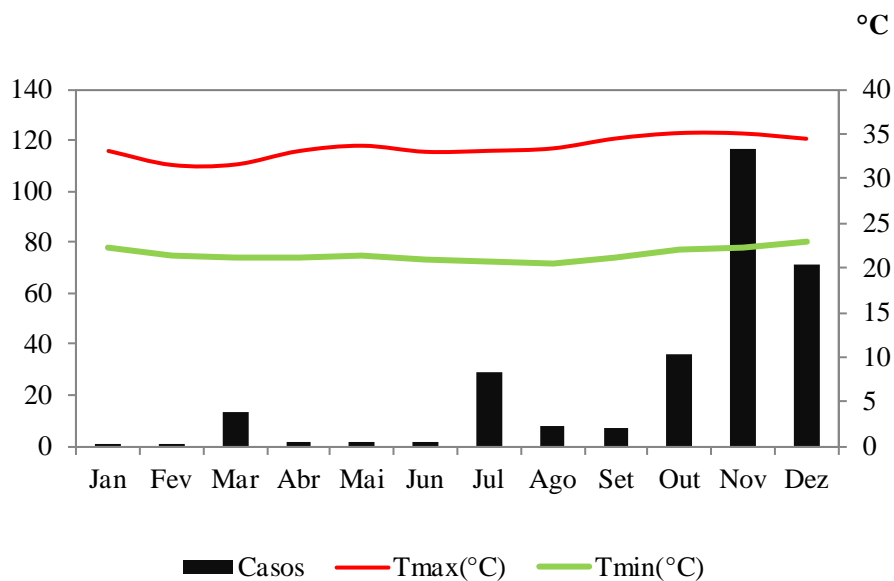
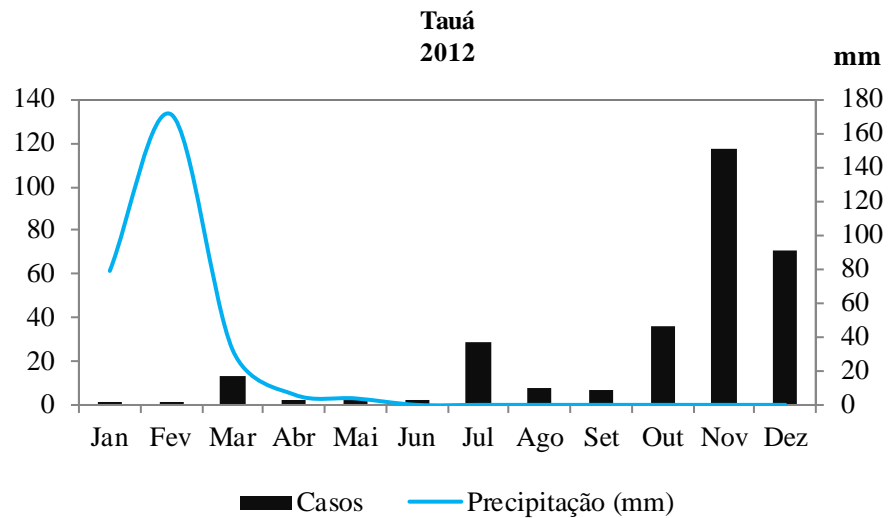
Fonte: dados da pesquisa.

O ano de 2012 apresentou um comportamento incomum em relação à incidência de casos de dengue (n=289), com 291% infectados a mais do que em 2011. Durante o primeiro semestre, não houve quase registro da doença na região. No entanto, a partir de setembro, os casos começaram a aumentar gradualmente, atingindo seu pico em Novembro (n=117), antes de começar a diminuir novamente.

Além disso, o ano de 2012 foi caracterizado pela escassez de chuva (292 mm), 37,68% abaixo da média histórica e 62% a menos do que 2011. Embora tenha chovido no primeiro semestre, o maior índice pluviométrico registrado foi de cerca de 70 mm. Em relação

às temperaturas, o ano de 2012 apresentou uma variação semelhante aos anos anteriores, com mínimas em torno de 22°C e máximas em torno de 34°C.

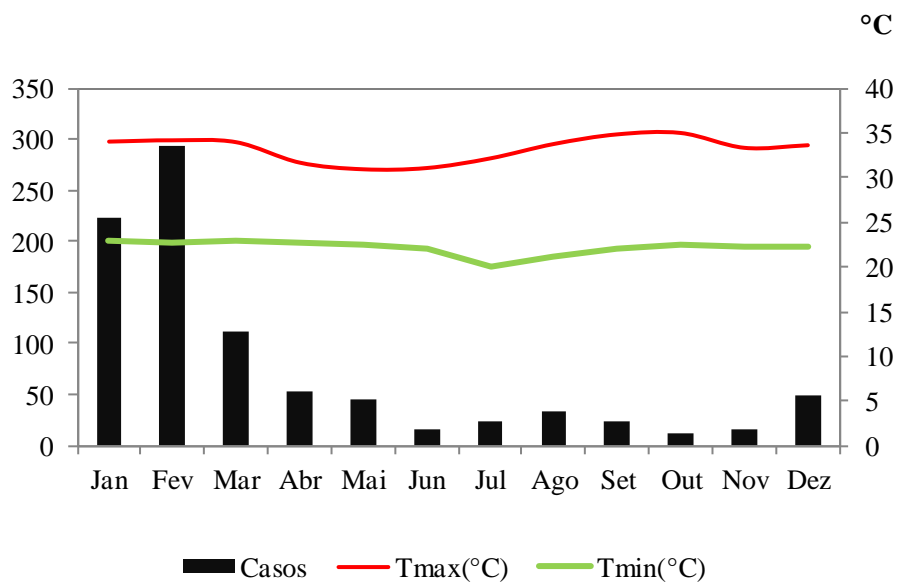
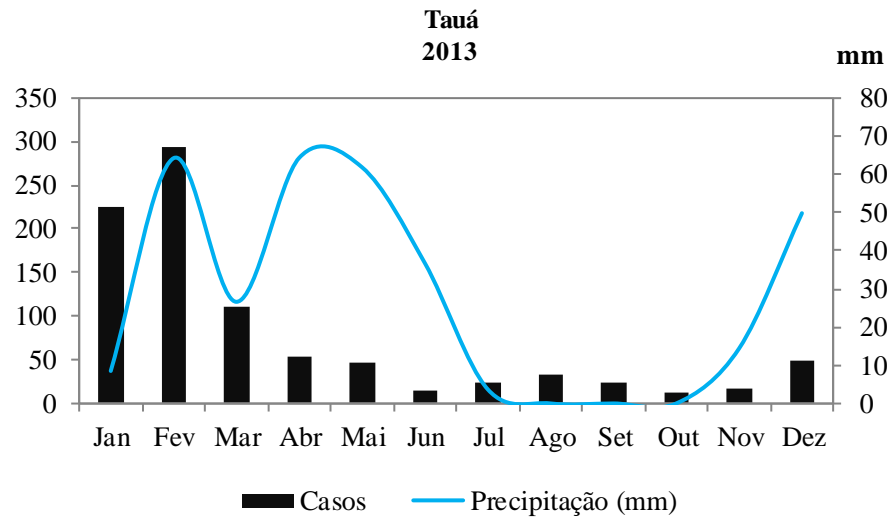
Gráfico 30 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2012



Fonte: dados da pesquisa.

Em 2013, o número de casos positivos de dengue em Tauá continuou a aumentar, seguindo a tendência do ano anterior, com 224 casos já em Janeiro. Ao todo, foram registrados 899 casos positivos, um aumento de 39,02% em relação a 2012. O volume de chuva aumentou em 13% em comparação a 2012, alcançando 330 mm, porém ficou 29,72% abaixo da média histórica. As temperaturas variaram entre 20°C e 35°C.

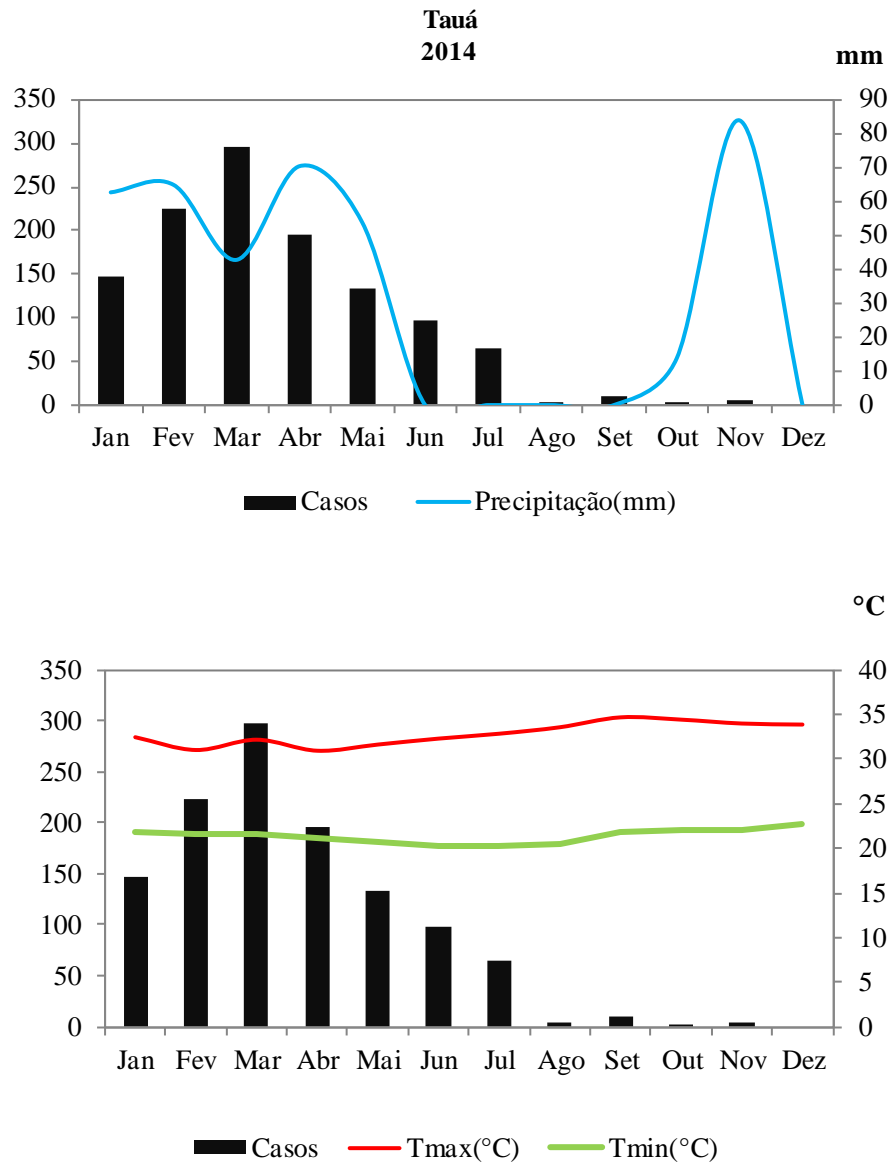
Gráfico 31 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2013



Fonte: dados da pesquisa.

A análise dos dados mostraram o ano de 2014 foi marcado por um aumento expressivo nos casos positivos de dengue em Tauá ($n=1182$), 82,78% a mais do que em 2013, indicando uma epidemia. Esse aumento coincidiu com uma precipitação pluviométrica inferior a média histórica em 16,45%. O volume de chuva naquele ano foi de 392 mm, o que representa um acréscimo de 19% em relação ao ano anterior. Quanto às temperaturas, ficou entre 19°C e 35°C ao longo do ano, mantendo-se dentro da faixa observada anteriormente (Gráfico 32).

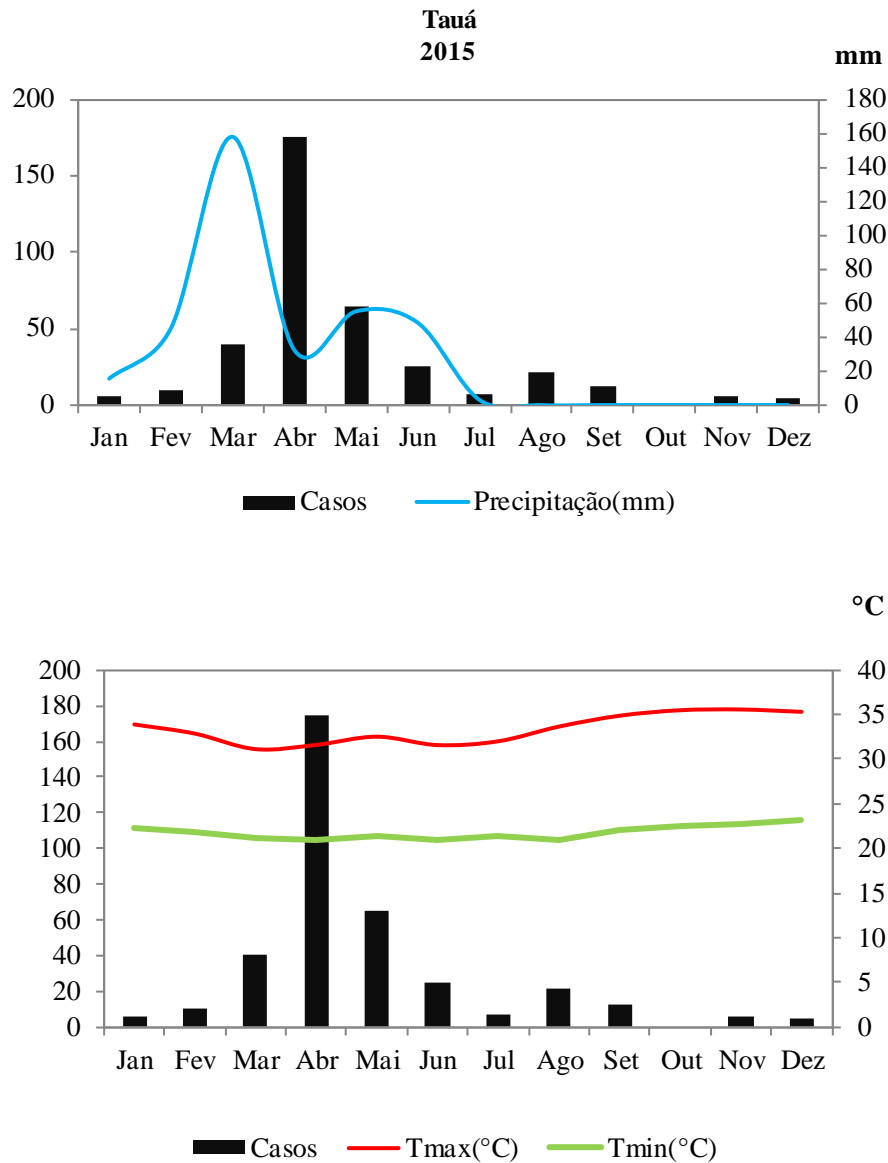
Gráfico 32 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2014



Fonte: dados da pesquisa.

Em 2015, Tauá continuou a registrar um declínio significativo nos casos positivos de dengue. Foram relatados apenas 372 casos, representando uma redução de 69% em comparação com o ano de 2014. No que diz respeito ao clima, o volume de chuva alcançou 358 mm, ficando 23,71% abaixo da média histórica. As temperaturas permaneceram dentro da faixa de 20°C a 35°C (Gráfico 33).

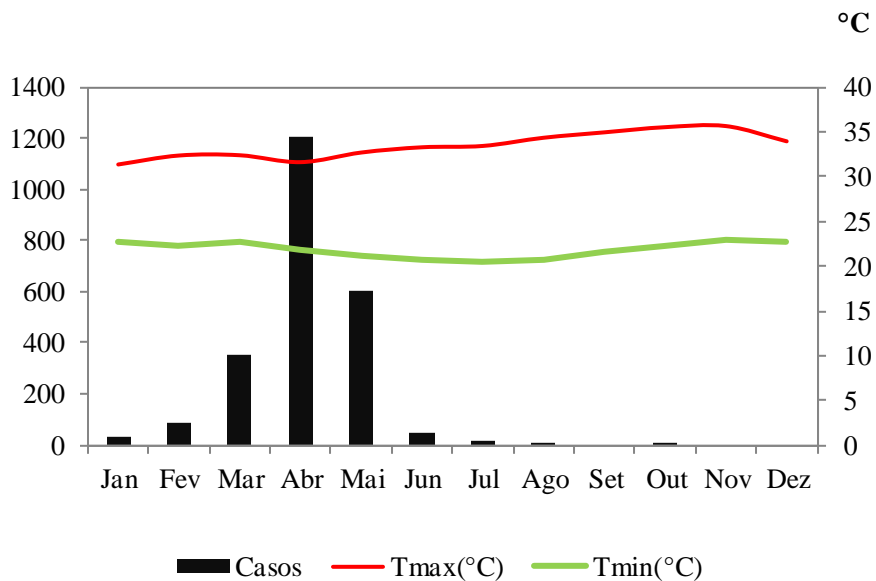
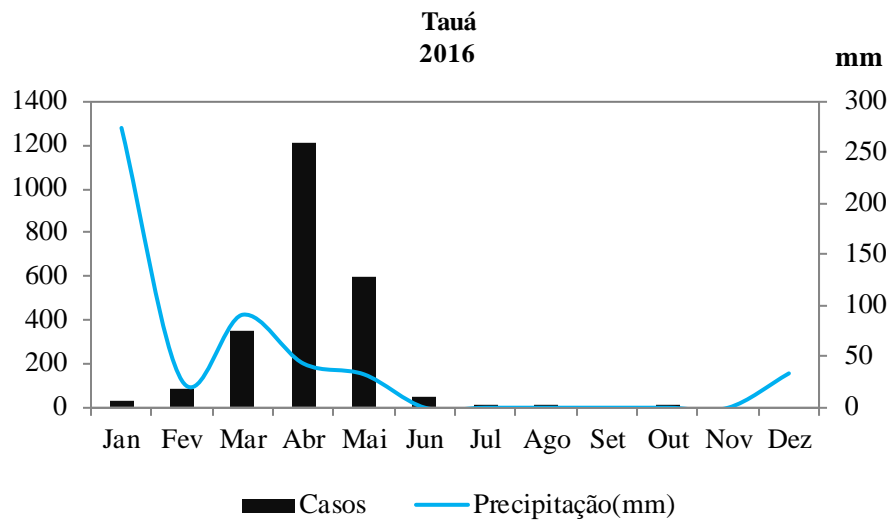
Gráfico 33 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2015



Fonte: dados da pesquisa.

Em 2016, houve uma epidemia em que foram registrados 2351 casos, representando um aumento de 532% em relação ao ano anterior. Em termos climáticos, o volume de chuva atingiu 500 mm, superando a média histórica em 6,64%. As temperaturas se mantiveram dentro da faixa de 20°C a 35°C, sem grandes variações. Esses dados revelam uma mudança significativa no cenário da dengue em Tauá, com um número alarmante de casos reportados (Gráfico 34).

