

Variabilidade climática e casos de dengue em cidades do estado da Paraíba, Brasil

Climate variability and dengue cases in cities in the state of Paraíba, Brazil

Variabilidad climática y casos de dengue en ciudades del estado de Paraíba, Brasil

Recebido: 22/07/2022 | Revisado: 30/07/2022 | Aceito: 05/08/2022 | Publicado: 15/08/2022

Andreia Alves de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3539-5204>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: andrea.svs@hotmail.com

Juliete Baraúna Monteiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4233-4899>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: juhbarauna@gmail.com

Dimas de Barros Santiago

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7118-8467>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: dimas.barros91@gmail.com

Debora Coelho Moura

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2663-2308>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: debygeo@hotmail.com

Resumo

O presente trabalho teve o objetivo de correlacionar variáveis meteorológicas (precipitação pluviométrica e temperatura média do ar) a casos notificados de dengue em cidades do estado da Paraíba, no período de 2007 a 2017. O estado da Paraíba apresenta variabilidade climática decorrente de fatores físicos e atmosféricos e as variações dessas variáveis geram condições que favorecem o aumento de criadouros, conseqüentemente o desenvolvimento do vetor *Aedes Aegypti* e o surgimento de doenças transmitidas por esse mosquito, como a dengue. Para tanto, foram usados dados epidemiológicos obtidos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e dados meteorológicos da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Posteriormente, esses dados foram espacializados no *software Quantum GIS* versão 2.14, através do método IDW de interpolação. Os resultados mostraram baixa correlação entre as duas variáveis meteorológicas e os casos notificados de dengue nas mesorregiões do estado. Constatou-se baixa correlação entre a temperatura do ar e os casos notificados de dengue em todas as mesorregiões do estado em todo o período de estudo, e moderada correlação entre casos notificados de dengue e precipitação pluviométrica em metade do período. Destacam-se as mesorregiões Borborema e o Sertão por apresentar quadros epidêmicos em sete dos onze anos analisados. Esta condição pode ser justificada pela crise hídrica devido a variabilidade climática, no entanto, se faz necessário analisar outros aspectos relacionados a proliferação do vetor, como questões socioeconômicas, com poucos estudos voltados a temática para essas mesorregiões.

Palavras-chave: Variabilidade climática; Dengue; *Aedes aegypti*.

Abstract

The present study aimed to correlate meteorological variables (rainfall and average air temperature) to reported cases of dengue in cities in the state of Paraíba, from 2007 to 2017. The state of Paraíba presents climate variability due to physical and Atmospheric conditions and variations in these variables generate conditions that favor the increase of breeding sites, consequently the development of the *Aedes Aegypti* vector and the emergence of diseases transmitted by this mosquito, such as dengue. For this purpose, epidemiological data obtained from the Notifiable Diseases Information System (SINAN) and meteorological data from the Executive Agency for Water Management of the State of Paraíba (AESAs) and the National Institute of Meteorology (INMET) were used. Subsequently, these data were spatialized in the Quantum GIS software version 2.14, using the IDW interpolation method. The results showed a low correlation between the two meteorological variables and the reported cases of dengue in the mesoregions of the state. There was a low correlation between air temperature and reported cases of dengue in all mesoregions of the state throughout the study period, and a moderate correlation between reported cases of dengue and rainfall in half of the period. The Borborema and Sertão mesoregions stand out for presenting epidemics in seven of the eleven analyzed years. This condition can be justified by the water crisis due to climate variability, however, it is necessary to analyze other aspects related to the proliferation of the vector, such as socioeconomic issues, with few studies focused on the theme for these mesoregions.

Keywords: Climate variability; Dengue; *Aedes aegypti*.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo correlacionar variables meteorológicas (precipitación y temperatura media del aire) con casos de dengue notificados en ciudades del estado de Paraíba, de 2007 a 2017. El estado de Paraíba presenta variabilidad climática debido a las condiciones físicas y atmosféricas y variaciones en estas variables generan condiciones que favorecen el aumento de criaderos, consecuentemente el desarrollo del vector *Aedes Aegypti* y la aparición de enfermedades transmitidas por este mosquito, como el dengue. Para ello, se utilizaron datos epidemiológicos obtenidos del Sistema de Información de Enfermedades de Declaración Obligatoria (SINAN) y datos meteorológicos de la Agencia Ejecutiva de Gestión del Agua del Estado de Paraíba (AESA) y del Instituto Nacional de Meteorología (INMET). Posteriormente, estos datos fueron espacializados en el software Quantum GIS versión 2.14, utilizando el método de interpolación IDW. Los resultados mostraron una baja correlación entre las dos variables meteorológicas y los casos de dengue notificados en las mesorregiones del estado. Hubo una correlación baja entre la temperatura del aire y los casos notificados de dengue en todas las mesorregiones del estado durante todo el período de estudio, y una correlación moderada entre los casos notificados de dengue y las precipitaciones en la mitad del período. Las mesorregiones de Borborema y Sertão se destacan por presentar epidemias en siete de los once años analizados. Esta condición puede ser justificada por la crisis hídrica por la variabilidad climática, sin embargo, es necesario analizar otros aspectos relacionados con la proliferación del vector, como lo socioeconómico, siendo pocos los estudios enfocados en el tema para estas mesorregiones.

Palabras clave: Variabilidad climática; Dengue; *Aedes aegypti*.

1. Introdução

A dengue é um problema de saúde pública mundial presente principalmente nas regiões tropicais e subtropicais. Essas regiões apresentam condições meteorológicas, ambientais e socioeconômicas que proporcionam situações favoráveis à proliferação do mosquito vetor *Aedes aegypti* e consequentemente ao aumento do número de pessoas infectadas (Brasil, 2022; Viana et al., 2013; Ferraz et al., 2022). Muitos estudos têm investigado e comprovado a relação entre a variação de variáveis climáticas, principalmente a temperatura do ar e a precipitação pluviométrica com o aumento de casos de dengue em várias áreas ou regiões brasileiras (Costa & Calado, 2013; Magalhães & Zanella, 2013; Baracho et al., 2014; Santos, 2016; Silva et al., 2020 e Costa e Araújo (2021) afirmam que o aumento da temperatura do ar, as variações na precipitação pluviométrica e alta umidade relativa do ar favorecem o aumento de criadouros e consequentemente o desenvolvimento do mosquito vetor, principalmente em áreas urbanas onde encontram água, alimento abundante e abrigo.

