

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DIRETO DA VIGÊNCIA DOS FENÔMENOS EL NIÑO E LA NIÑA SOBRE AS NOTIFICAÇÕES DE CASOS DE DENGUE NA REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI

José Geraldo de Souza Silva Gonçalo¹ Joaquim Newton Burlamaqui Filho² Andressa de Melo Dias³, Laysa Maria Lacerda Oliveira Nascimento⁴ Cláudio Gleidiston Lima da Silva⁵ Maria do Socorro Vieira dos Santos⁶

RESUMO: A Dengue é a arbovirose mais recorrente no Brasil. A incidência dessa enfermidade depende de fatores climáticos que são produtos da relação entre fatores geográficos específicos de cada local e padrões atmosféricos que podem influenciar o clima de países e continentes. Entre esses, destaca-se o *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO). O presente trabalho buscou avaliar o impacto da vigência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre as notificações de casos de Dengue na Região Metropolitana do Cariri (RMC). Realizou-se uma análise de série temporal de casos confirmados de Dengue registrados nos municípios que compõem a RMC, disponíveis no banco de dados do Sistema Único de Saúde, no período de 2001 a 2022. Para coleta das informações sobre os Fenômenos El Niño e La Niña utilizou-se o índice *Oceanic Niño Index* (ONI), disponível National Oceanic and Atmospheric Administration. Para avaliar se os conjuntos de dados possuem correlação temporal, utilizou-se o teste de correlação cruzada e, com o intuito de determinar a existência de diferença significativa, aplicou-se o teste *Wilcoxon signed-rank*. O teste de correlação cruzada entre o índice ONI e a taxa de incidência mensal de casos de Dengue na RMC indicou um *lag* de 4 meses ($r = 0,14$, $p < 0,05$). O teste *Wilcoxon signed-rank*, não identificou diferenças estatísticas, entre os registros de Dengue durante as fases El Niño, La Niña e Fase neutro. Os casos de Dengue mensais e o índice ONI possuem uma correlação fraca. A vigências dos fenômenos climáticos El Niño, La Niña e Fase Neutra não determinaram uma alteração estatisticamente significativa no padrão de registros de casos de Dengue na área de estudo. Essas informações fornecem indícios de que o ENSO exerce influência baixa ou insignificante sobre as notificações de Dengue na região considerada neste estudo.

95

Palavras-chave: Dengue, ENSO, região metropolitana do cariri

Área Temática: Epidemiologia

¹Universidade Federal do Cariri, Barbalha, Ceará;

²Universidade Federal do Cariri, Barbalha, Ceará;

³Universidade Federal do Cariri, Barbalha, Ceará;

⁴Universidade Federal do Cariri, Barbalha, Ceará;

⁵Universidade Federal do Cariri, Barbalha, Ceará;

⁶Universidade Federal do Cariri, Barbalha, Ceará;

ABSTRACT: Dengue is the most common arbovirus in Brazil. The incidence of this disease depends on climatic factors that are products of the relationship between geographic factors specific to each location and atmospheric patterns that can influence the climate of countries and continents. Among these, the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) stands out. The present work sought to evaluate the impact of the El Niño and La Niña phenomena on notifications of Dengue cases in the Metropolitan Region of Cariri (RMC). A time series analysis was carried out on confirmed cases of Dengue registered in the municipalities that make up the RMC, available in the Unified Health System database, from 2001 to 2022. To collect information on the El Niño and La Niña index was used using the Oceanic Niño Index (ONI), available from the National Oceanic and Atmospheric Administration. To assess whether the data sets have temporal correlation, the cross-correlation test was used and, in order to determine the existence of a significant difference, the Wilcoxon signed-rank test was applied. The cross-correlation test between the ONI index and the monthly incidence rate of Dengue cases in the RMC indicated a lag of 4 months ($r = 0.14$, $p < 0.05$). The Wilcoxon signed-rank test did not identify statistical differences between Dengue records during the El Niño, La Niña and neutral phases. Monthly Dengue cases and the ONI index have a weak correlation. The duration of the climate phenomena El Niño, La Niña and Neutral Phase did not determine a statistically significant change in the pattern of Dengue case records in the study area. This information provides evidence that ENSO has a low or insignificant influence on Dengue notifications in the region considered in this study.

