Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS

A RELAÇÃO CLIMA/TEMPO E DENGUE NO ESPAÇO URBANO DE ARACAJU/SE

The climate/time relationship and dengue in the urban space of Aracaju/SE

La relación clima/tiempo y dengue en el espacio urbano de Aracaju/SE

Fernanda Flores Silva Dos Santos
Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe/UFS
nandaflores-20@hotmail.com

Hélio Mário De Araújo
Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe/UFS
heliomarioaraujo@yahoo.com.br

Resumo: Somado a fatores socioambientais o município de Aracaju possui condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento e consequente proliferação da arbovirose, havendo anos com picos epidêmicos na cidade. Nessa perspectiva, a pesquisa visou analisar a ocorrência dos casos da Dengue no espaço urbano de Aracaju, a partir dos aspectos climáticos, nos anos de alta incidência entre 2000 a 2019. Para cumprimento dos objetivos, utilizou-se como procedimentos metodológicos a realização da taxa de incidência a partir do número de casos confirmados da doença. Além disso, fez-se um levantamento sobre os elementos climáticos de Aracaju no Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, para realização de caracterização dos sistemas atmosféricos atuantes no município de Aracaju, utilizando-se de imagens de satélites GOES disponíveis no site do CPTEC/INPE e de cartas sinóticas diárias do Centro de Hidrografia da Marinha. Constatou-se que em Aracaju o comportamento cíclico da dengue se assemelha com o do país, intercalando entre alta e baixa incidência. Ainda se observou que a disseminação de um novo tipo viral ou o grau de imunidade da população a um sorotipo influencia no surgimento de anos epidêmicos ou não, excluindo somente a configuração climática como fator determinante para ocasionar picos da doença.

Palavras-chave: Arbovirose. Epidemia. Saúde Pública.

Abstract: Added to socio-environmental factors, the municipality of Aracaju has favorable climatic conditions for the development and consequent proliferation of arboviruses, with years with epidemic peaks in the city. From this perspective, the research aimed to analyze the occurrence of Dengue cases in the urban space of Aracaju, from the climatic aspects, in the years of high incidence between 2000 and 2019. To fulfill the objectives, the carrying out of the rate was used as methodological procedures.

incidence based on the number of confirmed cases of the disease. In addition, a survey was carried out on the climatic elements of Aracaju at the National Institute of Meteorology - INMET, to characterize the atmospheric systems operating in the municipality of Aracaju, using GOES satellite images available on the CPTEC/INPE website. and daily synoptic charts of the Navy Hydrography Center. It was found that in Aracaju the cyclical behavior of dengue is similar to that of the country, alternating between high and low incidence. It was also observed that the spread of a new viral type or the degree of immunity of the population to a serotype influences the emergence of epidemic years or not, excluding only the climatic configuration as a determining factor to cause peaks of the disease.

Keywords: Arbovirus. Epidemic. Public health.

Resumen: Sumado a los factores socioambientales, el municipio de Aracaju posee condiciones climáticas favorables para el desarrollo y consecuente proliferación de arbovirus, con años de picos epidémicos en la ciudad. Desde esta perspectiva, la investigación tuvo como objetivo analizar la ocurrencia de casos de Dengue en el espacio urbano de Aracaju, a partir de los aspectos climáticos, en los años de alta incidencia entre 2000 y 2019. Para el cumplimiento de los objetivos, se utilizó la realización de la tasa como procedimientos metodológicos incidencia en función del número de casos confirmados de la enfermedad. Además, se realizó un relevamiento de los elementos climáticos de Aracaju en el Instituto Nacional de Meteorología - INMET, para caracterizar los sistemas atmosféricos que operan en el municipio de Aracaju, utilizando imágenes del satélite GOES disponibles en el sitio web del CPTEC/INPE y sinópticos diarios. cartas del Centro de Hidrografía de la Armada. Se encontró que en Aracaju el comportamiento cíclico del dengue es similar al del país, alternando entre alta y baja incidencia. También se observó que la propagación de un nuevo tipo viral o el grado de inmunidad de la población a un serotipo influye en la aparición o no de años epidémicos, excluyendo únicamente la configuración climática como factor determinante para provocar picos de la enfermedad.

Palabras clave: Arbovirus. Epidemia. Salud pública.

Submetido em: 02/08/2022
Aceito para publicação em: 23/10/2022
Publicado em: 23/11/2022

1. INTRODUÇÃO

Diversas pesquisas no Brasil têm demonstrado a relação entre as variações da dinâmica atmosférica e seus efeitos sobre a saúde humana (SILVA et al, 2021; SOUSA, ABREU, OLIVEIRA-JUNIOR, 2021; OLIVEIRA-JUNIOR et al, 2019). A presença das doenças transmitidas por vetores reflete a forte dependência da incidência delas com as condições climáticas, destacando-se as doenças tropicais mais comuns no Brasil, dentre elas a dengue (QUEIROZ et al., 2020).

A dengue é um dos principais problemas de saúde pública do mundo, sendo marcante no cenário epidemiológico nacional, seguido da complexidade na organização de serviços de saúde que tratam desse problema (CAVALCANTE et al., 2011, p. 287).

Como principal vetor da dengue em escala global, o *Aedes aegypti* é o responsável pelo ciclo urbano endêmico/epidêmico. Esse mosquito também transmite o agente etiológico da febre amarela urbana, o vírus amarílico da família *Flaviviridae* (CATÃO 2012, p. 35).

A dengue é hoje a arbovirose mais importante do mundo e entre as doenças reemergentes é a que constitui problema mais grave de saúde pública, sendo sua etiologia e mecanismos de transmissão bem conhecidos. O seu espectro clínico é muito amplo, com variações de formas assintomáticas ou oligosintomáticas até formas graves e letais (TAUIL 2002, p. 868).

Torna-se importante frisar que, os países tropicais, especialmente, concernem condições ambientais adequadas para a disseminação de vetores, mas não somente devido ao clima, conforme estabelece Mendonça (2005), pois, embora a influência das variáveis climáticas sobre algumas doenças reemergentes deva ser considerada, ao clima não deve ser creditado toda a causa de incidência das doenças tropicais.

Apesar de ser uma conjunção de fatores socioambientais, demográficos, econômicos e políticos como: intensificação da pobreza, deficiências de saúde pública e intensa urbanização nas cidades que culminam no complexo processo de saúde-doença dessa zona planetária, a análise da variabilidade climática e a incidência das doenças tropicais se faz interessante, visto que os ritmos de tempo demonstram efeitos sobre a morbidade e mortalidade de uma ampla gama de enfermidades.

Destarte, a associação entre os elementos climáticos e demais fatores inerentes a ineficácia de políticas públicas favorece o desenvolvimento de doenças tropicais negligenciadas, culminando em situações de endemia e epidemias (ROSEGHINI, 2013).

A cidade de Aracaju já apresentou anos epidêmicos quanto ao arbovírus da dengue e possui um clima que varia do úmido ao subúmido, com um regime pluviométrico definido por um período seco de primavera-verão e chuvoso de outono-inverno e com média de temperaturas anuais elevadas, além de possuir estados de tempo geralmente bons e secos, que por vezes, perdem a estabilidade devido a interferência dos sistemas meteorológicos atuantes como a Frente Polar Atlântica (FPA) e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) - (ARAÚJO, 2010).

É sabido que estas condições climáticas naturais associadas a demais aspectos socioambientais acabam propiciando o desenvolvimento de um clima urbano satisfatório para a proliferação da dengue, cujas condições acarretam malefícios para a saúde da população aracajuana.

Logo, se faz necessária a realização de estudos que relacionem os elementos climáticos e as doenças tropicais, buscando compreender a influência dos ritmos de tempo sobre a saúde dos aracajuanos, visto que as diferentes temperaturas, umidade e volume de chuvas, podem impactar no ciclo de vida dos vetores e portanto, na incidência das doenças. Nessa perspectiva, sabendo da importância dos diversos fatores socioambientais, porém sem desmerecê-los, a pesquisa visou analisar a ocorrência dos casos da Dengue no espaço urbano de Aracaju, a partir dos aspectos climáticos, nos anos classificados com alta incidência entre 2000 a 2019.

2. METODOLOGIA

O município de Aracaju abrange uma área de 182,163 km², com população total estimada em 672.614 habitantes (IBGE, 2021). Limita-se ao norte com o rio do Sal que o separa do município de Nossa Senhora do Socorro; na extremidade sul limita-se com o rio Vaza Barris; a oeste, com os municípios de São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro e a Leste com o rio Sergipe e Oceano Atlântico (ARAÚJO, 2006).