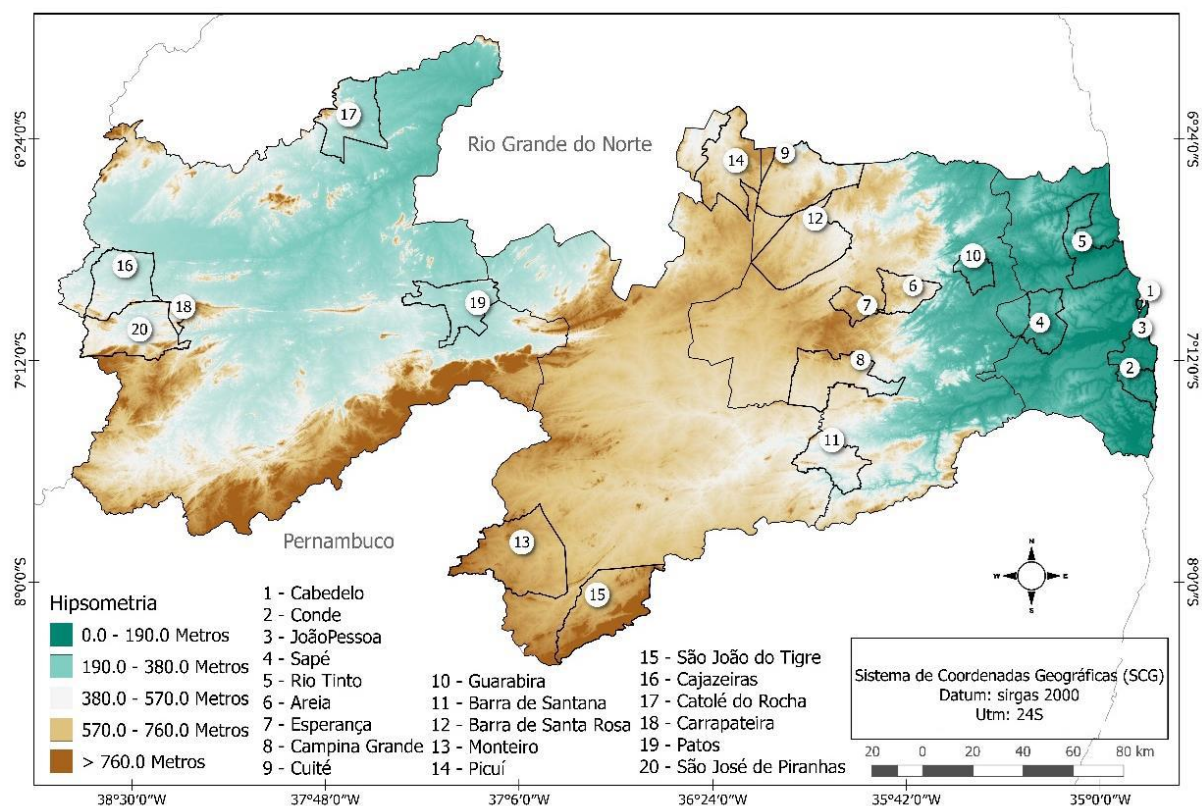
Semelhantemente aos demais estados da região do Nordeste Brasileiro (NEB), 92% do estado da Paraíba está no Domínio Semiárido Brasileiro (Brasil, 2021), com o clima tropical quente e seco, caracterizando muitos períodos de estiagem (cerca de 49 desde o século 16) (Azevedo & Silva, 1994; Francisco et al., 2016; Marengo et al., 2016; Buriti & Barbosa, 2018; Jesus et al., 2019). A convivência com sucessivas crises hídricas, culminou na necessidade de aprimoramento do processo de gestão dos usos múltiplos da água e no frequente armazenamento de água em recipientes domésticos (Andrade, 1998; Maciel, Pontes, 2015; Barros et al., 2018; Santiago, 2018). As deficiências na infraestrutura urbana, especialmente de saneamento básico e acúmulo de resíduos contribuem no acúmulo de água parada (Silva et al., 2020). Soma-se a esses fatores, as altas temperaturas que predominam o ano inteiro e favorecem a ocorrência da dengue (Viana et al., 2013; Silva et al., 2018, Torres et al. 2021). Logo, percebe-se uma inter-relação entre a variabilidade climática, o armazenamento de água e o advento ou aumento dos casos desta doença. O estado da Paraíba tem registrado muitos surtos e situação de alerta em todo o seu território, desde o litoral até o sertão. Somente em 2017, foram 103 cidades em situação de alerta ou risco de surto de dengue (Brasil, 2018, Silva et al., 2020). Logo, do ponto de vista prático, o mapeamento dos casos notificados de dengue e das variações cíclicas climáticas no estado da Paraíba pode tornar-se uma ferramenta de informações que contribuirá no planejamento de futuras políticas públicas. Nesse contexto, esta pesquisa tem o objetivo de correlacionar as variáveis meteorológicas temperatura do ar e precipitação pluviométrica anual com o número de casos notificados de dengue em cidades do estado da Paraíba entre os anos de 2007 a 2017.

2. Metodologia

2.1 Área de Estudo

O estado da Paraíba está localizado na região Nordeste do Brasil e geograficamente disposto entre os paralelos 6°5'S a 8°S de latitude e 38°5' W a 35°00'00''W de longitude em uma extensão territorial de 56. 468,427 km² (Oliveira, 2016; BRASIL-IBGE, 2022, Silva et al., 2020). O estado possui 223 municípios, com a população concentrada nos centros urbanos de João Pessoa, Campina Grande, Santa Rita, Patos e Monteiro; no entanto, este estudo contempla dados de 20 municípios, dispostos na Figura 1. Esses municípios estão distribuídos ao longo de todas as quatro mesorregiões do estado (Mata Paraibana, Agreste, Borborema e Sertão), representando a diversidade fisiográfica existente (clima, geologia e relevo) que forma a variabilidade climática existente entre essas mesorregiões (Francisco et al., 2015; Costa, 2018, Silva et al., 2020).

Figura 1. Localização dos municípios analisados no estado da Paraíba, por mesorregião e a distribuição altitudinal.



Fonte: Autores (2022).

Segundo Francisco et al. (2016), Francisco e Santos (2018) e Silva et al. (2020) existem quatro tipos climáticos no estado da Paraíba, sendo observado os climas Aw (quente e úmido) e Am na faixa Litorânea do estado, com precipitação de 1.200 a 1.600 milímetros anuais; o clima As (quente e subúmido) em parte da Mata paraibana e Agreste (700 a 1.200 mm), e o tipo climático Bsh (quente e seco) predominante do Planalto da Borborema e parte do Sertão (300 a 500 mm). O Sertão Paraibano é considerado por Alvares et al. (2014) um dos locais mais secos do Brasil. As temperaturas médias anuais do estado variam de 21,7 °C a 26,1 °C, alterando-se do litoral ao sertão em decorrência da elevação do relevo e dos sistemas sinóticos atuantes (Francisco et al., 2015b; Lyra et al., 2018). Conforme se verifica na figura acima.

Na Mata Paraibana, a geomorfologia é constituída pelos tabuleiros costeiros, planícies do tipo fluvial, flúvio-marinha e marinha, com altitudes que variam de 0 a 100 m (PARAÍBA-AESA, 2010), e precipitação pluviométrica entre 800 e 1.700

mm/ano (Costa, 2018). O Agreste Paraibano possui altitude em torno de 700 metros e o clima é do tipo As' (tropical chuvoso) com chuvas de outono-inverno variando de 700 a 1.200 mm/ano. Na face leste desta mesorregião, mais próximo à Zona da Mata, o clima é mais úmido e à medida que avança para o interior, aproximando-se do Sertão, o clima fica cada vez mais seco e a paisagem mais árida (Monteiro, 2014, Medeiros et al., 2021, Esteves et al., 2022).

Costa et al., (2018) afirmam que a mesorregião da Borborema possui geologia do Complexo Granitoide, composta pelo Planalto da Borborema com altitudes variando de 300-1000 metros e precipitações variando dos 400 aos 800 mm/ano. Enquanto, o Sertão Paraibano apresenta geomorfologia ao norte formada pela Depressão Sertaneja, com formas suavemente onduladas e altitudes que variam de 200 a 500 m, e ao centro-sul é formada pela parte mais alta do Planalto da Borborema, ou a Serra das Águas Sertaneja, com formas aguçadas e erosivas em altitudes que vão de 500 a 1200 m. O clima é do tipo Aw (tropical chuvoso) com pluviometria que varia entre 500 e 1.100 mm/ano (Esteves et al., 2022).

2.2 Dados

2.2.1 Aquisição e Tratamento dos Dados

Para analisar a relação proposta, foram obtidos dados mensais de notificação de dengue, fornecidos pela 3ª Gerência de Saúde da Paraíba e obtidos através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN, número de habitantes de cada município adquirido do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, servindo de base para corroborar com o número de casos por habitante, precipitação pluviométrica foram provenientes da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), e dados de temperatura média do ar do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os dados de casos notificados de dengue, a precipitação pluviométrica e temperatura do ar foram interpolados e especializados utilizando o *software Quantum GIS* versão 2.14, por meio do método de ponderação pelo inverso da distância (IDW) de interpolação. Nesse método são usados pontos com valores conhecidos para estimar os valores em outros pontos desconhecidos. Assim, as amostras de pontos são pesadas durante a interpolação de acordo como a influência de um ponto relativo a outro declina com a distância a partir de um ponto desconhecido a ser criado. Optou-se pela interpolação IDW devido à ausência de estações meteorológicas em muitas áreas do estado.

