

Fatores climáticos e sociodemográficos se destacam nas cidades cearenses com maior incidência de arboviroses transmitidas pelo *Aedes aegypti*

Climatic and socio-demographic factors stand out in Ceará cities with higher incidence of arbovirose transmitted by *Aedes aegypti*

Factores climáticos y sociodemográficos se destacan en las ciudades de Ceará con mayor incidencia de arbovirose transmitida por el *Aedes aegypti*

Recebido: 29/06/2022 | Revisado: 12/07/2022 | Aceito: 14/07/2022 | Publicado: 21/07/2022

Ana Carolina Rocha de Melo Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9007-7970>

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Brasil

E-mail: acarolmelo@unilab.edu.br

Angelica Maiara Freires Rabelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6044-6106>

Centro Universitário Unifametro, Brasil

E-mail: angelicarabelo0@gmail.com

Maria Wanessa Freires Rabelo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5259-4475>

Centro Universitário Unifametro, Brasil

E-mail: angelica.rabelo@aluno.unifametro.edu.br

Breno Holanda Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4354-2550>

Centro Universitário Unifametro, Brasil

E-mail: brenohadv@gmail.com

Leonardo Gomes Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5512-0358>

Centro Universitário Unifametro, Brasil

E-mail: leonardogoliveira3@gmail.com

Laryssa Maia Pitombeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4364-0115>

Centro Universitário Unifametro, Brasil

E-mail: laryssa_maia@hotmail.com

Marcos Victor Pinheiro Reis

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0679-7930>

Centro Universitário Unifametro, Brasil

E-mail: Mvictoreis@gmail.com

Lucimary Leite de Pinho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6673-4507>

Centro Universitário Unifametro, Brasil

E-mail: lucimary.pinho@aluno.unifametro.edu.br

Rodolfo de Melo Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1428-4502>

Universidade Federal do Ceará, Brazil

E-mail: rodolfo_k6@yahoo.com.br

Resumo

Conforme a literatura, fatores ambientais, demográficos e socioeconômico têm contribuído para a manutenção dos altos índices de casos de dengue no Ceará. Além disso, a introdução de vírus como Chikungunya e Zika em 2014, agravou o cenário endêmico. Sendo assim, diante das condições favoráveis as endemias e a necessidade permanente de novos estudos para compreender o papel dinâmico das infecções por arboviroses no Ceará, o objetivo deste estudo foi avaliar fatores relacionados à maior incidência de arboviroses em cidades cearenses em 2021. Trata-se de um estudo realizado a partir dos dados divulgados pela Secretaria de Saúde do Governo do Estado do Ceará (SESA). Foram selecionados entre os 184 municípios cearenses, as dez cidades com maior e menor incidência de arboviroses transmitidas pelo *Aedes aegypti* em 2021, gerando dois grupos e, por conseguinte, foram analisadas as variáveis densidade demográfica, pluviosidade, temperatura, índice de desenvolvimento humano (IDH), escolaridade, renda, mortalidade infantil, estabelecimento de saúde, número de médicos, disponibilidade de água potável, saneamento básico e coleta de resíduos domiciliares. Os dados coletados foram analisados no programa PRIZMA. Os resultados revelaram que os dez municípios com maior incidência de casos de arboviroses apresentam concentração

populacional, temperaturas média e mínima, IDH, renda, mortalidade infantil, número de estabelecimentos de saúde, número de médicos, taxa de saneamento e de coleta de resíduos sólidos significativamente maiores quando comparado com os dez municípios com menor incidência. Entretanto, não houve diferença entre os grupos quando se avaliou a temperatura máxima e a pluviosidade. Portanto, sugerimos que órgãos e secretarias ligadas ao controle da dengue, assim como a comunidade intensifiquem as suas ações não somente durante a quadra chuvosa, mas atuem também durante todo o ano, visto que outros fatores contribuem para o aumento dos casos de arboviroses nas cidades cearenses.

Palavras-chave: Dengue; Arboviroses; *Aedes aegypti*; Ceará.

Abstract

According to the literature, environmental, demographic and socioeconomic factors have contributed to the maintenance of high rates of dengue cases in Ceará. In addition, the introduction of viruses such as Chikungunya and Zika in 2014 worsened the endemic scenario. Thus, in view of the favourable conditions for endemics and the permanent need for new studies to understand the dynamic role of arbovirus infections in Ceará, the objective of this study was to evaluate factors related to the highest incidence of arboviroses in Ceará cities in 2021. This is a study based on data released by the Health Secretariat of the Government of the State of Ceará (SESA). Among the 184 municipalities of Ceará, the ten cities with higher and lower incidence of arboviroses transmitted by *Aedes aegypti* in 2021 were selected, generating two groups and, therefore, the variables population density, rainfall, temperature, human development index (HDI), education, income, infant mortality, health facility, number of doctors, availability of drinking water, sanitation and household waste collection were analyzed. The data collected were analysed in the PRIZMA programme. The results revealed that the ten municipalities with the highest incidence of cases of arbovirose present significantly higher population concentration, average and minimum temperatures, HDI, income, infant mortality, number of health establishments, number of physicians, sanitation rate, and solid waste collection when compared with the ten municipalities with the lowest incidence. However, there was no difference between the groups when maximum temperature and rainfall were evaluated. Therefore, we suggest that agencies and secretariats related to dengue control, as well as the community intensify their actions not only during the rainy season, but also act throughout the year, since other factors contribute to the increase in cases of arbovirose in the cities of Ceará.

Keywords: Dengue; Arboviroses; *Aedes aegypti*; Ceará.

Resumen

Según la literatura, los factores ambientales, demográficos y socioeconómicos han contribuido al mantenimiento de las altas tasas de casos de dengue en Ceará. Además, la introducción de virus como el Chikungunya y el Zika en 2014 empeoró el escenario endémico. Por lo tanto, en vista de las condiciones favorables para las endemias y la necesidad permanente de nuevos estudios para entender el papel dinámico de las infecciones por arbovirus en Ceará, el objetivo de este estudio fue evaluar los factores relacionados con la mayor incidencia de arbovirose en las ciudades de Ceará en 2021. Este es un estudio basado en los datos divulgados por la Secretaría de Salud del Gobierno del Estado de Ceará (SESA). Entre los 184 municipios de Ceará, se seleccionaron las diez ciudades con mayor y menor incidencia de arbovirose transmitida por el *Aedes aegypti* en 2021, generando dos grupos y, por lo tanto, se analizaron las variables densidad de población, precipitación, temperatura, índice de desarrollo humano (IDH), educación, renta, mortalidad infantil, establecimiento de salud, número de médicos, disponibilidad de agua potable, saneamiento y recogida de residuos domésticos. Los datos recogidos se analizaron en el programa PRIZMA. Los resultados revelaron que los diez municipios con mayor incidencia de casos de arbovirose presentan una concentración de población, temperaturas medias y mínimas, IDH, ingresos, mortalidad infantil, número de establecimientos sanitarios, número de médicos, tasa de saneamiento y recogida de residuos sólidos significativamente más altos en comparación con los diez municipios con menor incidencia. Sin embargo, no hubo diferencias entre los grupos cuando se evaluaron la temperatura máxima y las precipitaciones. Por lo tanto, sugerimos que los organismos y secretarías relacionados con el control del dengue, así como la comunidad intensifiquen sus acciones no sólo durante la temporada de lluvias, sino que actúen durante todo el año, ya que otros factores contribuyen al aumento de los casos de arbovirose en las ciudades de Ceará.