Figura 1 - Aracaju - localização geográfica no estado de Sergipe, 2020.



Fonte: IBGE, 2010.

Em Aracaju predomina clima subúmido com características semelhantes ao clima mediterrâneo, pois, apresenta um regime seco de primavera/verão e chuvoso de outono/inverno. Resulta das interações de atuação dos sistemas meteorológicos, que se relacionam com outros fatores locais, como a posição geográfica litorânea, em latitude tropical (CARVALHO et al, 2016, p. 1433).

No período de 1961-2010, a temperatura apresentou média anual por volta dos 27ºC, com temperaturas médias mínima de 22ºC e máxima de 31ºC. A umidade relativa mensal esteve acima dos 70% e os meses de abril a agosto foram os mais chuvosos, contribuindo para os índices pluviométricos anuais elevados variando entre 1500 a 2000 mm.

Evidências comprovadas cientificamente mostram que a temperatura externa possui influência na quantidade populacional, atividade hematófaga da fêmea e longevidade do mosquito da dengue (SANTOS JUNIOR e SILVA, 2019; GREGÓRIO, 2018; AJUZ e VESTANA, 2014). E são em condições climáticas ambientais adequadas (temperatura e umidade) que as fêmeas conseguem depositar os seus ovos sem muitos esforços, propiciando o desenvolvimento da espécie nos estágios de larvas, pupas e mosquitos. Facilitando, assim, a

longevidade média do *Aedes*, que em média dura de 30 a 35 dias. A combinação de umidade e calor influência, ainda, nos hábitos alimentares e de atração entre os mosquitos (PEREIRA, 2016; GOMES, 2011).

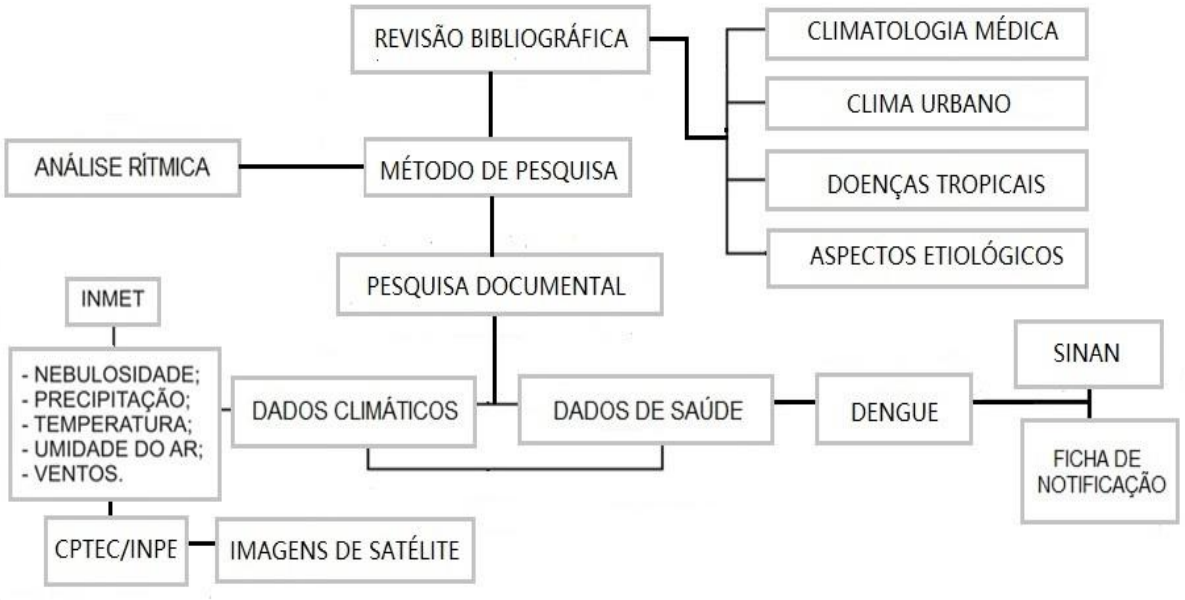
A alta umidade relativa do ar, é uma condição considerada favorável a um aporte maior no número de criadouros disponíveis e consequentemente excelente para o desenvolvimento do vetor da dengue, sendo um fator encontrado em estudos, com uma relação significativa nos casos da patologia, principalmente quando acima de 70% (BARACHO, 2014; MAGALHAES e ZANELLA, 2015; ALMEIDA, 2021).

Nesse contexto, fica perceptível que o município de Aracaju possui as condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento e consequente proliferação da arbovirose.

2.1. Procedimentos Metodológicos

Utilizou-se o modelo de Análise Rítmica desenvolvido por Monteiro (1976), para uma investigação climatológica do espaço urbano de Aracaju, onde os dados climáticos foram devidamente correlacionados com os dados de saúde para análise e interpretação da patologia. A figura 2 apresenta o fluxograma com os principais aspectos metodológicos, detalhados abaixo.

Figura 2 – Fluxograma de delineamento metodológico.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Assim, a coleta de dados da pesquisa realizou-se no âmbito dos elementos climáticos e da saúde. A investigação ocorreu em dois momentos: Revisão bibliográfica (etapa I) e a pesquisa documental (etapa II). A primeira etapa, consistiu na consulta de livros, artigos, teses, dissertações, periódicos e outros documentos disponíveis em meios eletrônicos ou em acervos públicos, abrangendo os temas Climatologia Médica, Doenças tropicais, Clima Urbano e Aspectos etiológicos da Dengue, tomando por base as ideias de Monteiro (1976), Aleixo (2012), Lacaz (1972), e outros especialistas importantes que direta e/ou indiretamente contribuíram para desenvolvimento das investigações.

Na segunda etapa, fez-se um levantamento sobre os elementos climáticos de Aracaju no Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, no período estudado, caracterizando os sistemas atmosféricos atuantes no município de Aracaju, utilizando-se de imagens de satélites GOES disponíveis no site do CPTEC/INPE para o mesmo período e de cartas sinóticas diárias do Centro de Hidrografia da Marinha. Utilizou-se os dados diários da estação meteorológica em Aracaju (OMM: 83096, Latitude - 10,95ºS; Longitude - 37,04ºW, que se encontra próximo ao litoral leste sergipano, sendo convencional, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e vinculada à Organização Mundial de Meteorologia (OMM) (FILHO, ALVES e SANTOS, 2017).

Após a coleta dos dados climáticos elaborou-se as figuras de análise rítmica contemplando os meses com analises diárias dos anos investigados considerados significativos e relevantes. E a partir das informações coletadas por meio do acesso as fichas de notificação, elaborou-se tabelas, figuras e mapas temáticos dos dados provenientes do SINAN acerca das doenças, a fim de confrontar os resultados obtidos a partir de um cruzamento de dados, facilitando assim, a análise dos resultados.

Dados das referidas enfermidades referente a quantidade de casos confirmados, em ambas as décadas, foram organizadas em tabelas, contemplando informações acerca de quais estações do ano os casos das doenças se destacaram e quais meses de cada ano estudado foram significativos para análise nesta pesquisa.

Os dados referentes a saúde pública foram obtidos na Secretaria Municipal de Saúde de Aracaju a partir do Sistema de Notificação de Agravos (SINAN). Para este estudo, não foram considerados os casos brancos, ignorados e descartados das fichas de notificação de dengue, apenas os confirmados identificados na classificação final e critério de confirmação.

Para verificar a disposição anual de casos confirmados de doença levando em consideração a população do município de Aracaju, empregou-se o cálculo da Taxa Anual de Incidência conforme metodologia indicada pelo Ministério da Saúde, utilizando-se a seguinte equação:

$$I = \frac{\text{Número de casos novos}}{\text{População exposta ao risco}} \times 10^{(n)}$$

No qual, os parâmetros epidemiológicos classificam como baixa incidência (< 100 casos por 100.000 habitantes), média incidência (entre 100 e 300 casos por 100.000 habitantes) e alta incidência (> 300 casos por 100.000 habitantes) (MOURA & ROCHA, 2012).