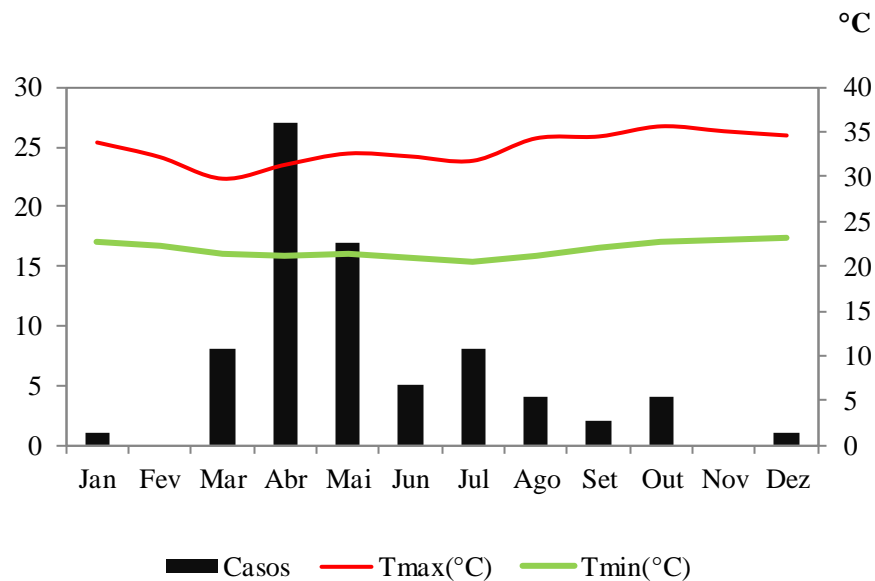
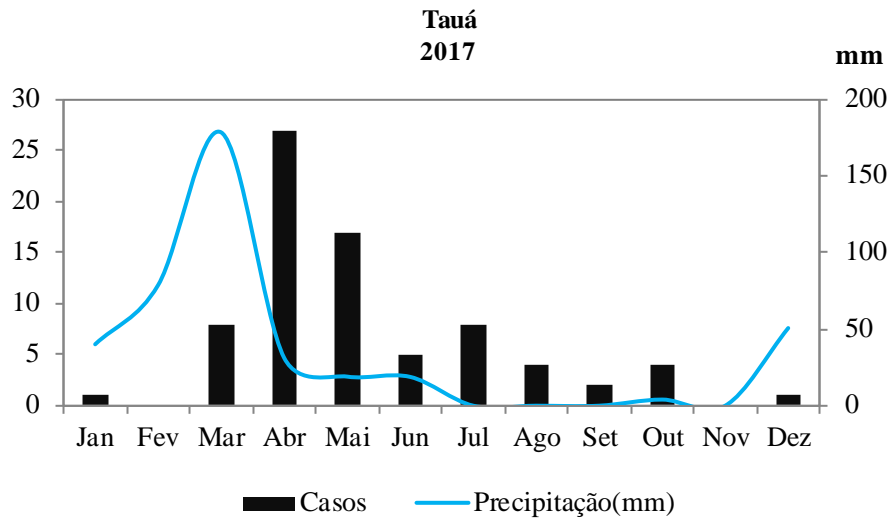
Gráfico 34 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2016



Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2017, houve uma notável redução nos casos de dengue. Apenas 77 casos foram registrados, o que representa uma queda de 97% em relação ao ano anterior. A precipitação alcançou 421 mm, ficando 10,31% abaixo da média histórica. As temperaturas permaneceram dentro da faixa de 20°C a 35°C, sem grandes variações (Gráfico 35).

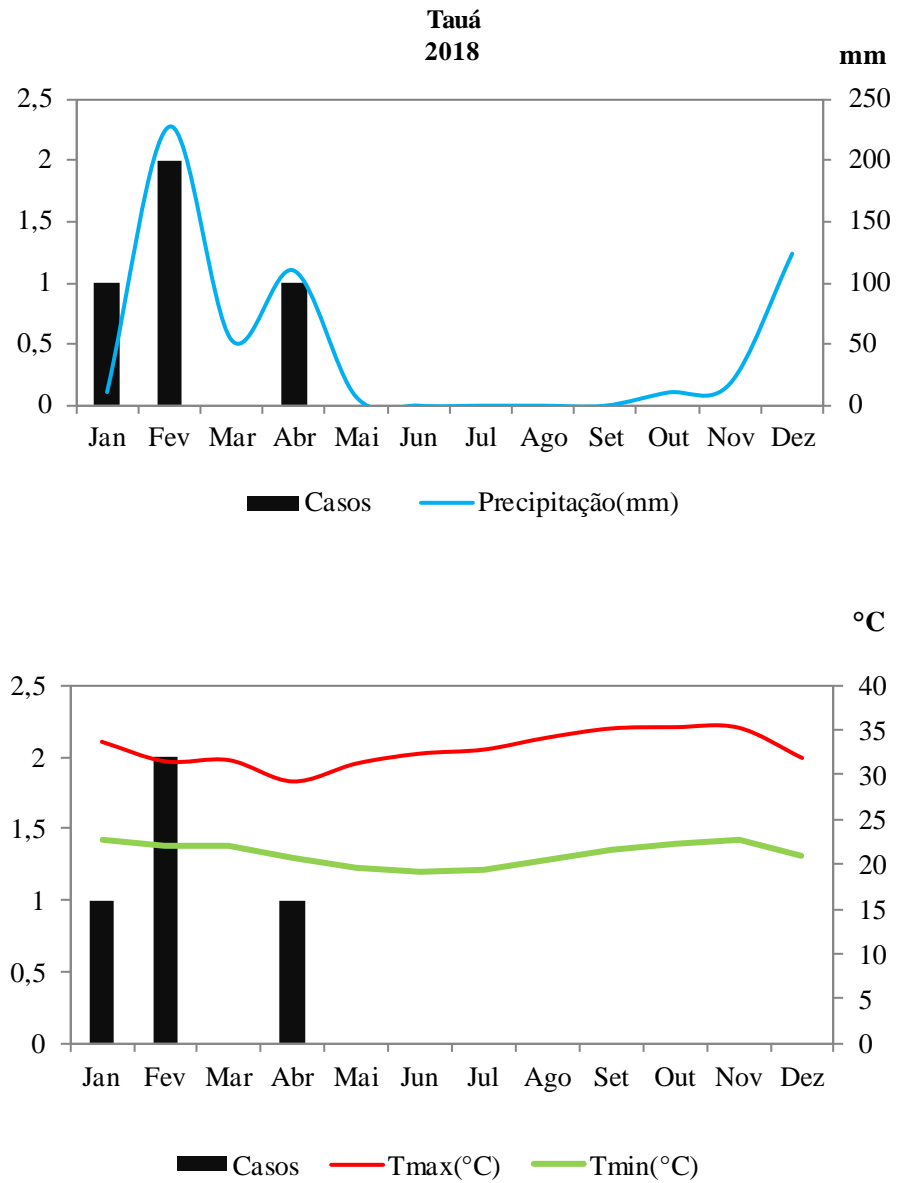
Gráfico 35 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2017



Fonte: dados da pesquisa.

A partir do Gráfico 36, pode-se ver que o município de Tauá registrou poucos casos confirmados de dengue em 2018 ($n=4$), 95% a menos que em 2017. O acumulado de chuva foi de 562 mm, 19,82%. Novamente, as linhas referentes à dengue e à precipitação mostraram configurações distintas, corroborando a conjectura de que, à medida que uma segue uma linha crescente a outra segue o sentido oposto. A temperatura variou de 19°C a 35°C (Gráfico 36).

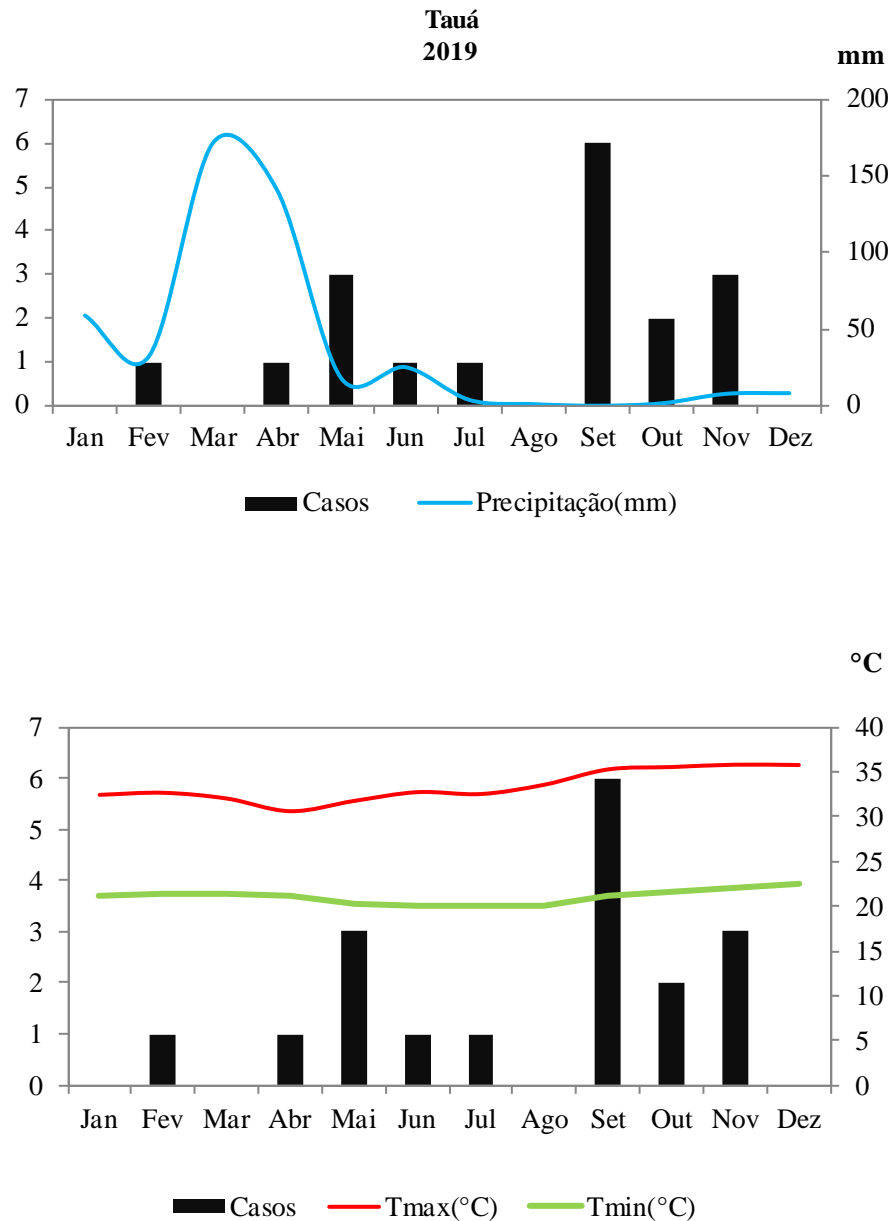
Gráfico 36 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2018



Fonte: dados da pesquisa.

O ano de 2019 foi semelhante a 2018. Houve uma baixa ocorrência de dengue, enquanto que a precipitação foi mais elevada, alcançando mais de 160 mm em março. No mesmo ano, a temperatura esteve entre 20°C e 35°C. A temperatura ficou entre 20°C e 35°C.

Gráfico 37 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Tauá em 2019

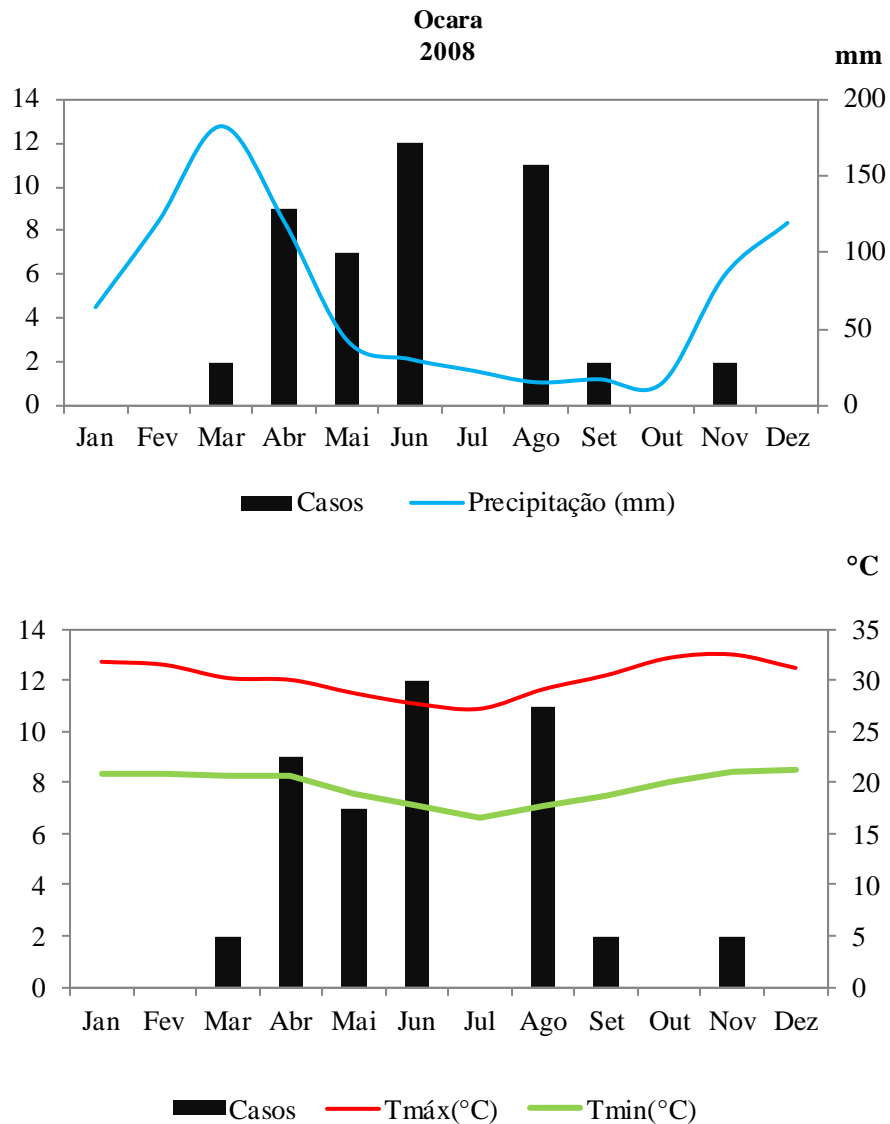


Fonte: dados da pesquisa.

5.6 Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue em relação à precipitação e à temperatura no município de Ocara-CE nos anos de 2008 a 2019

Em Ocara, em 2008, registrou-se 45 casos positivos, abaixo de 20 casos mensais. No entanto, a quantidade de chuvas foi abundante, ultrapassando mais de 834 mm (16,13% acima da média histórica de 718,95 mm/ano). Choveu em todos os meses, apresentando uma tendência decrescente a partir de Março e um aumento progressivo de Outubro a Dezembro, quando chegou a quase 120 mm. A temperatura variou entre 16°C e 32°C (Gráfico 38).

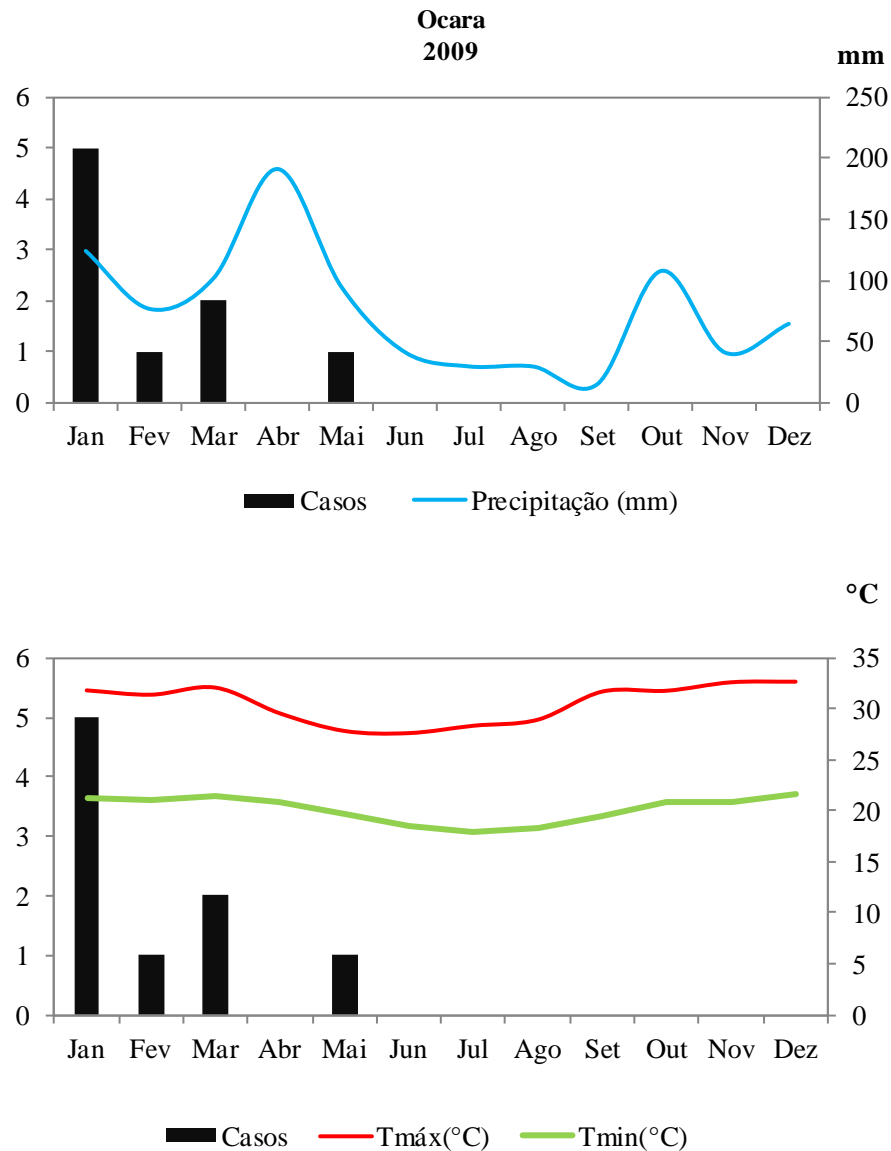
Gráfico 38 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2008



Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2009, ocorreu um baixo número de casos confirmados de dengue, com apenas nove ocorrências no ano (80% a menos que 2008). Choveu 27,77% acima da média histórica de 718,95 mm/ano, principalmente em Abril, quando foram registrados mais de 200 mm de precipitação. A precipitação foi constante em todos os meses, mas os casos de dengue permaneceram abaixo de 50 durante todo o período. A temperatura variou entre 17°C e 32°C, conforme mostra o Gráfico 38.

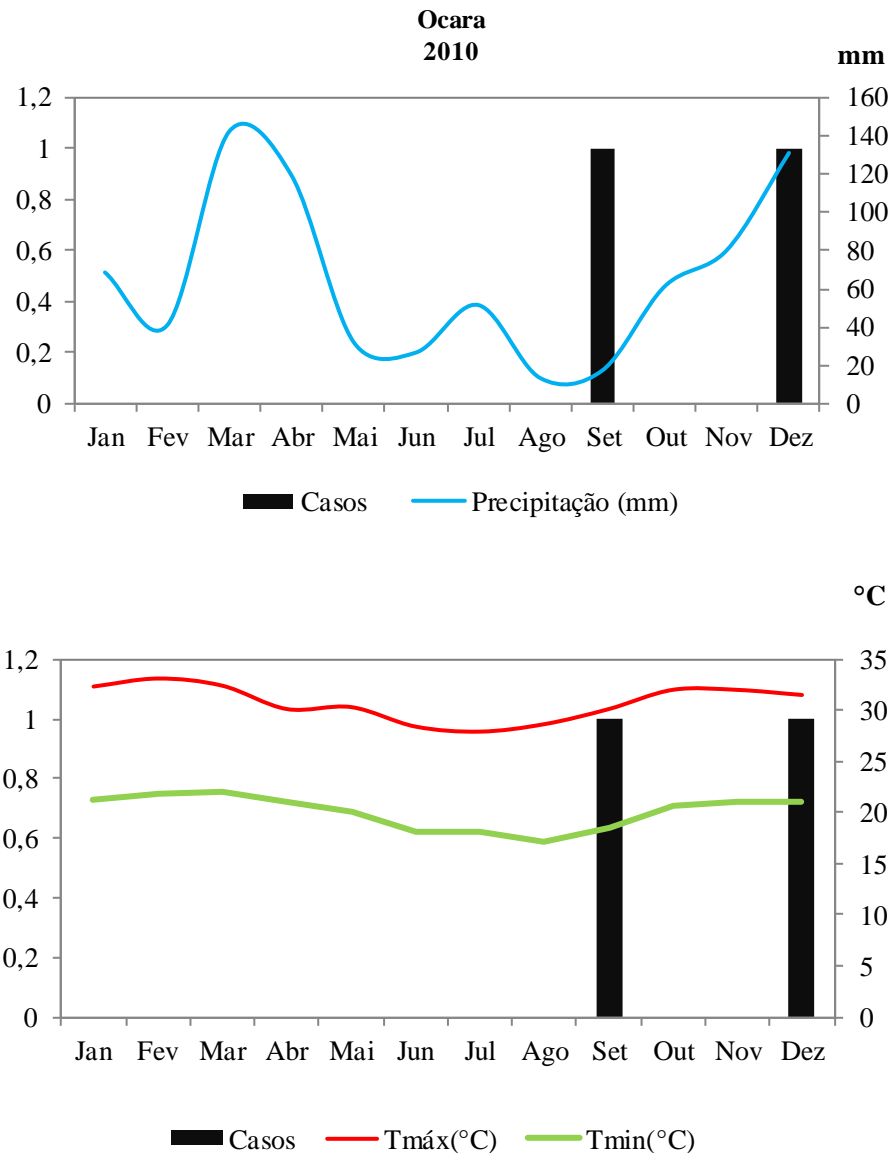
Gráfico 39 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2009



Fonte: dados da pesquisa.

