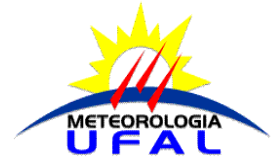




Universidade Federal de Alagoas
Instituto de Ciências Atmosféricas
Curso de Bacharelado em Meteorologia



Silvania Donato da Silva

**Influência das Variáveis Climáticas e da Degradação Ambiental na Dinâmica
dos Casos Notificados de Dengue em Alagoas**

Maceió
2021

Silvania Donato da Silva

Influência das Variáveis Climáticas e da Degradação Ambiental na Dinâmica dos Casos Notificados de Dengue em Alagoas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Alagoas, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Meteorologia.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco de Oliveira Júnior

Maceió

2021

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

S586i Silva, Sylvania Donato da.

Influência das variáveis climáticas e da degradação ambiental na dinâmica dos casos notificados de dengue em Alagoas / Sylvania Donato da Silva. – 2021.
86 f. : il.

Orientador: José Francisco de Oliveira Júnior.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Atmosféricas. Maceió, 2021.

Bibliografia: f. 70-86.

1. Dengue - Alagoas. 2. Estatística aplicada. 3. Adensamento urbano. I. Título.

CDU: 551.588(813.5):519.2

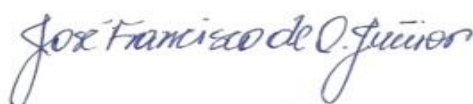
Folha de Aprovação

Silvania Donato da Silva

Influência das Variáveis Climáticas e da Degradação Ambiental na Dinâmica dos Casos Notificados de Dengue em Alagoas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Atmosféricas – ICAT da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia, aprovado em: 23/04/2021.


Banca examinadora



Prof. Dr. José Francisco de Oliveira Júnior
ICAT/UFAL (Orientador)



Esp. Elania Barros da Silva
Prefeitura Municipal de Capela



Med. Melquizedeck Belo e Silva
Prefeitura Municipal de Capela



Prof. Dr. Hélio Fábio Gomes Barros
ICAT/UFAL

Dedico primeiramente a Deus e a minha família sempre presente em minha vida, e a todos os meus professores do ICAT/UFAL que foram indispensáveis para a minha trajetória acadêmica, em especial ao meu orientador Prof. Dr. José Francisco de Oliveira Júnior, minha admiração.

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre em primeiro lugar, por me dar força, saúde e proteção em vários momentos difíceis desta caminhada.

A minha mãe, Valdira Pacheco, por suas orações, incentivo e compreensão.

Aos meus irmãos, Jessiane Donato e Sidney Donato, pelo incentivo e pela força em todos os momentos.

Ao meu esposo, José Erisnaldo, pela paciência.

A minha madrinha, Maria Margarida, pelo incentivo e orações.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Francisco de Oliveira Júnior, pela orientação, paciência, compreensão, ensinamentos, confiança, sinceridade e bom humor.

Aos membros da banca examinadora: Esp. Elania Barros da Silva, Med. Melquizedeck Belo e Silva e Prof. Dr. Hélio Fabio Gomes Barros, por dedicarem seu tempo.

A Universidade Federal de Alagoas, pela oportunidade de fazer o curso e proporcionar suportes para esta conclusão.

A todos os professores do ICAT/UFAL, pelos ensinamentos e inspiração.

Ao DATASUS, SVS e SINAM por cederem gentilmente os dados de dengue.

A CLIMANALISE por ceder gentilmente os boletins climáticos mensais.

Ao IBGE por ceder gentilmente os dados socioeconômicos.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 — MESORREGIÕES DE ALAGOAS. FONTE: ALAGOAS EM DADOS E INFORMAÇÃO (2015).....	25
FIGURA 2 – NÚMERO DE GRUPOS FORMADOS (A) E DENDROGRAMA (B) BASEADO NA DISTÂNCIA EUCLIDIANA PADRONIZADA E MÉTODO HIERÁRQUICO DA LIGAÇÃO MÉDIA DE NOTIFICAÇÕES DE CASOS DE DENGUE NO ESTADO DE ALAGOAS.....	39
FIGURA 3 - TOTAL E MÉDIA DOS CASOS DE DENGUE NOS MUNICÍPIOS EM DESTAQUE DO ESTADO DE ALAGOAS NO PERÍODO DE 2000 A 2015 (PARTE I).....	41
FIGURA 4 - TOTAL E MÉDIA DOS CASOS DE DENGUE NOS MUNICÍPIOS EM DESTAQUE DO ESTADO DE ALAGOAS NO PERÍODO DE 2000 A 2015 (PARTE II).....	44
FIGURA 5 – BOXPLOT MENSAL DAS NOTIFICAÇÕES DE CASOS DE DENGUE NO ESTADO DE ALAGOAS NO PERÍODO DE 2000 A 2015.....	48
FIGURA 6 --ESPACIALIZAÇÃO DA TENDÊNCIA (Z) DE CASOS DE DENGUE NO ESTADO DE ALAGOAS NO PERÍODO DE 2000 A 2015	49
FIGURA 7 - MAPEAMENTO DOS CASOS NOTIFICADOS DE DENGUE EM 2006 NO ESTADO DE ALAGOAS.....	54
FIGURA 8 - MAPEAMENTO DOS CASOS NOTIFICADOS DE DENGUE EM 2007 NO ESTADO DE ALAGOAS.....	55
FIGURA 9 – MAPEAMENTO DOS CASOS NOTIFICADOS DE DENGUE EM 2009 NO ESTADO DE ALAGOAS	56
FIGURA 10 – MAPEAMENTO DOS CASOS NOTIFICADOS DE DENGUE EM 2010 NO ESTADO DE ALAGOAS	58
FIGURA 11 – MAPEAMENTO DOS CASOS NOTIFICADOS DE DENGUE EM JANEIRO (A) E FEVEREIRO (B) NO ESTADO DE ALAGOAS NO PERÍODO DE 2000 A 2015.....	59
FIGURA 12 – MAPEAMENTO DOS CASOS DE DENGUE EM ABRIL (A) E DEZEMBRO (B) NO ESTADO DE ALAGOAS NO PERÍODO DE 2000 A 2015.....	61
FIGURA 13 – VALORES OBTIDOS DE EVI PARA O ESTADO DE ALAGOAS NOS ANOS DE 2000 (A) E 2015 (B), RESPECTIVAMENTE	63

FIGURA 14 – VALORES OBTIDOS DO NDVI E SUAS CATEGORIAS PARA O ESTADO DE ALAGOAS NOS ANOS DE 2000 (A) E 2015 (B), RESPECTIVAMENTE	65
FIGURA 15 –MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS POPULAÇÃO, IDH, GINI, DENSIDADE DEMOGRÁFICA (DD), EM HAB/KM ² , ÁREA DA UNIDADE TERRITORIAL (AUT) E NÚMERO DE CASOS DE DENGUE (NCD), PARA OS ANOS DE 2000 (PAINEL A) E 2010 (PAINEL B)	66
FIGURA 16 –COMPONENTES PRINCIPAIS ENTRE AS VARIÁVEIS POPULAÇÃO, IDH, GINI, DENSIDADE DEMOGRÁFICA (DD), EM HAB/KM ² , ÁREA DA UNIDADE TERRITORIAL (AUT) E NÚMERO DE CASOS DE DENGUE (NCD), PARA OS ANOS DE 2000 (PAINEL A) E 2010 (PAINEL B)	67

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -- LOCALIZAÇÃO DAS CIDADES COM SUAS RESPECTIVAS COORDENADAS	25
TABELA 2 -- CENSO DE 2000 DOS 10 MUNICÍPIOS COM MAIORES OCORRÊNCIAS DE CASOS DE DENGUE	27
TABELA 3 -- CENSO DE 2010 DOS 10 MUNICÍPIOS COM MAIORES OCORRÊNCIAS DE CASOS DE DENGUE	28
TABELA 4 - CLASSIFICAÇÃO DA TENDÊNCIA DO Z_{MK} NO INTERVALO DE CONFIANÇA DE -1,96 A + 1,96.....	32
TABELA 5 -- RESUMO DA ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS CASOS DE DENGUE NOS 10 MUNICÍPIOS DE ALAGOAS NO PERÍODO DE 2000-2015, RESPECTIVAMENTE	45
TABELA 6 - RESUMO DAS TENDÊNCIAS Z_{MK} NOS MUNICÍPIOS DE ALAGOAS NO PERÍODO DE 2000-2015	50
TABELA 7 -- RESULTADOS DO TESTE DE PETTITT APLICADOS NA SÉRIE TEMPORAL EM RELAÇÃO AOS ANOS E MESES COM MUDANÇAS BRUSCAS	52
TABELA 8 - VALORES OBTIDOS DO EVI PARA ANOS DE 2000 E 2015 JUNTAMENTE COM AS PORCENTAGENS (%) E AS ÁREAS (KM ²) DO ESTADO DE ALAGOAS	63
TABELA 9 -- VALORES OBTIDOS E CLASSIFICAÇÃO DO NDVI PARA ANOS DE 2000 E 2015 JUNTAMENTE COM AS PORCENTAGENS (%) E AS ÁREAS (KM ²) DO ESTADO DE ALAGOAS	65
TABELA 10 -- ESCORES DAS COMPONENTES PRINCIPAIS PARA OS MUNICÍPIOS DE ALAGOAS, NOS ANOS DE 2000 E 2010, NAS DUAS PRIMEIRAS COMPONENTES PRINCIPAIS	68

RESUMO

O estudo teve como objetivo, avaliar a influência das variáveis climáticas e da degradação ambiental na dinâmica dos casos notificados de dengue em Alagoas. Os dados notificados de dengue foram obtidos do sistema DATASUS e compreende o período entre 2000 a 2015. A série temporal foi submetida à estatística descritiva, exploratória, multivariada (Análise de Agrupamento - AA e Análise de Componentes Principais – PCA) e aos testes Mann-Kendall (MK) e Pettitt. Na concepção dos mapas de casos de dengue foi usado o método de Curvatura Mínima (Spline) via s ArcGis versão 10.5. Os resultados da técnica de AA aplicada aos municípios do Estado resultaram em dois grupos homogêneos (G_1 e G_2) de casos de dengue. O grupo G_1 é composto apenas pelo município de Maceió e o grupo G_2 pelos demais 101 municípios alagoanos. Na estatística descritiva, 10 municípios se destacaram na série temporal, com os maiores registros de casos, a exceção foi Teotônio Vilela e Delmiro Gouveia. A estatística exploratória via boxplot mostrou que todos os municípios são assimétricos positivos para alguns meses os casos de dengue para, a exceção foi Delmiro Gouveia que foi próximo à mediana. No teste MK apontou que a maioria dos municípios foram categorizados como TCS (Tendência Crescente Significativa) e TCNS (Tendência Crescente Não Significativa), as exceções foram os municípios ST (Sem Tendência), Piranhas – Sertão, seguido de Anadia, Ibateguara, Novo Lino, Jundiá, São Miguel dos Milagres e Roteiro – Leste Alagoano. O teste de Pettitt identificou os anos com ciclo bianuais (2006/2007 e 2009/2010) e os meses de janeiro, fevereiro, abril e dezembro com mudanças bruscas na série temporal de casos notificados. O EVI (Enhanced Vegetation Index) mostrou diminuição acentuada na vegetação e o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) apontou mudanças no uso e ocupação do solo no Estado, principalmente a diminuição na vegetação abundante, e um aumento na vegetação esparsa e a terra estéril/construído. Na matriz de correlação apontou as correlações entre o NCD (Número de Casos de Dengue) e DD (Densidade Demográfica); população; e IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) em 2000, ao contrário de 2010, a correlação entre GINI e NCD. A CP1 apontou que População, DD, IDH e NCD obtiveram maiores contribuições no aumento dos casos notificados de dengue, enquanto na CP2, a contribuição foi das variáveis AUT (Área de Unidade Territorial) e GINI.

Palavras-Chave: Dengue; Estatística Aplicada; Adensamento Populacional; Espaço-temporalidade.

ABSTRACT

The study aimed to assess the influence of climatic variables and environmental degradation on the dynamics of notified dengue cases in Alagoas. The reported dengue data were obtained from the DATASUS system and comprises the period between 2000 and 2015. The time series was subjected to descriptive, exploratory, multivariate statistics (Cluster Analysis - CA and Principal Component Analysis - PCA) and the Mann- Kendall (MK) and Pettitt. In the design of the dengue case maps, the Minimum Curvature method (Spline) via ArcGis version 10.5 was used. The results of the AA technique applied to the municipalities of the State resulted in two homogeneous groups (G_1 and G_2) of dengue cases. The G_1 group is composed only by the municipality of Maceió and the G_2 group by the other 101 municipalities in Alagoas. In descriptive statistics, 10 municipalities stood out in the time series, with the highest case records, the exception being Teotônio Vilela and Delmiro Gouveia. The exploratory statistics via boxplot showed that all municipalities are positive asymmetrical cases for dengue for some months, with the exception of Delmiro Gouveia, which was close to the median. In the MK test it was pointed out that the majority of the municipalities were categorized as SGT (Significant Growing Trend) and NSGT (Non-Significant Growing Trend), the exceptions were the NT (No Trend), Piranhas - Sertão, followed by Anadia, Ibateguara, Novo Lino, Jundiá, São Miguel dos Milagres and Roteiro - Leste Alagoano. The Pettitt test identified the years with biannual cycles (2006/2007 and 2009/2010) and the months of January, February, April and December with sudden changes in the time series of reported cases. The EVI showed a marked decrease in vegetation and the NDVI pointed to changes in land use and occupation in the State, mainly the decrease in abundant vegetation, and an increase in sparse vegetation and sterile / built land. In the correlation matrix, he pointed out the correlations between the NCD and DD; population; and HDI in 2000, as opposed to 2010, the correlation between GINI and NCD. PC1 pointed out that Population, DD, HDI and NCD had greater contributions to the increase in reported cases of dengue, while in PC2, the contribution was from the variables AUT and GINI.

Keywords: Dengue; Applied statistics; Population densification; Space-temporality.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	16
2.1 Geral.....	16
2.2 Específicos.....	16
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 - Influências das variáveis meteorológicas na dinâmica da dengue em um ambiente urbano	17
3.2 - Padrão relacional entre os dados socioeconômicos e ambientais na taxa de infestação da dengue	18
3.3 - Modelos matemático-estatísticos aplicados a dengue	20
3.4 – Degradação Ambiental e os Casos de Dengue	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1. Localização e Caracterização da Área de Estudo	24
4.2. Dados Censitários do IBGE (2000 – 2010).....	26
4.3. Sistemas Meteorológicos que atuam no Estado de Alagoas	28
4.4 - Séries Temporais de Casos Notificados de Dengue.....	29
4.5 – Análise de Agrupamento (AA).....	29
4.6 – Testes Estatísticos	31
4.7 – Geoespacialização dos dados de dengue	34
4.8 – Análise multivariada de dados	36
4.9 – Índices de vegetação (NDVI e EVI).....	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1 – Análise de Agrupamento aplicada aos Municípios de Alagoas.....	37
5.2 Estatística Descritiva dos Dez Principais Municípios de Alagoas	40
5.3 Estatística Exploratória dos Dez Principais Municípios de Alagoas	45
5.4 Testes Estatísticos aplicados aos Municípios de Alagoas.....	49
5.5 Mapeamento dos Casos Notificados de Dengue em Alagoas	53
5.6 Relação entre a Degradação Ambiental e Casos de Dengue em Alagoas	62
5.7 Análise de Componentes Principais e Matriz de Correlação	65
6 - CONCLUSÕES	69
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

1. INTRODUÇÃO

A dengue é a uma doença infecciosa aguda causada por um arbovírus — o vírus do dengue (DENV) — com quatro sorotipos conhecidos (DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4) – (BIASSOTI e ORTIZ, 2017). A dengue ocorre com maior frequência em regiões, onde as condições socioculturais favorecem a disseminação da doença e a proliferação de seu principal vetor, a fêmea do mosquito *Aedes aegypti* (HONORATO et al., 2014). Como doença endêmica reemergente, ocorre praticamente em todas as regiões tropicais e subtropicais do planeta e, principalmente no Brasil (BARBOSA et al., 2019; OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2019).

Os países localizados nestas regiões são mais susceptíveis ao desenvolvimento do *Aedes aegypti* em função de diversos fatores, tais como: i) alterações climáticas, ii) variabilidade do clima, iii) mudança de uso e ocupação da terra, iv) armazenamento de água e irrigação, v) crescimento da populacional, vi) urbanização, vii) aumento da temperatura, variações na chuva e umidade relativa do ar, condições estas que favorecem maior número de criadouros disponíveis e com isso o desenvolvimento do vetor (VIANA e IGNOTTI, 2013; PINHEIRO et al., 2020).

Diversos fatores socioeconômicos também estão associados à dengue, tais como: as condições de saneamento e coleta de lixo deficiente, a ausência de rede de água potável, as baixas condições de renda e o acúmulo de lixo, as proximidades das habitações, o fluxo populacional, e o aumento e a rapidez das viagens intercontinentais (HORTA et al., 2013; ROCHA, 2018). Outros fatores que afetam os ecossistemas e as comunidades são as mudanças ambientais que podem impactar direto sobre a dinâmica de transmissão de doenças. As principais causas destas mudanças ambientais são o crescimento populacional, o adensamento urbano desordenado, a densidade demográfica e, principalmente o Aquecimento Global (MONTEIRO e ARAÚJO 2020). O saneamento básico, principalmente a coleta de lixo e o abastecimento de água são ineficientes nas periferias das grandes metrópoles e, assim contribuem para o aumento do número de criadouros do mosquito *Aedes aegypti* (MOURA et al., 2014; BRIGAGÃO e CORRÊA, 2017).

Para monitorar e prever a incidência de dengue tem sido usado os modelos matemáticos e estatísticos, seguido das ferramentas estatísticas de análises de séries temporais (SILVEIRA, 2019; SOUZA, 2019; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2019).

Em populações específicas, estes modelos trouxeram contribuições significativas sobre a compreensão da dinâmica da doença e, assim permitiu prever o número de casos em períodos consecutivos à série estudada (LIZZI, 2012). Para fins exploratórios, é usada a técnica de análise de agrupamento (cluster analysis - CA), que tem como finalidade agrupar os elementos com base em suas características. Cada grupo tende a ser similar, enquanto os elementos entre os diferentes grupos apresentam significativa diferença em suas características (RIBEIRO e CUNHA, 2016). A técnica CA é útil no estudo de casos de dengue, pois é possível observar áreas com maior risco epidemiológico, e ainda leva em consideração a incidência da doença com fatores ambientais e socioeconômicos de risco (SILVA et al., 2020). A Análise de Componentes Principais (ACP) é bastante utilizada em estudos relacionados a transmissão de dengue (MONDINI e CHIARAVALLI NETO, 2007; CHAVES et al., 2018; MONTEIRO e ARAÚJO, 2020).

Para avaliar as tendências das variáveis e se são significativas e aleatórias, é usado o teste Mann-Kendall (MK). O teste MK é um teste não paramétrico que analisa as variáveis com registros segundo uma série temporal, ou seja, onde há uma sequência de observações das variáveis em um determinado período (MOURA et al., 2018). Em regiões geograficamente vizinhas, é usado este teste para determinar as tendências espaciais e temporais no número de casos de dengue, pois tendem a ter características semelhantes (FREITAS, et al., 2020). Para identificar o ponto de descontinuidade em uma série temporal é usado o teste de Pettitt (PENNEREIRO et al., 2017).

No Estado de Alagoas, a dengue é considerada a doença endêmica aguda de maior importância na saúde pública (SANTOS et al., 2019). No ano de 1986, foi introduzido no Estado o sorotipo DENV-1, em 1991 o DENV-2, em 2002, o DENV-3 e em 2012 o DENV-4 (SILVA, 2014). Em Alagoas, as regiões com os menores totais pluviométricos também foram observados os maiores registros da dengue, assim a temperatura teve influência direta na distribuição geográfica de populações de vetores da doença e o acúmulo de água em reservatórios durante os períodos sem chuvas, associado à ocorrência de temperaturas elevadas, sendo favorável a reprodução do vetor transmissor (LIMA et al., 2008).

Os casos de dengue na capital de Alagoas, Maceió, tem uma queda após os meses do ano com menores temperaturas, principalmente quando a temperatura

média foi abaixo de 24,0°C (BARBOSA, 2007). Em estudo pontual, realizado no bairro Jacintinho, na cidade de Maceió, nos anos de 2016, 2017 e 2018, as curvas dos casos confirmados de dengue coincidiram com a curva da chuva. As maiores ocorrências da doença foram nos meses com maior incidência de chuva e os menores registros foram verificados no período de redução da chuva, isso demonstrou a relação entre a ocorrência da doença e a chuva (DANTAS et al., 2019). Outro estudo pontual foi realizado na bacia hidrográfica do riacho Reginaldo, na cidade de Maceió, na área urbana, apresentou ocorrência de casos de dengue, onde a mesma está relacionada com águas acumuladas inadvertidamente, sendo relacionado com problemas de degradação ambiental e de deficiências na infraestrutura urbana, especialmente de saneamento básico e acúmulo de lixo/materiais na superfície do riacho (SILVA et al., 2017).

Mediante os estudos já realizados anteriormente em Alagoas sobre casos de dengue e sua relação com fatores ambientais e socioeconômicos, a maioria foram estudos pontuais ou com séries temporais curtas e sem abrangência de todos os municípios do Estado. Portanto, esse estudo tem como relevância analisar com base em ferramentas estatísticas, se os casos de dengue tem relação com os fenômenos atmosféricos, socioeconômicos, demográficos e ambientais, e quais os municípios do Estado que tem os maiores casos da doença na última década.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

- **AVALIAR** a influência das variáveis climáticas e da degradação ambiental na dinâmica dos casos notificados de dengue em Alagoas entre 2000 a 2015.

2.2 Específicos

- **APLICAR** a técnica de análise de agrupamento aos casos notificados de dengue nos 102 municípios de Alagoas, na definição dos grupos homogêneos;
- **AVALIAR** a tendência de aumento ou diminuição dos casos notificados de dengue nos municípios de Alagoas via o teste de Mann-Kendall;
- **IDENTIFICAR** os anos que se destacam na série temporal de casos notificados de dengue em Alagoas a partir do teste de Pettitt;
- **RELACIONAR** a degradação ambiental com casos de dengue em Alagoas via índice NDVI para os anos identificados a partir do teste de Pettitt;
- **MOSTRAR** padrão relacional entre os casos notificados de dengue e as variáveis demográficas e socioeconômicas via Análise Componentes Principais (ACP).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 - Influências das variáveis meteorológicas na dinâmica da dengue em um ambiente urbano

A dengue é a uma doença infecciosa aguda causada por arbovírus (doença transmitida por artrópodes), sendo conhecidos na literatura quatro sorotipos (DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4) (TAUIL, 2001; BARRETO e TEIXEIRA, 2008; EVANGELISTA et al., 2012; PONE et al., 2016; SANTOS et al., 2014; LEE e FARLOW, 2019). Ela prevalece, principalmente, em países tropicais e em desenvolvimento, pois seus aspectos climáticos e socioculturais favorecem a proliferação de seu principal vetor, que é a fêmea do mosquito *Aedes aegypti* infectada (SOUSA et al., 2007; SINGHI et al., 2007; ANDRADE, 2014; ROBERT et al., 2019).

A dengue também é considerada uma doença tropical, por proliferar de forma significativa em países tropicais por causa do seu clima quente e úmido (VALADARES et al., 2013). Por isso, há uma necessidade de estudos de prevenção desta epidemia nesses países. Também as condições socioambientais destes países são favoráveis à proliferação do vetor transmissor da dengue. Vários estudos têm provado que o clima influencia de forma significativa na distribuição do *Aedes aegypti* (SILVA et al., 2007; ZHANG et al., 2019; TULADHAR et al., 2019). Porém, alguns estudos não tem considerado a mudança provocada pelo uso e ocupação da terra, que interfere nas mudanças ambientais, com isso intensifica a incidência de casos de dengue e, ainda está associada às condições climáticas, por exemplo, o aumento da temperatura do ar, da chuva e da umidade do ar, que por sua vez são condições que favorecem o aumento do número de criadouros disponíveis e, ainda no desenvolvimento do vetor (RIBEIRO et al., 2006; DONALÍSIO e GLASSER, 2002; QUINTERO et al., 2014; FERREIRA et al., 2018; KESETYANINGSIH et al., 2018).

De acordo com Silva et al. (2014), a ocorrência dos casos de dengue e sua relação com a variabilidade climática, juntamente com as mudanças climáticas, são hoje um dos maiores desafio para diversas áreas do conhecimento, sobretudo as implicações da disponibilidade hídrica em ambientes urbanos e rurais. O clima é considerado como o elemento fundamental na dinâmica do meio ambiente, ele exerce influência direta tanto nos processos de ordem física e biológica, como na

sociedade em geral, constituindo-se, como um recurso essencial para a vida e para as atividades humanas (SILVA et al., 2015), com isso, os seres humanos têm alterado a paisagem urbana local através de suas atividades, por consequência, a degradação ambiental tem contribuído para o aumento de diversas doenças, principalmente em áreas urbanas (DOMINGUES, 2015; SILVA et al., 2016).