Keywords: Dengue, ENSO, metropolitan region of Cariri

INTRODUÇÃO

A Dengue é uma doença transmitida principalmente pela picada da fêmea da espécie *Aedes Aegypti* que inocula o vírus DENV (1, 2, 3 ou 4) em seres humanos. É a arbovirose mais de maior importância no Brasil (Sousa *et al.*, 2023), país que concentra o maior número de casos por ano entre os países sul-americanos (ONU, 2023).

Em um contexto nacional, Pereira *et al.* (2023) verificaram que a incidência dos casos de Dengue difere entre as regiões brasileiras. Há também diferenças quanto ao período do ano em que os picos epidêmicos dessa doença são mais frequentes em cada região. As distinções são influenciadas por fatores como o sorotipo do vírus em circulação, aspectos socioeconômicos, bem como de fatores climáticos (Laureano-Rosario *et al.*, 2017).

As variações climáticas são produtos da relação entre fatores geográficos específicos de cada local e padrões gerais que podem influenciar o clima de países e continentes. Entre esses, destaca-se o *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO), El Niño-Oscilação Sul em tradução livre, fenômeno climático que decorre da anormalidade da temperatura superficial das águas do Oceano Pacífico Equatorial compreendido entre três fases: El Niño (aumento temperatura das águas), La Niña (redução temperatura das águas) e neutro (oscilação da temperatura dentro de um intervalo considerado normal) (Fernandes & Rodrigues, 2018).

Existe uma vasta documentação quanto ao impacto das variações do ENSO sobre a incidência de casos de Dengue nas Américas (Laureano-Rosario *et al.*, 2017). Apesar disso, há poucos estudos sobre o impacto desse fenômeno climático no Nordeste Brasileiro, mormente a respeito dos efeitos desse fenômeno em regiões interioranas como a Região Metropolitana do Cariri (RMC).

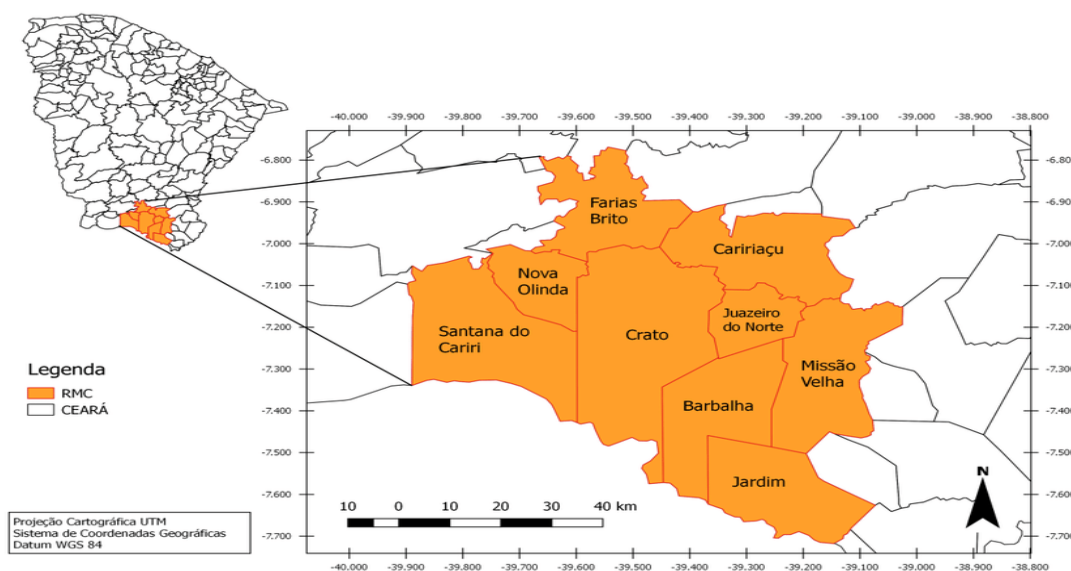
Assim, cientes da importância de compreender como padrões climáticos globais como podem influenciar a incidência de uma doença de alta prevalência como a Dengue e a fim de suprir a lacuna no que diz respeito a estudos desse caráter, o presente trabalho buscou avaliar o impacto da vigência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre as notificações de casos de Dengue na RMC.

METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma análise de série temporal, um conjunto de dados que pode ser definida como uma sequência de observações feitas de um mesmo evento em períodos regulares. Neste, considerou-se os registros mensais de casos de Dengue confirmados de 2001 a 2022 notificados nos municípios que compõem a RMC e disponíveis no banco de dados do Sistema Único de Saúde (DataSUS, 2006; 2013; 2022).

A Região Metropolitana do Cariri (RMC) é definida pelo aglomerado de municípios que compõem o triângulo CRAJUBAR, composto pelos municípios de Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha, Cariri, Farias Brito, Jardim, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri (Secretaria de Estado do Ceará, 2009).

Figura 1 - Mapa de localização da Região Metropolitana do Cariri cearense



Fonte: Lima *et al.* (2021)

O número de residentes da RMC de 2001 a 2021 considerado no cálculo é uma estimativa disponibilizada no DataSUS (2021), entretanto a população de 2022 é um dado coletado do Censo 2022 (IBGE, 2022). Na análise da coleta de dados adotou-se uma escala de taxa de incidência por 100.000 habitantes calculada mediante a seguinte fórmula (1):

$$T_m = \frac{C_m}{H_a} \times 100.000 \quad (1)$$

onde T_m é a taxa de incidência de Dengue por 100.000 habitantes para um dado mês m de um certo ano, C_m é o número absoluto de casos de Dengue para um dado mês m de um certo ano e H_a é o número de habitantes da região estudada para um dado ano a .

Em seguida, foram identificados os fenômenos climáticos vigentes como: El Niño, La Niña ou Neutro. Para tanto, utilizou-se a série de dados trimestral do Oceanic Niño Index (ONI), divulgada pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Essa medida representa a variação da temperatura média trimestral na superfície do Oceano Pacífico na Região Niño 3.4 em relação a uma média móvel das médias dos últimos 30 anos. Uma alteração persistente por 3 meses de pelo menos 0,5°C acima ou abaixo no ONI registrada por cinco vezes consecutivas determina a ocorrência de El Niño ou La Niña respectivamente e flutuações da temperatura que não ultrapassam esses limites indicam período neutro (NOAA, 2015).

O ENSO é complexo e gera repercussão em diversas variáveis climáticas. Assim, existem mais de um índice estimador e critérios para definição de seus ciclos de modo que “não há um acordo unânime sobre o que o constitui” (NOAA, 2015). Neste trabalho, optou-se pelo índice ONI como descritor desse evento com intuito de manter conformidade com as publicações regionais mais recentes que estudam a relação da incidência de doenças e esse fenômeno climático. Desse modo, foram tomadas as medidas do ONI referentes a cada trimestre de 2001 a 2022. Esse índice permitiu a identificação dos períodos de El Niño, La Niña e Neutro. De acordo com a fase vigente do ENSO, pode-se agrupar as taxas de incidência mensal de casos de Dengue.