Em 2010, os casos positivos reduziram mais ainda (78% a menos que 2009), com apenas 2 ocorrências da arbovirose no ano. O volume de chuva foi elevado durante todo o período, com um acumulado de mais 784 mm (9,12% acima da média histórica de 718,95 mm). A temperatura manteve-se entre 17°C e 33°C (Gráfico 40).

Gráfico 40 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2010

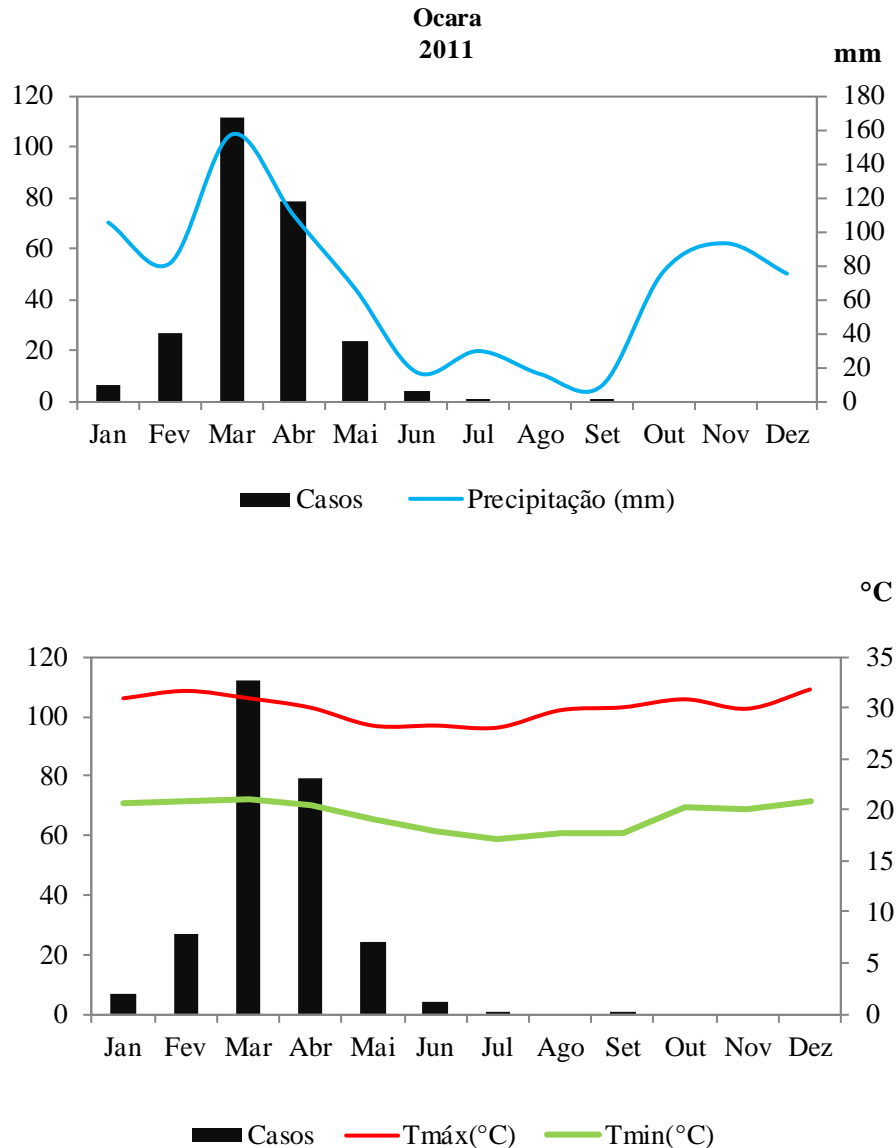


Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2011, o município de Ocara enfrentou um aumento significativo no número de casos positivos para dengue ($n=255$), ficando mais de 1000% acima do registrado em 2010. O início do ano foi marcado por sete ocorrências da doença em Janeiro, porém, o cenário se agravou, atingindo mais de 100 infectados até o mês de Março. Durante esse período, o índice pluviométrico esteve constantemente elevado, com um acumulado de mais de 840 mm (16,93% acima da média histórica). Março foi o mês que apresentou o pico de

precipitação, atingindo aproximadamente 160 mm. No que diz respeito à temperatura, a variação foi moderada, variando entre 17°C e 31°C.

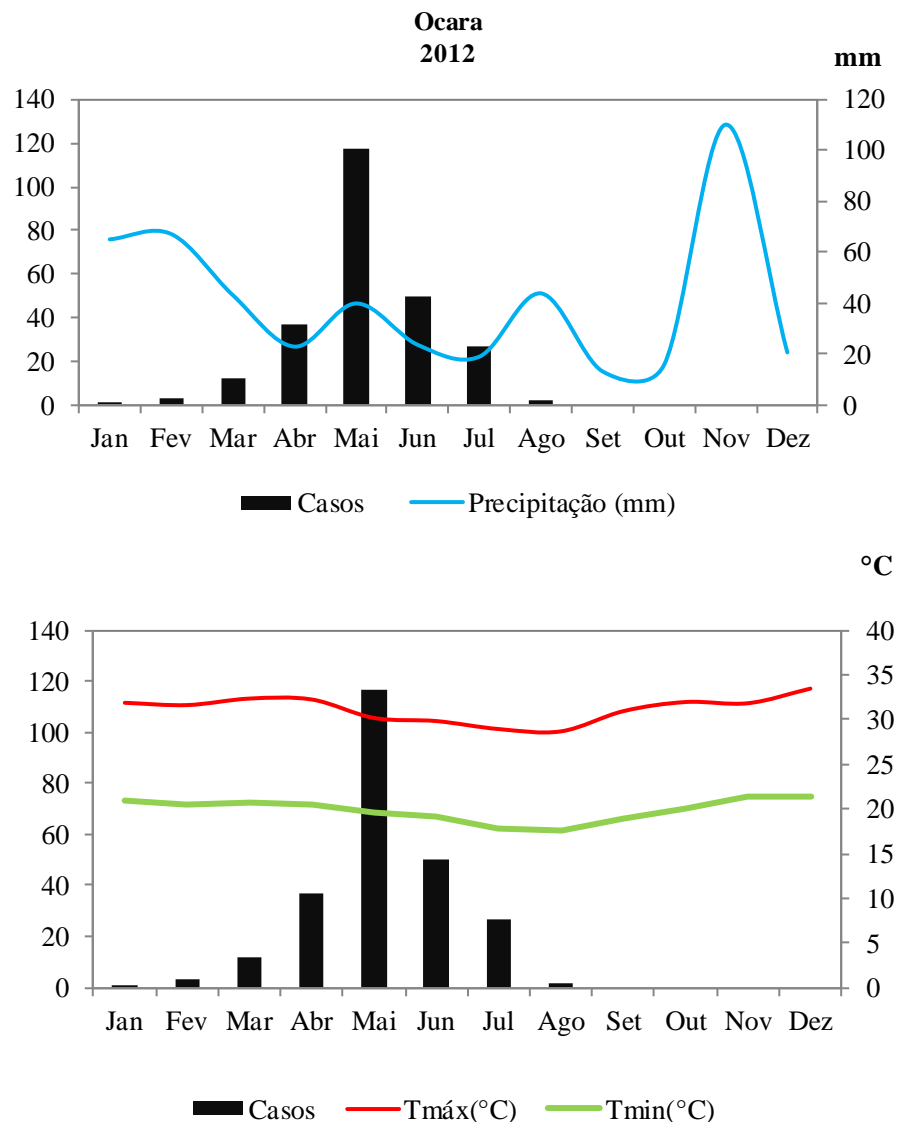
Gráfico 41- Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2011



Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2012, o pico de precipitação ocorreu em novembro, com mais de 100 mm, em um acumulado anual de mai de 484 mm (32,56% abaixo da média histórica). Os casos de dengue continuaram altos (n=249), apenas 2% a menos que 2011. A temperatura média variou entre 20°C e 33°C (Gráfico 42).

Gráfico 42 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2012



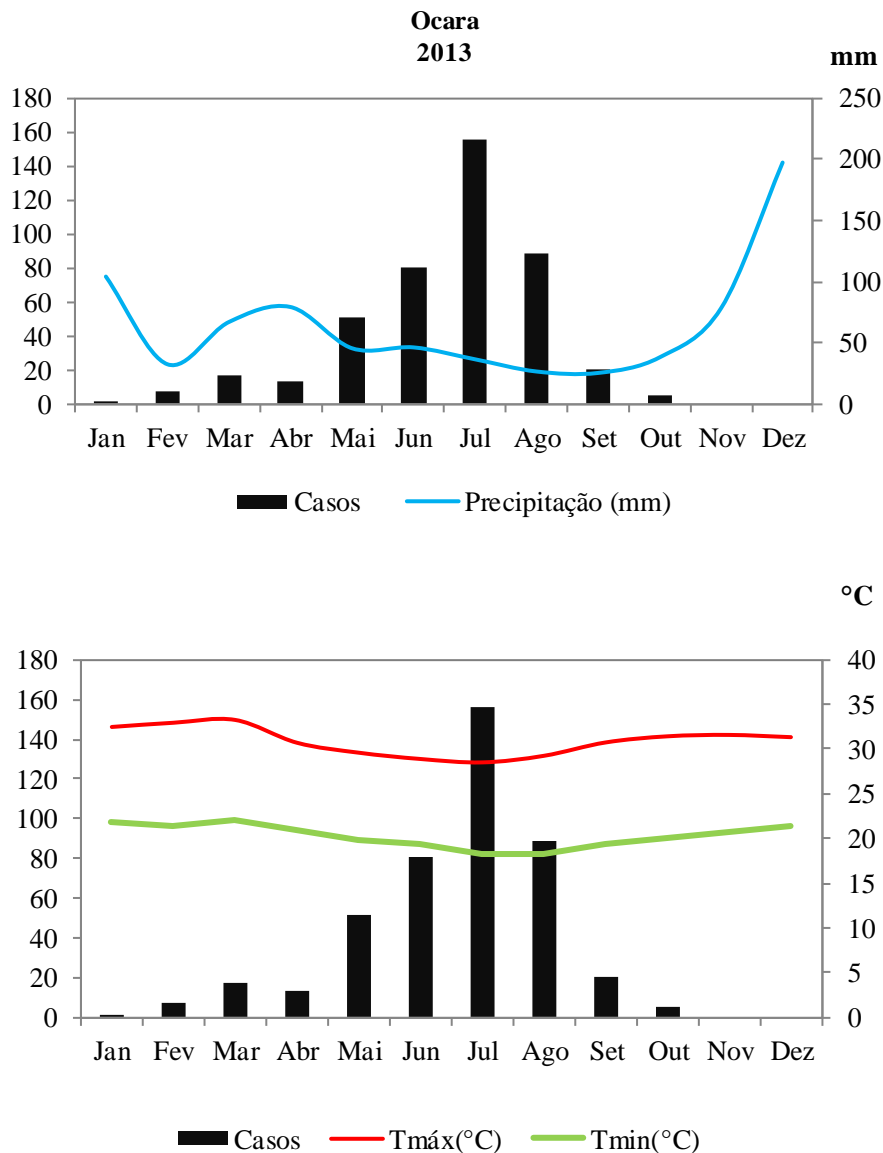
Fonte: dados da pesquisa.

Durante todo o ano de 2013, o município continuou a registrar um volume pluviométrico em todos os meses, com um acumulado de 779,01 mm (8,35% acima da média histórica). Em Janeiro, foi registrado um volume um pouco acima de 100 mm de chuva. Nesse mesmo período, os casos confirmados de dengue começaram a surgir, 440 positivos no ano, 77% a mais que 2012. A partir do mês de Abril, observou-se um crescimento constante nos casos de dengue, alcançando um pico de mais de 150 infectados em Julho. Isso representa um momento crítico no avanço da doença, com um número significativo de casos positivos. No entanto, a partir desse ponto, houve uma tendência decrescente nos registros de infectados.

Chama-se a atenção para o fato de que, no mês em que o pico de casos foi observado, o índice pluviométrico começou a declinar, ou seja, houve uma diminuição na

quantidade de chuvas. Essa diminuição coincidiu com o período de maior incidência da doença. Somente em Dezembro, quando os casos positivos para a arbovirose atingiram zero, o índice pluviométrico voltou a subir. A temperatura ficou entre 18°C e 32°C (Gráfico 43).

Gráfico 43 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2013

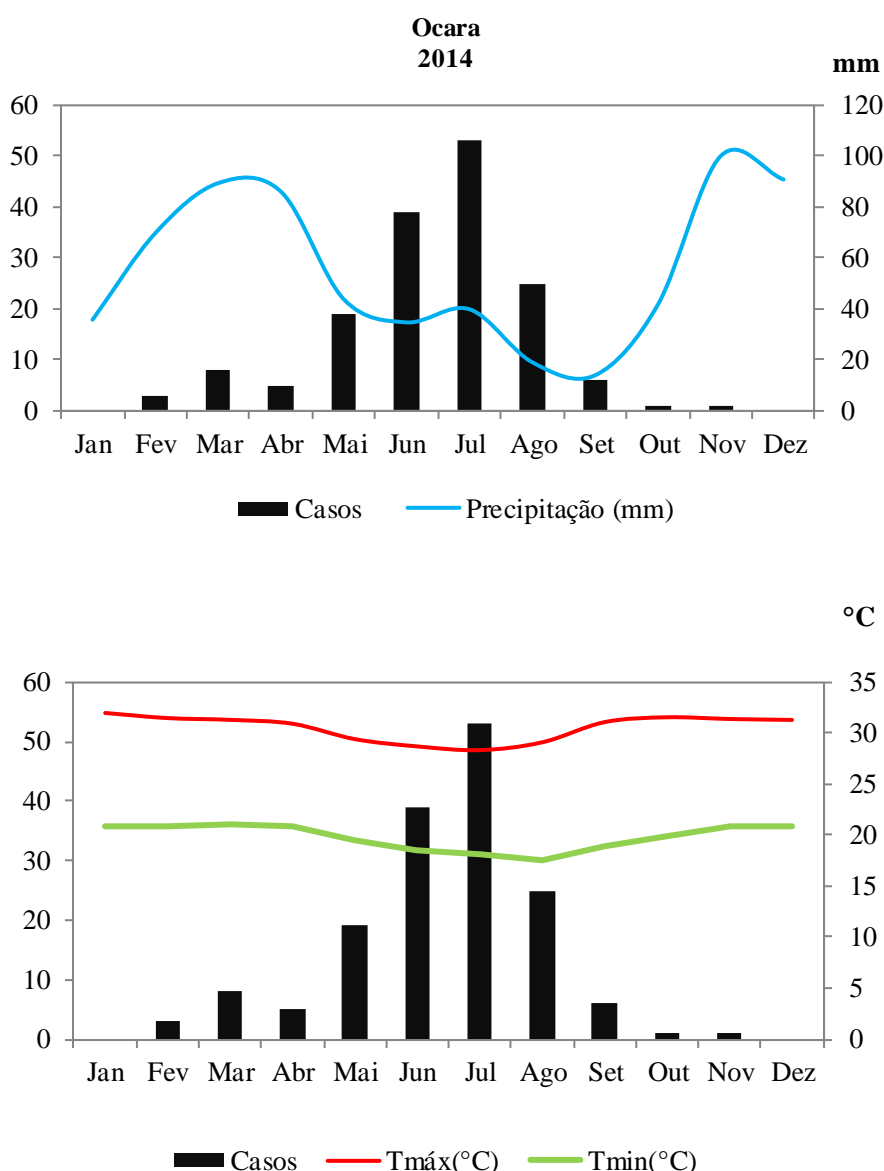


Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2014, foi registrada uma diminuição dos casos confirmados de dengue (n=160, 64% a menos que 2013). É relevante destacar que o pico de casos positivos ocorreu alguns meses após o período de maior volume de chuvas (Março e Abril), indicando os casos em Ocara podem ocorrer dois meses após os índices pluviométricos mais elevados.

No decorrer do mesmo ano, o mês de Novembro se destacou como o período mais chuvoso, apresentando um volume de precipitação próximo de 90 mm. Em relação à temperatura, ao longo do ano de 2014, os registros indicaram uma variação entre 17°C e 31°C (Gráfico 44). Importante destacar que choveu abaixo da média, um acumulado de 664 mm, 7,57% a menos do que a média histórica de 718,95 mm.

Gráfico 44 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2014

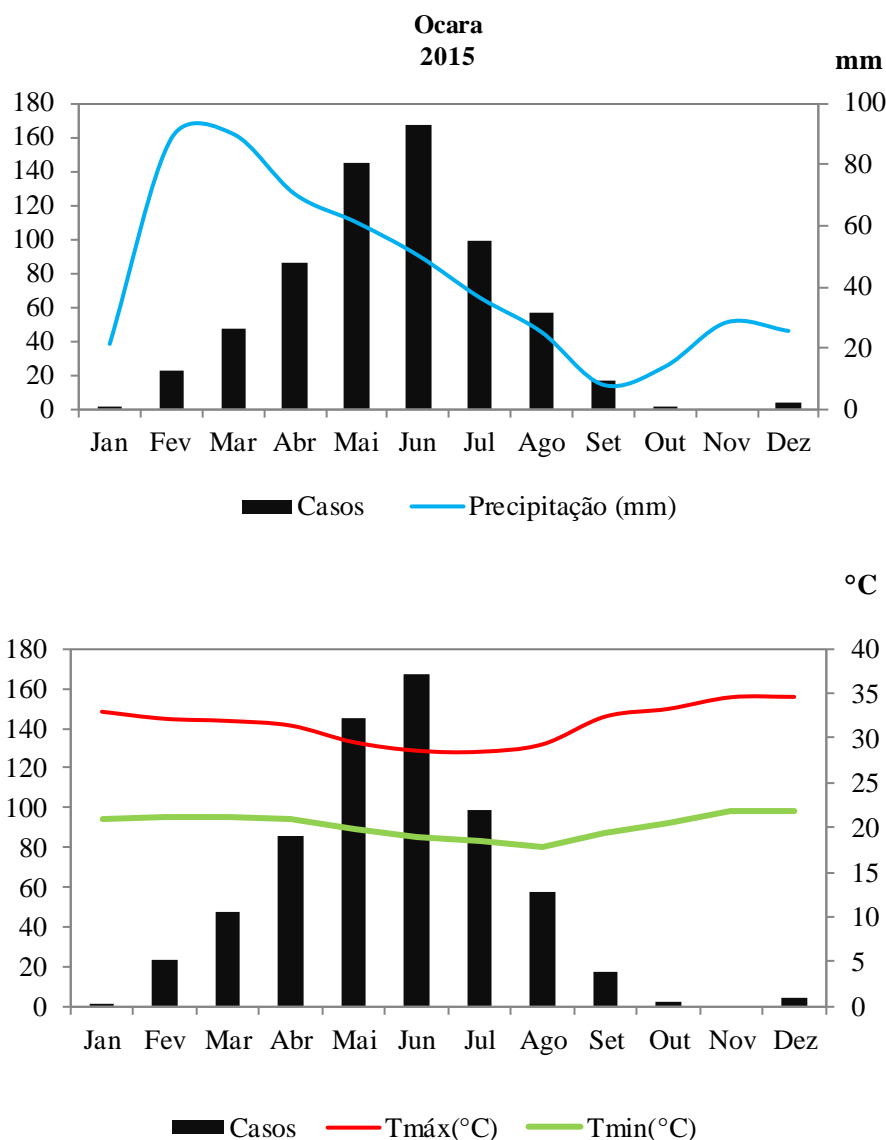


Fonte: dados da pesquisa.