Alguns estudos de caráter ambiental são fundamentais, pois mostram relação entre as epidemias de dengue com o aumento das temperaturas, com a distribuição espaço-temporal das chuvas, com a umidade relativa e com a velocidade do vento (SOUZA et al., 2019). A chuva regula a abundância do vetor *Aedes aegypti*, com isso cria os focos de reprodução e, ainda estimula o desenvolvimento dos ovos. Já a temperatura do ar influencia na habilidade do mosquito para sobreviver e, por fim determina seu desenvolvimento e as taxas reprodutivas (ROSEGHINI, 2013; PAIVA, 2018; COLLISCHONN et al., 2019). A umidade relativa afeta a sobrevivência do vetor, tanto na fase de ovo como na forma adulta, quando a umidade aumenta, a taxa de sobrevivência do mosquito aumenta. Alguns estudos mostram que a velocidade do vento é inversamente associada com a incidência da dengue, pois com o seu aumento, levaria a redução na densidade vetorial, pois o vento tende a inibir o voo do vetor, com isso afeta a posição dos ovos (SANTOS, 2016). Porém há especialistas que afirmam que o vento poderia contribuir com a dispersão passiva do vetor (GOMES, 2011).

3.2 - Padrão relacional entre os dados socioeconômicos e ambientais na taxa de infestação da dengue

Na década de 1980, no Brasil, quase todas as cidades litorâneas apresentaram registros do mosquito *Aedes aegypti* que, nos anos seguintes, estenderam-se também para o interior do país (MENDONÇA et al., 2009). O enfraquecimento dos serviços de saúde pública, seguido das fragilidades das ações individuais para com a proteção da saúde coletiva, o aumento da produção de resíduos pela sociedade (tanques e frascos de armazenamento de água dentro e fora das casas e calhas de telhados) e os diversos recipientes e entulhos (tambores, pneus de carros usados, latas, garrafas e vasos de plantas) lançados a céu-aberto (em ruas, quintais e terrenos baldios) que acumulam água das chuvas contribuíram

para a proliferação dos mosquitos (ABEYEWICKREME et al., 2012; SERRANO et al., 2015).

Com o crescimento urbano desordenado, proporciona um número significativo de indivíduos susceptíveis, infectados e concentrados em áreas limitadas. Este fato associado, às condições precárias de saneamento básico, limpeza urbana, moradias inadequadas, poluição, degradação ambiental, ocupação desordenada, deficiências de infraestrutura, grande densidade populacional e fatores culturais e educacionais proporcionam condições favoráveis à transmissão da dengue pelo mosquito *Aedes aegypti*, onde seu principal vetor se adaptou perfeitamente a esse ambiente, através do processo conhecido como domiciliação (COSTA e NATAL, 1998; FEITOSA et al., 2015; MEDRONHO, 2006; BOHM et al., 2016; COSTA e CALADO, 2016; JOHANSEN et al., 2016; PEDRO et al., 2016; XAVIER et al., 2017). Outro problema é a produção do lixo urbano que afeta as cidades e as regiões metropolitanas (RM) do Brasil, pois está diretamente relacionado à reprodução de diversos focos de doenças transmissíveis, sendo uma constante e que envolve todos os seguimentos da sociedade (SANTOS, 2016; FOGAÇA et al., 2019).

Segundo Santos e Thibes (2014), o mosquito *Aedes aegypti* encontra-se disseminado em todo o território nacional. O quadro epidemiológico tem se caracterizado por epidemias recorrentes e frequentes, principalmente nos grandes centros urbanos, a exemplo, as RM do Sudeste do Brasil (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2018). Isso se deve por causa das ações de controle existentes que, além de serem onerosas, têm se mostrado ineficientes, principalmente devido à explosão populacional desorganizada e às más condições de vida da maioria da população, principalmente no Brasil (ALMEIDA E CASTRO, 2019).

As epidemias de dengue causam reflexos na economia do país, devido à ausência no trabalho e nas escolas, seguido dos resultados negativos no setor turístico e implicações nos serviços de saúde, em decorrência da alta demanda por atendimento de pacientes nos serviços (SILVA, 2018). Para a proliferação da dengue é importante destacar o surgimento de grandes aglomerados urbanos, na maioria das vezes com inadequadas condições de habitação e abastecimento d'água, o crescente trânsito de pessoas e cargas entre países, determinado pelo desenvolvimento dos meios de transporte e das relações econômicas no mundo globalizado, e as mudanças climáticas provocadas pelo aquecimento global, que

influem no regime e duração das chuvas e na intensificação da temperatura (COELHO, 2008; GONÇALVES et al., 2015; ROQUE et al., 2015; CORDEIRO et al., 2011).

3.3 - Modelos matemático-estatísticos aplicados a dengue

Há uma necessidade urgente de compilar registros de ocorrência da dengue e avaliá-los de forma precisa e com menor número de subnotificações. Com isso, os bancos de dados se concentram na não ocorrência e ocorrência da dengue, porém, o ideal é que as séries temporais de casos validados e notificados sejam homogêneas e sem falhas e, assim trariam um melhor desempenho e maior precisão dos modelos (MESSINA et al., 2014). Com base nos bancos de dados é possível modelar a probabilidade de ocorrência de transmissão da dengue com um alto grau de resolução espacial. Como os locais de ocorrência da dengue são registrados com o melhor nível possível de detalhes, esses bancos de dados podem ser usados para mapeamento e modelagem da dengue em qualquer resolução espacial necessária. Como saída desse mapeamento, usa-se uma estatística resumida que quantifica a certeza na presença ou ausência na transmissão do vírus da dengue, dada a precisão e a atualidade das evidências disponíveis (BRADY et al., 2012).

Na literatura, os modelos preditivos, como a análise de Séries Temporais (ST), usados para prever a transmissão de dengue têm enfatizado a importância da temperatura, da chuva e umidade relativa do ar sobre a distribuição do *Aedes aegypti* (mosquito transmissor) e na ocorrência de surtos de dengue, a chuva é o fator climático mais importante para esses modelos (LIMA, 2005; LIMA et al., 2008).

De acordo com Siqueira et al. (2018) os modelos matemáticos e estatísticos, seguido das ferramentas de análises de séries temporais, têm sido bastante utilizados para monitorar e prever a incidência de dengue e outras doenças infecciosas. Em populações específicas, estes modelos trouxeram contribuições sobre a compreensão da dinâmica da doença, com isso permite prever o número de casos em períodos consecutivos à série estudada (FREITAS et al., 2019). Os modelos promovem o entendimento da influencia dos efeitos das mudanças

climáticas, da transição demográfica e da estrutura urbana na dinâmica, transmissão e aparecimento das doenças (BARBOSA e SILVA, 2015).

As séries temporais são uma sequência de dados obtidos em intervalos regulares no tempo durante um período específico. Elas são classificadas quanto ao número e o tipo de variáveis estudadas, sendo denominadas de univariadas (apenas uma variável) ou multivariadas (duas ou mais variáveis) (LOESCH E HOELTGEBAUM, 2012). Com base na análise das séries temporais, podem-se propor um diagrama de controle (um gráfico) e, assim comparar a incidência observada de um determinado evento com os limites máximos e mínimos da incidência esperada (TEIXEIRA, 2009).

De acordo com Prado (2015), a Análise de Agrupamento, também conhecida como análise de Cluster, é uma técnica multivariada exploratória que tem como objetivo repartir os indivíduos em grupos homogêneos que possuem características semelhantes em função de um conjunto de variáveis selecionadas, de forma que, os elementos incluídos no mesmo grupo sejam parecidos entre si em relação às variáveis, e os elementos em grupos diferentes sejam heterogêneos em relação a estas mesmas variáveis (SILVA, 2018).

Em vários estudos tem se usado os modelos de regressão linear múltipla (MRLM), para avaliar as variáveis independentes altamente correlacionadas. Entre as várias alternativas que existem para reduzir a dimensionalidade do modelo, uma delas constitui-se na utilização de análise de componentes principais (ACP). A ACP tem o propósito de explicar se a variável dependente têm altas correlações com a variável independente. No caso dos modelos de regressão multivariada, se analisa as correlações das variáveis independentes com cada uma das variáveis dependentes (MARQUES e MARQUES, 2005; MAGALHÃES, 2012; CORREIA FILHO, 2017; SANTOS, 2018).

De acordo com Méndez-Lázaro et al. (2014), para investigar se há uma ligação entre o número de casos de dengue e os vários parâmetros ambientais foi usado a técnica dos coeficientes de correlação cruzada. O teste de Mann-Kendall (MK) é usado para identificar se uma determinada série temporal de dados possui tendência de alteração estatisticamente significativa. Vale ressaltar que teste MK não é paramétrico, portanto, não requer uma distribuição normal dos dados. A vantagem do teste MK é o fato de ser pouco influenciado por mudanças abruptas ou

nas séries não homogêneas, porém este teste exige que os dados sejam independentes e aleatórios (ANJOS, 2018). Já o teste de Pettitt permite localizar o ponto onde houve uma mudança brusca na média de uma série temporal de dados (ELY, 2013).

3.4 – Degradação Ambiental e os Casos de Dengue

Os problemas ambientais, como a degradação da água, do ar e do solo, têm impactado de forma significativa na saúde humana (STANGANINI e LOLLO, 2018). Há uma forte relação entre a saúde humana e o meio ambiente desde primórdios da civilização baseados nos escritos hipocráticos. No entanto, a partir do início do século XIX, houve a expansão das cidades, devido à Revolução Industrial. Com isso, as condições de vida no ambiente urbano foram degradando com tempo, particularmente as doenças resultavam dos acúmulos de dejetos (PIGNATTI, 2004).

Algumas doenças foram resultantes da intensa modificação do bioma natural pelo homem e, assim fizeram com que os mosquitos migrassem para outros habitats (INÁCIO, 2016). Antigamente esses mosquitos tinham um comportamento predominantemente silvestre. Porém, com o desmatamento, com o crescimento da agricultura (mudança de floresta para pastagem) e expansão das cidades, os mosquitos se afastaram de seu habitat e migraram para as cidades e, assim adquiriram hábitos urbanos. Nas cidades, eles encontraram alimento abundante, local de repouso e condições favoráveis para sua reprodução (CARVALHO e SOUZA, 2017). Além disso, no ambiente urbano dispõe de um grande número de pessoas concentradas (CAVALCANTE, 2013).

Além da migração humana e da construção de redes de infraestrutura, seguido da destruição dos biomas, houve outros fatores que modificaram o meio ambiente e, principalmente a epidemiologia das doenças, por exemplo, as alterações no manejo da terra, poluição atmosférica e piora na qualidade do ar, exploração de recursos biológicos e práticas predatórias de extrativismo, como a mineração e construção de barragens entre outros (ORSI, 2014; PORTELLA, 2015).

O ciclo de vida dos vetores e reservatórios tem relação direta com a temperatura, a umidade relativa do ar, a vegetação e os padrões de uso do solo, principalmente nos países tropicais e subtropicais (BARCELLOS, et al., 2009; VILLAR, 2015). O clima influencia diretamente os elevados índices de infecção por dengue, uma vez que as mudanças climáticas afetam tanto vetores quanto os agentes infecciosos. O vírus da dengue pode ter maior incidência com o aumento das temperaturas, influenciando também na expansão da sua área de ocorrência em razão do aumento da faixa tropical leva a migração dos vetores para áreas em que não havia transmissores (SILVA et al., 2009).

De acordo com Campos et al., (2018), a preservação da biodiversidade gera uma diminuição na transmissão das doenças, isso porque as modificações ambientais resultam em perda de habitats e diminuição da biodiversidade e, assim favorece a interação entre as espécies vetoriais com maior capacidade de aumento, incubação e transmissão, ao contrário, de um ecossistema preservado.

Alguns autores, por exemplo, Chivian e Bernstein, (2008) e Silva, (2018b), defendem que alta biodiversidade pode diluir o maior número de vetores. Por outro lado, a maior biodiversidade de um ecossistema significa também uma diversidade maior de parasitas e de seus reservatórios naturais. Assim, é possível que, em certos casos, a redução de biodiversidade leve a uma redução ou extinção de parasitas (SACCARO JÚNIOR et al., 2015).

Os vetores da dengue podem ser encontrados na vegetação, uma vez que a vegetação pode fornecer locais de descanso ou alimentação para os mosquitos, ou pode ser um substituto para a presença de criadouros (HUANG, et. al, 2018). A vegetação é um dos fatores ambientais em que muitos recipientes de água, por exemplo, axilas de árvores ou folhas em decomposição são muito potenciais como habitats para os mosquitos em sua fase aquática, por isso as mudanças no uso e ocupação da terra devido à urbanização rápida e descontrolada podem contribuir para mudar o padrão dos casos de dengue (SARI, et. al, 2020).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI - sigla para Normalized Difference Vegetation Index) é utilizado na classificação da cobertura vegetal de uma área e pode ser usado para analisar a mudança da tendência do uso da terra ao longo do tempo (NETA et al, 2018). O mapeamento e a distribuição espacial de variáveis relacionadas a doenças por vetores foi desenvolvido em muitos

países como uma ferramenta de vigilância para melhorar a preparação da saúde pública para surto de dengue (ONG et al., 2018) e auxilia o poder público no planejamento de tomadas de decisão em aspectos referentes a gestão pública (VALLADARES, et. al, 2019).

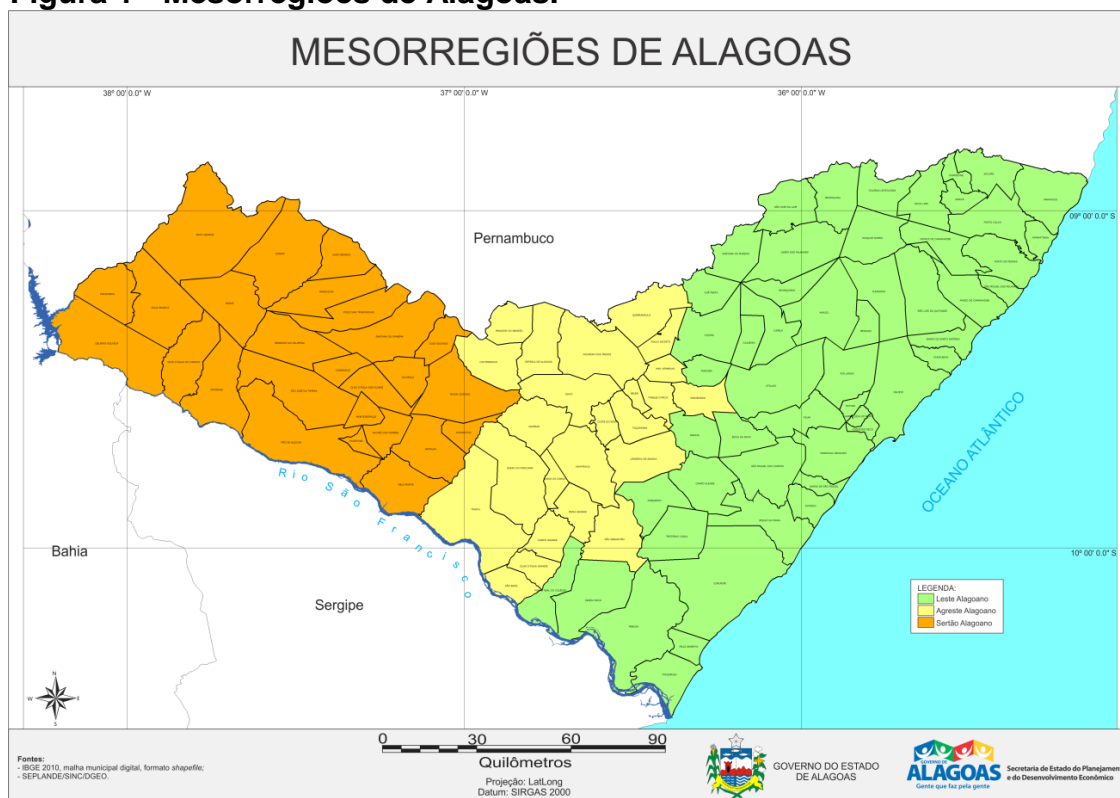
4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Localização e Caracterização da Área de Estudo

O Estado de Alagoas está localizado entre as latitudes 8°48'54" e 10°30'09"S, e as longitudes de 35°09'09" e 38°15'54"W, com altitudes inferiores a 850 m. Alagoas é um dos 27 Estados que compõe o Brasil, e um dos 9 da região Nordeste, sendo o segundo menor estado do país com uma área de 27.993 km², que corresponde à cerca de 0,32% do território do Brasil. Limita-se ao Norte e a Oeste com o Estado de Pernambuco; ao Sul, com os Estados de Sergipe e Bahia; a Leste, com o Oceano Atlântico, e, a Sudoeste, com o Estado da Bahia e o Rio São Francisco (Figura 1). Atualmente, o Estado está dividido geopoliticamente em 102 municípios, com uma população estimada de 3.337.357 pessoas (IBGE, 2019) e com três mesorregiões: Leste, Agreste e Sertão alagoano (Tabela 1) - (OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2012; CAVALCANTE, 2019).

O clima de Alagoas é classificado como Tropical Atlântico, por causa de sua localização entre os trópicos e proximidade do Oceano Atlântico. Na região Leste do Estado, as chuvas são mais regulares em relação ao Sertão. O clima de Alagoas é dividido como: úmido (Maceió e extremo norte), subúmido (Leste) e semiárido (Centro e Oeste), a amplitude térmica média é em torno dos 6 °C com temperaturas entre 21 °C e 27 °C.

Figura 1 - Mesorregiões de Alagoas.



Fonte: Alagoas em dados e informação (2015).

Tabela 1 - Localização das cidades com suas respectivas coordenadas.

MESORREGIÕES	MUNICÍPIOS	LATITUDE (°)	LONGITUDE (°)	ALTITUDE (m)
LESTE ALAGOANO	Maceió	09° 39' 57" S	35° 44' 06" W	7
	Penedo	10° 17' 24" S	36° 35' 09" W	27
	Rio Largo	09° 28' 40" S	35° 51' 10" W	45
	Marechal Deodoro	09° 42' 36" S	35° 53' 42" W	31
	Teotônio Vilela	09° 54' 18" S	36° 21' 10" W	156
	União dos Palmares	09° 09' 46" S	36° 01' 55" W	155
AGRESTE ALAGOANO	Arapiraca	09° 45' 07" S	36° 39' 39" W	264
	Palmeira dos Índios	09° 24' 25" S	36° 37' 40" W	290
SERTÃO ALAGOANO	Delmiro Gouveia	09° 23' 09" S	37° 59' 45" W	256
	Santana do Ipanema	09° 22' 40" S	37° 14' 42" W	250

Fonte: IBGE (2011).

4.2. Dados Censitários do IBGE (2000 – 2010)

O Estado de Alagoas possui 102 municípios e uma área territorial de 27.843,295 Km². No censo de 2000 (IBGE, 2000), o Estado tinha 2.822.621 habitantes e uma Renda Per Capita de R\$ 285,29. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) era de 0,471. Já, no último censo em 2010 (IBGE, 2010), houve um aumento da população de Alagoas para 3.120.494 habitantes, densidade demográfica de 112,33 hab/km² e o IDH de 0,631 e Renda Per Capita de R\$ 432,56.

Nas Tabelas 2 e 3 segue informações da população, IDH, índice de GINI (usado para medir o grau de concentração de renda em determinado grupo) - (Wolffenbüttel, 2004), densidade demográfica e área territorial dos 10 municípios com maiores ocorrências de casos de dengue no Estado de Alagoas, correspondentes aos censos de 2000 e 2010, respectivamente.

Tabela 2 - Censo de 2000 dos 10 municípios com maiores ocorrências de casos de dengue.

Censo 2000	População	IDH	GINI	Densidade Demográfica hab/km²	Área da unidade territorial
Maceió	797759	0,584	0,673	1566,32	509,32
Penedo	56993	0,495	0,65	82,58	690,105
Rio Largo	62510	0,505	0,540	212,75	293,816
Marechal Deodoro	35866	0,463	0,609	105,18	340,98
Teotônio Vilela	36881	0,398	0,637	123,25	299,221
Arapiraca	186466	0,476	0,583	539,45	345,655
Palmeira dos Índios	68060	0,482	0,590	150,91	450,99
União dos Palmares	58620	0,406	0,572	139,44	420,376
Delmiro Gouveia	42995	0,436	0,605	68,40	628,545
Santana do Ipanema	41485	0,425	0,688	94,74	437,875

Fonte: IBGE (2000).

Tabela 3 - Censo de 2010 dos 10 municípios com maiores ocorrências de casos de dengue.

Censo 2010	População	IDH	GINI	Densidade Demográfica hab/km²	Área da unidade territorial
Maceió	932.748	0,721	0,637	1.854,10	509,32
Penedo	60.378	0,63	0,565	87,61	690,105
Rio Largo	68481	0,643	0,498	223,56	293,816
Marechal Deodoro	45977	0,642	0,611	138,62	340,98
Teotônio Vilela	41152	0,564	0,522	138,15	299,221
Arapiraca	214.006	0,649	0,558	600,83	345,655
Palmeira dos Índios	70368	0,638	0,574	155,44	450,99
União dos Palmares	62358	0,593	0,546	148,24	420,376
Delmiro Gouveia	48096	0,612	0,538	79,13	628,545
Santana do Ipanema	44932	0,591	0,624	102,61	437,875

Fonte: IBGE (2010).

4.3. Sistemas Meteorológicos que atuam no Estado de Alagoas

Os sistemas meteorológicos atuantes sobre o Estado são: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que é responsável pelas chuvas nos meses de março e abril; os Sistemas Frontais (SF), provenientes do Atlântico Sul; os ventos alísios de Sudeste (SE) e Nordeste (NE), que contribuem para as chuvas no inverno e avançam em direção ao interior do continente; e os Distúrbios Ondulatórios de

Leste (DOL), nuvens que se movem no Oceano Atlântico e atuam no leste do NEB (ENEb); os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), circulação ciclônica situada nos altos níveis da troposfera; os Vórtices Ciclônicos de Médios Níveis (VCMN), circulação ciclônica dos ventos somente em médios níveis da atmosfera; a Alta ou Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), tem um papel importante no regime de chuvas no leste do NEB, no período chuvoso dessa região, sua circulação transporta umidade do oceano em direção ao continente e, assim contribuir no processo de convergência do fluxo de umidade na costa do NEB; os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) são aglomerados de nuvens de desenvolvimento vertical, produtoras de chuvas intensas; as Perturbações Ondulatórias no Campo dos Ventos Alísios (POA) dão origem à grande nebulosidade ao se aproximarem de áreas costeiras, devido à convergência do fluxo de umidade e contraste de temperatura entre oceano e continente; as circulações de brisas marítima/terrestre e a convecção local contribuem nos totais pluviométricos observados no Estado (SILVA et al., 2011; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2012; LYRA et al., 2014; LIMA et al., 2018).

4.4 - Séries Temporais de Casos Notificados de Dengue

Os dados de dengue foram obtidos por meio do Ministério da Saúde, Secretária de Vigilância em Saúde (SVS), pelo sistema DATASUS e Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAM. As séries temporais compreendem o período de 2000 a 2015. Os dados de dengue estavam na forma tabular e foram transferidos para o Excel®. A partir disso, foram aplicadas às estatísticas descritiva (média, desvio padrão, coeficiente de variação – CV(%), Percentual (%) e total) e exploratória (via boxplot - mínimo, máximo, primeiro quartil, mediana e o terceiro quartil) juntamente com valores discrepantes (*outliers*) em relação aos dados.

4.5 – Análise de Agrupamento (AA)

A técnica de AA é um método de análise multivariada, aplicado para identificar estruturas de classificação ou reconhecimento de grupos (WARD, 1963), correspondendo à aglomeração dos casos notificados de dengue no Estado de Alagoas. Para a classificação dos grupos, o método Euclidiano foi utilizado como

medida de distância (CORREIA FILHO e ARAGÃO, 2014; LYRA et al. 2014; BRITO et al. 2016), segundo a Eq.(1):

$$d_{ab} = \left[\frac{1}{N_{ab}} \sum_{j=1}^{N_{ab}} (X_{aj} - X_{bj})^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

Em que, X_{aj} é a j-ésima característica da i-ésima observação; X_{bj} é a j-ésima característica da enésima observação; e N_{ab} é o número de municípios com casos notificados de dengue no Estado de Alagoas.

Em relação às técnicas hierárquicas e aglomerativas, existem vários métodos ou critérios de agrupamento. Neste estudo, foi utilizado o método de Ward bastante utilizado na literatura (CORREIA FILHO e ARAGÃO, 2014; LYRA et al. 2014; BRITO et al. 2016). No método de Ward, a similaridade é baseada na soma dos desvios quadráticos em relação à média do grupo - (Ward, 1963), dado pela Eq. (2).

$$W = \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{N_k} (X_{ijk} - X_{jk})^2 \quad (2)$$

Em que, X_{ijk} é o valor da j-ésima variável para o i-ésimo das observações, N_k dos grupos K e X_{jk} é o valor médio.

Para a validação do método e verificação da qualidade do agrupamento foi aplicado o Coeficiente de Correlação Cofonética (CCC), dado pela Eq. 3.

$$CCC = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (c_{ij} - cm)(d_{ij} - dm)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (c_{ij} - cm)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (d_{ij} - dm)^2}} \quad (3)$$

Em que, c_{ij} é o valor de dissimilaridade entre as amostras obtidas via matriz cofonética; d_{ij} é o valor de dissimilaridade entre amostras obtidas a partir da matriz de dissimilaridade. O cm e o dm são obtidos por meio das Eqs. 4 e 5, respectivamente.

$$cm = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n c_{ij} \quad (4)$$

$$dm = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n d_{ij} \quad (5)$$

Conforme Carvalho (2018), o CCC equivale à correlação de Pearson entre a matriz de dissimilaridade original e a gerada após a construção do dendograma.