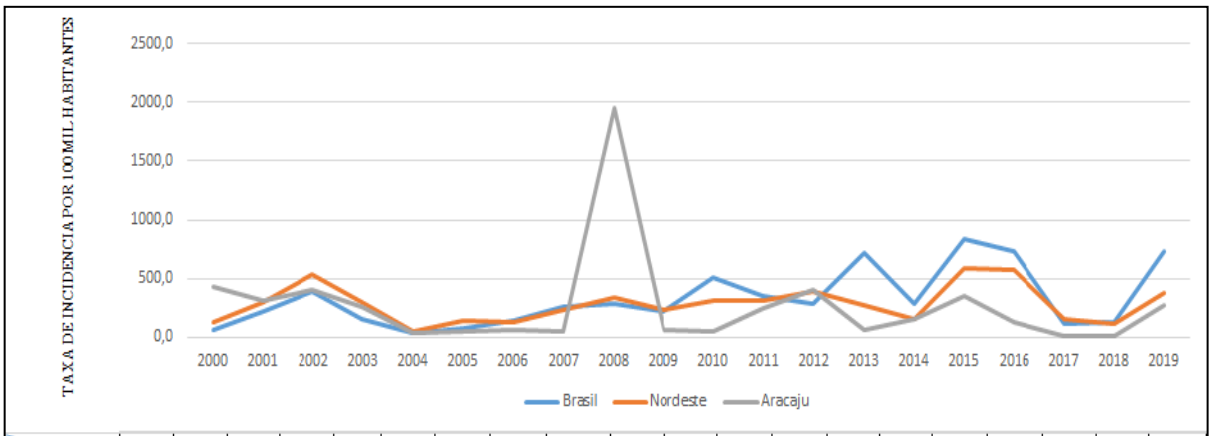
Após a tabulação, as informações foram analisadas e interpretadas confrontando os dados dos elementos climáticos com o da arbovirose, verificando a influência deste sobre a saúde da população. Analisou-se, ainda, se houve aumento, redução ou regularidade nos tempos mais secos ou chuvosos da ocorrência da dengue, procurando perceber o padrão da patologia a partir da influência climática.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incidência de dengue no município de Aracaju seguiu um comportamento cíclico observado no Brasil, com períodos de latência e surtos. Observa-se na Figura 3 que Aracaju apresentou altas taxas de incidência nos anos 2000, 2001, 2002, 2008, 2012 e 2015, geralmente decorrentes da circulação de novos sorotipos ou existência de outros vírus com sintomas similares.

Em relação aos períodos de baixa incidência, alguns autores sugerem que estes períodos podem resultar da diminuição da susceptibilidade da população a algum sorotipo de vírus circulante e não sendo somente reflexo das ações de combate à dengue existentes e atuantes nas cidades (BOHM et al, 2016; TEIXEIRA e MEDRONHO 2008; TEIXEIRA et al, 2005).

Figura 3 - Taxa de incidência de casos de dengue por 100 mil habitantes no Brasil, na região Nordeste e em Aracaju, no período de 2000 a 2019.



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Brasil	64,0	221,3	392,9	153,5	39,7	81,7	140,9	264,8	291,3	215,1	501,9	347,5	289,8	717,8	291,1	830,3	736,3	116,9	127,5	732,5
Nordeste	128,0	303,1	533,5	296,5	43,7	146,1	131,7	237,7	335,8	235,1	311,9	317,8	391,6	265,5	160,0	581,2	572,2	147,9	116,9	374,2
Aracaju	427,2	316,0	397,0	257,4	32,3	51,5	68,4	47,0	1948,8	57,7	45,0	247,7	403,9	56,4	148,6	353,0	121,4	16,0	8,6	267,8
Classificação Aracaju	Alta	Alta	Alta	Média	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta	Média	Baixa	Baixa	Média

Fonte: DATASUS, 2012; SMS, 2019; IBGE, 2000; IBGE, 2010; FIOCRUZ, 2020. Elaborado pelos autores (2022).

De acordo com o Ministério da Saúde (2009) entre os anos de 1990 e 2000, várias epidemias foram registradas, sobretudo nos grandes centros urbanos do Nordeste e Sudeste, regiões responsáveis pela maior parte dos casos notificados. Em Aracaju percebe-se a permanência dessa grande incidência até o ano 2002, acompanhando o ritmo de elevação de casos no país que estiveram associadas à detecção do sorotipo 3, responsável pela epidemia nacional naquele ano.

Novo aumento de incidência nacional, regional e municipal ocorreu em 2008, apresentando o maior quadro epidêmico da cidade com uma taxa de 1.948,8 por 100 mil habitantes. Dados do Ministério da Saúde sobre dengue em 2008 revela que foram detectadas circulação viral de DENV-2 e DENV-3 no estado de Sergipe (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009). O município de Aracaju, nesse contexto, como afirmam Hipólito e Araújo, 2019), registrou surtos e altas ocorrências patológicas do DENV-2 em 2008. Para Teixeira *et al* (2008), a substituição do DENV-3 pelo DENV-2 no país foi responsável pelas epidemias em diversos Estados brasileiros com um deslocamento de casos graves para menores de 15 anos.

Em 2012, todas as regiões apresentaram redução na transmissão da doença, no entanto algumas unidades federadas como Sergipe exibiram aumento na incidência, estando as maiores taxas registradas nas regiões Nordeste e Centro-Oeste do país (BOHM, 2016). Os

intensos casos de dengue na capital aracajuana contribuíram para que as taxas no estado de Sergipe se tornassem elevadas, alcançando o patamar de 403,9 por 100 mil habitantes. Nessa época havia o predomínio da circulação do sorotipo DENV-1 e DENV-4 no país, embora o primeiro deles não circulasse em Aracaju há dez anos, enquanto o segundo sorotipo como novo vírus tenha sido detectado na capital (VASCONCELOS, 2012; FONTENELE, 2012).

Tabela 01 - Aracaju, Ocorrência mensal dos casos de Dengue dos anos com alta incidência.

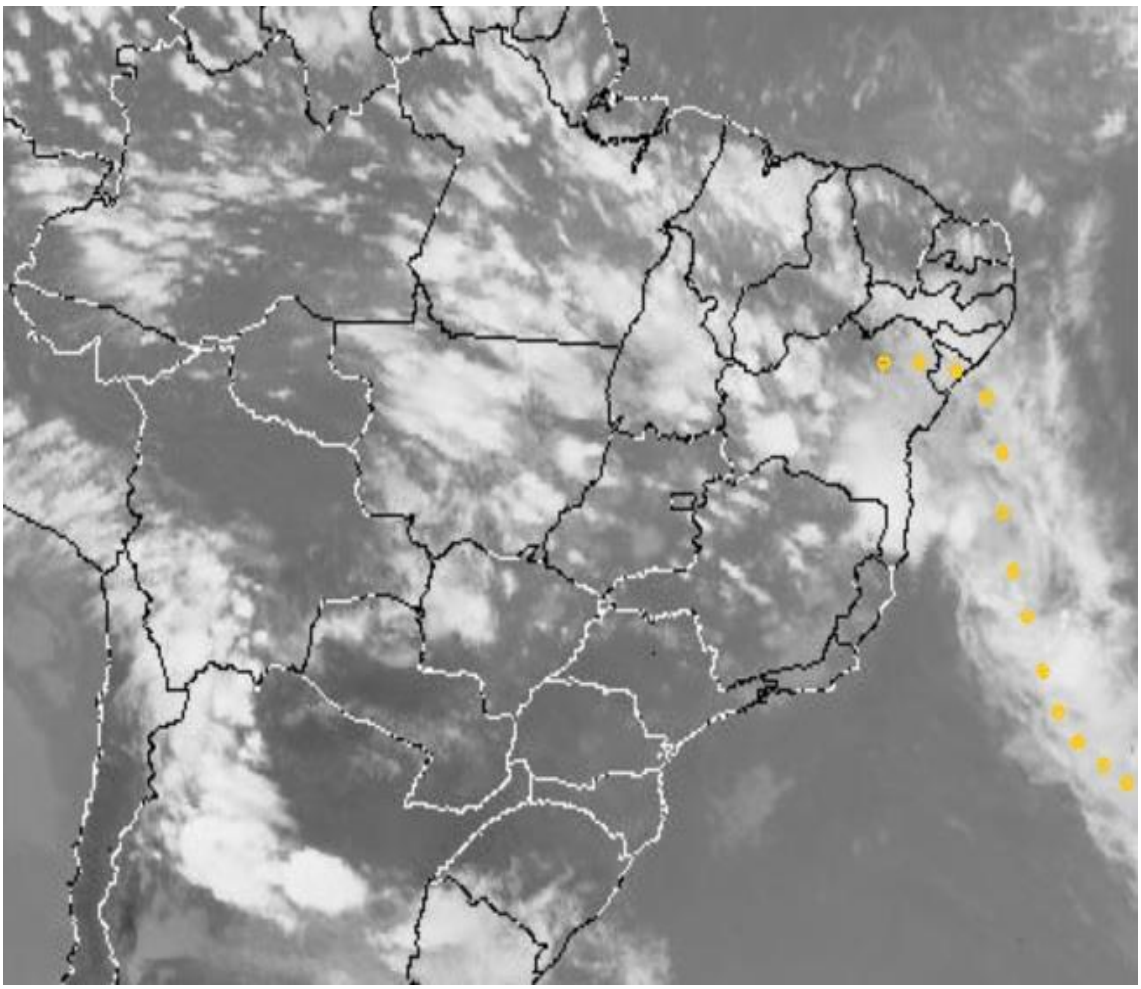
Ano/Mês	2000	2001	2002	2008	2012	2015	Total Mensal
Janeiro	420	80	102	138	186	169	1095
Fevereiro	393	100	169	156	267	237	1322
Março	289	165	290	948	331	457	2480
Abril	156	178	326	4476	553	376	6065
Maio	208	445	270	3683	451	190	5247
Junho	85	258	207	897	204	55	1706
Julho	158	127	198	102	166	45	796
Agosto	109	92	134	20	98	59	512
Setembro	45	15	53	11	56	88	268
Outubro	11	8	65	6	36	111	237
Novembro	45	9	52	14	17	276	413
Dezembro	8	4	16	10	9	171	218
TOTAL ANUAL	**1.927**	**1.481**	**1.882**	**10.461**	**2.374**	**2.234**	-