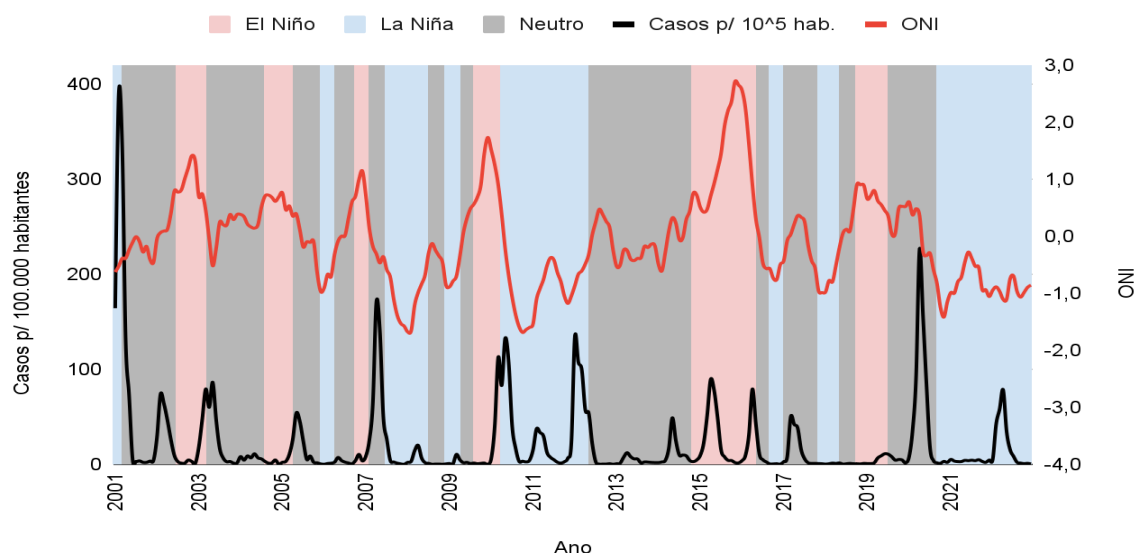
Na análise dos dados coletados aplicou-se inicialmente um teste de correlação cruzada para identificar uma possível relação temporal entre as séries históricas estudadas (Ferreira *et al.*, 2022). Por fim, o teste *Wilcoxon signed-rank* (*Wilcoxon test*), conforme por Viboud *et al.* (2004) em pesquisa que avaliou a associação entre o fenômeno El Niño e a taxa de incidência de gripe.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo foram analisados 32.090 casos confirmados de Dengue na RMC de 2001 a 2022. Na Figura 2 é possível visualizar a distribuição da taxa de incidência mensal dos casos de Dengue na RMC (linha contínua na cor preta), a oscilação do índice ONI (linha contínua em vermelho) e a disposição dos períodos El Niño (trecho em cor rosa), La Niña (trecho em cor azul-claro) e neutro (trecho em cor cinza). No estudo realizado foi possível identificar picos de incidência de Dengue em todas as fases do fenômeno *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO).

Na análise do Figura 2 Chama atenção a aparente correspondência entre as séries temporais em estudo, uma vez que um aumento significativo no índice ONI (o que determina o período de El Niño) parece ser prosseguido pelo incremento nos registros de casos de Dengue de modo tardio. De modo semelhante, Ferreira *et al.* (2022) determinaram que há correlação cruzada positiva estatisticamente significativa entre a série de dados do índice que representa o ENSO e a taxa de incidência de Dengue na Região Metropolitana de Recife. Nesse estudo, verificou-se que um aumento no índice pode determinar um período de sobregistro de casos de Dengue com um atraso de 9 meses.

Figura 2 - Relação entre a taxa de incidência mensal de Dengue e as variações do ENSO



Fonte: Os autores (2023)

Analisando a série temporal das notificações de Dengue constatou-se um aparente comportamento sazonal anual definido pela presença majoritária de picos de registros concentrados principalmente entre o último e primeiro trimestre de cada ano. A fase de maior incidência de picos de registros coincide com a estação de maior precipitação na região

(Barboza *et al.*, 2020), o que pode reafirmar a relação entre essas variáveis (Laureano-Rosario *et al.*, 2017).

Foram identificadas seis ocorrências de fase El Niño com duração mínima, máxima e média de 7, 21 e 12 meses, respectivamente. Em termos de taxa de incidência de casos de Dengue nesse período, registou-se um pico máximo de 112 casos mensais por 100.000 habitantes e manteve-se uma média mensal de 15 casos por 100.000 habitantes.

A fase La Niña pôde ser observada em oito momentos no período considerado. A duração máxima e mínima de cada evento foi de 3 e 30 meses, respectivamente, e uma média de vigência de 13 meses. Houve um pico máximo de taxa de incidência mensal de 338 casos por 100.000 habitantes e uma média mensal de 24 casos por 100.000 habitantes.

O período neutro representa um intervalo entre os fenômenos El Niño e La Niña de, em média, 7 meses. Na referida fase, houve um pico máximo 225 casos mensais por 100.000 habitantes e uma média mensal de 23 casos por 100.000 habitantes.