2.2.2 Análise estatística

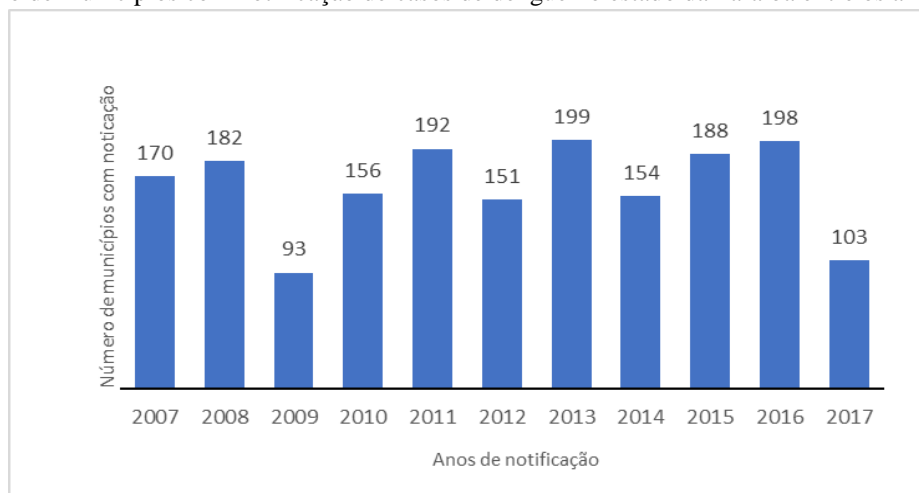
A análise de correlação entre as variáveis foi realizada através do *software Arprogram L*, com o coeficiente de correlação de Pearson que fornece o grau de relacionamento linear entre duas variáveis (Paranhos et al., 2014). A relação entre as variáveis pode ser resumida através de uma única equação que indica o padrão de associação entre elas. Os valores dos coeficientes de correlação variam entre +1 (correlação linear perfeita positiva) e -1 (correlação linear perfeita negativa). Para Dancey e Reidy (2006), valores até 0,30 devem ser considerados fracos, entre 0,40 e 0,60 moderados e acima de 0,70 fortes.

$$Correl(X, Y) = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x - \bar{x})^2 \sum(y - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

3. Resultados e Discussão

A distribuição anual dos casos de dengue (Figura 2) no estado da Paraíba enfatizou que os anos de 2011 (192 casos), 2013 (199 casos) e 2016 (198 casos) apresentaram o maior número de municípios com notificações de casos de dengue, já os menores anos foram 2009 (93 casos) e 2017 (103 casos). Essa quantidade de municípios com notificação de casos de dengue pode ser justificada pela deficiência hídrica identificada nesses anos, e que proporciona menor disponibilidade de água nos municípios e coloca em risco de surtos as cidades dispersas em todo território.

Figura 2. Número de municípios com notificação de casos de dengue no estado da Paraíba entre os anos de 2007 a 2017.



Fonte: Autores com a base de dados do SINAN (2022).

Segundo estudos de Valladares et al. (2019), Guimarães (2016), Cunha (2020), Alves et al. (2021), Gomes (2020), Sena et al. (2021) e Silva et al. (2021), o número de notificação de casos de dengue cresceu no estado da Paraíba devido a variáveis socioeconômicas (dispostos na Tabela 1) que explicam o comportamento espaço-temporal da doença quando relacionadas a características geofísicas e atmosféricas, como a distribuição de chuvas. Dentre as variáveis socioeconômicas, destaca-se o nível de renda da população e a rede de esgotamento sanitários dos municípios, pois quanto menor as condições de saneamento maior será a densidade de mosquitos adultos, aumentando o contato da população com o vetor e elevando os índices de transmissão e número de casos da doença.

Tabela 1. Indicadores sociodemográficos dos municípios por mesorregião.

MUNICÍPIOS		POP. ESTIMADA 2019	% POP. RURAL	% POP. URBANA	RENDA MÉDIA PER CAPITA	% SANEAMENTO	IDH
MATA	João Pessoa	809.015	0,38	99,62	964,82	70,8	0,76
	Sapé	52.625	23,94	76,06	266,29	27,7	0,57
	Cabedelo	67.736	0,01	99,99	1.036,21	51,1	0,75
	Conde	24.670	32,3	67,7	316,81	16,7	0,62
	Rio tinto	24.176	43,17	56,83	264,5	26,6	0,59
AGRESTE	Campina Grande	409.731	4,67	95,33	630,03	84,1	0,72
	Esperança	33.007	30,44	69,56	330,66	62,7	0,62
	Cuité	20.338	32,62	67,38	284,57	15	0,59
	Guarabira	58.833	11,51	88,49	430,83	68,8	0,67
	Areia	22.819	38,74	61,26	319,92	41,9	0,59
BORBOREMA	Barra de Santana	8.359	91,09	8,91	211,08	4,5	0,57
	Barra de Santa Rosa	15.384	43,8	56,2	233,51	51,3	0,56
	Monteiro	33.222	34,33	65,67	392,05	56,1	0,63
	Picuí	18.703	33,49	66,51	326,53	60,8	0,61
	São João do Tigre	4.422	65,22	34,78	207,42	25,6	0,55
SERTÃO	Cajazeiras	61.993	18,73	81,27	511,56	54,8	0,68
	Carrapateira	2.659	27,96	72,04	214,54	17	0,6
	Catolé do Rocha	30.546	25,86	74,14	371,92	37,6	0,64
	Patos	107.605	3,37	96,63	508,52	85,5	0,7
	São José de Piranhas	20.251	43,47	56,53	321,53	47,9	0,59

Fonte: Autores com a base de dados do IBGE e Atlas do Desenvolvimento Humano (2022).

A partir desses indicadores sociodemográficos verificou-se que os municípios localizados na Mata Paraibana tornam a mesorregião paraibana com melhor índice de desenvolvimento humano (IDH), maior renda per capita, maior população e maior predominância de população urbana, mas com menor porcentagem de saneamento adequado. Os municípios do Agreste paraibano possuem a segunda maior população, renda e IDH em relação aos demais municípios do estado, além de ter maior porcentagem de saneamento adequado. Seguidos dos municípios do Sertão Paraibano que ficam em terceiro lugar quanto ao IDH, população e renda; porém com a segunda maior porcentagem de território com saneamento adequado. Já os municípios da Borborema, possuem IDH baixos ou médios, menor renda per capita, menor população e maior proporção de população rural em relação a população urbana. Cabe destacar que dentre as outras mesorregiões, Borborema apresenta a segunda menor área com esgotamento sanitário adequado. Segundo Silva (2020), ao analisar as mudanças de escassez hídrica na região do Planalto da Borborema foi possível verificar maior temeridade epidemiológica.

Segundo estudos de Santos (2018), Nakatani-Macedo et al. (2022) e Porto et al. (2022), a desigualdade de renda reflete na acessibilidade a serviços básicos a promoção da saúde e educação e tais influências interferem na qualidade de vida da população, principalmente as que residem distantes dos centros urbanos. Os indicadores socioambientais de uma região podem esclarecer tanto para o processo de diagnóstico e planejamento como para o processo de avaliação de determinada situação epidemiológica, no caso de adoecimento de dengue (Coura, Carvalho e Sousa, 2017). Desse modo, é possível observar que os municípios que apresentam baixos indicadores são também os que apresentam maior ocorrência de adoecimento de dengue e altas taxas de incidência, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Nível de incidência de casos de dengue nos municípios, por mesorregião paraibana, nos anos de 2007 a 2017.

Ano	Mata				Agreste				Borborema				Sertão								
	Cabedelo	Conde	João Pessoa	Sapé	Rio Tinto	Areia	Esperança	Campina Grande	Cuité	Garabira	Barra de Santana	Barra de Santa Rosa	Picuí	Monteiro	São João do Tigre	Cajazeiras	Catolé do Rocha	Carrapateira	Patos	São José de Piranhas	
2007	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Preto	Amarelo	Vermelho	Preto	Amarelo	Amarelo	Amarelo	
2008	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Preto	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Preto	Amarelo	Amarelo	Preto	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Amarelo	
2009	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo
2010	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Preto	Vermelho	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Amarelo
2011	Vermelho	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Preto	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Preto	Vermelho	Vermelho	Amarelo
2012	Preto	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo
2013	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Preto	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Vermelho
2014	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Preto	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo
2015	Preto	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Preto	Amarelo	Preto	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo
2016	Amarelo	Vermelho	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Preto	Vermelho	Amarelo	Vermelho	Preto	Vermelho	Vermelho	Preto	Preto	Vermelho	Preto	Preto	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Amarelo
2017	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo

Baixa incidência
 Média incidência
 Alta incidência
 Incidência epidêmica

Fonte: Autores com a base de dados SINAN, AESA e INMET (2022).