Verão Outono Inverno Primavera

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Aracaju (2019). Elaborado pelos autores (2022).

O ano 2000 apresentou uma peculiaridade com expressividade dos casos nos meses de janeiro, fevereiro e março, fora do período habitual. No período primavera/verão geralmente as precipitações são mais escassas, porém, neste ano, verificou-se a ocorrência de índices pluviométricos mais elevados muito acima do esperado pela atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS no dia 21 de janeiro, chegando a provocar chuvas totais de 43 mm em 24 horas no município de Aracaju, culminando, provavelmente, com o surgimento dos casos de dengue (Figura 4).

Figura 4 - Atuação da ZCAS sobre Aracaju/SE - 21/01/2000.



Fonte: CPTEC/INPE, 2021. Imagem do dia 21/01/2000, GOES 8 - canal IR, com a linha tracejada amarela indicando a ZCAS.

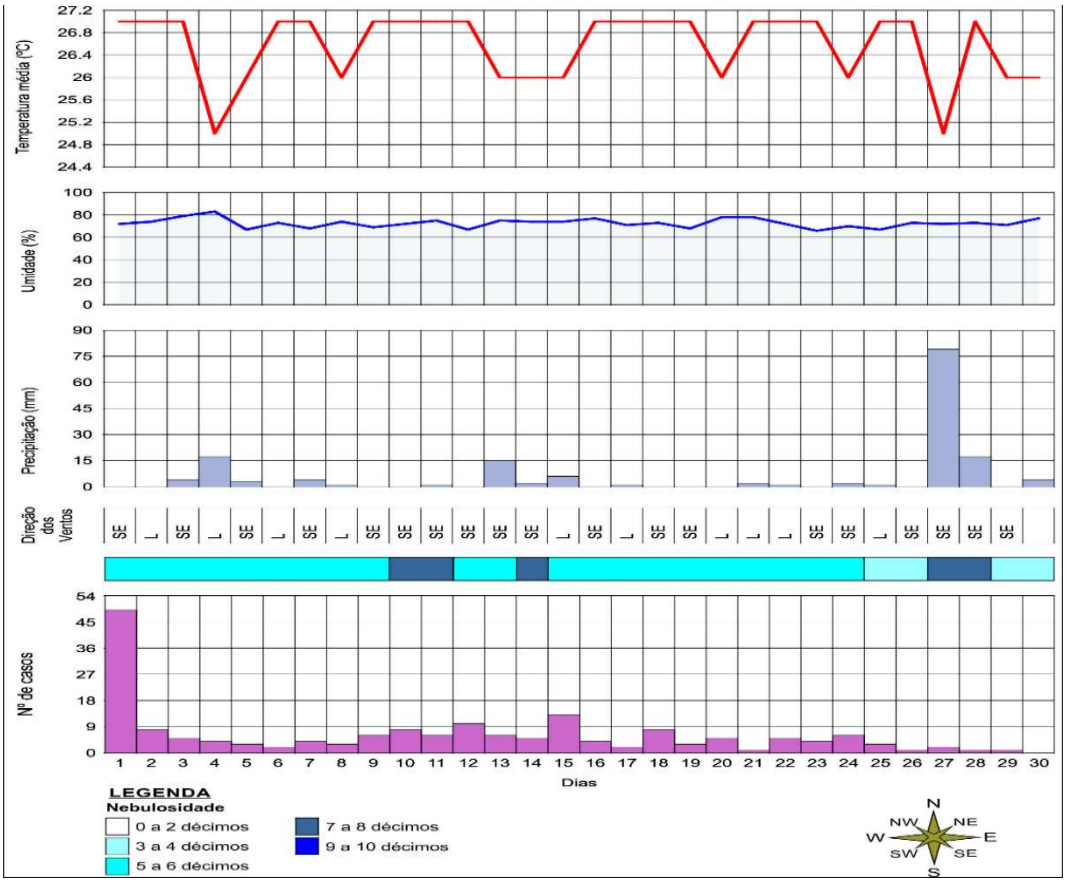
Conforme salientou Pereira (2018), essa extensa faixa de nebulosidade está associada a atuação da ZCAS sobre o Sudeste do Brasil. Geralmente quando esse sistema meteorológico se desloca na direção norte atinge o sul da Zona da Mata, não sendo, por isso, tão frequente sua atuação no município de Aracaju. A sua ação ocasional sobre o município nem sempre é capaz de gerar consideráveis volumes de chuva. O segundo evento provocado por esse centro de ação em 2000 ocorreu entre os dias 10 e 14 de março sem ocasionar pluviosidade significativa.

Em 2001 os casos começaram a aumentar no mês de março com as chuvas de verão. A média mensal pluviométrica se tornou mais elevada a partir do mês de abril com índices aproximados de 170,3 mm possibilitando maior acúmulo de água nos criadouros da dengue, resultando na explosão de casos no mês de maio. De acordo com a analise rítmica, os acumulados diários de chuva ocorreram na segunda quinzena de abril, influenciados pelo

posicionamento da ZCIT mais ao sul da linha do Equador, contribuindo para o aumento de chuvas entre os meses de janeiro a abril.

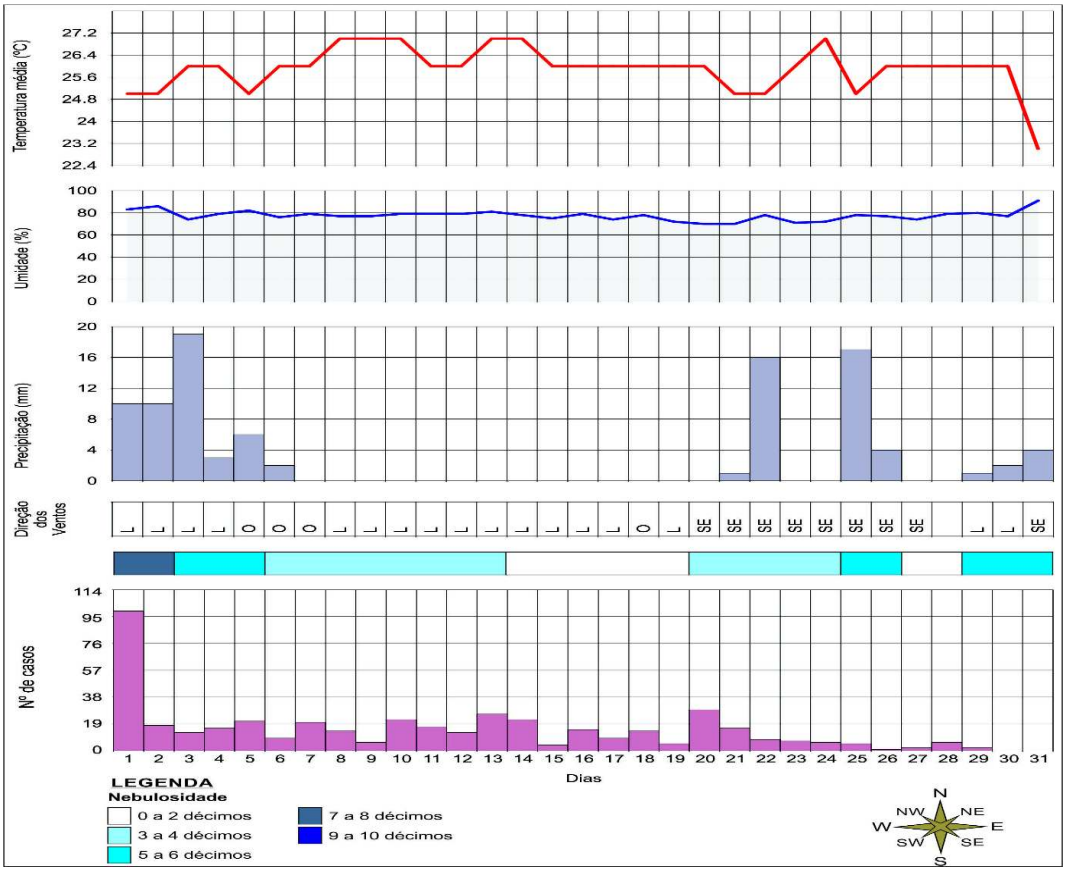
No dia 27/04/01 registrou-se em Aracaju manifestação de evento pluvial extremo atingindo 79,2 mm nas 24 horas (PINTO e BRAZIL, 2016; DUARTE et al, 2021). A concentração de chuvas, sem dúvida, repercutiu no número de casos da dengue na primeira quinzena de maio (Figura 5). A temperatura máxima variou em torno de 28ºC a 29,5ºC, com umidade relativa do ar mínima de 73% a um pouco mais de 80% até o dia 07 do mês de maio, perfeitamente favorável ao ciclo da dengue (figura 6). Além da influência da temperatura na dinâmica de vida do mosquito, estudos comprovam que a umidade relativa com médias acima de 70% colabora para uma melhor proliferação do Aedes Aegypti (COSTA e SILVA, 2013; LUCIO et al, 2013; SOUZA, 2018).