No ano de 2015, a cidade de Ocara enfrentou uma epidemia de dengue, com 648, 305% a mais do 2014. O pico de casos em Junho, com aproximadamente 160 pessoas

infectadas. O ápice da epidemia ocorreu quatro meses após o início do período de chuvas na região, registrando 520,27 (27,63% abaixo da média histórica). Por outro lado, a temperatura variou significativamente, com mínimas em torno de 17°C e máximas próximas a 34°C (Gráfico 44).

Gráfico 45 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2015

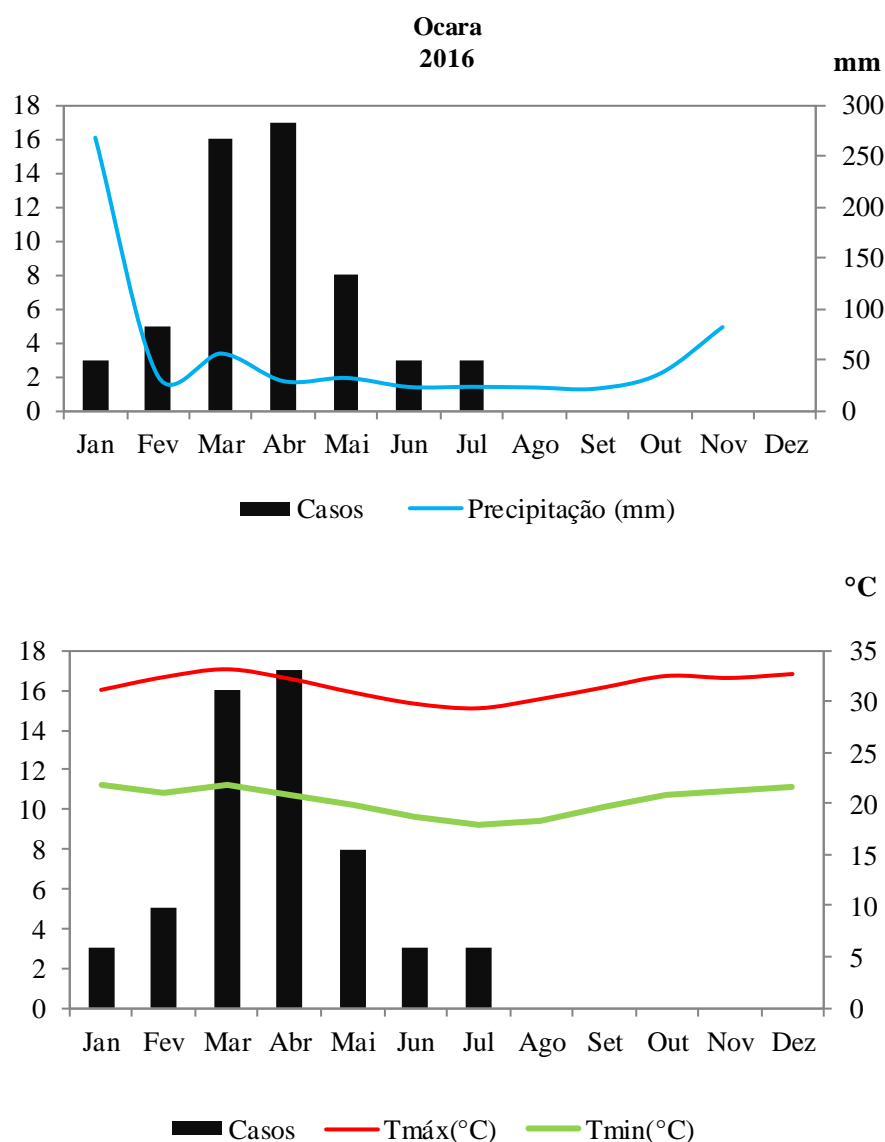


Fonte: dados da pesquisa.

Após a epidemia de dengue ocorrida em 2015, o ano de 2016 apresentou uma redução no número de casos da doença, com 55 positivos, 92% a menos. Durante esse período, os registros mensais de infectados ficaram abaixo de 50 pessoas. É importante ressaltar que o ano começou com um índice pluviométrico elevado (701,50 mm, 2,43%

abaixo da média histórica de 718,15 mm). Além disso, a temperatura mínima ficou abaixo de 20°C, enquanto a temperatura máxima alcançou os 35°C (Gráfico 46).

Gráfico 46 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2016

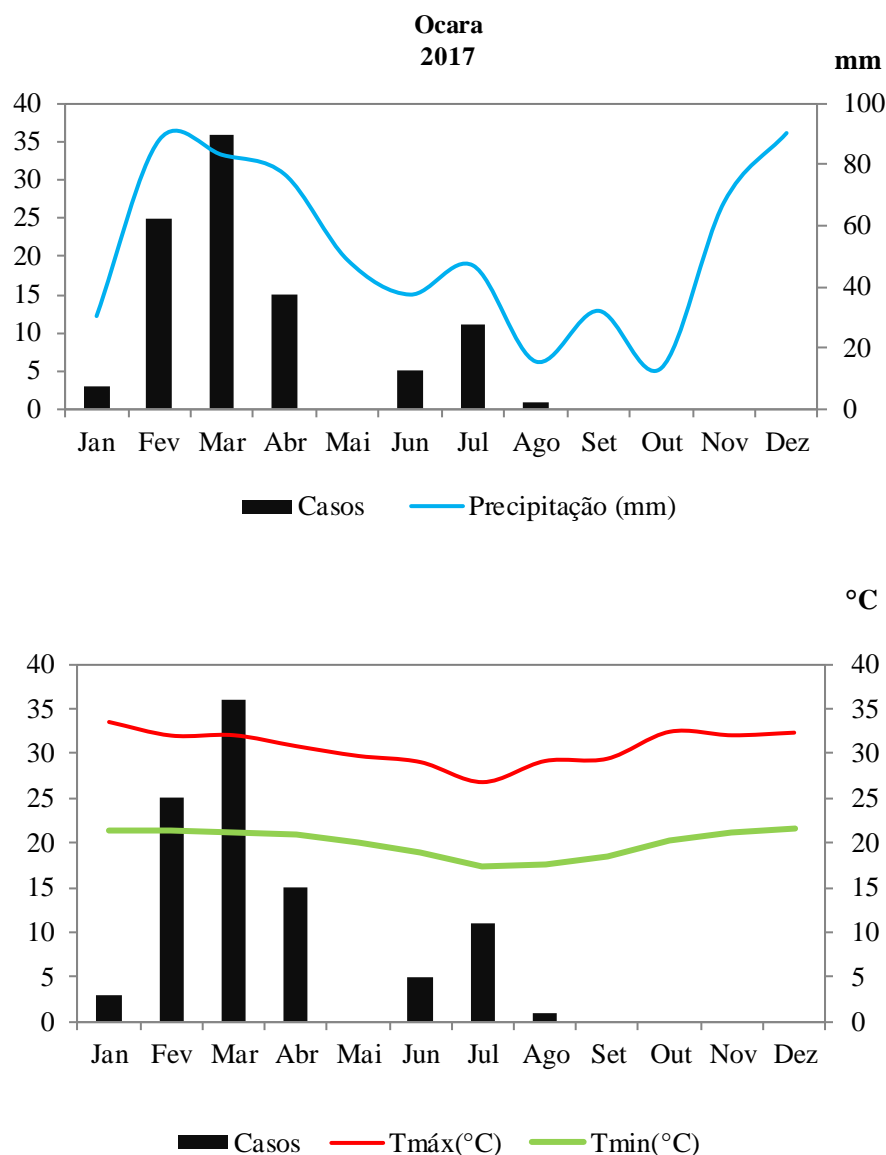


Fonte: dados da pesquisa.

Analisando os dados de 2017, obsevou que aquele ano registrou um volume de chuva 12,20% menor do que a média histórica. Apesar de ter sido um ano com chuvas ao longo dos meses, um total de 631,23 mm, houve apenas 96 casos positivos de dengue. A partir de agosto, quando o índice pluviométrico voltou a aumentar, os casos positivos

praticamente zeraram. Em relação à temperatura, o Gráfico 47 indica que ela se manteve abaixo de 20°C, não ultrapassando os 35°C.

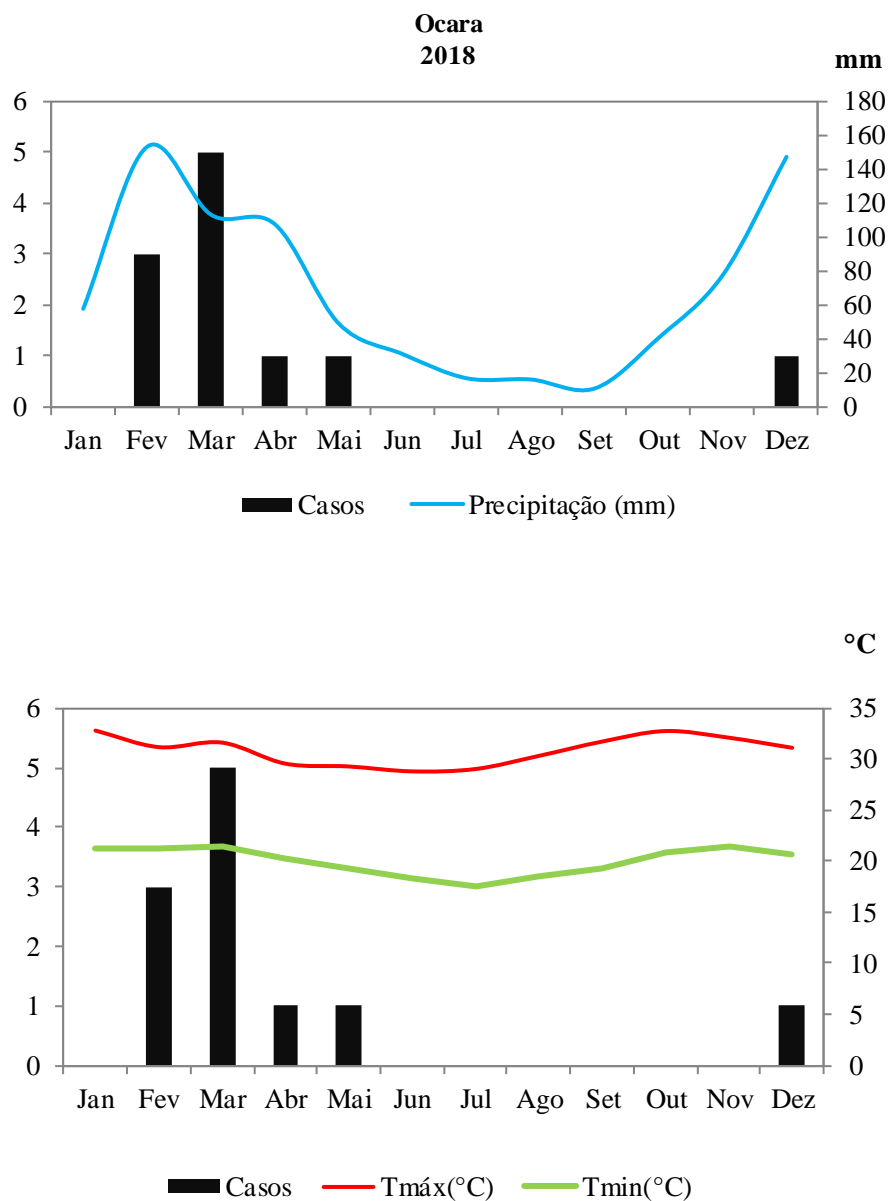
Gráfico 47 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2017



Fonte: dados da pesquisa.

O ano de 2018 foi marcado por elevados índices pluviométricos, 821,68 mm (14,29% a mais do que a média histórica). A quantidade de chuva, máxima de quase 160 mm em Fevereiro, parece que inibiram a proliferação do mosquito, dada a baixa prevalência da doença ao longo de todo aquele ano (n= 11, 89% a menos que em 2017). A temperatura mínima ficou abaixo de 20°C e a máxima abaixo de 35°C (Gráfico 48).

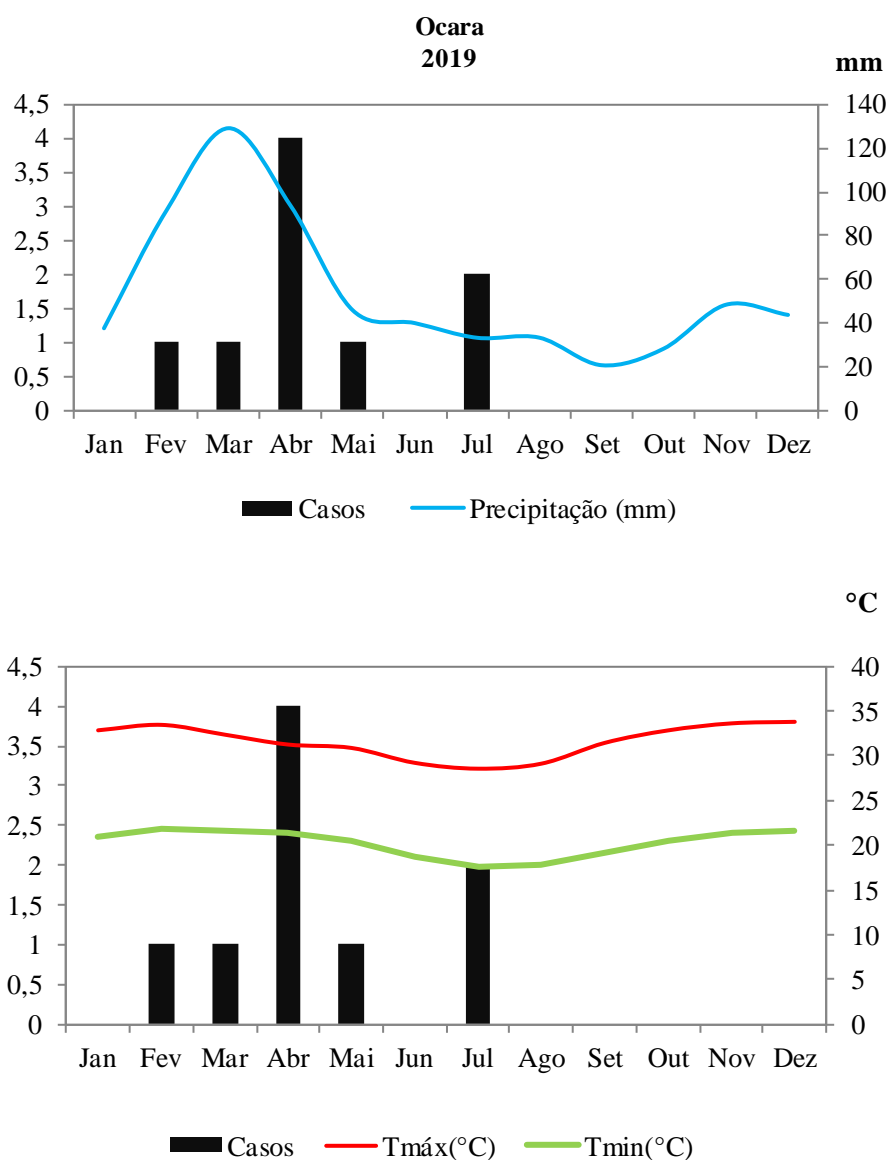
Gráfico 48 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2018



Fonte: dados da pesquisa.

Durante o ano de 2019, observou-se uma baixa prevalência de casos positivos de dengue, com 9 infectados (18% a menos que em 2018). Choveu em todos os meses do ano, sendo que o pico de chuvas ocorreu em março. Em relação à temperatura, houve uma variação significativa, com mínimas em torno de 17°C e máximas próximas a 35°C.

Gráfico 49 - Distribuição mensal dos casos confirmados de dengue, precipitação e temperatura em Ocara em 2019

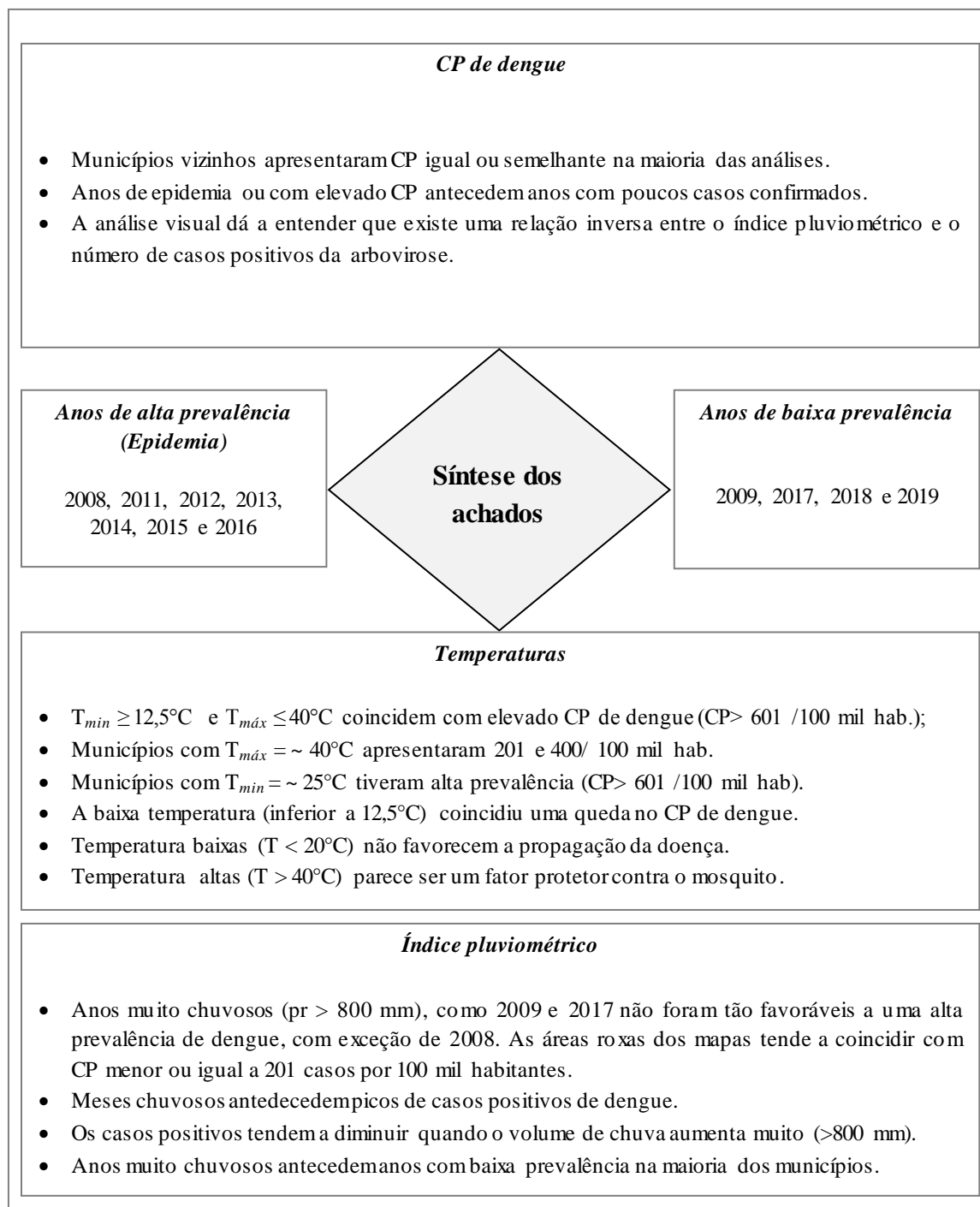


Fonte: dados da pesquisa.

