

Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



Emile Danielly Amorim Pereira

Análise da dinâmica espaço-temporal das arboviroses em níveis municipal e intra-urbano no Maranhão, Nordeste do Brasil, 2015-2019

Rio de Janeiro

2023

Emile Danielly Amorim Pereira

Análise da dinâmica espaço-temporal das arboviroses em níveis municipal e intra-urbano no Maranhão, Nordeste do Brasil, 2015-2019

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia em Saúde Pública, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Métodos quantitativos em Epidemiologia.

Orientador: Prof. Dr. Cleber Nascimento do Carmo.

Coorientadora: Prof.^a Dra. Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco.

Rio de Janeiro

2023

Título do trabalho em inglês: Analysis of the space-time dynamics of arboviruses at municipal and intra-urban levels in Maranhão, Northeast Brazil, 2015-2019.

O presente trabalho foi realizado com apoio de Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) - Código de Financiamento 001.

P436a Pereira, Emile Danielly Amorim.
Análise da dinâmica espaço-temporal das arboviroses em níveis municipal e intra-urbano no Maranhão, Nordeste do Brasil, 2015-2019 / Emile Danielly Amorim Pereira. -- 2023.
140 f. : il.color, mapas.

Orientador: Cleber Nascimento do Carmo.
Coorientadora: Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco.
Tese (Doutorado em Epidemiologia em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro, 2023.
Bibliografia: f. 114-127.

1. Dengue. 2. Infecção pelo Zikavirus. 3. Febre de Chikungunya. 4. Análise Espacial. 5. Fatores Socioeconômicos. I. Título.

CDD 614.571

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Rede de Bibliotecas da Fiocruz com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bibliotecário responsável pela elaboração da ficha catalográfica: Cláudia Menezes Freitas - CRB-7-5348
Biblioteca de Saúde Pública

Emile Danielly Amorim Pereira

Análise da dinâmica espaço-temporal das arboviroses em níveis municipal e intra-urbano no Maranhão, Nordeste do Brasil, 2015-2019

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia em Saúde Pública, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Métodos quantitativos em Epidemiologia

Aprovada em: 6 de dezembro de 2022.

Banca Examinadora

Prof.^a Dra. Taynãna César Simões
Fundação Oswaldo Cruz – Instituto René Rachou

Prof. Dr. Diego Ricardo Xavier Silva
Fundação Oswaldo Cruz – Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica

Prof.^a Dra. Yara Hahr Marques Hökerberg
Fundação Oswaldo Cruz – Instituto de Pesquisa Clínica Evandro Chagas

Prof. Dr. Maurício Eduardo Salgado Rangel
Universidade Federal do Maranhão – Departamento de Geociências

Prof. Dr. Cleber Nascimento do Carmo (Orientador)
Fundação Oswaldo Cruz – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

Rio de Janeiro

2022

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por iluminar meu caminho e me conceder a paz nos momentos mais difíceis e tornar tudo possível.

A minha família pelo ensinamento do valor da perseverança, do sacrifício da conquista de um ideal, por mostrarem que quando fazemos com amor, boa vontade e dedicação, sempre valerá a pena.

Aos meus orientadores por esses seis anos (Mestrado e Doutorado) pelo conhecimento, ensinamento, paciência, incentivo e por sempre terem me apoiado e acreditado em mim. Minha admiração e minha gratidão!

À Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP), por permitir o meu doutoramento através da bolsa de estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) e à Coordenação do Ministério da Educação para a Melhoria do Ensino Superior (CAPES) pelo apoio financeiro ao projeto “Síndrome congênita pelo Zika vírus, soroprevalência e análise espacial e temporal de vírus Zika e Chikungunya no Maranhão”.

Ao grupo de pesquisa de Arboviroses do Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Maranhão - UFMA de pelas contribuições, pelos momentos de reflexão e construção do conhecimento.

Ao Laboratório de Geotecnologias e análises espaciais – GEOPRO/UFMA pela atenção, colaboração e riquíssimas contribuições na análise espacial, os quais foram fundamentais e decisivos para a finalização da dissertação.

Aos membros da banca, pelo cuidado na revisão e pela qualidade nos comentários, essenciais para aprimorar esta tese.

RESUMO

Dengue, chikungunya e Zika são arboviroses urbanas de extrema relevância para a saúde pública mundial, tendo em vista os danos que causam para a população e os impactos econômicos, sociais e ao sistema público de saúde. Transmitidas pelo *Aedes aegypti*, as distribuições espaço-temporais destas doenças são influenciadas por fatores que impactam a ecologia do mosquito. O objetivo principal dessa tese foi analisar a distribuição espacial dos coeficientes de detecção das arboviroses urbanas (dengue, chikungunya e Zika) visando a identificação de áreas de maior risco e de fatores associados, no estado do Maranhão, no período de 2015 a 2019. Foi utilizada uma abordagem ecológica para todo o estudo. Foram obtidos os casos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), dados demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pontos de descarte irregular de lixo da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP). No primeiro artigo, analisamos a distribuição espacial dos coeficientes de detecção de dengue, chikungunya e zika e fatores associados ao contexto socioeconômico e de saneamento ambiental no Maranhão, no período de 2015-2019 e observamos que os fatores socioambientais contribuíram para um maior coeficiente de detecção de arboviroses no Estado. Posteriormente, no segundo manuscrito adaptamos um Indicador de Desenvolvimento Social (IDS) para os setores censitários de São Luís-MA. Todos os setores censitários foram classificados com baixo desenvolvimento social e identificamos que houve correlação elevada entre o IDS e o percentual de lixo coletado. Finalmente, no terceiro artigo, identificamos os aglomerados espaciais e espaço-temporais das arboviroses em São Luís, no período de 2015-2019, sendo observado a predominância dos setores censitários com baixo coeficiente de detecção. Além disso, foram utilizados o IDS e os pontos de descarte irregular de lixo para verificar a relação com o coeficiente de detecção das arboviroses. Os resultados apontaram que houve associação positiva do coeficiente de detecção de arboviroses com os pontos de descarte irregular de lixo. Entretanto, o IDS não foi associado ao coeficiente de detecção das arboviroses. O presente trabalho reuniu, de maneira inédita, análises espacial e espaço-temporal de arboviroses urbanas no estado do Maranhão e adaptou um indicador de desenvolvimento social, para os setores censitários de São Luís, capital do Estado. Utilizamos métodos estatísticos que podem ser implementados na vigilância e modelos que podem contribuir para a identificação da relação entre arboviroses e variáveis socioeconômicas e ambientais em diferentes locais e períodos.

Palavras-chave: dengue; infecção por Zika vírus; febre de Chikungunya; análise espacial; estudos ecológicos; fatores socioeconômicos; resíduos sólidos.

ABSTRACT

Dengue, chikungunya and Zika are urban arboviruses of extreme relevance to global public health, given the *damage* they cause to the population and the economic, social and public health system impacts. Transmitted by *Aedes aegypti*, the spatiotemporal distributions of these diseases are influenced by factors that impact the ecology of the mosquito. The main objective of this thesis was to analyze the spatial distribution of detection coefficients of urban arboviruses (dengue, chikungunya and Zika) in order to identify areas of greater risk and associated factors, in the state of Maranhão, from 2015 to 2019. An ecological approach was used for the entire study. Cases were obtained from the Notifiable Diseases Information System, demographic data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics and irregular garbage disposal points from the Municipal Department of Public Works and Services. In the first article, we analyzed the spatial distribution of dengue, chikungunya and zika detection coefficients and factors associated with the socioeconomic context and environmental sanitation in Maranhão, in the period 2015-2019, and we observed that socio-environmental factors contributed to a higher detection coefficient of arboviruses in the state. Later, in the second manuscript, we built a Social Development Indicator (SDI) for the census sectors of São Luís-MA. All census sectors were classified as having low social development and we identified that there was a high correlation between the IDS and the percentage of garbage collected. Finally, in the third article, we identified the spatial and spatio-temporal clusters of arboviruses in São Luís, in the period 2015-2019, observing the predominance of low-incidence census sectors. In addition, the IDS and the points of irregular garbage disposal were used to verify the relationship with the detection coefficient of arboviruses. The results showed that there was a positive association between the detection coefficient of arboviruses and the points of irregular garbage disposal. However, the SDI was not associated with the detection coefficient of arboviruses. The present work brought together, in an unprecedented way, spatial and spatio-temporal analyzes of urban arboviruses in the state of Maranhão and built an indicator of social development for the census sectors of São Luís, capital of the state. We use statistical methods that can be implemented in surveillance and models that can contribute to the identification of the relationship between arboviruses and socioeconomic and environmental variables in different places and periods.

Keywords: dengue; Zika vírus infection; Chikungunya fever; spatial analysis; ecological studies; socioeconomic factors; solid waste.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fatores de risco associados à ocorrência de dengue, chikungunya e Zika	28
Figura 2 – Mapa de localização do Estado do Maranhão	42
Figura 3 – Mapa de localização de São Luís	43
Figura 1 – Municípios e região metropolitana do estado do Maranhão, 2010.....	67
Figura 2 – Diagrama de espalhamento de Moran (2A) e Box Map (2B) da análise de autocorrelação espacial do coeficiente de detecção de arboviroses no estado do Maranhão, 2015-2019	67
Figura 3 – Distribuição espacial do coeficiente de detecção de dengue, chikungunya e Zika, por municípios do estado do Maranhão, 2015-2019.....	68
Figura 1 – Mapa da distribuição espacial do Índice de Desenvolvimento Social por setor censitário em São Luís. São Luís - MA, 2022.....	82
Figura 4 – Índice Local de Moran para o coeficiente de detecção de dengue em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019).....	84
Figura 5 – Índice Local de Moran para o coeficiente de detecção de chikungunya em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019)	85
Figura 6 – Índice Local de Moran para o coeficiente de detecção de Zika em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019).....	86
Figura 7 – Mapa do coeficiente de detecção de dengue, em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019).....	87
Figura 8 – Mapa do coeficiente de detecção de chikungunya em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019)	88
Figura 9 – Mapa do coeficiente de detecção de Zika, em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019).....	89
Figura 1 – Mapa de localização do município de São Luís, 2010	93
Figura 2 – Mapa do coeficiente de detecção estimado de arboviroses urbanas, em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019)	97
Figura 3 – Índice Local de Moran para o coeficiente de detecção de arboviroses urbanas em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019).....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise espacial univariada e bivariada entre os coeficientes de detecção de dengue, chikungunya, Zika e das três arboviroses conjuntamente e variáveis socioambientais, Maranhão, 2015-2019	65
Tabela 2 – Modelo autorregressivo condicional bayesiano (CAR Bayes) para associação do coeficiente de detecção de arboviroses conjuntamente e de fatores socioambientais, Maranhão, 2015-2019.	66
Tabela 1 – Cargas fatoriais no primeiro componente principal. São Luís-MA, 2022	82
Tabela 2 – Índice de desenvolvimento social (IDS) dos dez primeiros e dez últimos setores censitários. São Luís-MA, 2022	82
Tabela 1 – Características dos aglomerados estatisticamente significativos quanto ao risco para arboviroses, de acordo com a estatística de varredura espacial Scan espaço-temporal, nos setores censitários do município de São Luís, Maranhão, Brasil, 2015-2019	100
Tabela 2 – Modelo de regressão Autorregressivo Condicional Bayesiano para associação de pontos de descarte irregular de lixo, índice de desenvolvimento social (IDS) com coeficiente de detecção de arboviroses urbanas nos setores censitários de São Luís, Maranhão, Brasil, 2015-2019	100

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA.....	18
2.2	ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS DAS ARBOVIROSES URBANAS: DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA.....	21
2.3	VETORES DAS ARBOVIROSES URBANAS: DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA.....	24
2.4	FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À OCORRÊNCIA DE ARBOVIROSES URBANAS: DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA	27
2.5	ANÁLISE ESPACIAL COMO FERRAMENTA PARA ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO DAS ARBOVIROSES URBANAS: DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA	34
3	JUSTIFICATIVA	38
4	OBJETIVOS	40
4.1	GERAL	40
4.2	ESPECÍFICOS	40
5	METODOLOGIA	41
5.1	LOCAL DE ESTUDO	41
5.2	DADOS.....	44
5.2.1	Casos de arboviroses urbanas - dengue, chikungunya e Zika	44
5.2.2	Dados demográficos, socioambientais e socioeconômicos	45
5.2.3	Mapas	48
5.3	ANÁLISE DE DADO	48
5.3.1	Análise espacial	48
5.3.2	Modelagem estatística	50
5.4	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	52
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
6.1	ARTIGO 1.....	53
6.2	ARTIGO 2.....	72
6.3	ANÁLISES PRELIMINARES	83
6.4	ARTIGO 3.....	90
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	110

REFERÊNCIAS	114
ANEXO A - NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGO À REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL.....	128
ANEXO B - NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGO À REVISTA CADERNOS DE SAÚDE COLETIVA	137

APRESENTAÇÃO

A pesquisa ora apresentada é fruto das inquietações resultantes do estudo, “Análise espacial dos casos prováveis de Febre de Chikungunya no estado do Maranhão em 2015 e 2016”, realizada no Mestrado em Epidemiologia em Saúde Pública da Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP)/Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) sob a orientação dos professores Cleber Nascimento do Carmo (ENSP/FIOCRUZ) e Maria dos Remédios Castelo Branco (Programa de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Maranhão (UFMA)).

Para aquela análise utilizamos algumas variáveis comumente utilizadas em estudos ecológicos cuja transmissão se dê pelo *Aedes aegypti* (*A. aegypti*), tais como socioeconômicas e ambientais. Ao analisarmos as condições de saneamento básico (abastecimento de água, coleta de esgoto e lixo) dos 217 municípios maranhenses, constatamos que nas dimensões esgoto e lixo, os serviços eram precários e até mesmo inexistentes. Contudo, para água encanada, apresentavam “ótimas” condições.

Vale ressaltar que a qualidade desses serviços não foi averiguada e este é um aspecto importante a ser considerado, pois o fato da residência ter encanamento de água, não significa que este serviço tenha regularidade ou até mesmo seja ofertado. Conseqüentemente, haverá uma busca de alternativas para amenizar tal problemática, como armazenamento de água em baldes, caixas d’águas, e estes podem servir de potenciais criadouros residenciais.

Curiosamente, em todas as análises espaciais utilizadas, índice de Moran e a estatística de varredura espacial *Scan*, a variável “lixo” era apontada como fortemente associada aos casos notificados de chikungunya, inclusive nos municípios que apresentavam percentuais um pouco melhores de condições de lixo coletado (serviço de limpeza pública). Em localidades onde a coleta pública era por “caçamba de lixo” havia uma associação ainda maior. Resultados que nos deixaram bastante curiosos, porém, ao buscarmos respostas na literatura encontramos pouquíssimas pesquisas que faziam uma maior discussão dessa relação, nos motivando a procurar melhores explicações.

Entendemos que a coleta de lixo é uma das principais medidas sanitárias capaz de prevenir a proliferação de doenças. Com isso, no doutorado conduzimos novamente um estudo chikungunya e acrescentamos dengue e Zika, pois no Estado do Maranhão temos a circulação importante do vetor e das três doenças, inclusive com epidemias. Além disso, fizemos um recorte para São Luís, capital do estado do Maranhão, utilizando a menor unidade de análise espacial – setores censitários.

Existem ainda algumas lacunas no conhecimento sobre a análise espacial da ocorrência simultânea de arboviroses urbanas – dengue, chikungunya e Zika utilizando técnicas de geoprocessamento e modelos estatístico espaciais para compreender o contexto de dispersão das doenças.

A Tese está em formato de coletânea de artigos. O primeiro capítulo é a Introdução, com apresentação dos principais conceitos e questões relevantes no contexto epidemiológico das arboviroses urbanas. O segundo capítulo é a Revisão de Literatura, com as seções 2.1 que apresentou os aspectos epidemiológicos das arboviroses urbanas – dengue, chikungunya e Zika e a 2.2 que descreveu os aspectos clínicos das arboviroses urbanas – dengue, chikungunya e Zika. A seção 2.3 discorreu sobre os vetores dessas arboviroses, o mosquito do gênero *Aedes*: *A. aegypti* e *A. albopictus*, seu ciclo de vida, dispersão, vigilância e controle. A seção seguinte, 2.4, trouxe os principais fatores de risco relacionados ao vetor, ao meio ambiente e às condições socioeconômicas associados à ocorrência de dengue, chikungunya e Zika. A seção 2.5 discorreu sobre a vulnerabilidade socioambiental e o risco à ocorrência de arboviroses. A última seção da Revisão de Literatura, 2.6, destacou a análise espacial como ferramenta para estudo epidemiológico das arboviroses urbanas. O capítulo 3 apresentou a Justificativa da tese. O capítulo 4 apresentou o Objetivo Geral e os Objetivos Específicos da tese. O capítulo de Métodos apresenta-se em três seções: 5.1 Método do Artigo 1; 5.2 Método do Artigo 2; e 5.3 Método do Artigo 3. Os aspectos éticos relacionados à pesquisa foram apresentados no capítulo 7. Os capítulos que se seguiram apresentaram os resultados dos três produtos da tese em forma de artigos científicos. O capítulo 8 apresentou o Artigo 1, cujo título foi “Análise espacial dos casos de dengue, chikungunya e Zika no estado do Maranhão, região Nordeste do Brasil”. O capítulo 9 apresentou o Artigo 2, uma comunicação breve intitulada “Adequação de um índice de desenvolvimento social para a vigilância e gestão de doenças transmissíveis no município de São Luís, Maranhão”. O capítulo 10 apresentou o Artigo 3, cujo título foi “Distribuição espacial da dengue, chikungunya e Zika e sua associação com indicador de desenvolvimento social e de descarte irregular de lixo em São Luís, Maranhão, 2015 a 2019”. Por fim, apresentaram-se as Considerações Finais da tese no capítulo 11, seguidas das Referências e Anexos citados ao longo do texto.

1 INTRODUÇÃO

As arboviroses são caracterizadas por um grupo de doenças virais, incluindo os vírus da dengue (DENV), chikungunya (CHIKV), Zika (ZIKV), entre outros. O Brasil, historicamente, enfrenta ciclos de epidemias de dengue em praticamente todo o território (AVELINO-SILVA; RAMOS, 2017). É endêmica há mais de trinta anos e mais recentemente, 2015-2016, registrou epidemias de CHIKV E ZIKV.

Estão associadas com surtos e epidemias, alto número de casos graves e complicações, que podem variar desde doença febril leve e indiferenciada, a síndromes neurológicas, articulares, hemorrágicas (CAO-LORMEAU *et al.*, 2014), microcefalia e outras malformações congênitas (SCHULER-FACCINI *et al.*, 2016). Dada sua complexidade, os impactos clínicos, sociais e econômicos negativos e aumento sobre as demandas dos serviços de saúde, as arboviroses constituem um enorme desafio para a saúde pública em todo o mundo (DONALISIO, FREITAS, ZUBEN, 2017; TEICH; ARINELLI; FAHHAM, 2017).

As arboviroses urbanas (dengue, chikungunya e Zika) apresentam grande potencial epidêmico, acometendo todas as regiões do Brasil, com destaque para o Nordeste do país que em 2019, de acordo com o Ministério da Saúde (MS) até a 52ª semana epidemiológica – SE (30/12/2018 a 30/12/2019), representou a segunda região com maior taxa de detecção de dengue (376,7 casos/100 mil hab.), de chikungunya (59,4 casos/100 mil hab.) e Zika (9,5 casos/100 mil hab.). No Maranhão, também houve registro de altas taxas. Para esse mesmo ano, a taxa de detecção de dengue foi de 79,7/100 mil hab., de chikungunya, 10,6/100 mil hab. e de Zika, 4,8/100 mil hab (BRASIL, 2019).

De acordo com a Portaria do MS nº 1.102, de 13 de maio de 2022, dengue, chikungunya e Zika são doenças de notificação compulsória e, portanto, todo caso suspeito deve ser obrigatoriamente notificado ao serviço de Vigilância Epidemiológica das Secretarias Municipais de Saúde (SMS) (BRASIL, 2022). Contudo, sabe-se que esses dados são baseados nos casos que foram notificados pelas unidades de saúde e no geral, as notificações são decorrentes de informações disponibilizadas por indivíduos infectados, que buscam os serviços de saúde. Entretanto, por vários motivos, como infecções assintomáticas (RIZZI *et al.*, 2017), oferta do diagnóstico laboratorial limitada, dificultando a diferenciação das infecções (AVELINO-SILVA; RAMOS, 2017), problemas de acesso aos serviços de saúde (FEITOSA; SOBRAL; JESUS, 2015), entre outros, muitos casos podem não ter sido notificados ou terem diagnósticos errados (AVELINO-SILVA; RAMOS, 2017).

Do ponto de vista epidemiológico este é um problema extremamente complicado, pois a possibilidade dessas estimativas podem não revelar a real situação de ocorrência das doenças (ARAÚJO *et al.*, 2017) e dificulta também as ações de prevenção e a alocação dos recursos (AVELINO-SILVA; RAMOS, 2017).

A. aegypti é o principal vetor transmissor dessas arboviroses no Brasil, encontra-se em todas as regiões do país (ZARA *et al.*, 2016). Contudo, para que a transmissão ocorra, é necessário que o vetor esteja infectado e infectivo e tenha uma pessoa susceptível (VALLE; AGUIAR; PIMENTA, 2015).

A abordagem aplicada, até o momento, pelo MS do país, por meio do Programa Nacional de Controle da Dengue – PNCD, tem sido o controle vetorial, principalmente por meio da pulverização com agrotóxicos, incluindo inseticidas e larvicidas (RIZZI *et al.*, 2017), ações de educação em saúde, comunicação e mobilização social (SOUZA *et al.*, 2018). Para a identificação dos focos de infestação por *A. aegypti* no país, o MS recomenda aos municípios a realização periódica do Levantamento Rápido do Índice de *A. aegypti* (LIRAA), o qual identifica as regiões de maior risco, contribui para eliminação de criadouros de mosquitos, podendo reduzir o número dos casos das doenças transmitidas por esse vetor. Além disso, recomenda aos municípios a pesquisa e monitoramento de pontos estratégicos, tais como, cemitérios, borracharias, entre outros (BRASIL, 2013).

No Brasil, vários fatores contribuem para a proliferação do *A. aegypti*, tais como: condições sociodemográficas, econômicas (ZARA *et al.*, 2016), a ineficácia das políticas públicas de saúde e as condições meteorológicas (RIZZI *et al.*, 2017), associados às características peculiares das doenças infecciosas – caráter imprevisível e explosivo em nível global, transmissibilidade, relação estreita com o ambiente e o comportamento humano (GREGIANINI *et al.*, 2017).

A intensificação da ocupação urbana desordenada tem produzido um ambiente urbano segregado, com a concentração das populações em situação de vulnerabilidade, principalmente em áreas periféricas, com precariedade dos serviços de infraestrutura básica, com sistemas falhos de abastecimento de água e esgotamento sanitários, insuficiência dos serviços de drenagem (MOL *et al.*, 2020) com efeitos graves sobre a qualidade de vida dessas pessoas. Esses locais se encontram diretamente ligados à miséria estrutural, gerando desigualdade social, barreiras de acesso aos serviços de saúde, interferindo no diagnóstico precoce e na redução da capacidade de respostas dos indivíduos frente a situações de risco (CARVALHO; MAGALHÃES; MEDRONHO, 2017).