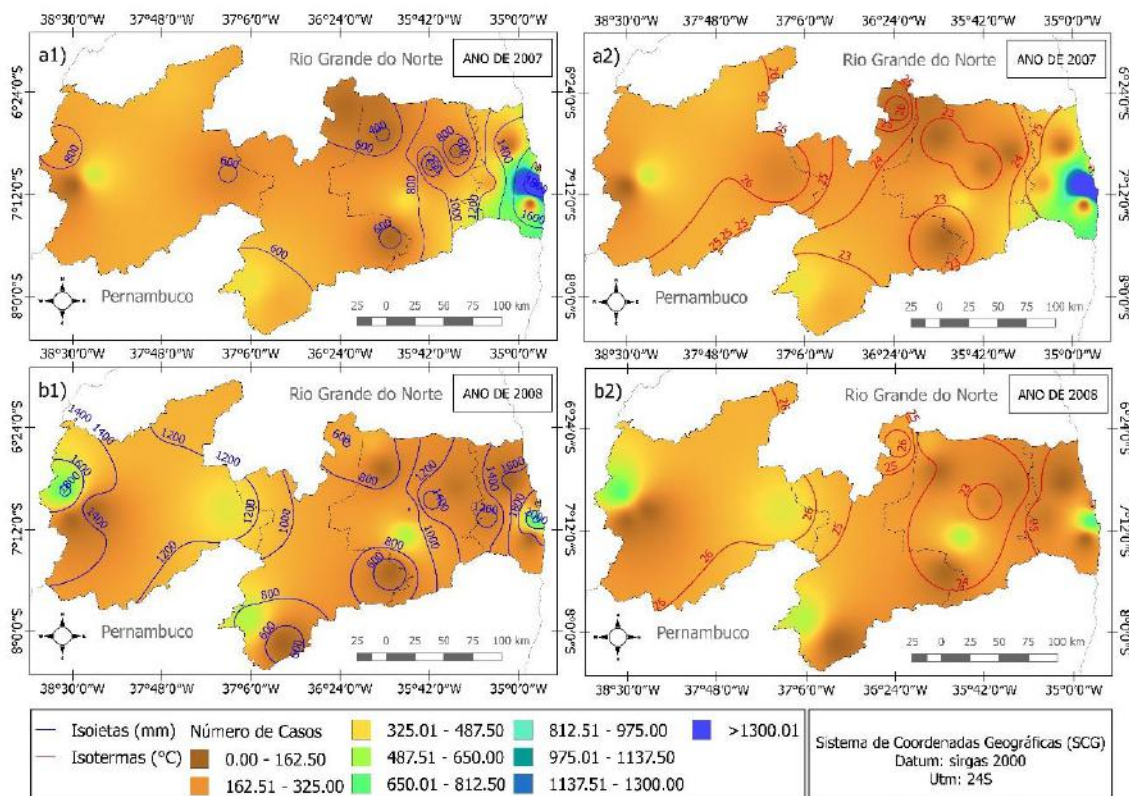
3.1 Mesorregiões Paraibanas

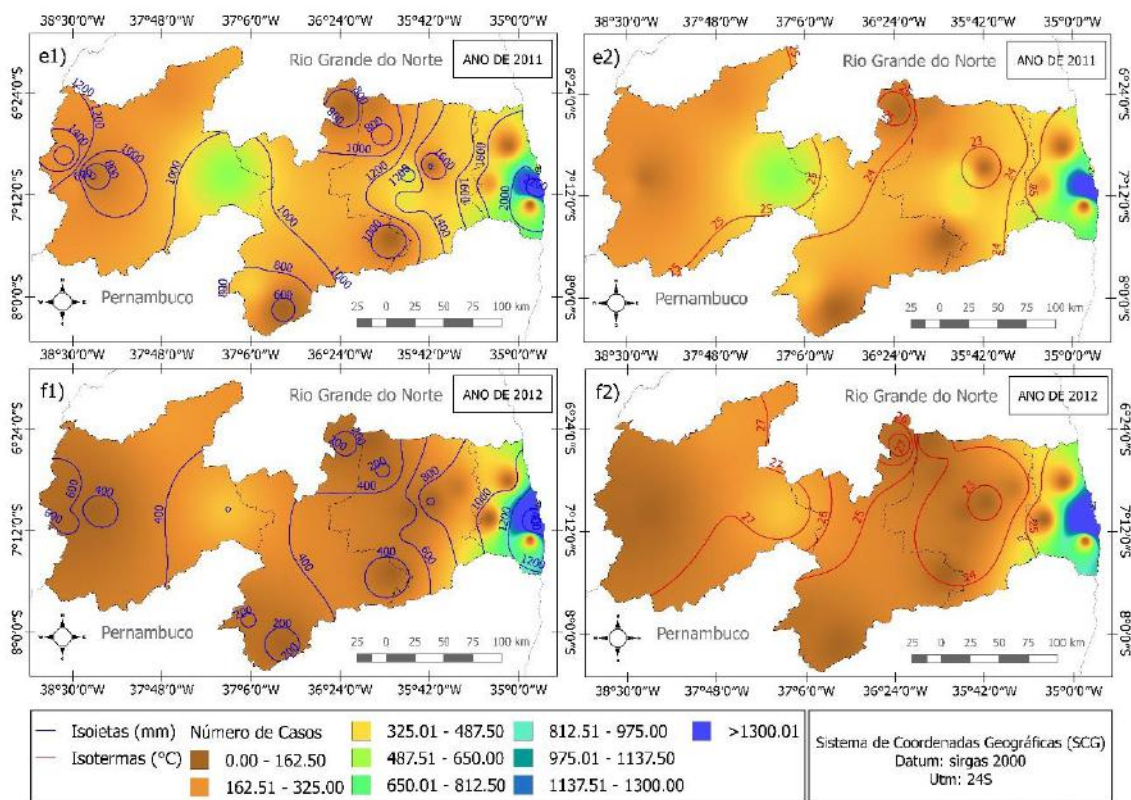
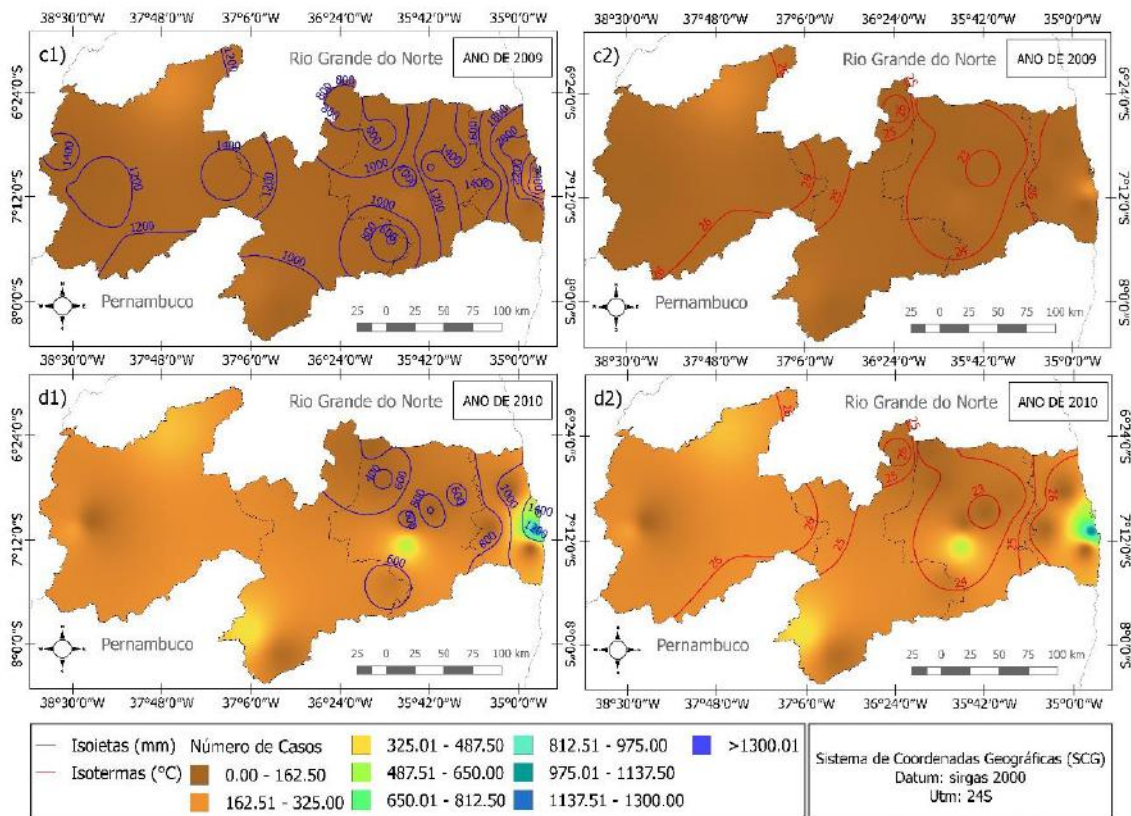
3.1.1 Mesorregião Zona da Mata