Figura 5 - Aracaju, Análises Rítmicas do mês de abril do ano de 2001.



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Figura 6 - Aracaju, Análises Rítmicas do mês de maio do ano de 2001.



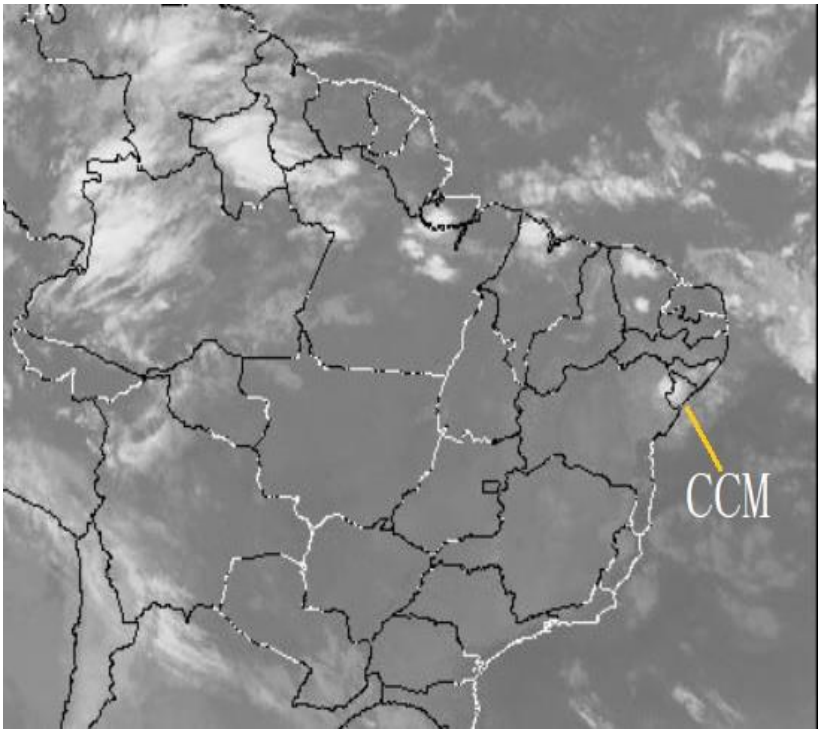
Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Frisa-se que as fortes chuvas incidentes sobre Aracaju no dia 27 de abril foram motivadas pela atuação do Complexo Convectivo de Mesoescala – CCM. Os impactos pluviais resultaram em transtornos para algumas atividades humanas, principalmente entre as 0h e às 9h do dia.

Formado por nuvens cumulonimbos (cb), os CCMs geram grandes precipitações quando alimentados pela umidade local ou se as nuvens saturadas e em deslocamento atingirem determinada localidade. Caso contrário, ele passa causando pouca chuva (BALDASSO e AHLERT, 2011).

Além disso, Pereira (2018) aponta que este conjunto de nuvens, durante o verão, outono e inverno (janeiro a agosto), podem durar entre 10 e 20 horas ou mais, e em geral atuam durante o período noturno sobre o Oceano Atlântico sul, próximo a costa, de modo que os principais responsáveis pela formação de tais complexos, são a pressão atmosférica e o forte aquecimento superficial. (Figura 7).

Figura 7 - Banda de nebulosidade por formação de CCM - 27/04/2001.



Fonte: CPTEC/INPE (2021). Elaborado pelos autores (2022) - Destaque da atuação de um Complexo Convectivo de Mesoescala sobre Sergipe. Góes 8, banda infravermelha.

No ano de 2002, o mês de janeiro já iniciou chuvoso com 169,20 mm mensal e com perceptível aumento de casos de dengue no mês de fevereiro, mantendo-se constante até a estação de transição outono/inverno. As temperaturas máximas acima de 25ºC e umidade acima de 73% foram constantes neste período, possibilitando uma condição climática favorável a manutenção do ciclo da dengue.

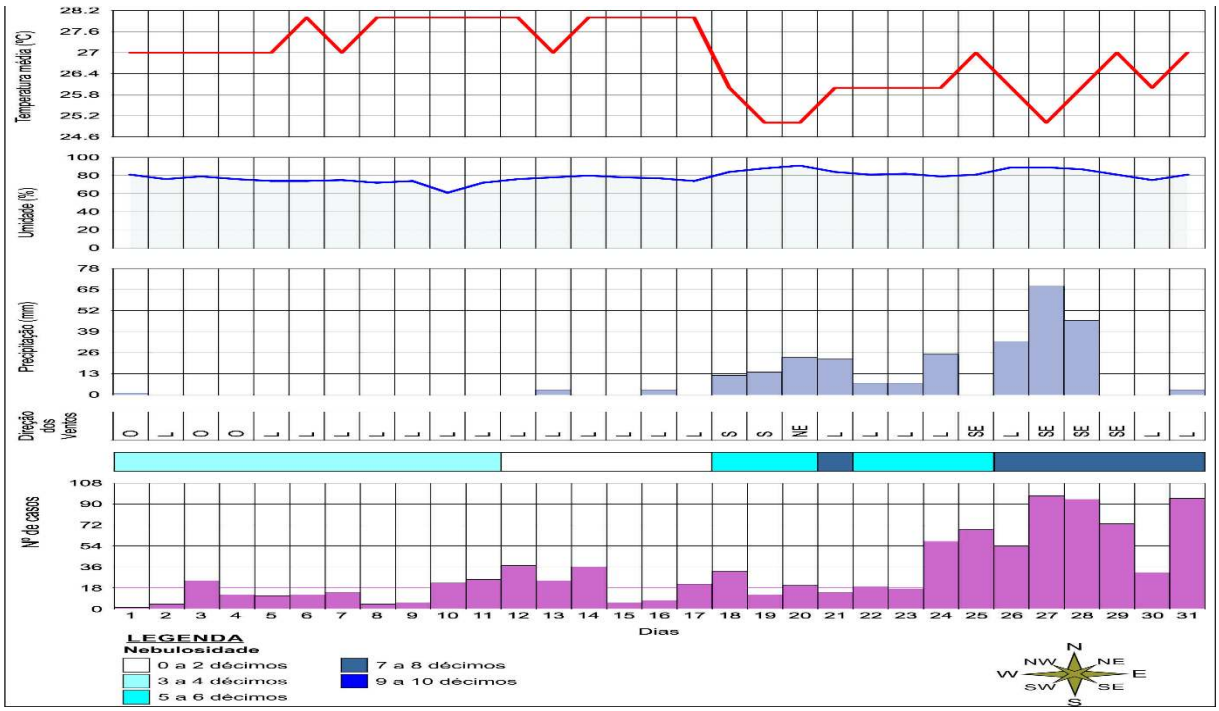
Em 2008, considerado epidêmico em Aracaju, verificou-se expressiva quantidade de casos de dengue, totalizando 10.461 confirmações. As chuvas foram concentradas entre os meses de fevereiro a julho, observando-se em março início de um pico epidêmico com decréscimo perceptível a partir de agosto. No Brasil, o cenário típico de ocorrência da dengue inicia nos primeiros meses do ano até junho. Os casos não enquadrados nesse período são considerados suspeitos ou atípicos (BRASIL, 2016). De acordo com Teixeira et al (2005) o decréscimo observável da incidência da dengue retrata a sazonalidade da doença no Brasil, uma vez que a redução da densidade da população de vetores entre julho e outubro se dá em função da queda de temperatura e umidade nestes meses, particularmente na Região Nordeste. Ou seja, a maior circulação viral está, neste caso, relacionada aos elementos

climáticos, conforme comprovou Cunha e Bohland (2012), quando retratou a epidemia de 2008 em Aracaju.