Palabras clave: Dengue; Arboviroses; *Aedes aegypti*; Ceará.

1. Introdução

As arboviroses, tidas como um problema de saúde pública mundial emergente (Vilibic-Cavlek et al., 2021), representam infecções virais propagadas pela picada de artrópodes hematófagos, especialmente o *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Porto et al., 2019). Além do vírus da encefalite e do Nilo Ocidental, destacam-se ainda, entre os arbovírus de importância médica, o vírus da dengue (DENV), Chikungunya (CHIKV) e Zika (ZIKV) (Vilibic-Cavlek et al., 2021). Esses, além do vírus da febre amarela, apresentam, como vetor primário, o *Ae. Aegypti* (Olson et al., 2021).

De acordo com a literatura, cerca de metade da população mundial habita áreas de risco de arbovírus urbanos transmitidos pelo *Ae. Aegypti* (Olson et al., 2021). Particularmente, o DENV está presente em 123 países, com cerca de 3,9 bilhões de indivíduos em risco de infecção e acometendo aproximadamente 390 milhões de sujeitos (World Health Organization – WHO, 2022). Para o CHIKV, o número de casos da doença registrados anualmente no mundo é em torno de 3 a 5 milhões (Sharif et al., 2021).

No Brasil, os registros mostram a ocorrência, nos últimos anos, de pelo menos nove arbovírus promotores de infecção, principalmente os da família Flaviviridae (DENV e ZIKV) e Togaviridae (Porto et al., 2019). Para o CHIKV, os primeiros casos confirmados no país ocorreram em 2014 (Porto et al., 2019). Em 2021, as taxas de incidência no Brasil de dengue, Chikungunya e Zika foram respectivamente 250,7, 44,9 e 2,9 casos por 100 mil habitantes. Em particular, no referido ano, no Ceará, esses números corresponderam a 389,6, 14,2 e 4,2 casos por 100 mil habitantes, respectivamente (Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN, 2022).

Os desafios e as problemáticas no enfrentamento das arboviroses transmitidas pelo *Ae. Aegypti* segundo Brasil (2009) permeiam a organização das ações de prevenção e controle da dengue, a classificação dos riscos nos serviços de saúde, a promoção da assistência adequada ao paciente, o aprimoramento da vigilância epidemiológica, garantindo notificação, investigação dos casos e monitoramento dos sorotipos virais, sempre de forma oportuna, a padronização dos insumos estratégicos necessários, a definição das estratégias para redução da força de transmissão da doença, por meio do controle do vetor e de seus criadouros, o apoio a capacitação dos profissionais de saúde e dos gestores, a sistematização das atividades de mobilização e comunicação, o aprimoramento da análise de situação epidemiológica e de organização da rede de atenção para orientar a tomada de decisão, o fortalecimento da articulação das diferentes áreas e serviços, visando à integralidade das ações para enfrentamento da dengue. Por fim, o reforço as ações de articulação intersetorial em todas as esferas de gestão.

Em termos históricos, no Ceará, a primeira descrição das arboviroses, bem como de seu agente transmissor, ocorreu em 1851, ano em que ocorreu uma epidemia de febre amarela transmitida pelo mosquito *Ae. aegypti* (Cavalcanti et al., 2018). Após o controle dessa epidemia, em agosto de 1986, o estado voltou a registrar novos casos de arboviroses (Monteiro et al., 2019).

Neste período, foram notificados inúmeros casos de dengue, os quais se propagaram dos centros urbanos para as periferias e zonas rurais, afetando quase todos os municípios cearenses. Paralelamente, em 2015, foram constatados dois novos arbovírus, o CHIKV e ZIKV (Cavalcanti et al., 2018). Atualmente, no cenário epidêmico do Ceará, há quatro sorotipos do vírus da dengue, denominados de DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4, além do CHIKV e ZIKV.

No que se refere aos fatores de risco de arboviroses, a literatura menciona os aspectos demográficos, ambientais e meteorológicos, assim como condições socioeconômicas e urbanização (Oloson et al., 2021). Dentre os fatores ambientais, citam-se a alta pluviosidade, temperatura média e máxima elevadas, alta umidade relativa do ar e climas tropical e subtropical (Silva et al., 2020). Quanto aos aspectos socioeconômicos e demográficos, eles compreendem a reduzida renda per capita e índice de escolarização, alta densidade populacional, crescimento populacional desordenado e dificuldade de acesso à água potável, saneamento básico, serviço de saúde e moradia (Alves; et al., 2021).

No Ceará, os fatores ambientais, socioeconômicos e sociodemográficos são responsáveis pela persistência do estado como região epidêmica para arboviroses (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2020, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE, 2021). De fato, os estudos demonstram uma associação entre esses fatores e os casos de dengue no estado (Morais; Farias, 2021; Sousa et al., 2017; Carabali et al., 2021; MacCormack-Gelles et al., 2018; do Carmo et al., 2020, Braga et al., 2019).

Entretanto, os trabalhos investigando Chikungunya ou Zika, assim como arboviroses de uma forma geral, são limitados, uma vez que essas doenças tiveram sua notificação iniciada no estado a partir de 2015 (Braga et al., 2019;

Cavalcanti et al., 2019; Silva et al., 2020).

Diante da importância que as arboviroses assumem no cenário mundial e a necessidade de estudos recentes que retratem seus fatores de risco no estado do Ceará, especialmente os climáticos e sociodemográficos, essa pesquisa objetivou investigar a influência desses fatores nos municípios cearenses com maior ou menor incidência dessas doenças no ano de 2021.

2. Metodologia

2.1 Desenho do estudo, local e população

Trata-se de um estudo epidemiológico observacional analítico conduzido no estado do Ceará, o terceiro mais populoso da Região Nordeste do Brasil, constituído por 184 municípios, distribuídos em uma área de 148.894,442 km² (IPECE, 2021; IBGE, 2020). Em termos demográficos, em 2021, a estimativa de sua população e densidade consistiu em 9.240.580 habitantes e 62,06 hab./km², respectivamente (IPECE, 2021).

Sua diversidade paisagística se caracteriza principalmente por áreas sertanejas marcadas pela semi-aridez justificando o predomínio de um clima tropical quente semiárido, além de regiões serranas, com melhores condições climáticas, e litorâneas, caracterizadas por temperaturas mais moderadas e maiores taxas pluviométricas (IPECE, 2020).

No contexto econômico, de acordo com Lustoza et al. (2019), as mesorregiões do Noroeste Cearense, Jaguaribe e Norte Cearense se destacaram, em 2015, pela atividade agropecuária, enquanto a Mesorregião Metropolitana de Fortaleza se sobressaiu pelo desenvolvimento do setor de comércio e construção civil.

2.2 Período do estudo e critérios de inclusão e exclusão

Dos 184 municípios, foram incluídos no estudo dez municípios com maior incidência de arboviroses em 2021, igual quantitativo entre os de menor incidência, conforme o boletim epidemiológico de arboviroses (Tabela 1). Por conseguinte, dados de incidência, números de casos confirmados, número de casos notificados e taxa de confirmação, respectivamente de dengue, Chikungunya e Zika/controlado vetorial, segundo o município de residência, Ceará, 2021 (Tabela 2).