Além destes fatores, já foram identificados que a coleta de lixo também pode estar associada ao aumento do *A. aegypti*. Tanto a ausência, quanto a baixa frequência da coleta estão associadas com o volume populacional do mosquito e com a maior ocorrência das arboviroses (KIKUTI *et al.*, 2015; MOL *et al.*, 2020).

Os resíduos descartados irregularmente, principalmente na área peridomiciliar, também foram apontados em estudos realizados em Salvador (KIKUTI *et al.*, 2015), Minas Gerais (MOL *et al.*, 2020) e Paraíba (ALMEIDA; SILVA, 2018; SILVA *et al.*, 2020) como locais associados a ocorrência das arboviroses, pois servem de criadouros e suprimento alimentar para o *A. aegypti* (ALMEIDA; COTA; RODRIGUES, 2019; SOBRAL; SOBRAL, 2019). A coleta de lixo é uma das principais medidas sanitárias que ajuda a prevenir a proliferação de doenças em zonas urbanas e rurais (SOBRAL; SOBRAL, 2019).

Esses determinantes são considerados complexos e interação entre eles ocorre de forma não linear. Não há uma solução simples e óbvia para essa problemática, o que torna a sustentabilidade e duração de qualquer estratégia de controle do vetor, ainda mais complexa e a simplificação de um mundo complexo muitas vezes não funciona (CARVALHO *et al.*, 2017). Talvez por isso, nenhum método implementado até então, tenha tido algum efeito significativo na redução da infestação pelo *A. aegypti* (HAUG; KIENY; MURGUE, 2016; ZARA *et al.*, 2016) e muito menos, na diminuição sustentada da incidência das arboviroses urbanas (SOUZA *et al.*, 2018).

A tentativa de compreensão de como os múltiplos fatores influenciam a dinâmica das doenças vetoriais, especialmente as transmitidas pelo *A. aegypti*, faz com que há anos e em diversos países do mundo, diversas pesquisas tenham sido realizadas. Vários autores tem apontado em suas pesquisas, a forte correlação entre os determinantes socioeconômicos, ambientais e a ocorrência de arboviroses urbanas, especialmente em contextos de vulnerabilidade (BONIFAY *et al.*, 2017; CUNHA *et al.*, 2020; DRUMOND *et al.*, 2020; KIKUTI *et al.*, 2015; MOL *et al.*, 2020; NETTO *et al.*, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2018; RIZZI *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2020; SOBRAL; SOBRAL, 2019).

O Maranhão, um estado marcado pela pobreza, fome e desigualdades, torna a ocorrência e distribuição dessas doenças preocupante para a saúde pública. O recente Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil (II VIGISAN) de 2022 revelou que, no Maranhão, 55% dos domicílios são de famílias com renda até meio salário mínimo por pessoa, sendo o sexto estado com o maior percentual de pessoas vivendo em situação de insegurança alimentar e o que apresenta maior proporção de insegurança moderada e grave nos domicílios com presença de menores de 10 anos (REDE BRASILEIRA DE PESQUISA EM

SOBERANIA E SEGURANÇA ALIMENTAR, 2022). Os indicadores de rede de abastecimento de água, rede de esgotamento sanitário, tratamento de esgoto e perdas de água no Maranhão encontram-se abaixo das médias do Brasil e do Nordeste (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2015). A capital, São Luís, apesar do desenvolvimento econômico, possui desigualdades sociais e ambientais. Menos da metade dos domicílios do município de São Luís apresentam rede de esgoto (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010a). As obras de infraestrutura de esgotamento sanitário no município estão concentradas nas áreas de vulnerabilidade social média e baixa do município e população mais pobre geralmente não tem acesso aos serviços adequados de saneamento (ZAGALLO, 2018).

Apesar da diversidade de trabalhos encontrados, não há consenso entre quais fatores exercem maior influência no aumento de casos em uma determinada área (ALMEIDA; MEDRONHO; VALENCIA, 2009), e ainda há lacunas na literatura a respeito de informações que descrevam a ocorrência destes eventos no Estado do Maranhão, sendo necessário ainda, aprofundar essa relação e sobretudo compreender como ocorrem em diferentes escalas e contextos urbanos.

Para isso, dispomos de diversas técnicas de análise espacial que podem ser importantes ferramentas a serem utilizadas para a identificação, localização (NARDI *et al.*, 2013) e monitoramento, de áreas prioritárias para as intervenções em saúde (RODRIGUES *et al.*, 2014). No Brasil, diversas pesquisas utilizando diferentes técnicas de análise espacial, foram utilizadas para identificar áreas de maior risco para ocorrência de dengue e mais recentemente, chikungunya e Zika (BARBOSA; SILVA, 2015; CARVALHO; MAGALHAES; MEDRONHO, 2017; CUNHA *et al.*, 2020; FREITAS *et al.*, 2019; KIKUTI *et al.*, 2015).

O Estado do Maranhão possui diferenças demográficas e socioeconômicas consideráveis entre seus municípios. A co-circulação dos três arbovírus no estado, facilitada pela dispersão vetorial em todos os municípios, tem dificultado o controle sustentado das doenças. Conhecer a distribuição das arboviroses urbanas no estado, identificar as áreas de risco e compreender para melhor orientar a vigilância epidemiológica, em tempo hábil, no planejamento das ações de prevenção e controle das arboviroses.

A capital do estado, São Luís, apesar de ter um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) classificado como alto (0,768 em 2010), com salário médio mensal dos trabalhadores formais de 3,1 salários mínimos em 2020 (105º na posição nacional) e uma taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade de 96,8% em 2010 (3870º na posição nacional) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020), a demanda

populacional crescente na área urbana passou a ocupar áreas desprovidas de qualquer estrutura urbana, resultando em áreas com perda da qualidade de vida e desigualdade social (MASULLO; LOPES, 2017).

Assim, a busca pela universalização do acesso ao serviço de saneamento básico no município de São Luís continua sendo um desafio, que deverá ser superado principalmente com a melhoria da gestão dos resíduos sólidos. Dessa forma, identificar um padrão da distribuição do coeficiente de detecção das arboviroses dentro do município e uma possível associação com o desenvolvimento social e com a existência de pontos de descarte irregular de lixo, observando numa menor unidade de análise, como os setores censitários, torna-se necessário para a proposição de medidas que evitem doenças relacionadas à urbanização (ALMEIDA; COTA; RODRIGUES, 2020), assim como, podem melhor orientar a vigilância epidemiológica, em tempo hábil, no planejamento das ações de prevenção e controle das arboviroses.

Nessa perspectiva, o estudo teve como hipóteses do artigo 1: Há associação entre os coeficientes de detecção de casos de arboviroses urbanas (dengue, chikungunya e Zika) e o contexto socioambiental no estado do Maranhão? Para o artigo 2, a hipótese é: há associação entre as áreas de risco para ocorrência de arboviroses urbanas e o indicador de desenvolvimento social (IDS), em setores censitários de São Luís, capital do estado do Maranhão? E para o artigo 3, a hipótese é: O IDS e a disposição irregular de lixo estão relacionados no espaço com as arboviroses urbanas em São Luís?

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA

As arboviroses são doenças provocadas por mais de 500 espécies de vírus, dos quais 150 afetam os humanos, sendo de difícil prevenção e controle. Mosquitos são os principais vetores, transmitindo uma variedade de doenças como dengue, febre amarela, dengue, Zika, chikungunya e febre do nilo ocidental (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023). As doenças transmitidas pelos mosquitos do gênero *Aedes* são comumente chamadas de arboviroses, dentre as quais se destacam as causadas pelos vírus dengue (DENV), Zika (ZIKV) e chikungunya (CHIKV), responsáveis por grandes epidemias em países de clima tropical e subtropical em todo o mundo (GOULD *et al.*, 2017).

As arboviroses urbanas (dengue, chikungunya e Zika) estão associadas com surtos e epidemias, alto número de casos graves e complicações que podem variar desde doença febril leve e indiferenciada, a síndromes neurológicas, articulares, hemorrágicas (CAO-LORMEAU *et al.*, 2014), microcefalia e outras malformações congênitas (SCHULER-FACCINI *et al.*, 2016).

Apesar das semelhanças clínicas entre os sintomas agudos iniciais (AVELINO-SILVA; RAMOS, 2017), possuem particularidades nas manifestações de alguns sintomas que refletem em termo de morbimortalidade (NUNES *et al.*, 2015).

A dengue é causada por cinco sorotipos: DENV1, DENV2, DENV3, DENV4 e mais recentemente, DENV5 (MUSTAFA *et al.*, 2015). No Brasil, desde 2010 circulam os quatro sorotipos do vírus (FREITAS *et al.*, 2019). Este último sorotipo, DENV5, fez um surto, em 2007, nas florestas de Sarawak, Malásia, indicando que provavelmente tenha uma baixa taxa de transmissão. Neste surto, um caso foi internado e os demais casos confirmados, foram tratados ambulatorialmente, indicando que a doença causada pelo DENV-5 é leve. Tem o ciclo silvestre, ao contrário dos outros quatro sorotipos, que seguem o ciclo humano (MUSTAFA *et al.*, 2015).

Uma vez infectado, o indivíduo tem proteção permanente para o mesmo sorotipo e imunidade parcial e temporária contra os demais (RIZZI *et al.*, 2017). A co-circulação de múltiplos sorotipos e o aumento da atividade humana contribuem com a probabilidade de alterações genéticas, levando à diversidade nas populações de vírus. Inclusive, a possibilidade de surgimento de novos sorotipos por conta da recombinação genética, seleção natural e dos gargalos genéticos tem sido levantada (MUSTAFA *et al.*, 2015).

A infecção de dengue tem período de incubação que varia de três a 14 dias, podendo ser assintomática e sintomática. Na maioria dos casos, normalmente, apresentam febre alta, erupção cutânea de início súbito, mialgia e cefaleia e, em alguns casos, pode haver manifestações hemorrágicas leves (MÉNDEZ *et al.*, 2017). Não há diferenças nas fases iniciais entre os casos que irão ou não progredir para as formas graves. Esta forma é caracterizada pelo início rápido de vazamento capilar, com ou sem hemorragia, acompanhada de trombocitopenia e lesão hepática e, em alguns casos, morte. A constante reavaliação e observação, é muito importante para que as intervenções sejam oportunas e que os óbitos sejam evitados (BRASIL, 2016a).

A chikungunya tem o período de incubação intrínseco, que ocorre no ser humano, com uma duração em média de um a 12 dias (MANDARIAGA; TICONA; RESURRECION, 2016) e o extrínseco, que ocorre no vetor, dura em média dez dias. Mais de 70% dos indivíduos infectados tornam-se sintomáticos. Nestes, o início clínico geralmente é abrupto, com febre alta, cefaleia, mialgia e artralgia moderada ou grave, que afeta especialmente as extremidades (BRASIL, 2017a). A duração pode variar de alguns dias a anos, resultando em uma doença aguda, subaguda ou crônica (BRASIL, 2017a; GOMÉZ; ISAZA, 2016).

A dor nas articulações é muito referida pelos pacientes com chikungunya (PAIXÃO; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2018) e mais de 90% referem poliartralgia na fase aguda (ÁVILA, 2014).

No Brasil, a letalidade de chikungunya está maior que a observada nas Américas (BRASIL, 2017a). Os casos mais graves e os óbitos ocorreram com maior frequência em pacientes com comorbidades e em extremos de idade (MOYA; PIMENTEL; PUELLO, 2014). Embora incomum, há risco de transmissão vertical no período intraparto (MANDARIAGA; TICONA; RESURRECION, 2016) e todos os recém-nascidos que foram infectados nesse período apresentaram doença sintomática, com manifestações graves, incluindo encefalopatia (BRASIL, 2017a).

A infecção pelo ZIKV afeta todos os grupos etários e ambos os sexos (BRASIL, 2017a). O período de incubação varia de três a 12 dias após a picada do mosquito infetado, semelhantemente ao descrito para as outras arboviroses urbanas (IOOS *et al.*, 2014). Cerca de 80% dos casos são assintomáticos, mas quando sintomáticos estes duram de três a seis dias. Os mais comuns são: febre baixa (entre 37,8°C e 38,5°C), conjuntivite não purulenta, cefaleia, artralgia, exantema maculopapular e, com menos frequência, dor periorbital, anorexia, vômitos, diarreia, dor abdominal e aftas (PAIXÃO; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2018).

Na maioria dos casos de infecção pelo ZIKV há melhora clínica e bom prognóstico, dificilmente necessitando de internação (FAUCI; MORENS, 2016). No entanto, apesar de ser uma doença benigna, pode acometer o sistema nervoso central, sendo associada à uma série de distúrbios neurológicos, a exemplo da síndrome de Guillain-Barré (SGB) e malformações congênitas, em que se destaca a microcefalia (CUNHA *et al.*, 2020).

Estudos têm apontado para a coinfeção de arboviroses. Há relatos de coinfeção por DENV e ZIKV (IOVINE *et al.*, 2016; REYES *et al.*, 2019), ZIKV e CHIKV (FURUYA *et al.*, 2016; ZAMBRANO *et al.*, 2016) entre humanos nas Américas e em outras regiões (FURUYA *et al.*, 2016; REYES, *et al.*, 2019) e por DENV CHIKV e ZIKV (VILLAMIL-GÓMEZ *et al.*, 2016).

Não há nenhum tratamento específico para DENV CHIKV e ZIKV (LUZ; SANTOS; VIEIRA, 2015), nem vacinas (exceto para dengue, recentemente licenciada no México, Filipinas e Brasil) e as medidas de intervenção são direcionadas, principalmente, para o controle dos vetores de transmissão. Entretanto, até o momento não há evidências, de que esta intervenção (HAUG; KIENY; MURGUE, 2016) ou de qualquer outro método implementado até então, tenha tido algum efeito significativo na redução da infestação pelo *A.aegypti* (LIMA-CAMARA, 2016).

A definição de caso das três arboviroses urbanas segue os protocolos do Ministério da Saúde (Quadro 1) (BRASIL, 2019a).

Quadro 1 – Definição de casos de arboviroses urbanas.

(continua)

DOENÇA	SUSPEITO	CONFIRMADO	CLÍNICO EPIDEMIOLÓGICO
Dengue	Paciente com febre de início súbito maior que 38,5°C, usualmente entre 2 e 7 dias, e 2 ou mais dos seguintes sintomas: náusea/vômitos, exantema, mialgia/artralgia, cefaleia/dor retro-orbital, petéquias/prova do laço positiva ou leucopenia.	<ul style="list-style-type: none"> - ELISA NS1 reagente; - Isolamento viral positivo; - RT-PCR detectável (até o 5º dia de início de sintomas da doença); - Detecção de anticorpos IgM ELISA (a partir do 6º dia de início de sintomas da doença); - Aumento ≥ 4 (quatro) vezes nos títulos de anticorpos no PRNT ou teste IH, utilizando amostras pareadas (fase aguda e convalescente). 	<ul style="list-style-type: none"> - Impossibilidade de realização de confirmação laboratorial específica; - Resultados laboratoriais inconclusivos; - Confirmação laboratorial dos primeiros casos de uma área;

Quadro 1 – Definição de casos de arboviroses urbanas.

(conclusão)

DOENÇA	SUSPEITO	CONFIRMADO	CLÍNICO EPIDEMIOLÓGICO
Chikungunya	Paciente com febre de início súbito maior que 38,5°C e artralgia ou artrite intensa com início agudo, não explicado por outras condições. Associado aos sinais e sintomas descritos, considerar também se residente ou que tenha viajado nos últimos 14 dias para área com ocorrência de transmissão das doenças, presença de <i>A. aegypti</i> ou que tenha vínculo epidemiológico com caso importado confirmado.	<ul style="list-style-type: none"> - Isolamento viral; detecção de RNA viral por RT-PCR; - Detecção de IgM em uma única amostra de soro - coletada durante a fase aguda ou convalescente; - Aumento de quatro vezes no título de anticorpos específicos anti-CHIKV - amostras coletadas com pelo menos 2-3 semanas de intervalo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impossibilidade de realização de confirmação laboratorial específica; - Resultados laboratoriais inconclusivos; - Confirmação laboratorial dos primeiros casos de uma área;
Zika	Paciente com exantema maculopapular pruriginoso, acompanhado de um dos seguintes sinais e sintomas: febre, hiperemia conjuntival/conjuntivite não purulenta, artralgia/poliartralgia e edema periarticular.	<ul style="list-style-type: none"> - Isolamento viral; - Detecção de RNA viral por RT-PCR; - Sorologia IgM 	<ul style="list-style-type: none"> - Impossibilidade de realização de confirmação laboratorial específica; - Resultados laboratoriais inconclusivos; - Confirmação laboratorial dos primeiros casos de uma área;

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Brasil (2019a).

2.2 ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS DAS ARBOVIROSES URBANAS: DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA

Na segunda metade do século XIX, a dengue era reconhecida como uma doença esporádica e causava epidemias ocasionais (PAIXÃO; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2018). No Brasil, os primeiros relatos são do final do século XIX, na região Sul, em Curitiba – PR e do início do século XX, na região Sul de Niterói – RJ (RIZZI *et al.*, 2017). É a arbovirose urbana mais importante do mundo, endêmica em mais de 100 países, principalmente na América do Sul e Sudeste Asiático, e ainda em expansão para novas áreas, incluindo a Europa (PAIXÃO; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2018).

Chikungunya foi isolada pela primeira vez em 1952, na Tanzânia (África), durante uma epidemia de dengue. A primeira evidência da circulação do vírus fora do continente africano ocorreu em 1954 no sudeste asiático, num surto nas Filipinas (GOMÉZ; ISAZA, 2016). Desde então, há relatos de surtos em vários países do mundo (DONALISIO; FREITAS; ZUBEN, 2017; HONÓRIO *et al.*, 2015; TAUIL, 2014).

O vírus da Zika (ZIKV) foi isolado pela primeira vez em 1947, no sangue de um macaco do gênero *Rhesus*, numa floresta denominada Zika, em Uganda (DICK, 1953). A infecção em humanos foi evidenciada pela primeira vez em 1952, em Uganda e Tanzânia e em 1954 foram descritos três casos na Nigéria (MACNAMARA, 1954). Os primeiros surtos registrados da doença ocorreram em 2007 em diferentes Ilhas do Pacífico (HAYES *et al.*, 2009) e em 2013 uma epidemia foi reportada na Polinésia Francesa (CAO-LORMEAU *et al.*, 2014) com casos de recém-nascidos com microcefalia associada à infecção pelo ZIKV (CAUCHEMEZ *et al.*, 2016).

No Brasil, até o início de 2014 a dengue era a arbovirose de maior importância epidemiológica e mais relevante transmitida pelo *A.aegypti*. Nesse mesmo ano houve os primeiros registros de transmissão autóctone de chikungunya nos estados do Amapá e da Bahia (HONÓRIO *et al.*, 2015) e de Zika, em algumas cidades dos estados do Rio Grande do Norte e Pernambuco (LUZ; SANTOS; VIEIRA, 2015; ZANLUCA *et al.*, 2015). No início de 2015 a infecção pelo ZIKV foi confirmada nos estados da Bahia (CAMPOS; BANDEIRA; SARDI, 2015), Rio Grande do Norte (ZANLUCA *et al.*, 2015) e depois espalhou-se por vários estados, incluindo o Maranhão (BRASIL, 2015; VASCONCELOS, 2015).

Em 2016, 1,5 milhão de casos de dengue, 270 mil casos de chikungunya e mais de 200 mil casos de Zika foram notificados no país (BRASIL, 2017b). Nos anos de 2017 e 2018 houve redução dos casos de chikungunya e Zika. Contudo, em 2019 o número de casos de chikungunya voltaram a aumentar.

Dengue permaneceu com altas taxas em todos os anos estudados (2015 a 2019). O risco de casos graves e mortes é grande em várias localidades do mundo (PAIXÃO; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2018). Tem afetado, principalmente, populações mais vulneráveis, com menos recursos financeiros e menos acesso aos serviços de saúde. Em razão de seu impacto na saúde infantil e na redução da produtividade da população trabalhadora está entre as doenças que tem contribuído para a perpetuação dos ciclos de pobreza e desigualdade social (WERNECK; HASSELMANN; GOUVÊA, 2011).

O Nordeste é a região do Brasil com o maior número de casos de dengue (BRASIL, 2018). O Estado do Maranhão tem histórico de grandes epidemias e possui transmissão sustentada. No estado, as primeiras epidemias de chikungunya e Zika, foram detectadas entre 2015-2016.

O chikungunya possui alta morbidade e pode reduzir severamente a qualidade de vida do indivíduo (GOULD *et al.*, 2017). Zika, inicialmente foi descrita como uma doença benigna, porém, rapidamente se tornou um sério problema de saúde pública em vários municípios do

país, principalmente na Região Nordeste (FREITAS *et al.*, 2019), após a descoberta da associação da doença durante a gravidez com malformações congênitas, como a microcefalia (DONALISIO; FREITAS; ZUBEN, 2017). Em São Luís, capital do Estado do Maranhão, foi realizado um estudo com crianças com microcefalia e/ou alterações congênitas do SNC, atendidas em serviço especializado (SILVA *et al.*, 2016). Os autores referem que acompanharam 48 crianças, sendo que 73,9% das mães apresentaram sinais clínicos de doença aguda pelo ZIKV, principalmente durante o primeiro trimestre de gestação; 64,5% nasceram com microcefalia; 95,8% tinham alterações do SNC; seis crianças não nasceram com microcefalia, mas apresentavam outras alterações do SNC.

Em 2015, o número de casos prováveis de dengue notificados no Estado do Maranhão foi de 7.505 e de chikungunya, 370 (BRASIL, 2017b). Nesse ano, não houve nenhum registro de Zika. No ano seguinte, foram 23.612 casos de dengue, 13.853 casos de chikungunya, 4.608 casos de Zika (BRASIL, 2019b) e 88 casos de microcefalia associados ao ZIKV (BRASIL, 2015).

Com exceção de Zika, que em 2015 não era de notificação compulsória, observamos que houve um grande aumento de casos notificados, principalmente dengue, que teve as notificações quase quadruplicadas.

Nossa hipótese é que, como chikungunya e Zika eram doenças novas à época, pode não ter sido feita a suspeição diagnóstica dessas duas doenças. Além disso, a semelhança entre os sintomas agudos iniciais, a baixa ou nenhuma testagem laboratorial (AVELINO-SILVA; RAMOS, 2017), pois apenas uma pequena proporção dos casos notificados pelas unidades de saúde passou por testes confirmatórios em laboratórios públicos de referência, podem ter contribuído com a impressão subjetiva dos profissionais de saúde e por consequência, a classificação incorreta das doenças (PAIXÃO; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2018).

Nos anos de 2017 e 2018, observamos que houve redução nas notificações das três doenças no estado. Sendo que no primeiro ano, foram 7.049 casos prováveis de dengue, 6.416 casos prováveis de chikungunya e 516 casos prováveis de Zika; e para o segundo ano, 2.120, 685 e 163 casos prováveis de dengue, chikungunya e Zika, respectivamente. Em 2019, os casos de dengue continuaram diminuindo, sendo notificados 5.641 casos da doença. Contudo, chikungunya e Zika voltou a aumentar, sendo notificados 752 e 338 casos, respectivamente (BRASIL, 2020).