Desse modo, quanto mais próximo de 1 maior será a homogeneidade do grupo e, conseqüentemente, melhor será a qualidade do agrupamento.

Todos os cálculos no estudo foram realizados no software ambiente R versão 3.4.2 (R CORE TEAM, 2017).

4.6 – Testes Estatísticos

- **Teste de Mann-Kendall (MK)**

O teste MK é o método que localiza e detecta o ponto de partida da tendência. Ele é adequado para analisar mudanças em séries temporais (GOIS et al. 2016; CAÚLA et al. 2016). Groppo et al. (2005) descreve o teste MK como uma série temporal x_i de n termos ($1 \leq i \leq n$), sendo configurada para uma série temporal $x = x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ e definida por:

$$S = \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (6)$$

Em que, x_j são os dados da sequência dos valores estimados, n é o comprimento da série temporal e o sinal S dado pela Eq. (7).

$$S = \begin{cases} \text{sgn}(x) = 1 & \text{for } (x_j - x_i) > 0 \\ \text{sgn}(x) = 0 & \text{for } (x_j - x_i) = 0 \\ \text{sgn}(x) = -1 & \text{for } (x_j - x_i) < 0 \end{cases} \quad (7)$$

Para as séries temporais $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ com número de termos ($n > 4$) sob a hipótese nula H_0 da tendência de ausência, S tem uma distribuição normal com média zero e variância unitária. A variância S é definida pela Eq.(8):

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (8)$$

E com repetições de dados, a variância é dada pela Eq.(9):

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^g t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right] \quad (9)$$

Em que, n é o número de observações; t_p é o número de observações com valores iguais em um determinado grupo p_{th} e g é o número de grupos que contêm valores iguais na série de dados em um determinado grupo p . O segundo termo representa um ajuste para dados.

A significância estatística de S foi testada para a hipótese nula com base no teste bicaudal, que por sua vez pode ser rejeitado por altos valores na estatística MK , definida por:

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{for } S > 0 \\ 0 & \text{for } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}} & \text{for } S < 0 \end{cases} \quad (10)$$

Com base nas estatísticas da Z_{MK} , tomamos a decisão de aceitar ou rejeitar a H_0 , ou seja, a hipótese H_0 é aceita quando a série temporal apresenta ausência de tendência, ou $p\text{-valor} > \alpha$, e rejeitada em favor da alternativa. Na hipótese H_1 , quando há uma tendência a $p\text{-valor} < \alpha$ na série temporal, adotamos um nível de significância de 5% para este estudo, sendo resumido conforme a Tabela 4:

Tabela 4 - Classificação da tendência do Z_{MK} no intervalo de confiança de -1,96 a +1,96.

Categorias	Escalas
Tendência crescente significativa - TCS	$Z_{MK} > +1,96$
Tendência crescente não significativa - TCNS	$Z_{MK} < +1,96$
Sem tendência – ST	$Z_{MK} = 0$
Tendência decrescente não significativa - TDNS	$Z_{MK} > -1,96$
Tendência decrescente significativa - TDS	$Z_{MK} < -1,96$

Fonte: Groppo et al. (2005).

Os resultados serão analisados de acordo com o sinal estatístico Z , que indica que valores positivos ($Z > 0$) mostram uma tendência crescente e valores negativos uma tendência decrescente ($Z < 0$).

- **Teste de Pettitt**

O teste de Pettitt (1979) é um teste não paramétrico que permite identificar o ano de ocorrência de mudanças bruscas em séries históricas. Na prática, utiliza uma versão do teste de Mann-Whitney, que verifica se duas amostras X_1, \dots, X_t e X_{t+1}, \dots, X_T pertencem à mesma população. A estatística $U_{i,T}$ realiza uma contagem do número de vezes que um membro da 1ª amostra é maior que o 2º membro, de acordo com a Eq. 11:

$$U_{i,T} = U_{i-1,T} + \sum_{j=1}^T \text{sgn}(x_i - x_j) \quad \text{para } t = 2, \dots, T \quad (11)$$

Em que; $\text{sgn}(x) = 1$ para $x > 0$; $\text{sgn}(x) = 0$ para $x = 0$; $\text{sgn}(x) = -1$ para $x < 0$.

A estatística $U_{i,T}$ é calculada para os valores $1 < t < T$ e, portanto, a estatística $k(t)$ do teste de Pettitt que corresponde ao valor máximo em $U_{i,T}$ é estimada como o ano em que a alteração ocorre de acordo com a Eq. 12:

$$k(t) = \text{Max}_{1 < t < T} |U_{i,T}| \quad (12)$$

Ele localiza o ponto em que há mudanças bruscas na série temporal média e sua significância pode ser calculada pela Eq.(13):

$$p \cong 2 \exp\{-6k(t)^2 / (T^3 + T^2)\} \quad (13)$$

Mudanças bruscas são t , onde ocorre o máximo de $k(t)$. Os valores críticos de k podem ser calculados da seguinte forma:

$$k_{crit} = \pm \sqrt{\frac{\ln(p/2)(T^3 + T^2)}{6}} \quad (14)$$

4.7 – Geoespacialização dos dados de dengue

Nesse estudo foi utilizado o método de interpolação matemática Curvatura Mínima (Spline) via software ArcGis versão 10.5 para espacialização dos casos de dengue no Estado, principalmente na avaliação da tendência via o teste MK.

- **Spline**

O método do Spline é um método de interpolação que estima valores usando uma função matemática que minimiza a curvatura da superfície, com isso resulta em uma superfície suave que passa exatamente pelos pontos de entrada. Em geral, a função Spline - $S(x)$ deve preencher a condição de que $S(x)$ para os pontos medidos deve ser igual a $z(x)$ e ao mesmo tempo a seminorma de suavização - $I(S)$ deve ser o menor possível.

$$S(X_j) = z(X_j) \text{ e,} \quad (17)$$

$$I(S) = \min \quad (18)$$

Em que, $z(x_j)$ são os valores das variáveis nos pontos x_j amostrados; e $I(S)$ é uma função que mede a suavização de S chamada de seminorma de suavização. Um ponto x é definido pelos valores (x_1, x_2) , sendo x_1 a localização na coordenada x cartesiana e x_2 a coordenada y cartesiana. A seminorma de suavização $I(S)$ é calculada a partir da Eq.(19):

$$I^2(S) = \sum_{\alpha} B_{\alpha} \iint_{\Omega} \left[\frac{\partial^{|\alpha|}}{\partial x_1^{\alpha_1} \partial x_2^{\alpha_2}} S(X) \right]^2 dx_1 dx_2 \quad (19)$$

Em que, $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)$, sendo α_1 entre 0 ao grau de x_1 em $S(x)$, α_2 entre 0 ao grau de x_2 em $S(x)$, sendo $|\alpha| = \alpha_1 + \alpha_2$, e Ω é a região considerada do espaço bidimensional. B_{α} é uma constante não negativa definida pela Eq. (20):

$$B_{\alpha} = \begin{cases} 0, & \text{se } |\alpha| = 0 \\ \frac{|\alpha|!}{\alpha_1! \alpha_2!} \frac{1}{\varphi^{2|\alpha|} (|\alpha|-1)!}, & \text{se } |\alpha| > 0 \end{cases} \quad (20)$$

Em que, φ é o peso de termos particulares na soma (peso de tensão), quanto maior φ , maior a influência de derivadas de ordem superior sobre a função resultante. A solução geral de $S(x)$ é dada por:

$$S(X) = T(X) + \sum_{j=1}^n \lambda_j R(X, X_j) \quad (21)$$

Em que, $T(x)$ é uma função de 'tendência'; e $R(x, x_j)$ é uma função da base radial cuja forma explícita é:

$$R(X, X_j) = -[E_1(\rho) + \ln(\rho) + C_E] \quad (22)$$

$$\rho = \left(\frac{\varphi r(X, X_j)}{2} \right)^2 \quad (23)$$

Em que, E_1 é a função exponencial integral; C_E é a constante de Euler; e r é a distância entre p e p_j definida por:

$$r(X, X_j) = \sqrt{(X_1 - X_{j1})^2 + (X_2 - X_{j2})^2} \quad (24)$$

Logo, $T(x) = a_1$. As constantes a_1 e λ_j são determinadas se resolvendo o seguinte sistema de equações a seguir:

$$a_1 + \sum_{j=1}^N \lambda_j R(X_i, X_j) = Z_i, i = 1, \dots, N \quad (25)$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 0 \quad (26)$$

Em que, X_i e X_j são os pontos amostrados; e Z_i é o valor de Z no local de X_i .

4.8 – Análise multivariada de dados

A análise de componentes principais (ACP) foi utilizada como procedimento estatístico para verificar a estrutura de variância do vetor aleatório, composto pelas variáveis: **i)** população, **ii)** IDH, **iii)** índice de Gini (GINI), **iv)** densidade demográfica (DD, hab/km²), **v)** área da unidade territorial (AUT, km²) e **vi)** número de casos de dengue (NCD). A ACP já foi utilizada em estudos relacionados a transmissão de dengue (MONDINI E CHIARAVALLI NETO, 2007; CHAVES et al., 2018; MONTEIRO E ARAÚJO, 2020).

Antes de proceder com a técnica de ACP foi calculado o índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) que verifica a medida de correlação entre as variáveis independentes. O índice KMO varia de 0 a 1 e para que a ACP seja apropriada ao conjunto de dados, $KMO > 0,5$. O teste de esfericidade de Barlett que verifica se a matriz de correlação é uma matriz identidade (hipótese nula, H_0), o que indicaria que não há correlação entre os dados e que o modelo fatorial é inapropriado (SUMAYYAH et al., 2016; RAMAN et al., 2020). Após a análise dessas premissas, foi realizada a decomposição da matriz de correlação (r) para a extração dos autovalores e autovetores das componentes principais (CP).

4.9 – Índices de vegetação (NDVI e EVI)

Com base nos dados MODIS foram gerados os índices EVI e NDVI a partir do produto MOD13Q1 para os anos de 2000 e 2015, sendo estes produtos orbitais comparados com os casos notificados de dengue via mapeamento e dados tabulados em percentagem (%) e área (km²). O uso dos índices de vegetação irão contribuir nas análises em relação a degradação ambiental e os casos notificados de dengue no Estado de Alagoas. Maiores informações sobre as formulações matemáticas e procedimentos geoprocessamento encontram-se em Santiago et al. (2019) e Correia Filho et al (2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – Análise de Agrupamento aplicada aos Municípios de Alagoas

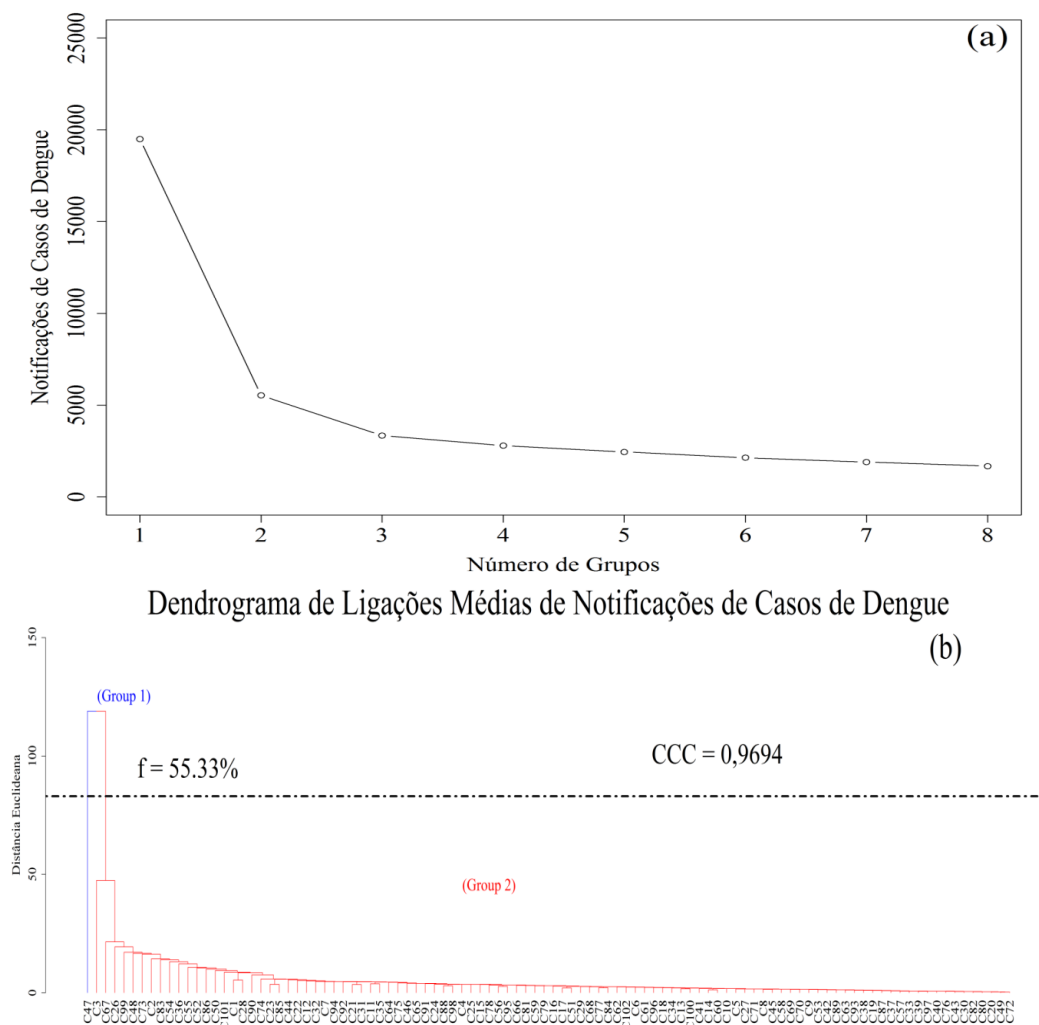
Com base na técnica de AA foram agrupados os municípios do Estado com maior similaridade em relação aos casos notificados de dengue no período de estudo. Vale destacar a formação do número de grupos (Figura 2a), que resultou em dois grupos homogêneos (G_1 e G_2) de casos notificados de dengue no Estado a partir do corte da linha fenon (55,33%). O dendograma obteve um CCC = 0,9694, sendo próximo de 1 e, portanto, houve maior homogeneidade dos dados, seguido da melhor qualidade do agrupamento e apresentação do dendograma (CARVALHO, 2018; GOIS et al., 2020). O grupo G_1 foi restrito apenas ao município de Maceió, e o grupo G_2 composto pelos demais 101 municípios alagoanos (Figura 2b).

O grupo G_1 se destacou dos demais municípios alagoanos em relação aos casos notificados de dengue, sendo formado apenas pela capital Maceió, com uma população atualmente estimada de 1.150.024 habitantes (IBGE, 2019) e uma densidade demográfica 1.854,10 hab.km² (IBGE, 2010). O município de Maceió possui maior adensamento populacional e urbano do Estado, seguido de maior uso e ocupação do solo em comparação aos demais municípios do Estado (SANTIAGO E GOMES, 2016; CORREIA FILHO et al., 2019; SANTOS et al., 2021a). Maceió, ainda se destacou dos demais municípios por ter alto registro de chuva, isso se deve a sua localização no Leste alagoano (Figura 1), onde as médias pluviométricas anuais variam entre 1.500 mm a 2.200 mm (MOLION e BERNARDO, 2002; BARROS et al., 2012a). Vale destacar que Maceió é próxima do ambiente costeiro e, ainda é influenciada pelas circulações das brisas marítima/terrestre e lagunar (Lagoa Mundaú) – (LYRA et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2018). Vale ressaltar que as circulações das brisas citadas anteriormente conseguem amenizar as altas temperaturas do ar e distribuir umidade para o interior do continente (BARROS et al., 2012b). O clima tropical da cidade de Maceió, também é favorável para a disseminação e a incidência dos casos de dengue (SILVA, et al., 2017).

O grupo G_2 é formado pelos demais 101 municípios do Estado de Alagoas, sendo maior em tamanho e com uma população estimada de 2.187.333 habitantes (IBGE, 2019). Ele foi formado devido os valores médios dos casos notificados de

dengue nesses municípios ser próximos, isto é, municípios com características similares. De acordo com Barros et al. (2012), do Agreste ao Sertão (Figura 1), as mesorregiões climáticas apresentam um clima seco e quente, com chuva média anual no Sertão entre 400 mm a 600 mm e no Agreste de 600 mm a 900 mm. Isso se dar devido ao gradiente horizontal pluviométrico que é influenciado pela topografia, com isso a circulação da brisa terrestre e os ventos alísios convergem próximo à costa, e são canalizados para o sudoeste devido à orografia. Os planaltos do sertão e zonas úmidas (Serra da Borborema) são quase paralelos ao litoral, fazendo com que seja uma barreira à circulação da brisa marítima e as nuvens cúmulus e, assim reduz a quantidade de umidade que atinge as regiões áridas (LYRA, et al, 2014; COSTA et al., 2020). Com a diminuição das chuvas e da umidade do ar, diminui assim as condições que favorecem o aumento do número de criadouros disponíveis e o desenvolvimento do vetor dengue (KESETYANINGSIH et al.,2018).

Figura 2 - Número de grupos formados (a) e dendrograma (b) baseado na distância Euclidiana padronizada e método hierárquico da ligação média de notificações de casos de dengue no Estado de Alagoas.



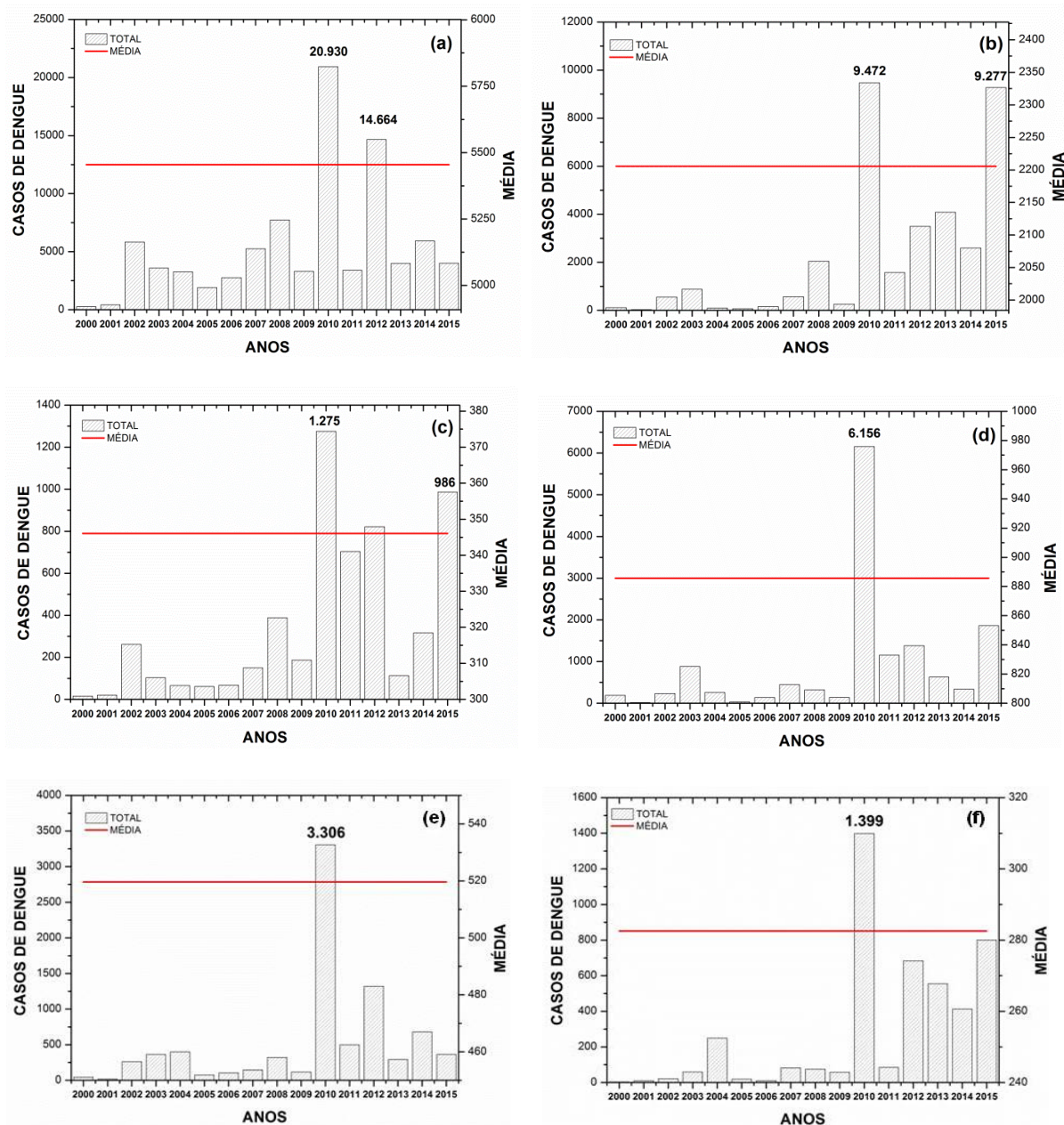
Fonte: Autor (2021).

A partir da análise multivariada, que mostrou a formação de dois grupos (G_1 e G_2) homogêneos de casos notificados de dengue no Estado, para as análises não serem apenas em relação a dois municípios, optou-se no estudo por analisar os 10 municípios (Tabela 1) que mais se destacaram na série temporal em relação à estatística descritiva.

5.2 Estatística Descritiva dos Dez Principais Municípios de Alagoas

A distribuição dos casos anuais de casos notificados de dengue versus a média (Figura 3) mostrou que Maceió (Figura 3a) obteve os maiores números de casos de dengue nos anos de 2010 (20.930 casos) e 2012 (14.664 casos), sendo superior à média, seguido de Arapiraca (Figura 3b), com os maiores números de casos de dengue nos anos de 2010 (9.472 casos) e 2015 (9.277 casos) e em Marechal Deodoro (Figura 3c) houve similaridade com Arapiraca entre os anos de ocorrências de maiores números de casos de dengue, 2010 (1.275 casos) e 2015 (986 casos). Vale destacar os municípios que obtiveram apenas um único ano superior a média, no caso Palmeira dos Índios (Figura 3d), em 2010 (6.156 casos), Rio Largo (Figura 3e), em 2010 (3.306 casos) e Santana do Ipanema (Figura 3f) em 2010 (1.399 casos).

Figura 3: Total e média dos casos de dengue nos municípios em destaque do Estado de Alagoas no período de 2000 a 2015 (Parte I).



Fonte: Autor (2021).

Todos os casos notificados de dengue nestes municípios tiveram aumento superior à média no ano de 2010. Vale ressaltar que neste ano foram registradas chuvas intensas no litoral do NEB, devido ao aumento da convergência de umidade e atuação de DOL's no mês de junho (CLIMANÁLISE, 2010). Com base nas imagens de satélite no NEB, mostrou a evolução de um complexo convectivo isolado que se iniciou no dia 17 de junho e permaneceu até o final da tarde do dia 18 de

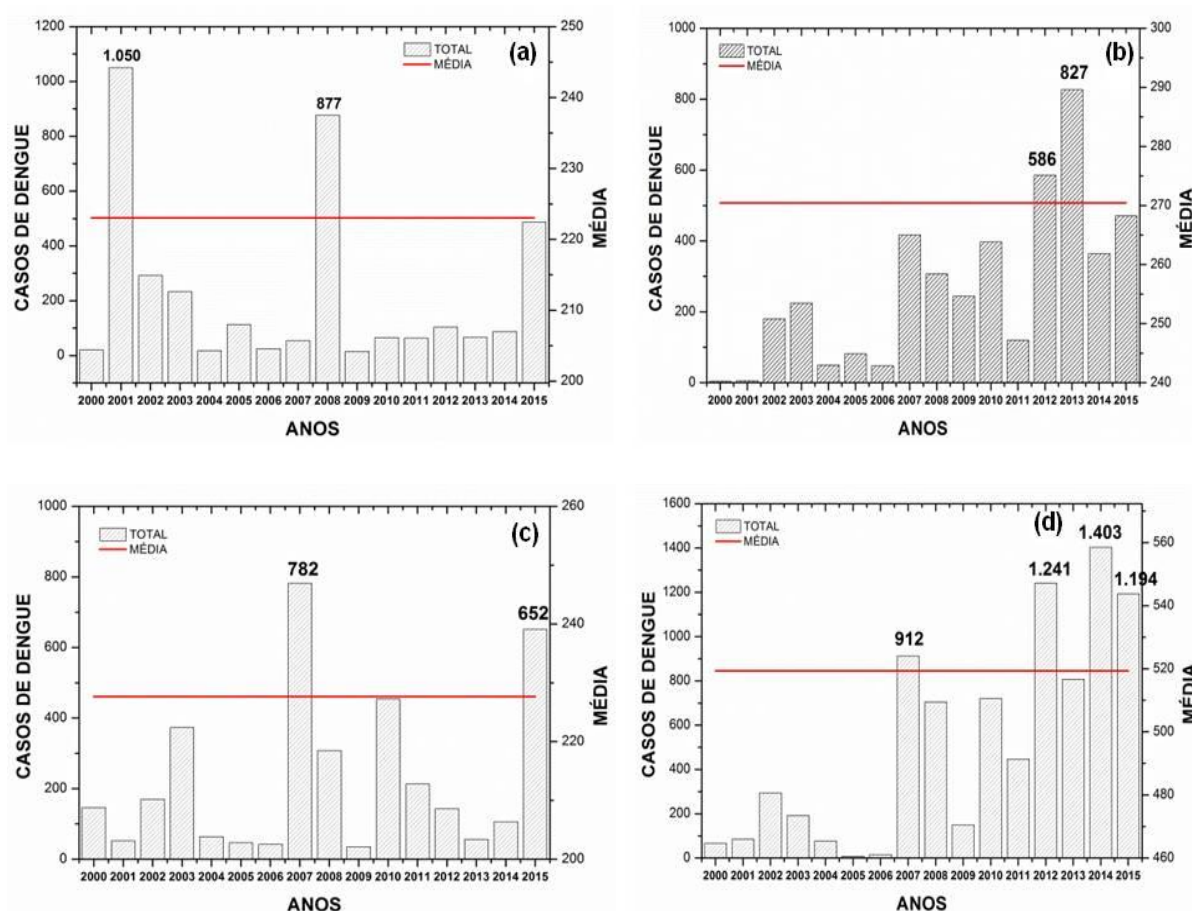
junho, sendo caracterizado pelo tempo de duração como um fenômeno de escala sinótica. Os movimentos ascendentes foram intensos, chuvas intensas nesse período na região (SODRÉ e SOUZA FILHO, 2013).