Tabela 1. Dados de incidência de arboviroses, segundo o município de residência, Ceará, 2021.

Cidade	Maior Incidência*	Cidade	Menor Incidência*
Quixeré	6826,5	Graça	6,9
Itaiçaba	5736,6	Aurora	4,1
Iracema	5651,5	Acopiara	3,7
Russas	3904,4	Altaneira	0
Palhano	3824,8	Cariús	0
Tianguá	2615	Deputado Irapuan Pinheiro	0
Bela Cruz	2508,5	Ipaumirim	0
Aratuba	2422,6	Novo Oriente	0
Jaguaruana	2287,5	Saboeiro	0
Fortim	2257,3	Tarrafas	0

*Incidência de Arboviroses: casos notificados de dengue, Chikungunya e Zika, dividido pela população do município, por 100.000 habitantes. Fonte: Secretaria de Saúde do Governo do Estado Ceará (SESA)

Tabela 2. Dados de incidência de dengue, Chikungunya e Zika/controlado vetorial, segundo o município de residência, Ceará, 2021.

	Maior Incidência* (N=10)	Menor Incidência* (N=10)	P
Incidência de arboviroses	3803 ± 537.3	1.470 ± 0.7923	P<0.0001
Número de Casos Notificados			
Dengue	952.6 ± 284.0	0.3000 ± 0.1528	0,0018
Chikungunya	56.20 ± 27.84	0.1000 ± 0.1000	0,0296
Zika	35.00 ± 20.14	0.1000 ± 0.1000	0,0501
Gestante	0.8000 ± 0.3266	0.1000 ± 0.1000	0,0276
Número de Casos Confirmados			
Dengue	487.7 ± 192.2	0.1000 ± 0.1000	0,0103
Chikungunya	7.400 ± 4.650	0.1000 ± 0.1000	0,0670
Zika (Gestantes)	-	-	-
Taxa de Confirmação (%)			
Dengue	47.60 ± 5.083	10.00 ± 10.00	0,0018
Chikungunya	13.07 ± 4.053	10.00 ± 10.00	0,3898
Zika (Gestantes)	-	-	-

*Incidência de Arboviroses: casos notificados de dengue, Chikungunya e Zika, dividido pela população do município, por 100.000 habitantes; (-) Ausência de dados. Fonte: Secretaria de Saúde do Governo do Estado Ceará (SESA)

2.3 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada a partir das informações de incidência de arboviroses nos municípios do estado do Ceará, publicadas no boletim epidemiológico de arboviroses (dengue, Chikungunya e Zika) da Secretaria de Saúde do Governo do Estado do Ceará (SESA), no período de janeiro a dezembro de 2021.

Os dados referentes à densidade demográfica e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foram extraídos do censo do IBGE 2010. Quanto às informações sobre temperatura e pluviosidade, essas foram provenientes do site Climatempo, disponível no site <https://www.climatempo.com.br/>.

2.4 Análises dos dados

Os dados coletados foram no site: <https://www.saude.ce.gov.br/download/boletins/>, tabulados e organizados no Microsoft Office Excel 2019 e analisados no programa GraphPad Prism, versão 6. Os dados foram expressos como frequência absoluta, média e erro padrão da média. Para comparação entre os grupos, foi aplicado a Análise de Variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey. Admitiu-se P<0,05.

2.5 Aspectos éticos

O projeto não foi avaliado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, por se tratar de uma pesquisa, cujos dados são de acesso livre e sem a identificação do paciente, conforme Resolução do Conselho Nacional de Saúde no 466/2012 (Brasil, 2012). Entretanto, todos os preceitos éticos foram seguidos.

3. Resultados

Conforme observado na Tabela 3, a densidade demográfica dos dez municípios cearenses com maior incidência de casos de arboviroses foi significativamente superior do que a dos dez municípios de menor incidência (45.05 ± 8.110 vs 27.14 ± 4.490 hab/km², p= 0,0393).

Tabela 3. Dados sociodemográficos segundo a maior ou menor incidência de arboviroses, Ceará, 2021.

	Municípios		p
	Maior Incidência (N=10)	Menor Incidência (N=10)	
Densidade (hab/km²)	45.05 ± 8.110	27.14 ± 4.490	0,0393
IDH	0.6374 ± 0.006348	0.5940 ± 0.004650	P<0.0001
Taxa de escolarização	98.01 ± 0.2442	97.48 ± 0.3479	0,1142
IDEB – Anos iniciais	6.470 ± 0.1106	6.380 ± 0.3684	0,4088
IDEB – Anos finais	5.530 ± 0.1248	5.370 ± 0.3052	0,3167
PIB per capita [2019]	12.560 ± 1207	8.200 ± 233.7	0,0012
Salário médio mensal	1.720 ± 0.06799	1.560 ± 0.06182	0,0494
Percentual com renda de até 1/2 salário	50.82 ± 1.314	55.81 ± 0.7910	0,0022

*Incidência de Arboviroses por 100.000 habitantes; densidade demográfica (hab/km²); índice de Desenvolvimento Humano; PIB per capita [2019]; salário médio mensal dos trabalhadores formais [2019]; percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo [2010]; taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade [2010]; IDEB – Anos iniciais e finais do ensino fundamental (Rede pública) [2019]. Fonte: Próprio autor.

No que se refere ao IDH, os dados mostraram um valor significativamente mais elevado entre os dez municípios cearenses com maior incidência de casos de arboviroses e os dez de menor incidência (0.6374 ± 0.006348 vs 0.5940 ± 0.004650, p<0,0001).

Quanto à educação, não houve diferença significativa entre o valor registrado entre os dez municípios cearenses com maior incidência de casos de arboviroses e os dez de menor incidência com relação à taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade (98.01 ± 0.2442 vs 97.48 ± 0.3479, p=0,1142), bem como as notas do IDEB para os anos iniciais (6.470 ± 0.1106 vs 6.380 ± 0.3684, p=0,4088) e finais (5.530 ± 0.1248 vs 5.370 ± 0.3052, p=0,3167) do ensino fundamental da Rede pública.

Entretanto, para a economia, os dez municípios com maior incidência de casos de arboviroses apresentaram PIB per capita e salário médio mensal dos trabalhadores formais significativamente mais elevados quando comparado aos dez municípios de menor incidência, respectivamente (12.560 ± 1207 vs 8.200 ± 233.7, p=0,0012) e (1.720 ± 0.06799 vs 1.560 ± 0.06182, p=0,0494). Além disso, o percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário mínimo foi significativamente inferior quando comparado aos dez municípios de menor incidência (50.82 ± 1.314 vs 55.81 ± 0.7910, p=0,0022).

Na saúde, Tabela 4, os dez municípios com maior incidência de casos de arboviroses apresentaram números de estabelecimentos de Saúde SUS e médicos por 1.000 habitantes significativamente superior quando comparado aos dez municípios de menor incidência, respectivamente (21.80 ± 5.599 vs 10.90 ± 1.841, p=0,0404) e (1.003 ± 0.1130 vs 0.7633 ± 0.05749, p=0,0383). Todavia, a taxa de mortalidade infantil foi significativamente elevada quando comparado aos dez municípios de menor incidência (14.95 ± 2.650 vs 8.986 ± 1.834, p=0,0491).