Neste ano epidêmico de 2008, o mês de março mostrou-se chuvoso no lapso temporal de estudo chegando a concentrar 272,5 mm. Apesar desse volume considerável de chuva, os meses de abril e maio estiveram entre os mais favoráveis a ocorrência da dengue apresentando quantidades de casos significativas com 4.476 e 3.683 confirmações respectivas de enfermos, (Tabela 1). Além disso, observa-se que em março o aumento dos casos ocorreu a partir da segunda quinzena, devido as constantes chuvas, com aumento da umidade do ar a partir do dia 18/03/08 que permeou até o final do mês entre 75% e 91,5%, e reduções varáveis da temperatura entre 25Cº e 27Cº (Figura 8).

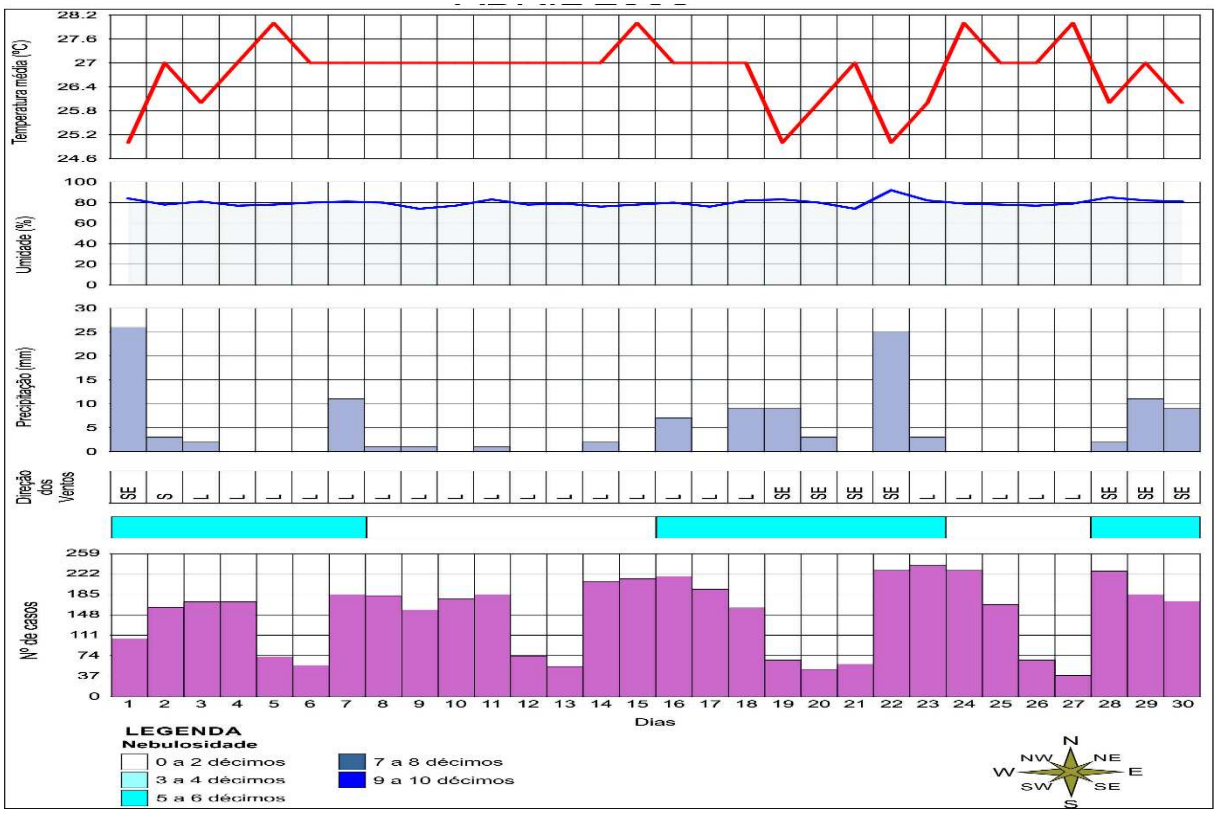
Em abril as chuvas foram bem distribuídas ao longo do mês, com picos de elevação da doença no decorrer das precipitações. As temperaturas médias diárias foram maiores que o do mês anterior, oscilando entre 25Cº e 28Cº. Em maio, o volume das chuvas não significou necessariamente a elevação da enfermidade, mas as ocorrências delas ao longo do mês foram suficientes para manutenção da circulação viral. Os elevados índices climáticos do trimestre certamente contribuíram para a perpetuação do mosquito, conforme demonstra a analise rítmica (figuras 8, 9 e 10).

Figura 8 - Aracaju, Análise Rítmica do mês de março do ano de 2008.



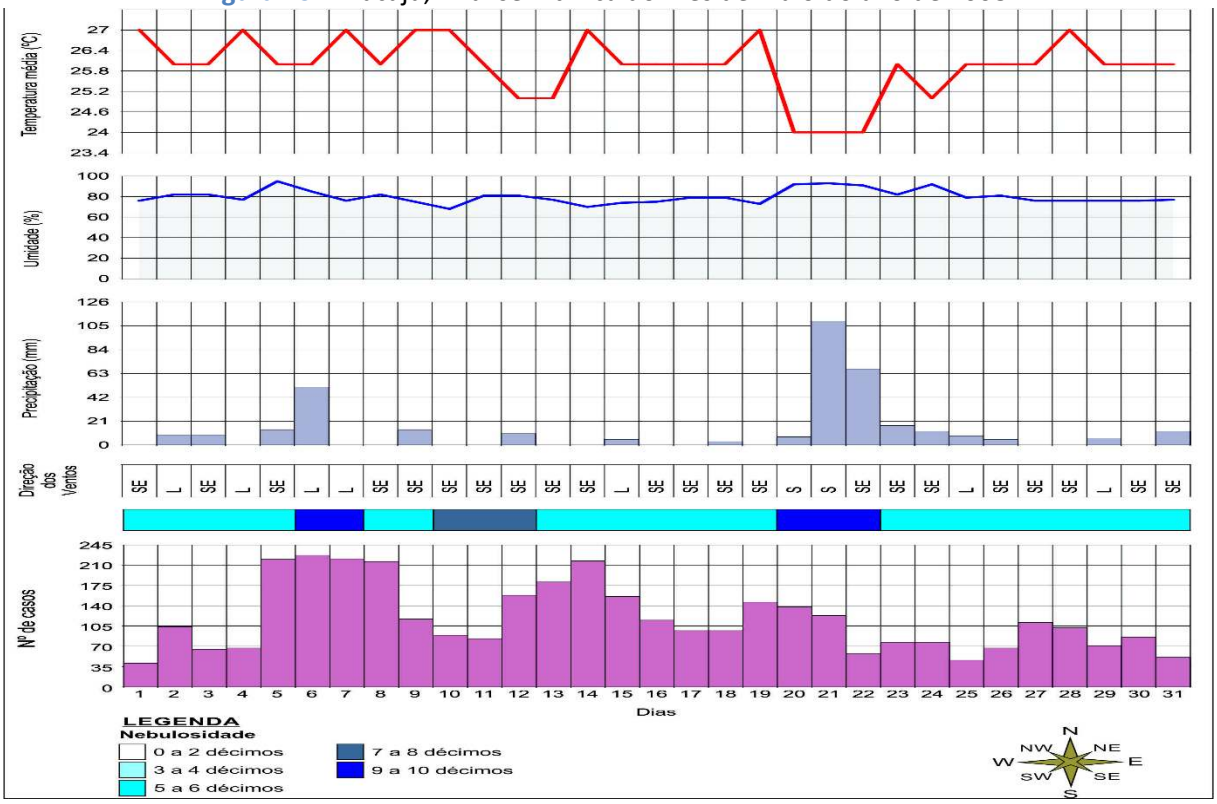
Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

Figura 9 - Aracaju, Análise Rítmica do mês de abril do ano de 2008.