A duração das chuvas são condições favoráveis para o aumento do número de criadouros disponíveis, como tanques que armazenam água, seguido de recipientes jogados nas ruas ou quintais (frascos, tambores, pneus de carro, latas, garrafas e vasos de plantas) que acumulam a água das chuvas e, assim ajudam no desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti*, vetor do vírus responsável pelos quadros de dengue (SERRANO et al., 2015). As chuvas intensas ocorridas em 2010 provocou um desastre natural com graves impactos socioambientais. Vale ressaltar que a chuva ocorreu nas cabeceiras, dos rios Mundaú e Paraíba, localizados entre os estados de Pernambuco e Alagoas e, assim os seus níveis de vazão foram aumentados e ocasionou a elevação rápida de lâmina d'água, o extravasamento do seu leito e a inundação de vários municípios nos trechos em que os rios cruzavam. Em três dias de fortes chuvas em Alagoas, 26 municípios do Estado foram declarados em estado de calamidade pública (FREIRE et al., 2014). O tipo de relevo na Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú (BHRM) - (Ondulado) favoreceu maior inundação repentina, somado ao desmatamento da vegetação nativa e a erosão dos solos, provocada principalmente pelo manejo inadequado do solo e práticas rudimentares de agropecuária (SOUZA, 2011). Todos esses fatores explicam a ocorrência de enchentes e inundações repentinas na BHRM (SILVA, et al., 2018).

Esses municípios que passaram por inundações, a população passou a viver em condições precárias de saneamento básico, deficiência em limpeza urbana, moradias inadequadas, deficiências de infraestrutura, e grandes aglomerados populacionais e, assim condições favoráveis à transmissão da dengue via mosquito *Aedes aegypti* (COSTA e CALADO, 2016). Silva e Nóbrega (2012) encontraram resultados similares, onde explicam que após o período das fortes chuvas ocorridas no ano de 2010, a cidade de Palmares (PE) passou a vivenciar um cenário de caos na saúde pública. Este cenário possibilitou o surgimento de diversas doenças vetoriais, e em destaque a dengue, que teve um aumento devido a grande quantidade de criadouros que se formaram após as enchentes, com os prédios públicos abandonados, casas desocupadas e a falta de limpeza e cuidado com as casas que foram atingidas pela enchente, gerando um acúmulo de lixo (móveis e estruturas das casas, etc.) – (FREITAS e XIMENES, 2012).

Outros municípios foram exceções em relação aos demais (Figura 4), por exemplo, Delmiro Gouveia (Figura 4a), os maiores casos foram nos anos de 2001 (1.050 casos) e 2008 (877 casos), seguidos de União dos Palmares (Figura 4b), onde os maiores casos foram em 2012 (586 casos) e 2013 (827 casos). Teotônio Vilela (Figura 4c), os maiores casos foram nos anos de 2007 (782 casos) e 2015 (652 casos), a exceção foi o município de Penedo (Figura 4d), com diversos anos superiores a média anual no Estado, por exemplo, os anos de 2007 (912), 2012 (1.241), 2014 (1.403) e 2015 (1.194). O município de Penedo localiza-se as margens do Rio São Francisco que se encontra em situação crítica no que se refere ao estado da cobertura vegetal de suas margens, onde 96% de suas matas ciliares foram parcialmente ou totalmente retiradas e, assim o Rio São Francisco está assoreado, com isso ocorrência de enchentes devido à falta de proteção das suas margens (VILA NOVA et al., 2015). Os principais uso e ocupação da terra que afetam diretamente o Rio São Francisco são: atividade portuária, aquicultura, extração vegetal, pesca, turismo e recreação, e a urbanização (BARRETO, 2015; SANTOS et al., 2020).

Figura 4: Total e média dos casos de dengue nos municípios em destaque do Estado de Alagoas no período de 2000 a 2015 (Parte II).



Fonte: Autor (2021).

Na Tabela 5 encontram-se os resultados obtidos da estatística descritiva dos casos notificados de dengue nos 10 municípios no período de 2000-2015. Os municípios com maiores números de casos foram Maceió (87.278 casos) e média (5454,9 casos), seguida por Arapiraca (35.291 casos) com média (2205,7 casos) e Palmeira dos Índios (14.172 casos) e média (885,8 casos), são municípios com a maior população do Estado (IBGE, 2010). Os municípios com menores números de casos foram Teotônio Vilela (3.643 casos) com média (227,7 casos), seguido por Delmiro Gouveia (3.569 casos) e média (223,1 casos). No ano de 2010 (**), o número máximo de casos ocorreu nos municípios de Maceió (20.930 casos), Rio Largo (3.306 casos), Marechal Deodoro (1.275 casos), Arapiraca (9.472 casos), Palmeira dos Índios (6.156 casos) e Santana do Ipanema (1.399 casos). O número mínimo de casos ocorreu nos municípios de Penedo (8 casos), União dos Palmares (4 casos) e Santana do Ipanema (3 casos).

Tabela 5 - Resumo da Estatística Descritiva dos casos de dengue nos 10 municípios de Alagoas no período de 2000-2015, respectivamente.

Municípios	TOTAL (casos)	MÉDIA (casos)	DP (casos)	CV (%)	MAX (casos)	MIN (casos)	PER.(%) (casos)
Maceió	87.278	5454,9	5.310,9	102,71	20.930**	271	49,87
Penedo	8310	519,4	481,5	107,87	1403	8	4,75
Rio Largo	8314	519,6	808,4	64,28	3306**	16	4,75
Marechal Deodoro	5537	346,0	338,7	89,04	1275**	16	3,16
Teotônio Vilela	3643	227,7	229,5	99,23	782	35	2,08
Arapiraca	35.291	2205,7	3074,8	71,73	9472**	31	20,17
Palmeira dos Índios	14.172	885,8	1501,6	58,99	6156**	18	8,10
União dos Palmares	4372	270,4	231,7	116,7	827	4	2,50
Delmiro Gouveia	3569	223,1	316,3	70,52	1050	15	2,04
Santana do Ipanema	4521	282,6	396,3	71,29	1399**	3	2,58

Legenda: ** ano 2010. Fonte: Autor (2021).

5.3 Estatística Exploratória dos Dez Principais Municípios de Alagoas

No boxplot (Figura 5) os municípios que se destacaram foram Maceió e Arapiraca por serem os mais populosos e com mudanças drásticas no uso e ocupação do solo, Maceió (1.150.024 habitantes) e Arapiraca (231.747 habitantes) – (IBGE, 2010). Em Maceió (Figura 5a), os valores obtidos de casos de dengue mostraram que a mediana concentrou a metade dos dados, sendo próxima do 1º quartil, para os seguintes meses: janeiro, abril, julho, agosto, setembro, novembro e dezembro, sendo os meses de janeiro, novembro e dezembro os meses mais secos, os meses mais chuvosos são abril e julho, agosto e setembro são os meses de transição (MARIANO E MOURA, 2009; LYRA et al., 2014).

Claramente, os dados de casos de dengue foram assimétricos positivos na série temporal. Já os meses de fevereiro, maio e junho a mediana esteve próxima do 3º quartil, sendo fevereiro o mês mais seco, e maio e junho os meses mais chuvosos, isso mostrou que os dados nestes meses foram assimétricos negativos.

No 3º quartil, foram concentrados 75% dos dados, os meses que se distanciaram da mediana foram maio e junho, que são os meses mais chuvosos. No quartil 1º, concentrou 25% dos dados, os meses que se distanciaram da mediana foram abril, agosto e setembro, sendo abril o mês mais chuvoso, agosto e setembro os meses de transição. Todos os meses da série temporal apresentaram *outliers*. Os outliers podem ser um resultado falso ou um erro no momento das informações geradas (WALFISH, 2006).

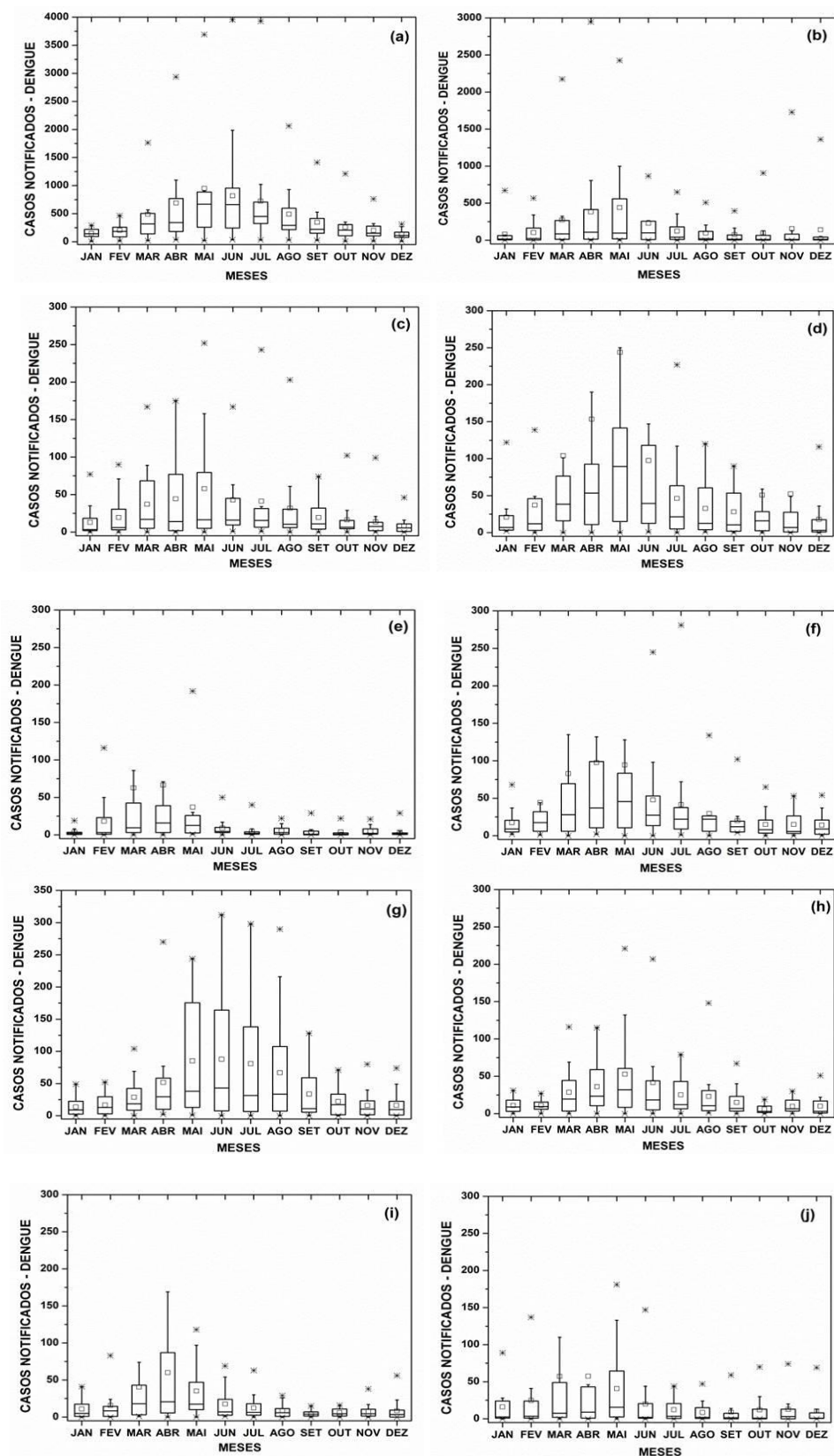
Em Arapiraca (Figura 5b), todos os meses apresentaram valores próximos do 1º quartil (assimétrico positivo) e apresentaram *outliers*, exceto o mês de dezembro que apresentou valor próximo à mediana, sendo que dezembro é o mês mais seco. Os meses que mais se distanciaram da mediana foram fevereiro, abril, maio e julho, onde fevereiro é o mês mais seco, abril é o mês de transição, maio e julho são os meses mais chuvosos (XAVIER E DORNELLAS, 2005). Em Marechal Deodoro (Figura 5c), os meses com os valores próximos do 1º quartil foram março, abril e maio, sendo os dados assimétricos positivos, já o restante dos meses foram próximos à mediana e com *outliers* em todos os meses.

Em Palmeira dos Índios (Figura 5d), os meses de março, junho, julho, agosto e setembro, apresentaram valores próximos do 1º quartil (assimétrico positivo), onde março, agosto e setembro são os meses em transição, junho e julho são os meses mais chuvosos (CAVALCANTE et al., 2019). Teve destaque para os meses de maio e junho com valor próximo do 3º quartil (assimétrico negativo), sendo os meses mais chuvosos. Os demais meses apresentaram valores próximos à mediana. Os meses que apresentaram *outliers* foram janeiro, fevereiro, julho, agosto, setembro e dezembro. Em Delmiro Gouveia (Figura 5e) todos os meses apresentaram valores próximos à mediana. Todos os meses da série temporal apresentaram *outliers*, exceto os meses de março e abril. Em Rio Largo (Figura 5f), março e abril foram os meses que tiveram valores próximos do 1º quartil (assimétricos positivos), sendo março o mês em transição e abril o mês mais chuvoso. O restante dos meses tiveram valores próximos à mediana, os meses mais chuvosos ocorrem em abril, maio, junho, julho e agosto. Os meses secos foram outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, os meses de transição são setembro e março (CARVALHO et al., 2013). Os meses que apresentaram *outliers* foram fevereiro, março, abril e maio.

Em Penedo (Figura 5g), os meses com valores próximos do 1º quartil foram maio, junho, julho, agosto e setembro, sendo os dados assimétricos positivos, os meses que se distanciaram da mediana foram maio, junho e julho. O restante dos meses ficou próximo à mediana, sendo que os meses mais chuvosos são abril, maio, junho e julho, os meses mais secos são outubro, novembro, dezembro e janeiro, os meses de transição são agosto, setembro, fevereiro e março (SANTOS E SANTANA, 2013). Todos os meses da série temporal apresentaram *outliers*. Em União dos Palmares (Figura 5h), o mês de abril apresentou valor próximo do 1º quartil (assimétrico positivo) e o restante dos meses foram próximos da mediana. Todos os meses da série temporal apresentaram *outliers*. Em Teotônio Vilela (Figura 5i) somente o mês de abril teve valor próximo do 1º quartil (assimétrico positivo) e o restante dos meses com valores próximos à mediana. Todos os meses da série temporal apresentaram *outliers*, exceto os meses de março e abril.

Em Santana do Ipanema (Figura 5j), os meses de março e maio apresentaram valores próximos do 1º quartil, sendo assimétrico positivo, e o restante dos meses foram próximos à mediana. Todos os meses apresentaram *outliers*, exceto os meses de março e abril. Os meses mais chuvosos são maio, junho e julho. Os meses menos chuvosos são setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro. Os meses de transição são março, abril e agosto (ROCHA, 2008).

Figura 5 - Boxplot mensal das notificações de casos de dengue nos municípios em destaque do Estado de Alagoas no período de 2000 a 2015.



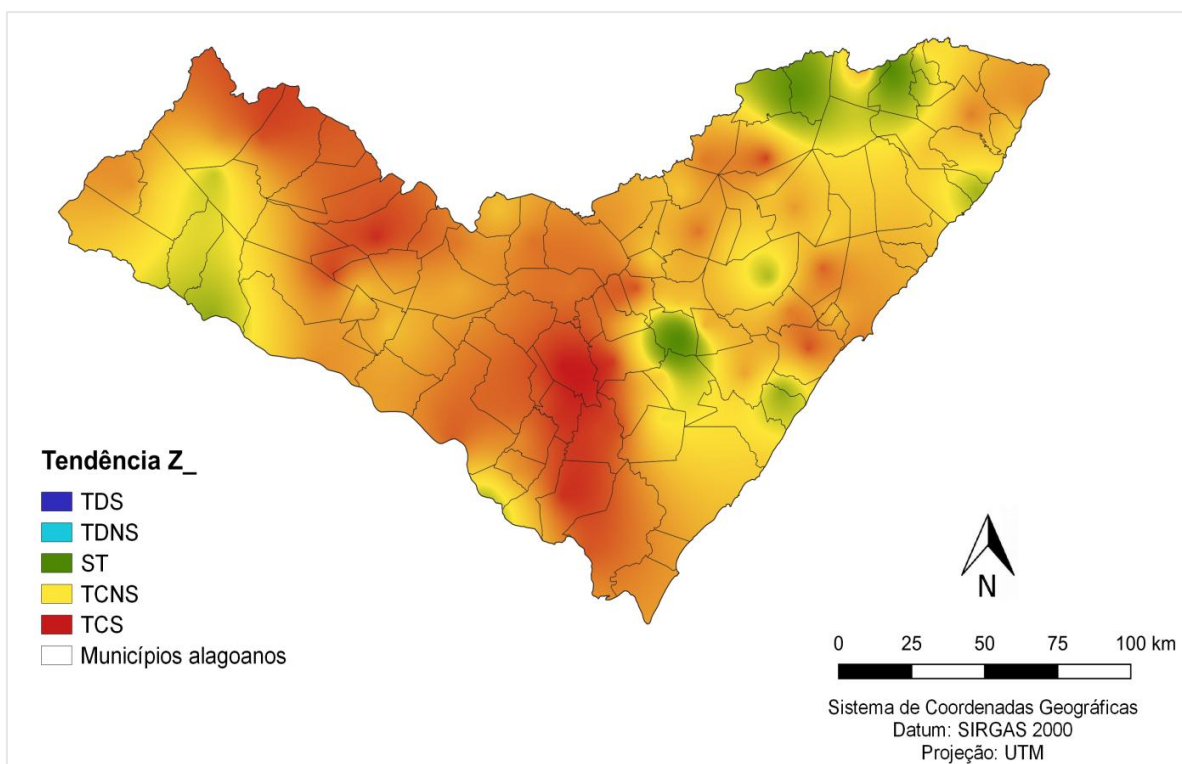
Fonte: Autor (2021).

5.4 Testes Estatísticos aplicados aos Municípios de Alagoas

- **Teste de Mann-Kendall**

Com base no teste MK foi espacializado a tendência (Z) dos casos notificados de dengue no Estado de Alagoas (Figura 6). A maioria dos municípios foi categorizada como TCS (Tendência Crescente Significativa) e TCNS (Tendência Crescente Não Significativa), as exceções foram os municípios ST (Sem Tendência), no caso, Piranhas – Sertão. Anadia, Ibateguara, Novo Lino, Jundiá, São Miguel dos Milagres e Roteiro - Leste. Nenhum dos municípios foram categorizados como TDS (Tendência Decrescente Significativa) e TDNS (Tendência Decrescente Não Significativa). Todos os municípios com valores de Z estão listados na Tabela 6.

Figura 6 - Espacialização da tendência (Z) de casos de dengue no Estado de Alagoas no período de 2000 a 2015.



Fonte: Autor (2021).

Tabela 6 - Resumo das tendências Z_{MK} nos municípios de Alagoas no período de 2000-2015.

MUNICÍPIOS	MESORREGIÃO CLIMÁTICA	TENDÊNCIA COM VALORES DE $Z = 0$	TENDÊNCIA CRESCENTE NÃO SIGNIFICATIVA COM VALORES DE $Z < +1,96$	TENDÊNCIA CRESCENTE SIGNIFICATIVA COM VALORES DE $Z > +1,96$
ANADIA	Leste	0,06	-	-
IBATEGUARA	Leste	0,17	-	-
NOVO LINO	Leste	0,10	-	-
PORTO REAL DO COLÉGIO	Leste	-	1,45	-
FELIZ DESERTO	Leste	-	-1,54	-
CORURIBE	Leste	-	-1,34	-
TEOTÔNIO VILELA	Leste	-	1,85	-
ROTEIRO	Leste	0,78	-	-
BARRA DE SÃO MIGUEL	Leste	-	-0,89	-
ATALAIA	Leste	-	1,09	-
PINDOBA	Leste	-	-1,14	-
CAPELA	Leste	-	-2,45	-
SÃO JOSÉ DA LAJE	Leste	-	1,36	-
FLEXEIRAS	Leste	-	-0,52	-
JUNDIÁ	Leste	0,78	-	-
SÃO MIGUEL DOS MILAGRES	Leste	0,96	-	-
IGREJA NOVA	Leste	-	-	9,89
PENEDO	Leste	-	-	8,10
PIAÇABUÇU	Leste	-	-	5,93
JUNQUEIRO	Leste	-	-	8,45
BOCA DA MATA	Leste	-	-	4,17
SÃO MIGUEL DOS CAMPOS	Leste	-	-	4,93
JEQUIÁ DA PRAIA	Leste	-	-	2,86
CAMPO ALEGRE	Leste	-	-	2,82
MARECHAL DEODORO	Leste	-	-	8,55
PILAR	Leste	-	-	6,39
COQUEIRO SECO	Leste	-	-	4,58
SANTA LUZIA DO NORTE	Leste	-	-	3,79
SATUBA	Leste	-	-	5,50
MACEIÓ	Leste	-	-	6,31
RIO LARGO	Leste	-	-	7,71
VIÇOSA	Leste	-	-	6,94
CAJUEIRO	Leste	-	-	3,15
CHÁ PRETA	Leste	-	-	3,41
SANTANA DO MUNDAÚ	Leste	-	-	6,11
UNIÃO DOS PALMARES	Leste	-	-	9,34
JOAQUIM GOMES	Leste	-	-	2,02
BRANQUINHA	Leste	-	-	3,30
MURICI	Leste	-	-	5,29
MESSIAS	Leste	-	-	2,91
SÃO LUIZ DO QUITUNDE	Leste	-	-	3,55
MATRIZ DO CAMARAGIBE	Leste	-	-	3,55
PARIPUEIRA	Leste	-	-	3,99
BARRA DE SANTO ANTONIO	Leste	-	-	3,74
PASSO DO CAMARAGIBE	Leste	-	-	2,24
PORTO DE PEDRAS	Leste	-	-	3,10
JAPARATINGA	Leste	-	-	2,91
PORTO CALVO	Leste	-	-	6,46
CAMPESTRE	Leste	-	-	2,64
MARAGOGI	Leste	-	-	5,81
JACUIPE	Leste	-	-	2,32
COLÔNIA DE LEOPOLDINA	Leste	-	-	5,56
INHAPI	Sertão	-	1,35	-
OLHO D'ÁGUA DO CASADO	Sertão	-	1,46	-

CONTINUAÇÃO.

PIRANHAS	Sertão	0,82	-	-
SÃO JOSÉ DA TAPERA	Sertão	-	-1,21	-
BATALHA	Sertão	-	-1,76	-
BELO MONTE	Sertão	-	-1,28	-
MATA GRANDE	Sertão	-	-	5,59
CANAPI	Sertão	-	-	8,56
OURO BRANCO	Sertão	-	-	7,53
MARAVILHA	Sertão	-	-	7,81
POÇO DAS TRINCHEIRAS	Sertão	-	-	8,20
SANTANA DO IPANEMA	Sertão	-	-	10,16
DOIS RIACHOS	Sertão	-	-	7,86
CARNEIROS	Sertão	-	-	9,15
OLIVENÇA	Sertão	-	-	4,69
OLHO D'ÁGUA DAS FLORES	Sertão	-	-	3,37
MAJOR ISIDORO	Sertão	-	-	4,50
JARAMATAIA	Sertão	-	-	2,91
PÃO DE AÇÚCAR	Sertão	-	-	5,77
PALESTINA	Sertão	-	-	5,33
JACARÉ DOS HOMENS	Sertão	-	-	3,53
MONTEIRÓPOLIS	Sertão	-	-	5,02
SENADOR RUI PALMEIRA	Sertão	-	-	6,99
ÁGUA BRANCA	Sertão	-	-	2,93
PARICONHA	Sertão	-	-	5,61
DELMIRO GOUVEIA	Sertão	-	-	2,93
SÃO BRÁS	Agreste	-	1,11	-
CACIMBINHAS	Agreste	-	-	6,80
MINADOR DO NEGRÃO	Agreste	-	-	3,60
ESTRELA DE ALAGOAS	Agreste	-	-	6,94
PALMEIRA DOS ÍNDIOS	Agreste	-	-	6,88
QUEBRANGULO	Agreste	-	-	5,20
PAULO JACINTO	Agreste	-	-	4,20
MAR VERMELHO	Agreste	-	-	3,03
MARIBONDO	Agreste	-	-	3,30
TANQUE D'ARCA	Agreste	-	-	8,41
BELÉM	Agreste	-	-	7,49
TAQUARANA	Agreste	-	-	5,19
COITÉ DO NÓIA	Agreste	-	-	7,85
IGACI	Agreste	-	-	6,84
CRAÍBAS	Agreste	-	-	7,26
ARAPIRACA	Agreste	-	-	10,92
LAGOA DA CANOA	Agreste	-	-	8,19
GIRAU DO PONCIANO	Agreste	-	-	7,58
TRAIPU	Agreste	-	-	7,88
FEIRA GRANDE	Agreste	-	-	9,74
CAMPO GRANDE	Agreste	-	-	6,06
OLHO D'ÁGUA GRANDE	Agreste	-	-	5,14
SÃO SEBASTIÃO	Agreste	-	-	9,01
LIMOEIRO DE ANADIA	Agreste	-	-	9,40
MARIBONDO	Agreste	-	-	3,30

Fonte: Autor (2021).