5.7 Síntese das análises anuais e mensais dos casos de dengue

A relação entre os casos positivos de dengue e as variáveis climáticas é um processo complexo que resulta da interação conjunta de cada fator climático. A Figura 19, a seguir, traz um fluxograma com a síntese dos principais achados da ocorrência de dengue entre 2008 e 2019 nos municípios do Ceará.

Figura 18 - Fluxograma com a síntese dos principais achados da análise dos casos de dengue em relação à variáveis climáticas.



Fonte: dados da pesquisa.

A análise anual apontou que a precipitação abaixo de 800 mm é considerado ideal para alta prevalência de dengue. No que diz respeito à temperatura, os valores mais apropriados para casos da doença variaram entre 35°C e 40°C (máxima) e entre $12,5^{\circ}\text{C}$ e 25°C (mínima).

6 DISCUSSÃO

6.1 Análise da relação da dengue com a precipitação e temperatura nos municípios do Ceará entre 2008 e 2019

Os resultados desta pesquisa mostraram que índices pluviométricos acima de 800 mm não favoreceram a reprodução do mosquito e reduziram a prevalência da doença. O intervalo ideal de chuvas para casos de dengue ficou <800 mm/ano. Infecções pelo DENV ocorreram após os meses chuvosos. A faixa de temperatura ideal parece estar de 35°C a 40°C (máximas) e 12,5°C a 25°C (mínimas). Em 2015, o Ceará enfrentou sua pior crise de dengue.

Notou-se ainda que municípios vizinhos apresentaram padrões semelhantes de casos positivos. Parece haver uma relação inversa entre índice pluviométrico e casos positivos da doença, com a quantidade de casos diminuindo à medida que a precipitação aumentava ao passo mensal. A dengue persiste ao longo do ano, com picos no primeiro semestre, seguindo um padrão sazonal.

Esses resultados são consistentes com aqueles obtidos em estudos anteriores (COSTA *et al.*, 2022; HARRIS; CALDWELL; MORDECAI, 2019; MOREIRA *et al.*, 2020). A esse respeito, uma pesquisa investigando a relação entre a incidência da dengue e variáveis climáticas em Foz do Iguaçu, no período de 2006 a 2016, revelou uma correlação positiva entre a temperatura média e a precipitação pluviométrica com novos casos da doença. As infecções demonstraram correlação com chuvas ocorridas até três meses antes (MEIRA *et al.*, 2021), confirmando que meses chuvosos tendem a anteceder os picos ou elevada prevalência da arbovirose.

Ao contrário da observação de que municípios com índices pluviométricos altos (>800 mm/ano) apresentam baixa prevalência de dengue, Sousa *et al.* (2021) relataram que houve uma maior produtividade de *Aedes Aegypti* durante períodos de precipitações intensas, explicando a presente pesquisa encontrou em relação a 2017, 2018 e 2019 na análise espacial. Outros pesquisadores discordam dessa ideia, argumentando que volumes elevados de chuva podem impedir a oviposição das fêmeas, uma vez que enchem completamente os recipientes de água, dificultando a reprodução dos mosquitos (BENITEZ *et al.*, 2021).

Adicionalmente, outros estudos mostraram que o vetor da dengue, em suas fases larval e de pupa, torna-se mais suscetível à morte devido a chuvas intensas, que causam escoamento de água em seus criadouros. Em contrapartida, durante períodos secos, apenas os ovos resistentes à dessecação conseguem sobreviver. Assim, a capacidade de resistir à desidratação foi sugerida como um mecanismo de sobrevivência entre as estações, e o

acúmulo de ovos na ausência de precipitação foi associado ao aumento de focos do mosquito no início do período chuvoso (GOMES, 2020; COSTA *et al.*, 2022).

Com base nos resultados aqui discutidos, viu-se que os anos mais chuvosos coincidiram com uma menor prevalência de casos de dengue, sugerindo que as chuvas podem afetar a magnitude da doença na população em risco. Apesar da pluviosidade intensa reduzir os casos positivos da dengue, não se pode descartar a escassez de chuvas como um fator de risco, visto que nessas situações as famílias acabam armazenando água em recipientes inapropriados, contribuindo para a formação de criadouros do mosquito (COSTA *et al.*, 2022; HARRIS; CALDWELL; MORDECAI, 2019; MOREIRA *et al.*, 2020).

É possível que a utilização de reservatórios no interior e proximidades dos domicílios explique os casos em Cratús. Por exemplo, Ocara, em 2015, passou por uma epidemia de dengue com mais de 600 infectados, porém o acumulado anual de chuva foi de 382 mm, 13,44% abaixo da média histórica de 441 mm. Em Crateús, isso ocorreu em 2010 e 2013, quando choveu 376 mm e 297 mm, mas os casos confirmados acima de 1700 e 600, respectivamente.

Corroborando essa hipótese, um boletim epidemiológico da Secretária de Saúde do Ceará mostrou que, entre 11 de Janeiro e 11 de Fevereiro de 2023, os principais focos do *Aedes aegypti* e/ou *Aedes albopictus* estavam em depósitos localizados ao nível do solo (barril, poço, tambor e tanque), com 51,3%, seguidos por depósitos móveis, como vasos/frascos, pratos, pingadeiras, bebedouros, baldes, com 26,4%. Em 4,8% dos depósitos elevados, como as caixas d'água, os vetores estavam presentes (CEARÁ, 2023).

Esta pesquisa encontrou que a alta prevalência da dengue tende a ocorrer quando o índice pluviométrico encontra-se acima de 800 mm/ano. Colón-González *et al.* (2013) encontraram um valor dentro do mesmo intervalo pluviométrico. Segundo os pesquisadores, há um efeito crescente dos casos da arbovirose à medida que a precipitação sobe para cerca de 550 mm. De acordo com Lowe *et al.* (2021), chuvas fortes são consideradas propícias para o aumento da proliferação do *Aedes aegypti*, pois proporcionam um maior número de habitats disponíveis para as larvas do mosquito.

Após a formação dos criadouros, em um período de algumas semanas, a depender da temperatura ambiente, os ovos presentes nesses locais podem eclodir e as populações adultas do vetor começam a se desenvolver. Consequentemente, o risco de transmissão da dengue aumenta nas semanas seguintes. Esse atraso na transmissão dos patógenos está relacionado aos períodos de incubação viral intrínseco e extrínseco (LOWE *et al.*, 2021).

Note-se que, conforme apontado por Lowe *et al.* (2021), a temperatura ambiente é um fator importante no ciclo de vida do vetor da dengue. Essa alegação respalda o achado de que os casos confirmados foram mais prevalentes em períodos e municípios com temperaturas máximas entre 35°C e 40°C, e temperaturas mínimas entre 12,5°C e 25°C. Tais resultados são diferentes do que mostraram outros estudos, embora os valores aqui encontrados estejam dentro do intervalo térmico sugerido pelos pesquisadores Gómez *et al.* (2022) ($T_{min} < 21,3^{\circ}\text{C}$; $T_{max} > 21,3^{\circ}\text{C}$), Neiva e Cardoso (2018) ($T_{min} < 20^{\circ}\text{C}$; $T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$) e Nuraini *et al.* (2021) ($T_{min} < 24,3^{\circ}\text{C}$; $T_{max} > 30,5^{\circ}\text{C}$).

Conforme Neiva e Cardoso (2018), a ocorrência da dengue é favorecida por determinados limiares térmicos e pluviométricos. No que diz respeito à temperatura, para 90% dos mosquitos, a temperatura ótima para o pico de desenvolvimento é de 27°C. Acima desse valor, a faixa máxima suportada para o desenvolvimento do vetor até a fase adulta é de 34°C, pois temperaturas mais altas resultam em um retardamento do processo, devido à redução das taxas de evolução específicas de cada fase do ciclo biológico do mosquito.

Um estudo realizado no Acre sobre a associação entre variáveis meteorológicas e a dengue revelou que os meses com maior número de internações coincidiram com um cenário atmosférico favorável à proliferação do mosquito, caracterizado por temperaturas médias do ar mais amenas. Durante os meses em que foram registrados os maiores índices de casos da arbovirose, a temperatura variou de 30°C a 32°C. Além disso, a pesquisa constatou que, nos meses em que a temperatura diminuiu em relação à essa faixa ótima, as taxas de casos de dengue também caíram, indicando uma relação direta entre essas duas variáveis (FREITAS *et al.*, 2021).

As temperaturas amenas, isto é, nem tão elevadas nem tão baixas, são necessárias para a reprodução do vetor da dengue. Acerca disso, especialistas referem que a sobrevivência do mosquito e o período de incubação extrínseca do vírus da dengue têm uma faixa de temperatura ideal de 18 °C a 31 °C. A temperatura abaixo ou acima dessa faixa pode diminuir a sobrevivência do mosquito e as taxas de transmissão da doença (ABDULLAH *et al.*, 2022).

Corroborando os achados aqui discutidos, Bueno (2019) concluiu que a temperatura teve forte influência no desenvolvimento e reprodução do mosquito em Bauru, São Paulo, preferindo temperaturas amenas entre 21°C e 30°C. De modo semelhante, um estudo conduzido em Burkina Faso, na África Subsaariana, constatou que o intervalo térmico que resultou em um aumento nos casos de dengue foi de 27°C a 32°C para a temperatura máxima, e de 18°C a 20°C para a temperatura mínima. (OUATTARA *et al.*, 2022).

Para além disso, no Paraguai, Gómez *et al.* (2022) observaram que a temperatura mínima inferior a 21,3 °C associa-se positivamente à dengue, porém, quando supera esse valor, provoca um efeito negativo sobre a doença. Na presente pesquisa, também foi observado um efeito positivo da temperatura mínima na prevalência da dengue em 2015 e 2016, porém inferior a 20°C. O intervalo térmico ideal para a positividade para dengue na Indonésia foi de 24,3°C a 30,5 °C (NURAINI *et al.*, 2021).

No sul dos Estados Unidos, pesquisadores observaram que as áreas de Los Angeles, Houston, Miami, Brownsville e Phoenix enfrentam um aumento do risco de dengue devido à elevação da temperatura. Enquanto isso, outras regiões do país se tornam menos suscetíveis à medida que a temperatura se eleva demasiadamente. Dentre as cidades analisadas, Houston se destaca como aquela com maior probabilidade de ocorrência, sendo que temperaturas entre 27°C e 31°C foram identificadas como as mais propícias para surtos (TREJO *et al.*, 2023).

É notório que a flutuação na temperatura mínima e máxima exerce influência no ciclo de vida do vetor da dengue. Os extremos térmicos são, portanto, fatores negativos para o mosquito. Os resultados de uma pesquisa anterior indicaram que temperaturas mínimas mais elevadas associam-se a uma maior incidência da doença (SEAH *et al.*, 2021). Por outro lado, ondas de calor têm um efeito inibidor sobre o risco de infecções pelo DENV. Um aumento de 1°C na temperatura máxima de 31°C foi associado a uma redução de 13,1% do número de casos, e o calor extremo diminuiu a incidência de dengue (CARVALHO; CARDOSO; HAMBURGER, 2019).

Um estudo anterior mostrou que a temperatura mínima (< 5°C) quase não teve efeito na incidência de dengue, mas valores acima de 18°C provocaram um aumento rápido no número de casos da arbovirose. A temperatura máxima superior a 20°C também mostrou um efeito crescente na prevalência da doença com um pico em torno de 32°C, após o qual os casos passaram a diminuir (COLÓN-GONZÁLEZ *et al.*, 2013). Os resultados de outra pesquisa indicaram que temperaturas mínimas mais elevadas associam-se a uma maior quantidade de casos.

Em relação à análise espacial interanual, observou-se que anos de epidemia ou com elevado CP (>601/100 mil hab) antecedem períodos com poucos casos ou baixa prevalência da dengue. Isso foi percebido em 2009, 2013 e 2018. Uma possível explicação para isso é a imunidade de rebanho. Essa reação imunológica ocorre quando um número alto de pessoas se torna imune após adquirir determinada doença, protegendo o resto da população

que não se infectou ou não foi vacinada, porque a transmissão da doença se torna mais difícil com a redução das pessoas suscetíveis na população (RIBEIRO *et al.*, 2020).

De acordo com a FIOCRUZ (2020), para os arbovírus com transmissão humano-mosquito-humano, como dengue, zika e chikungunya, a imunidade de rebanho tem um grande impacto na circulação viral e no risco de infecção humana. Isso acontece porque, após um grande surto inicial, pequenos surtos periódicos ou longos períodos com baixa transmissão viral podem ocorrer, visto que a imunidade de rebanho limita a eficiência da transmissão ou mesmo a conduz a uma extinção temporária.

Estudos revelaram que a introdução de um determinado sorotipo do vírus da dengue confere imunidade contra esse mesmo sorotipo. No entanto, a presença desses anticorpos facilita a ação de outros sorotipos, resultando em uma forma mais agressiva da doença. Esse efeito é atribuído à capacidade dos anticorpos de se ligarem ao fragmento cristalizável (Fc) da imunoglobulina e aos receptores Fc nas células mononucleares. Epidemias de dengue hemorrágica foram observadas em indivíduos sem anticorpos contra outros sorotipos. A produção de interleucinas e mediadores químicos por linfócitos T e monócitos infectados podem levar ao extravasamento de fluidos (FURTADO, 2019).

Embora a imunidade de rebanho possa explicar os anos com alta prevalência da dengue, seguidos por uma redução significativa nos casos nos em um ou dois anos seguintes, é importante ressaltar que essa explicação não descarta a influência da precipitação e temperatura na reprodução do mosquito. Esses fatores climáticos continuam a propiciar a ocorrência da doença. Na verdade, o que ocorre é uma imunização natural da população, porém, essa imunidade é temporária. Isso significa que os casos positivos provavelmente aumentarão nos anos seguintes, e as flutuações nas variáveis climáticas continuarão a afetar o ciclo de vida do vetor. Portanto, é crucial estar atento aos padrões de temperatura e precipitação, pois isso possibilita a previsão de surtos e epidemias da doença.

A imunidade de rebanho relaciona-se também com a imunidade permanente que os sorotipos da dengue conferem para eles mesmos e acredita-se que uma proteção de até 3 anos contra um sorotipo diferente. Isso é uma possível explicação para a redução dos casos nos últimos anos da série temporal, o que permitiria inferir que os novos adoecimentos poderiam estar associados a circulação de novos sorotipos do vírus da dengue (RIZZI *et al.*, 2017; MARTINS, 2020).

Na análise mensal dos municípios de Fortaleza, Crateús, Tauá e Ocara, foram observadas diferentes relações entre a prevalência da dengue, a precipitação e a temperatura. No caso de Fortaleza, constatou-se que ele se caracteriza como o epicentro dos casos positivos

de dengue no Ceará. Existem pelo menos duas possíveis explicações para esse cenário. A primeira está relacionada à alta densidade populacional, já que Fortaleza é uma área urbana densamente povoada, o que favorece a transmissão do vírus entre o homem e os mosquitos. A segunda explicação os efeitos da urbanização nos criadouros naturais encontrados nas ruas das periferias e nos dos centros das cidades.

De acordo com Harris, Caldwell e Mordecai (2019), o tamanho da população pode ser importante na transmissão da dengue, quanto maior a população da cidade mais determinantes para a ocorrência de transmissão local. Na Colômbia, uma pesquisa sorológica longitudinal foi combinada com análise espacial, mostrando que a densidade da população humana e *Aedes aegypti* foram significativamente correlacionados com a soroprevalência observada de imunoglobulina G (IgG) da dengue (PIEDRAHITA *et al.*, 2018).

Acredita-se que os municípios com alta densidade populacional sejam mais suscetíveis à propagação da dengue, devido ao aumento do número de pessoas disponíveis para a alimentação sanguínea dos mosquitos, o que intensifica a transmissão entre humanos e mosquitos, e vice-versa. Um exemplo marcante disso ocorreu em 2016, quando a Região Metropolitana de Fortaleza e o Litoral Leste e Oeste enfrentaram uma epidemia de dengue, mesmo com um índice pluviométrico acima de 800 mm. A urbanização dessas áreas pode ser outro fator que favorece a reprodução do mosquito e contribui para a disseminação da doença.

Um estudo mostrou que áreas urbanas, com maior densidade rodoviária e menor produto interno bruto (PIB) per capita estão mais suscetíveis a surtos de dengue. Notou-se ainda que a rápida urbanização com grandes populações vivendo em favelas periurbanas fornece características atraentes para o mosquito *Aedes*, promovendo a transmissão da dengue (QI *et al.*, 2015). A urbanização foi uma das principais razões para o rápido crescimento da dengue nos últimos 40 anos, em Cingapura (STRUCHINER *et al.*, 2015).

Em relação à Crateús, observou-se um efeito de segundo semestre em 2010, 2012, 2013 e 2019. Seguindo o raciocínio de Gomes (2020), pode-se supor que esse efeito seja resultado de um padrão de resposta às chuvas com horizontes de tempo diferentes para o surgimento dos picos de dengue. Isso faz sentido para Crateús, visto que, em 2010, as últimas chuvas foram em Março e Abril, mas o pico da doença só ocorreu em Novembro, seis meses após as precipitações. Em 2012, foi diferente, uma vez que choveu em Junho, e o pico foi em Agosto, um mês depois. Em 2013 e 2019, o horizonte de tempo foi de um a seis meses, respectivamente. Com isso, é possível inferir que, em Crateús, a relação da precipitação com a dengue pode ocorrer com um ou dois meses de atraso, havendo uma tendência de picos para os primeiros meses do segundo semestre.

A análise espacial realizada neste estudo revelou a necessidade de uma atenção especial em relação à prevenção da dengue em Tauá, que mostrou ser uma cidade muito endêmica para a dengue, exigindo cuidados de saúde redobrados. É possível que, assim como em Crateús, a utilização de reservatórios no interior e em zonas peridomiciliares tenha criado criadouros artificiais para o mosquito. Diante disso, destaca-se a necessidade de os gestores de saúde de Tauá estabelecer um sistema de alerta municipal, baseado em informações sobre os intervalos pluviométricos e térmicos, antecipando as condições climáticas favoráveis à reprodução do mosquito e, conseqüentemente, aos surtos e epidemias.

O resultado observado em Ocara indica que se trata de um município com pluviosidade moderada, com índices de chuva abaixo de 600 mm. Curiosamente, os casos confirmados de dengue foram mais elevados nos anos de 2013 e 2015, que foram caracterizados por uma quantidade de chuva ainda menor, abaixo de 400 mm. Acredita-se que, nesse município, a temperatura mínima seja o fator que modula a proliferação do mosquito. Ao longo da série temporal analisada, observou-se que a temperatura máxima permaneceu em torno de 34°C, enquanto a temperatura mínima foi de cerca de 16°C. Essa relação entre a temperatura mínima e a ocorrência de casos de dengue sugere que condições climáticas mais amenas podem influenciar na reprodução e na atividade do mosquito vetor, resultando em um aumento da transmissão da doença.

Um achado curioso identificado nesta pesquisa em relação à Fortaleza, Crateús, Tauá e Ocara diz respeito ao final de 2010 e início de 2011. Durante o último semestre de 2010, foram registrados casos positivos de dengue, e essa presença de casos parece ter influenciado os primeiros meses de 2011, que já começaram com um alto número de ocorrências. É importante ressaltar que 2011 foi um ano epidêmico, o que sugere que provavelmente os casos de dengue já tenham se iniciado no final de 2010, tendo um efeito contínuo durante o primeiro semestre do ano seguinte.