Tabela 4. Indicadores de saúde segundo a maior ou menor incidência de arboviroses, Ceará, 2021.

	Municípios		p
	Maior Incidência (N=10)	Menor Incidência (N=10)	
Mortalidade Infantil [2019]	14.95 ± 2.650	8.986 ± 1.834	0,0491
Estabelecimentos de Saúde SUS [2009]	21.80 ± 5.599	10.90 ± 1.841	0,0404
Médicos por 1.000 hab. - 2018	1.003 ± 0.1130	0.7633 ± 0.05749	0,0383

Fonte: Próprio autor.

Quanto à temperatura máxima, Tabela 5, não houve diferença significativa entre o valor registrado entre os dez municípios cearenses com maior incidência de casos de arboviroses e os dez de menor incidência ($31.83 \pm 0.4886^{\circ}\text{C}$ vs $31.90 \pm 0.3339^{\circ}\text{C}$, $p=0,4593$). Entretanto, para a temperatura média, os dez municípios com maior incidência de casos de arboviroses apresentaram um valor significativamente superior quando comparado aos dez municípios de menor incidência ($27.92 \pm 0.2204^{\circ}\text{C}$ vs $27.06 \pm 0.3018^{\circ}\text{C}$, $p=0,0186$). O mesmo foi observado entre a temperatura mínima dos dez municípios de maior incidência e os dez municípios de menor incidência ($23.78 \pm 0.2392^{\circ}\text{C}$ vs $22.22 \pm 0.2719^{\circ}\text{C}$, $p=0,0004$).

Tabela 5. Indicadores climáticos e hidrossanitário conforme a maior ou menor incidência de arboviroses, Ceará, 2021.

	Municípios		p
	Maior Incidência (N=10)	Menor Incidência (N=10)	
Mínima	23.78 ± 0.2392	22.22 ± 0.2719	0,0004
Temperatura °C Média	27.92 ± 0.2204	27.06 ± 0.3018	0,0186
Máxima	31.83 ± 0.4886	31.90 ± 0.3339	0,4593
Precipitação Anual (mm)	782.7 ± 55.25	841.6 ± 24.95	0,1816
Consumo médio (l/hab./dia)	144.8 ± 7.038	136.6 ± 5.586	0,1901
Atendimento total de água %	41.83 ± 5.535	34.10 ± 3.358	0,1307
Atendimento total de esgoto %	25.84 ± 10.84	6.340 ± 1.707	0,0301
Taxa de RDO	84.33 ± 5.681	58.30 ± 3.579	0,0014
Massa coletada (kg/hab/dia)	0.8260 ± 0.1149	1.313 ± 0.2222	0,0256

*Incidência de Arboviroses por 100.000 habitantes; resíduos domiciliares (RDO), massa coletada total (kg/hab/dia).

Fonte: Próprio autor.

Para a pluviosidade, o consumo médio per capita de água e atendimento total de água, os dez municípios cearenses com maior incidência de casos de arboviroses demonstraram valores semelhantes a aqueles obtidos pelos dez municípios de menor incidência, respectivamente para a pluviosidade (782.7 ± 55.25 vs 841.6 ± 24.95 , $p=0,1816$, o consumo médio per capita de água (144.8 ± 7.038 vs 136.6 ± 5.586 , $p=0,1901$) e atendimento total de água (41.83 ± 5.535 vs 34.10 ± 3.358 , $p=0,1307$). Entretanto, com relação aos resíduos, os dez municípios com maior incidência de casos de arboviroses apresentaram atendimento total de esgoto em % e taxa de cobertura de coleta resíduos domiciliares (RDO) significativamente superior quando comparado aos dez municípios de menor incidência, respectivamente (25.84 ± 10.84 vs 6.340 ± 1.707 , $p=0,0301$) e (84.33 ± 5.681 vs 58.30 ± 3.579 , $p=0,0014$). No entanto, a massa coletada total (kg/hab/dia) foi significativamente inferior quando comparado aos dez municípios de menor incidência (0.8260 ± 0.1149 vs 1.313 ± 0.2222 , $p=0,0256$).

4. Discussão

A densidade populacional é um parâmetro essencial quando se estuda epidemia de arboviroses, pois altas taxas de incidência da doença geralmente são observadas em regiões mais populosas.

Nestes locais os focos de reprodução, proliferação e transmissão dessas infecções são mais frequentes devido ao crescimento desordenado dos centros urbanos, dos assentamentos informais e das favelas, locais onde as condições de habitação, saúde, educação e saneamento são precárias. Como consequência, propicia-se o desenvolvimento de criadouros do mosquito e o maior contágio, uma vez que os indivíduos estão mais próximos dos focos de transmissão (Catão, 2011, Chahad-Ehlers et al., 2013, Gentile et al., 2013, Rodrigues et al., 2016, Barcellos et al., 2014).

Nessa pesquisa, a menor densidade demográfica se associou a uma menor incidência de arboviroses entre os municípios avaliados. Esse achado pode ser facilmente compreendido com base no acima mencionado. Embora aqui não

analisado, de acordo com do Carmo et al. (2020), os municípios densamente povoados apresentam taxa de incidência de arboviroses quase 2 vezes maior do que aqueles com menos habitantes.

O índice de desenvolvimento humano e municipal leva em consideração três fatores: expectativa de vida, renda e índice de alfabetização. No Brasil, essas variáveis são levadas em consideração no cálculo do IDH e IDHM, estando elas relacionadas geralmente a maior incidência de casos de dengue. Segundo alguns estudos, o baixo poder aquisitivo e o baixo índice de alfabetização encontrados em diferentes regiões brasileiras são preditivos da incidência de dengue (Vale et al., 2015; Baia, 2014; de Castro et al., 2018, Rodrigues et al., 2016; Arantes, 2017; Ferreira, 2017; Pinto et al., 2016). Dessa forma, o fator socioeconômico pode ser determinante para a epidemia de arboviroses. Entretanto, alguns estudos têm revelado correlações positivas entre o IDHM e o número de casos de dengue, entre as taxas de incidência de febre por chikungunya e o IDHM, bem como correlações positivas entre a taxa de incidência de Zika e IDHM (Costa et al., 2018, de Castro et al., 2018). Portanto, há na literatura registros de alta incidência de arboviroses tanto em áreas com IDHM baixo, quanto naquelas regiões de IDHM alto.

Nossos resultados revelaram IDHM alto nos municípios com maior incidência de arboviroses, assim corroborando com outros trabalhos que demonstraram maior número de casos de arboviroses em cidades com IDHM mais elevado. Uma possível justificativa para o dado demonstrado anteriormente é que o IDHM alto reflete o processo de urbanização, o desenvolvimento econômico, a melhoria da infraestrutura e um maior acesso aos serviços de saúde e aos médicos, assim contribuindo para a maior taxa de notificação dos casos de arboviroses. Por outro lado, o IDHM alto também favorece a multiplicação dos focos de desenvolvimento, reprodução e transmissão da epidemia dentro e fora de casa, uma vez que as áreas com IDHM elevados apresentam redução da vegetação nativa, aumento da densidade populacional e, por fim, aumento do uso inadequado e o desperdício da água potável e da chuva, contribuindo para multiplicação dos focos. Portanto, as cidades com IDHM alto, em alguns casos, podem aumentar a taxa de notificação dos casos à proporção que criam condições favoráveis para multiplicação deles.