- **Teste de Pettitt**

O teste de Pettitt identificou na série temporal os anos com ciclos bianuais (2006/2007 e 2009/2010) - (Tabela 7). Os anos de 2006 (El Niño fraco) e 2007 (La Niña moderada) – (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2012). De janeiro a abril de 2006, houve diminuição da chuva devido à atuação dos VCAN, posicionado sobre o Leste do Nordeste (ENEB) e oceano Atlântico e, assim diminuiu significativamente a

nebulosidade. De junho a julho houve chuvas acima da média na faixa Leste, associada à formação de DOL e o efeito da circulação da brisa. Em 2007, novamente houve escassez de chuva, devido aos VCAN's, a partir de abril e em agosto, onde as chuvas foram acima da média, novamente devido aos DOL's associado à atuação de cavados em níveis médios. Os anos de 2009 (El Niño moderado) e 2010 (La Niña moderada) - (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2012).

Em janeiro e março de 2009, a posição do VCAN, inibiu a ocorrência de chuva na maior parte desses meses na região Nordeste, já em fevereiro, os VCAN's contribuíram para ocorrência de chuvas acima da média e, principalmente de maio a setembro houve chuva acima da média no Leste Alagoano devido a atuação da ZCIT e dos DOL's. No ano de 2010, a chuva foi acima da média no ENEB, de janeiro a abril a posição dos VCAN contribuiu para a ocorrência das chuvas, de junho a agosto quem contribuiu para o aumento das chuvas foi à convergência de umidade e formação de DOL, de setembro a outubro a atuação mais intensa do sistema de ASAS contribuiu para as chuvas, enquanto que as chuvas do mês de dezembro se deve aos VCAN's e Cavados em Altos Níveis. E, portanto tanto os ciclos bianuais como os meses de janeiro, fevereiro, abril e dezembro houve mudanças bruscas na série temporal de casos notificados de dengue no estado de Alagoas em função da atuação e variabilidade dos sistemas sinóticos (VCAN, DOL, Cavados em Médios e Altos Níveis e ASAS), presente no Estado (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2012; LYRA et al., 2014; COSTA et al., 2020).

Tabela 7 - Resultados do teste de Pettitt aplicados na série temporal em relação aos anos e meses com as mudanças bruscas.

Anos	Meses
2006	Janeiro
2007	Fevereiro
2009	Abril
2010	Dezembro

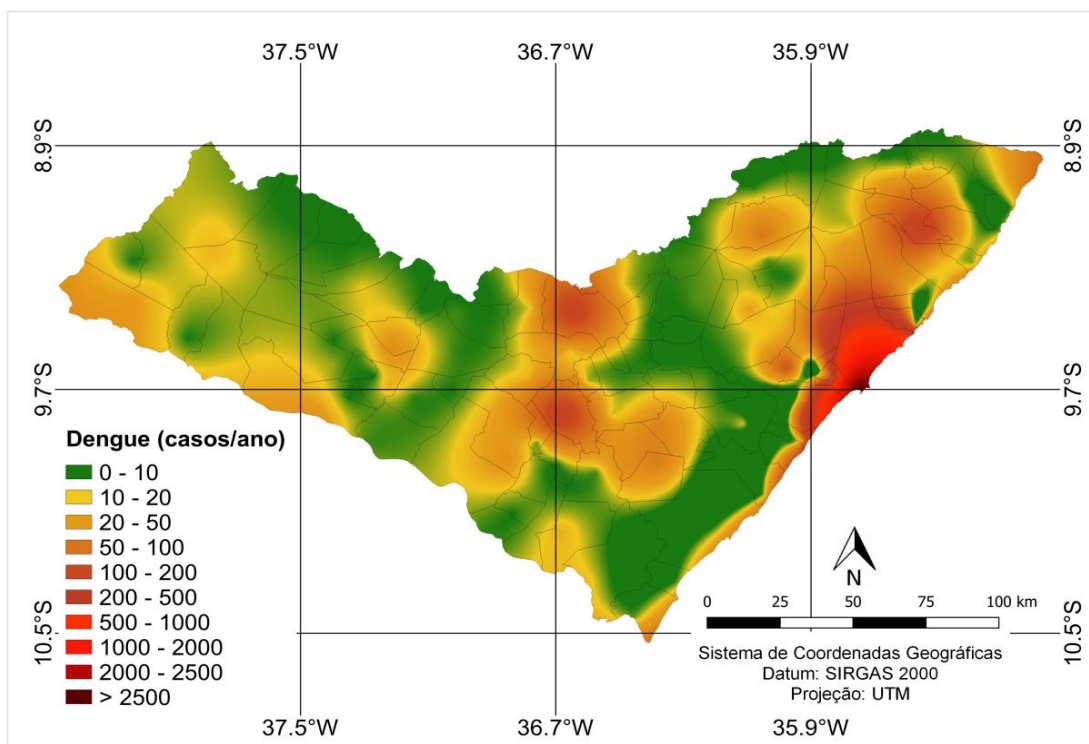
Fonte: Autor (2021).

5.5 Mapeamento dos Casos Notificados de Dengue em Alagoas

No mapeamento dos casos notificados de dengue em Alagoas em 2006 (Figura 7), destaque para o Sertão Alagoano com 187 casos, sendo Delmiro Gouveia, Pão de Açúcar e Olivença que se destacaram, na categoria de 20-50 casos. No Agreste ocorreram 426 casos, sendo os municípios de Palmeira dos Índios e Arapiraca que se destacaram, na categoria de 100-200 casos. Vale destacar tais municípios são mais populosos no Agreste Alagoano (IBGE, 2020). No Leste Alagoano ocorreram 4.076 casos, sendo superiores as mesorregiões do Sertão e Agreste. Em aspecto territorial, o Leste é a maior região, onde reside a maioria da população do Estado (SOUZA, et. al, 2020). Os municípios que se destacaram foram: Coqueiro Seco, Santa Luzia do Norte, Satuba, Rio Largo e Matriz do Camaragibe, na categoria de 100-200 casos e, principalmente Maceió com o maior número de casos (>2.500) no Estado.

De acordo com Siqueira et al. (2010) nesse ano, as chuvas foram acima da média no Leste de Alagoas, destaque para o mês de maio, somente na região litorânea os totais acumulados foram entre 300 e 350 mm/mês. Esse evento esteve relacionado com as Perturbações Ondulatórias dos Alísios (POA's) de NE associadas aos eventos e posicionamento da ZCIT, que por sua vez contribui para o aumento na convergência do fluxo de umidade na região e, assim aumenta os totais pluviométricos (MOLION e BERNARDO, 2002; LYRA et al., 2014; COSTA et al., 2020). Tais condições são favoráveis para o desenvolvimento do *Aedes aegypti*, vetor de arbovírus, dentre eles o causador da dengue (BONFIM e JANUÁRIO, 2018).

Figura 7 - Mapeamento dos casos notificados de dengue em 2006 no Estado de Alagoas.

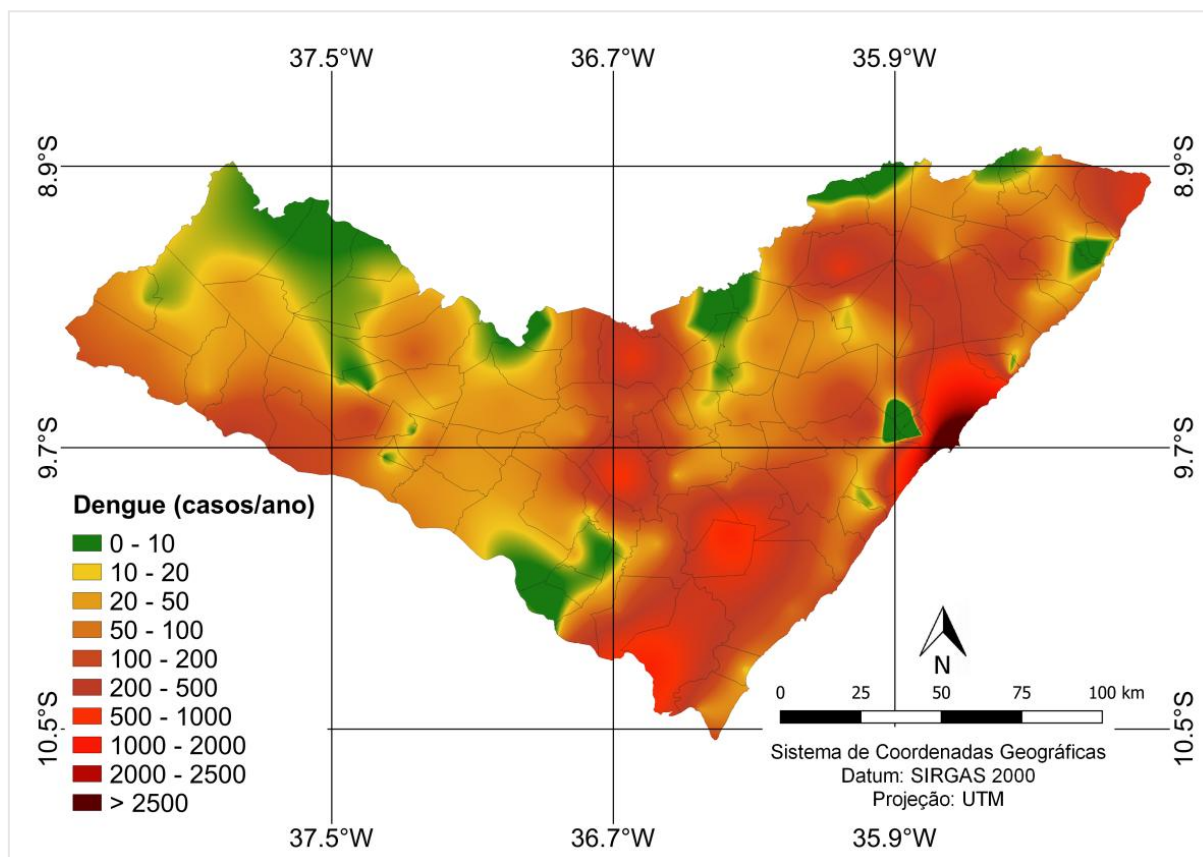


Fonte: Autor (2021).

No mapeamento dos casos notificados de dengue em Alagoas em 2007 (Figura 8), destaque para o Sertão com 932 casos, com isso houve um aumento no número de casos se comparado com 2006. Os municípios que se destacaram foram São José da Tapera, na categoria 100-200 casos, e Piranhas, na categoria de 200-500 casos. No Agreste ocorreram 1.723 casos, novamente houve aumento no número de casos em relação a 2006. Os municípios que se destacaram foram: Palmeira dos Índios - na categoria 200-500 casos e Arapiraca - na categoria de 500-1000 casos.

No Leste Alagoano ocorreram 10.380 casos, com um aumento no número de casos se comparado com as mesorregiões do Sertão e Agreste e, principalmente em relação ao ano de 2006. Os municípios que se destacaram foram: Penedo e Teotônio Vilela, na categoria 500-1000 casos e Maceió com o maior número de casos (>2.500) no Estado, o município também apresentou o maior número de casos no ano de 2006. Houve chuva acima da média no mês de maio no ENEB devido a propagação de DOL, associada à atuação de cavados em médios e altos níveis da atmosfera (CLIMANÁLISE, 2007).

Figura 8 - Mapeamento dos casos notificados de dengue em 2007 no Estado de Alagoas.



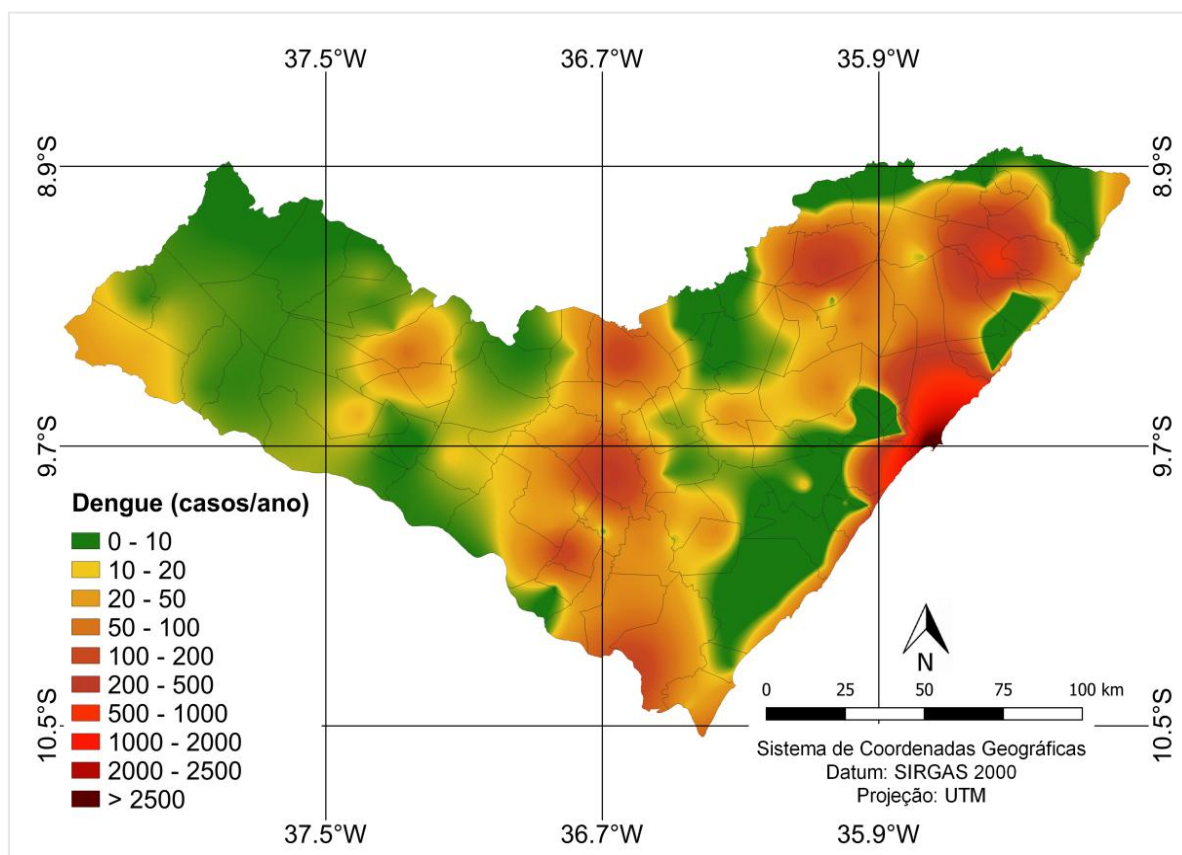
Fonte: Autor (2021).

No mapeamento dos casos notificados de dengue em Alagoas em 2009 (Figura 9), destaque para o Sertão, com 180 casos e, assim houve uma diminuição no número de casos se comparado com ciclo bianual 2006/2007. O município que se destacou foi Santana do Ipanema, na categoria de 20-50 casos. No Agreste, ocorreram 755 casos, com um aumento no número de casos se comparado com o Sertão e uma diminuição se comparado com 2007. Os municípios que se destacaram foram Palmeira dos Índios e Campo Grande, na categoria 100-200 casos, e Arapiraca, na categoria 200-500 casos, tendo uma redução no número de casos se comparado a 2007.

No Leste Alagoano ocorreram 5.080 casos, com isso, houve um aumento no número de casos se comparado como Sertão e Agreste e uma diminuição se comparado com 2007. Os municípios que se destacaram foram União dos Palmares - na categoria de 200-500 casos, Matriz do Camaragibe - na categoria 500-1000 casos e Maceió, com o maior número de casos (>2.500) do Estado.

No mês de maio, choveu acima da média no leste de Alagoas, devido a ZCIT e os DOL que foram os principais mecanismos responsáveis pela ocorrência de chuvas no decorrer deste mês, só em Maceió os totais mensais de precipitação excederam 400 mm (CLIMANÁLISE, 2009), ambiente propício para o surgimento de criadouros de dengue (BARBOSA e SILVA, 2015).

Figura 9 - Mapeamento dos casos notificados de dengue em 2009 no Estado de Alagoas.

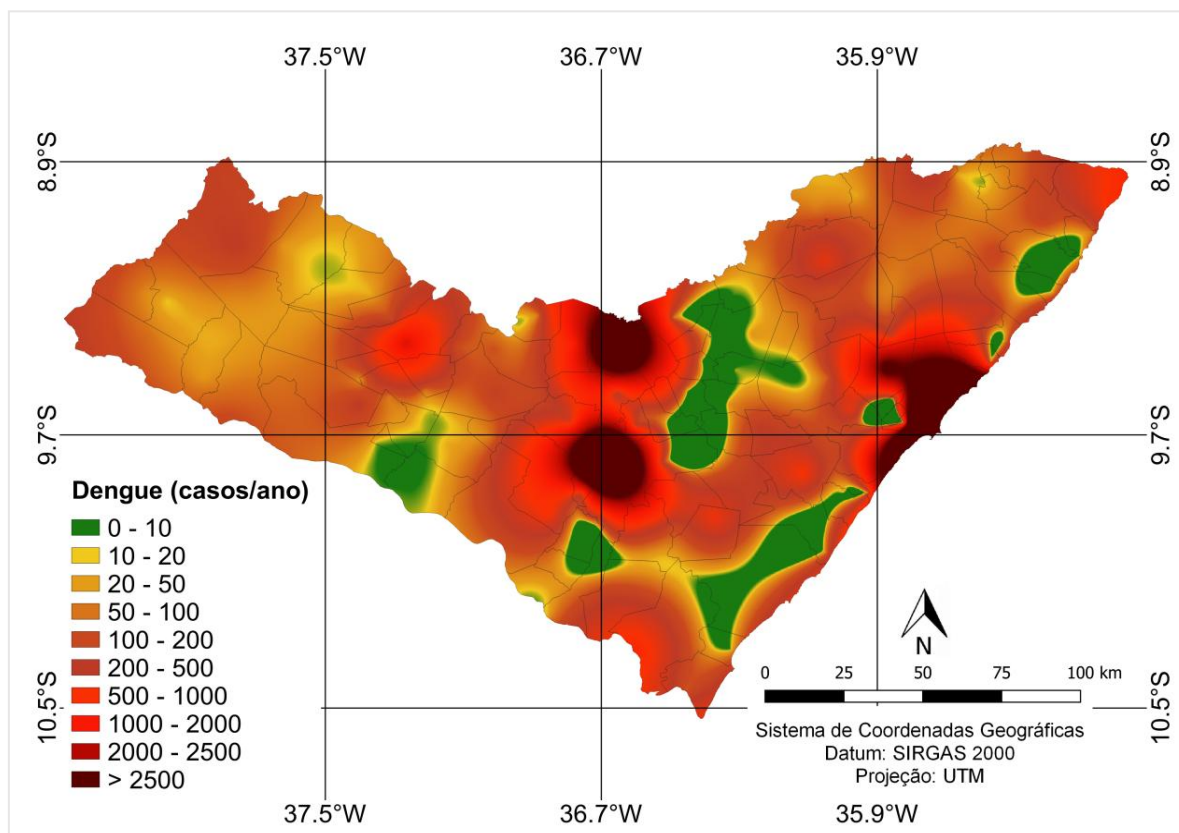


Fonte: Autor (2021).

No mapeamento dos casos notificados de dengue em Alagoas em 2010 (Figura 10), destaque para o Sertão, com 2.931 casos, com um aumento no número de casos notificados de dengue se comparado com os anos de 2006, 2007 e 2009. O município que se destacou foi Santana do Ipanema, com o maior número de casos, na categoria 1000-2000 casos. No Agreste ocorreram 19.570 casos, houve um aumento no número de casos se comparado com o Sertão e com os anos de 2006, 2007 e 2009. Os municípios que se destacaram foram Palmeira dos Índios e Arapiraca, com os maiores número de casos (>2.500) e, ainda um aumento considerável no número de casos se comparado com os anos de 2006, 2007 e 2009.

No Leste Alagoano ocorreram 32.094 casos, teve um aumento no número de casos se comparado com o Sertão e Agreste, e principalmente com os anos de 2006, 2007 e 2009. Os municípios que se destacaram foram Marechal Deodoro - na categoria de 1000-2000 casos. Rio Largo e Maceió, com os maiores números de casos do Estado (>2.500). Os meses de junho e agosto tiveram chuvas acima da média no leste de Alagoas, devido o aumento da convergência de umidade, em conjunto com a formação de distúrbios no escoamento de leste. Na capital alagoana, a climatologia para agosto foi igual a 155,2 mm e o total mensal neste ano foi superior a 160 mm (CLIMANÁLISE, 2010).

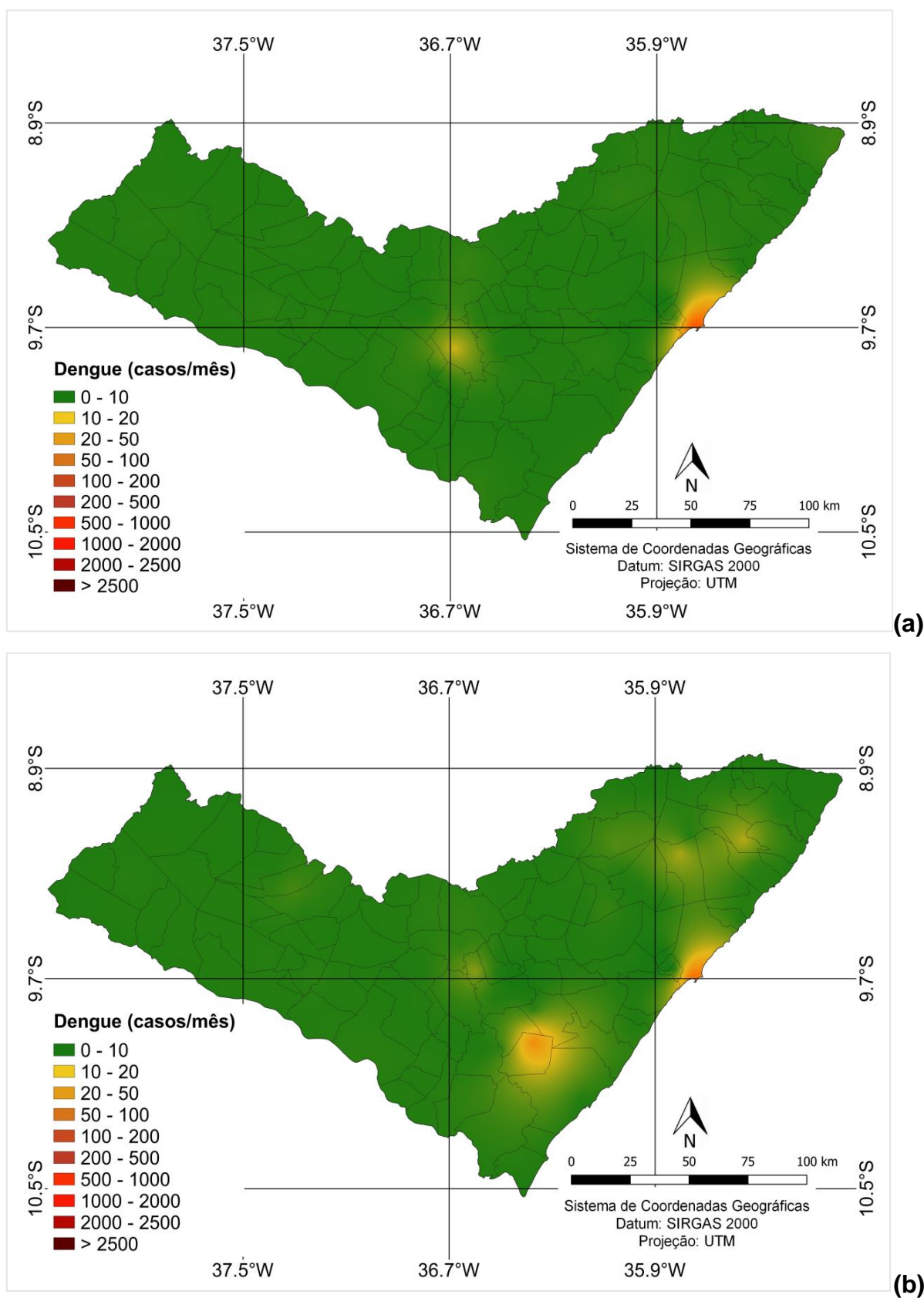
Figura 10 - Mapeamento dos casos notificados de dengue em 2010 no Estado de Alagoas.



Fonte: Autor (2021).

No mapeamento dos casos notificados de dengue em janeiro em todo o período em estudo (Figura 11a), houve a ocorrência em todos os municípios de Alagoas na categoria 0-10 casos, as exceções foram o município de Arapiraca (80 casos) – Agreste e os municípios de Marechal Deodoro (13 casos) e Maceió (150 casos) – Leste Alagoano. Já no mês de fevereiro (Figura 11b), novamente todos os municípios de Alagoas ocorreu na categoria 0-10 casos, as exceções foram os municípios de Teotônio Vilela (16 casos), Marechal Deodoro (19 casos) e Maceió (203 casos) – Leste Alagoano.