Vale ressaltar que os dados apresentados são aqueles que constam no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). No entanto, sabe-se que as notificações realizadas pelos sistemas de saúde, são decorrentes de informações disponibilizadas por

indivíduos infectados e que buscam atendimento nos serviços de saúde. Por vários motivos, erros de diagnósticos (AVELINO-SILVA; RAMOS, 2017), infecções assintomáticas (RIZZI *et al.*, 2017) e até mesmo por problemas de acesso aos serviços de saúde (FEITOSA; SOBRAL; JESUS, 2015), muitas pessoas infectadas não chegam a integrar as estatísticas oficiais e essas subnotificações podem comprometer o entendimento da real situação epidemiológica da localidade (ARAÚJO *et al.*, 2017).

Também, os casos leves são mal captados pelo sistema (FREITAS *et al.*, 2019) pois, em geral, os que buscam por atendimento de saúde, são aqueles pacientes mais graves (IOOS *et al.*, 2014). No Maranhão, quase a totalidade dos casos notificados são de pacientes internados, há baixa notificação de casos ambulatoriais.

A co-circulação de quatro subtipos de DENV, paralelamente CHIKV e ZIKV representa um sério fardo econômico para a saúde pública. Embora muitas infecções por esses arbovírus sejam assintomáticas e apresentem as formas clínicas leves das doenças, as complicações variam significativamente (PAIXÃO; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2018), portanto, é essencial que as unidades de saúde estejam preparadas para prevenir o desenvolvimento clínico grave (como dengue hemorrágica, dor crônica em casos de chikungunya e síndrome congênita do Zika) e mortes.

2.3 VETORES DAS ARBOVIROSES URBANAS: DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA

As arboviroses urbanas são transmitidas pelos vetores do gênero *Aedes*: *A. aegypti* e *A. albopictus* (ZARA *et al.*, 2016). No Brasil, o principal vetor é *A. aegypti* (GOULD *et al.*, 2017), e está presente em todas as UF (ZARA *et al.*, 2016).

O *A. albopictus*, é originário da Ásia, possui a capacidade de tolerar baixas temperaturas e demonstra preferências por ambientes rurais, semissilvestres e silvestres. Não tem características domiciliares, alimenta-se de néctar, de sangue de animais silvestres e humano e se reproduz em depósitos naturais (SILVA; MARIANO; SCOPEL, 2008; ZARA *et al.*, 2016). No Brasil, o primeiro registro ocorreu em 1986, no estado do Rio de Janeiro, posteriormente em Minas Gerais e em São Paulo e, no ano seguinte, no Espírito Santo.

O *A. aegypti* é originário do continente africano e se espalhou pela Ásia e Américas ao longo dos séculos XV até o XIX, principalmente pelos meios de transportes cada vez mais rápidos, por vias aérea, marítima e terrestre (SILVA; MARIANO; SCOPEL, 2008).

Nas décadas de 1950 e 1960 foi intensamente combatido e após várias campanhas realizadas, foi efetivamente eliminado do Brasil (LOPES *et al.*, 2014). Falhas nas ações de

controle, mudanças ambientais e sociais ocorridas neste período (REIS; ANDRADE; CUNHA, 2013) contribuíram para que em meados dos anos 70, ocorresse a re-emergência no país, inclusive no Maranhão (REBÊLO *et al.*, 1999), dispersando-se amplamente pelo país, no período de 1994 a 1999 (SIQUEIRA *et al.*, 2005).

Acredita-se que a destruição dos habitats naturais, uma variedade genética desse mosquito tenha sofrido um processo seletivo, adaptando-se às áreas alteradas e, posteriormente, teria encontrado nos aglomerados humanos, o ambiente adequado à sua sobrevivência. A adaptação aos criadouros artificiais teria sido um grande passo em direção ao comportamento SINANtrópico (GONÇALVES, 2014).

O ciclo de vida do *A. aegypti* compreende duas fases distintas: aquática (ovo, larva e pupa) e terrestre (mosquito na fase adulta). Ambas estão sujeitas às alterações ambientais e meteorológicas (VIANA; IGNOTTI, 2013). Os ovos levam de dois a três dias para eclodirem e se desenvolverem. São extremamente resistentes à dessecação. O período larvário, fase de alimentação e crescimento, não ultrapassa cinco dias. A pupa é a fase sem alimentos e onde ocorre a transformação para o estágio adulto. A fêmea pode viver cerca de 30 a 45 dias, sendo capaz de contaminar até 300 pessoas (SILVA; MARIANO; SCOPEL, 2008).

O mosquito é mais ativo durante o dia e alimenta-se de seivas das plantas. As fêmeas desta espécie são hematófagas, costumam picar nas primeiras horas da manhã e nas últimas da tarde e antes de picar não fazem praticamente nenhum som audível. Ao picar uma pessoa infectada mantém o vírus na saliva. O período de incubação no mosquito é cerca de dez dias. Após a ingestão de sangue infectado, o mosquito torna-se apto a transmitir o vírus e assim permanece durante toda a sua vida (BARBOSA *et al.*, 2012).

Suas larvas necessitam de água parada, limpa ou suja, preferencialmente em locais sombreados, para se desenvolverem. Os ovos são extremamente resistentes, podendo sobreviver vários meses de seca, até que a chegada de água propicia a eclosão, demonstrando sua grande capacidade adaptativa a condições adversas (JOHANSEN; CARMO; ALVES, 2016).

Uma das causas apontadas como responsáveis pela magnitude de sua dispersão no Brasil, está diretamente relacionada aos problemas urbanos ocasionados pelo crescimento desorganizado das cidades, com a distribuição desigual de recursos e serviços entre os grupos sociais, tais como, insuficiente ou inadequado saneamento básico, particularmente o abastecimento de água, coleta de lixo e ausência de tratamento de esgoto (JOHANSEN; CARMO; ALVES, 2016). Somando-se a isso, as baixas condições socioeconômicas e culturais da comunidade (VIANA; IGNOTTI, 2013), as mudanças e as flutuações climáticas, como

aumento da temperatura, variações na pluviosidade e umidade relativa do ar (MONDINI; CHIARAVALLI NETO, 2007).

No Maranhão, algumas pesquisas realizadas sobre dengue por Gonçalves Neto e Rebêlo (2004), Araújo e Nunes (2005), Masullo (2013), Moreira (2016) e Rebêlo *et al.* (1999) referem que as condições deficientes de saneamento básico, as altas temperaturas, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, contribuíram com a ampla dispersão do *A. aegypti* no estado.

De acordo com o Programa Municipal de Controle da dengue (PMCD) da Superintendência de Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde do município de São Luís (VE/SEMUS/SL) o Índice de Infestação Vetorial, conduzido por meio do LIRAA, no ano de 2015 estava entre 1% e 3,9% classificando o município em estado de alerta, conforme a classificação do Ministério da Saúde (MS). Isso significa que há circulação importante do vetor no município, condição necessária para a transmissão das três arboviroses urbanas.

As metodologias utilizadas em grande parte das Secretarias Municipais de Saúde para a vigilância vetorial são baseadas na mensuração das fases larvárias ou pupais. Existem diversas discussões acerca da utilização dos resultados dessas metodologias no direcionamento das ações relacionadas ao controle vetorial pois diversos autores sugerem que sejam utilizados índices que identifiquem animais adultos, pois são estes que fazem o repasto sanguíneo, ou seja, os que transmitem as doenças (VAZQUEZ-PROKOPEC *et al.*, 2010). Vale ressaltar que mesmo em ocasiões de intensa transmissão, somente uma parte dos mosquitos estão infectados e destes, uma fração ainda menor está infectivo, ou seja, tem capacidade de transmitir o vírus para outra pessoa (VALLE; AGUIAR; PIMENTA, 2015).

Discussões recentes sobre o controle do *A. aegypti* apontam para a necessidade de maiores investimentos na prevenção e controle do mosquito. Inclusive, a principal medida de prevenção das arboviroses adotada pelo MS do Brasil, por meio do PNCD, é baseada em pulverização de agrotóxicos (incluindo inseticidas e larvicidas) (RIZZI *et al.*, 2017), medida que foi iniciada desde o surto de dengue em 1986 (AUGUSTO *et al.*, 2016).

Além desta medida, o PNCD, integra as ações de educação em saúde, comunicação e mobilização social (SOUZA *et al.*, 2018). Atualmente, a maioria das estratégias disponíveis é baseada na participação intensiva da população (CARVALHO *et al.*, 2017) e esta medida tem um papel relevante no controle vetorial. Em estudo realizado em Belo Horizonte – MG (FRANÇA *et al.*, 2002) os autores referem êxito na implantação de uma proposta baseada na participação dos moradores na identificação de problemas no bairro e na elaboração das

propostas de solução. No entanto, embora a consciência da comunidade seja fundamental no processo de controle vetorial, é importante que não recaia a responsabilização sobre a população (SOUZA *et al.*, 2018).

Numa meta-análise publicada em 2015, onde foram avaliados os fatores que contribuíram para o sucesso ou o fracasso nas estratégias de controle do *A. aegypti*, os autores referem que o método mais eficaz foi a abordagem integrada, onde a influência dos determinantes ecobiossociais na cadeia epidemiológica homem-vetor-vírus e a participação ativa da comunidade foram consideradas (LIMA; GOULART; ROLIM NETO, 2015).

Contudo, até o momento não há evidências que o uso de agrotóxicos (HAUG; KIENY; MURGUE, 2016) ou de qualquer outro método implementado até então, tenham tido algum efeito significativo na redução da infestação pelo *A.aegypti* (ZARA *et al.*, 2016) e consequentemente, na diminuição sustentada da incidência das doenças por transmitidas por este vetor (SOUZA *et al.*, 2018).

Isso se deve, em parte, por sua ampla capacidade de adaptação, podendo se reproduzir em água poluídas, altitudes elevadas (RODRIGUES; MAGALHÃES FILHO; PEREIRA, 2016), assim como, no lixo doméstico, visto que possuem alimentos, recipientes que proporcionam acúmulo de água, especialmente no período chuvoso (ZARA *et al.*, 2016).

Há evidências de que existe um grande volume de criadouros positivos provenientes no lixo doméstico, o que gera a necessidade de atenção sobre a importância do correto acondicionamento dos resíduos, pois a eliminação de criadouros propícios à reprodução do *A. aegypti*, é uma das mais importantes formas de prevenir casos das arboviroses (SOBRAL; SOBRAL, 2019).

Contudo, de nada adiantam as ações isoladas. A intersetorialidade dos serviços e o envolvimento de outras áreas de políticas públicas nas ações de controle vetorial são importantes, visto que, precisamos ampliar o olhar e termos maior compreensão dos aspectos sociais, culturais, políticos e econômicos (MENDONÇA; SOUZA; DUTRA, 2009) e incorporarmos esses diferentes campos de saberes nestas ações. Afinal, o entendimento de todas as singularidades que guardam relação com as arboviroses é de fundamental importância para a prevenção, controle e manejo.

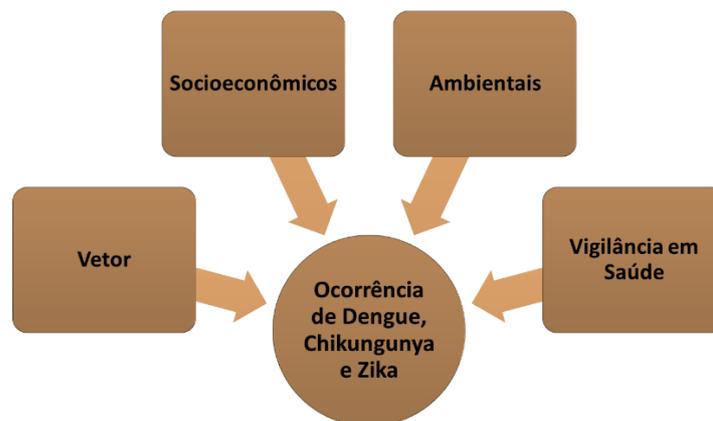
2.4 FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À OCORRÊNCIA DE ARBOVIROSES URBANAS: DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA

Há uma multicausalidade para a ocorrência das arboviroses urbanas nos territórios (FREITAS *et al.*, 2019). Fatores climáticos, impactos ambientais (RIZZI *et al.*, 2017), migração

populacional, ocupação desordenada de áreas urbanas e precariedade das condições sanitárias (RUST, 2012) proporcionam condições ambientais propícias para a permanência e disseminação dos mosquitos (GREGIANINI *et al.*, 2017) e facilitam a transmissão dessas doenças que são de grande importância para a saúde pública do Brasil (ALMEIDA; COTA; RODRIGUES, 2020). Inclusive, diversas pesquisas têm encontrado correlação positiva entre os determinantes socioeconômicos, ambientais e o aumento de arboviroses urbanas (CUNHA *et al.*, 2020; DRUMOND *et al.*, 2020; NETTO, *et al.*, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2018).

Nesta perspectiva, são expostas algumas reflexões baseadas na literatura científica disponível acerca das inter-relações entre alguns aspectos que influenciam a complexa dinâmica doença-vetor-hospedeiro-ambiente. Assim, dividimos didaticamente nos eixos vetor, socioeconômicos, ambientais e vigilância em saúde, para discutirmos alguns dos fatores de risco que contribuem para a complexidade quanto no controle do *A.aegypti* e das arboviroses urbanas (Figura 1). Não é uma combinação aninhada em caixas e não será discutido na ordem disposta, pois sabe-se que há um relacionamento dentro e entre elas, mas fizemos essa disposição, para facilitar a visualização do modelo norteador desse estudo.

Figura 1 - Fatores de risco associados à ocorrência de dengue, chikungunya e Zika



Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre os aspectos relacionados ao vetor e associados à incidência de arboviroses urbanas estão os índices entomológicos e quantidade de ovos coletados (NHANTUMBO, 2012; NASCIMENTO, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2011; OLIVEIRA, 2019). Um estudo realizado na área urbana do município de Dourados, no Mato Grosso do Sul, entre os anos de 2014 e 2017,

relacionou os níveis de incidência de arboviroses urbanas com áreas com infestação por *A. aegypti* (NASCIMENTO, 2018).

Nascimento (2018) identificou que no período epidêmico as maiores quantidades de infecções de dengue ocorreram em períodos com os maiores índices de infestação predial (IIP). Estes resultados apontam para relação entre os imóveis visitados e o número de imóveis com focos com a forma prematura do mosquito, numa determinada área. Contudo, neste mesmo estudo observou-se que nos períodos interepidêmicos, as infecções por dengue não foram dependentes do IIP. A ocorrência dos períodos epidêmicos, geralmente, acompanha o início do período das chuvas no verão, o que propicia condições favoráveis para o aumento da densidade populacional do vetor e consequente aumento do risco de transmissão e da incidência da doença (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

A quantidade de ovos também foi relacionada à ocorrência de dengue. Pesquisa realizada por Oliveira (2019) nos anos de 2016 e 2017, no município de Barra do Garças - Mato Grosso, encontrou relação positiva da quantidade de ovos coletados através de ovitrampas com o número de casos notificados de dengue. O autor também encontrou uma correlação positiva entre a positividade das armadilhas com a umidade e temperatura, sugerindo que o período de chuvas influencia na quantidade de ovos dos mosquitos.

Em outra pesquisa realizada por Nhantumbo (2012) entre 2003 e 2010, no município de Belo Horizonte-MG, encontrou em períodos que antecedem as epidemias de dengue associação positiva entre a maior incidência da doença e o número médio de ovos detectados. Essas evidências mostram a sensibilidade do índice de infestação predial e do número médio de ovos encontrados nas armadilhas de oviposição em predizer a ocorrência de epidemias causadas pelo mosquito.

Entre as variáveis socioeconômicas associadas à ocorrência de arboviroses urbanas estão as altas taxas de crescimento populacional, de densidade populacional, de proporção de pessoas vivendo na pobreza e de proporções de terrenos vagos no total de imóveis. Além disso, os menores índices de Gini, índices de desenvolvimento humano (IDHM), de Produto Interno Bruto (PIB), as menores taxas de alfabetização, de renda, de proporção da população em domicílios com banheiro e a falta de acesso a água encanada e de coleta de lixo urbana (ALMEIDA; COTA; RODRIGUES, 2020; MOL *et al.*, 2020; SOUSA *et al.*, 2021). As condições socioeconômicas relacionadas ao crescimento desordenado da população, à migração rural urbana e à inadequação de infraestrutura básica das cidades fornecem condições epidemiológicas favoráveis ao desenvolvimento do vetor e da transmissão das arboviroses (MACHIDA; SILVA; PORANGABA, 2022).

Uma pesquisa realizada em municípios do Ceará no período de 2002 a 2012 com o objetivo de identificar os fatores socioeconômicos associados aos casos de dengue, mostrou que quanto maior o PIB municipal, maior o número de casos da doença (SOUSA *et al.*, 2017). Áreas que concentram maior risco de ocorrência de dengue no município de Belém também concentraram maior proporção de chefes de família sem renda (VIEIRA; RODRIGUES; RODRIGUES, 2018). Nos municípios de Minas Gerais foi identificado que quanto maior o índice de Gini, maior a incidência de dengue, revelando que há relação entre a ocorrência da doença e desigualdade social (MOL *et al.*, 2020). Esses autores discutiram que a desigualdade de riqueza e a má distribuição de renda no Brasil favorece cenários de vulnerabilidade para transmissão de doenças, como as arboviroses, que geram padrões de desenvolvimento e condições de vida precários para a saúde da população (ALMEIDA; COTA; RODRIGUES, 2020; SOUSA *et al.*, 2017; VIEIRA; RODRIGUES; RODRIGUES, 2018).

Casos de infecção por Zika vírus na região metropolitana de Maceió - Alagoas foram relacionados com áreas de alta densidade populacional, infraestrutura inadequada, com desigualdade na distribuição de renda, com serviços precários de abastecimento de água e esgotamento sanitário ineficaz (ALMEIDA; COTA; RODRIGUES, 2019).

Um estudo que acompanhou a evolução e difusão de casos de dengue no município do Rio de Janeiro no período de 2000 a 2013 identificou componentes ambientais que são substratos favoráveis para a transmissão da doença (XAVIER *et al.*, 2017). Os autores destacaram que nos bairros da Zona Norte estão localizadas as maiores áreas de favelas, com elevada densidade demográfica, déficit de serviços públicos de infraestrutura e condições socioeconômicas adversas que constituem áreas de difusão de dengue e propícias para ocorrência e perpetuação de epidemias. Outros bairros, como os da Zona Oeste, também apresentam situações de risco, como a intermitência do abastecimento de água, que pode levar ao armazenamento inadequado e propiciar criadouros do *A. aegypti*.

Ao analisar a distribuição espacial e ambiental dos casos de dengue, nos anos de 2015 e 2016 em Belém (PA), Silva *et al.* (2020) notaram que as áreas urbanizadas com precariedade das habitações e do saneamento ambiental estão intimamente relacionadas às aglomerações dos casos. Nessas áreas, a ausência de cobertura total de água favorece a utilização de outras fontes de abastecimento por parte da população e recipientes improvisados que podem gerar ambientes propícios ao desenvolvimento do mosquito, transmissor da doença, além de que as populações com baixas condições socioeconômicas tendem a ocupar áreas com piores condições sanitárias. Outro problema crucial levantado pelos autores é o acúmulo e gerenciamento inadequado dos resíduos em todos os distritos do município.

Com relação às variáveis ambientais, a proximidade de parques e áreas urbanas de risco, menor distância entre centros urbanos e municípios, a existência de rodovias e de vias marginais nos bairros apresentam associação ou correlação significativa com as epidemias de dengue (SOUSA *et al.*, 2021). Em João Pessoa - Paraíba, foi evidenciado que áreas fortemente adensadas de pessoas, com reduzida cobertura vegetal e predominância de área impermeabilizadas com concreto, cerâmica, amianto e pavimento asfáltico, tinham maior probabilidade de ocorrência das arboviroses transmitidas pelo mosquito *A. aegypti* (FREITAS *et al.*, 2019).

A urbanização desordenada tem sido descrita como um importante fator de risco para a ocorrência de arboviroses. À medida em que a expansão urbana se processa desvinculada de políticas sociais e de infraestrutura habitacional, cria-se um quadro sanitário complexo e geram impactos negativos nos perfis de morbidade e mortalidade da população (XAVIER *et al.*, 2017).

A superpopulação das cidades ocasiona uma demanda sempre crescente de habitações e na ausência ou na impossibilidade de aquisição, principalmente por questões de ordem financeira, faz com que os indivíduos se concentrem em áreas periféricas (ALMEIDA, COTA; RODRIGUES, 2019) e com alta aglomeração populacional. A elevada densidade demográfica nos territórios também acentua a vulnerabilidade à ocorrência de arboviroses, visto que favorecem maior concentração de indivíduos infectados e suscetíveis à contaminação (JOHANSEN; CARMO; ALVES, 2016; ZARA *et al.*, 2016).

Nessas áreas reside grande parte da população de média e baixa renda, com piores condições de educação, lazer, trabalho, cultura e serviços de saúde (ALMEIDA; SILVA, 2018; CARVALHO; MAGALHAES; MEDRONHO, 2017), bem como os que estão mais vulneráveis à infecção por vírus transmitidos por vetores. Isso devido à maior exposição ao mosquito e menor acesso às medidas de prevenção ambientais (telas de proteção, ar-condicionado e ventiladores) e pessoais (repelentes e uso de roupas longas) (AVELINO-SILVA; RAMOS, 2017).

Estas condições corroboram com o crescimento da vulnerabilidade social e estão presentes em diferentes contextos e regiões do mundo e do Brasil (MOL *et al.*, 2020). Atualmente, regiões em desenvolvimento tem cerca de um terço de sua população urbana residindo em favelas urbanas e há uma projeção das Nações Unidas, de que até 2030, sejam cerca de 5 bilhões (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2018). Em 2010 a Organização das Nações Unidas estimou que cerca de 26,4% dos brasileiros viviam em favelas (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, 2013). Inclusive, estudos realizados na Guiana Francesa (BONIFAY *et al.*, 2017) e no Brasil, João Pessoa – PB (ALMEIDA; SILVA, 2018) e Distrito Federal (KIKUTI, *et al.*, 2015), referem que bairros pobres localizados nas favelas

ou próximo a elas (CARVALHO; MAGALHAES, MEDRONHO, 2017) apresentam maiores riscos para chikungunya e dengue.

A ausência ou insuficiência prestação de serviços de saneamento, que inclui o acesso a serviços de coleta de lixo doméstico, abastecimento de água e esgotamento sanitário, também são apontados em vários estudos como fatores que contribuem na produção de espaços propícios para a manutenção do *A. aegypti* (ALMEIDA; SILVA, 2018; ALMEIDA; COTA; RODRIGUES, 2019; CARVALHO; MAGALHÃES; MEDRONHO, 2017; SOBRAL; SOBRAL, 2019).

A presença humana em uma região é capaz de produzir um alto sortimento e volume de resíduos. Esses resíduos precisam ser coletados e devidamente tratados, pois o acondicionamento incorreto, a coleta ineficiente e irregular, oferece condições favoráveis para a permanência e disseminação do *A. aegypti*. Além de ser um potencial criadouro, o lixo doméstico dispõe de alimentos, como frutas e vegetais adocicados, que são necessários nos diversos estágios de desenvolvimento do vetor (SOBRAL; SOBRAL, 2019). O descarte irregular de lixo em várias localidades aumenta a problemática, sobretudo quando estes locais se encontram nos peridomicílios. Alguns estudos têm apontado esse fato como grande responsável pelo elevado número de doenças, como a dengue (ALMEIDA; SILVA, 2018; SOBRAL; SOBRAL, 2019; THAMMAPALO *et al.*, 2008).