A temperatura é uma das variáveis climáticas investigadas quando se estuda a incidência de arboviroses (Massad et al., 2011; Mutheneni et al. 2017; Vezzani, et al., 2004), porque à medida que a temperatura aumenta, o mosquito *Aedes aegypti* e o vírus apresentam períodos mais curtos de desenvolvimento (Tseng et a., 2016; Nakhapakorn et al., 2005; Hau et al., 2011; Tong et al., 2016; Choi et al., 2016; Hii et al., 2012; Bhatt et al., 2013; Teurlai et al., 2015). Além disso, o aumento de temperatura em aproximadamente 3°C, temperaturas mais altas (28°C e 32°C) e pequenas flutuações diárias de temperatura também podem aumentar a reprodução do mosquito e a replicação do vírus e por conseguinte aumentar as taxas de transmissão das arboviroses (Teurlai et al., 2015; Araujo et al., 2015; Tong et al., 2016).

O clima do Ceará é tropical quente semiárido com médias de temperatura variando conforme cada região do estado, sendo que no litoral, a média é de 27°C; nas Serras a média é de 22°C; no Sertão a média é de 29°C, ou seja, o estado apresenta uma heterogeneidade de temperatura. Conforme Honório et al. (2009), a temperatura média mensal acima de 22-24° C está relacionada com abundância do *Ae. aegypti* e por consequência maior risco de transmissão da doença. Corroborando com os dados anteriormente apresentados por Honório et al. (2009), na cidade do Rio de Janeiro, entre 1986 a 2003, foi observado que um dos fatores de risco associado às epidemias de dengue era a temperatura média mínima acima de 22°C (Câmara et al., 2009). Também de acordo com Favier et al. (2006), em um estudo realizado no Distrito Federal, o número médio de pupas por recipiente aumentou na proporção em que a temperatura média aumentou acima de 22°C. Portanto, as regiões de temperatura média igual ou abaixo de 22°C não favoreceriam o desenvolvimento do mosquito e nem do vírus, o que diminuiria a transmissão das arboviroses. Diante disso, supomos que a temperatura mínima de 20°C, assim como a temperatura média anual menor encontradas nos municípios cearenses com menor incidência de arboviroses sejam fatores responsáveis pela diminuição do número de casos nessas cidades, porquanto não houve diferença entre as temperaturas máximas.

Resultados semelhantes sobre a maior incidência de arboviroses em regiões de temperatura mais altas foram relatados em um estudo que investigou a relação entre variáveis climáticas e a incidência de dengue no Brasil, para os anos de 2008 a 2011 em todos os municípios brasileiros que apresentavam no mínimo um caso de dengue (Monteiro et al. 2020). Conforme este estudo, a temperatura mais alta influenciava positivamente nos casos de dengue, ou seja, quanto mais calor mais casos de dengue. Por outro lado, a variável temperatura mínima apresenta efeito negativo, embora fraco sobre o número de casos de dengue. Também Monteiro et al. 2009, ao analisarem os casos da dengue na cidade de Teresina, capital do Piauí, entre os anos de 2002 a 2006, observaram que a incidência da dengue era maior em períodos com temperatura mais elevadas. Entretanto, vale ressaltar que nem sempre é possível demonstrar essa ligação entre temperatura altas e aumento da incidência de caso de arboviroses na região nordeste. Por exemplo, em cidades da Paraíba, também localizado na região nordeste do Brasil, a análise dos casos de dengue em três cidades revelou que a temperatura, independente de média, máxima ou mínima, não apresenta associação com os casos de dengue. Os autores sugeriram que um dos possíveis fatores para a ausência de relação entre as variáveis era a baixa amplitude térmica encontrada em todo o estado, dessa maneira, o mosquito e o vírus encontram temperaturas mais uniformes para os seus desenvolvimentos ao longo do ano independente da região (Almeida & Silva, 2017), da mesma forma, no estudo de Moraes e Farias, 2021, realizado com as 184 cidades do Ceará, também não foi possível demonstrar relação entre a incidência de dengue e a chuva entre os anos de 2013 e 2018.

Por saber-se dessa limitação quando se usa as 184 cidades, fez-se aqui nesse estudo dois artifícios matemáticos, primeiro a análise utilizando somente as vinte cidades com maior e menor incidência de casos de arboviroses, bem como dividiu-se a temperatura em máxima, média e mínima, sendo assim é possível que estes artifícios tenham facilitado o estudo das variáveis e a demonstração da diferença entre elas.

A indisponibilidade de acesso a água tratada e encanada é um fator que aumenta a incidência de arboviroses, uma vez que seu acúmulo em recipientes, como baldes, potes, bacias e caixa d'água, sem o devido cuidado favorece a reprodução, o desenvolvimento do mosquito e a transmissão da doença. Sendo assim, era possível que as cidades com alta incidência de arboviroses apresentassem consumo médio per capita de água e porcentagem de atendimento total de água baixos quando comparado com as cidades de menor incidência de arboviroses. Porém, não foi possível observar diferença estatisticamente significativa entre os grupos com relação a essas duas variáveis: consumo médio per capita de água e porcentagem de atendimento total de água.

Similar a água tratada e encanada, a água da chuva também é um fator de risco para arboviroses, no entanto, não é a escassez de acesso a água da chuva, mas sim o seu armazenamento em pneus, vasos, garrafas, sucatas, piscinas abandonadas, entulhos da construção civil e lixo durante o período chuvoso. Portanto, as cidades com precipitações anuais elevadas apresentam maiores riscos de incidência de arboviroses como foi demonstrado em estudos realizados em municípios e estados da Região Nordeste e Norte, os quais apontaram uma relação entre a intensidade dos quadros chuvosos e a incidência de arboviroses (de Castro et al., 2018; Santos et al., 2019; Silva et al., 2016; do Nascimento et al., 2020). Entretanto, a semelhança do consumo médio per capita de água e da porcentagem de atendimento total de água, não foi possível observar diferença estatisticamente significativa entre os grupos com relação a precipitação média anual.

Particularmente, pode-se supor que a semelhança entre os valores referentes as precipitações entre os municípios de maior e menor incidência pode estar relacionada ao fato de que, embora os municípios cearenses possuam uma quadra chuvosa mais intensa nos meses de fevereiro, março, abril e maio, as informações aqui coletadas envolveram todos os meses do ano, ou seja, os resultados obtidos expressam média anual. Além disso, o volume de chuvas observado no Ceará em 2021 foi reduzido até nos meses de maior intensidade. E por último, os municípios cearenses em 2021 não apresentaram uma homogeneidade de dados pluviométricos, o que pode ter interferido aumentando o desvio padrão e reduzindo a diferença entre as médias. Por outro lado, conforme Moraes e Farias (2021) a demonstração dessa relação entre a incidência de dengue e a chuva no Ceará foi

possível pelo fato de que o estudo foi realizado entre os anos de 2013 e 2018, ou seja, retratando um período maior de tempo, além do que nesse período as chuvas foram em alguns anos mais intensas do que em 2021, intensificando as diferenças entre as médias de precipitação. Também vale salientar que no estudo de Moraes e Farias, 2021 só foram avaliados os casos de dengue. Por outro lado, em nosso estudo foi abordado a incidência de arboviroses em geral, bem como individual, incluindo dengue, zika e Chikungunya.