Este estudo apresenta algumas limitações relacionadas ao fato de se fundamentar em diversas bases de dados secundários. O uso desses dados pode resultar em uma subestimação do número real de casos ocorridos durante o período analisado, pois depende da atualização do sistema e da notificação da doença pelos serviços de saúde. Pesquisas posteriores podem investigar o porquê de o coeficiente de prevalência continuar alto mesmo em municípios com precipitação elevada (>800 mm). Fatores ambientais, sanitários, econômicos e sociais, juntamente com as variáveis climáticas, precisam ser investigados nesses municípios para a elucidação da relação entre eles.

Apesar disso, não se pode negar que os resultados apontaram que a dengue continua sendo um sério problema para o Ceará, que a precipitação elevada e a temperatura podem ser fatores que modulam a ocorrência dos casos, embora alguns municípios, com Fortaleza, tenham outros aspectos que parecem prevalecer diante das condições climáticas. As crescentes mudanças climáticas indicam a necessidade de lidar com doenças sensíveis ao clima, como a dengue, que tendem a aumentar e impactar cada vez mais a sociedade (MOREIRA *et al.*, 2020). Ainda que não seja possível modificar as variáveis climáticas, é importante reconhecê-las como fatores associados que ampliam a suscetibilidade à dengue. Isso auxiliará na compreensão de quando o ambiente estiver propício para o vetor, permitindo intensificar as medidas para combatê-lo, considerando as flutuações de precipitação e temperatura.

6.2 Implicações clínicas, de pesquisa e ensino para a saúde

Esta pesquisa fornece *insights* importantes para a diferentes setores e profissionais de equipes multidisciplinares, dando base para ações de gestão e vigilância em saúde. Contribui ainda para a atuação profissional do enfermeiro da Estratégia de Saúde da Família. Os resultados aqui apresentados também trazem *insights* para pesquisas futuras.

A compreensão dos fatores ambientais relacionados à propagação da dengue, como os níveis de precipitação e as variações de temperatura, pode auxiliar os profissionais de enfermagem na implementação de medidas preventivas mais eficazes (GOMES, 2020). Durante períodos de chuvas com índice pluviométrico inferior a 800 mm, ou quando ocorrem intervalos entre surtos e epidemias e é observada uma redução na imunidade temporária, estratégias de controle de mosquitos podem ser adotadas.

Essas estratégias incluem a eliminação de criadouros por meio da busca ativa de locais com recipientes contendo água parada, vasos de plantas e pneus velhos, dentro dos domicílios e em áreas externas, a conscientização da população e a pulverização com inseticidas. As ações podem ser coordenadas pelos enfermeiros da Estratégia de Saúde da Família, com o apoio dos agentes comunitários de saúde e dos agentes de combate às endemias.

Outra implicação para a enfermagem é a identificação de áreas de alta prevalência. Por exemplo, Fortaleza, como epicentro da dengue, é um local para onde se deve direcionar recursos e esforços de saúde pública. A enfermagem pode desempenhar um papel fundamental na vigilância epidemiológica, monitorando casos positivos, realizando triagem e

tratamento adequado, além de apoiar a implementação de programas de controle da dengue em áreas com maior número de casos positivos.

Além disso, este estudo pode estimular pesquisas adicionais na área da enfermagem, buscando compreender melhor os fatores que contribuem para a ocorrência da dengue e sua disseminação em diferentes regiões. As pesquisas podem explorar intervenções de enfermagem para reduzir a incidência da doença e melhorar o manejo dos pacientes com dengue, fortalecendo a construção e aplicação de tecnologias do cuidado em saúde que incluam as variáveis climáticas.

A natureza dinâmica da dengue exige que os profissionais de enfermagem estejam atualizados com os avanços na pesquisa sobre a dengue. Isso inclui acompanhar novas descobertas relacionadas a fatores ambientais, mudanças nas cepas do vírus e estratégias de controle. A educação continuada é essencial para garantir que os profissionais de enfermagem possam aplicar as melhores práticas com base em evidências atualizadas.

Por fim, os resultados ressaltam a importância de uma abordagem multidisciplinar para o controle da dengue. A enfermagem pode colaborar com outros profissionais de saúde, como médicos, epidemiologistas, entomologistas e gestores de saúde, para desenvolver estratégias multiprofissionais de prevenção, diagnóstico e tratamento da dengue, levando em consideração os fatores climáticos e a sazonalidade da doença identificados por esta pesquisa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa mostrou que a dengue continua sendo uma doença frequente no Estado do Ceará, com alta prevalência principalmente em 2015. Mediante análise espacial, constatou-se que a precipitação no intervalo abaixo de 800 mm/ano é favorável ao surgimento de casos positivos. Já a faixa térmica ideal situa-se entre 35°C e 40°C e entre 12,5°C e 25°C para temperatura máxima e mínima, respectivamente. Embora esses intervalos sejam diferentes dos encontrados na maioria das pesquisas, os mesmos refletem as características climáticas específicas do Ceará. Além disso, na maioria dos anos ocorreu um padrão de ocorrência da doença em municípios vizinhos, sugerindo a existência de certa influência da distribuição geográfica dos casos, mas modulada pela variabilidade hidroclimática local.

A pluviosidade e os casos confirmados de dengue seguiram, em sua maioria, trajetórias opostas nos gráficos de Fortaleza, Tauá, Crateús e Ocara, mostrando que a precipitação foi um dos fatores determinantes para a ocorrência da doença. Além disso, a variação da temperatura, que, mesmo mantendo-se semelhante ao longo dos anos, parece correlacionar-se espacialmente com o volume de chuva para definir o surgimento dos casos, ratificando que a reprodução do mosquito precisa de condições climáticas e ambientais favoráveis.

Não obstante a pluviosidade e os casos confirmados de dengue terem seguido, em sua maioria, trajetórias opostas nos gráficos de Fortaleza, Tauá, Crateús e Ocara, não se pode afirmar conclusivamente que a precipitação seja o único fator determinante para a ocorrência da doença. Deve-se considerar também a variação da temperatura, que, mesmo mantendo-se semelhante ao longo dos anos, parece correlacionar-se espacialmente com o volume de chuva para definir o surgimento dos casos, ratificando que a reprodução do mosquito precisa de condições climáticas e ambientais favoráveis.

Os intervalos encontrados não podem ser aplicados a todas as regiões indiscriminadamente, pois cada uma tem suas peculiaridades de clima e meio ambiente, influenciando na capacidade adaptativa do mosquito. Entretanto, informam como é a dinâmica da doença nos municípios cearenses, subsidiando a tomada de decisão em saúde contra a dengue.

É preciso reconhecer ainda que esta pesquisa trouxe uma abordagem inovadora ao analisar os casos positivos de dengue em todos os 184 municípios do Ceará, revelando uma tendência da doença em escala estadual e municipal. Essa abordagem mais abrangente permitiu uma compreensão mais completa da situação da dengue em toda a região,

proporcionando *insights* valiosos sobre a disseminação e impacto da doença. Os resultados obtidos ajudam a informar a tomada de decisões em saúde pública, possibilitando a implementação de medidas preventivas e de controle direcionadas às regiões mais suscetíveis.

Apontou-se a existência de uma relação entre a precipitação e a temperatura e a dinâmica dos casos positivos de dengue. No entanto, ressalta-se que ainda não se dispõe de diagnósticos, intervenções ou resultados de enfermagem que considerem essas variáveis climáticas como fatores ou condições associadas às respostas humanas dos pacientes. Destarte, uma das implicações deste estudo para a enfermagem é subsidiar pesquisas adicionais que visem aprimorar as taxonomias de enfermagem, incorporando a elas realidade das doenças sensíveis ao clima.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, N. A. M. H. *et al.* The association between dengue case and climate: A systematic review and meta-analysis. **One Health**, v. 15, p. 100452, 31 out. 2022.
- ANTUNES, J. L. F.; CARDOSO, M. R. A. Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 3, p. 565–576, set. 2015.
- BARROS, A. J. D. *et al.* Uma revisão sobre o vírus da dengue e seus vetores. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e289101018733, 10 ago. 2021.
- BENITEZ, E. M. *et al.* Understanding the role of temporal variation of environmental variables in predicting *Aedes aegypti* oviposition activity in a temperate region of Argentina. **Acta Tropica**, v. 216, p. 105744, abr. 2021.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: estratégias setoriais e temáticas: portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016.** Brasília, 2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Cadernos de Atenção Básica, nº 21. **Vigilância em Saúde: Dengue, Esquistossomose, Hanseníase, Malária, Tracoma e Tuberculose / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção a Saúde, Departamento de Atenção Básica.** 2. ed. rev. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Monitoramento dos casos de arboviroses até a semana epidemiológica 52 de 2022.** Boletim Epidemiológico, volume 54, número 1, janeiro de 2023a.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN: Dengue e Chikungunya.** Disponível em: <http://portalsinan.saude.gov.br/sinan-dengue-chikungunya>. Acesso em: 10 de janeiro de 2023b.
- BRAVO-CORRAL, C.; NAVA-NAVA, J. F. Intervención educativa de enfermería en el desarrollo de competencias preventivas de dengue en una comunidad vulnerable con base en el modelo de Nola Pender. **Revista de Enfermería Neurológica**, v. 21, n. 3, 3 maio 2023.
- BREIGEIRON, M. K.; VACCARI, A.; RIBEIRO, S. P. Florence Nightingale: Legacy, present and perspectives in COVID-19 pandemic times. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 74, n. suppl 1, p. e20201306, 2021.
- BUENO, D. C. S. **Estudo ecológico da dengue no município de Bauru - SP.** Dissertação—São Paulo: Universidade Estadual de São Paulo, 28 fev. 2019.
- BUTCHER, H. K. *et al.* **Classificação das Intervenções de Enfermagem.** 7. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2020.
- BUTTERFIELD, P.; LEFFERS, J.; VÁSQUEZ, M. D. Nursing's pivotal role in global climate action. **BMJ**, p. n1049, 14 jun. 2021.
- CARVALHO, A. F. DE; CARDOSO, A. DE O.; HAMBURGER, D. S. Relação entre casos de dengue e temperatura mínima em municípios do estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 5, p. 1648–1657, 18 out. 2019.
- CEARÁ. **Boletim epidemiológico nº 02/2023: Arboviroses Urbanas 2023.** Fortaleza: Secretaria Estadual da Saúde do Ceará (SESA/CE). 1ª a 15ª semanas epidemiológicas de 2023. Disponível em: https://www.saude.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/9/2018/06/BOLETIM-No-02_-2023-2.pdf. Acesso em: 17 de maio de 2023.

COLÓN-GONZÁLEZ, F. J. *et al.* The Effects of Weather and Climate Change on Dengue. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 7, n. 11, p. e2503, 14 nov. 2013.

COSTA, A. C. *et al.* Influence of hydroclimatic variability on dengue incidence in a tropical dryland area. **Acta Tropica**, v. 235, p. 106657, nov. 2022.

CUNHA, D. G. F.; VECCHIA, F. As abordagens clássicas e dinâmica de clima: uma revisão bibliográfica aplicada ao tema da compreensão da realidade climática. *Ciência e Natura*, v.29, n. 1, p. 137-149, 2007.

ELTOM, K. *et al.* Dengue Virus Infection in Sub-Saharan Africa Between 2010 and 2020: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, 25 maio. 2021. v. 11.

EMERIBE, A. U. *et al.* Dengue Virus is Hyperendemic in Nigeria from 2009 to 2020: A Contemporary Systematic Review. **Infection & Chemotherapy**, 2021. v. 53, n. 2, p. 284.

EMMANOUIL, M. *et al.* Importati COSTA on of dengue, Zika and chikungunya infections in Europe: the current situation in Greece. **New Microbes and New Infections**, 1 maio 2020. v. 35.

FERNANDO, S. *et al.* Patterns and causes of liver involvement in acute dengue infection. **BMC infectious diseases**, v. 16, n. 1, p. 1–9, 2016.

FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Estudo discute imunidade de rebanho no ciclo das arboviroses**. Portal Fiocruz, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/estudo-discute-imunidade-de-rebanho-no-ciclo-das-arboviroses>. Acesso em: 23 maio 2023.

FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprova nova vacina contra a dengue**. 2023. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/noticias/3170-anvisa-aprova-nova-vacina-contra-a-dengue#:~:text=A%20Ag%C3%Aancia%20Nacional%20de%20Vigil%C3%A2ncia,tr%C3%AAs%20meses%20entre%20as%20aplica%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 25 maio 2023.

FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Instituto René Rachou FIOCRUZ Minas. **Dengue**. Disponível em: <https://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/dengue/>. Acesso em: Acesso em: 23 de maio de 2023.

FREITAS, B. S. *et al.* Análise da associação entre variáveis meteorológicas e as internações por dengue no município de Rio Branco/AC. **Revista de Geociências do Nordeste**, p. 162–171, 16 set. 2021.

FUNCEME – FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. Meteorologia. **Perguntas frequentes**. Fortaleza, CE. Disponível em: http://www.funceme.br/?page_id=3714. Acesso em: 20 jan. 2023.

FURTADO, A. N. R. *et al.* Dengue e seus avanços. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 51, n. 3, 2019.

GARCIA, T.R.; NÓBREGA, M.M.L. The ICNP® terminology and the Brazilian ICNP® Centre participation on its development and dissemination. **Rev Bras Enferm**. v.66(esp), p.142-50, 2013.

GOMES, T. F. **Doenças sensíveis ao clima e sua relação com a hidroclimatologia do semiárido**. 2021. 120f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Enfermagem) - Programa de Pós-graduação em Enfermagem, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2021.

- GÓMEZ, R. E. G. *et al.* Association between Climate Factors and Dengue Fever in Asuncion, Paraguay: A Generalized Additive Model. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 19, p. 12192, 26 set. 2022.
- HARRIS, M.; CALDWELL, J. M.; MORDECAI, E. A. Climate drives spatial variation in Zika epidemics in Latin America. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 286, n. 1909, p. 20191578, 28 ago. 2019.
- HARRIS, M.; CALDWELL, J. M.; MORDECAI, E. A. Climate drives spatial variation in Zika epidemics in Latin America. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 286, n. 1909, p. 20191578, 28 ago. 2019.
- HERDMAN, T. H. *et al.* **Diagnósticos de enfermagem da NANDA-I: definições e classificação 2021-2023**. 2021.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@ - Ceará**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce.html>. Acesso em: 10 jan. 2023.
- INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **O que é índice pluviométrico?** 2023. Disponível em: <http://www.inpe.br/faq>. Acesso em: 12 de maio de 2023.
- KRAEMER, M. U. G. *et al.* Spread of yellow fever virus outbreak in Angola and the Democratic Republic of the Congo 2015–16: a modelling study. **The Lancet Infectious Diseases**, mar. 2017. v. 17, n. 3, p. 330–338.
- KULARATNE, S. A.; DALUGAMA, C. Dengue infection: Global importance, immunopathology and management. **Clinical Medicine**, v. 22, n. 1, p. 9–13, jan. 2022.
- KULKARNI, M. A.; DUGUAY, C.; OST, K. Charting the evidence for climate change impacts on the global spread of malaria and dengue and adaptive responses: a scoping review of reviews. **Globalization and Health**, v. 18, n. 1, p. 1, dez. 2022.
- LEFFERS, J.; BUTTERFIELD, P. Nurses play essential roles in reducing health problems due to climate change. **Nursing Outlook**. v. 66, n. 2, p. 210–213, 2018
- LIMA, M. O que é Enfermagem? **Cogitare Enfermagem**, v. 10, p. 71-71–74, 2005.
- LIMA-COSTA, M. F.; BARRETO, S. M. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 12, n. 4, dez. 2003.
- LOWE, R. *et al.* Combined effects of hydrometeorological hazards and urbanisation on dengue risk in Brazil: a spatiotemporal modelling study. **The Lancet Planetary Health**, v. 5, n. 4, p. e209–e219, abr. 2021.
- MALTA, M. *et al.* STROBE initiative: guidelines on reporting observational studies. **Revista de Saude Publica**, 2010. v. 44, n. 3, p. 559–565.
- MARTINS, A. B. S. **Dengue no Ceará: 19 anos sob perspectiva espacial e temporal**. 2020. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Fortaleza, 2020.
- MARTINS, A. B. S. *et al.* Dengue in northeastern Brazil: a spatial and temporal perspective. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 2020. v. 53.

SANTOS, C. S.; MARQUES, I. S. S.; MARTINS, M. C. V. *et al.* Sistematização da assistência de enfermagem ao paciente com dengue. **Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT-SERGIPE**, v. 4, n. 3, p. 91-91, 2018.

MEIRA, M. C. R. *et al.* Influência do clima na ocorrência de dengue em um município brasileiro de tríplice fronteira. **Cogitare Enfermagem**, v. 26, 4 nov. 2021.

MERCHÁN-HAMANN, E.; TAUIL, P. L.; COSTA, M. P. Terminologia das medidas e indicadores em epidemiologia: Subsídios para uma possível padronização da nomenclatura. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 9, n. 4, dez. 2000.

MOORHEAD, S *et al.* **Classificação dos resultados de enfermagem: mensuração dos resultados em saúde**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

MOREIRA, R. P. *et al.* Climate and climate-sensitive diseases in semi-arid regions: a systematic review. **International Journal of Public Health**, v. 65, n. 9, p. 1749–1761, dez. 2020.

NARANJO-HERNÁNDEZ, Y. *et al.* Intervención de enfermería sobre conocimientos de dengue sustentada en la teoría de Swanson. **Revista Archivo Médico de Camagüey**, v. 25, n. 2, abr. 2021.

NEIVA, H. DA S.; CARDOSO, C. Clima e Dengue: uma ajuda para compreender a epidemia na cidade do Rio de Janeiro. **Revista de Políticas Públicas**, v. 22, p. 1135–1150, 2018.

NIGHTINGALE, F. **Notas sobre enfermagem: o que é e o que não é**. São Paulo: Cortez, 1989.

NUNES, P. C. G. *et al.* 30 years of fatal dengue cases in Brazil: a review. **BMC public health**, 21 mar. 2019. v. 19, n. 1. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30898104/>>. Acesso em: 2 maio 2022.

NURAINI, N. *et al.* Climate-based dengue model in Semarang, Indonesia: Predictions and descriptive analysis. **Infectious Disease Modelling**, v. 6, p. 598–611, 2021.

OLIVEIRA, R. M. A. B.; ARAUJO, F. M. C.; CAVALCANTI, L. P. G. Aspectos entomológicos e epidemiológicos das epidemias de dengue em Fortaleza, Ceará, 2001-2012. **Epidemiol. Serv. Saúde**. v. 27, n. 1, e201704414, 2018 .

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Dengue and Severe Dengue**. 2017. Disponível em: <https://apps.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/index.html>. Acesso em: 1º mar. 2022.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Dengue and Severe Dengue**. 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>. Acesso em: 20 abr. de 2023.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **State of the world's nursing 2020: investing in education, jobs and leadership**. Genebra: OMS, 2015. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240003279>. Acesso em: Acesso em: 10 de janeiro de 2023.

OPAS – ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Casos de dengue nas Américas chegam a 1,6 milhão, o que destaca a necessidade do controle de mosquitos durante a pandemia**. 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/23-6-2020-casos-dengue-nas-americas-chegam-16-milhao-que-destaca-necessidade-do-controle>. Acesso em: 23 maio 2023.