Sabe-se que a coleta de lixo urbana é uma das principais medidas sanitárias que ajuda a prevenir a proliferação de doenças em zonas urbanas e rurais (ALMEIDA; MEDRONHO; VALENCIA, 2009; GREGIANINI *et al.*, 2017; GOULD *et al.*, 2017; JOHANSEN; CARMO; ALVES, 2016; ZARA *et al.*, 2016). Embora, estas condições não estejam diretamente ligadas à ocorrência das arboviroses, podem proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento larval do *A. aegypti* (KIKUTI *et al.*, 2015). Estudos realizados na Austrália (THAMMAPALO *et al.*, 2008) e no Brasil (SOBRAL; SOBRAL, 2019), apontam a existência de um grande volume de criadouros positivos provenientes do lixo doméstico.

Igualmente importante à oferta deste serviço, é sua regularidade, pois podem proporcionar um rápido acúmulo de água, especialmente durante o período chuvoso (ZARA *et al.*, 2016). Um estudo realizado na Índia (BOHRA; ANDRIANASOLO, 2001) refere que o aumento na frequência da coleta, interfere na reprodução do *A. aegypti* que não teria tempo suficiente para completar o ciclo reprodutivo, embora possa alimentar a população dos mosquitos da região (SOBRAL; SOBRAL, 2019). Contudo, a manutenção por períodos superiores a sete dias, aumentaria sua proliferação (BOHRA; ANDRIANASOLO, 2001).

No Brasil, é de competência do poder público local o gerenciamento dos resíduos sólidos produzidos nas cidades. Contudo, em 2008, 50,8% dos municípios brasileiros destinaram seus resíduos a vazadouros a céu aberto (lixões), conforme a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010b). A região Nordeste, registrou as maiores proporções de destinação desses resíduos aos lixões (89,3%). Nesta região, o estado do Maranhão ocupou a terceira posição, com a destinação aos lixões de 96,3% de seus resíduos.

Em São Luís, capital do estado do Maranhão, o intenso e desordenado processo de expansão urbana, alimentada pela especulação imobiliária e sobretudo, por ocupações irregulares, tem intensificado essa problemática (SERRA; FARIAS-FILHO, 2019). O aumento dos resíduos sólidos e a destinação inadequada tem contribuído com o aumento dos pontos de descarte irregular de lixo. Até 2016, foram georreferenciados pela Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP) do município de São Luís, cerca de 600 pontos.

Embora a vulnerabilidade social ocorra de maneira diferente segundo os indivíduos, regiões e grupos sociais (MAGALHÃES, 2015), ela favorece a produção e/ou reprodução de doenças infecciosas e a diminuição da capacidade de respostas frente às situações de risco (CARVALHO; MAGALHÃES; MEDRONHO, 2017).

A organização dos serviços de vigilância e atenção à saúde por parte da vigilância, prevenção e fiscalização de focos endêmicos, assim como o envolvimento da população com as medidas de prevenção são medidas importantes para o combate às arboviroses (SOUSA *et al.*, 2021; PONTES *et al.*, 2022).

Municípios com número insuficiente de agentes de endemias e supervisores de vigilância apresentaram epidemias de dengue e alto índice de infestação domiciliar no estado do Amazonas, indicando que problemas estruturais nos serviços públicos de saúde podem aumentar as taxas de infestação vetorial e a incidência da doença (CASTRO *et al.*, 2018). A qualidade das notificações de casos de doenças, como o preenchimento inadequado e incompleto das fichas de notificação pode contribuir para o desconhecimento da magnitude da doença, desigualdade em saúde e definição de metas (GUIMARÃES; CUNHA, 2020). Além disso, a demora na notificação dos casos das doenças é prejudica a detecção precoce da transmissão e o início do controle efetivo em momentos oportunos (MONDINI; CHIARAVALLOTI NETO, 2007).

2.5 ANÁLISE ESPACIAL COMO FERRAMENTA PARA ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO DAS ARBOVIROSES URBANAS: DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA

Para a compreensão e análise dos fenômenos espaciais é fundamental o conceito de dependência espacial (CÂMARA *et al.*, 2004) e a necessidade de quantificação dessa dependência espacial presente em um conjunto de dados geográficos levou ao desenvolvimento da estatística espacial (RAMOS, 2002). Em estudos epidemiológicos, uma forma de compreender esses fenômenos diz respeito à identificação de áreas de risco elevado em áreas específicas da região de estudo.

A utilização de mapas e a preocupação com a distribuição geográfica de diversas doenças é bem antiga. Um estudo clássico e pioneiro de análise espacial foi o trabalho de John Snow, que ao analisar uma epidemia de cólera ocorrida em Londres, em 1854, utilizou o mapeamento para localizar os óbitos, relacionando-os com suprimento de água por diferentes bombas públicas de abastecimento. Esse estudo mostrou que a relação espacial entre os dados contribuiu significativamente para o avanço na compreensão do fenômeno (ALMEIDA FILHO; BARRETO, 2014).

A utilização desses métodos é útil para o desenvolvimento de novos instrumentos e o acompanhamento de fenômenos no espaço e no tempo. Além disso, podem contribuir na detecção de áreas e/ou grupos populacionais vulneráveis (NARDI *et al.*, 2013) onde os problemas de saúde ocorrem com maior frequência, para o monitoramento e controle de eventos da saúde, bem como para a avaliação do impacto das intervenções (CAVICCHIOLI NETO *et al.*, 2014).

A utilização adequada dessas ferramentas serve de guia e suporte para as avaliações, oferecem subsídios mais concretos e com maior rapidez sobre informações quantitativas, qualitativas e espaciais (CAIXETA; SOUSA, 2007), possibilitando melhor direcionamento das ações de vigilância epidemiológica (HINO *et al.*, 2011).

Em diversas pesquisas (BISANZIO *et al.*, 2018; CARVALHO; MAGALHÃES; MEDRONHO, 2017; CUNHA *et al.*, 2020; SOBRAL; SOBRAL, 2019) de dengue, chikungunya e Zika, são utilizadas técnicas de análise espacial para o entendimento da dinâmica das doenças e para a identificação de áreas heterogêneas e seus resultados têm contribuído para a detecção de pontos de transmissão, para a redefinição da distribuição da rede de assistência de saúde dentro de um dado município (NARDI *et al.*, 2013) colaborando com subsídios para a vigilância epidemiológica.

Diferentes métodos são aplicados sobre dois tipos de dados: os dados de ponto e os dados de área (CARVALHO; SOUZA-SANTOS, 2005). Os métodos que buscam por regiões de risco elevado são denominados métodos de detecção de conglomerados. Um conglomerado é definido como uma região cujo risco de ocorrência de um fenômeno é alto quando comparado às demais áreas. Há na literatura diversos métodos de detecção de conglomerados, como o Índice de Moran (I) e a estatística de varredura espacial *Scan* (KULLDORFF, 1997).

O I Moran é a estatística mais difundida e mede a autocorrelação espacial, pois indica o grau de associação espacial presente no conjunto de dados. Adicionalmente é utilizado o diagrama de espalhamento de Moran para visualizar a dependência espacial e analisar o comportamento da variabilidade espacial. Enquanto a estatística espacial local (LISA) para quantificar o grau de associação espacial que cada localização do conjunto amostral está submetida em função de um modelo pré-estabelecido (ROCHA, 2012).

O I fornece uma medida geral da associação espacial existente no conjunto de dados e mede o grau de correlação espacial entre os pares de vizinhança, ponderado pela proximidade geográfica. Para aqueles que apresentam padrão espacial, os valores são positivos e direto, próximos a +1, ou seja, áreas vizinhas apresentam comportamento similar. Já valores próximos a -1 indicam autocorrelação espacial negativa e inversa, isto é, o valor do atributo numa região não é dependente dos valores dessa mesma variável em áreas diferentes. Quando o valor é próximo de 0, indica inexistência de autocorrelação (CÂMARA *et al.*, 2004).

Para comparar o valor de cada município com seus vizinhos, visualização de agrupamentos dos municípios com valores similares e verificar o padrão da distribuição espacial utiliza-se o gráfico de dispersão de Moran. A interpretação dos quadrantes, gerados a partir do LISA, demonstram as seguintes correlações:

- a) Áreas com alta proporção do indicador, cercados por outras áreas também com altas proporções (alto-alto);
- b) Áreas com baixa proporção, cercados por áreas com baixa proporção do mesmo indicador (baixo-baixo), sugerindo pontos de associação espacial positiva; e
- c) Áreas com alta proporção, cercados por áreas com baixa proporção desse indicador (alto-baixo) e áreas com baixa proporção, cercados de áreas com alta proporção do mesmo indicador (baixo-alto), sugerindo pontos de associação espacial negativa, representativos de áreas de transição (CÂMARA *et al.*, 2004).

A função da autocorrelação espacial é calcular o nível de dependência para os valores situados na área de estudo, isto é, estimar quanto o valor de uma variável em uma determinada

região é dependente dos valores dessa mesma variável nas áreas próximas (CÂMARA *et al.*, 2004).

A estatística de varredura espacial *Scan* foi desenvolvida por Kulldorff e Nagarwalla (1995) e para sua aplicação, a informação da área é associada a um único ponto dentro do polígono. Esse ponto é denominado centroide e é o centro de massa de cada localidade da região de estudo. O método então faz uma varredura por toda região em busca de áreas cuja ocorrência de um fenômeno seja significativamente mais provável.

O método de varredura de Kulldorff detecta simultaneamente clusters no espaço e tempo, testando a significância estatística, estimando o risco relativo de cada cluster³⁰. A estatística de varredura no espaço e no tempo utiliza cilindros de modo que a largura do cilindro varre espacialmente, enquanto a altura, temporalmente identificando a presença de clusters. Entende-se que cluster são agregados espaciais distribuídos de modo não-aleatórios, ou seja, possuem dependência espacial estatisticamente significativa, onde o mais provável é aquele com a máxima razão de verossimilhança (KULLDORFF, 2018). O risco relativo obtido usando o SaTScanTM se baseia na diferença da progressão temporal da epidemia da área comparada com a progressão geral estimada pelo *offset*. Assim, temos que o risco relativo de cada cluster é dado por:

$$RR = \frac{c/E[c]}{(C - c)/(C - E[c])}$$

O método de máxima verossimilhança prioriza uma área formada por centroides, que correspondem ao centro de um círculo. Em cada círculo é calculado a razão entre o máximo da verossimilhança sob a hipótese alternativa de que o número de casos dentro do círculo é maior do que fora e o máximo da verossimilhança sob a hipótese nula de que o valor encontrado é casual. Sequencialmente é calculado o máximo dessas razões para todos os círculos possíveis. A região associada com esse máximo é chamada de conglomerado mais verossímil ou primário. A distribuição deste e o valor-p são obtidos por intermédio da simulação de conjuntos de dados gerados sob a hipótese nula, denominada de teste da replicação de Monte Carlo. Se o valor-p for menor que o nível de significância ($\alpha = 0,05$), rejeita-se a hipóteses nula. O método não fornece apenas o conglomerado mais verossímil, mas também os conglomerados secundários, formados por todas as áreas onde se rejeita a hipótese nula (KULLDORFF *et al.*, 1998).

Outra ferramenta estatística importante são os modelos de regressão. Para dados espaciais, quando ocorre a autocorrelação espacial, as estimativas de modelo devem incorporar a estrutura espacial, pelo fato da dependência entre as observações interferir diretamente no poder explicativo do modelo (CÂMARA *et al.*, 2004).

Dentre os modelos de regressão que têm a capacidade de incorporar a espacialização dos dados temos o modelo de regressão autorregressivo condicional bayesiano (CAR Bayes).

O modelo CAR consiste na distribuição condicional dos termos do erro espacial. Assim, a distribuição de $e_i, i = 1, 2, \dots, n$, condicionado em $e_{\sim i}$ (valor de todos os termos do erro, exceto o próprio e_i) é dada. Ao invés de todo o vetor e_i , somente a vizinhança da área i é utilizada. Este fato é representado por $e_{j \sim i}$. Então, uma maneira direta de representar a distribuição condicional dos $e_{\sim i}$ é (BESAG; YORK; MOLLIE, 1991):

$$e_{\sim i} | e_{j \sim i} \sim N \left(\frac{c_{ij} e_j}{\sum_{j \sim i} c_{ij}}, \frac{c_{ij} \sigma_{e_i}^2}{\sum_{j \sim i} c_{ij}} \right)$$

Em que:

e_i = é o erro do modelo de regressão

$e_{j \sim i}$ = vizinhança da área i utilizada

c_{ij} = parâmetros de dependência

Considerando a abordagem bayesiana, a autocorrelação espacial normalmente acrescenta ao preditor linear um conjunto de efeitos aleatórios espacialmente correlacionados, definindo um modelo hierárquico. Os efeitos aleatórios são representados por uma estrutura autoregressiva condicional (CAR), em que autocorrelação espacial é induzida a partir da estrutura de vizinhança. As prioris CAR de Besag, York e Mollié (1991) – Modelo BYM.

Este modelo substitui o efeito aleatório Φ_k por $\theta_k + \Phi_k$. A esperança condicional é a média dos efeitos aleatórios das áreas da vizinhança, enquanto a variância condicional é inversamente proporcional ao número de vizinhos. Desta forma, quanto mais vizinhos para um determinado município ou setor censitário, mais informações há sobre o valor deste efeito aleatório.

No âmbito da saúde, algumas pesquisas aplicaram técnicas de análise espacial, como nos estudos de Carvalho, Magalhães e Medronho (2021), Kikuti *et al.* (2015), Rodrigues (2014), Silva *et al.* (2020) e Xavier *et al.* (2017).

3 JUSTIFICATIVA

Face ao atual cenário de aumento de casos e óbitos de dengue, chikungunya e Zika, os danos causados à população, os impactos econômicos e sociais no país e diante dos desafios de controle do principal vetor de transmissão, *Aedes aegypti*, este estudo torna-se relevante, pela necessidade de ampliação no conhecimento em um contexto de tríplice epidemia.

Apesar da magnitude e dos impactos à população brasileira, ainda há lacunas na literatura a respeito de informações que descrevam a ocorrência destes eventos no Estado do Maranhão, em especial explorando a distribuição espacial e que identifiquem características socioeconômicas, demográficas, de infraestrutura e ambientais relacionadas às arboviroses em estudo.

Adicionalmente, no Estado do Maranhão temos a problemática da gestão do lixo urbano. Cerca de 96,3% dos resíduos sólidos urbanos são destinados a vazadouros a céu aberto – lixões (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010b) e tem em média, 48,65% da população atendida pelos serviços de coleta desses resíduos (BRASIL, 2009).

A problemática se estende à capital do estado, São Luís, inclusive com a dificuldade no controle dos diversos pontos de descarte irregular de lixo. Em 2016, a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP/SL) registrou cerca de 600 pontos de descarte irregular neste município e conforme referido por esta Secretaria, estes números aumentam rotineiramente.

Vale ressaltar que embora a precária ou a inexistência desses serviços não estejam diretamente ligados à ocorrência das arboviroses, o gerenciamento adequado do lixo urbano, constitui uma das principais medidas sanitárias de prevenção de doenças, enquanto o gerenciamento inadequado, em qualquer uma de suas etapas, pode influenciar na variação populacional do vetor e no volume de pessoas infectadas por essas arboviroses.

Portanto, uma vez que não se dispõe de tratamento específico para nenhuma das três doenças, nem de outra forma de prevenção, além do controle do vetor, pesquisas a partir da abordagem espacial, que visem a identificação de áreas de maior risco e de vulnerabilidade de grupos populacionais, poderão ajudar no planejamento de medidas de controle preventivas e estratégias de controle mais eficazes.

Compreende-se que essas informações são importantes para a vigilância epidemiológica e o controle de doenças, o que pode contribuir para otimizar o uso de recursos e medidas mais eficazes para o enfrentamento de novas epidemias. Nessa perspectiva, os resultados oriundos da presente pesquisa poderão trazer contribuições relevantes para o controle das epidemias

de dengue, chikungunya e Zika, para a identificação das prioridades intersetoriais, coletivas e de saúde que proporcionem melhorias nas condições de vida na área em estudo.

Além disso, espera-se que com os resultados dessa pesquisa possamos contribuir para a reflexão sobre o tema, facilitando a compreensão da distribuição das doenças no estado, bem como para a orientação e direcionamento das ações de vigilância epidemiológica dos municípios.

4 OBJETIVOS

4.1 GERAL

Avaliar a associação entre a situação de desenvolvimento social e o coeficiente de detecção de arboviroses (dengue, chikungunya e Zika) no Maranhão, 2015 a 2019.

4.2 ESPECÍFICOS

- a) Analisar a distribuição espacial do coeficiente de detecção de arboviroses urbanas e fatores associados ao contexto socioeconômico e de saneamento ambiental no Maranhão, no período de 2015 a 2019;
- b) Avaliar a situação de desenvolvimento social de diferentes territórios em São Luís, Maranhão, com a adaptação de um Indicador de desenvolvimento social (IDS) para os setores censitários do município;
- c) Verificar a existência de aglomerados espaciais e espaço-temporais de arboviroses urbanas para os setores censitários de São Luís, Maranhão, no período de 2015 a 2019;
- d) Identificar se o IDS e os pontos de descarte irregular de lixo estão relacionados no espaço com as arboviroses urbanas nos setores censitários de São Luís, no período de 2015 a 2019.

5 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo ecológico dos casos de dengue, chikungunya e Zika, notificados no período de 1º de janeiro de 2015 a 31 de dezembro de 2019. Foram utilizadas fontes de dados secundários: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP). Os principais resultados são apresentados e discutidos em três artigos, dispostos na sessão 6. Nesta seção encontra-se a metodologia mais detalhada utilizada em cada um dos artigos.

Para o artigo 1, referente ao primeiro objetivo específico, foram utilizados dados do SINAN de casos de dengue, chikungunya e Zika agregados por município e ano, no estado do Maranhão, no período de 1º de janeiro de 2015 a 31 de dezembro de 2019. Além disso foram utilizados dados do Censo demográfico de 2010 do IBGE (índice de Gini, aglomerados subnormais, abastecimento de água, esgotamento sanitário e destinação do lixo), índice de desenvolvimento humano e índice de vulnerabilidade social.

Para o artigo 2, referente ao objetivo específico 2 foram utilizados dados do Censo Demográfico 2010 do IBGE (acesso ao saneamento básico, qualidade habitacional, escolaridade e disponibilidade de renda) para adaptação de um índice de desenvolvimento social (IDS) para os setores censitários de São Luís.

Para o artigo 3, referente aos objetivos específicos 3 e 4, foram utilizados dados do SINAN de casos de dengue, chikungunya e Zika agregados por setor censitário e ano, no município de São Luís, no período de 1º de janeiro de 2015 a 31 de dezembro de 2019. Além disso foram utilizados dados do IDS, a partir do artigo 2, e dos pontos de descarte irregular de lixo, obtidos na SEMOSP.

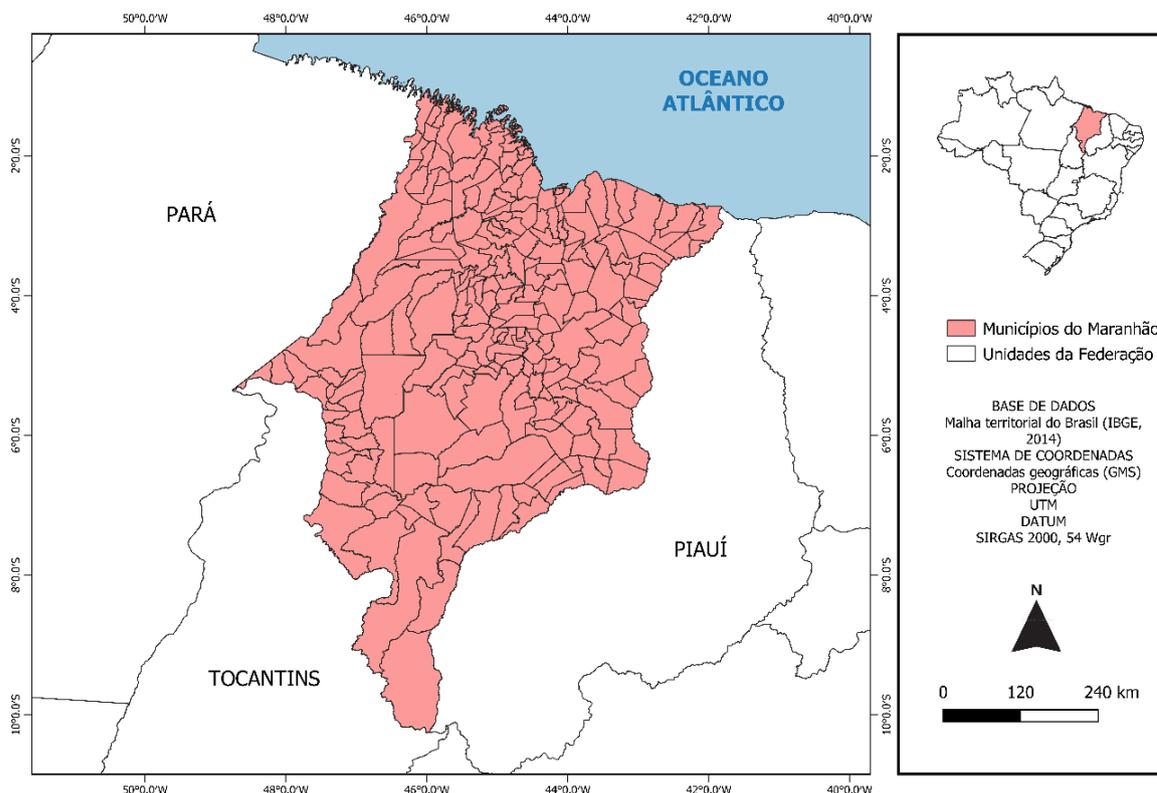
5.1 LOCAL DE ESTUDO

A área de estudo compreende o estado do Maranhão e uma análise independente para o município de São Luís. As unidades de análises serão municipais, para o estado e setores censitários, para São Luís.

O estado do Maranhão está situado na região nordeste do Brasil, em uma área de 331.936,948 km², sendo o oitavo maior estado brasileiro e o segundo do Nordeste em extensão territorial (Figura 2). Possui 217 municípios, população em 2019 de 7.114.598 habitantes e densidade demográfica de 19, 81 hab./km². Está localizado entre os paralelos 1°01' e 10°21'

sul e os meridianos 41°48' e 48°50' oeste (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010c).

Figura 2 – Mapa de localização do Estado do Maranhão



Fonte: Feita pela autora a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010c).