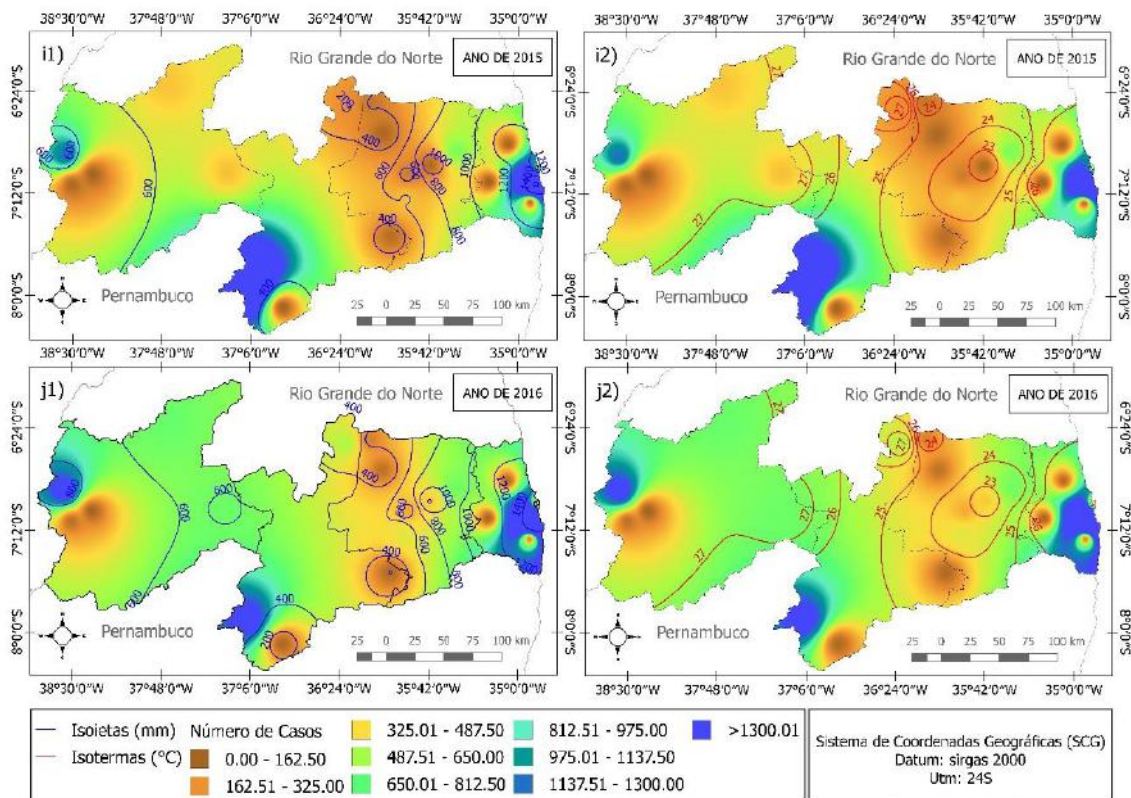
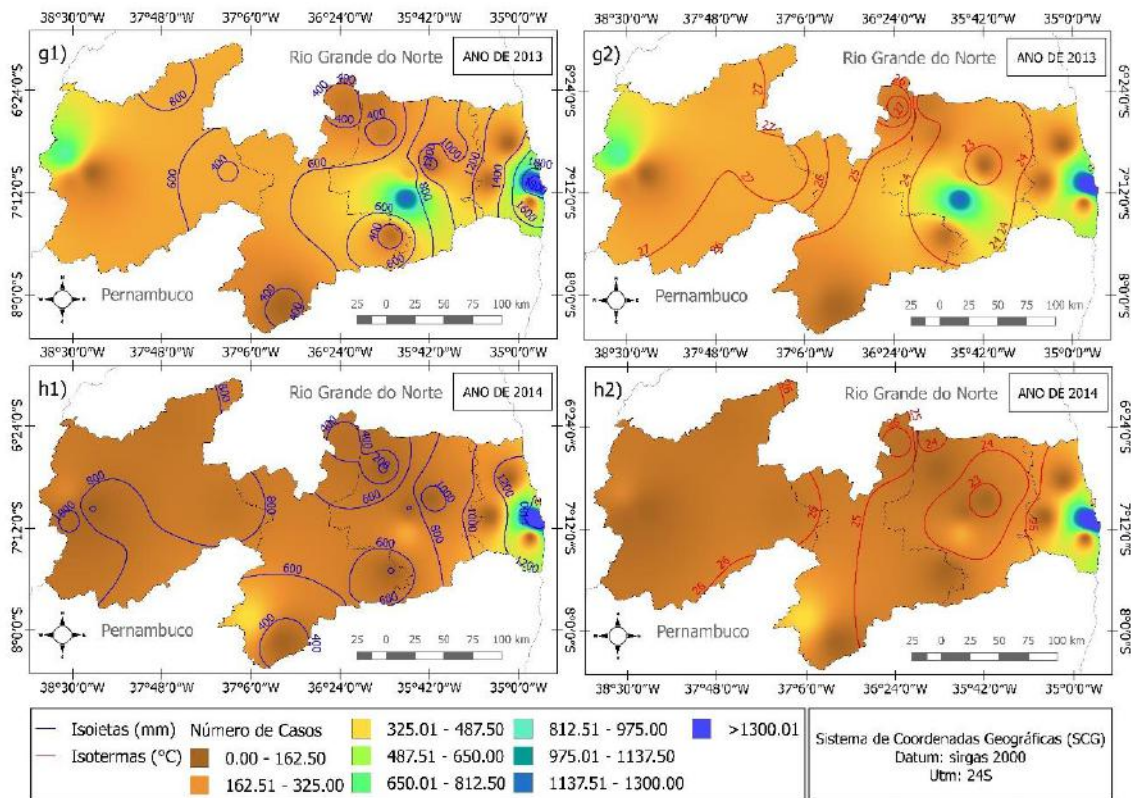
Em todo o período investigado, as cidades da zona da Mata variaram entre média e alta incidência de casos de dengue, tendo exceção no ano 2009 em que todas as cidades apresentaram baixa incidência. No entanto, cabe destacar os anos 2012 e 2015 em que houve ocorrência de incidência epidêmica na cidade de Cabedelo, e a persistência de alta incidência na cidade de João Pessoa durante todo o período, ultrapassando dois mil casos no ano de 2017, conforme apresentado na Figura 3. Em um estudo realizado para João Pessoa e Cabedelo, Rodrigues et al. (2018) justifica o alto número de casos notificados nestes municípios ao elevado grau de urbanização e seu desordenamento.