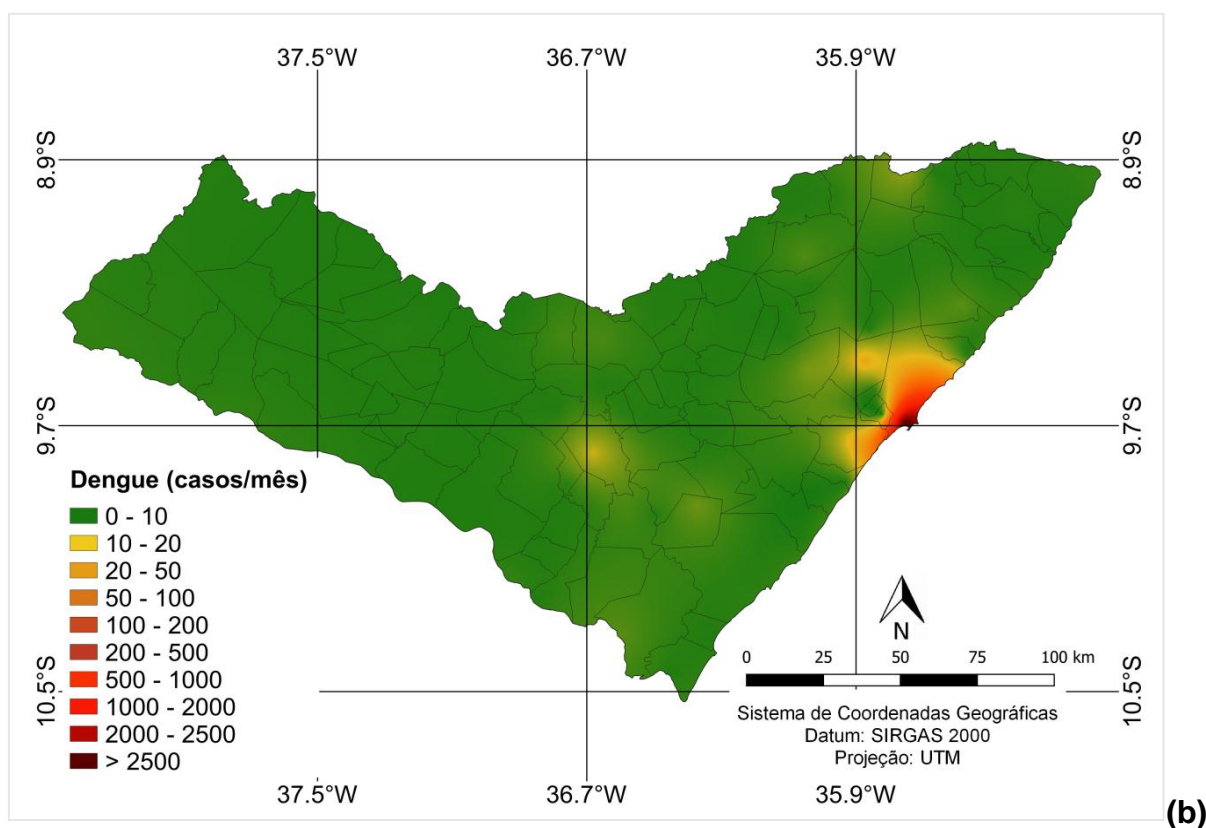
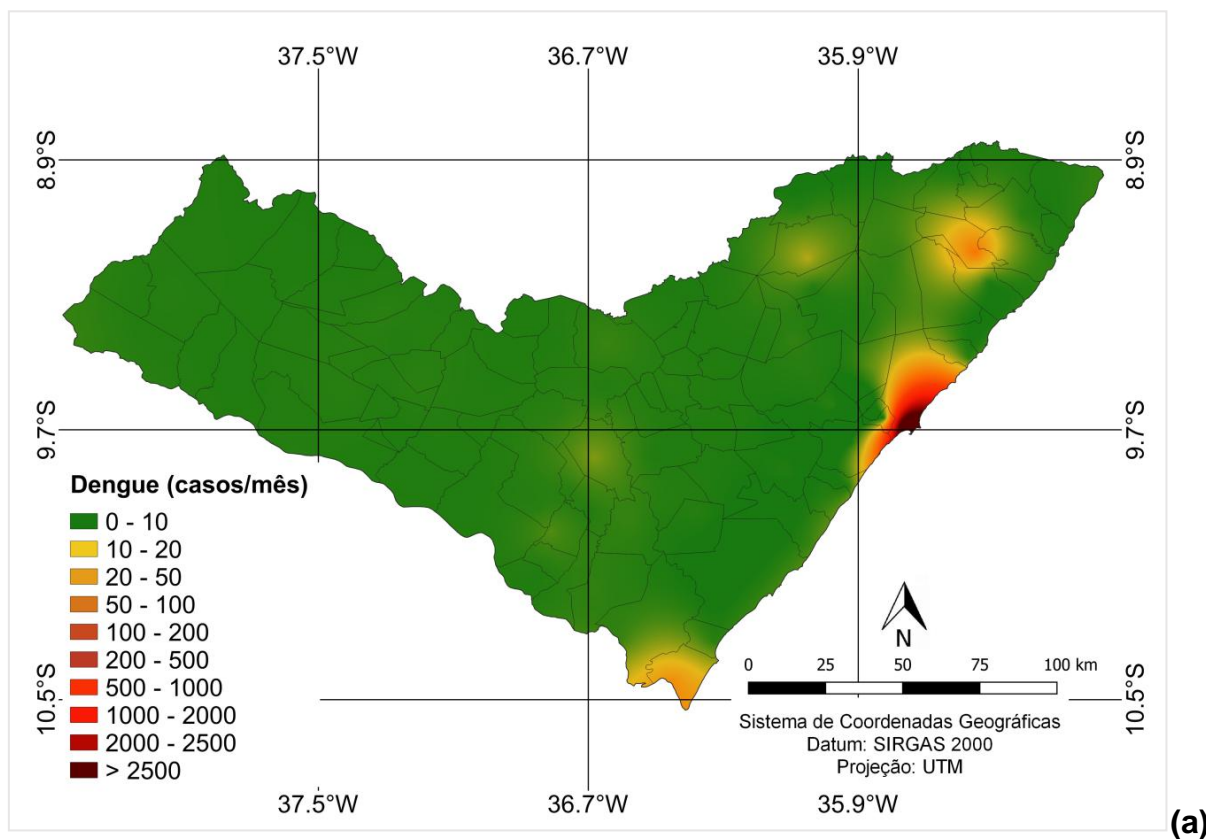
Figura 11 - Mapeamento dos casos notificados de dengue em janeiro (a) e fevereiro (b) no Estado de Alagoas no período de 2000 a 2015.



Fonte: Autor (2021).

No mapeamento de casos notificados de dengue em abril no período em estudo (Figura 12a), similar aos meses de janeiro/fevereiro, em todos os municípios de Alagoas ocorreram na categoria 0-10 casos, as exceções foram Arapiraca (382 casos) – Agreste e Penedo (52 casos), União dos Palmares (36 casos), Matriz do Camaragibe (21 casos), Porto Calvo (16 casos), São Luiz do Quitunde (11 casos), Rio Largo (98 casos), Marechal Deodoro (44 casos) e Maceió (690 casos) – Leste Alagoano. Em dezembro no (Figura 12b), novamente todos os municípios de Alagoas foram à categoria 0-10 casos, as exceções foram Arapiraca (141 casos) – Agreste, Rio Largo (14 casos) e Maceió (132 casos) – Leste Alagoano.

Figura 12 - Mapeamento dos casos de dengue em abril (a) e dezembro (b) no Estado de Alagoas no período de 2000 a 2015.



Fonte: Autor (2021).

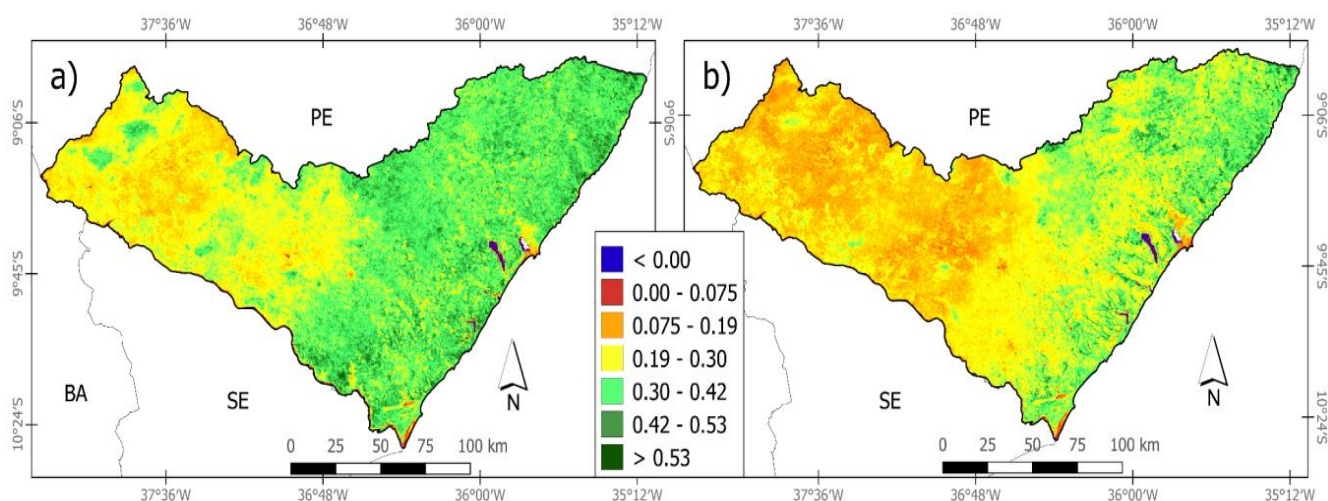
5.6 Relação entre a Degradação Ambiental e Casos de Dengue em Alagoas

- **EVI**

Mapas temáticos do índice EVI (Figura 13) foram confeccionados para os anos 2000 (Figura 13a) e 2015 (Figura 13b). Claramente, houve uma diminuição nos valores de EVI, isto é, houve diminuição acentuada na vegetação existente no estado de Alagoas, ao comparar os anos de 2000 e 2015, sendo de 3,61% para 1,20% e 1002,47 km² para 350,46 km² (tonalidade verde escuro), de 35,40% para 10,41% e 9828,557 km² para 3051,584 km² (tonalidade verde), de 39,13% para 32,10% e 10864,296 km² para 9413,484 km² (tonalidade verde claro), de 0,36% para 0,29% e 101,08 km² para 86,4 km² (tonalidade vermelho), de 0,29% para 0,18% e 80,775 km² para 51,909 km² (tonalidade azul). Vale ressaltar um aumento significativo de 20,45% para 43,70% e 5677,427 km² para 12813,765 km² (tonalidade amarela), de 0,75% para 12,12% e 208,322 km² para 3554,125 km² (tonalidade laranja), correspondentes a degradação na vegetação, biomas Mata Atlântica e Caatinga, no Estado. Todos os valores em percentuais (%) e extensão territorial (km²) encontram-se na Tabela 8.

Recentemente Santiago et al. (2019) mostraram em seu estudo que há um processo de degradação nos biomas localizados na Mata Atlântica e na Caatinga, visto que a economia da região é baseada na exploração dos recursos naturais, principalmente em relação ao extrativismo vegetal, o superpastoreio de áreas nativas e a exploração agrícola. No Leste Alagoano se destaca na substituição da vegetação nativa pela produtividade de eucalipto e cana-de-açúcar (SANTOS et al., 2021a; SANTOS et al., 2021b). Esses cultivos ocupam áreas de encostas propensas à regeneração da Mata Atlântica e, assim com risco de processo de erosão, assoreamento, diminuição do escoamento superficial e perda de habitat (GURGEL et al., 2020; SOUSA et al., 2021). Doenças como a dengue é resultado da intensa modificação do bioma natural e, assim leva os mosquitos a migrarem e se adaptarem em outros habitats, por exemplo, os centros urbanos e infectam a população residente (CAMPOS et al., 2018).

Figura 13 - Valores obtidos do EVI para o Estado de Alagoas nos anos de 2000 (a) e 2015 (b), respectivamente.



Fonte: Autor (2021).

Tabela 8 - Valores obtidos do EVI para anos de 2000 e 2015 juntamente com as porcentagens (%) e as áreas (km²) do Estado de Alagoas.

EVI	2000		2015	
	km ²	%	km ²	%
< 0	80,775	0,29%	51,909	0,18%
0 – 0,075	101,08	0,36%	86,4	0,29%
0,075 – 0,19	208,322	0,75%	3554,125	12,12%
0,19 – 0,30	5677,427	20,45%	12813,762	43,70%
0,30 – 0,42	10864,296	39,13%	9413,484	32,10%
0,42 – 0,53	9828,557	35,40%	3051,584	10,41%
> 0,53	1002,471	3,61%	350,46	1,20%

Fonte: Autor (2021).

- **NDVI**

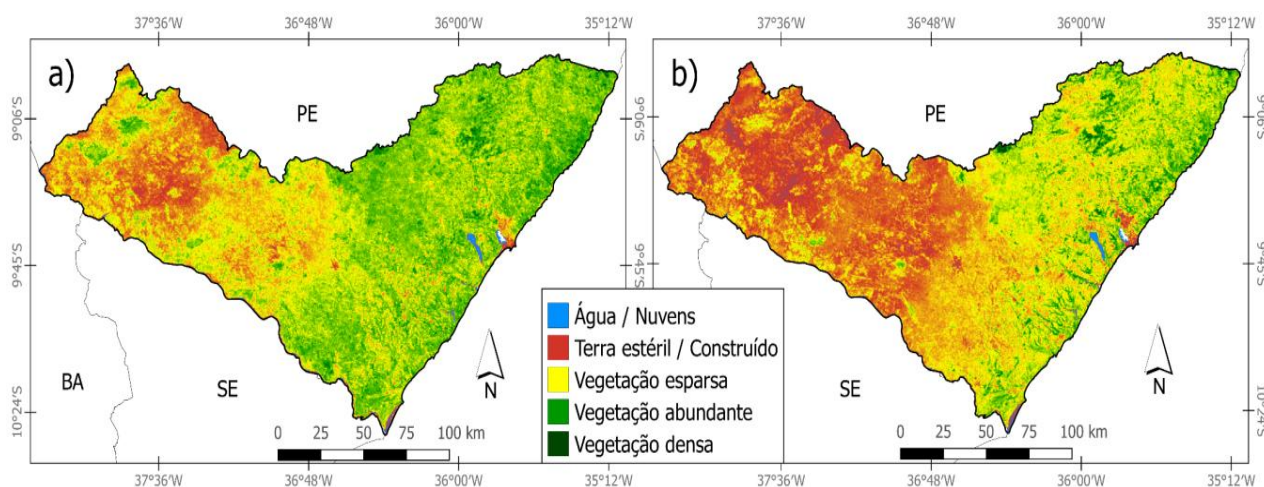
Mapas temáticos do índice NDVI (Figura 14) mostraram mudanças significativas no uso e ocupação do solo no Estado de Alagoas, quando se compara o ano 2015 (Figura 14b) em relação a 2000 (Figura 14a), principalmente a diminuição na vegetação abundante de 63,6% para 31,8% e 17720,558 km² para 8606,953 km² (tonalidade verde), e um aumento considerável na vegetação esparsa de 34,2% para 60,7% e 9538,844 km² para 16416,801 km² (tonalidade amarela) e, por fim a terra estéril/construído de 1,0% para 6,3% e 290,564 km² para 1714,525 km² (tonalidade vermelha). Todos os valores em percentuais (%) e extensão territorial (km²) encontram-se na Tabela 9. No Brasil vem ocorrendo na última

década, o processo de desenvolvimento/urbanização das cidades, como o Programa de Aceleração de Crescimento (PAC) e Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). São programas implantados pelo Governo Brasileiro que visam impulsionar o crescimento econômico e a infraestrutura do país, com isso beneficiou milhões de famílias, oferecendo conforto e bem-estar. Só na capital do Estado de Alagoas, Maceió, já foram construídas 10.092 mil unidades.

O reflexo desse desenvolvimento acelerado sem um planejamento urbano adequado pode levar a diversos problemas, tais como alteração no uso e ocupação do solo, impactos ambientais, poluição da água e problemas de saúde pública (SANTIAGO e BARROS, 2016; CORREIA FILHO et al., 2019). Com o crescimento urbano e a concentração de indivíduos em áreas restrita, associado às condições precárias de saneamento básico e às moradias inadequadas, proporcionam condições favoráveis à transmissão da dengue, que se adapta perfeitamente a esses ambientes e, assim prolifera na água acumulada em recipientes de qualquer natureza (FLAUZINO, et al., 2011).

De acordo com dados do DATASUS, houve um aumento no número de casos notificados de dengue no Estado de Alagoas em 2015 (34.955 casos) se comparado com 2000 (1.595 casos), assim com o desmatamento da vegetação e o crescimento da agricultura e expansão das cidades, houve um aumento no número de mosquitos que se afastaram de seu habitat natural e migraram para as cidades adquirindo assim hábitos urbanos e encontrando condições favoráveis para sua reprodução (CARVALHO e SOUZA, 2017).

Figura 14 - Valores obtidos do NDVI e suas categorias para o Estado de Alagoas nos anos de 2000 (a) e 2015 (b), respectivamente.



Fonte: Autor (2021).

Tabela 9 - Valores obtidos e classificação do NDVI para anos de 2000 e 2015 juntamente com as porcentagens (%) e as áreas (km²) do Estado de Alagoas.

NDVI	Classificação	2000		2015	
		km ²	%	km ²	%
-1,00 - 0	Água / Nuvens	35,495	0,1%	29,627	0,1%
0 – 0,27	Terra estéril / Construído	290,564	1,0%	1714,525	6,3%
0,28 – 0,54	Vegetação esparsa	9538,844	34,2%	16416,801	60,7%
0,55 – 0,81	Vegetação abundante	17720,558	63,6%	8606,953	31,8%
0,81 – 1,00	Vegetação densa	294,619	1,1%	305,164	1,1%

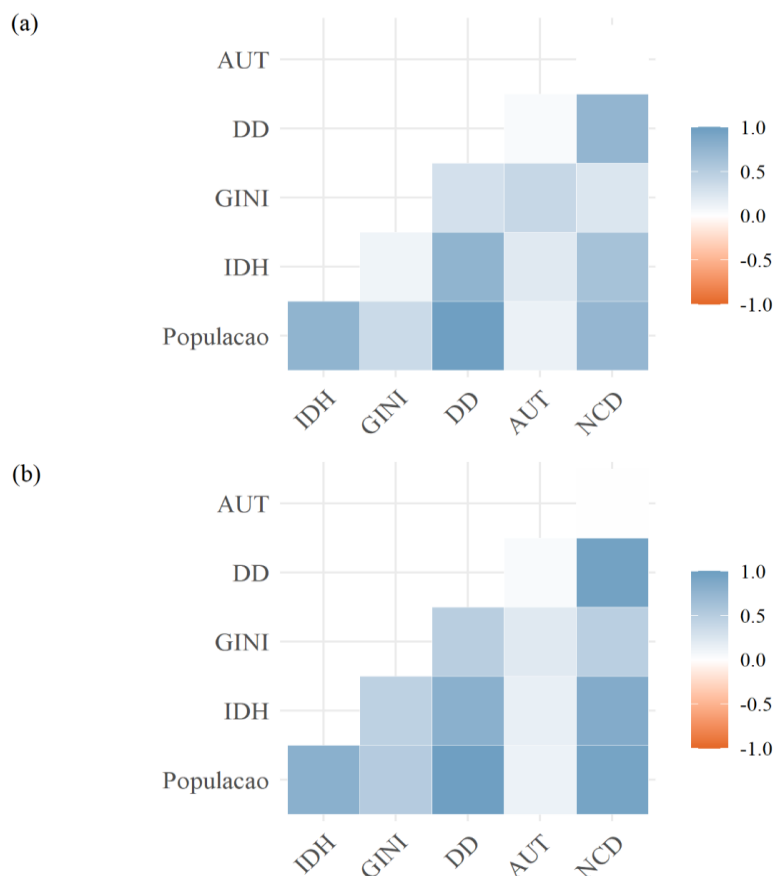
Fonte: Autor (2021).

5.7 Análise de Componentes Principais e Matriz de Correlação

O índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) foi superior a 0,50 para o ano de 2000 (KMO = 0,64) e 2010 (KMO = 0,66) e o teste de esfericidade de Barlett foi significativo para o ano de 2000 e 2010 (p -valor < 0,05), confirmando a análise de componentes principais como procedimento estatístico adequado à análise dos dados.

A Figura 15 mostra a matriz de correlação entre as variáveis população, IDH, GINI, DD, AUT e NCD, para os anos de 2000 e 2010. Para o ano 2000 e 2010, as correlações entre as variáveis foram positivas com destaque para as correlações ($r > 0,70$) entre o NCD e DD ($r = 0,75$ em 2000 e $r = 0,96$ em 2010); população ($r = 0,74$ e $r = 0,94$ em 2010); e IDH ($r = 0,62$ e $r = 0,86$ em 2010) no ano. No ano de 2010, a correlação entre GINI e NCD foi maior ($r = 0,48$) em relação a 2000 ($r = 0,25$). As correlações entre o NCD e AUT foram próximas de zero.

Figura 15 - Matriz de correlação entre a variável população, IDH, GINI, densidade demográfica (DD), em hab/km², área da unidade territorial (AUT) e número de casos de dengue (NCD), para os anos de 2000 (painel a) e 2010 (painel b).

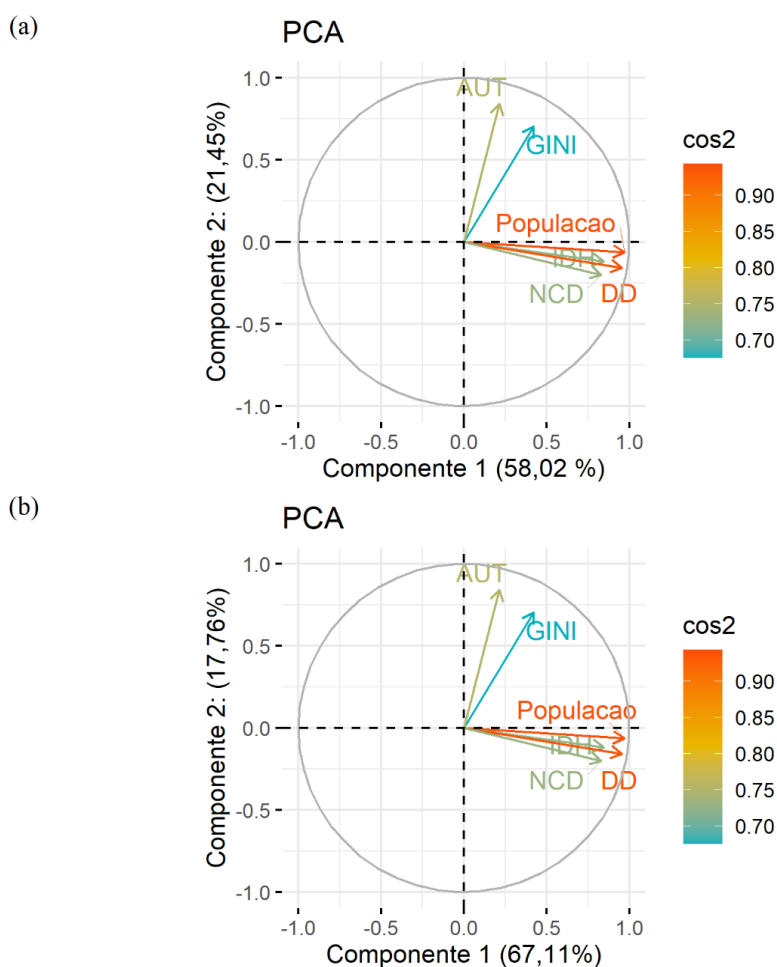


Fonte: Autor (2021).

A Figura 16 mostra a análise das duas primeiras componentes principais (CP1 e CP2), que explicam 79,47 % e 84,87 % da variância dos dados, para os anos de 2000 e 2010, respectivamente. As variáveis com maior contribuição em cada

componente principal, em 2000 e 2010 foram similares. A CP1 apontou que População, DD, IDH e NCD obtiveram maiores contribuições no aumento dos casos notificados de dengue. Na CP2, a principal contribuição foi das variáveis AUT e GINI. Os municípios com maiores escores positivos na CP1 foram aqueles com maior NCD, População, DD e IDH, enquanto os maiores escores positivos na CP2 indicaram os municípios com maior área da unidade territorial e maior GINI. A Tabela 10 mostra os escores das componentes principais para os municípios de Alagoas, nos anos de 2000 e 2010, nas CP1 e CP2.

Figura 16 - Componentes principais entre as variáveis população, IDH, GINI, densidade demográfica (DD), em hab/km², área da unidade territorial (AUT) e número de casos de dengue (NCD), para os anos de 2000 (painel a) e 2010 (painel b).



Fonte: Autor (2021).