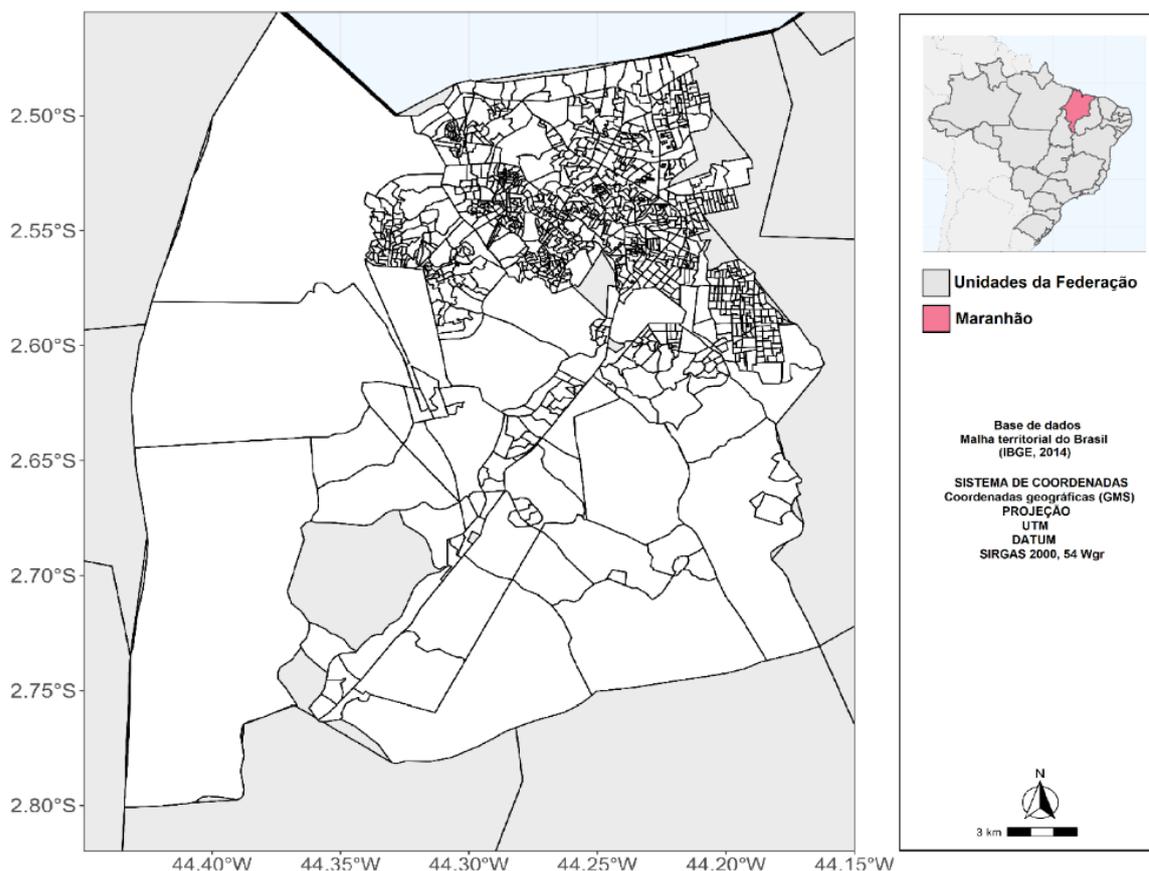
Está compreendido dentro da zona tropical, com o clima tropical, quente e úmido. As temperaturas, mesmo elevadas ao longo do ano situam-se entre 21,8°C (mínima) e 31,9°C (máxima). Possui duas estações bem definidas, havendo regularidade térmica durante todo ano, que são definidas pelo regime pluviométrico. Há um período chuvoso (dezembro a julho), compreendido entre o verão e outono, e outro de estiagem (agosto a novembro), entre o inverno e a primavera (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Os meses de junho e julho também são meses de transição, mas da estação chuvosa para a estiagem. Este período é caracterizado por dias com chuvas, outros com sol forte, calor e umidade baixa e outros com tempo abafado, sem ventos e com muita nebulosidade, conhecido popularmente como calmaria. Os meses com maior média de pluviosidade são março e abril, enquanto os menores são setembro e outubro.

O estado do Maranhão figura no cenário nacional como uma das unidades da federação com os piores indicadores sociais. A maioria da municípios são marcados por desigualdades

socioeconômicas, tendo a maioria da população, baixos padrões de vida. Há um desenvolvimento desigual entre as cidades, grande parte da população vive em condições precárias, em áreas com aglomerados subnormais, com acesso desigual ou até mesmo sem acesso à serviços essenciais, como os de infraestrutura, saneamento básico e serviços de saúde.

Para elaboração do terceiro artigo, realizamos uma análise independente para São Luís, capital do estado, pois os dados georreferenciados dos pontos de descarte irregular de lixo estavam disponíveis somente para este município (Figura 3).

Figura 3 – Mapa de localização de São Luís



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011)

São Luís ocupa mais da metade (57%) da Ilha do Maranhão. Com uma população estimada de 1.309.330 habitantes, para o ano de 2010, é o município mais populoso do estado e o quarto da Região Nordeste. Sua área é de 831,7 km², desse total 283 km² estão em perímetro urbano (12^a maior área urbana do país). Possui uma extensão territorial de 2898,93 km² e densidade demográfica, 459,20 hab./km² (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E

ESTATÍSTICA, 2010c). O IDH é de 0,768, acima da média brasileira, tendo o 3ª melhor IDH entre as capitais da região Nordeste do Brasil.

Segundo critérios administrativos e de planejamento, o município é organizado em sete Distritos Sanitários: Centro, Itaqui-Bacanga, Coroadinho, Cohab, Bequimão, Tirirical e Vila Esperança que se dividem em 385 localidades, compostas por bairros, povoados, vilas, sítios e ilhas. Na zona urbana são 217 localidades, enquanto na zona rural 168 (SÃO LUÍS, 2015). Os distritos são formados pelos bairros e estes por 1126 setores censitários (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010c).

Além de ser a capital do Estado, é centro administrativo, cultural, econômico, onde se concentra o maior volume de comércio e atividades industriais significativas, como a usina de alumínio (ALUMAR) e a usina de ferro (VALE), além da significativa atividade portuária (INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS, 2011).

É um município polarizador, tanto em relação à população, quanto aos investimentos econômicos e possui grandes projetos facilitados pela posição estratégica em relação ao escoamento da produção. Tem um forte setor industrial por conta de grandes corporações e empresas de diversas áreas que se instalaram na cidade pela sua privilegiada posição geográfica (entre as regiões Norte e Nordeste do país). Tem uma economia diversificada, com potencialidades econômicas, hortifruticultura, indústria, comércio, complexo portuário, apicultura, avicultura, artesanato e turismo, informações estas disponibilizadas pela Secretaria de Estado do Planejamento e Orçamento (SEPLAN). Ressalta-se também, que tem 38% do PIB estadual, pois os setores industriais e econômicos estão concentrados nela, deixando os outros municípios dependentes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010c; INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS, 2011).

5.2 DADOS

5.2.1 Casos de arboviroses urbanas - dengue, chikungunya e Zika

A população do presente estudo foi composta pelos casos de arboviroses urbanas (dengue, chikungunya e Zika), notificados no SINAN, confirmados pelo critério clínico epidemiológico ou laboratorial, de 1º de janeiro de 2015 a 31 de dezembro de 2019. residência”

e “classificação final”. A definição dos casos segue os protocolos do Ministério da Saúde (BRASIL, 2019a).

Para identificação dos casos de arboviroses urbanas, foram consideradas as variáveis “município de residência”, “data da notificação” e “classificação final (descartado, dengue, chikungunya e Zika)”, registrados no SINAN, referente ao período de estudo. Foram excluídos os casos descartados, inconclusivos, em investigação, importados de outros municípios e que estavam sem informação nas variáveis “município de residência” e “classificação final”.

Para o artigo 1 foram analisados os casos notificados de dengue, chikungunya e Zika que ocorreram no Estado do Maranhão entre 1º de janeiro de 2015 a 31 de dezembro de 2019. Os casos foram agrupados por município de residência.

Para o artigo 3 foram utilizados os dados referentes aos casos dengue, chikungunya e Zika que ocorreram em São Luís entre 1º de janeiro de 2015 a 31 de dezembro de 2019. Os dados do SINAN foram georreferenciados para o setor censitário de residência, utilizando os campos “logradouro” e “número” que foram confrontados nas plataformas: *Google Maps*, *Bing Maps* e *Wikimapia* com objetivo de identificar as coordenadas geográficas (x, y) de latitude e longitude, através do endereço mais próximo. As coordenadas geográficas foram inseridas na ferramenta Geocoding no *software* Arcgis 10.4.1. Sequencialmente foi realizada a conversão das ocorrências em uma base cartográfica de pontos utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG), Qgis versão 3.10.

O banco de dados do SINAN foi obtido na Secretaria Adjunta de Atenção Básica e Vigilância em Saúde da Secretaria de Estado de Saúde do Maranhão.

5.2.2 Dados demográficos, socioambientais e socioeconômicos

Para as análises do artigo 1, foram obtidos dados de população por município para o estado do Maranhão, baseados no censo realizado em 2010 pelo IBGE.

Para a caracterização do contexto socioambiental foram utilizadas as variáveis do Censo demográfico de 2010, do IBGE:

- a) Índice de Gini: mede a desigualdade social e varia de zero (igualdade total) – um (desigualdade total);
- b) Aglomerados subnormais: percentual dos domicílios em aglomerados subnormais em relação ao total de domicílios;

- c) Abastecimento de água: distribuição percentual da população moradora atendida com abastecimento de água pela rede geral, poço ou nascente na propriedade e abastecimento inadequado (rio, açude, água de chuva);
- d) Esgotamento sanitário: distribuição percentual da população moradora atendida com esgotamento sanitário por rede geral ou pluvial, por fossa séptica, outro escoadouro e sem esgotamento; e
- e) Destinação do lixo: distribuição percentual da população moradora atendida com lixo coletado pelo serviço de limpeza, em caçamba do serviço de limpeza, outro destino e sem coleta de lixo.

Para a identificação da situação socioeconômica dos municípios foram considerados o índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) e índice de vulnerabilidade social (IVS) utilizando-se os parâmetros de classificação do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. O IDHM, quanto mais próximo o valor estiver de um, maior será o desenvolvimento humano pleno, sendo classificado como: muito baixo (até 0,499); baixo (0,500 - 0,599); médio (0,600 - 0,699); alto (0,700 - 0,799); e muito alto (maior ou igual a 0,800).¹⁵ O IVS, classifica a exclusão e vulnerabilidade social em: muito baixo (até 0,200); baixo (0,200 - 0,300); médio (0,300 - 0,400); alto (0,400 - 0,500); e muito alto (maior ou igual a 0,500) (COSTA; MARGUTTI, 2015).

Para o artigo 2 os dados populacionais por setor censitário para o município de São Luís foram baseados no censo realizado em 2010 pelo IBGE. O índice de desenvolvimento social (IDS) para São Luís foi adaptado utilizando a metodologia de um estudo anterior realizado para o estado do Rio de Janeiro (CAVALLIERI; LOPES, 2008) inspirado no Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM), calculado pela Organização das Nações Unidas (ONU) (**ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2022**). Os autores construíram o IDS para o estado do Rio de Janeiro, a partir de dez variáveis do Censo Demográfico 2000 do IBGE que cobrem os aspectos sócio urbanísticos, caracterizando as situações dos domicílios e do responsável pelo domicílio, como uma proxy da situação familiar, estando agrupadas em quatro grandes dimensões de análise.

- a) Dimensão acesso ao saneamento básico:
 - Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água adequada – aqueles que têm canalização interna e estão ligados à rede geral;
 - Domicílios particulares permanentes com serviço de esgoto adequado – aqueles que estão ligados à rede geral;

- Domicílios particulares permanente com serviço adequado de coleta de lixo – aqueles que dispõem de coleta direta ou indireta de lixo;

No aspecto de acesso aos serviços de saneamento básico, o IBGE investigou os três componentes mais importantes: abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo. Contudo, as informações restringem-se às formas de acesso aos serviços, sendo que os aspectos relacionados a qualidade e periodicidade, por exemplo, não foram contemplados.

b) Dimensão qualidade habitacional:

- Número médio de banheiros por pessoa (razão entre o número de banheiros no domicílio particular permanente pelo número total de pessoas no domicílio particular permanente);

Quanto à condição de habitabilidade do domicílio, optou-se pelo número médio de banheiros por pessoa, conforme descrito acima.

c) Dimensão escolaridade:

- Percentagem de analfabetismo em maiores de 15 anos (Diferença entre o número total de pessoas alfabetizadas com mais de 15 anos e total geral de pessoas alfabetizadas com mais de 15 anos).
- Percentagem dos chefes de domicílio com menos de quatro anos de estudo;
- Percentagem dos chefes de domicílio com 15 anos ou mais de estudo.
- Quanto à educação, foi utilizada como indicador de educação dos moradores do domicílio.

d) Dimensão disponibilidade de renda:

- Rendimento médio dos chefes de domicílio em salários mínimos;
- Percentagem dos chefes de domicílio com renda até dois salários mínimos;
- Percentagem dos chefes de domicílio com renda igual ou superior a 10 salários mínimos;

Neste trabalho utilizamos as quatro dimensões de análise e variáveis do estudo de Cavallieri e Lopes (2008), exceto nas dimensões escolaridade e renda que precisamos fazer alguns ajustes nas variáveis pela indisponibilidade no Censo Demográfico 2010 do IBGE.

Na dimensão escolaridade foi utilizada somente a variável percentagem de analfabetismo em maiores de 15 anos que foi calculada a partir da subtração do total de alfabetizados pelo total de pessoas alfabetizadas com mais de 15 anos. Enquanto na dimensão disponibilidade de renda houve a substituição da variável percentagem dos chefes de domicílio com rendimento até dois salários mínimos pela variável percentagem dos chefes de domicílio

com rendimento de 5 a 10 salários mínimos, visto que dentre as categorias disponíveis esta era a menor faixa de rendimento.

Os indicadores de renda em 2010 foram calculados em número de salários mínimos vigentes nesse ano (1 salário mínimo = R\$ 510,00).

Para o artigo 3 além dos dados populacionais e do IDS de São Luís, calculados no artigo 2, foram considerados os dados dos pontos de descarte irregular de lixo. Os dados referentes aos 600 pontos de descarte irregular do lixo, nos anos de 2015, 2016, 2017 e 2019, foram provenientes da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP), mapeados por meio da Superintendência de Limpeza Pública da cidade de São Luís - MA. Os dados do ano de 2018 não estavam disponíveis, portanto, calculamos a média dos anos 2017 e 2019.

5.2.3 Mapas

A malha digital do estado do Maranhão e dos setores censitários do município de São Luís foram obtidas do IBGE através do site <http://www.ibge.gov.br>

5.3 ANÁLISE DE DADO

5.3.1 Análise espacial

Para o primeiro objetivo específico, apresentado no artigo 1, os casos de dengue, chikungunya e Zika foram agregados por município, utilizando a malha do estado do Maranhão, obtida no site do IBGE. Todos os municípios foram incluídos independentemente da existência de casos notificados.

Para verificar a existência de autocorrelação espacial do coeficiente de detecção das arboviroses urbanas ajustada pelo método Bayesiano, utilizou-se o índice de Moran (I) global. Foi utilizada a matriz de vizinhança por contiguidade tipo *Queen*, de primeira ordem.

Para avaliar a significância da estatística I, as seguintes hipóteses foram estabelecidas:

$H_0: I = 0$ (não há autocorrelação espacial entre os municípios);

$H^1: I > 0$ (distribuição não aleatória, ou seja, há ocorrência de padrão espacial na distribuição de casos de arboviroses nos municípios).

O LISA classificou os municípios em função do nível de significância dos valores de seus índices locais em: alto/alto, baixo/baixo, alto/baixo, baixo/alto (CÂMARA *et al.*, 2004).

O *software* Geoda versão 1.10 foi utilizado para a análise espacial e o *software* QGIS versão 3.10 para a elaboração dos mapas.

Para o terceiro objetivo específico, apresentado no artigo 3, identificação de aglomerados espaciais e espaço-temporais dos casos de arboviroses, foi feito a partir da utilização da técnica de varredura de Kulldorff (*Scan*) circular espaço-temporal. O setor censitário foi considerado parte do aglomerado se o seu centroide estava contido na base do cilindro.

Como a variável de interesse foi o número de casos em uma localidade, temos que o número esperado de casos $E[c]$ em cada cilindro segue uma distribuição de Poisson dada por (Equação 1):

Equação 1: Distribuição de Poisson

$$E[c] = CP \times p,$$

Onde:

- a) C, o número total de casos.
- b) P, a população total;
- c) p, a população dentro da área do cilindro.

A identificação de aglomerados foi feita através da comparação do número observado dentro do cilindro com o número esperado de casos. Os aglomerados são detectados de forma hierárquica, de acordo com a razão de verossimilhança (KULLDORFF, 1997; KULLDORFF *et al.*, 1998).

O teste de hipótese assume que para a hipótese nula o $E[c]$ é proporcional ao seu contingente populacional, enquanto a hipótese alternativa é que $E[c]$ fora do cilindro é menor do que o valor esperado dentro do cilindro. A significância estatística é obtida via simulações de Monte Carlo. Rejeita-se a hipótese nula quando menos do que 5% dos valores simulados são maiores do que o valor observado.

Para cada modelo, simulações de Monte Carlo (n=999) foram rodadas para avaliar a significância estatística. Foram considerados os aglomerados estatisticamente significativos (p-valor < 0,05), sem sobreposição geográfica e com o máximo de 50% da população em risco. A janela temporal foi no máximo igual a 50% do período de estudo.

Para a análise desses dados, foi utilizado o software SaTScan™ (versão 9.5) (KULLDORFF, 2018) foi rodado dentro do R (versão 4.1.2) (THE R FOUNDATION, 2019)

através do pacote `rsatscan` (versão 0.3.9200) (KLEINMAN, 2015). Os mapas e gráficos foram feitos utilizando o pacote `ggplot2` (versão 3.4) (WICKHAM, 2016).

5.3.2 Modelagem estatística

Para os objetivos específicos 1 e 4 foram utilizados o modelo de regressão autorregressivo condicional bayesiano (CAR Bayes). No primeiro objetivo específico, apresentado no artigo 1, foi estudada a associação entre o coeficiente de detecção das três arboviroses conjuntamente e as variáveis socioambientais no estado do Maranhão. Enquanto o quarto objetivo específico, apresentado no artigo 3, verificou-se as relações entre o coeficiente de detecção das arboviroses urbanas e as variáveis IDS e pontos de descarte irregular de lixo, no município de São Luís-MA.

Visando obter estimativas diretas do coeficiente de detecção, foi considerado o log da população como offset. O ajuste do modelo CAR Bayes se deu através de um processo de 10.000 iterações, onde as primeiras iterações 5.000 foram descartadas (burn-in), sendo as observações finais obtidas a cada 100 iterações (thin). Para analisar a convergência das cadeias foi utilizado o método de Geweke (1992). Este critério consiste em testar a hipótese nula de que a diferença padronizada entre a média do primeiro decil das iterações e a média dos quintos últimos decis seguem uma distribuição normal padrão. Se a estatística do teste, ao nível de 5% de significância, for inferior a -1,96 ou superior a 1,96, a convergência não foi alcançada.

Para o diagnóstico dos modelos foram gerados mapas dos resíduos no modelo final do CAR Bayes buscando indícios de ruptura dos pressupostos de independência, ou seja, a alta concentração de resíduos positivos ou negativos em uma parte do mapa indicaria a presença de autocorrelação espacial.

As análises das modelagens estatísticas e a construção dos mapas foram realizadas no software estatístico R Core Team, versão 4.2.1 (2022).

O objetivo específico 2, apresentado no artigo 2, consistiu na adaptação do índice desenvolvimento social (IDS) construído por Cavallieri e Lopes (2008) no estado do Rio de Janeiro, para os setores censitários do município de São Luís.

Para a construção do IDS no Rio de Janeiro, os autores utilizaram dez variáveis do Censo Demográfico 2000, do IBGE, que cobrem os aspectos sócio urbanísticos, caracterizando as situações dos domicílios e do responsável pelo domicílio, como uma proxy da situação familiar, estando agrupadas em quatro grandes dimensões de análise.

- a) Dimensão acesso ao saneamento básico:

- Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água adequada – aqueles que têm canalização interna e estão ligados à rede geral;
- Domicílios particulares permanentes com serviço de esgoto adequado – aqueles que estão ligados à rede geral;
- Domicílios particulares permanente com serviço adequado de coleta de lixo – aqueles que dispõem de coleta direta ou indireta de lixo;

No aspecto de acesso aos serviços de saneamento básico, o IBGE investigou os três componentes mais importantes: abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo. Contudo, as informações restringem-se às formas de acesso aos serviços, sendo que os aspectos relacionados a qualidade e periodicidade, por exemplo, não foram contemplados.

b) Dimensão qualidade habitacional:

- Número médio de banheiros por pessoa (razão entre o número de banheiros no domicílio particular permanente pelo número total de pessoas no domicílio particular permanente);

Quanto à condição de habitabilidade do domicílio, optou-se pelo número médio de banheiros por pessoa, conforme descrito acima.

c) Dimensão escolaridade:

- Percentagem de analfabetismo em maiores de 15 anos (Diferença entre o número total de pessoas alfabetizadas com mais de 15 anos e total geral de pessoas alfabetizadas com mais de 15 anos).
- Percentagem dos chefes de domicílio com menos de quatro anos de estudo;
- Percentagem dos chefes de domicílio com 15 anos ou mais de estudo.
- Quanto à educação, foi utilizada como indicador de educação dos moradores do

domicílio.

d) Dimensão disponibilidade de renda:

- Rendimento médio dos chefes de domicílio em salários mínimos;
- Percentagem dos chefes de domicílio com renda até dois salários mínimos;
- Percentagem dos chefes de domicílio com renda igual ou superior a 10 salários mínimos;

Neste trabalho utilizamos as quatro dimensões de análise e variáveis do estudo de Cavallieri e Lopes (2008) exceto nas dimensões escolaridade e renda que precisamos fazer alguns ajustes nas variáveis pela indisponibilidade no Censo Demográfico 2010 do IBGE.

Na dimensão escolaridade foi utilizada somente a variável percentagem de analfabetismo em maiores de 15 anos que foi calculada a partir da subtração do total de

alfabetizados pelo total de pessoas alfabetizadas com mais de 15 anos. Enquanto na dimensão disponibilidade de renda houve a substituição da variável percentagem dos chefes de domicílio com rendimento até dois salários mínimos pela variável percentagem dos chefes de domicílio com rendimento de 5 a 10 salários mínimos, visto que dentre as categorias disponíveis esta era a menor faixa de rendimento.

Os indicadores de renda em 2010 foram calculados em número de salários mínimos vigentes nesse ano (1 salário mínimo = R\$ 510,00).

Para elaboração do IDS, primeiramente, as oito variáveis foram normalizadas de modo que todos os índices utilizados assumam valores no intervalo $[0,1]$, onde 0 = pior situação e 1 = melhor situação. Estas novas medidas podem ser definidas como indicadores padronizados obtidos da seguinte forma (CAVALLIERI; LOPES, 2008).

$$IN_{ij} = \frac{I_{ij} - \min(I_j)}{\max(I_j) - \min(I_j)}$$

Sendo:

- a) IN_{ij} , o índice normalizado do setor censitário i e da variável j .
- b) $\min(I_j)$, o valor mínimo da variável j .
- c) $\max(I_j)$, o valor máximo da variável j .

Essa transformação permite que os indicadores sejam empregados como medidas relativas. Posteriormente, essas novas variáveis foram empregadas na análise de componentes principais. Essa análise permite sintetizar o espaço multivariado a um menor número de dimensões, tornando mais clara a interpretação do problema através de novos fatores (GREEN, 1978). Foi considerado apenas a primeira componente, pois, entende-se que estes são os mais importantes por serem capazes de resumir a maior variabilidade dos dados. Em seguida, os coeficientes desse componente foram padronizados, gerando os coeficientes padronizados. As análises foram realizadas pelo software R® 4.0.2.