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

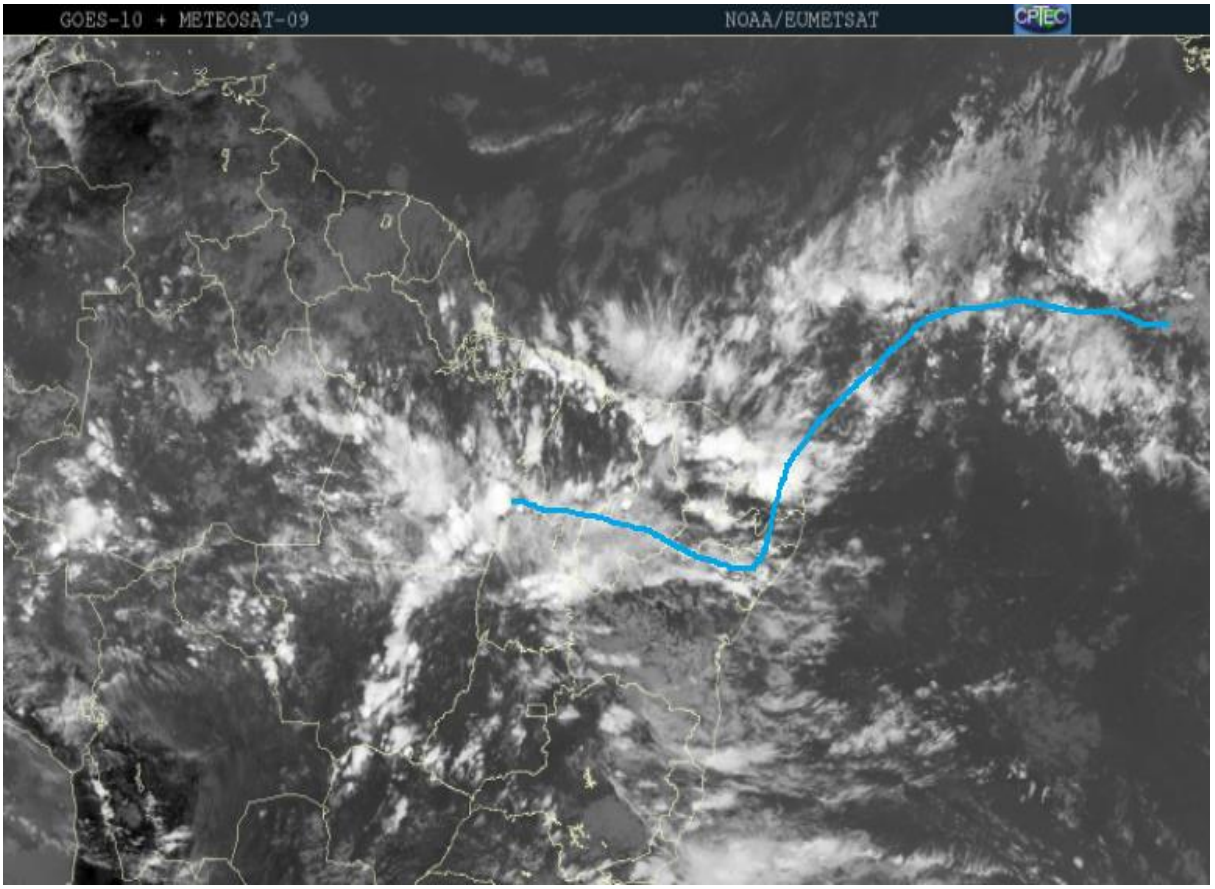
Figura 10 - Aracaju, Análise Rítmica do mês de maio do ano de 2008.



Fonte: INMET (2019). Elaborado pelos autores (2022).

É importante ressaltar que, a intensidade pluviométrica registrada nos meses de março, abril e maio segundo o CPTEC/INPE, se deu devido à tendência de continuidade do fenômeno La Niña sobre os setores central e oeste do Pacífico Equatorial, associada às condições oceânicas e atmosféricas no Atlântico que repercutiram variações em escala global. Em grande parte do Nordeste a atuação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, sobre a faixa equatorial do Atlântico foi um elemento responsável pelas fortes chuvas acima da normal climatológica nesta região (Figura 11).

Figura 11 - Faixa de nebulosidade associada a ZCIT sobre Sergipe.



Fonte: CPTEC/INPE, 2021 - Linha azul destacando a ZCIT e nebulosidade associada a mesma em 26.03.2008, ocasionando chuvas em Aracaju. Imagem GOES10 + METEOSAT 9, banda IR. Elaborado pelos autores (2022).

Os dados igualmente revelam alta taxa de incidência da dengue em 2012. Embora no primeiro trimestre, o total pluviométrico tenha ocorrido dentro da normal climatológica para o verão, os casos da dengue haviam demonstrado alta no mês de fevereiro. Curiosamente, os casos foram aumentando progressivamente e no mês de abril chegaram a totalizar 553 confirmações. Em contrapartida, as chuvas ocorreram abaixo da média histórica na maior parte do Brasil, inclusive em Aracaju, com apenas 24,5 mm de total mensal. Segundo o

CPTEC/INPE (2021) anomalias positivas observadas nas camadas subsuperficiais no setor leste do Pacífico sinalizaram uma transição entre as fases fria e quente do fenômeno El Niño (ENOS) e as oscilações oceânicas contribuíram para a diminuição das chuvas, em particular sobre o Nordeste do Brasil, durante a primeira quinzena de abril. Situações que tais demonstram que somente o fator climático não responde isoladamente a intensa propagação da enfermidade, uma vez que a circulação do sorotipo DENV-1 e detecção do DENV-4 neste ano, foram decisivos para a grande circulação viral na capital.

Em 2015, também endêmico, ocorreram as maiores precipitações pluviométricas no período de maio a julho, embora no primeiro trimestre, considerado seco, se observasse considerável proliferação da enfermidade. Tais meses iniciais de verão sinalizando crescimento progressivo dos casos, não apresentaram quantidade expressiva de chuvas durante o mês, e nem se verificou manifestações de eventos pluviais extremos de 24h no primeiro trimestre. Neste caso, outras variáveis devem ser consideradas a fim de explicar os picos da dengue nestes meses iniciais, até mesmo pelo surgimento de novos vírus transmitidos também pelo Aedes Aegypti, como o Zica, que segundo Sergipe (2017) esteve em circulação no Estado desde o início de 2015, quando houve uma epidemia de doença exantemática[1]. Outro mês em que as notificações da dengue demonstraram um comportamento atípico de alta de casos fora do período sazonal, foi novembro de 2015. Neste mesmo período o vírus da febre de Chikungunya também obteve picos e certamente os casos iniciais foram notificados como dengue devido à similaridade dos sintomas.

Diante deste panorama, os resultados mostram que em alguns anos, inclusive de epidemia como 2012 e 2015 não houveram proporcionalidade entre alguns índices pluviométricos mensais com a alta nas confirmações da dengue, demonstrando que, apesar de grande parte dos casos ocorrerem dentro da sazonalidade da doença, a circulação dos sorotipos foi um fator importante para o aumento da enfermidade fora do período chuvoso.

Quanto aos demais elementos do clima aqui considerados, em Aracaju as temperaturas mantêm-se entre 25ºC no período chuvoso e 27ºC no período mais seco, que são médias favoráveis ao desenvolvimento do *Aedes Aegypti*, juntamente com a umidade

1 - Doenças exantemáticas são aquelas as quais apresentam algum tipo de manifestação na pele. Ou seja, são enfermidades infecciosas cujo o exantema (erupção cutânea) é essencial para a identificação da doença e, posterior, tratamento do paciente. Dentre as várias doenças que possuem erupções cutâneas podemos citar como alguns exemplos o Sarampo, a Roséola e o Eritema infeccioso. Todas apresentam sintomas na pele e são diagnosticadas após os exantemas terem se manifestado (NETO, 2014).

relativa que possui média mensal de 70% na cidade, condição ideal para desenvolvimento do mosquito em todo seu ciclo de vida.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As doenças relacionadas a água como a dengue na cidade de Aracaju possuem elementos climáticos favoráveis a propagação durante todo o ano, embora a maior concentração quantitativa de casos tenha ocorrido nos meses de janeiro a junho, correspondentes ao período quente de verão e chuvoso de outono, de acordo com a sazonalidade da doença.