A Tabela 1 a seguir apresenta um resumo dos descritores estatísticas da taxa de incidência mensal dos casos de Dengue por 100.000 habitantes para cada um dos períodos estudados:

Tabela 1: Descritores estatísticos de incidência de Dengue para cada fase do ENSO na RMC

Fase	1º Quartil	Média	Mediana	3º Quartil	DP
El Niño	1,227	15,285	4,037	10,995	24,960
La Niña	1,027	23,846	2,951	15,280	58,544
Neutro	2,113	23,561	6,110	25,925	40,272

Fonte: Os autores (2023)

Em investigação dos casos de Dengue na capital venezuelana, Rifakis *et al.* (2005) também identificou incidência média mensal maior durante os períodos não-El Niño em relação aos períodos El Niño. Silva *et al.* (2021) detectaram fenômenos de sobregistros tanto nas vigências de El Niño e La Niña em detrimento do período Neutro em estudo que considerou a incidência de Dengue em todas as capitais do nordeste brasileiro. Assim, a métricas dos grupos apresentados neste trabalho podem indicar evidência de que há comportamento distinto no registro de casos de Dengue em cada período considerado.

O teste de correlação cruzada entre o índice ONI e a taxa de incidência mensal de casos de Dengue na RMC indicou uma correlação atrasada (*lag*) de 4 meses ($r = 0,14$, $p < 0,05$),

o que indica que uma variação nesse índice pode influenciar diretamente os registros de caso de Dengue quatro meses depois.

Por meio do teste *Wilcoxon signed-rank*, não foi possível identificar diferenças estatísticas, para um nível de significância $\alpha = 0,05$, entre as amostras de casos de Dengue mensais durante os períodos de ocorrências de El Niño e não-El Niño ($V = 1193$, $p\text{-valor} = 0,3881$), La Niña e não-La Niña ($V = 2453$, $p\text{-valor} = 0,5636$) e Fase neutro e não-neutra ($V = 2109$, $p\text{-valor} = 0,5312$). De modo semelhante, não foi encontrada diferença significativa na comparação das amostras recolhidas na vigência dos fenômenos El Niño e La Niña ($V = 1522$, $p\text{-valor} = 0,3472$), Fases Neutra e El Niño ($V = 1044$, $p\text{-valor} = 0,09252$) e Neutra e La Niña ($V = 2356$, $p\text{-valor} = 0,09814$) individualmente.

CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada neste trabalho, pôde-se identificar uma relação estatisticamente significativa positiva com atraso de 4 meses entre a série de dados do índice ONI e o número de casos de Dengue mensais. No entanto, essa correlação é considerada fraca, pois o valor de r é muito próximo de 0, o que pode indicar que, apesar da influência do ENSO, outras variáveis ou fatores podem estar desempenhando um papel muito mais significativo na série de casos de Dengue. Ademais, considerando as amostras coletadas no recorte temporal verificou-se que as vigências dos fenômenos climáticos El Niño, La Niña e Fase Neutra não determinaram uma alteração estatisticamente significativa no padrão de registros de casos de Dengue na área de estudo de forma direta. Essas informações fornecem indícios de que o ENSO exerce influência baixa ou insignificante sobre as notificações de Dengue na região considerada neste estudo.

101

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barboza, Eliezio Nascimento; Moraes, João Marcos Pereira de; Cirino, Miguel Adriano Gonçalves; Souza, Jefferson Heráclito Alves de; Oliveira, Bruno Barbosa de. **Influência do Fenômeno Atmosférico-Oceânico El Niño Oscilação Sul (ENOS) nas Chuvas Históricas da Região Metropolitana Do Cariri**. Meio Ambiente e sociedade: análises, diálogos e conflitos ambientais, p. III. Campina Grande: Editora Amplla, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS. **Doenças e Agravos de Notificação – 2001 a 2006 e 2007 em diante (SINAN)**. 2001 a 2006; 2007 a 2013; 2014 a 2022. 2006, 2013 e 2022. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sinanwin/cnv/Denguece.def>. Acesso em: 12 de novembro de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. DATASUS. **População Residente - Estudo de Estimativas Populacionais por Município, Sexo e Idade - 2000-2021**. 2021. Disponível em:

<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/popsvsbr.def>. Acesso em: 12 de novembro de 2023.