5.4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP/FIOCRUZ), sob o número do parecer 4.510.977. Não foi preciso obter consentimento livre e esclarecido.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados estão apresentados e discutidos em três artigos, incluídos nos itens 8.1, 8.2 e 8.2. Os artigos estão no formato que serão encaminhados para publicação (artigos 1, 2 e 3), alterando-se apenas o formato das citações para adequar ao utilizado na tese. As referências estão incluídas no final da tese.

O artigo 1 refere-se ao objetivo específico “Analisar a distribuição espacial do coeficiente de detecção de arboviroses urbanas e fatores associados ao contexto socioeconômico e de saneamento ambiental no Maranhão, no período de 2015 a 2019”. O artigo 2 refere-se ao objetivo específico “Avaliar a situação de desenvolvimento social de diferentes territórios em São Luís, Maranhão, com adequação de um Indicador de desenvolvimento social (IDS) para os setores censitários do município”. Enquanto o artigo 3 refere-se aos objetivos específicos “Verificar a existência de aglomerados espaciais e espaço-temporais de arboviroses urbanas para os setores censitários de São Luís, Maranhão, no período de 2015 a 2019” e “Identificar se o IDS e os pontos de descarte irregular de lixo estão relacionados no espaço com as arboviroses urbanas nos setores censitários de São Luís, no período de 2015 a 2019”.

6.1 ARTIGO 1

Estudo ecológico de dengue, chikungunya e Zika, Maranhão, Brasil, 2015-2019
Ecological study of dengue, chikungunya and Zika, Maranhão, Brazil, 2015-2019
Estudio ecológico de dengue, chikungunya y Zika, Maranhão, Brasil, 2015-2019

Artigo derivado de tese de doutorado intitulada “Análise espaço-temporal de casos prováveis de dengue, chikungunya e Zika no Estado do Maranhão, Brasil”, defendida por Emile Danielly Amorim Pereira junto ao programa de pós-graduação em epidemiologia em saúde pública / curso de doutorado de epidemiologia em saúde pública da Escola Nacional de Saúde Pública/Fundação Oswaldo Cruz, cuja qualificação do projeto foi realizada em 5 de outubro de 2020.

Principais resultados:

Os principais achados deste trabalho dizem respeito à identificação dos padrões de transmissão da associação das arboviroses (dengue, chikungunya e Zika) no Maranhão. Os maiores coeficientes de detecção das três doenças foram localizados em áreas com baixa densidade populacional, alta vulnerabilidade social e com serviços de coleta de resíduos sólidos deficientes. Atenção especial deve ser dada a esses municípios.

Implicações para os serviços:

Conhecer a magnitude e os locais com maior risco de transmissão das doenças tem o potencial de direcionar melhores intervenções para assistência, prevenção e controle de epidemias, bem como melhor direcionamento dos recursos disponíveis.

Perspectivas:

Investigações epidemiológicas de dengue, chikungunya e Zika com o objetivo de identificar de áreas prioritárias e fatores socioambientais que possam interferir nos coeficientes de detecção, devem ser incentivadas, sobretudo em estados com alta vulnerabilidade socioeconômica e ambiental.

Resumo

Objetivo: Analisar a distribuição espacial dos coeficientes de detecção de dengue, chikungunya e zika, e fatores associados ao contexto socioeconômico e de saneamento ambiental no Maranhão, Brasil, 2015-2019. **Método:** Estudo ecológico, com dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Avaliou-se a autocorrelação espacial dos coeficientes pelos Índices de Moran (I) e a associação com o contexto socioambiental por modelo de regressão autoregressivo condicional bayesiano (CAR Bayes). **Resultados:** Foram analisados 217 municípios. Observou-se associação das três arboviroses conjuntamente com o índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) (Coef= -12,36; IC_{95%}= -27,08; -20,17), índice de vulnerabilidade social (IVS) capital humano (Coef= 22,04; IC_{95%}= 35,89; 43,94) e renda e trabalho (Coef= 18,31; IC_{95%}= 18,39; 23,67), sem coleta de lixo (Coef= 0,05; IC_{95%}= 0,01; 0,01) e densidade demográfica (Coef= -0,01; IC_{95%}= -0,02; -0,02). **Conclusão:** Fatores socioambientais contribuem para um maior coeficiente de detecção.

Palavras-chave: Dengue; Virus Chikungunya; Zika Virus; Fatores Socioeconômicos; Sistemas de Informação em Saúde; Estudos ecológicos

Abstract

Objective: To analyze the spatial distribution of dengue, chikungunya and zika detection coefficients, and factors associated with socioeconomic and environmental sanitation context in Maranhão, Brazil, 2015-2019. **Method:** Ecological study, with data from the Notifiable Diseases Information System (SINAN). The spatial autocorrelation of the coefficients was evaluated by Moran's Indexes (I) and the association with the socio-environmental context by Bayesian conditional autoregressive regression models (CAR Bayes). **Results:** 217

municipalities were analyzed. There was an association of the three arboviruses together with the municipal human development index (IDHM) (Coef= -12.36; 95%CI= -27.08; -20.17), social vulnerability index (IVS) in the human capital (Coef= 22, 04; 95%CI= 35.89; 43.94) and income and work (Coef= 18.31; 95%CI= 18.39; 23.67), without garbage collection (Coef= 0.05; 95%CI= 0.01; 0.01) and population density (Coef= -0.01; 95%CI=-0.02; -0.02).

Conclusion: Socio-environmental factors contribute to a higher detection coefficient.

Keywords: Dengue; Virus Chikungunya; Zika Virus; Socioeconomic Factors; Health Information Systems; Ecological studies

Resumen

Objetivo: Analizar la distribución espacial de los coeficientes de detección de dengue, chikungunya y zika, y los factores asociados al contexto socioeconómico y de saneamiento ambiental en Maranhão, Brasil, 2015-2019. **Método:** Estudio ecológico, con datos del Sistema de Información de Enfermedades de Declaración Obligatoria (SINAN). La autocorrelación espacial de los coeficientes fue evaluada por los Índices de Moran (I) y la asociación con el contexto socioambiental por modelos de regresión autorregresiva condicional bayesiana (CAR Bayes). **Resultados:** Analizaron 217 municipios. Hubo asociación de los tres arbovirus junto con el índice de desarrollo humano municipal (IDHM) (Coef= -12,36; IC95%= -27,08; -20,17), índice de vulnerabilidad social (IVS) capital humano (Coef= 22,04; IC95% = 35,89; 43,94) e ingresos y trabajo (Coef= 18,31; IC95%= 18,39; 23,67), sin recolección de basura (Coef= 0,05; IC95%= 0,01; 0,01) y densidad de población (Coef= -0,01; 95% IC=-0,02; -0,02). **Conclusión:** Los factores socioambientales contribuyen a una mayor tasa de detección.

Palabras clave: Dengue; Virus Chikunguña; Virus Zika; Factores Socioeconómicos; Sistemas de Información en Salud; Estudios ecológicos

INTRODUÇÃO

Dengue, chikungunya e Zika representam um grave problema de saúde e constituem preocupação de interesse internacional¹. A ampla dispersão do principal vetor da dengue, o *Aedes aegypti*, associada ao intenso fluxo de pessoas chegando no Brasil para eventos internacionais², permitiu o estabelecimento de duas outras arboviroses: a chikungunya e a Zika^{3,4} causando impacto social, econômico e ao sistema público de saúde², pois, apesar da maioria dos pacientes infectados apresentarem sintomas brandos, alguns, como a forte artralgia

da chikungunya e doença neurológica grave, da Zika, podem durar semanas ou meses, interferindo na qualidade de vida do indivíduo³.

Diversos fatores contribuem com a reprodução e disseminação deste vetor e com a dispersão das arboviroses no Brasil. A urbanização desordenada⁵ e locais com vulnerabilidade socioeconômica tem sido descrita como um importante fator de risco para a ocorrência de arboviroses, principalmente por propiciar a existência de criadouros ao apresentar deficiências relacionadas ao saneamento básico⁶, condições precárias de moradias e irregularidades no abastecimento de água e na coleta de lixo^{2,7}. Diversas pesquisas foram publicadas fazendo alguma referência às relações entre arboviroses e as condições ambientais e socioeconômicas. São conhecidos estudos que encontraram associação entre esses determinantes e a maior ocorrência de arboviroses^{6,9,10-11}. Entretanto, esta relação tem sido controversa⁷, com estudo aponta diferentes direções ou nenhuma associação¹². Isto pode ser resultado de estudos avaliando momentos diferentes da epidemia, tamanho das amostras, além da heterogeneidade de medidas e escalas espaciais usadas¹².

No Nordeste, a distribuição das arboviroses não é homogênea pelas localidades e estudos de análise espacial têm contribuído para a compreensão de suas dinâmicas de transmissão, identificação de fatores associados à ocorrência, bem como áreas prioritárias para intervenção.

O Maranhão é um estado com diferentes combinações de características ambientais, socioeconômicas e demográficas entre os municípios¹³, que o tornam um importante cenário para auxiliar na compreensão de como esses fatores podem interferir na dinâmica de transmissão e agravamento das arboviroses.

O objetivo do presente estudo foi analisar a distribuição espacial dos coeficientes de detecção de dengue, chikungunya e zika e fatores associados ao contexto socioeconômico e de saneamento ambiental no Maranhão, Brasil, 2015-2019.

MÉTODOS

Delineamento

Estudo ecológico para analisar a distribuição espacial dos coeficientes de detecção de dengue, chikungunya e Zika e fatores associados ao contexto socioeconômico e de saneamento ambiental no Maranhão, Brasil, 2015-2019, utilizando o município como unidade de análise.

Contexto

O estudo foi realizado com base em dados secundários oficiais de casos de dengue, chikungunya e Zika, obtidos em fevereiro de 2021, e que foram registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN).

Participantes

A população do presente estudo foi composta por todos os casos notificados de dengue, chikungunya e Zika, confirmados pelo critério clínico epidemiológico ou laboratorial, ocorridos no Maranhão de 1º de janeiro de 2015 - 31 de dezembro de 2019. As definições de caso seguem os protocolos do Ministério da Saúde.¹⁵

Variáveis e fontes de dados

Para identificação dos casos de dengue, chikungunya e Zika, foram consideradas as variáveis “município de residência”, “data da notificação” e “classificação final (descartado, dengue, chikungunya e Zika)”, registrados no SINAN, referente ao período de 2015-2019. Foram excluídos os casos descartados, inconclusivos, em investigação, importados de outros municípios e que estavam sem informação nas variáveis “município de residência” e “classificação final”.

O acesso ao banco de dados do SINAN foi obtido na Secretaria Adjunta de Atenção Básica e Vigilância em Saúde da Secretaria de Estado de Saúde do Maranhão.

Para a caracterização do contexto socioambiental foram utilizadas as variáveis do Censo demográfico de 2010:¹⁴ a) Índice de Gini: mede a desigualdade social e varia de zero (igualdade total) - um (desigualdade total); b) Aglomerados subnormais: percentual dos domicílios em aglomerados subnormais em relação ao total de domicílios; c) Abastecimento de água: distribuição percentual da população moradora atendida com abastecimento de água pela rede geral, poço ou nascente na propriedade e abastecimento inadequado (rio, açude, água de chuva); d) Esgotamento sanitário: distribuição percentual da população moradora atendida com esgotamento sanitário por rede geral ou pluvial, por fossa séptica, outro escoadouro e sem esgotamento; e) Destinação do lixo: distribuição percentual da população moradora atendida com lixo coletado pelo serviço de limpeza, em caçamba do serviço de limpeza, outro destino e sem coleta de lixo.

Para identificação da situação socioeconômica dos municípios foram considerados o índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) e índice de vulnerabilidade social (IVS) utilizando-se os parâmetros de classificação do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. O IDHM, quanto mais próximo o valor estiver de um, maior será o

desenvolvimento humano pleno, sendo classificado como: muito baixo (até 0,499); baixo (0,500 - 0,599); médio (0,600 - 0,699); alto (0,700 - 0,799); e muito alto (maior ou igual a 0,800).¹⁵ O IVS, classifica a exclusão e vulnerabilidade social em: muito baixo (até 0,200); baixo (0,200 - 0,300); médio (0,300 - 0,400); alto (0,400 - 0,500); e muito alto (maior ou igual a 0,500).¹⁵

O cálculo dos coeficientes de detecção das três doenças foi realizado com base na razão entre o total de casos das três doenças notificadas (numerador), ponderados pela população de cada município (denominador) multiplicada por 100.000 mil habitantes (hab.) no período de 2015-2019. Para calcular o coeficiente de detecção de cada doença separadamente, apenas o numerador foi modificado. Foi considerada a data da notificação dos casos para todos os anos estudados.

As estimativas populacionais por município para o ano de 2017 foram obtidas no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.¹⁴

Para a distribuição espacial do coeficiente de detecção das três arboviroses, adotou-se estratificação pelo risco de ocorrência de arboviroses tendo como referência o Programa Nacional de Controle da Dengue:¹⁶ baixo risco (até 100 casos por 100 mil hab.); médio risco (mais de 100 - 300 casos por 100 mil hab.); alto risco (mais de 300 casos - 1000 casos por 100 mil hab.); e epidêmicos (acima de 1000 casos por 100 mil hab.).

Análise de dados

Todos os municípios foram incluídos na análise espacial, independente de terem casos notificados. Os mapas temáticos dos coeficientes de detecção das arboviroses foram categorizados, para todos os anos estudados. Buscou-se identificar os municípios com maior risco de ocorrência de arboviroses, tendo como referência os critérios de risco estabelecidos no Programa Nacional de Controle da Dengue.¹⁶

Em seguida, utilizou-se o índice de Moran (I), para verificar a existência de autocorrelação espacial, sendo seus valores estimados dentro de um intervalo de variação de -1 (negativo, inverso) a +1 (positivo, direto). Para fins de seleção das variáveis para a análise ajustada, foi estabelecido o nível de significância de 0,20 da associação entre cada covariável e o desfecho.

O gráfico de dispersão de Moran foi utilizado para comparar o valor de cada município com seus vizinhos e a visualização de agrupamentos dos municípios com valores similares e, por conseguinte, a identificação de padrões espaciais. A interpretação dos quadrantes, gerados a partir dessa técnica, demonstrou as seguintes correlações:

- a. Municípios com alta proporção do indicador, cercados por outros municípios também com altas proporções (alto-alto);
- b. Municípios com baixa proporção, cercados por municípios com baixa proporção do mesmo indicador (baixo-baixo), sugerindo pontos de associação espacial positiva; e
- c. Municípios com alta proporção, cercados por municípios com baixa proporção desse indicador (alto-baixo), e municípios com baixa proporção, cercados de municípios com alta proporção do mesmo indicador (baixo-alto), sugerindo pontos de associação espacial negativa, representativos de áreas de transição.

Áreas de alto risco para transmissão das doenças e coeficiente de detecção de arboviroses foram consideradas pela presença de municípios com elevados valores e vizinhos com a mesma característica.

Em todas as análises espaciais do desfecho (coeficiente de detecção das três arboviroses e os coeficientes de detecção de dengue, chikungunya e Zika, separadamente) com as variáveis socioeconômicas e ambientais foi estabelecido o nível de significância de 0,05. Testes de pseudo-significância foram calculados para 999 permutações. Para análise de autocorrelação construiu-se a matriz de vizinhança *queen* de primeira ordem.

Utilizou-se os *software* Geoda versão 1.10 para análise espacial, o QGIS versão 3.10 para elaboração dos mapas.

Modelagem estatística

Considerando que as manifestações clínicas das três arboviroses são bastante semelhantes, e que nem todos os casos tiveram a confirmação laboratorial, optamos por incluir no modelo de regressão as variáveis socioambientais que apresentaram autocorrelação espacial com o coeficiente de detecção das três arboviroses conjuntamente, no período estudado. Embora não tenha sido confirmada a presença de dependência espacial, optou-se pelo uso deste modelo estatístico devido à sua capacidade de incorporar a espacialização dos dados na estimação do coeficiente de detecção ajustado.

As relações entre o coeficiente de detecção das três arboviroses conjuntamente e as variáveis socioambientais foram analisadas pelo modelo condicional autoregressivo (modelo CAR Bayes), que incorpora a espacialização dos dados na estimação do coeficiente de detecção ajustado em um único parâmetro. Considerando que o processo seja estacionário, expresso de maneira direta a distribuição condicional dos $e_{\sim i}$ é dada por:¹⁷

$$e_{\sim i} | e_{\sim j} \sim N \left(\frac{c_{ij} e_j}{\sum_{j \sim i} c_{ij}}, \frac{c_{ij} \sigma_{e_i}^2}{\sum_{j \sim i} c_{ij}} \right)$$

Em que:

e_i = é o erro do modelo de regressão

$e_{j \sim i}$ = vizinhança da área i utilizada

c_{ij} = parâmetros de dependência

Os efeitos aleatórios foram representados por uma estrutura autoregressiva condicional (CAR), em que a autocorrelação espacial é induzida a partir da estrutura de vizinhança.¹⁷

Para obter as estimativas diretas do coeficiente de detecção foi considerado o log da população como *offset*. O ajuste do modelo CAR Bayes se deu através de um processo de 250.000 iterações, onde as primeiras iterações 20.000 foram descartadas (burn-in), sendo as observações finais obtidas a cada 200 iterações (thin). Para analisar a convergência das cadeias foi utilizado o método de Geweke,¹⁸ que se baseia em um teste de igualdade das médias da primeira e última parte da cadeia de Markov, após a eliminação das primeiras iterações (burn-in). Caso as amostras sejam retiradas da distribuição estacionária da cadeia, as duas médias tendem a ser iguais.

Foi adotado nível de significância de 5%. Os coeficientes obtidos através do modelo ajustado foram apresentados com seus respectivos intervalos de credibilidade e a estatística de Geweke.¹⁸

Para o diagnóstico do modelo foram gerados mapas dos resíduos no modelo final buscando indícios de ruptura dos pressupostos de independência, ou seja, uma alta concentração de resíduos positivos ou negativos em uma parte do mapa indicaria a presença de autocorrelação espacial.

Utilizou-se o programa computacional de acesso livre R versão 4.0.2 para análise estatística com modelo autorregressivo condicional bayesiano (CAR Bayes).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública/Fundação Oswaldo Cruz, em 26 de janeiro de 2021, sob o parecer nº 4.510.977, CAEE nº 403558620.6.0000.5240.

RESULTADOS

No período de 2015-2019, foram notificados 83.884 casos de arboviroses no Maranhão. Após as exclusões, foram analisados 53.194 casos, dos quais 29.686 de dengue, 17.004 de chikungunya e 6.504 de Zika.

O gráfico de espalhamento de Moran (Figura 2A), mostra que o índice de autocorrelação global de Moran não apresentou significância para o coeficiente de detecção das três arboviroses ($I = 0,00$; $p = 0,45$). Observa-se que no primeiro e segundo quadrantes os municípios de Governador Luiz Rocha, Fortuna, Anajatuba e Godofredo apresentaram associação espacial positiva.

A figura 2B apresenta a extensão do espalhamento de Moran, Box Map. Os municípios representados por cores mais claras (por exemplo, São Luís, Paço do Lumiar e Imperatriz) apresentaram autocorrelação espacial positiva. Por outro lado, os municípios representados por tonalidades mais escuras (por exemplo, São José de Ribamar, Rosário e Zé Doca) apresentaram dissimilaridade com seus vizinhos em relação ao coeficiente de detecção das três arboviroses no estado do Maranhão.

A figura 3 apresenta a análise da distribuição espacial do coeficiente de detecção das três arboviroses, conjuntamente, nos anos de 2015-2019. As análises evidenciam que houve predomínio de municípios com baixo risco em todos os anos. Entretanto, nos anos de 2016 e 2017, houve aumento no número de municípios com médio e alto risco e epidêmicos. Em 2016, esse número atingiu 64 municípios, e em 2017, 41 municípios. A região norte, principalmente a região metropolitana da Ilha do Maranhão (São Luís, Paço do Lumiar e Raposa), e região sul do estado foram as que apresentaram maior número de municípios classificados como 'alto risco' e 'epidêmico'.

A análise exploratória da correlação entre os coeficientes de detecção de dengue, chikungunya e Zika, separadamente, e os indicadores utilizados por meio do cálculo do índice de Moran mostrou correlações espaciais positivas e fracas entre os coeficientes de detecção de dengue, chikungunya e Zika e índice de desenvolvimento humano (IDHM) e outros destinos ao lixo coletado, bem como correlações espaciais negativas com o índice de vulnerabilidade social (IVS) global (Tabela 1). Ao se analisar conjuntamente as três arboviroses, houve correlação positiva e fraca com densidade demográfica ($I = 0,04$; $p < 0,001$), IDHM ($I = 0,06$; $p < 0,001$), lixo coletado pelo serviço de limpeza ($I = 0,01$; $p < 0,001$), em caçamba ($I = 0,10$; $p < 0,001$) e outros destinos ($I = 0,01$; $p < 0,001$); e, correlação inversa com IVS capital humano ($I = -0,05$; $p = 0,03$), IVS renda e trabalho ($I = -0,02$; $p = 0,04$) e sem coleta de lixo ($I = -0,05$; $p < 0,001$).

A tabela 2 mostra o modelo condicional autoregressivo (modelo CAR Bayes) e as variáveis que estiveram estatisticamente associadas com o coeficiente de detecção das três arboviroses no Maranhão (IDHM, IVS capital humano, IVS renda e trabalho, sem coleta de lixo e densidade demográfica). Espera-se que o aumento de 0,01 no IVS capital humano, no IVS renda e trabalho e na proporção de domicílios sem coleta de lixo, aumente, aproximadamente, no coeficiente de

detecção por 100 mil habitantes (hab.), 12, 22 e 0,05 casos, respectivamente. Já o aumento de 0,01 no IDHM e na densidade demográfica tem como resultado esperado a redução em aproximadamente, 12 e 0,01 casos de arboviroses por 100 mil hab., respectivamente.

A análise dos resíduos do CAR Bayes indicou que não haver um padrão espacial o que atesta a boa qualidade do modelo ajustado. O índice de Moran dos resíduos foi de $I = 0.00$; $p = 0.39$, evidenciando a não autocorrelação espacial.

DISCUSSÃO

O estudo apresentou aglomerados de casos de dengue, chikungunya e Zika por toda a extensão territorial do estado do Maranhão, com predomínio de municípios com baixo risco. Isso sugere que outros fatores, como hospedeiros suscetíveis aos vírus chikungunya e Zika e a elevada e prolongada viremia, que aumentam as possibilidades de transmissão, a falta de vacinas como método profilático e a não existência de antivirais efetivos para o tratamento² podem ter contribuído para este aumento de casos. A ocorrência das três arboviroses conjuntamente esteve associada com variáveis índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM), índice de vulnerabilidade social (IVS) capital humano, IVS renda e trabalho, sem coleta de lixo e densidade demográfica, sugerindo que as altas coeficientes de detecção de arboviroses estão associadas com as baixas condições socioeconômicas.¹⁹⁻²¹

Como limitação ressalta-se que o estudo incluiu somente casos que foram notificados. Adicionalmente, as três doenças apresentam elevada proporção de casos assintomáticos, o que pode não revelar a real força de circulação e a carga epidemiológica das três arboviroses no Maranhão. A semelhança clínica entre as três doenças pode levar a erros nas notificações, com o comprometimento da investigação de uma doença e intensificando as demais, pois apenas uma pequena proporção dos casos é confirmada pelo exame específico. Outra limitação é não estarem incluídos os casos descartados. Ademais, as informações obtidas por meio do censo demográfico, quando agregadas para descrever grandes regiões, ocultam a grande variabilidade intrínseca, podendo influenciar os resultados relacionados às variáveis.