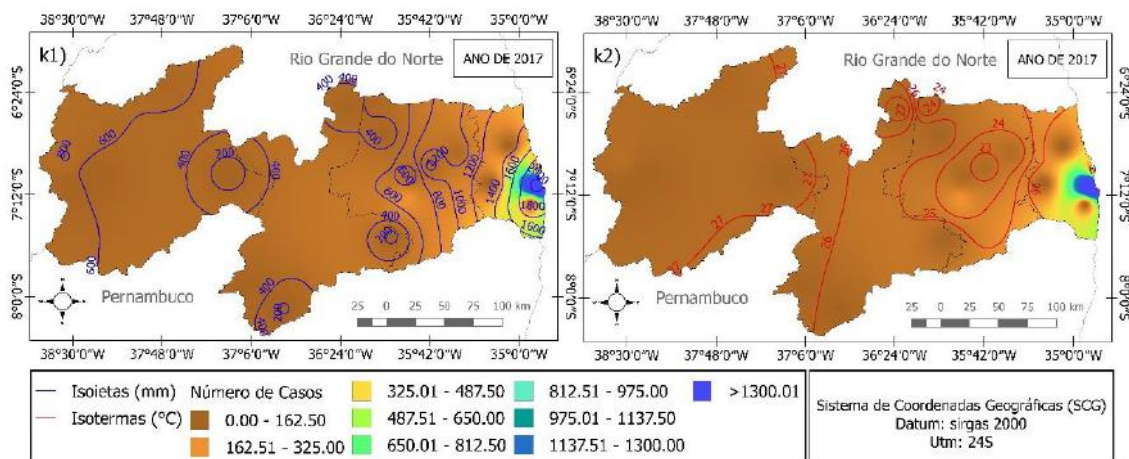
Segundo dados do Ministério da Saúde (Brasil, 2019), ainda na mesorregião da Zona da Mata, a partir de 2008 houve aumento considerável de casos em todo território brasileiro, mas os municípios dessa mesorregião não seguiram o padrão de aumento nacional nos anos de 2008, 2009 e 2014. Em 2008 e 2009 houve a ocorrência moderada do fenômeno *La Niña* (Medeiros, Sousa e Gomes Filho, 2014; Moura e Lucena, 2020), contribuindo para os altos níveis de precipitação registrados, conforme as Figuras 3.b1 e 3.c1, com totais pluviométricos chegando 2.569 mm na faixa litorânea. Em todo o período, verificou-se fraca correlação (0,03-,-0,33) para a temperatura do ar e moderada correlação (0,03-,-0,33) para a precipitação e os números de casos notificados de dengue. Em 2007 houve a ocorrência moderada do fenômeno *El Niño* em 2007 e ocorrência forte entre 2012 e 2017, o que contribuiu para a redução hídrica e consequente racionamento no abastecimento de água (Marengo et al., 2016; Pereira et al., 2020).

Figura 3. Distribuição espacial anual do número de casos de dengue no estado da Paraíba junto à precipitação pluviométrica e temperatura do ar, respectivamente, para os anos de 2007 a 2017.









Fonte: Autores (2022) com base de dados do SINAN, INMET E AESA.

3.1.2 Mesorregião Agreste Paraibano

Nos primeiros anos da análise as taxas de incidência mantiveram-se predominantemente baixas para todas as cidades na mesorregião Agreste, destacando a cidade de Campina Grande que mesmo sendo área urbanizada não apresentou nenhum episódio de epidemia. O município de Areia da mesma forma apresentou baixas taxas de incidência durante todo período, salvo um caso de epidemia em 2016, e as cidades de Guarabira, Esperança e Cuité seguiram apresentando episódios de epidemias, porém variando durante os anos investigados, conforme Figura 3. j2.

A ocorrência de chuvas intensas entre 2007 a 2011 devido a ocorrência do fenômeno *La Niña*, conjugadas com altas temperaturas resultou em surtos a doença e agravou o estado de saúde pública nos municípios paraibanos, principalmente Agreste e Litoral. Os níveis pluviométricos foram bem elevados em alguns locais como em Areia (1627 mm) e Cuité (820 mm). Em um estudo realizado no município de Areia, Baracho et al. (2013) e Monteiro e Araújo (2020) afirmam que o excesso de água não é ideal para a proliferação do *Aedes aegypti* pois tende a lavar os locais de oviposição, justificando a redução de casos notificados nas demais cidades da mesorregião.

Segundo estudo de Buriti e Barbosa (2018), nos anos de 2012 a 2016 os padrões de variabilidade climática sofreram forte influência do fenômeno *El Niño*, configurando período de maior estiagem do século e aumentando a escassez e segurança hídrica. Nesses anos, a população das mesorregiões agreste e sertão passou por um déficit hídrico, necessitando armazenar água e aumentando o número de possíveis criadouros (Silva et al., 2020, Wanderley e Nobrega, 2022). Isso refletiu no aumento do número de casos notificados de dengue.

3.1.3 Mesorregião Borborema

Para a mesorregião da Borborema, verificaram-se altas taxas de incidência de casos notificados de dengue para todas as cidades ao longo do período analisado. A cidade de Monteiro destacou-se por reincidência de epidemias em seis dos onze anos investigados, tendo taxa de incidência apenas em 2017. Monteiro é classificado como área central e recebe fluxo direto de sete municípios circunvizinhos, podendo o fluxo de pessoas ser um fator de aumento no número de casos notificados.

Analisando ao longo dos anos, houve quadro epidêmico em Monteiro (2007) e São João do Tigre (2008) Monteiro. Nessas localidades, a precipitação variou de 491 a 791 mm, e a temperatura média anual oscilou de 23 a 26 °C (Figura 5.a1, a2, b1 e b2). Os anos 2009 e 2017 apresentaram baixas taxas de incidência, semelhante às demais mesorregiões. Verifica-se que em 2009 houve a maior precipitação de todo intervalo estudado, mas apresentado apenas 65 casos notificados em Monteiro, com os demais sem notificação. Neste mesmo ano, a correlação entre precipitação e número de casos notificados foi considerada baixa ($r=0,37$) (Sena et al., 2019; Sena et al., 2021). Nos anos 2013, 2015 e 2016 se destacam predominância de

altas taxas de incidência e epidemias, precipitação inferior a 400 mm, e a correlação positiva ($r= 0,48$) entre precipitação e número de casos notificados.

De acordo Lima e Nunes (2018) e Silva et al. (2020), a variabilidade da temperatura e precipitação pluviométrica na região do Planalto da Borborema resulta em eventos extremos dos regimes pluviais com ocorrências sucessivas de estiagens e enchentes. Porquanto, as sequências desta variabilidade climática, desmatamento e redução de renda da população poderá desencadear no empobrecimento da população que se localiza em regiões que não tenha infraestrutura básica para subsidiar a melhoria da qualidade de vida (Nakatani-Macedo et al., 2016; Bezerra, 2022).

3.1.4 Mesorregião Sertão Paraibano

O Sertão Paraibano assemelha-se a Borborema quanto às taxas de incidência. No ano de 2007 a mesorregião obteve altas taxas de incidência com precipitação de 600 a 800 mm. Catolé do Rocha se destaca com oito anos seguidos de alta taxa de incidência devido principalmente à falta de infraestrutura em saneamento básico (distribuição de água potável, coleta e descarte inadequado de lixo), tornando a população vulnerável e exposta a vetores e transmissores da doença (Cavalcante et al., 2017; Sena et al., 2021). No entanto, a correlação entre precipitação e número de casos ($r=0,30$) e temperatura e número de casos ($r=0,06$) foram baixas.

Em 2008 houve epidemia em Cajazeiras e alto nível de incidência em Patos, Carrapateira e Catolé do Rocha. Verificou-se níveis elevados de precipitação atingindo 1824 mm em Cajazeiras. O ano 2009 teve níveis de incidência predominantemente baixos, exceto para Catolé do Rocha. Na mesorregião a precipitação chegou a 1533 mm. Em 2010 a taxa de incidência variou de média a alta ($r=0,55$), o nível de precipitação caiu cerca de 50% em relação ao ano anterior. Em 2011, os níveis pluviométricos voltam a subir, exceto para Carrapateiras, que registrou 578 mm e apresentou quadro epidêmico novamente ($r=0,43$) (Figura 5.e1 e e2). Em 2012, apenas Catolé do Rocha teve alta taxa de incidência. Por conseguinte, a precipitação variou de 199 mm em Patos, a 734 mm em Cajazeiras. Neste ano, a temperatura média atingiu 28°C (Figura 5.f1 e f2). Neste ano, a correlação entre precipitação e número de casos foi considerada moderada ($r=0,59$), já entre temperatura e número de casos foi considerada baixa ($r=0,085$).