A cidade de Maceió apresentou o maior escore na CP1 sendo o município com maior NCD, população, DD e IDH nos anos de 2000 e 2010. De acordo com Chaves et al. (2018), grandes aglomerados urbanos com inadequadas condições de moradias, de saneamento básico e coleta de lixo, são determinantes sociais para o aumento de incidência e manutenção número de casos de dengue. As cidades de União dos Palmares, Delmiro Gouveia, Marechal Deodoro e Santana do Ipanema apresentaram os menores escores na CP2 em 2000, enquanto em 2010 os menores escores foram das cidades de Teotônio Vilela, União dos Palmares e Delmiro Gouveia. As cidades com menores escores na CP2 foram caracterizadas por menor NCD, população e IDH e maiores GINI, indicando maior igualdade.

Tabela 10 - Escores das componentes principais para os municípios de Alagoas, nos anos de 2000 e 2010, nas duas primeiras componentes principais.

Municípios	2000		2010	
	CP1	CP2	CP1	CP2
Maceió	5.3164	-0.0395	5.6604	-0.0196
Penedo	0.0862	-2.0143	-0.5613	-1.9464
Rio Largo	-0.6990	1.8416	-0.8058	1.5291
Marechal Deodoro	-0.9998	0.4197	-0.2429	0.2050
Teotônio Vilela	-0.7611	0.4131	-1.8427	1.1787
Arapiraca	0.3524	1.1608	0.8235	0.9804
Palmeira dos Índios	0.1888	0.4622	-0.0512	-0.1379
União dos Palmares	-1.5788	0.3570	-1.2331	0.1318
Delmiro Gouveia	-1.0005	-1.2474	-1.0734	-1.3169
Santana do Ipanema	-0.9046	-1.3532	-0.6735	-0.6041

Fonte: Autor (2021).

6 - CONCLUSÕES

Na técnica de AA aplicada aos municípios do Estado resulta em dois grupos homogêneos (G_1 e G_2) de casos notificados de dengue. O grupo G_1 é composto apenas do município de Maceió, que se destaca por possuir maior adensamento populacional e urbano, maior uso e ocupação do solo e ter alto registro de chuva, devido a sua localização no Leste alagoano, e o grupo G_2 é composto pelos demais 101 municípios alagoanos, sendo maior em tamanho e ter valores médios próximos de casos notificados de dengue. Portanto, com base nesse resultado a maior preocupação dos gestores públicos deve ocorrer na Capital em relação aos surtos de dengue, a partir da análise multivariada.

Os municípios com maiores casos notificados de dengue são Maceió, Arapiraca e Palmeira dos Índios, enquanto os municípios Teotônio Vilela e Delmiro Gouveia com menores de casos notificados de dengue, segundo a estatística descritiva e exploratória. No mapeamento dos casos anuais notificados de dengue em Alagoas mostra que os maiores registros de casos são nas mesorregiões do Agreste e Leste Alagoano.

O teste Mann-Kendall aplicado à série temporal mostra que a maioria dos municípios no Estado é categorizada como TCS (Tendência Crescente Significativa) e TCNS (Tendência Crescente Não Significativa), as exceções são os municípios ST (Sem Tendência), no caso, Piranhas – Sertão e Anadia, Ibateguara, Novo Lino, Jundiá, São Miguel dos Milagres e Roteiro - Leste. A maioria dos municípios de Alagoas apresenta tendência de aumento dos casos notificados de dengue. O teste de Pettitt identifica que há ciclo bianuais (2006/2007 e 2009/2010) de casos notificados de dengue no Estado de Alagoas e que tais ciclos estão diretamente associados as fases do ENOS (El Niño e La Niña), principalmente na categoria moderada. O teste de Pettitt também aponta que os meses de janeiro, fevereiro, abril e dezembro são responsáveis pelas mudanças bruscas na série temporal de casos notificados de dengue em função da atuação e da variabilidade de alguns sistemas sinóticos (VCAN, DOL, Cavados em Médios e Altos Níveis e ASAS).

O índice EVI mostra que há uma diminuição considerável na vegetação existente no estado de Alagoas, correspondentes a degradação dos biomas Mata Atlântica e Caatinga. O NDVI aponta mudanças significativas no uso e ocupação do solo no Estado de Alagoas, principalmente a diminuição significativa na vegetação abundante e um aumento considerável na vegetação esparsa e na terra estéril/construído. Portanto, ambos os índices de vegetação mostram que há de fato uma degradação ambiental no Estado, nos anos inicial e final da série temporal de casos notificados de dengue e que merece atenção por parte dos gestores públicos em adotar políticas de mitigação.

As melhores correlações entre os casos notificados de dengue e as variáveis NCD e DD; população e IDH (2000), enquanto para o ano de 2010, destaque para as variáveis GINI e NCD via matriz de correlação de Pearson. Com relação à análise multivariada, as variáveis com maior contribuição em cada componente principal são para a CP1 aponta a população, DD, IDH e NCD enquanto a CP2, apenas as variáveis AUT e GINI. Individualmente, a cidade de Maceió tem o maior escore na CP1 nos anos de 2000 e 2010. As cidades de União dos Palmares, Delmiro Gouveia, Marechal Deodoro e Santana do Ipanema com os menores escores na CP2 em 2000, enquanto em 2010 os menores escores foram das cidades de Teotônio Vilela, União dos Palmares e Delmiro Gouveia.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEYEWICKREME, W.; WICKREMASINGHE, A. R.; KARUNATILAKE, K.; SOMMERFELD, J.; KROEGER, A. **Community mobilization and household level waste management for dengue vector control in Gampaha district of Sri Lanka; an intervention Study**. Pathogens and Global Health, v. 106, n. 8, p. 479-487, 2012.

ALAGOAS EM DADOS E INFORMAÇÕES. **Mesorregiões de Alagoas**. [S.l]: Virtual Books, 2015. Disponível em: <http://dados.al.gov.br/nl/dataset/d8f3ac16-6441-4f45-8c69-a2fc5a4ff8a6/resource/a4060b80-da86-4ed6-9968-a2a5993f667f>. Acesso em: 24 de abril de 2020.

ALMEIDA, R. B.; CASTRO, M. B. **Contribuição do Sistema Ambiental Urbano ao Estudo da Dengue em Iranduba**. HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, v. 15, n. 31, p. 125-139, 2019.

ANDRADE, J. D. S. **Determinantes sociais e ambientais na incidência de dengue em Sergipe: um modelo de regressão**. 2014. 47 f. Monografia (Graduação em Estatística) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento Estatística e Ciências Atuarias, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.

ANJOS, R. R. **Cenários de Mudanças Climáticas e Análise de Tendências de temperatura e precipitação para Pelotas/RS**. 2018. 73 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

BARBOSA, R. F. **Influência de Variáveis Meteorológicas na ocorrência de doenças infecciosas em diferentes localidades de Alagoas**. 2007. 96 f. Dissertação (Mestre em Meteorologia) – Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

BARBOSA, I. R.; SILVA, L. P. **Influência dos Determinantes Sociais e Ambientais na Distribuição Espacial da Dengue no Município de Natal-RN**. Revista Ciência Plural, v. 1, n. 3, p. 62-75, 2015.

BARBOSA, V. F. J.; FERREIRA, A. G.; CRUZ, I. L. S.; GONÇALVES, S. J. C.; ORSINI, M.; MALECK, M. **Arboviroses: Estudo Longitudinal de Casos de Dengue**. Revista de Saúde, v. 10, n. 2, p. 31-36, 2019.

BARCELLOS, C.; MONTEIRO A. M. V.; CORVALÁN, C.; GURGEL, H. C.; CARVALHO, M. S.; ARTAXO, P.; HACON, S.; RAGONI, V. **Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil**. Epidemiol. Serv. Saúde, v. 18, n. 3, p. 285-304, 2009.

BARRETO, R. D. **Uso e ocupação do solo às margens do Rio São Francisco no Município de Petrolina-PE: impactos ambientais no canal fluvial**. 2015. 110 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

BARROS, A. H. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; SILVA, A. B.; SANTIAGO, G. A. C. F. **Climatologia do Estado de Alagoas**. Dados eletrônicos. Embrapa Solos, 32 p. 2012 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892; 211).

BARRETO, M. L.; TEIXEIRA, M. G. **Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa**. Revista Estudos Avançados, v. 22, n. 64, p. 53-72, 2008.

BIASSOTI, A. V.; ORTIZ, M. A. L. **Diagnóstico Laboratorial da Dengue**. Revista UNINGÁ Review, v. 29, n.1, p.122-126, 2017.

BÖHM, A. W.; COSTA, C. S.; NEVES, R. G.; FLORES, T. R.; NUNES, B. P. **Tendência da incidência de dengue no Brasil, 2002-2012**. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 25, n. 4, p. 725-733, 2016.

BONFIM, O. E. T.; JANUÁRIO, I. R. **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, v. 35, n. 5, p. 90-102, 2018.

BRADY, O. J.; GETHING, P. W.; BHATT, S.; MESSINA, J. P.; BROWNSTEIN, J. S.; HOEN, A. G.; MOYES, C. L.; FARLOW, A. W.; SCOTT, T. W.; HAY, S. I. **Refining the Global Spatial Limits of Dengue Virus Transmission by Evidence-Based Consensus**. Open Access Freely Available Online, v. 6, n. 8, p. 1760, 2012.

BRIGAGÃO, G. S.; CORRÊA, N. A. B. **Levantamento epidemiológico da dengue no Estado do Paraná Brasil nos anos de 2011 a 2015**. Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, v. 21, n. 1, p. 41-45, 2017.

BRITO, T.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; LYRA, G.; ZERI, M. **Multivariate analysis applied to monthly rainfall over Rio de Janeiro state, Brazil**. Meteorology Atmospheric and Phys, v.129, n. 1, p. 469-478, 2016.

CAMPOS, F. I.; CAMPOS, D. M. B.; VITAL, A. V.; PAIXÃO, T. F. P. **Meio Ambiente, Desenvolvimento e Expansão de Doenças Transmitidas por Vetores**. Journal of Social, Technological and Environmental Science, v. 7, n. 2, p. 49-63, 2018.

CARVALHO, A. L. ; SOUZA, J. L.; LYRA, G. B.; PORFIRIO, A. C. S. **Ocorrência de Períodos secos na Região de Rio Largo, Alagoas**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 28, n. 2, p. 173-180, 2013.

CARVALHO, C. D. S.; SOUZA, Z. H. de. **Reflexão acerca da incidência dos casos de Dengue, Chikungunya e Zica no Brasil**. I Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar, Unifimes, 2017, Goiais. Anais... (ISSN – 2527 – 2500).

CARVALHO, P. R. **Estudo comparativo dos algoritmos hierárquicos de análise de agrupamento em resultados experimentais**. 2018. 142 f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

CAÚLA, R. H.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; DELGADO, R. C.; PIMENTEL, L. C. G.; TEODORO, P. E. **Nonparametric statistics applied to fire foci obtained by meteorological satellites and their relationship to the MCD12Q1 product in the state of Rio de Janeiro, Southeast - Brazil**. Land Degradation and Development, v. 28, n. 3, p. 1056-1067, 2016.

CAVALCANTE, M. P. R. **Distribuição espacial da dengue nas áreas urbanas e periurbanas de Palmas de 2008-2010, segundo ótica geomédica**. 2013. 192 f. Tese (Doutor em ciências da saúde) - faculdade de ciências da saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

CAVALCANTE, G. P.; LUCENA, D. B.; MOURA, M. O. **As chuvas na Região Agreste do Nordeste Brasileiro: Variabilidade Interanual**. Revista Equador (UFPI), v. 8, n. 2, p. 290–308, 2019.

CHAVES, E. C., COSTA, S. V., FLORES, R. L. R., BERNARDES, A. C. **Condições de vida populacional e incidência de dengue no estado do Pará, Brasil**. Pará Research Medical Journal, v. 2, n.1, 2018.

CHIVIAN, E.; BERNSTEIN, A. **Sustaining Life: How Human Health Depends on Biodiversity**. New York, Oxford University Press, p. 568, ISBN 13: 9780195175097, 2008.

COELHO, G. E. **Dengue: desafios atuais**. Epidemiol, Serviço Saúde, v. 17, n. 3, p. 231-233, 2008.

COLLISCHONN, E.; MAIO, B. M.; BRANDOLT, R. **Variabilidade da Dengue e do Clima em Porto Alegre/RS de 2012 a 2017**. Revista Brasileira de Geografia Física, v.12, n. 06, p. 2080-2090, 2019.

CORDEIRO, R.; DONALISIO, M. R.; ANDRADE, V. R.; MAFRA, A. C. N.; NUCCI, L. B.; BROWN, J. C.; STEPHAN, C. **Spatial distribution of the risk of dengue fever in southeast Brazil, 2006-2007**. BMC Public Health, v. 11, p. 355, 2011.

CORREIA FILHO, W. L. F.; ARAGÃO, M. R. S. **Padrões temporais do vento à superfície em mesorregiões do estado da Bahia**. Revista Ciência e Natura, v. 36, n. 2, p. 402–414, 2014.

CORREIA FILHO, W. L. F.; SILVA M. R. A. **Padrões Temporais do Vento à Superfície em Mesorregiões do Estado da Bahia**. Revista Ciência & Natura, v. 36, n. 1, p. 402-414, 2014.

CORREIA FILHO, W. L. F. **Influence of meteorological variables on dengue incidence in the municipality of Arapiraca, Alagoas, Brazil**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 50, n. 3, p.309-314, 2017.

CORREIA FILHO, W. L. F. ; SANTIAGO, D. B. ; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; JUNIOR, CA A. **Impact of Urban Decadal Advance on Land Use and Land Cover and Surface Temperature in the City of Maceió, Brazil.** LAND USE POLICY, v. 1, p. 1-11, 2019.

COSTA, A. I. P.; NATAL, D. **Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil.** Revista Saúde Pública, v. 32, n. 3, p. 232-236, 1998.

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

COSTA, M. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; SANTOS, P. J.; CORREIA FILHO, W. L. F.; GOIS, G.; BLANCO, C. J. C.; TEODORO, P. E.; SILVA JUNIOR, C. A.; SANTIAGO, D. B.; SOUZA, E. O.; JARDIM, A. M. R. F. **Rainfall extremes and drought in Northeast Brazil and its relationship with El Niño-Southern Oscillation.** INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY, v. 41, p. E2111-E2135, 2020.

CLIMANÁLISE. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática.** Climanalise, v. 22, n. 5, p. 1-41, 2007.

CLIMANÁLISE. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática.** Climanalise, v. 24, n. 5, p. 1-41, 2009.

CLIMANÁLISE. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática.** Climanalise, v. 25, n. 6, p. 1-40, 2010.

DANTAS, D. M.; PATRICIO, L. G. L.; GOMES, D. L.; SANTOS, E. M. C.; SANTOS, A. M.; ARAUJO, K. D. **Análise temporal da precipitação pluvial relacionada com os casos de dengue: estudo de caso no Jacintinho, Maceió, Alagoas.** Revista Craibeiras de Agroecologia, v. 4, Suplemento, e8881, 2019.

DATASUS. **Indicadores de Morbidade.** Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/ibd2012/matriz.htm>. Acesso 22 de novembro de 2019, 06:40:33.

DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE UNIÃO DOS PALMARES. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. 12 f. 2005. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/15421/1/rel_cadastrros_uniao_palmares.pdf. Acesso em: 17 de julho de 2020, 07:40:33.

DOMINGUES, A. L. C. **A Dengue: um (novo) Problema de Saúde Pública em Portugal e na Europa.** 2015. 58 f. Dissertação (Mestre em Saúde Pública) – Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2015.

DONALÍSIO, M. R.; GLASSER, C. M. **Vigilância Entomológica e Controle de Vetores do Dengue.** Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 5, n. 3, p. 259-272, 2002.

ELY, D. F. **Tendências Climáticas e a Incidência da Dengue em Cidades do Sul do Brasil: Estudo de Caso de Londrina, Maringá (PR) e Florianópolis (SC).** Revista Brasileira de Climatologia, v. 13, n. 1, p. 149-163, 2013.

EVANGELISTA, L. S. M.; OLIVEIRA, F. L. L.; GONÇALVES, L. M. F. **Aspectos Epidemiológicos do Dengue no Município de Teresina, Piauí.** Boletim Epidemiológico Paulista, v. 9, n. 103, p. 32-39, 2012.

FREIRE, N. C. F.; BONFIM, C. V.; NATENZON, C. E. Vulnerabilidade socioambiental, inundações e repercussões na Saúde em regiões periféricas: o caso de Alagoas, Brasil. Revista Ciência & Saúde Coletiva, v. 9, n. 9, p. 3755-3762, 2014.

FEITOSA, F. R. S.; SOBRAL, I. S.; JESUS, E. N. **Indicadores Socioambientais como subsídio à prevenção e controle da Dengue.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 351-368, 2015.

FERREIRA, A. C.; CHIARAVALLOTI NETO, F.; MONDINI, A. **Dengue em Araraquara, SP: epidemiologia, clima e infestação por Aedes aegypti.** Revista de Saúde Pública, v. 52, n. 18, 2018.

FILHO, W. L. F. C.; SANTIAGO, D. B.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F. ; JUNIOR, C. A. S. **Impact of Urban Decadal Advance on Land Use and Land Cover and Surface Temperature in the City of Maceió, Brazil.** LAND USE POLICY, v. 1, p. 1-11, 2019.

FLAUZINO, R. F.; SOUZA-SANTOS, R.; OLIVEIRA, R. M. **Indicadores Socioambientais para Vigilância da Dengue em Nível Local.** Saúde e Sociedade, v. 20, n. 1, p. 225-240, 2011.

FREITAS, C. M.; XIMENES, E. F. **Enchentes e saúde pública – uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação.** Ciência & Saúde Coletiva, v.17, n. 6, p. 1601-1615, 2012.

FREITAS, J. R.; SANTOS, A. L. P.; FERREIRA, D. S. A.; SILVA, A. S. A.; MOREIRA, G. R.; CUNHA FILHO, M. **Modelo preditivo para o número de notificações de dengue na Região Metropolitana do Recife-PE.** Sigmae, v. 8, n. 2, p. 584-595, 2019.

FREITAS, J. R.; SANTIAGO, E. J. P.; FREITAS, J. C. R.; SILVA, A. S. A.; FILHO, R. N. A.; PISCOYA, V. C.; FILHO, M. C. **Tendência espaço-temporal do número de casos de dengue em Pernambuco-Brasil.** Research, Society and Development, v. 9, n. 7, e526974427, 2020.

FOGAÇA, T. K.; CASTELHANO, F. J.; MENDONÇA, F. A. **Análise Episódica da Proliferação do Aedes Aegypti e sua Relação com o Campo Térmico de Paranavaí (PR).** Entre Lugar, v. 10, n. 20, p. 152-177, 2019.

GOIS, G.; DELGADO, R. C.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; TEODORO, P. E.; SOUZA, T. C. O. **EVI2 Index Trend Applied to the Vegetation of The State of Rio de Janeiro Based on Non-Parametric Tests and Markov Chain**. Bioscience Journal (On line), v. 32, n. 4, p. 1049-1058, 2016.

GOMES, A. F. **Análise Espacial e Temporal da Relação entre Dengue e Variáveis Meteorológicas na cidade do Rio de Janeiro no período de 2001 a 2009**. 2011. 49 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Nacional de Saúde Pública, Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2011.

GONÇALVES, R. P.; LIMA, E. C.; LIMA, J. W. O.; SILVA, SILVA, M. G. C.; CAPRARA, A. **Contribuições recentes sobre conhecimentos, atitudes e práticas da população brasileira acerca da dengue**. Saúde Soc., v.24, n.2, p.578-593, 2015.

GROPPO, J. D.; BEDUSCHI, C. E.; MENUZZO, R.; MORAES, J. M.; MARTINELLI, L. A. **Análise de séries temporais de vazão e precipitação em algumas bacias do estado de São Paulo com diferentes graus de intervenções antrópicas**. Revista Brasileira de Geociências, v. 24, n. 2, p. 181–192, 2005.

GURGEL, V. A.; SANTOS, R. C. A. L.; SALOMON, K. R. **Avaliações de Impactos nas Implantações do cultivo do Eucalipto na Mesorregião Leste do Estado de Alagoas**. Revista de Geografia, v. 37, n. 1, p. 262-283, 2020.

HISTÓRICO DE PALMEIRA DOS ÍNDIOS. 2020. Disponível em: <http://www.cultura.al.gov.br/municipios/historico-dos-municipios/historico-do-municipio-de-palmeira-dos-indios>. Acesso em 15 de julho de 2020, 08:53:33.

HONORATO, T.; AQUINO LAPA, P. P.; SALES, C. M. M.; REIS-SANTOS, B.; TRISTÃO-SÁIV, R.; BERTOLDEV, A. I.; MACIEL, E. L. N. **Análise espacial do risco de dengue no Espírito Santo, Brasil, 2010: uso de modelagem completamente Bayesiana**. Revista Brasileira de Epidemiologia, p. 150-159, 2014.

HORTA, M. A. P.; FERREIRA, A. P.; OLIVEIRA, R. B.; WERMELINGER, E. D.; KER, F. T. O.; FERREIRA, A. C. N.; CATITA, C. M. S. **Os Efeitos do Crescimento Urbano Sobre A Dengue**. Revista Brasileira em Promoção da Saúde, v. 26, n. 4, p. 539-547, 2013.

HUANG, C.; TAM, T. Y. T.; CHERN, Y.; LUNG, S. C.; CHEN, N.; WU, C. **Spatial Clustering of Dengue Fever Incidence and Its Association with Surrounding Greenness**. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 15, n. 1, p. 1869, 2018.

IBGE. 2000. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/panorama>. Acesso em: 10 de maio de 2020, 07:11:31.

IBGE. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/panorama>. Acesso em: 10 de maio de 2020, 07:50:10.

IBGE. Índice de Nomes Geográficos, v. 1, 2011. <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv56282.pdf>.

IBGE. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/panorama>. Acesso em: 12 de maio de 2020, 10:01:38.

IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/panorama>. Acesso em: 10 de dezembro de 2020, 09:11:59.

INÁCIO, C. L. S. Mosquitos (Diptera, Culicidae) em área de Caatinga degradada na Região do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. 2016. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

JOHANSEN, I. C.; CARMO, R. L.; ALVES, L. C. Desigualdade social intraurbana: implicações sobre a epidemia de dengue em Campinas, SP, em 2014. Cadernos Metrôpole, v. 18, n. 36, p. 421-440, 2016.

KESETYANINGSIH, T. W.; ANDARINI, S.; SUDARTO; PRAMOEDYO, H. Determination of Environmental Factors Affecting Dengue Incidence in Sleman District, Yogyakarta, Indonesia. African Journal of Infectious Diseases, v. 12, n. 1, p. 13-25, 2018.

LEE, J. S.; FARLOW, A. The threat of climate change to nondengue- endemic countries: increasing risk of dengue transmission potential using climate and non-climate datasets. BMC Public Health, v. 19, n. 1, p. 934, 2019.

LIMA, E. A. Previsão da distribuição espacial dos Casos de Dengue no Estado de Alagoas a partir da Precipitação obtida por Modelos Atmosféricos Regionais. 2005. 93 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)-Centro de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências Atmosféricas, Universidade federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande, PB, 2005.

LIMA, E. A.; FIRMINO, J. L. N.; GOMES-FILHO, M. F. A Relação da Previsão da Precipitação Pluviométrica e Casos de Dengue nos Estados de Alagoas e Paraíba Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 23, n. 3, p. 264-269, 2008.

LIMA, M. J. S.; CALVACANTE, I. B. S.; MENDONÇA, H. S.; SOUZA NETO, P. F.; SILVA, S. D.; AMORIM, D. O. C.; SILVA, D. F. Classificação, quantificação e ocorrência de eventos climáticos extremos nas três mesorregiões do Estado de Alagoas, Brasil. Revista Ciência e Sustentabilidade, v. 4, n. 2, p. 151-172, 2018.

LIZZI, E. A. S. Predição do número mensal de casos de dengue por modelos de séries temporais. 2012. 115 f. Dissertação (Mestrado em Saúde na comunidade) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

LOESCH, C.; HOELTGEBAUM, M. Métodos Estatísticos Multivariados. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2012. 288p.

LYRA, G. B.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; ZERI, M. **Cluster Analysis applied to the spatial and temporal variability of monthly rainfall in Alagoas state, Northeast of Brazil**. *International Journal of Climatology*, v. 34, n. 13, p. 3546-3558, 2014.

MAGALHÃES, G. B. **O uso do Geoprocessamento e da Estatística nos Estudos Ecológicos em Epidemiologia: o Caso da Dengue em 2008 na Região Metropolitana de Fortaleza**. *Hygeia*, v. 8, n. 15, p. 63-77, 2012.

MARIANO, G. L.; MOURA, M. A. L. **Comportamento da temperatura do lixo em duas épocas distintas (seca e chuvosa) no lixão da cidade de Maceió, AL**. *Ciência & Natura*, v. 31, n. 2, p. 57-70, 2009.

MARQUES, J. M.; MARQUES, M. A. M. **As Componentes Principais no descarte de Variáveis em um Modelo de Regressão Múltipla**. *Revista da FAE*, v. 8, n. 1, p. 93-101, 2005.

MEDRONHO, R. A. **Dengue e o ambiente urbano**. *Revista Brasileira Epidemiologia*, v. 9, n. 2, p. 159-61, 2006.

MÉNDEZ-LÁZARO, P.; MULLER-KARGER, F. E.; OTIS, D.; MCCARTHY, M. J.; PEÑA-ORELLANA, M. **Assessing Climate Variability Effects on Dengue Incidence in San Juan, Puerto Rico**. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 11, n. 1, p. 9409-9428, 2014.

MENDONÇA, F. A.; SOUZA, A. V.; DUTRA, D. A. **Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil**. *Sociedade & Natureza*, v. 21, n. 3, p. 257-269, 2009.