Como pontos fortes do artigo destacam-se o número de casos analisados, a análise espacial como ferramenta para auxiliar na compreensão da distribuição das três arboviroses no Maranhão, possibilitando a identificação de áreas prioritárias e fatores socioambientais que podem interferir nos coeficientes de detecção.

O Maranhão é endêmico para dengue, tendo as primeiras epidemias registradas nos anos de 1995 e 1996,³ e durante todo o período estudado foram notificados casos da doença. Os

primeiros surtos de chikungunya e Zika no Brasil foram detectados em 2014³ e 2015,⁴ respectivamente, enquanto no Maranhão as primeiras notificações de chikungunya ocorreram em 2015. Nos anos de 2016 e 2017, foi observado aumento dos municípios com médio risco, alto risco e epidemia, o que pode ter sido reflexo do início da circulação dos vírus da chikungunya e Zika no estado. Posteriormente foi observada uma redução dos casos de Zika, simultânea ao aumento de casos de dengue, possivelmente relacionada à não suspeição diagnóstica da doença, a semelhança entre os sintomas agudos iniciais, a baixa ou nenhuma testagem laboratorial e classificação incorreta das doenças.²² Além disso, pode ter ocorrido aumento nas ações de controle vetorial e, conseqüentemente, ter contribuído com a redução do número de um arbovírus e impedido o estabelecimento de outro na mesma localidade. Outra possibilidade, são as respostas imunes de reação cruzada devido à homologia de sequência entre os dois flavivírus, vírus da dengue e Zika.²³

A densidade populacional mostrou-se inversamente proporcional ao número de casos. No entanto, as regiões mais epidêmicas ocorreram nos municípios com médio e grande porte populacional, que possuem as maiores ofertas de serviços de saúde do estado e melhor estruturação da vigilância epidemiológica, fatores que sabidamente contribuem para a notificação de doenças. Além disso, algumas infecções por vírus da Zika, dengue e chikungunya são assintomáticos ou com sintomas leves¹ e, em geral, os que buscam por atendimento de saúde, são aqueles indivíduos mais graves.²⁴

Os municípios com os piores índices de IVS apresentaram os maiores coeficientes de detecção das três arboviroses, enquanto aqueles com melhor IDHM apresentaram as menores. Em geral, municípios com maior desenvolvimento possuem melhores condições de infraestrutura sanitária e melhores serviços de saúde.²⁵ Em inquérito soropidemiológico de dengue realizado na Ilha de São Luís, a maior prevalência foi encontrada em classe de maior renda.¹³ Por outro lado, uma pesquisa realizada na Venezuela²⁰ entre agosto de 2010 e janeiro de 2011, com 2012 pacientes, encontrou as áreas com maior transmissão de dengue associadas a fatores relacionados a pobreza.

Tanto a transformação do espaço quanto a dinâmica social são fatores fundamentais na produção de espaços propícios para ocorrências das arboviroses, o que reforça a necessidade de se considerar as desigualdades sociais existentes na localidade estudada. Essa vulnerabilidade pode ser claramente observada no Maranhão: dos 217 municípios, 190 são classificados com muito alta vulnerabilidade social, ocupando o penúltimo lugar entre todos os estados do Brasil.¹⁴ Todos os municípios que foram classificados como epidêmicos tinham médio, alto e muito alto IVS.

Embora a relação entre arbovírus e pobreza ainda seja controversa,²⁵ sabe-se que os locais com vulnerabilidade social se encontram diretamente ligados à miséria estrutural, gerando desigualdade social,⁶ menor acesso aos serviços de infraestrutura, com ausência ou deficiência de condições sanitárias e de saúde, o que interfere no diagnóstico precoce e na redução da capacidade de respostas dos indivíduos frente a situações de risco.²⁶ Esta relação já foi apontada em outras pesquisas: bairros pobres²⁷ na Guiana Francesa e bairros localizados nas favelas ou próximo a elas no Rio de Janeiro²⁶ apresentaram maior risco para chikungunya e dengue, respectivamente. No Distrito Federal, o nível de pobreza do bairro e a proximidade residencial a uma unidade de saúde estiveram associados a uma maior detecção de casos.²⁶ Neste contexto, piores condições sanitárias e intervenções menos efetivas de controle do *Aedes aegypti* são registradas em localidades com maiores vulnerabilidades social e econômica.^{6,28}

A ausência ou a deficiência nos serviços de coleta de lixo contribuem para o aumento de casos de arboviroses.^{27,29} Sabe-se que o lixo influencia no volume populacional do *Aedes aegypti*, e, no caso do lixo doméstico, a existência de criadouros e a disponibilização de alimentos podem contribuir com os desfechos estudados.¹⁰ Resultados de estudos realizados na Bahia²⁶ e em Minas Gerais²⁹ apontam que outras variáveis, como resíduos descartados irregularmente na área peridomiciliar, também podem estar associados às arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes aegypti*.

Como o controle de vetores depende da participação da população, é importante o envolvimento da comunidade, por meio da valorização do saber popular e incorporação desses espaços no planejamento das ações de prevenção. Assim como, a implantação de métodos de análise espacial nas rotinas dos serviços municipais, que pode direcionar e fortalecer a vigilância epidemiológica nas ações de prevenção e controle das três arboviroses urbanas.

Tabela 1 - Análise espacial univariada e bivariada entre os coeficientes de detecção de dengue, chikungunya, Zika e das três arboviroses conjuntamente e variáveis socioambientais, Maranhão, 2015-2019

Variáveis	Análise bivariada									
	Análise Univariada		Coeficiente de detecção							
	I	P-valor	Dengue		Chikungunya		Zika		Arboviroses	
I			p -valor	I	p -valor	I	p -valor	I	P -valor	
Densidade demográfica	0,34	<0,001	0,08	<0,001	0,09	0,01	0,10	<0,001	0,04	<0,001
Índice de Gini	0,24	<0,001	0,004	0,413	-0,01	0,32	-0,04	<0,001	-0,02	0,24
Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) global	0,26	<0,001	0,06	<0,001	0,12	<0,001	0,10	<0,001	0,06	<0,001
Índice de vulnerabilidade social (IVS) global	0,37	<0,001	-0,06	<0,001	-0,10	<0,001	-0,05	<0,001	-0,03	0,13
IVS infraestrutura urbana	0,16	<0,001	-0,01	0,47	-0,02	0,26	-0,10	<0,001	-0,01	0,17
IVS capital humano	0,33	<0,001	-0,06	0,02	-0,09	<0,001	-0,08	<0,001	-0,05	0,03
IVS renda e trabalho	0,25	<0,001	-0,03	<0,001	-0,09	<0,001	-0,05	<0,001	-0,02	0,04
Aglomerados subnormais	0,24	<0,001	0,005	0,40	0,01	0,32	0,03	0,05	-0,03	0,25
Abastecimento de água										
Rede geral de distribuição	0,03	<0,001	0,02	0,07	0,03	<0,001	0,03	<0,001	0,01	0,11
Poço ou nascente na propriedade	0,04	<0,001	0,01	<0,001	-0,006	0,41	0,02	<0,001	0,01	0,15
Inadequada	0,21	<0,001	-0,03	<0,001	-0,06	<0,001	0,01	0,33	-0,02	0,23
Esgotamento sanitário										
Rede geral de esgoto ou pluvial	0,005	0,101	0,01	<0,001	0,009	0,16	0,02	<0,001	-0,001	0,10
Fossa séptica	0,08	<0,001	0,05	<0,001	0,006	0,06	0,05	<0,001	0,03	0,06
Outro escoadouro	0,05	<0,001	0,03	0,09	0,005	0,05	0,03	<0,001	0,02	0,07
Sem esgoto	0,31	<0,001	-0,02	0,17	-0,002	0,27	-0,06	<0,001	-0,04	0,07
Destino do lixo coletado										
Serviço de limpeza	0,02	<0,001	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	<0,001	0,01	<0,001

Em caçamba do serviço de limpeza	0,08	<0,001	0,000 3	0,36	0,01	0,16	0,009	0,35	0,10	<0,001
Outro destino	0,22	<0,001	0,04	<0,001	0,07	<0,001	0,04	<0,001	0,01	<0,001
Sem coleta de lixo	0,27	<0,001	-0,04	<0,001	-0,05	<0,001	-0,06	<0,001	-0,05	<0,001

Tabela 2 - Modelo autorregressivo condicional bayesiano (CAR Bayes) para associação do coeficiente de detecção de arboviroses conjuntamente e de fatores socioambientais, Maranhão, 2015-2019.

	Coef	IC	Geweke
Intercepto	-35.52	-44.17; -36.33	0.6
Índice de desenvolvimento humano municipal	-12.36	-27.08; -20.17	0.2
Índice de vulnerabilidade social (IVS)	22.04	35.89; 43.94	-1.0
IVS capital humano	18.31	18.39; 23.67	0.6
IVS renda e trabalho	0.05	0.01; 0.01	0.9
Sem coleta de lixo	0.05	0.01; 0.01	0.9
Densidade demográfica (habitantes/ km2)	-0.01	-0.02; -0.02	-1.7
τ^2	329.79	259.18; 400.51	-0.3
σ^2	32.53	15.02; 25.17	-1.0

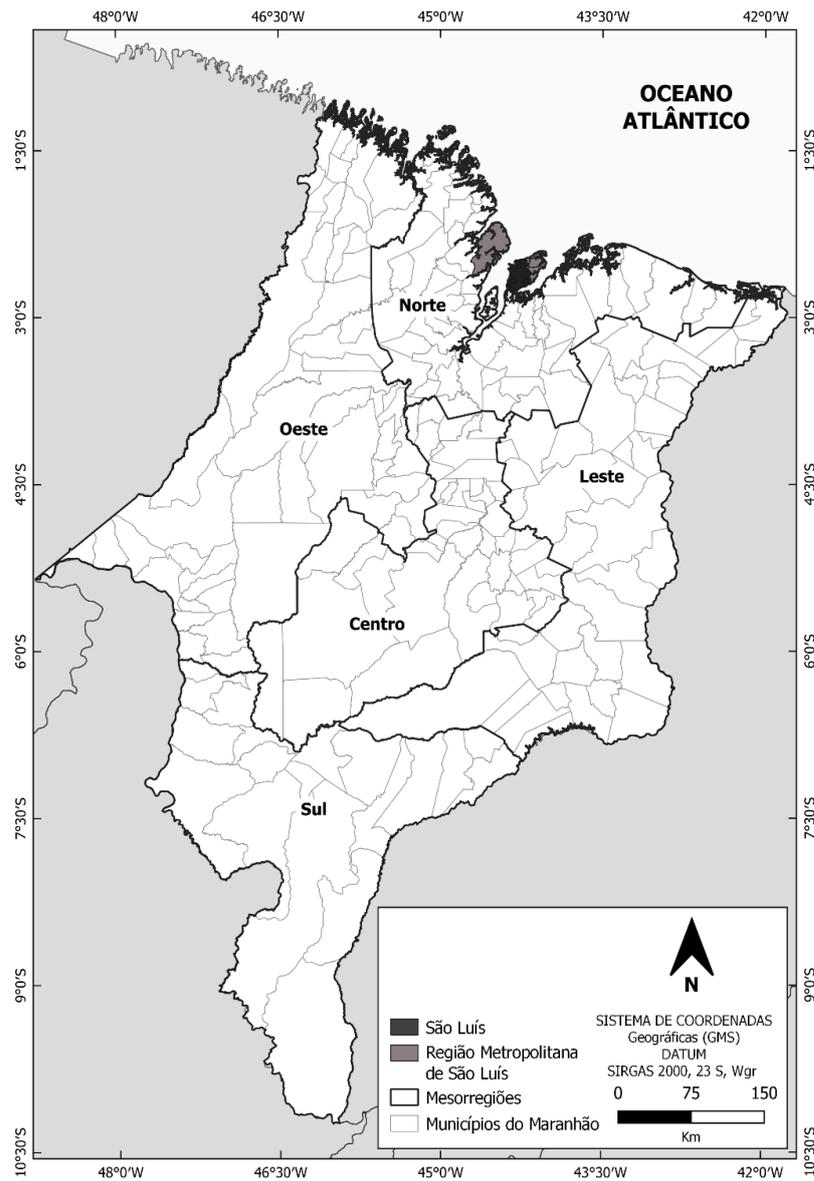


Figura 1 - Municípios e região metropolitana do estado do Maranhão, 2010.

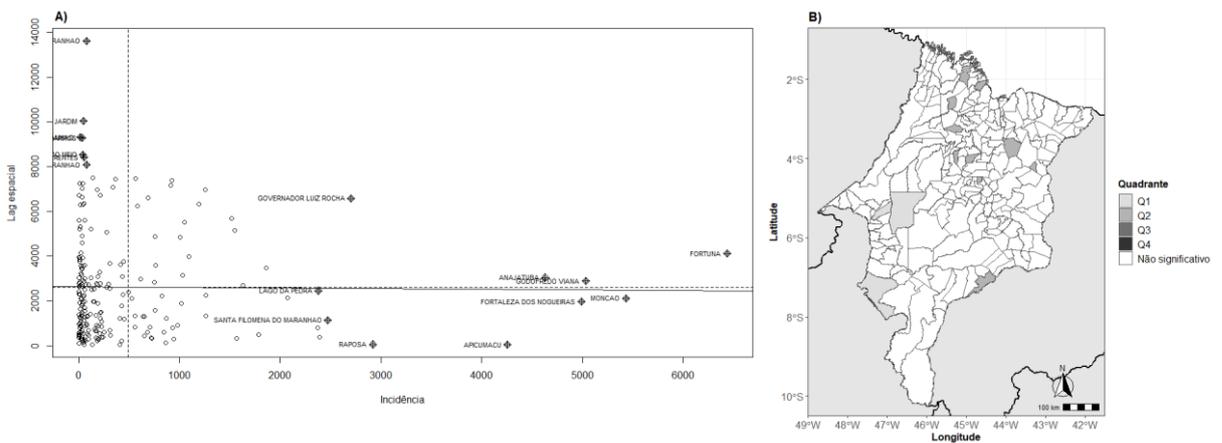


Figura 2 – Diagrama de espalhamento de Moran (2A) e Box Map (2B) da análise de autocorrelação espacial do coeficiente de detecção de arboviroses no estado do Maranhão, 2015-2019

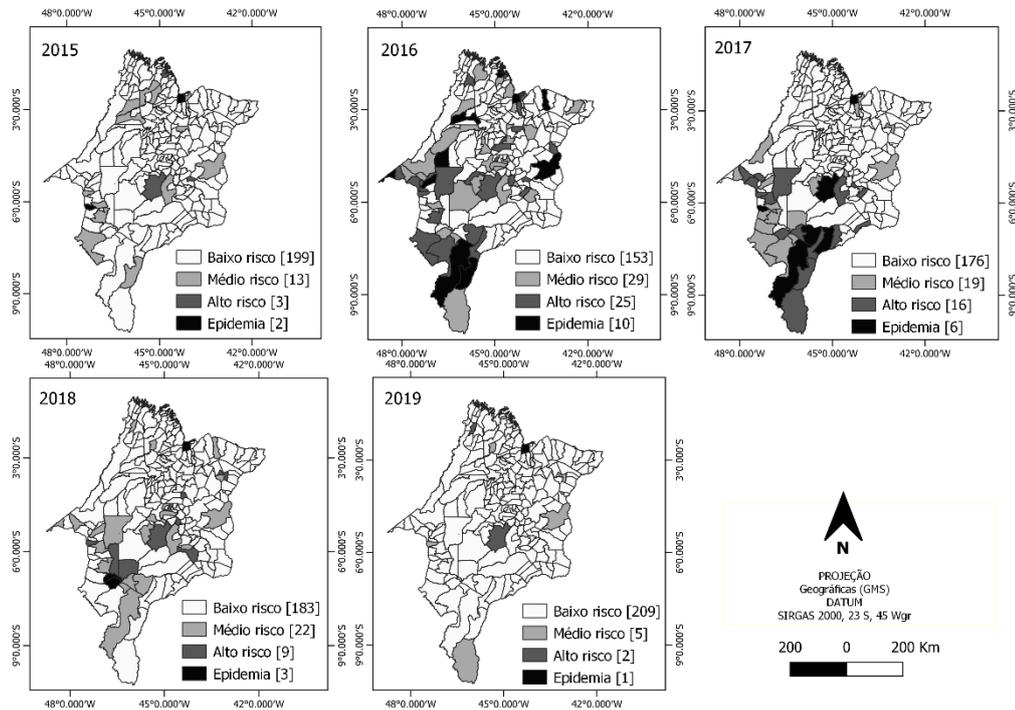


Figura 3 – Distribuição espacial do coeficiente de detecção de dengue, chikungunya e Zika, por municípios do estado do Maranhão, 2015-2019.

Referências

1. Paixão ES, Teixeira MG, Rodrigues LC. Zika, chikungunya and dengue: the causes and threats of new and re-emerging arboviral diseases. *BMJ Glob Health* [Internet]. 2017 [cited 2020 Apr 10];3:000530. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjgh-2017-000530>.
2. Lima-Camara TN. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. *Rev Saúde Pública* [Internet]. 2016 [citado 2020 abr 20];50:1-7. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2016050006791>.
3. Vasconcelos PFC. Emergência do vírus chikungunya: risco de introdução no Brasil. *Rev Pan-Amaz Saude* [Internet]. 2014 [cited 2020 Apr 11];5(3):9-10. Available from: <http://dx.doi.org/10.5123/S2176-62232014000300001>.
4. Lesser J, Kitron U. A geografia social do Zika no Brasil. *Estud Av* [Internet]. 2016 [citado 2020 abr 11];30(88):167-75. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.30880012>.
5. Gould EPJ, Pettersson J H-O. Emerging arboviruses: why today? *One Heal* [Internet]. 2017 [cited 2020 Apr 20];4:1-13. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2017.06.001>.

6. Freitas LP, Cruz OG, Lowe R, Carvalho MS. Space-time dynamics of a triple epidemic: dengue, chikungunya and Zika clusters in the city of Rio de Janeiro. *Proc Biol Sci* [Internet]. 2019 [cited 2020 Apr 20]; 286:1-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.1867>.
7. Rizzi CB, Rizzi RL, Pramiu PV, Hoffmann E, Codeço CT. Considerações sobre a dengue e variáveis de importância à infestação por *Aedes aegypti*. *Hygeia* [Internet]. 2017 [citado 2020 abr 10];13(24):24-40. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/35133/20574>.
8. Ioos S, Mallet H-P, Leparç Goffart I, Gauthier V, Cardoso T, Herida M. Current Zika virus epidemiology and recent epidemics. *Med Mal Infect* [Internet]. 2014 [cited 2020 Apr 10];44(7):302-7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medmal.2014.04.008>.
9. Ribeiro NG, Araújo HF, Lacerda LF, Silveira PHR, Castro RSB, Tauil CB. Relação entre as condições socioeconômicas e as taxas de incidência de dengue nas regiões administrativas do Distrito Federal. *Rev Med Saude Brasilia* [Internet]. 2016 [citado 2020 abr 12];5(1):17-22. Disponível em: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/rmsbr/article/view/6522/4322>.
10. Cunha LS, Medeiros WR, Lima Junior FAV, Pereira SA. Relação dos indicadores de desigualdade social na distribuição espacial dos casos de Zika vírus. *Ciênc Saúde Coletiva* [Internet]. 2020 [citado 2020 abr 10];25(5):1839-50. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232020255.34642019>.
11. Sobral MFF, Sobral AIGP. Casos de dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na cidade do Recife, Brasil. *Ciênc Saúde Coletiva* [Internet]. 2019 [citado 2020 abr 10];24(3):1075-82. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018243.10702017>.
12. Vicente R, Herbingler K-H, Cerutti Junior C, Romano CM, Cabidelle ASA, Fröschl G. Determination of clusters and factors associated with dengue dispersion during the first epidemic related to dengue virus serotype 4 in Vitória, Brazil. *PloS One* [Internet]. 2017 [cited 2020 Apr 15];12(4):e0175432. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175432>.
13. Vasconcelos PF, Lima JWO, Raposo ML, Rodrigues SG, Rosa JFS, Amorim SMC, Rosa EST, Moura CMP, Fonseca N, Rosa APAT. Inquérito soro-epidemiológico na Ilha de São Luís durante epidemia de dengue no Maranhão. *Rev Soc Bras Med Trop* [Internet]. 1999 [citado 1999 abr 10];32(2):171-79. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0037-86821999000200009>.

14. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e estados: Maranhão [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2017 [citado 2018 maio 20]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma.html>.
15. Costa MA, Marguti BO. Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros. Brasília: IPEA; 2015.
16. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2016
17. Besag J, York J, Mollié A. Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. *Ann Inst Stat Math* [Internet]. 1991 [cited 2020 Apr 10];43(1):1-20. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00116466>.
18. Geweke J. Priors for macroeconomic time series and their application. Discussion Paper [Internet]. 1992 [cited 2020 Apr 10];(64):1-52. <https://www.minneapolisfed.org/research/dp/dp64.pdf>.
19. FLAUZINO, R. F.; SOUZA-SANTOS, R.; OLIVEIRA, R. M. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 25, n. 5, p. 456–461, maio 2009.
20. Vicente R, Herbing K-H, Cerutti Junior C, Romano CM, Cabidelle ASA, Fröschl G. Determination of clusters and factors associated with dengue dispersion during the first epidemic related to dengue virus serotype 4 in Vitória, Brazil. *PloS One* [Internet]. 2017 [cited 2020 Apr 15];12(4):e0175432. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175432>.
21. Kikuti M, Cunha GM, Paploski IAD, Kasper AM, Silva MMO, Tavares AS, et al. Spatial distribution of dengue in a brazilian urban slum setting: role of socioeconomic gradient in disease risk. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 2015 [cited 2020 Apr 11];9(7): e0003937. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003937>.
22. Drumond B, Ângelo J, Xavier DR, Catão R, Gurgel H, Barcellos C. Dinâmica espaço-temporal da dengue no Distrito Federal, Brasil: ocorrência e permanência de epidemias. *Ciênc Saúde Coletiva* [Internet]. 2020 [citado 2020 abr 10];25(5):1641-52. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232020255.32952019>.
23. Culshaw A, Mongkolsapaya J, Sreaton GR. The immunopathology of dengue and Zika virus infections. *Curr Opin Immunol* [Internet]. 2017 [cited 2020 Apr 10];48:1-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.coi.2017.07.001>.