Enquanto nos anos 2013, 2015 e 2016 houve altas taxas de notificação de casos, com epidemias em Catolé do Rocha e Cajazeiras. Neste período a precipitação variou de 429 mm a 945 mm em Cajazeiras, obtendo uma correlação positiva, entre precipitação e números de casos. Episódio também verificado por Bomfim e Januário (2018), Costa e Araújo (2021) e Gomes. (2021), ao analisarem a correlação entre a precipitação e números de casos de dengue nestes anos nas cidades de Maceió, João Pessoa, Pernambuco e Salvador. Em 2014 a taxa de incidência variou de média a baixa, e em 2017 reduziram os casos notificados, entrando na faixa de baixa incidência. Nota-se em 2014, aumento nos níveis pluviométricos superando os 1000 mm em alguns municípios (Figura 3 h1 e h2, k1, k2).

Ao analisar o estado da Paraíba por mesorregiões foi possível verificar que ocorre a predominância de cidades que apresentam altas taxas de incidências e epidêmicas, principalmente para Borborema e Sertão. Ao mesmo tempo, constata-se que nas mesorregiões Mata e Agreste, a predominância é de anos seguidos de baixa incidência para a maioria das cidades, conforme mostrado em toda a extensão da Figura 3.

4. Conclusão

Constatou-se que dentro do período de 11 anos estudados, todos os anos apresentaram baixa correlação entre a temperatura do ar e os casos notificados de dengue em todas as mesorregiões do estado, e metade do período mostrou moderada correlação entre casos notificados de dengue e precipitação pluviométrica. Entretanto, destacam-se a Borborema e o Sertão por apresentar quadros epidêmicos em sete dos 11 anos analisados. Esta condição pode ser justificada pela crise hídrica,

ou variabilidade climática de macroescala. Verifica-se que ao mesmo modo que os municípios especialmente da Borborema e depois do Sertão Paraibano apresentaram mais quadros de alta incidências e epidemias, com maior frequência estes também são os que estão mais abaixo na classificação dos indicadores sociais, tais como renda per capita e IDH. Assim sendo, se faz necessária a análise de outros aspectos relacionadas a proliferação do vetor *Aedes aegypti*, tais como questões socioeconômicas, já que há poucos estudos voltados a temática para estas mesorregiões.

Como trabalhos futuros pretende-se estender a base de dados (climáticos e de casos notificados de dengue) e acrescentar dados dos índices de infestação, possibilitando melhor entendimento sobre a variação espaço-temporal das variáveis climáticas e da doença, além de melhor detalhamento sobre a influência dos aspectos socioeconômicos das cidades nas notificações de casos de dengue.

Agradecimentos

Os autores agradecem a 3ª Gerência de Saúde de Campina Grande, a AESA e ao Professor Edvan Cruz Aguir, da Unidade Acadêmica de Administração e Contabilidade da Universidade Federal de Campina Grande (UAAC/UFCG) pelos dados fornecidos.

Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. De M., & Sparovek, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22, 711–728
- Andrade, J. A. & Nunes, M. A. (2014). Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. *Revista Espinhaço*, 3 (2), 28-39.
- Andrade, M. C. (1998). *A Terra e o homem no Nordeste, Contribuição ao estudo da questão agraria no Nordeste*. Recife: Editora Universitária da UFPE.
- Araújo, S. M. S. (2011). A Região Semiárida Do Nordeste Do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades De Uso Sustentável dos Recursos. *Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE*, 5 (5), 89-98.
- Azevedo, P. V. & Silva, V. P. R. (1994). Índice de seca para a microrregião do agreste da Borborema, no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 9 (1), 66-72.
- Baracho, R. M. C., Filho, A. I., Gonçalves, A., Nunes, S. T. S., & Borges, P. F. (2014). A influência climática na proliferação da dengue na cidade de Areia, Paraíba. *Revista Gaia Scientia*, 8 (1), 66-73.
- Barros, A. M. L., Paiva, F. G., Cisneiros, J. N. (2018). Desafios da gestão dos usos múltiplos da água para atendimento energético ante a crise hídrica da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. – Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS). *Bahia Análise de Dados*, Salvador, 27 (1), 258-278.
- Bezerra, J. A. (2022). Urbanização Interiorizada: novas conformações no Território do Nordeste Brasileiro. *Sociedade & Natureza*.32, 373-383.
- Bonfim, O. E. T., Januário, I. R. (2018). Correlação entre a precipitação e temperatura média do ar sobre o número de registros de casos de dengue para cidades de Maceió, João Pessoa e Salvador. *Revista de Geografia*, 35 (5), 90-102.
- Brasil. IBGE. (2022). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Regiões Geográficas. IBGE https://www.ibge.gov.br/apps/regioes_geograficas/.
- Brasil. INMET (2021). Instituto Nacional de Meteorologia. <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>.
- Brasil. INPE (2019). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. <http://enos.cptec.inpe.br/>.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2018). Gov.br. <http://www.brasil.gov.br/editoria/saude/2018/06/paraiba-tem-170-municipios-em-alerta-ou-risco-para-dengue-zika-e-chikungunya>
- Brasil. Ministério da Saúde. (2018). Secretaria de Vigilância em Saúde. *Programa Nacional de Controle da Dengue: amparo legal à execução das ações de campo – imóveis fechados, abandonados ou com acesso não permitido pelo morador*/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – 2. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2019). Gov.br. <http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45314-cresce-em-264-o-numero-de-casos-de-dengue-no-pais>.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2022). Saude de A a Z. Gov.br. <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dengue/dengue>.
- Buriti, C. D. O., Barbosa, H. A., Paredes-Trejo, F. J., Kumar, T. V., Thakur, M. K., & Rao, K. K. (2018). Um Século de Secas: Por que as Políticas Hídricas não Transformaram a Região Semiárida Brasileira? *Revista Brasileira de Meteorologia*. 35, 683-688.