Como é sabido, o lixo gerado dentro dos domicílios, assim como aquele produzido por cidade, quando não coletado e destinado adequadamente dentro de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos, eles podem se tornar depósitos positivos para o Aedes. Segundo Rodrigues (2020), o Ceará é o Estado nordestino com maior produção per capita de resíduos sólidos por dia - 1,06 Kg. Além disso, das 2,4 milhões de toneladas de lixo produzidas no ano, cerca de 1,3 milhão (55,2%) é descartada de forma irregular. Isso significa que, embora as dez cidades com alta incidência de arboviroses possuam uma elevada taxa de cobertura de resíduos domiciliares, chegando a uma média de 84,33%, bem superior à média de 58,30% apresentada pelas outras dez cidades, elas estão distantes de alcançar a coleta ideal que seria de 1,06 kg por dia, enquanto que, elas apresentam somente 0,82 kg por dia. Por outro lado, as dez cidades com menor incidência de arboviroses, mesmo com baixa taxa de cobertura, elas ainda possuem uma coleta per capita em média de 1,3 kg, bem superior ao 1,06 kg por dia produzido em média pelos cearenses.

5. Considerações Finais

Os resultados revelaram como as arboviroses estão disseminadas nas cidades cearenses, visto que dos 184 municípios somente 7 não apresentaram casos da epidemia. Além disso, eles demonstraram que as cidades com maior incidência de arboviroses são aquelas com melhores indicadores socioeconômicos e de saúde, bem como temperaturas médias e mínimas mais elevadas, no entanto, com relação aos indicadores de educação, assim como temperatura máxima, não foram encontradas diferenças entre os grupos. Portanto, sugerimos que as políticas públicas nacionais, estaduais e municipais, bem como os órgãos e secretarias ligadas ao controle da dengue intensifiquem as suas ações não somente durante a quadra chuvosa no Ceará, mas atuem também durante todo o ano, visto que outros fatores como IDHM, densidade demográfica, renda, mortalidade infantil, número de estabelecimentos de saúde, número de médicos, taxa de saneamento e de coleta de resíduos sólidos podem estar linkados ao aumento dos casos de arboviroses nas cidades cearenses. Além disso, novos estudos se fazem necessários com o intuito de identificar as potencialidades e as fragilidades de cada região, assim como contribuir na previsão de endemias, uma vez que mesmo com aumento dos casos notificados e redução do número de localidades positivas para a epidemia, algumas evidências ainda apontam para um potencial epidêmico crescente das arboviroses em regiões tropicais, influenciado em boa parte pelas condições climáticas, demográficas e socioeconômica favoráveis encontradas na região nordeste.

Referências

- Almeida, C. A. P., & Silva, R. M. (2017). Modelagem espacial dos casos de dengue e variáveis socioambientais em João Pessoa, Cabedelo e Bayeux, Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 10(05), 1455-1470.
- Arantes, K. M. (2017). Análise da efetividade das ações de controle da dengue no município de Uberlândia, MG a partir da matriz FPDEEA (master's thesis). Uberlândia: Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia;
- Araujo, R. V., Albertini, M. R., Costa-da-Silva, A. L., Suesdek, L., Franceschi, N. C., Bastos, N. M., Katz, G., Cardoso, V. A., Castro, B. C., Capurro, M. L., & Allegro, V. L. (2015). São Paulo urban heat islands have a higher incidence of dengue than other urban areas. *Braz J Infect Dis*.19(2):146-155.10.1016/j.bjid.2014.10.004.
- Baia, S. S. V. (2014). Estudo das relações entre as variáveis ambientais e a incidência de dengue nos municípios de Santarém, Tucuruí e Bragança (Pará), no período Janeiro de 2007 a julho de 2011 (master's thesis). Belém: Núcleo de Medicina Tropical, Universidade Federal do Pará;
- Barcellos, C., & Lowe, R. (2014). Expansion of the dengue transmission area in Brazil: the role of climate and cities. *Trop Med Int Health*. 19, 159–68.