Pereira, Erika Maria de Camargo; Oliveira, Denis Giovane de; Voltolini, Julio César; Castro, Mariana Peixoto de. **Distribuição Espacial e Temporal de Interações por Dengue no Brasil de 2008 a 2020**. Revista Univap, v. 29, n. 62, 2023.

Centers for Environmental Prediction (NCEP) - National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). **Oceanic Niño Index (ONI) - El Niño Southern Oscillation (ENSO) Diagnostic Discussion**. Disponível em: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php. Acesso em: 12 de novembro de 2023.

Sousa, Sêmilly Suélen da Silva; Cruz, Ana Cecília Ribeiro; Oliveira, Romário de Sousa; Pinheiro, Valéria Cristina Soares. **Características Clínicas e Epidemiológicas das Arboviroses Epidêmicas no Brasil: Dengue, Chikungunya e Zika**. Revista Eletrônica Acervo Saúde, v. 23, n. 7, p. e13518-e13518, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2022: Resultados Preliminares**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/censos/censo-demografico/23380-censo-2022.html>. Acesso em: 25 de novembro de 2023.

LAUREANO-ROSARIO, Abdiel E.; Garcia-Rejon, Julian E.; Gomez-Carro, Salvador; Farfan-Ale, Jose A.; Muller-Karger, Frank E. **Modelling Dengue fever risk in the State of Yucatan, Mexico using regional-scale satellite-derived sea surface temperature**. Acta tropical, v. 172, p. 50-57, 2017.

102

Lima, Mirelle Tainá Vieira; Oliveira, Carlos Wagner ; Gonçalves, Allan Bruno Dantas; Melo, Francisca Katiane Ernesto de; Silva, Maria Inácio da. **Índice de Desenvolvimento Regional Sustentável Aplicado aos Municípios da Região Metropolitana do Cariri**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 17, n. 1, 2021.

National Centers for Environmental Information (NCEI) - National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). **Monitoring El Niño and La Niña - Sea Surface Temperatures (SST)**. Disponível em: <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/enso/sst>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

ONU, United Nations News. **“OMS: Brasil é o país mais afetado em novo surto de Dengue nas Américas”**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/07/1817882>, acessado em 02 de dezembro de 2023.

SECRETARIA DE ESTADO DO CEARÁ. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, ano I, nº 121, série 3. 03 de julho de 2009.

Fernandes, Laís G.; Rodrigues, Regina R. **Changes in the Patterns of Extreme Rainfall Events in Southern Brazil**. International Journal of Climatology, v. 38, n. 3, p. 1337-1352, 2018.

Viboud, Cécile; Pakdaman, Khashayar; Boëlle, Pierre-Yves; Wilson, Mark L.; Myers, Monica F.; Valleron, Alain-Jacques; Flahault, Antoine. **Association of influenza epidemics with global climate variability**. European journal of epidemiology, v. 19, p. 1055-1059, 2004.

Rifakis, Pedro I.; Gonçalves, Nacary C.; Omaña, Wilberto R.; Manso, Miguel M.; Espidel, Alberto G.; Intingaro, Alfonso R.; Hernández, Odalys M.; Rodríguez-Morales, Alfonso J. **Asociación entre las variaciones climáticas y los casos de Dengue en un hospital de Caracas, Venezuela, 1998-2004.** Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, v. 22, n. 3, p. 183-190, 2005.

Ferreira, Henrique dos Santos; Nóbrega, Ranyére Silva; Brito, Pedro Vinícius da Silva; Farias, Jéssica Pires; Amorim, Jaime Henrique; Moreira, Elvis Bergue Mariz; Mendez, Érick Carvalho; Luiz, Wilson Barros. **Impacts of El Niño Southern Oscillation on the Dengue transmission dynamics in the Metropolitan Region of Recife, Brazil.** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 55, p. e0671-2021, 2022.

SILVA, Elânia Barros; Raposo, Jakelline Cipriano dos Santos; Júnior, José Francisco de Oliveira; Filho, Washington Luiz Félix Correia; Santiago, Dimas de Barros. **Diagnóstico dos Casos de Dengue nas Capitais do Nordeste do Brasil entre 2000 e 2017.** Caderno de Geografia, v. 31, n. 65, p. 546-546, 2021.