- ORTEGA, M. R. O.; MORENO, M. DE LA C. C.; DOMÍNGUEZ, M. D. LOS Á. D. Analysis about dengue fever, its transmitting agent, prevention and control strategies. **Revista Archivo Médico de Camagüey**, v. 19, n. 2, p. 189–202, 23 mar. 2015.
- OUATTARA, C. A. *et al.* Climate factors and dengue fever in Burkina Faso from 2017 to 2019. **Journal of Public Health in Africa**, v. 13, n. 1, 24 maio 2022.
- PEREIRA, S. S.; CURI, R. C. Meio ambiente, impacto ambiental e desenvolvimento sustentável: conceituações teóricas sobre o despertar da consciência ambiental. **REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 2, n. 4, p. 35, 28 dez. 2012.
- PIEDRAHITA, L. D. *et al.* Risk factors associated with dengue transmission and spatial distribution of high seroprevalence in schoolchildren from the urban area of Medellín, Colombia. **Canadian Journal of Infectious Diseases and Medical Microbiology**, 2018.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. [s.l.] QGIS Association, 2023.
- QI, X. *et al.* The effects of socioeconomic and environmental factors on the incidence of dengue fever in the Pearl River Delta, China, 2013. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 9, n. 10, p. e0004159, 2015.
- RAHMAN, MD. S. *et al.* Knowledge, attitudes, and practices on climate change and dengue in Lao People's Democratic Republic and Thailand. **Environmental Research**, v. 193, p. 110509, fev. 2021.
- RIBEIRO, G. S. *et al.* Influence of herd immunity in the cyclical nature of arboviruses. **Current Opinion in Virology**, v. 40, p. 1–10, fev. 2020.
- RIZZI, C. *et al.* Considerations about dengue fever and variables of importance to infestation by aedes aegypti. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 13, n. 24, p. 24–40, 2017.
- SALLES, T. S. *et al.* History, epidemiology and diagnostics of dengue in the American and Brazilian contexts: A review. **Parasites and Vectors**. v. 11, n. 1, p. 1–12, 2018.
- SANTANA, A. L. C. M.; LIMA, G. C. **Aedes aegypti: ciclo de vida e arbovirose**. Universidade Promotora de Saúde, , 2021. Disponível em: <https://ufsb.edu.br/proaf/images/SEPSE/documentos/cartilha_aedes_aegypti_ciclo_de_vida_e_arboviroses_vers%C3%A3o_final.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2023
- SANTOS, G. A. C. *et al.* Dengue: prevenção, controle e cuidados de enfermagem - revisão integrativa da literatura 2008-2013. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 20, n. 1, p. 71–78, 7 abr. 2016.
- SEAH, A. *et al.* The effects of maximum ambient temperature and heatwaves on dengue infections in the tropical city-state of Singapore – A time series analysis. **Science of The Total Environment**, v. 775, p. 145117, jun. 2021.
- SEIXAS, G. *et al.* Origin and expansion of the mosquito Aedes aegypti in Madeira Island (Portugal). **Scientific Reports**, 19 dez. 2019. v. 9, n. 1, p. 2241.
- SHANG, J.-T. *et al.* The Relationship Between Symptoms and Nursing Diagnoses in Hospitalized Patients With Dengue Fever. **Hu Li Za Zhi The Journal of Nursing**, v. 68, n. 4, p. 32–42, ago. 2021.

- SKALINSKI, L. *et al.* Contribuições da análise espacial para a compreensão da dinâmica de transmissão da dengue: revisão integrativa. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 7, n.1, p. 53–63, 28 dez. 2018.
- SOARES, P. V.; ARAÚJO, R. A. F. DE; 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.
- SOUSA, S. S. D. S. *et al.* Perfil reprodutivo de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* de uma área urbana endêmica para arboviroses da região Nordeste do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e6310917631, 21 jul. 2021.
- SOUSA, T. C. M. *et al.* Doenças sensíveis ao clima no Brasil e no mundo: revisão sistemática. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 42, 2018.
- STRUCHINER, C. J. *et al.* Increasing dengue incidence in Singapore over the past 40 years: population growth, climate and mobility. **PloS one**, v. 10, n. 8, p. e0136286, 2015.
- SUWANBAMRUNG, C. *et al.* Factors Correlated with Practices Regarding Care of Dengue Patients Among Nurses from 94 Primary Care Units in a High- Risk Province in Southern Thailand. **Journal of Multidisciplinary Healthcare**, v. Volume 13, p. 2043–2056, dez. 2020.
- TREJO, I. *et al.* Changing temperature profiles and the risk of dengue outbreaks. **PLOS Climate**, v. 2, n. 2, p. e0000115, 15 fev. 2023.
- TSHETEN, T. *et al.* Clinical predictors of severe dengue: a systematic review and meta-analysis. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 10, n. 1, p. 123, dez. 2021.
- WEAVER, S. C. *et al.* Zika virus: History, emergence, biology, and prospects for control. **Antiviral Research**, jun. 2016. v. 130, p. 69–80.
- XAVIER, A. C. *et al.* New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020). **International Journal of Climatology**, v. 42, n. 16, p. 8390–8404, 2022.
- XAVIER, A. L. R. *et al.* Manifestações clínicas na dengue: diagnóstico laboratorial. **J. bras. med.**, 2014.

ANEXO A – Características sociodemográficas dos municípios cearenses

Município	População*	Área (Km ²)**	Densidade demográfica (hab/Km ²)	IDHM***
Abaiara	11965	180,83	66,17	0,63
Acarape	15140	130,00	116,46	0,61
Acaraú	63556	842,47	75,44	0,6
Acopiara	54687	2254,28	24,26	0,6
Aiuaba	17584	2438,56	7,21	0,57
Alcântaras	11846	135,76	87,26	0,6
Altaneira	7712	72,68	106,12	0,6
Alto Santo	16077	1345,70	11,95	0,6
Amontada	44195	1175,04	37,61	0,61
Antonina do Norte	7402	259,71	28,50	0,6
Apuiarés	14742	543,98	27,10	0,62
Aquiraz	81581	480,24	169,88	0,64
Aracati	75392	1227,20	61,43	0,66
Aracoiaba	26600	643,99	41,31	0,62
Ararendá	10983	342,30	32,09	0,59
Araripe	21707	1097,34	19,78	0,56
Aratuba	11759	119,76	98,19	0,62
Arneiroz	7848	1068,44	7,35	0,62
Assaré	23537	1155,12	20,38	0,6
Aurora	24567	885,87	27,73	0,61
Baixio	6318	145,56	43,41	0,63
Banabuiú	18313	1080,986	16,94	0,61
Barbalha	61662	608,16	101,39	0,68
Barreira	22715	260,00	87,36	0,62
Barro	22834	711,35	32,10	0,6
Barroquinha	15069	385,58	39,08	0,57
Baturité	36127	314,08	115,03	0,62
Beberibe	54315	1596,75	34,02	0,64
Bela Cruz	32851	842,11	39,01	0,62
Boa Viagem	54680	2835,04	19,29	0,6
Brejo Santo	50195	654,66	76,67	0,65
Camocim	64147	1120,45	57,25	0,64
Campos Sales	27513	1082,58	25,41	0,63
Canindé	77484	3032,39	25,55	0,61
Capistrano	17830	226,55	78,70	0,61
Caridade	23011	926,27	24,84	0,59
Cariré	18470	755,60	24,44	0,6
Caririaçu	27008	634,18	42,59	0,58
Cariús	18700	1036,42	18,04	0,6
Carnaubal	17763	363,22	48,90	0,59
Cascavel	72706	838,12	86,75	0,65
Catarina	21041	488,15	43,10	0,62
Catunda	10410	784,02	13,28	0,61
Caucaia	368918	1223,25	301,59	0,68
Cedro	25612	729,97	35,09	0,63
Chaval	13112	237,25	55,27	0,59
Choró	13608	815,27	16,69	0,59
Chorozinho	20286	296,43	68,43	0,6
Coreaú	23340	750,33	31,11	0,61

Crateús	75241	2981,46	25,24	0,64
Crato	133913	1138,15	117,66	0,71
Croatá	18201	696,35	26,14	0,59
Cruz	25121	335,92	74,78	0,63
Deputado Irapuan Pinheiro	9698	471,13	20,58	0,61
Ererê	7254	362,91	19,99	0,61
Eusébio	55035	78,82	698,25	0,7
Farias Brito	19330	530,54	36,43	0,63
Forquilha	24680	568,78	43,39	0,64
Fortaleza	2703391	312,35	8654,92	0,75
Fortim	16776	285,02	58,86	0,62
Frecheirinha	14195	210,28	67,50	0,6
General Sampaio	7767	230,37	33,72	0,57
Graça	14415	258,94	55,67	0,57
Granja	55170	2663,17	20,72	0,56
Granjeiro	4784	111,53	42,90	0,59
Groaíras	11219	155,68	72,06	0,63
Guaiúba	26508	256,05	103,53	0,62
Guaraciaba do Norte	40921	624,61	65,51	0,61
Guaramiranga	5073	90,82	55,86	0,64
Hidrolândia	20126	926,59	21,72	0,6
Horizonte	69688	160,56	434,04	0,66
Ibaretama	13385	879,26	15,22	0,58
Ibiapina	25165	414,09	60,77	0,61
Ibicuitinga	12730	423,86	30,03	0,61
Icapuí	20183	421,44	47,89	0,62
Icó	68303	1865,86	36,61	0,58
Iguatu	103633	992,21	104,45	0,68
Independência	26196	3222,38	8,13	0,63
Ipaporanga	11597	704,77	16,45	0,58
Ipaumirim	12507	276,51	45,23	0,61
Ipu	42148	626,05	67,32	0,62
Ipueiras	38064	1483,26	25,66	0,57
Iracema	14351	839,17	17,10	0,65
Irauçuba	24450	1466,41	16,67	0,61
Itaíçaba	7904	213,60	37,00	0,66
Itaitinga	38661	153,69	251,56	0,63
Itapagé	53448	432,19	123,67	0,62
Itapipoca	131687	1600,36	82,29	0,64
Itapiúna	20653	593,23	34,81	0,6
Itarema	42595	714,83	59,59	0,61
Itatira	22018	829,63	26,54	0,56
Jaguaretama	18133	1826,83	9,93	0,61
Jaguaribara	11580	622,96	18,59	0,62
Jaguaribe	34592	1877,06	18,43	0,62
Jaguaruana	33960	854,36	39,75	0,62
Jardim	27187	544,98	49,89	0,61
Jati	8150	368,36	22,13	0,65
Jijoca de Jericoacoara	20351	209,03	97,36	0,65
Juazeiro do Norte	278264	258,79	1075,26	0,69
Jucás	24949	940,34	26,53	0,6
Lavras da Mangabeira	31476	945,26	33,30	0,61
Limoeiro do Norte	60232	744,53	80,90	0,68
Madalena	20031	997,78	20,08	0,61

Maracanaú	230986	105,07	2198,38	0,69
Maranguape	131677	583,51	225,67	0,66
Marco	27822	573,61	48,50	0,61
Martinópolis	11407	303,45	37,59	0,6
Massapê	39341	567,78	69,29	0,62
Mauriti	48370	1079,01	44,83	0,61
Meruoca	15309	151,65	100,95	0,62
Milagres	27413	579,10	47,34	0,63
Milhã	13129	502,14	26,15	0,63
Miraíma	13965	708,68	19,71	0,59
Missão Velha	35566	613,32	57,99	0,62
Mombaca	43917	2115,75	20,76	0,58
Monsenhor Tabosa	17264	892,54	19,34	0,61
Morada Nova	61590	2763,97	22,28	0,61
Moraújo	8833	414,45	21,31	0,58
Morrinhos	22830	411,59	55,47	0,59
Mucambo	14561	192,19	75,76	0,61
Mulungu	11056	97,95	112,87	0,61
Nova Olinda	15798	282,58	55,91	0,63
Nova Russas	32487	736,91	44,09	0,61
Novo Oriente	28737	947,44	30,33	0,61
Ocara	25958	763,08	34,02	0,59
Orós	21342	577,53	36,95	0,64
Pacajus	74145	250,30	296,22	0,66
Pacatuba	85647	133,24	642,82	0,68
Pacoti	12313	112,43	109,51	0,64
Pacujá	6565	88,36	74,30	0,62
Palhano	9458	436,98	21,64	0,62
Palmácia	13553	128,90	105,15	0,62
Paracuru	35526	304,73	116,58	0,64
Paraipaba	33232	289,23	114,90	0,63
Parambu	31391	2313,87	13,57	0,57
Paramoti	12276	539,24	22,77	0,58
Pedra Branca	43359	1302,08	33,30	0,6
Penaforte	9207	150,54	61,16	0,65
Pentecoste	38045	1379,84	27,57	0,63
Pereiro	16356	435,87	37,53	0,6
Pindoretama	20964	74,03	283,17	0,64
Piquet Carneiro	17210	589,60	29,19	0,6
Pires Ferreira	11052	244,46	45,21	0,59
Poranga	12358	1310,77	9,43	0,58
Porteiras	14920	224,86	66,35	0,62
Potengi	11165	343,26	32,53	0,56
Potiretama	6455	409,14	15,78	0,6
Quiterianópolis	21246	1041,83	20,39	0,59
Quixadá	88899	2020,59	44,00	0,66
Quixelô	16116	605,35	26,62	0,59
Quixeramobim	82455	3324,99	24,80	0,64
Quixeré	22432	613,10	36,59	0,62
Redenção	29238	247,99	117,90	0,63
Reriutaba	18279	372,95	49,01	0,6
Russas	79550	1611,09	49,38	0,67
Saboeiro	15757	1381,27	11,41	0,58
Salitre	16714	806,25	20,73	0,54
Santa Quitéria	43719	4262,30	10,26	0,62

Santana do Acaraú	32851	972,57	33,78	0,59
Santana do Cariri	17726	855,17	20,73	0,61
São Benedito	48354	350,85	137,82	0,61
São Gonçalo do Amarante	49306	842,64	58,51	0,67
São João do Jaguaribe	7557	279,45	27,04	0,65
São Luís do Curu	13086	122,87	106,51	0,62
Senador Pompeu	25418	956,88	26,56	0,62
Senador Sá	7758	424,64	18,27	0,6
Sobral	212437	2068,47	102,70	0,71
Solonópole	18389	1535,86	11,97	0,63
Tabuleiro do Norte	32079	849,15	37,78	0,65
Tamboril	26199	2014,54	13,00	0,58
Tarrafas	8555	412,72	20,73	0,58
Tauá	59259	4010,62	14,78	0,63
Tejuçuoca	19551	758,71	25,77	0,58
Tianguá	77111	909,85	84,75	0,66
Trairi	56653	928,73	61,00	0,61
Tururu	16588	201,27	82,42	0,61
Ubajara	35295	423,67	83,31	0,65
Umari	7740	263,18	29,41	0,59
Umirim	19976	315,65	63,29	0,59
Uruburetama	22223	99,40	223,57	0,64
Uruoca	13988	697,68	20,05	0,57
Varjota	18520	179,24	103,33	0,61
Várzea Alegre	41078	829,98	49,49	0,63
Viçosa do Ceará	61916	1310,91	47,23	0,57

Fonte: dados da pesquisa. *população estimada pelo Tribunal de Contas da União para 2022; **Área territorial segundo o IBGE. ***IDHM conforme o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

ANEXO B - Casos suspeitos (S) e positivos (P) de dengue nos 184 municípios do Ceará entre 2008 e 2019

Município	Anos																							
	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019	
	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P	S	P
Abaiara	13	10	7	0	107	102	8	7	120	113	11	1	38	37	85	70	6	6	133	38	1	1	8	8
Acarape	43	41	1	0	10	7	210	210	88	76	18	4	13	1	82	8	173	46	139	3	1	0	0	0
Acaraú	23	23	17	10	0	0	18	17	6	6	1	1	99	98	63	60	20	20	0	0	2	2	4	4
Acopiara	4	4	8	1	423	423	129	129	37	37	116	116	0	0	42	42	10	10	257	257	0	0	477	477
Aiuaba	15	12	6	6	194	192	48	47	16	3	18	17	154	121	32	13	4	2	8	5	1	0	3	3
Alcântaras	1	0	0	0	1	0	2	0	7	1	2	1	4	3	809	804	12	10	1	1	0	0	17	17
Altaneira	15	14	72	62	7	0	16	14	3	0	6	0	5	3	7	1	47	14	14	13	0	0	10	10
Alto Santo	1	1	9	6	0	0	2	1	5	1	4	2	329	311	1	0	60	35	354	142	1	1	2	2
Amontada	13	11	14	0	2	2	65	63	0	0	8	6	4	4	25	24	4	4	1	0	0	0	6	6
Antonina do Norte	2	2	0	0	45	45	5	5	7	3	13	11	1	1	3	1	1	1	11	8	0	0	0	0
Apuiarés	94	84	5	1	2	0	44	14	108	2	22	8	10	4	17	15	132	34	7	7	1	1	2	0
Aquiraz	156	109	7	7	13	13	46	46	148	137	128	111	228	217	1291	1.251	224	197	16	14	1	1	11	11
Aracati	59	57	32	3	18	18	196	184	277	277	147	147	312	305	330	311	53	45	74	64	28	28	412	412
Aracoiaba	98	86	3	3	14	7	233	221	48	41	141	106	22	18	132	120	53	13	172	14	1	0	2	1
Ararendá	20	17	0	0	0	0	209	208	15	6	18	18	0	0	13	11	229	220	25	25	1	1	10	10
Araripe	16	16	7	7	74	74	3	3	48	47	24	24	153	153	11	11	57	57	8	8	0	0	5	5
Aratuba	14	14	20	0	3	3	28	27	10	9	14	10	10	8	23	14	2	1	30	16	10	7	97	92
Arneiroz	126	119	10	0	60	36	6	6	15	12	35	22	374	321	243	221	18	11	10	2	2	1	6	2
Assaré	96	58	2	1	81	68	47	45	86	82	6	4	49	37	27	23	104	78	3	2	0	0	19	19
Aurora	52	8	0	0	5	5	6	3	12	11	34	33	10	9	17	12	2	1	1	0	0	0	0	0
Baixio	2	2	1	1	165	141	79	78	0	0	1	0	0	0	46	46	49	49	6	6	5	5	23	23
Banabuiú	37	4	16	0	16	0	46	17	28	1	49	14	12	0	17	9	20	0	18	10	0	0	5	5
Barbalha	24	24	12	4	317	183	75	73	353	351	9	9	91	90	575	574	170	162	33	33	6	6	30	30
Barreira	70	63	3	1	9	9	160	157	27	26	75	75	8	5	53	53	26	20	8	4	0	0	2	2
Barro	78	15	13	1	117	115	330	311	152	152	89	79	231	225	437	403	11	10	20	17	2	2	7	7
Barroquinha	10	6	35	2	3	3	29	29	22	22	392	391	4	4	127	123	192	189	4	4	0	0	0	0
Baturité	58	50	6	0	11	9	298	294	58	42	91	83	12	9	66	50	20	13	8	8	0	0	1	1
Beberibe	76	71	46	8	14	14	72	71	153	147	46	43	170	162	345	334	15	15	85	81	1	0	175	175
Bela Cruz	18	17	5	0	0	0	12	12	10	3	15	3	41	19	26	26	63	62	1	0	0	0	2	2
Boa Viagem	464	398	34	6	54	53	381	289	125	105	627	572	190	169	511	507	185	179	25	25	3	3	53	53
Brejo Santo	14	11	28	15	401	401	142	142	103	103	392	362	503	503	954	954	173	173	1410	1.407	98	98	356	356