- Bhatt, S., Gething, P. W., Brady, O. J., Messina, J. P., Farlow, A. W., Moyes, C. L., Drake, J. M., Brownstein, J. S., Hoen, A. G., Sankoh, O., Myers, M. F., George, D. B., Jaenisch, T., Wint, G. R. W., Simmons, G. P., Scott, T. W., Farrar, J. J., & Hay, S. I. (2013). The global distribution and burden of dengue. *Nature*. 496(7446):504–7.
- Braga, D. A. O., Barreto, F. K. A., Paiva, C. N., Ramalho, I. L. C., Cavalcanti, L. P. G., & Alencar, C. H. (2021). Seroepidemiological survey on chikungunya in endemic zones for arboviruses in Brazil, 2019. *Zoonoses Public Health*. 68(8):955-964. 10.1111/zph.12888.
- Brasil (2009). Ministério da Saúde. Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue. Brasília, DF.
- Câmara, F. P., Gomes, A. F., Santos, G. T., & Câmara, D. C. (2009). Clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro. *Rev Soc Bras Med Trop*. 42(2): 137-40.
- Carabali, M., Harper, S., Lima Neto, A. S., Dos Santos de Sousa, G., Caprara, A., Restrepo, B. N., & Kaufman, J. S. (2021). Spatiotemporal distribution and socioeconomic disparities of dengue, chikungunya and Zika in two Latin American cities from 2007 to 2017. *Trop Med Int Health*. 2021;26(3):301-315.10.1111/tmi.13530.
- Cavalcanti, L. P. G., Barreto, F. K. A., Oliveira, R. M. A. B., Canuto, I. F. P., Lima, A. A. B., Lima, J. W. O., Escóssia, K. N. F., Martins, V. E. P., Alencar, C. H., Perdigão, A. C. B., Lima, D. M., Ramalho, I. L. C., & Araújo, F. M. C. (2018). Thirty years of dengue in Ceará: History, contributions to science and challenges in the current scenario with triple arbovirus circulation. *Journal of Health & Biological Sciences*, 6(1), 65–82. <https://doi.org/10.12662/2317-3076jhbs.v6i1.1415.p65-82.2018>
- Catão, R. de C. Dengue no Brasil: abordagem geográfica na escala nacional. 2011. 169 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 2011.
- Cavalcanti, L. P., Góes., Escóssia, K. N. F., Simião, A. R., Linhares, P. M. C., Lima, A. A. B., Lopes, K. W., Braga, D. N. M., Ramalho, I. L. C., Mello, L. M. S., Vale, R. L. S., Barreto, F. K. A., Oliveira, R. M. A. B., Lima Neto, A. S., & Araújo, F. M. C. (2019). Experiência do Comitê de Investigação de Óbitos por Arboviroses no Ceará em 2017: avanços e desafios. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 28(3), e2018397. Epub 21 de outubro de 2019. <https://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742019000300011>
- Cerqueira, V., & Francisco (2022). Aspectos naturais do Ceará. <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/aspectos-naturais-ceara.htm>
- Chahad-Ehlers, S., Gentile, C., Lima, J. B., Peixoto, A. A., & Bruno, R. V. (2013). Analysis of cycle gene expression in *Aedes aegypti* brains by in situ hybridization. *PloS one*. 8(1):e52559. 10.1371/journal.pone.
- Choi, Y., Tang, C. S., McIver, L., Hashizume, M., Chan, V., Abeyasinghe, R.R., Iddings, S., & Huy, R. (2016). Effects of weather factors on dengue fever incidence and implications for interventions in Cambodia. *BMC Public Health*.16(241). <https://bmcpublihealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-016-2923-2>.
- Climatempo (2022). Clima e Previsão do tempo agora: Meteorologia Climatempo. <https://www.climatempo.com.br/>
- Costa, A. (2022). Saiba quais cidades e regiões cearenses receberam os maiores e menos volumes de chuvas em 2021. <https://diarionordeste.verdesmares.com.br/regiao/saiba-quais-cidades-e-regioes-cearenses-receberam-os-maiores-e-menores-volumes-de-chuvas-em-2021-1.3175859>
- Costa, S. D. S. B., Branco, M. D. R. F. C., Aquino Junior, J., Rodrigues, Z. M. R., Queiroz, R. C. S., Araujo, A. S., Câmara, A. P. B., Santos, P. S. D., Pereira, E. D. A., Silva, M. D. S. D., Costa, F. R. V. D., Santos, A. V. D. D., Medeiros, M. N. L., Alcântara Júnior, J. O., Vasconcelos, V. V., Santos, A. M. D., & Silva, A. A. M. D. (2018). Spatial analysis of probable cases of dengue fever, chikungunya fever and zika virus infections in Maranhao State, Brazil [published correction appears in *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*.Dec 10;60:e62err]. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo*.60:e62.10.1590/S1678-9946201860062.
- de Castro, D. B., Sampaio, V. S., de Albuquerque, B. C., Pinto, R. C., Sadahiro, M., Dos Passos, R. A., da Costa, C. F., & Braga, J. U. (2018). Dengue epidemic typology and risk factors for extensive epidemic in Amazonas state, Brazil, 2010-2011. *BMC Public Health*.18:356.
- de Sousa, S. C., Carneiro, M., Eiras, Á. E., Bezerra, J. M. T., & Barbosa, D. S. (2021). Factors associated with the occurrence of dengue epidemics in Brazil: a systematic review. *Rev Panam Salud Publica*. 45:e84. Published 2021 Aug 6.10.26633/RPSP.2021.84
- do Carmo, R. F., Silva Júnior, J. V. J., Pastor, A. F., & de Souza, C. D. F. (2020). Spatiotemporal dynamics, risk areas and social determinants of dengue in Northeastern Brazil, 2014-2017: an ecological study. *Infect Dis Poverty*. 9(1):153. Published 2020 Nov 3.10.1186/s40249-020-00772-6.
- do Nascimento, I. D. S., Pastor, A. F., Lopes, T. R. R., Farias, P. C. S., Gonçalves, J. P., do Carmo, R. F., Durães-Carvalho, R., da Silva, C. S., & Silva Júnior, J. V. J. (2020). Retrospective cross-sectional observational study on the epidemiological profile of dengue cases in Pernambuco state, Brazil, between 2015 and 2017. *BMC Public Health*. 20(1):923. Published 2020 Jun 12.10.1186/s12889-020-09047-z.
- Favier, C., Degallier, N., Vilarinhos, Pde T., de Carvalho, Mdo. S., Yoshizawa, M. A., & Knox, M. B. (2006). Effects of climate and different management strategies on *Aedes aegypti* breeding sites: a longitudinal survey in Brasília (DF, Brazil). *Trop Med Int Health*, 11(7), 2006, 1104-1118.
- Ferreira, A. C. Epidemiologia espacial da Dengue em Araraquara, São Paulo, 2008 a 2015 (dissertation). Araraquara: Faculdade de Ciências Farmacêuticas. 2017.
- G1 CE (2019). Ceará tem o terceiro maior volume de chuva dos últimos 20 anos. <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2019/05/24/ceara-tem-o-terceiro-maior-volume-de-chuva-dos-ultimos-20-anos.ghtml>
- Gentile, C., Rivas, G. B., Lima, J. B., Bruno, R. V., & Peixoto, A. A. (2013). Circadian clock of *Aedes aegypti*: effects of blood-feeding, insemination and RNA interference. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 108 Suppl 1:80–7. 10.1590/0074-0276130471.
- Governo do Estado do Ceará (2022). 2022 inicia com situação hídrica controlada e com expectativa de chuvas. <https://www.ceara.gov.br/2022/01/03/2022-inicia-com-situacao-hidrica-controlada-e-com-expectativa-de-chuvas/>