MESSINA, J. P.; BRADY, O. J.; PIGOTT, D. M.; BROWNSTEIN, J. S.; HOEN, A. G.; HAY, S. I. **A Global Compendium of Human Dengue Virus Occurrence**. *Scientific Data*, v. 1, n. 140004, 2014.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. **Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro**. *Revista Brasileira Meteorologia*, v.17, n. 1, p. 1-10, 2002.

MONDINI, A.; CHIARAVALLOTI NETO, F. **Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue**. *Revista Saúde Pública*, v. 41, n. 6 p. 923-930, 2007.

MONTEIRO, V. B.; ARAÚJO, J. A. **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**. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 5, p. 28126-28145, 2020.

MOURA, P. M.; DOCILE, T. N.; ARNÓBIO, A.; FIGUEIRÓ, R. **O Desmatamento e o crescimento urbano desordenado no estado do Rio de Janeiro: impactos na dinâmica do Dengue**. *Cadernos UniFOA*, v. n. 24, p. 81-89, 2014.

MOURA, A.; JESUS, J. C. A.; REIS, A. S.; LISKA, G. R. **Utilização do Teste de Mann Kendall na investigação de tendência da precipitação, temperatura e velocidade do vento em Santana do Livramento–RS.** In: Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNIPAMPA, 10, 2018, Santana do Livramento. Anais... v. 10, n. 2, 2018.

NASCIMENTO, M. C.; LOMBARDO, M. A.; JÚNIOR, S. A. M. G.; ANDRADE, E. L. Análise da Vulnerabilidade Físico-Ambiental causada pelas chuvas intensas na Região Metropolitana de Maceió. *Revista Caminhos de Geografia*, v. 19, n. 67, p. 268-288, 2018.

NETA, S. R. A.; BIAS, E. S.; BRITES, R. S.; SANTOS, C. A. M. **Aplicação de um Modelo de NDVI para Detecção Multitemporal de Mudanças no Uso e Cobertura do Solo.** *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, v. 41, n. 3, p. 592-604, 2018.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; SILVA, E. B.; TEODORO, P. E.; SILVA JUNIOR, C. A. **Non-Parametric Tests Applied To Reported Dengue Cases in Southeast Region, Brazil.** *Bioscience Journal (On line)*, v. 34, p. 1010-1016, 2018.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; SILVA, E. B.; TEODORO, P. E.; JOHANN, J.; SILVA JUNIOR, C. A. **Non-parametric tests, multivariate analysis and descriptive and exploratory statistics applied to reported dengue cases in Brazil.** *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 191, p. 473-491, 2019.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; LYRA, G. B.; GÓIS, G.; BRITO, T. T.; MOURA, N. S. H. de. **Análise de Homogeneidade de Séries Pluviométricas para Determinação do Índice de Seca IPP no Estado de Alagoas.** *Floresta e Ambiente*, v. 19, n. 1, p. 101-112, 2012.

ONG, J.; LIU, X.; RAJARETHINAM, J.; KOK, S. Y.; LIANG, S.; TANG, C. S.; COOK, A. R.; NG, L. C.; YAP, G. **Mapping dengue risk in Singapore using Random Forest.** *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 18, 2018, doi.org/10.1371/journal.pntd.0006587.

ORSI, L. C. **Meio Ambiente e sustentabilidade.** Ed. Universidade de Salvador: UNIFACS, 2014. 122 p. ISBN 978-85-8344-013-0.

PAIVA, C. F. **A infecção pelo vírus Dengue em Portugal e no Mundo.** 2018. 40 f. Monografia (Mestre em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciência da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2018.

PEDRO, K.; DOCILE, R.; SILVA, E. DOCILE, T. **Frequência dos Casos de Dengue nos Distritos do Município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil.** *Acta Biomedica Brasiliensia*, v. 7, n. 1, p. 100-108, 2016.

PENEREIRO, J. C.; FERREIRA, L.; HELENA, D. **Ensino de aspectos da climatologia aplicados à engenharia ambiental apoiado por métodos estatísticos.** *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 13, n. 27, p. 76-96, 2017.

PENSO-CAMPOS, J. M.; FRAGA, E.; CALDAS, E.; SOMMER, J. A. P.; PÉRICO, E. **Aspectos da paisagem e fatores socioeconômicos nos casos de dengue na cidade de Porto Alegre, RS.** Revista Brasileira de Geografia Física v.11, n. 5, p. 1846-1858, 2018.

Perfil Municipal Teotônio Vilela. Governo do Estado de Alagoas, Secretaria de Estado do Planejamento e do Desenvolvimento Econômico, v. 2, n. 2, 88 f, 2014.

PETTITT, A. N. **A non-parametric approach to the change-point problem.** **Applied Statistics.** Journal of the Royal Statistical Society, v. 28, n. 2, p. 126-135, 1979.

PIGNATTI, M. G. **Saúde e Ambiente: as doenças emergentes no Brasil.** Revista Ambiente & Sociedade, v. 7, n. 1, p. 133-147, 2004.

PINHEIRO, I. M.; SOUZA, A. C. S.; SAMPAIO, R. L. **Coefficiente de Pearson: correlação entre as variáveis notificação de casos de dengue e fatores climáticos.** Brazilian Journal of health Review, v. 3, n. 1, p.587-604, 2020.

PINTO, F. K. A. **Análise espacial da distribuição dos casos de dengue no município de Osasco de 2007 a 2013.** 2016. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

PLANO MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO. 2010. Disponível em: <http://www.maceio.al.gov.br/wpcontent/uploads/admin/documento/2015/06/PMEMAC EIO.pdf>. Acesso em: 12 de julho de 2020, 06:40:37.

PLANO MUNICIPAL DE CULTURA DE ARAPIRACA. 2013. Disponível em: <http://pnc.cultura.gov.br/wp-content/uploads/sites/16/2017/09/AL-PMC Arapiraca.pdf>. Acesso em: 12 de julho de 2020, 08:17:87.

PONE, S. M.; HÖKERBERG, Y. H. M.; OLIVEIRA, R. V. C.; DAUMAS, R. P.; PONE, T. M.; PONE, M. V. S.; BRASIL, P. **Clinical and laboratory signs associated to serious dengue disease in hospitalized children.** Jornal Pediatria, v. 92, n. 5, p. 464-471, 2016.

PORTELLA, M. O. **Efeitos colaterais da mineração no meio ambiente.** Revista Brasileira de Políticas Públicas, v. 5, n. 2, p. 263-276, 2015.

PRADO, B. Q. M. **Análise de Agrupamentos das Taxas de Incidência de Dengue nos Estados Brasileiros.** 2015. 39 f. Monografia (Bacharel em Estatística) – Faculdade de Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

QUINTERO, J.; BROCHERO, H.; MANRIQUE-SAIDE, P.; BARRERA-PÉREZ, M.; BASSO, C.; ROMERO, S.; CAPRARA, A.; CUNHA, J. C. L.; BELTRÁN – AYALA, E.; MITCHELL-FOSTER, K.; KROEGER, A.; SOMMERFELD, J.; PETZOLD, M. **Ecological, biological and social dimensions of dengue vector breeding in five urban settings of Latin America: a multi-country study.** BMC Infectious Diseases, v. 14, n. 1, p. 38, 2014.

RAHMAN, M. M.; BODRUD-DOZA, M.; SHAMMI, M.; ISLAM, A. R. M. T.; KHAN, A. S. M. **COVID-19 pandemic, dengue epidemic, and climate change vulnerability in Bangladesh: Scenario assessment for strategic management and policy implications.** Environmental Research, 110303. doi:10.1016/j.envres.2020.110303, 2020.

R CORE TEAM (2017). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, A. F.; MARQUES, G. R. A. M.; VOLTOLINI, J. C.; CONDINO, M. L. F. **Associação entre Incidência de Dengue e Variáveis Climáticas.** Revista Saúde Pública, v. 40, n. 4, p. 671-676, 2006.

RIBEIRO, E. R.; CUNHA, A. L. Análise Exploratória de Método para definição de dia típico utilizando transformada Wavelet e Análise de Agrupamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM TRANSPORTE DA ANPET, 30, 2016, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Tráfego Urbano e Rodoviário - Tráfego em Rodovias, 2016. p. 1502-1513.

RIO LARGO-ALAGOAS. Coleção de Monografias, Série B, n. 26, 6 f. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/114/col_mono_b_n26_riolargo.pdf. Acesso em: 16 de julho de 2020, 10:21:11.

ROBERT, M. A.; CHRISTOFFERSON, R. C.; WEBER, P. D.; WEARING, H. J. **Temperature impacts on dengue emergence in the United States: Investigating the role of seasonality and climate change.** Epidemics, v. 28, p. 100344, 2019.

ROCHA, S. R. A. G. **Simulação do Escoamento superficial na Bacia experimental de Santana do Ipanema.** 2008. 133 f. Dissertação (Mestre em Engenharia: Recursos Hídricos e Saneamento) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2008.

ROCHA, A. C. T. **Aspectos Demográficos, socioeconômicos e de doenças relacionadas à falta de condições sanitárias adequadas: Estudo de Caso Realizado nos Municípios Mineiros dos Comitês da Bacia Hidrográfica dos Afluentes do Alto (SF1) e do Médio (SF9) São Francisco.** 2018. 198 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - IFMG, Bambuí – MG, 2018.

ROQUE, A. C. M.; SANTOS, P. F. B. B.; MEDEIROS, E. R. **Perfil Epidemiológico da Dengue no Município de Natal e região Metropolitana no Período de 2007 a 2012**. Revista Ciência Plural, v.1, n. 3, p. 51-61, 2015.

ROSEGHINI, W. F. F. **Clima urbano e dengue no centro-sudoeste do Brasil**. 2013. 151f. Tese (Doutorado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SACCARO JUNIOR, N. L.; MATION, L. F.; SAKOWSKI, P.A.M. **Impacto do desmatamento sobre a Incidência de doenças na Amazônia**. Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea, Rio de Janeiro, ISSN 1415-4765, 46 f, 2015.

SANTIAGO, D. B., BARROS, H. G. **Heat Islands in the City of Maceió/AL using Orbital Data from Landsat 5**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 9, n. 3, p. 793-803, 2016.

SANTIAGO, D. B.; GOMES, H. B. **Estudo de Ilhas de Calor no Município de Maceió/AL usando Dados Orbitais do Landsat 5**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 9, n. 3, p. 793-803, 2016.

SANTIAGO, D. B.; CORREIA FILHO, W. L. F.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; JUNIOR, C. A. S. **Mathematical Modeling and Use of Orbital Products in the Environmental Degradation of the Araripe Forest in the Brazilian Northeast**. Modeling Earth Systems and Environment, v. 5, p. 1429-1441, 2019.

SANTOS, E. B.; SANTANA, G. F. A. **A influência da temperatura da superfície do mar do oceano Pacífico na precipitação pluvial de Penedo-AL**. Revista Ambientale, v. 1, n. 1, 2013.

SANTOS, S. L.; PARRA-HENAO, G.; SILVA, M. B. C.; AUGUSTO, L. G. S. **Dengue in Brazil and Colombia: a study of knowledge, attitudes, and practices**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 47, n. 6, p. 783-787, 2014.

SANTOS, D. A.; THIBES, R. **Simulações Numéricas de um Modelo de Transmissão de Dengue em Microrregiões do Sudoeste da Bahia (Brasil)**. Tendências em Matemática Aplicada e Computacional, v. 15, n. 3, p. 249-259, 2014.

SANTOS, J. B. **Estudo de correlação entre variáveis meteorológicas e a incidência de casos de dengue em Maceió, Alagoas, Brasil**. 2016. 97 f. Dissertação (Mestre em Meteorologia) – Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

SANTOS, L. S. **Clima urbano e dengue (2000-2012) na cidade de Manaus-AM**. 2016. 181 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

SANTOS, M. C. D. **Detecção e tipagem de arbovírus (Dengue, Zica e Chikungunya) por infravermelho em conjunto com técnicas de análise multivariada.** 2018. 88 f. Dissertação (mestrado em Química) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

SANTOS, L. C. G. B.; SILVA, N. L.; VASCONCELOS, B. M.; FERREIRA, K. B. A. N.; FERREIRA, L. C.; SANTOS, R. F. E. P.; SILVA, L. S. M.; PONTES, A. N. **Perfil epidemiológico do estado de Alagoas relacionado com a arbovirose dengue.** Brazilian Journal of health Review, v. 2, n. 3, p. 1604-1608, 2019.

SANTOS, A.; LOPES, P. M. O.; SILVA, M. V.; JARDIM, A. M. R. F.; MOURA, G. B. A.; FERNANDES, G. S. T.; SILVA, D. A. O.; SILVA, J. L. B.; RODRIGUES, J. A. M.; SILVA, E. A.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F. **Causes and consequences of Seasonal changes in the water flow of the São Francisco river in the semi-arid of Brazil.** Environmental and Sustainability Indicators, v. 1, p. 100084, 2020.

SANTOS, E. M. S. ; CORREIA FILHO, W. L. F. ; GOMES, H. B. ; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; FALCÃO, N. A. M. ; COSTA, M. ; GOIS, G. **Espaço-Temporalidade dos Focos de Calor na Região Metropolitana de Maceió.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 35, n. 1, p. 1029-1043, 2021.

SANTOS, F. S.; GOMES, H. B. ; BARROS, G. V. P.; ALVES, L. E. R.; SILVA, D. F.; COSTA, R. L.; SILVA, F. D. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F. **Análise Sazonal dos Parâmetros Biofísicos Utilizando o Sensor MODIS para o Estado de Alagoas.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 35, n. 1, p. 955-968, 2021.

SARI, S. Y. I.; ADELWIN, Y.; RINAWAN, F. R. **Land Use Changes and Cluster Identification of Dengue Hemorrhagic Fever Cases in Bandung, Indonesia.** Tropical Medicine and Infectious Disease, v. 5, n. 1, p. 70, 2020.

SERRANO, R. M.; LUGO, L. P.; MENDOZA, S. S. **Índices de infestación aérea e identificación de conocimientos, actitudes y prácticas sobre dengue en Ilaerías del Departamento del Atlántico, Colombia.** Revista salud pública, v. 17, n. 5, p. 738-748, 2015.

SILVA, J. S.; MARIANO, Z. F.; SCOPEL, I. **A Influência do Clima Urbano na Proliferação do Mosquito *Aedes Aegypti* em Jataí (GO) na Perspectiva da Geografia Médica.** Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, Hygeia, v. 2, n. 5, p. 33-49, 2007.

SILVA, L. M. B.; FERREIRA, V. F.; SANTOS, S. S.; SILVA, I. J. Crescimento da Dengue em razão do Aquecimento Global. In: Congresso Brasileiro de Enfermagem, 61, 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Saúde, 2009. p. 7344-7346.

SILVA, B. F. P.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V.; PERESETSKY, A.; BRITO, B. M. **Sistemas Sinóticos associados às Precipitações Intensas no Estado de Alagoas.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 26, n. 3, p. 323-338, 2011.

SILVA, E. B.; NÓBREGA, P. R. C. **Dengue: reflexões sobre a incidência da doença no município de Palmares, Pernambuco no pós-enchente (2010,2011)**. Revista J Manag Prim Health Care, v. 3, n. 2, p. 106-113, 2012.

SILVA, J. M. **Detecção Molecular do Vírus dengue em pacientes com a suspeita clínica da doença atendidos em Maceió, alagoas**. 2014. 99 f. Dissertação (Mestre em ciências da Saúde) – Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2014.

SILVA, R. M.; SILVA, A. M.; CHAVES, J. J. S. **Vulnerabilidade Espacial da Dengue e sua Relação com a Variabilidade Termopluiométrica em João Pessoa-PB**. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, Hygeia, v. 10, n.18, p. 177-189, 2014.

SILVA, A. M.; SILVA, R. M.; ALMEIDA, C. A. P.; CHAVES, J. J. S. **Modelagem Geoestatística dos Casos de Dengue e da variação termopluiométrica em João Pessoa, Brasil**. Revista Sociedade & Natureza, v. 27, n. 1, p. 157-169, 2015.

SILVA, F. D.; SANTOS, A. M.; CORRÊA, R. G. C. F.; CALDAS, A. J. M. **Relação temporal entre pluviosidade, temperatura e ocorrência de casos de dengue em São Luís, Maranhão, Brasil**. Revista Ciência & Saúde Coletiva, v. 21, n. 2, p. 641-646, 2016.

SILVA, S. A.; GAMA, J. A. S.; CALLADO, N. H.; SOUZA, V. C. B. **Saneamento básico e saúde pública na Bacia Hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió, Alagoas**. Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, n. 4, p. 699-709, 2017.

SILVA, A. M. V. **A Relação entre Saúde e Turismo: a dengue influenciou a chegada de viajantes nos estados brasileiros?**. 2018. 77 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Economia da Saúde) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

SILVA, C. B. **Diversidade de mosquitos (Diptera: Culicidae) na reserva biológica do Lago Piratuba, Amapá, Amazônia Oriental, Brasil**. 2018. 85 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) – Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Fundação Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2018.

SILVA, M. A. **Casos de Dengue no Estado de Rondônia: Uma Análise de Correspondência e de Agrupamentos**. 2018. 37 f. Monografia (Bacharel em Estatística) - Departamento de Matemática e Estatística, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ji-paraná, 2018.

SILVA, S. A.; CANDEIAS, A. L. B.; GOMES, D. D. M.; SOUZA, W. M. **Variabilidade espaço-temporal da precipitação na Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú (PE/AL)**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 23, p. 453-475, 2018.

SILVA JÚNIOR, R. S.; CARDOSO, B. C. T.; MONTEIRO, H. C. F.; SILVA, E. H. L. **Estudo Avaliativo da Previsão Numérica do Tempo de Curto Prazo para o Município de Maceió/AL, Utilizando o Modelo WRF.** Revista Brasileira de Geografia Física, v.12, n. 6, p. 2121-2140, 2019.

SILVA, E. T. C.; OLINDA, R. A.; PACHÁ, A. S.; COSTA, A. O.; BRITO, A. L.; PEDRAZA, D. F. **Análise espacial da distribuição dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais no estado da Paraíba, Brasil, 2007-2016.** Revista Saúde Debate, v. 44, n. 125, p. 465-477, 2020.

SILVEIRA, B. D. **Dinâmica espaço-temporal da dengue (2007-2017), chikungunya (2015-2017) e zika (2016-2017) no Distrito Federal (DF).** 2019. 97 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2019.

SIQUERIA, I. S.; QUEIROZ, J. C. B.; AMIN, M. M.; CÂMARA, R. K. C. **A Relação da Incidência de Casos de Dengue com a Precipitação na Área Urbana de Belém-PA, 2007 a 2011, Através de Modelos Multivariados de Séries Temporais.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 33, n. 2, p. 380-389, 2018.

SIQUEIRA, A. H. B.; SANTOS, N. A.; CARDOSO, C. S.; SANTOS, W. R. T.; MOLION, L. C. B. **Eventos extremos de precipitação de maio de 2006 sobre Alagoas: uma análise de suas causas e seus impactos.** Revista Ambientale, v.2, n.1, p. 146-153, 2010.

SINGHI, S.; KISSOON, N.; BANSAL, A. **Dengue e dengue hemorrágico: aspectos do manejo na unidade de terapia intensiva.** Jornal de Pediatria, v. 83, n. 2, p. S22-35, 2007.

SODRÉ, G. R. C.; SOUZA FILHO, J. D. C. **Estudo de Caso: Análise Sinótica de um Evento Extremo de Precipitação no Estado de Pernambuco entre os Dias 17 a 19 de Junho de 2010.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 06, n. 01, p. 66-78, 2013.

SOUSA, N. M. N.; DANTAS, R. T.; LIMEIRA, R. C. **Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do dengue, meningite e pneumônia em João Pessoa-PB.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 22, n. 2, p. 183-192, 2007.

SOUZA, J. C. O. **Análise do Evento Climático Extremo Ocorrido na Região Leste de Alagoas: Bacias Hidrográficas dos Rios Mundaú e Paraíba do Meio.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 02, n. 1, p. 377-395, 2011.

SOUZA, A. S. **Incidência de Dengue em uma Região de Tríplice Fronteira Internacional: Determinantes Sociodemográficos.** 2019. 93 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Centro de Educação, Letras e Saúde, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Foz do Iguaçu, 2019.

SOUZA, M. W. O.; SANTOS, F. C.; MARTINS, H. S.; PARENTE, A. T.; COSTA, A. C. L. **A Incidência de Casos de Dengue e sua Relação com a Precipitação nas Mesorregiões de um Estado da Amazônia Brasileira.** International Journal of Development Research, v. 09, n, 11, p. 31624-31631, 2019.

SOUZA, E. O.; COSTA, M. S.; JÚNIOR, J. F. O.; GOIS, G.; MARIANO, G. L.; COSTA, C. E. S.; FILHO, W. L. F. C.; SANTIAGO, D. B. **Estimativa e Espacialização da Erosividade em Mesorregiões Climáticas no Estado de Alagoas.** Revista Brasileira de Meteorologia, Online Ahead of Print, 2020.

SOUZA, E. O.; COSTA, M. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; MARIANO, G. L.; COSTA, C. E. S.; CORREIA FILHO, W. L. F.; SANTIAGO, D. B. **Estimativa e Espacialização da Erosividade em Mesorregiões Climáticas no Estado de Alagoas.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 35, n. 1, p. 769-783, 2021.

STANGANINI, F. N.; LOLLO, J. A. **O crescimento da área urbana da cidade de São Carlos/SP entre os anos de 2010 e 2015: o avanço da degradação ambiental.** Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 10, n.1, p. 118-128, 2018.

SUMAYYAH, A.; FADZLY. N.; ZUHARAH, W. F. **Current observation on Aedes mosquitoes: A survey on implication of dengue infection, human lifestyle and preventive measure among Malaysia resident in urban and sub-urban areas.** Asian Pacific Journal of Tropical Disease, v. 6, n. 11, p. 841–849, 2016.

TAUIL, P. L. **Urbanização e ecologia do dengue.** Revista Caderno Saúde Pública, v. 17, n. 1, p. 99-102, 2001.

TEIXEIRA, T. R. A. **Análise Espacial e temporal da Dengue no contexto Sócio-Ambiental do Município do Rio de Janeiro, 1996-2006.** 2009. 129 f. Dissertação (mestrado em Ciências na área de Saúde Pública)-Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, ENSP, Rio de Janeiro, 2009.

TORRES, M. A. N.; JÚNIOR, A. R. G.; RIBEIRO, P. C.; JUNIOR, J. A. **Análise dos Elementos Climáticos e as Notificações de Dengue em São Luís, Maranhão, Brasil.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 17, 2017, Campinas. **Anais...** Campinas: Geociências, 2017. p. 2217-2227.

TULADHAR, R.; SINGH, A.; VARMA, A.; CHOUDHARY, D.K. **Climatic factors influencing dengue incidence in an epidemic area of Nepal.** BMC Research Notes, v. 12, p. 131, 2019.

VALADARES, A. F.; CARMO FILHO, J. R.; PELUZIO, J. M. **Impacto da dengue em duas principais cidades do Estado do Tocantins: infestação e fator ambiental (2000 a 2010).** Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 22, n. 1, p. 59-66, 2013.

VALLADARES, G. S.; HASSUM, I. C.; ALBUQUERQUE, E. L. S.; SANTOS, A. C. **Influência de Variáveis Ambientais na Ocorrência da Dengue utilizando Geoprocessamento em Teresina, Piauí.** Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, Hygeia, v. 15, n. 34, p. 102–114, 2019.

VIANA, D. V.; ELIANE IGNOTTI, E. **A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática.** Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 16, n. 2, p. 240-56, 2013.

VILA NOVA, F. V. P.; TORRES, M. F. A.; COELHO, M. P. **Uso e ocupação da terra e indicadores ambientais de impactos negativos: baixo curso do Rio São Francisco, Estado de Alagoas, Brasil.** Revista Boletim de Geografia, v. 33, n. 1, p. 1-14, 2015.

VILLAR, J. F. C. **Relação entre as variáveis sociais, econômicas e ambientais com o padrão da distribuição espaço-temporal dos casos de Dengue por município no Brasil: de 2008 até 2012, utilizando o SOM.** 2015. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica) – Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, Universidade de Nova Lisboa, Lisboa, 2015.

WALFISH, S. **A Review of Statistical Outlier Methods.** Pharmaceutical Technology, 2006.

WARD, J. H. **Hierarchical grouping to optimize an objective function.** Journal of the American Statistical Association, v. 58, n. 301, p. 236-244, 1963.

WOLFFENBÜTTEL, A. **O que é? - Índice de Gini.** Revista de Informações e debates do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, v. 1, n. 4, 2004.

XAVIER, R. A.; DORNELLAS, P.C. **Análise do comportamento das chuvas no Município de Arapiraca, Região Agreste de Alagoas.** Geografia, v. 14, n. 2, p. 49-64, 2005.

XAVIER, D. R.; MAGALHÃES, M. A. F. M.; GRACIE, R.; REIS, I. C.; MATOS, V. P.; BARCELLOS, C. **Difusão espaço-tempo do dengue no Município do Rio de Janeiro, Brasil, no período de 2000-2013.** Cadernos de Saúde Pública, v. 33, n. 2, p. e00186615, 2017.

ZHANG, Q.; CHEN, Y.; FU, Y.; LIU, T.; ZHANG, Q.; GUO, P.; MA, W. **Epidemiology of dengue and the effect of seasonal climate variation on its dynamics: a spatio-temporal descriptive analysis in the Chao-Shan area on China's southeastern coast.** BMJ Open, v. 9, p. e024197, 2019.