Camocim	35	17	11	7	9	8	42	29	38	35	112	108	36	25	40	26	181	67	21	20	2	2	2	2
Campos Sales	9	4	302	261	489	474	8	8	108	99	202	172	559	559	45	43	268	268	15	15	0	0	6	6
Canindé	538	534	335	328	13	4	701	163	447	434	415	407	590	588	572	566	464	391	110	110	3	3	142	142
Capistrano	48	34	0	0	38	37	44	44	33	32	31	22	12	4	159	155	256	240	3	3	0	0	2	2
Caridade	100	96	42	12	6	5	32	20	104	99	343	340	154	94	88	83	412	397	4	3	2	2	12	12
Cariré	4	3	6	1	0	0	7	3	0	0	3	0	4	1	99	55	57	20	2	2	0	0	0	0
Caririaçu	41	41	4	3	90	90	16	16	26	25	21	8	36	0	43	38	6	3	16	8	2	1	14	14
Cariús	8	8	0	0	2	2	31	31	2	2	2	2	1	1	6	6	0	0	1	1	2	2	3	3
Carnaubal	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	3	3	1	0	4	3	1	1	1	1
Cascavel	249	245	2	2	143	143	61	61	169	169	323	311	23	23	126	124	23	23	41	41	5	5	301	297
Catarina	4	2	2	0	105	105	21	21	8	8	85	85	51	51	152	152	239	239	62	62	1	1	54	54
Catunda	154	148	3	0	8	1	224	105	0	0	15	9	1	0	43	7	50	49	0	0	1	1	0	0
Caucaia	1.691	1.545	103	58	214	212	1.725	1.153	1.287	872	1.153	863	819	652	1611	1.410	2280	1.415	2423	1.452	303	284	683	246
Cedro	678	673	17	7	2	2	3	3	5	5	10	7	3	3	2	2	43	19	13	13	7	7	3	3
Chaval	19	1	12	0	13	0	5	5	129	24	150	2	47	38	87	1	105	43	60	4	0	0	6	0
Choró	48	2	15	0	8	0	77	69	13	0	5	5	9	3	40	11	3	2	12	12	4	4	52	52
Chorozinho	68	67	12	0	24	24	151	128	63	55	37	22	41	40	11	11	2	2	220	62	1	1	2	2
Coreaú	98	68	11	2	5	4	332	287	64	37	119	110	100	41	454	306	247	28	21	18	0	0	1	1
Crateús	817	796	182	76	1.701	1.701	1.204	1.197	44	44	682	682	130	101	404	404	348	348	191	191	49	49	49	49
Crato	117	117	16	13	1.446	1.446	392	392	1.197	1.197	165	165	188	188	415	415	515	515	128	128	17	17	139	139
Croatá	2	2	0	0	0	0	2	2	1	1	0	0	4	4	57	55	4	4	13	1	0	0	0	0
Cruz	1	1	2	0	0	0	1	1	4	3	3	3	15	14	10	9	15	15	0	0	0	0	9	9
Deputado Irapuan Pinheiro	0	0	0	0	2	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2
Ererê	7	5	0	0	97	88	2	2	7	7	8	8	23	21	0	0	2	0	1	0	2	2	168	168
Eusébio	46	46	6	6	2	2	185	185	63	63	235	226	192	191	400	398	28	23	5	5	1	1	5	5
Farias Brito	7	5	32	24	259	252	80	75	114	110	7	6	29	26	132	129	71	67	673	669	2	2	7	7
Forquilha	17	0	6	0	0	0	6	6	44	9	112	61	9	5	113	48	260	251	2	1	1	1	0	0
Fortaleza	29.728	28.640	4.263	4.215	5.057	4.704	34.288	34.265	39.389	39.006	9.035	8.787	5166	5.165	27299	26.954	24050	21.987	22760	14.519	1441	1.435	3950	3.941
Fortim	7	6	0	0	0	0	26	25	24	1	34	0	7	2	1	1	10	4	29	28	0	0	120	120
Frecheirinha	32	29	0	0	1	0	21	12	15	15	22	9	1	1	118	55	72	2	10	1	0	0	0	0
General Sampaio	8	2	3	0	2	1	67	43	9	1	2	2	54	53	10	10	5	2	5	0	1	1	0	0
Graça	7	0	4	0	3	0	86	16	4	1	110	19	3	0	17	7	68	5	17	1	3	3	1	1
Granja	18	4	10	0	155	105	672	298	56	27	76	75	61	4	102	17	144	55	37	27	2	2	7	7
Granjeiro	0	0	0	0	9	9	0	0	2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	91	43	1	1	3	3
Groaíras	16	4	24	15	2	2	82	12	26	3	20	3	8	6	10	9	7	5	6	4	5	4	1	1
Guaiúba	67	63	1	0	266	167	96	96	28	23	30	24	31	21	15	1	78	5	50	46	0	0	1	1
Guaraciaba do Norte	5	4	3	3	0	0	8	8	3	3	1	1	5	5	239	229	27	27	2	2	2	2	1	1
Guaramiranga	2	2	6	0	5	2	23	8	9	6	8	7	10	2	26	10	10	1	4	4	0	0	22	22

Hidrolândia	16	5	0	0	3	1	168	3	7	1	7	1	1372	628	764	750	393	377	0	0	1	1	4	4
Horizonte	62	61	3	2	11	10	48	47	18	11	187	140	58	40	489	427	130	111	262	262	10	10	19	19
Ibaretama	64	3	1	1	66	65	72	67	9	5	88	9	34	3	6	4	34	28	26	25	3	3	4	4
Ibiapina	5	5	3	3	1	1	8	8	2	2	3	3	2	2	8	8	0	0	1	1	0	0	1	1
Ibicuitinga	36	32	5	4	5	1	134	127	4	0	42	36	41	37	14	13	8	6	15	10	6	6	41	41
Icapuí	48	41	13	0	3	0	9	9	19	19	24	20	26	9	159	14	27	26	64	54	11	10	213	213
Icó	68	62	1	1	779	779	1.293	1.293	401	384	302	166	496	494	288	285	1508	1.508	370	370	161	161	48	48
Iguatu	442	442	45	23	45	45	260	260	16	16	160	160	145	145	633	633	116	114	179	179	162	162	1260	1.260
Independência	84	81	3	3	162	153	63	61	3	3	115	63	46	45	39	37	12	6	19	18	0	0	1	1
Ipaporanga	84	38	8	2	3	3	4	4	3	2	18	11	14	12	46	43	1	1	5	0	1	1	0	0
Ipauimirim	34	19	1	0	10	0	74	74	1	1	60	51	0	0	62	62	63	63	21	21	68	68	10	10
Ipu	10	8	2	0	0	0	326	198	13	3	211	143	348	333	576	573	621	87	23	0	2	1	2	2
Ipueiras	50	18	0	0	0	0	9	9	2	1	17	17	7	5	160	159	149	145	29	28	0	0	17	17
Iracema	3	3	0	0	5	2	12	11	9	6	8	6	36	34	9	8	471	468	361	335	1	1	13	10
Irauçuba	21	17	12	0	3	0	106	90	0	0	39	21	40	34	288	272	690	323	504	495	13	13	23	23
Itaiçaba	4	1	1	0	1	1	8	8	16	15	9	8	14	13	13	11	3	3	0	0	1	1	119	119
Itaitinga	32	32	3	3	1	1	55	43	105	19	57	40	41	31	302	282	37	37	55	29	1	1	9	6
Itapagé	72	33	3	3	1	1	168	140	28	26	47	45	5	4	18	16	17	14	18	12	2	1	1	1
Itapipoca	845	840	26	5	272	269	1.122	1.122	14	12	331	327	159	155	532	529	217	217	52	47	2	2	10	10
Itapiúna	70	70	3	3	147	145	86	86	72	56	124	120	29	27	154	140	189	19	24	17	0	0	1	1
Itarema	8	7	8	0	1	1	5	5	2	2	4	4	24	4	78	59	4	1	2	1	0	0	16	16
Itatira	273	269	23	22	1	1	260	259	115	111	150	141	34	32	102	100	397	395	41	40	4	4	8	8
Jaguaretama	7	5	3	2	1	1	9	8	4	3	5	4	10	6	16	15	299	294	76	76	1	1	244	244
Jaguaribara	3	3	0	0	1	1	31	27	10	10	3	2	252	249	342	337	65	62	292	279	7	7	36	36
Jaguaribe	80	71	13	2	11	11	49	24	39	34	27	26	191	120	55	50	39	27	16	13	7	7	37	37
Jaguaruana	37	33	9	2	3	3	23	20	18	12	38	35	33	30	44	44	17	16	5	5	158	158	260	258
Jardim	4	3	100	70	7	2	9	4	72	52	12	3	111	44	546	416	31	28	5	2	1	1	92	91
Jati	5	3	1	1	202	202	18	11	75	49	4	0	5	5	78	77	27	26	3	1	1	1	111	111
Jijoca de Jericoacoara	9	9	25	1	1	1	2	2	8	3	106	5	148	125	197	56	167	143	3	3	0	0	12	10
Juazeiro do Norte	48	45	27	21	972	910	205	205	1.274	1.075	242	66	208	135	1111	310	407	208	66	63	6	6	36	36
Jucás	104	104	2	1	11	11	198	198	1	1	0	0	0	0	255	255	0	0	0	0	0	0	8	8
Lavras da Mangabeira	1.567	1.567	5	0	25	1	16	12	10	8	4	2	94	94	42	42	133	133	69	69	40	40	2	2
Limoeiro do Norte	49	40	12	0	8	5	292	292	372	358	136	134	483	474	233	230	76	72	32	24	11	7	279	273
Madalena	50	12	1	0	0	0	72	72	22	4	62	37	38	34	83	81	63	50	54	54	3	3	52	51
Maracanau	1.912	1.895	214	115	360	343	2.430	2.429	2.290	2.277	1.974	1.863	187	186	1275	1.271	607	414	1121	594	27	27	56	50
Maranguape	103	100	19	8	20	20	224	224	120	120	304	304	26	26	491	491	97	97	98	98	10	10	126	126
Marco	15	14	18	1	3	2	13	13	8	6	8	2	18	9	60	50	145	145	12	9	0	0	2	2
Martinópolis	20	0	9	0	10	7	30	21	69	54	9	8	6	5	82	1	79	63	1	1	1	1	1	1

Massapê	101	1	75	2	698	334	744	390	113	8	75	31	21	20	97	96	64	47	2	1	2	1	3	2
Mauriti	12	11	13	12	270	270	362	325	48	48	544	543	131	120	560	557	107	106	426	421	69	69	224	224
Meruoca	5	0	0	0	1	1	4	0	3	1	2	0	4	4	235	232	11	9	6	1	1	1	2	2
Milagres	137	128	23	1	49	49	167	167	85	85	127	127	81	80	251	230	95	89	763	724	7	7	203	203
Milhã	11	3	0	0	0	0	10	2	0	0	0	0	1	0	325	176	70	21	22	22	250	180	28	27
Miraíma	23	22	5	1	1	0	16	16	9	2	21	19	18	18	66	54	4	4	4	4	0	0	1	1
Missão Velha	12	3	23	0	41	27	2	1	44	3	9	8	32	31	106	103	133	117	101	94	18	4	22	20
Mombaça	35	35	133	133	100	100	118	118	5	5	71	71	18	18	160	160	100	100	37	37	0	0	136	136
Monsenhor Tabosa	194	108	7	1	11	4	338	337	7	7	18	18	14	2	201	37	53	7	32	21	1	1	1	1
Morada Nova	92	88	79	58	11	10	59	50	29	24	54	41	26	23	189	17	77	4	19	15	38	38	9	9
Moraújo	1	1	4	0	0	0	69	46	0	0	22	12	2	2	3	2	11	1	1	1	2	2	0	0
Morrinhos	150	11	10	5	2	1	34	10	1	0	6	2	4	1	6	1	8	1	1	1	0	0	1	1
Mucambo	49	2	71	3	0	0	11	1	1	0	217	206	10	10	309	303	54	40	5	4	0	0	0	0
Mulungu	7	1	0	0	0	0	20	3	11	2	29	6	11	4	48	13	32	1	32	23	3	3	16	15
Nova Olinda	11	10	3	1	69	69	61	61	32	31	5	2	85	64	39	13	3	1	4	3	1	0	2	1
Nova Russas	23	11	0	0	2	2	333	333	112	111	23	23	50	47	159	156	746	738	9	9	2	2	33	33
Novo Oriente	85	43	6	3	155	110	239	216	21	19	56	43	28	11	123	114	3	3	2	2	14	14	0	0
Ocara	46	45	11	9	2	2	255	255	274	249	447	440	178	160	649	648	55	55	112	96	12	11	11	9
Orós	357	354	1	1	95	95	341	341	3	1	1	1	32	32	13	13	11	9	6	6	8	8	6	6
Pacajus	70	47	75	10	40	34	319	127	86	46	822	769	31	11	202	106	47	35	248	14	2	1	6	1
Pacatuba	205	197	49	13	164	164	191	190	361	157	571	512	79	45	352	167	90	26	31	17	2	1	21	21
Pacoti	12	12	19	1	5	5	16	16	26	14	13	7	73	70	149	147	84	76	1	1	2	2	74	74
Pacujá	6	1	3	0	1	1	8	2	3	0	55	29	3	1	13	11	27	21	1	1	0	0	0	0
Palhano	1	1	1	0	2	2	1	1	44	26	119	87	21	14	98	94	19	17	7	7	1	1	796	738
Palmácia	64	61	11	2	2	2	22	22	4	4	38	37	1	1	62	58	1	0	4	3	2	2	0	0
Paracuru	33	32	9	1	3	3	13	13	550	522	38	32	128	88	166	164	29	4	56	55	7	7	12	12
Paraipaba	27	25	6	2	1	1	43	15	67	39	126	3	17	1	159	14	9	0	1	1	1	1	1	1
Parambu	39	38	19	17	142	139	218	218	54	54	177	177	255	244	51	46	49	44	28	25	0	0	2	1
Paramoti	16	12	0	0	4	4	43	40	7	5	71	70	5	5	24	22	2	0	5	5	0	0	24	24
Pedra Branca	5	5	1	1	5	4	4	4	1	1	2	2	0	0	6	5	0	0	102	102	50	50	113	113
Penaforte	0	0	0	0	60	55	101	97	7	4	0	0	9	9	23	23	138	136	14	14	0	0	78	78
Pentecoste	144	142	8	2	242	242	98	89	22	22	116	111	310	253	361	283	728	491	5	5	3	2	2	2
Pereiro	218	211	5	1	10	10	46	46	27	24	209	209	405	398	23	22	12	11	10	9	0	0	414	399
Pindoretama	16	15	0	0	10	0	3	3	19	15	95	18	65	59	150	128	20	20	47	22	4	3	29	26
Piquet Carneiro	2	2	2	2	1	1	20	20	9	9	32	32	166	166	687	687	44	44	23	23	1	1	56	56
Pires Ferreira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	8	8	275	270	9	6	0	0	0	0	0	0
Poranga	6	2	1	0	0	0	12	4	1	1	0	0	1	0	44	42	17	7	6	3	1	0	9	2
Porteiras	7	1	3	0	216	216	138	138	54	48	42	42	81	81	639	639	27	26	33	33	7	7	87	87
Potengi	95	90	9	2	63	42	6	3	24	24	82	10	62	48	3	0	107	38	2	1	0	0	0	0

Potiretama	8	2	1	1	3	3	8	8	0	0	3	2	2	1	1	1	5	1	22	20	0	0	2	1
Quiterianópolis	11	8	32	1	586	9	667	655	231	231	196	195	37	4	20	2	21	1	1	1	0	0	1	1
Quixadá	637	612	12	11	39	21	432	431	203	144	236	215	4	3	204	190	316	314	87	86	296	293	317	317
Quixelô	1	1	0	0	2	2	13	13	3	3	114	114	15	15	4	4	3	3	2	2	80	78	87	86
Quixeramobim	166	158	7	7	9	9	119	119	98	93	39	39	104	95	197	191	311	186	1191	915	67	66	117	117
Quixeré	17	11	0	0	3	3	100	93	140	140	36	32	188	187	86	86	55	42	34	18	17	17	637	627
Redenção	244	241	11	3	1	1	40	40	6	5	21	21	3	3	13	10	3	1	36	18	1	1	3	3
Reriutaba	46	43	15	2	5	0	553	392	266	24	622	68	18	15	826	798	184	48	248	203	2	2	1	1
Russas	622	615	34	8	25	19	79	79	62	52	141	139	334	326	662	660	745	739	83	82	128	128	1640	1.640
Saboeiro	1	1	0	0	65	65	25	25	0	0	0	0	0	0	11	11	5	5	4	4	0	0	36	36
Salitre	40	39	37	33	7	7	12	12	32	32	6	6	56	54	9	8	53	53	0	0	0	0	15	15
Santa Quitéria	90	75	31	2	122	1	508	21	10	23	97	12	249	4	216	16	472	0	28	3	2	0	5	1
Santana do Acaraú	78	20	3	2	6	178	26	56	27	53	21	20	4	220	19	31	5	5	10	0	0	9	1	32
Santana do Cariri	20	69	2	1	179	68	121	495	57	5	100	0	231	7	33	120	7	139	0	6	10	0	32	5
São Benedito	6	5	1	0	2	2	7	7	1	1	1	1	9	7	16	15	8	4	3	1	1	1	0	0
São Gonçalo do Amarante	172	165	1	1	4	4	202	202	97	96	57	56	127	121	448	448	172	171	22	22	2	2	6	6
São João do Jaguaribe	1	1	3	0	0	0	2	1	2	2	1	0	3	1	12	10	4	3	23	12	4	2	4	4
São Luís do Curu	60	4	1	1	2	1	65	8	11	0	9	8	18	9	140	94	22	11	11	9	0	0	0	0
Senador Pompeu	10	7	2	2	9	9	163	148	14	7	34	33	48	40	47	37	7	2	272	20	10	8	23	21
Senador Sá	2	0	0	0	2	0	62	23	37	19	49	41	37	19	76	20	158	5	6	0	4	4	2	2
Sobral	73	71	64	29	84	14	102	88	18	18	106	103	409	407	1442	1.438	701	701	42	40	5	4	41	41
Solonópole	7	5	1	0	0	0	9	8	5	4	213	208	4	4	12	11	9	8	153	153	214	213	30	30
Tabuleiro do Norte	36	35	3	1	22	22	50	50	23	21	21	16	153	135	216	187	641	637	510	504	4	4	67	67
Tamboril	158	25	253	83	145	141	146	143	6	6	216	216	68	49	127	108	174	74	34	6	8	8	5	5
Tarrafas	0	0	0	0	1	1	21	21	3	0	0	0	3	2	0	0	8	6	7	7	0	0	1	1
Tauá	701	688	351	181	1.620	1.619	83	80	336	336	1.115	1.093	1464	1.182	382	372	2361	2.351	80	77	4	4	19	19
Tejuçuoca	79	69	2	0	1	1	40	40	22	3	4	3	0	0	11	10	17	3	182	3	0	0	3	3
Tianguá	21	18	2	2	1	1	27	27	10	10	156	156	13	10	588	587	21	18	7	7	1	1	7	7
Trairi	30	21	9	3	3	2	51	43	34	21	228	213	208	103	409	367	14	11	8	3	2	2	0	0
Tururu	12	11	0	0	1	0	143	64	8	1	32	27	16	12	110	69	15	15	8	8	0	0	0	0
Ubajara	0	0	2	2	1	1	5	5	3	1	9	7	3	1	74	71	2	1	2	2	0	0	2	2
Umari	15	13	1	1	6	6	42	42	10	3	21	17	49	49	32	32	45	45	36	36	5	5	1	1
Umirim	51	32	2	2	3	0	127	126	20	12	31	15	104	99	146	137	33	7	13	8	0	0	0	0
Uruburetama	27	25	10	1	3	1	38	30	10	2	114	111	37	36	42	40	45	45	2	1	0	0	4	3
Uruoca	1	1	1	1	1	1	17	17	90	88	118	104	7	7	29	29	21	21	7	3	0	0	0	0
Varjota	16	10	2	2	17	4	417	299	14	10	376	117	38	31	358	294	88	20	4	3	11	11	1	1
Várzea Alegre	61	61	14	2	20	20	25	24	19	10	19	12	19	4	466	459	14	11	205	203	32	32	82	82
Viçosa do Ceará	8	7	2	1	7	7	12	12	6	5	8	8	12	12	81	81	50	50	2	2	1	0	8	8

Fonte: dados da pesquisa.