- Gubler, D. J. (2011). Dengue, urbanization and globalization: the unholy trinity of the 21st century. *Trop Med Health*.39(Suppl 4):3–11.
- Hau, V. P., Huong, T. M. D., Thao, T. T. P., & Nguyen, N. T. M. (2011). Ecological factors associated with dengue fever in a central highlands Province, Vietnam. *BMC Infect Dis*. 11(172).
- Hii, Y. L., Zhu, H., Ng, N., Ng, L. C., & Rocklöv, J. (2012). Forecast of dengue incidence using temperature and rainfall. *PLOS Negl Trop Dis*. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001908>.
- Honorato, T., Lapa, P. P., Sales, C. M., Reis-Santos, B., Tristão-Sá, R., Bertolde, A. I., & Maciel, E. L. (2014). Spatial analysis of distribution of dengue cases in Espírito Santo, Brazil, in 2010: use of Bayesian model. *Rev Bras Epidemiol*. 17:150–9.
- Honório, N. A., Codeço, C. T., Alves, F. C., Magalhães, M. A., & Lourenço-De-Oliveira, R. Temporal distribution of *Aedes aegypti* in different districts of Rio de Janeiro, Brazil, measured by two types of traps. *J Med Entomol*, 46(5), 1001-1114.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). Ceará | Cidades e Estados | IBGE. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/>
- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2022). Ceará em Mapas. <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/>
- MacCormack-Gelles, B., Neto, A. S. L., Sousa, G. S., Nascimento, O. J., Machado, M. M., Wilson, M. E., & Castro, M. C. (2018). Epidemiological characteristics and determinants of dengue transmission during epidemic and non-epidemic years in Fortaleza, Brazil: 2011–2015. *PLoS Negl Trop Dis*. 2:e0006990.
- Massad, E., Coutinho, F. A. B., Lopez, L. F., & Da Silva, D. R. (2011). Modeling the impact of global warming on vector-borne infections. *Physics of Life Reviews*, 8(2), 169-199.
- Martins, M. M. F., Almeida, A. M. F. L., Fernandes, N. D. R., Silva, L. S., Lima, T. B., Orric, A. S., & Ribeiro, H. L. Jr. (2015). Análise dos aspectos epidemiológicos da dengue na microrregião de saúde de Salvador, Bahia, no período de 2007 a 2014. *Espaç Saúde*.16(4):64-73.
- Miyazaki, R. D., Ribeiro, A. L., Pignatti, M. G., Campelo, J. H., & Pignati, M. (2009). Monitoring of *Aedes aegypti* mosquitoes (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) by means of ovitraps at the Universidade Federal de Mato Grosso Campus, Cuiabá, State of Mato Grosso. *Rev Soc Bras Med Trop*, 42(4), 2009, 392-397.
- Monteiro, D. C. S., Souza, N. V., Amaral, J. C., Lima, K. B., Araújo, F. M. C., Ramalho, I. L. C., Martins, V. E. P., Colares, J. K. B., Cavalcanti, L. P. G., & Lima, D. M. (2019). Dengue: 30 years of cases in an endemic area. *Clinics (Sao Paulo)*.74:e675.10.6061/clinics/2019/e675.
- Monteiro, E. S. C., Coelho, M. E., da Cunha, I. S., Cavalcante, M. A. S., & Carvalho, F. A. A. (2009). Aspectos epidemiológicos e vetoriais da dengue na cidade de Teresina, Piauí – Brasil, 2002 a 2006. *Epidemiol Serv Saúde*.18(4): 365-74.
- Monteiro, V. B., & Araújo, J. A. (2020). Socioeconomic and climate aspects that impact the dengue occurrence in Brazil: municipal analysis of 2008 to 2011 by quantile regression for panel data. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, 6(5), p.28126-28145.10.34117/bjdv6n5-311.
- Morais, S. M., & Farias, S. S. (2021). Influence of climatic variables on the epidemiological situation of dengue in the Ceará- Brazil. *Research, Society and Development*, [S. 1.], 10(12), e181101220313, 2021. 10.33448/rsd-v10i12.20313.
- Mutheneni, S. R., Morse, A. P., Caminade, C., & Upadhyayula, S. M. (2017). Dengue burden in India: recent trends and importance of climatic parameters. *Emerging microbes & infections*, 6(1), 1-10.
- Nakhapakorn, K., & Tripathi, N. K. (2005). An information value based analysis of physical and climatic factors affecting dengue fever and dengue haemorrhagic fever incidence. *Int J Health Geogr*. 4(13). <http://ij-healthgeographics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-072X-4-13>.
- Nunes, P. C. G., Daumas, R. P., Sánchez-Arcila, J. C., Nogueira, R. M. R., Horta, M. A. P., & Dos Santos, F. B. (2019). 30 years of fatal dengue cases in Brazil: a review. *BMC Public Health*.19(1):329. Published 2019 Mar 21.10.1186/s12889-019-6641-4.
- Pinto, F. K. A. (2016). Análise espacial da distribuição dos casos de dengue no município de Osasco de 2007 a 2013 (master's thesis). São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo.
- Porto, W. L., Terto, T. F., Soares, L. C., Aguiar Cardoso, A. C., Castro Alencar, V. M. de, da Silva, B. A. K., de Andrade, A. R. O., Nóbrega Neto, A. de P. R., Bezerra Pinto, A. S., Lopes Araújo, T. de S., Pereira Junior, J. L., & GarcêsT. C. de S. (2019). Cenário epidemiológico das arboviroses no Piauí. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*. 11(14) | e1054,1-9.
- Rodrigues, R. (2020). Ceará é 1º do Nordeste e 4º do País em geração de lixo por pessoa. <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/ceara-e-1-do-nordeste-e-4-do-pais-em-geracao-de-lixo-por-pessoa-1.2990564>
- Rodrigues, N. C. P., Lino, V. T. S., Daumas, R. P., Andrade, M. K d. N., O'Dwyer, G., Monteiro, D. L. M., Gerardi, A., Fernandes, G. H., Ramos, J. A., Ferreira, C. E., & Leite, I. D. (2016) Temporal and Spatial Evolution of Dengue Incidence in Brazil, 2001-2012. *PLoS ONE* 11(11): e0165945.10.1371/journal.pone.0165945.
- Santos, C. A. G., Guerra-Gomes, I. C., Gois, B. M., Peixoto, R. F., Keesen, T. S. L., & da Silva, R. M. (2019). Correlation of dengue incidence and rainfall occurrence using wavelet transform for João Pessoa city. *Sci Total Environ*.647:794 –805.
- Silva, F. D., Santos, A. M., Corrêa, R. G. C. F., & Caldas, A. J. M. (2016). Temporal relationship between rainfall, temperature and occurrence of dengue cases in São Luís, Maranhão, Brazil. *Cien Saude Colet*. 21:641 –6.
- Silva, N. S., Alves, J. M. B., Da Silva, E. M., & Lima, R. R. (2020). Appraisal of the relation between climatology, sanitary conditions (Garbage) and the occurrence of arboviroses (dengue and chikungunya) at Quixadá-Ce in the period between 2016 and 2019. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 35 (3), pp. 485-492..

- Sousa, W. L., Asevedo, M. D. G., Araújo, J. A., & Dias, J. M. (2017). Interação entre fatores socioeconômicos ambientais e ocorrência de casos de dengue no Ceará. *Revista Espacios*, Caracas, v. 38, n. 14, p. 31-41.
- Struchiner, C. J., Rocklöv, J., Wilder-Smith, A., & Massad, E. (2015). Increasing dengue incidence in Singapore over the past 40 years: population growth, climate and mobility. *PLoS ONE*. 10:e0136286.
- Teurlai, M., Menkès, C. E., Cavarero, V., Degallier, N., Descloux, E., Grangeon, J. P., Guillaumot, L., Libourel, T., Lucio, P. S., MathieuDaudé, F., & Mangeas, M. (2015). Socio-economic and climate factors associated with dengue fever spatial heterogeneity: a worked example in New Caledonia. *PLOS Negl Trop Dis*. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004211>.
- Tong, M. X., Hansen, A., Hanson-Easey, S., Xiang, J., Cameron, S., Liu, Q., Liu, X., Sun, Y., Weinstein, P., Han, G. S., Williams, C., & Bi, P. (2016). Perceptions of capacity for infectious disease control and prevention to meet the challenges of dengue fever in the face of climate change: a survey among CDC staf in Guangdong Province, China. *Environ Res*. 148:295–302.
- Tseng, Y. T., Chang, F. S., Chao, D. Y., & Lian, I. B. (2016). Re-model the relation of vector indices, meteorological factors and dengue fever. *J Trop Dis*. <https://doi.org/10.4172/2329-891X.1000200>.
- Valle, D., Aguiar, R., & Pimenta, D. (2015). Lançando luz sobre a dengue. *Cienc Cult*. 67(3):4-5.
- Vezzani, D., Velázquez, S. M., & Schweigmann, N. (2004). Seasonal pattern of abundance of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Buenos Aires city, Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 99(4), 351-356.
- Viana, D. V., & Ignotti, E. (2013). The ocurrence of dengue and weather changes in Brazil: a systematic review. *Rev Bras Epidemiol*. 16(2):240-256.10.1590/S1415-790X2013000200002.
- Vilibic-Cavlek, T., Barbic, L., Mrzljak, A., Brnic, D., Klobucar, A., Ilic, M., Janev-Holcer, N., Bogdanic, M., Jemersic, L., Stevanovic, V., Tabain, I., Kremar, S., Vucelja, M., Prpic, J., Boljfecic, M., Jelcic, P., Madic, J., Ferencak, I., & Savic V. (2021). Emerging and Neglected Viruses of Zoonotic Importance in Croatia. *Pathogens*. 10(73), 1-24
- World Health Organization (2022). Dengue and severe dengue. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>