Os sistemas atmosféricos que mais atuaram e que, por vezes, ocasionaram eventos extremos no período de estudo foram o ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul), CCM (Complexos Convectivos de Mesoescala) e influência da ZCIT. A atuação de tais sistemas a partir de pluviosidade intensa, estiveram associados a ocorrência de alagamentos e aumento dos casos, considerando o período de incumbência das doenças. Apesar da ocorrência das chuvas associado ao aumento de casos, nos anos de 2012 e 2015 não houve proporcionalidade entre alguns índices pluviométricos mensais com a alta nas confirmações da dengue, demonstrando que, apesar de grande parte dos casos ocorrerem dentro da sazonalidade da doença, a circulação dos sorotipos foi um fator importante para o aumento da enfermidade fora do período chuvoso.

Considerando os demais elementos climáticos, Aracaju apresenta condição ideal para desenvolvimento do mosquito em todo seu ciclo de vida, visto que as temperaturas se mantêm entre 25ºC no período chuvoso e 27ºC no período mais seco, que são médias favoráveis ao desenvolvimento do *Aedes Aegypti*, juntamente com a umidade relativa que possui média mensal de 70% na cidade.

Ressalta-se por fim, que para ampliar a abordagem, além do aspecto climatológico que possui influência relevante sobre a ocorrência da doença, torna-se necessário complementar a análise com as variáveis ambientais e socioeconômicas na disseminação do mosquito. Além disso, estudos dessa natureza servem de adendo para aplicações de possíveis medidas de intervenção na prevenção do mosquito, juntamente com os interstícios climáticos.

REFERÊNCIAS

AJUZ, L. C.; VESTENA, L. R. Influência da pluviosidade e temperatura ambiente na longevidade e fecundidade dos Aedes Aegypti e Albopictus na cidade de Guarapuava-PR e possibilidade de superinfestação. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 10, n. 18, p. 1–18, 2014. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/19688. Acesso em: 24 nov. 2021.

ALEIXO, N. C. R. **Pelas lentes da climatologia e da saúde pública: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto/SP.** Tese. (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2012.

ALMEIDA, C. A. P. **Influência climática e socioambiental na ocorrência espaço-temporal da dengue, zika e Chikungunya no Recife – PE.** 2021. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

ARAÚJO, H. M. de; SOUZA, A. C; COSTA, J. J; SANTOS; G. J.; O Clima de Aracaju na interface com a Geomorfologia de encostas. **Revista Scientia Plena**, v. 6, n. 8, p.1-9, 2010.

ARAUJO, H. M., MELO E SOUZA, R., VILLAR, W. C. E WANDERLEY, L. L. **O ambiente urbano: visões geográficas de Aracaju**. São Cristóvão: Editora UFS, 2006, 284 p.

BALDASSO, T. B; AHLERT, S. **Análise de evento de complexo convectivo de mesoescala no Rio Grande do Sul.** In: XIX ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES, 2011, Rio Grande do Sul. **Anais** [...] Universidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, 7-11. nov. 2011.

BARACHO, R. C. M.; ISMAEL FILHO, A.; GONÇALVES, A.; NUNES, S. T. S; BORGES, P. F. A influência climática na proliferação da dengue na cidade de Areia, Paraíba. **Revista Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 8, n. 1, p. 65-73, 2014.

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

FONTENELE, M. Aracaju continua em situação de alerta para o combate à dengue. **Globo: G1 Sergipe.** Aracaju, 2012. Disponível em: http://glo.bo/GAO8gJ. Acesso em: 16 dez. 2020.

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. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia em saúde pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca - FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2011.

GREGÓRIO, L. S. **Relações entre a dinâmica espaço-temporal da dengue e os padrões urbanos no Distrito Federal, Brasil.** 2018. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População Estimada de Aracaju.** Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

LACAZ, C. S; BASRUZZI, R. G; SIQUEIRA, W. **Introdução a Geografia Médica do Brasil.** São Paulo: EDUSP, 1972.

LUCIO, P. S; DEGALLIER, N; SERVAIN, J; HANNART, A; DURAND, B; SOUZA, R. N; RIBEIRO, Z. M. A case study of the influence of local weather on Aedes aegypti (L.) aging and mortality. **Journal of Vector Ecology**, v.38, n. 1, 2013.

MAGALHÃES, G. B; ZANELLA, M. E. A variabilidade climática e a frequência de dengue em Fortaleza, CE, Brasil. **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA Fortaleza**, v. 9, n. 1, p. 35-50, jan./jun. 2015.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Brasil 2015/2016:** uma análise da situação de saúde e da epidemia pelo vírus Zika e por outras doenças transmitidas pelo Aedes aegypti. Brasília, DF: Secretaria de Vigilância em Saúde, 2016. 386 p.

MINISTÉRIO DA SAUDE. **Informe Epidemiológico da Dengue Semanas de 1 a 52 de 2009**. Brasília, DF: Secretaria de Vigilância em Saúde, 2009. Disponível em: https://www.paho.org/bra/dmdocuments/DengueinfepiSE1a5209.pdf. Acesso em: 15 dez. 2020.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. F. de; GOIS, G. de ; 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, 473-491, 2019.

PEREIRA, M. D. B. **Dinâmica climática e as chuvas na região da Zona da Mata, Nordeste do Brasil**. 2018. Dissertação. (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, Joao Pessoa, 2018.

PEREIRA, M. G. **O clima tropical e a dengue.** 2016. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

PINTO, J. E. de S. S.; BRAZIL, J. L. S. Estudos empíricos de impacto meteórico: questões básicas de consistência em Aracaju-SE. **Revista de Geografia,** Recife, v. 33, n. 4, 2016.

QUEIROZ, T. C. C. de; MAGAHÃES, A. A; PEREIRA, F. G.; ABREU, I. F; CAMPOS, R. A. AMÂNCIO, N. de F. G. **Relação das mudanças climáticas com o aumento da incidência de doenças tropicais.** Minas Gerais: Editora Científica Digital, 2020.

ROSEGHINI, W. F. F. **Clima urbano e dengue no centro-sudoeste do Brasil.** 2013. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SANTOS JÚNIOR, C. J; SILVA, J. P. Epidemiologia, fatores climáticos e distribuição espacial da dengue em uma capital do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 25, jul/dez. 2019.

SERGIPE. SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE. **Arboviroses em Sergipe, 2015 - 2016**. Diretoria de Planejamento. Secretaria de Estado da Saúde: Aracaju, 2017. 19 p.

SILVA, E. B. ; RAPOSO, J. C. S. ; OLIVEIRA-JUNIOR, J. F. ; CORREIA FILHO, W. L. F. ; SANTIAGO, D. B. . Diagnóstico dos Casos de Dengue nas Capitais do Nordeste do Brasil entre 2000 e 2017. **Caderno de Geografia**, v. 31, p. 546-556, 2021.

SOUSA, A.; ABREU, M. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F. de. Impact of climate change on human infectious diseases: dengue. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 64, p. 1-14, 2021.

SOUZA, M. L. de A. **A dengue no Nordeste do Brasil: análise do espaço-temporal e dos aspectos do clima e sociossanitários.** 2018**.** Tese (Doutorado em Ciências Climáticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018,131f.

TAUIL, P. L. **Avaliação de uma nova estratégia de controle da malária na Amazônia brasileira**. Tese (Doutorado em Medicina Tropical) - Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

TEIXEIRA, M.G, COSTA, M.C.N, BARRETO, M. L, MOTA, E. Dengue and dengue hemorrhagic fever epidemics. In: Brazil: what research is needed based on trends, surveillance, and control experiences? **Cad Saude Publica**. sep-oct, v. 21, n. 5, p. 1307-15, 2005.

TEIXEIRA, M. G. *et al*. Recent Shift in Age Pattern of dengue Hemorrhagic Fever, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v.14, n.10, p.1663, 2008.

TEIXEIRA, T.R.A; MEDRONHO, R.A. Indicadores sócio-demográficos e a epidemia de dengue em 2002 no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cad Saude Publica**. Rio de Janeiro, v. 24, n. 9, p. 2160-2170, 2008.

VASCONCELOS, A. Dengue: Aracaju continua em alerta no combate à doença. **Infonet:** Aracaju, 2012. Disponível em: https://infonet.com.br/noticias/saude/dengue-aracaju-continua-em-alerta-no-combate-a-doenca/. Acesso em: 18 dez. 2020.