- Cavalcante, L. P. S., Silva, M. M.P Da, Barros, K.N. N. O., & Lima V. L. A. De (2017) Catadores de materiais recicláveis e vulnerabilidades socioambientais: cenário de um lixão no sertão paraibano. *Educação ambiental: ensino, pesquisa e práticas aplicadas*. 1ed. Ituiutaba: Barlavento. 5, 263-277.
- Costa, M. S. Da, & Araújo, R. A. F. De. (2021). Variabilidade Climática: A Precipitação como Parâmetro de Estudo Para os Casos de Dengue no Litoral, Sertão, Serra e Sul Cearense Entre 2007 e 2019. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 36, 591-601.
- Costa, I. M. P., Calado, D. C., (2016). Incidência dos casos de dengue (2007-2013) e distribuição sazonal de culicídeos (2012-2013) em Barreiras, Bahia. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 25, 735-744
- Costa, J. N., Da Silva Jr., J. B. & De Araújo, S. M. S. (2018). Riscos e desastres relacionados a eventos extremos (climáticos e meteorológicos) no estado da Paraíba. *Revista de Geociências do Nordeste*. 4, 110-25.
- Coura, J. E. L., Carvalho, J. R. M., & Sousa, A. F. (2017) Indicadores Sociais de Gestão Pública: uma análise nos maiores municípios da Paraíba. In: IV Congresso Brasileiro de Administração Pública, João Pessoa, PB. A Construção da Administração Pública no Século XXI. João Pessoa, PB. Anais eletrônicos... João Pessoa: Sociedade Brasileira de Administração Pública, 2017.
- Cunha, L. S., Medeiros, W. R., Lima Junior, F. A. V., & Pereira, S. A. (2020) Relationship between social inequality indicators and the spatial distribution of Zika Virus cases. *Ciência & Saúde Coletiv*. 25, 839-1850.
- Dancey, C. P. E Reidy, J. (2006). *Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows*. Porto Alegre, Artmed.
- Esteves, P. M. Da S. V., & Cruz, F. S (2022). Avaliação dos impactos do processo de desertificação no Seridó Ocidental a indicadores biofísicos e sociais. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*. 11, (3), 1411326082-1411326082.
- Ferraz, R. R. N, Barnabé, A. S, Quoniam, L, Santos, A. M. D, & Mariosa, D. F. (2018). Aspectos históricos da criação dos grupos de pesquisa em dengue no Brasil com a utilização da ferramenta computacional Script GP. *Ciência & saúde coletiva*. 23, 837-848.
- Francisco, P. R. M. et al. (2016). Oscilação pluviométrica anual e mensal no estado da paraíba-brasil. *Revista de Geografia (Recife)*, 33 (3), 141-154.
- Francisco, P. R. M. et al. (2015). Análise e mapeamento da evaporação para o estado da Paraíba. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 11,111-121.
- Francisco, P. R. M. et al. (2015). Variabilidade da temperatura média do ar no estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*,8 (01), 128-135.
- Gomes, R.S. (2020). Influência da variabilidade climática nos volumes dos reservatórios do Nordeste do Brasil. 2020. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Guimarães, S. O. et al. (2016). Projeções de mudanças climáticas sobre o Nordeste Brasileiro dos Modelos do CMIP5 e do CORDEX. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 31 (3), 337-65.
- Jesus, J. B. de et al. (2019). Ardity index and climatic risk of desertification in the Semi-arido state of Sergipe. *Revista Brasileira de Climatologia*, 12, 114-135.
- Lyra, M. J. A. et al. (2018). Diagnóstico de um Complexo Convectivo de Mesoescala Observado no Semiárido do Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física*,11 (6), 1998-2009.
- Maciel, C. & Pontes, E. T. (2015). *Seca e convivência com o semiárido: adaptação ao meio e patrimonialização da Caatinga no Nordeste brasileiro*. 1. Ed Rio de Janeiro: Consequência Editora.
- Magalhães, G. B. & Zanzela, M. E. (2013). Comportamento espacial da dengue e sua relação com o clima na região metropolitana de fortaleza. *Revista Brasileira de Climatologia*,12.
- Marengo, J. A., Cunha, A. P., & Alves, L. M. (2016). A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. *Revista Climadálise*, 3, 49-54.
- Medeiros, R. M. De, Saboya, L. M. F, De França, M. V, De Araújo, W. R, Cunha Filho, M, De Holanda, R. M, & Junior, J. C. M. C. (2021). Comparativos Das Variabilidades Do Clima E Do Conforto Ambiental Nos Municípios De Campina Grande E Monteiro, PB. *RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218*. 2, 11, e211874-e211874.
- Medeiros, R. M. De, Sousa, E. P. De, & Gomes Filho. (2014). M. F. Ocorrência de eventos extremos de precipitação em Campina Grande - Paraíba, Brasil. *Multidimensão e Territórios de Risco - III Congresso Internacional de Riscos*.
- Monteiro, H. S. C. (2014). Estudo da formação e características da situação socioeconômica e física da microrregião do Curimataú. (*Trabalhos de Conclusão de Curso de Graduação – Geografia*) Repositório Institucional da UFPB - Centro de Ciências Exatas e da Natureza - Universidade Federal da Paraíba. PB.
- Monteiro, V. B., & Araujo, J. A. (2020) Aspectos socioeconômicos e climáticos que impactam a ocorrência de dengue no Brasil: análise municipal de 2008 a 2011 por regressões quantílicas para dados em painel. <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53224>
- Nakatani-Macedo, C. D, Fiuza-Moura F. K, Ferreira. C. R, & Camara M. R. G. Da, (2016) Projeções do envelhecimento da população do Nordeste de 2000 a 2030 e suas implicações na renda. *Nexus Econômicos*. 10, 1, 107-133.
- Oliveira, V. G. (2016). Estimativa do balanço de radiação na região semiárida dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte utilizando o sensor MODIS. Campina Grande, 2016, 76 f. il. color. *Dissertação (Mestrado em Meteorologia)* – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
- Paraíba, AESA. (2010) Agência Executiva de Gestão das Águas. Governo do Estado. aesa.pb.gov.br/aesa-website/documentos.

- Paranhos, R., Figueiredo Filho, D., Rocha, E., Silva Júnior, J. A., Neves, J. A., & Santos, M. (2014). Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson: o retorno. *Leviathan* (São Paulo), 8, 66-95.
- Pereira, M. D. B., Moura, M. De O., & Lucena, D. B. (2020) Análise da variabilidade pluviométrica interanual da Zona da Mata Nordestina e a identificação de anos padrão. *Revista Brasileira de Climatologia*, 26, 30-50.
- Porto, E, Costa, S. De S, & Cavalcanti, Y. M. (2022) Indicadores de saúde da pessoa idosa no nordeste brasileiro. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 11, 2, e-24411225548-e24411225548.
- Rodrigues, E. A. S., Costa, I. M., & Lima, S. C. (2018). Epidemiologia da dengue, zika e chikungunya entre 2014 a 2016 em Uberlândia (MG). *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, 14 (30), 62 – 81.
- Santiago, M. S. (2018). Análise Socioambiental da Oferta de Água a Partir da Captação de Águas de Chuvas: Estudo de Caso do Tanque do Araçá, Esperança-PB. *Trabalho de Conclusão de Curso*. Universidade Federal de Campina Grande. Brasil.
- Santos, J. A. F. (2018). Classe social, território e desigualdade de saúde no Brasil. *Saúde e Sociedade*. 27, 556-572.
- Santos, J. B. (2016). Estudo da correlação entre variáveis meteorológicas e a incidência de casos de dengue em Maceió, Alagoas, Brasil. 97 f. *Dissertação (Mestrado em Meteorologia)* - Instituto de Ciências Atmosféricas, Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.
- Sena, J. P. O., Moraes Neto, J. M., & Lucena, D. B (2019). Variabilidade da Precipitação em Sumé e São João do Cariri e suas consequências na agropecuária. *Revista Brasileira de Climatologia*, 25 (278).
- Sena, J. P. O, Moraes Neto, J. M., & Lucena, D B. (2021). Índice de Vulnerabilidade Geral dos municípios do semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 14,01, 310-321.
- Silva, E. T. C. Da et al. (2020). Análise espacial da distribuição dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais no estado da Paraíba, Brasil, 2007-2016. *Saúde em Debate*. 44, 465-477.
- Silva Nóbrega, R., Santiago, C. S. F., & Ayane, G. (2016). Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no Nordeste do Brasil. *Revista de Geografia Norte Grande*, 63, 9-26.
- Silva, N. T. Da, Oliveira M. M De., & Cunico, C. (2021). Vulnerabilidade Socioambiental do Município de João Pessoa, Paraíba. *Caderno Prudentino de Geografia*.1, 43, 127-151.
- Silva, S. A., Candeias, A. L. B., Gomes, D. D, & Souza, W. M. (2018). Variabilidade espaço-temporal da precipitação na Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú (PE/AL). *Revista Brasileira de Climatologia*, 23.
- Silva, S. J, Mariano, Z. F., & Scopel, I. (2008). A dengue no Brasil e as políticas de combate ao *Aedes aegypti*: da tentativa de erradicação as políticas de controle. *Revista Hygeia*, 3(6), 163- 175.
- Soares, A. S. D.et al. (2014). Avaliação das estimativas de chuva do satélite TRMM no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira De Recursos Hídricos*, 21, 288-299, 2016.
- Torres, M. A. N., Ribeiro, P. C., Junior, A. R. G., Ribeiro, Z. M., & Rodrigues, J. A. J. (2021). Climatologia aplicada ao estudo da dengue na cidade de São Luís, Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14(7), 3842-3856.
- Valladares, G. S. et al. (2019). Influência de variáveis ambientais na ocorrência da dengue utilizando geoprocessamento em Teresina, Piauí. *Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, 15 (34), 102-114.
- Viana, D. V. & Ignotti, E. (2013). A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. *Revista Brasileira Epidemiologia*, 16(2), 240-56.