24. Ioos S, Mallet H-P, Leparac Goffart I, Gauthier V, Cardoso T, Herida M. Current Zika virus epidemiology and recent epidemics. *Med Mal Infect* [Internet]. 2014 [cited 2020 Apr 10];44(7):302-7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medmal.2014.04.008>.
25. Mulligan K, Dixon J, Sinn CL, Elliott SJ. Is dengue a disease of poverty? A systematic review. *Pathog Glob Health* [Internet]. 2015 [cited 2020 Apr 10];109(1):10-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1179/2047773214Y.00000000168>.
26. Carvalho S, Magalhães MAFM, Medronho RA. Análise da distribuição espacial de casos da dengue no município do Rio de Janeiro, 2011 e 2012. *Rev Saúde Pública* [Internet]. 2017 [citado 2020 abr 15];51:79. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2017051006239>.
27. Bonifay T, Douine M, Bonnefoy C, Hurpeau B, Nacher M, Djossou F, et al. Poverty and arbovirus outbreaks: when chikungunya virus hits more precarious populations than dengue virus in French Guiana. *Open Forum Infect Dis* [Internet]. 2017 [cited 2020 Apr 10];4(4):ofx247. Available from: <https://doi.org/10.1093/ofid/ofx247>.
28. Martins Netto E, Moreira-Soto A, Pedroso C, Höser C, Funk S, Kucharski AJ, et al. High Zika Virus seroprevalence in Salvador, Northeastern Brazil limits the potential for further outbreaks. *mBio* [Internet]. 2017 [cited 2020 Apr 15];8(6):e01390-17. Available from: <https://doi.org/10.1128/mBio.01390-17>.
29. Mol MPG, Queiroz JTM, Gomes J, Heller L. Adequate solid waste management as a protection factor against dengue cases. *Rev Panam Salud Publica* [Internet]. 2020 [cited 2020 Apr 11];44:e22. Available from: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.22>.

6.2 ARTIGO 2

**“Índice de desenvolvimento social para a vigilância e gestão de doenças transmissíveis
no município de São Luís, Maranhão”**

Autores:

Emile Danielly Amorim Pereira

Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Endereço completo: Av. da História, Quadra. 18, n. 21, Cohafuma. São Luís-MA.
CEP: 65074-795

Telefone: (98)981694040

E-mail: emiledanielly@gmail.com

Orcid.org/0000-0002-5821-5149

Cleber Nascimento do Carmo

Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

cleber.carmo@ensp.fiocruz.br

Orcid.org/0000-0003-4165-2198

Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco

Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva. São Luís, MA, Brasil.

mrfcbranco@gmail.com

Orcid.org/0000-0002-3537-0840

Título corrente: Índice de desenvolvimento social para a vigilância de doenças transmissíveis em São Luís, Maranhão

Resumo

Introdução: O objetivo foi adequar um Indicador de Desenvolvimento Social (IDS) para os setores censitários em São Luís-MA. **Métodos:** Foram utilizadas variáveis sócio urbanísticas do Censo Demográfico 2010 do IBGE. Foram empregadas análises de componentes principais e realizados testes de correlação de Pearson entre os pesos e variáveis sociodemográficas. **Resultados:** O IDS variou de 0,001 a 0,476. Todos os setores censitários foram classificados como baixo desenvolvimento social. Identificou-se correlação elevada entre o IDS e percentual de lixo coletado. **Conclusões:** Há certa homogeneidade do IDS entre os setores censitários no município, revelando condições sociais fragilizadas.

Palavras-chaves: Indicadores de Desenvolvimento. Vigilância em Saúde Pública. Vulnerabilidade Social. Perfis Sanitários.

A desigualdade social é um cenário determinante para a transmissão e gravidade de doenças. Isso devido às questões como renda, escolaridade, condições sanitárias e urbanização estarem relacionadas ao desenvolvimento e a forma como as doenças afetam os distintos grupos populacionais¹. No Brasil, os problemas de saneamento básico, as condições socioeconômicas desfavoráveis e à inadequação de infraestrutura básica das cidades fornecem condições epidemiológicas para incidência de doenças transmissíveis de importância para a saúde pública².

Esse cenário é especialmente preocupante em contextos urbanos de vulnerabilidade social. A precariedade das habitações e do saneamento ambiental em territórios vulneráveis estão intimamente relacionadas ao aparecimento de doenças transmissíveis³. Nesses territórios, a maior proporção de pessoas vivendo na pobreza, menor taxa de alfabetização, alta taxa de crescimento populacional, menor proporção da população em domicílios com banheiro e água encanada e ausência de coleta de lixo, são cruciais para aglomerações de casos de doenças, ao desenvolvimento de surtos e de epidemias²⁻⁴.

No Estado do Maranhão, 14,4% da população estava em situação de extrema pobreza no ano de 2020, configurando o Estado com a maior situação de pobreza do país⁵. Segundo o Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil (II VIGISAN), com dados coletados entre novembro de 2021 e abril de 2022, o Maranhão é o sexto Estado com o maior percentual de pessoas vivendo em situação de insegurança alimentar (ocorre quando uma pessoa não tem acesso regular e permanente a alimentos) em todo o país e o que apresenta maior proporção de insegurança moderada e grave nos domicílios com presença de menores de 10 anos⁶. Além da pobreza e insegurança alimentar, o Maranhão é um dos três estados brasileiros que apresentam os maiores números de municípios do conjunto daqueles que concentram 80% dos novos casos de hanseníase, de leishmaniose tegumentar e leishmaniose visceral⁷. O município de São Luís, capital do estado, segundo o censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)⁸, apresentava uma densidade demográfica de 1.215 habitantes/km², 65% dos domicílios possuíam esgotamento sanitário adequado, 32% do território apresentava urbanização nas vias públicas, o salário médio mensal dos trabalhadores formais era de 3,1 salários mínimos e o Índice de Vulnerabilidade Social de 0,626 (município com média vulnerabilidade).

Assim, é oportuno medir o grau de desenvolvimento social de territórios em uma menor unidade geográfica, como setores censitários, por meio da combinação de variáveis que melhor caracterizem as diversas facetas sociais relacionadas à transmissão, distribuição e vigilância de

doenças. Isso possibilita a identificação e a comparação das diferenças intraurbanas existentes, no máximo grau de detalhamento espacial⁹.

Com o objetivo de avaliar a situação de desenvolvimento social dos setores censitários do município de São Luís-MA, este estudo adaptou um indicador de desenvolvimento social (IDS), a partir de variáveis socioeconômicas disponibilizadas pelo IBGE, a fim de obter o IDS para cada um dos setores censitários.

O IDS foi inspirado no Índice de Desenvolvimento Humano, calculado pela Organização das Nações Unidas (ONU) com a finalidade de medir o grau de desenvolvimento social entre áreas geográficas de mesma natureza. Cavallieri e Lopes⁹ construíram o IDS para o estado do Rio de Janeiro, a partir de dez variáveis do Censo Demográfico 2000 do IBGE que cobrem os aspectos sócio urbanísticos, caracterizando as situações dos domicílios e do responsável pelo domicílio, como uma proxy da situação familiar, estando agrupadas em quatro grandes dimensões de análise: acesso ao saneamento básico, qualidade habitacional, escolaridade e renda.

Neste trabalho utilizamos as mesmas quatro dimensões de análise e variáveis do referido estudo, com exceção das dimensões escolaridade e renda que precisou fazer alguns ajustes nas variáveis pela indisponibilidade das mesmas no Censo Demográfico 2010 do IBGE.

- a) Na dimensão escolaridade foi utilizada somente a variável percentagem de analfabetismo em maiores de 15 anos;
- b) Na dimensão disponibilidade de renda houve a substituição da variável percentagem dos chefes de domicílio com rendimento até dois salários mínimos por percentagem dos chefes de domicílio com rendimento de 5 a 10 salários mínimos, visto que dentre as categorias esta era a menor faixa de rendimento disponível.

Os indicadores de renda em 2010 foram calculados em número de salários mínimos vigentes nesse ano (1 salário mínimo = R\$ 510,00).

Para elaboração do IDS, primeiramente, as variáveis foram normalizadas de modo que todos os índices utilizados assumam valores no intervalo [0,1], onde 0 = pior situação e 1 = melhor situação. Estas novas medidas podem ser definidas como indicadores padronizados obtidos da seguinte forma⁹:

$$IN_{ij} = \frac{I_{ij} - \min(I_j)}{\max(I_j) - \min(I_j)}$$

Sendo:

- IN_{ij} , o índice normalizado do setor censitário i e da variável j .
- $\min(I_j)$, o valor mínimo da variável j .

- $\max(I_j)$, o valor máximo da variável j .

Essa transformação permite que os indicadores sejam empregados como medidas relativas⁹.

Neste trabalho essas oito novas variáveis foram empregadas na análise de componentes principais. Essa análise permite sintetizar o espaço multivariado a um menor número de dimensões, tornando mais clara a interpretação do problema através de novos fatores¹⁰. Foi considerado apenas a primeira componente, pois, entende-se que estes são os mais importantes por serem capazes de resumir a maior variabilidade dos dados. Em seguida, os coeficientes desse componente foram padronizados, gerando os coeficientes padronizados.

Os escores no índice sintetizador são as coordenadas para cada unidade experimental no fator, ou seja, são os resultados obtidos para cada setor censitário na nova variável, composta linearmente pelas originais e capaz de sintetizar o conjunto das mesmas. Sendo assim, considerando a metodologia utilizada, foi produzido os valores de IDS para 1.118 setores censitários de São Luís, MA, que variaram de 0,001 a 0,476.

Adicionalmente, realizou-se testes de correlação de Pearson entre os pesos e as demais variáveis sociodemográficas. Todos os testes de hipóteses consideraram 5% de significância. As análises foram realizadas pelo software R® 4.0.2.

A análise de componentes principais revelou um percentual de variância explicada no primeiro componente de 65,75% com coeficientes positivos (cargas fatoriais) atribuídos ao percentual de domicílios com serviços de água e esgoto da rede pública adequados e analfabetos maiores de 15 anos (Tabela 1). Por outro lado, o percentual de domicílios com serviço público adequado de coleta de lixo, de rendimento médio dos chefes de domicílio, domicílios com chefes com renda de 5 a 10 salários, domicílios com chefes com renda de 10 a 15 salários e número médio de banheiros por pessoa, apresentaram cargas fatoriais negativas.

O coeficiente de variação do IDS foi de 39,69% o que sugere uma dispersão moderada em relação à média, sendo os mínimos e máximos, respectivamente, 0,001 a 0,476 (Tabela 2). Os cinco setores censitários que tiveram os maiores IDS estão localizados nos seguintes bairros: Turu (0,476), Maracanã (0,449), Turu (0,400), Cohama (0,300) e Mata de Itapera (0,398). Enquanto os cinco setores censitários com os menores índices estão localizados no Quebra-Pote (0,001), Vinhais (0,004), Cidade Olímpica (0,009), Santa Cruz (0,010) e Vila Maranhão (0,011).

Todos os setores censitários estiveram abaixo de 0,476, sendo classificados no conceito de pior ou baixo desenvolvimento social. Do total de setores avaliados (1.118), 196 (17, 53%) setores censitários ficaram com o IDS abaixo de 0,1; 595 (53, 22%), entre 0,1 e 0,2; 310 (27, 73%) entre 0,2 e 0,3 e apenas 17 (1,52%) acima de 0,3.

A Figura 1 apresentou a distribuição do IDS pelos setores censitários de São Luís. De modo geral, as regiões Sul, Leste e Oeste obtiveram os IDS mais baixos ($<0,200$), como exceção dos setores censitários localizados no bairro do Turu (0,476) (Figura 1). Na área ao Norte do município, tem a predominância de IDS acima de 0,200, inclusive onde estão localizados os oito setores censitários com os maiores IDS de São Luís.

A análise da correlação de Pearson (r) aplicada entre o IDS e as variáveis socioeconômicas indicam que todas as correlações observadas foram linearmente positivas. Essa correlação é mais elevada ($r = 0,7$) entre o IDS e percentual de lixo coletado, ou seja, setores censitários com maiores percentuais de lixo coletado estão associados ao maior IDS. Observou-se ainda, uma correlação positiva moderada para número de banheiros por pessoa ($r=0,65$), chefe da família – 5 a 10 salários ($r=0,65$), chefe da família – 10 a 15 salários (0,48) e rendimento chefe (0,46) e correlação fraca para as demais.

Interessante notar que há moderada homogeneidade entre os setores censitários, que apresentaram pouca ou nenhuma diferença com relação ao IDS. Os resultados apontaram condições sociais bastante precárias.

A evolução urbana do município de São Luís foi marcada pelo acesso desigual ao solo e aos serviços e equipamentos urbanos distribuídos desigualmente, culminando na vulnerabilidade socioespacial urbana da população ludovicense. Rodrigues¹¹, em um estudo que mensurou a sua desigualdade socioambiental em São Luís, constatou que a renda foi o indicador que revelou maior desigualdade intraurbana, seguida do saneamento, principalmente relacionada ao acesso ao serviço de coleta de esgotos, o qual é deficiente e com cobertura insuficiente. O autor¹¹ identificou duas áreas geográficas distintas, onde na porção norte da cidade, estão as famílias com maior nível educacional e de renda e na porção sul (maior área) concentram-se os indicadores regulares ou ruins.

A marcada vulnerabilidade do estado, e não diferente na capital, condena milhões de pessoas a uma existência aquém de pleno desenvolvimento humano e representa barreira de acesso à educação, segurança alimentar, saneamento básico, emprego e renda. Ao considerar as desigualdades entre os rendimentos de trabalho, em 2019, o Maranhão foi uma das Unidades Federativas que apresentou os menores rendimentos médios, inclusive para o mesmo ano, cerca de 65,4% da população do estado eram trabalhadores em ocupações informais e 1 a cada 5 residentes, para a linha internacional da pobreza, estavam em situação de indigência.⁸

A renda é uma das características populacionais que mais explica a desigualdade. A II VIGISAN mostrou que as famílias com renda inferior a meio salário mínimo por pessoa são as

mais propensas ao acesso inadequado aos alimentos e, portanto, mais vulneráveis à insegurança alimentar⁶.

É possível também observar as desigualdades relativas às ofertas de serviços de saneamento no município de São Luís, inclusive os setores censitários com os maiores percentuais de lixo coletado estiveram associados ao maior IDS. O saneamento se destaca pela essencialidade atribuída aos serviços, necessários para infraestrutura de uma cidade, garantia de salubridade ambiental e para a melhoria das condições de vida da população¹².

Ademais, a ineficiência e/ou ausência destes serviços estão fortemente vinculados a ocorrência de diversas doenças, dentre elas, as arboviroses urbanas (dengue, chikungunya e Zika). O acúmulo de lixo nos domicílios e nas ruas, decorrente da coleta irregular, favorece, por sua vez, o acúmulo das águas das chuvas, sendo fator de risco para ocorrência dessas doenças¹³. Evidências apontam que municípios com maior pobreza, maior desigualdade, maior densidade populacional, saneamento inadequado e maior taxa de urbanização apresentam maior ocorrência de doenças transmissíveis como a hanseníase, tuberculose, leishmaniose e arboviroses como dengue, febre chikungunya e infecções pelo vírus Zika^{7,14}.

Outra forma de avaliar a desigualdade social toma por base o nível de escolaridade da população e sua relação com a ocorrência de doenças. As práticas preventivas contra doenças predominaram na população com maior escolaridade, com isso, o maior nível de escolaridade está relacionado a um maior conhecimento que propicia a mudança de comportamento sobre as ações de promoção da saúde e prevenção de doenças¹⁵.

Apesar de todos os esforços realizados na construção e utilização de diferentes indicadores, não há um indicador suficientemente abrangente para mensurar um processo de desenvolvimento regional em toda a sua amplitude, visto que há uma grande porção de aspectos não quantificáveis ou de difícil mensuração que precisariam ser contemplados. Com isso, algumas limitações e lacunas dificultam a construção de um indicador que retrate de modo acurado a realidade local.

Nesse sentido, reconhece-se a importância dos indicadores de desenvolvimento social para o planejamento de políticas públicas sob a premissa de que esse conhecimento é fundamental na fomentação de estratégias de planejamento e gestão em vigilância em saúde. A vigilância, prevenção e fiscalização de territórios vulneráveis por parte dos profissionais de vigilância em saúde são uma medida importante para o combate às arboviroses, além de ações de educação em saúde para o envolvimento da população nas medidas de prevenção dessas doenças.

Agradecimentos

À Paulo Roberto Mendes Pereira pelas contribuições no georreferenciamento do banco de dados e Lucas Monteiro Bianchi pelas contribuições nas análises estatísticas.

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver nenhum tipo de conflito de interesse no desenvolvimento do estudo.

Suporte Financeiro

Bolsa de doutorado pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca/Fundação Oswaldo Cruz.

Referências

1. Farias MN, Leite JD Jr. Vulnerabilidade social e Covid-19: considerações com base na terapia ocupacional social. *Cad Bras Ter Ocup.* 2021;29:1-13. <https://doi.org/10.1590/2526-8910.ctoEN2099>.
2. Almeida LS, Araújo LAD, Cota ALS, Rodrigues DF. Distribuição dos casos de infecção por vírus Zika vírus (ZIKV) na Região Metropolitana de Maceió. *Confins. Revue Franco-Brésilienne de Géographie.* 2019;(41). <https://doi.org/10.4000/confins.21976>.
3. Sousa SC, Carneiro M, Eiras AE, Bezerra JMT, Barbosa DS. Factors associated with the occurrence of dengue epidemics in Brazil: a systematic review. *Rev Panam Salud Publica.* 2021;45:e84. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2021.84>.
4. Mol MPG, Queiroz JTM, Gomes J, Heller L. Gestão adequada de resíduos sólidos como fator de proteção na ocorrência da dengue. *Rev Panam Salud Publica.* 2020;44:e22. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.22>.
5. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de Indicadores Sociais: em 2020, sem programas sociais, 32,1% da população do país estariam em situação de pobreza 2020 [Internet]. 2022 [cited 2022 Out 10]. Available from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/32418-sintese-de-indicadores-sociais-em-2020-sem-programas-sociais-32-1-da-populacao-do-pais-estariam-em-situacao-de-pobreza>.
6. Rede Brasileira de Pesquisa em Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional. II Vigisan: inquérito nacional sobre insegurança alimentar no contexto da pandemia da Covid-19 no Brasil: Suplemento I: insegurança alimentar nos estados [Internet]. São Paulo: Rede Penssan; 2022 [cited 2022 Out 27]. Available from: <https://olheparaafome.com.br/wp-content/uploads/2022/09/OLHEEstados-Diagrama%CC%A7a%CC%83o-V4-R01-1-14-09-2022.pdf>.
7. Garcia LP, Silva GDM. Doenças transmissíveis e situação socioeconômica no Brasil: análise espacial. *Texto para Discussão* [Internet]. 2016 [cited 2022 Out 10];(2263):1-56. Available from: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7364/1/td_2263.pdf.
8. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Conheça cidades e estados do Brasil [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2010 [cited 2022 Ago 29]. Available from: <https://cidades.ibge.gov.br/>.
9. Cavallieri F Lopes GP. Índice de Desenvolvimento Social (IDS): comparando as realidades microurbanas da cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IPP; 2008.

10. Green PE. Analyzing multivariate data. Hinsdale: The Dryden Press; 1978.
11. Rodrigues ZMR. Sistema de indicadores e desigualdade socioambiental intraurbana de São Luís-MA; Brasil. *Rev Geogr Am Cent.* 2011 [cited 2022 Oct 27];2:1-15. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744820391.pdf>.
12. Soares R, Smiderle JJ, Dias SAB, Souza RM, Zidde C. Medindo o saneamento: potencialidades e limitações dos bancos de dados brasileiros [Internet]. Rio de Janeiro: FGV; 2018 [cited 2022 Oct 10]. Available from: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/23000/fgv-ceri-medindo-o-saneamento-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
13. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Perfil dos municípios brasileiros: saneamento básico: aspectos gerais da gestão da política de saneamento básico: 2017. Rio de Janeiro: IBGE; 2018.
14. Costa SDSB, Branco MDRFC, Aquino J Jr, Rodrigues ZMR, Queiroz RCDS, Araujo AS, et al. Spatial analysis of probable cases of dengue fever, chikungunya fever and zika virus infections in Maranhao State, Brazil. *Rev Inst Med Trop S.* 2018;60:1-11. <https://doi.org/10.1590/S1678-9946201860062>.
15. Navarro JP, Espinosa MM, Terças-Trettel ACP, Silva JH, Schuler-Faccini L, Atanaka M. Práticas preventivas contra arboviroses em um município do Cerrado Mato-Grossense. In: Leite DS, Silva PF, organizadores. *Saúde coletiva: avanços e desafios para a integralidade do cuidado.* Guarujá: Editora Científica; 2021. p. 279-291.

Figura 1. Mapa da distribuição espacial do Índice de Desenvolvimento Social por setor censitário em São Luís. São Luís - MA, 2022

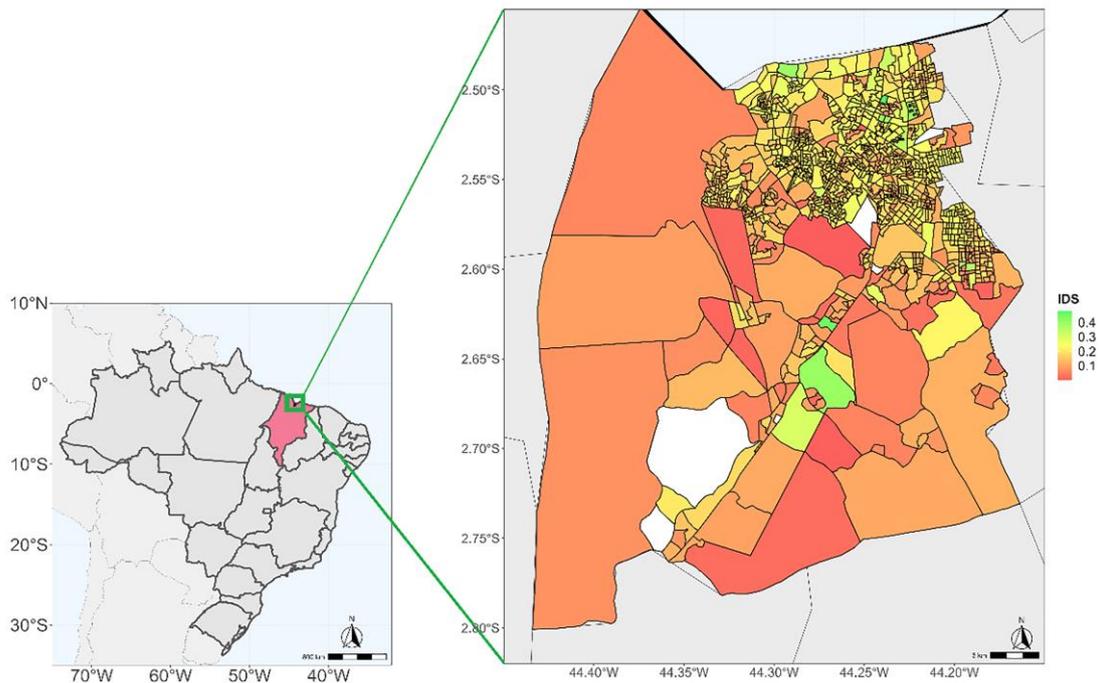


Tabela 1. Cargas fatoriais no primeiro componente principal. São Luís-MA, 2022

% de domicílios com:	Coefficientes	Coefficientes padronizados
Abastecimento de água da rede geral	0,0313	0,1193
Esgotamento sanitário rede geral	0,1156	0,1245
Lixo coletado	-0,0395	0,1150
Banheiro de uso exclusivo dos moradores	-0,9655	0,0587
Analfabetos (15 anos ou mais)	0,1271	0,1252
Rendimento médio em salário mínimo (chefe da família)	-0,1193	0,1102
Chefe da família (5 a 10 salários)	-0,1154	0,1104
Chefe da família (10 a 15 salários)	-0,0484	0,1145

Tabela 2. Índice de desenvolvimento social (IDS) dos dez primeiros e dez últimos setores censitários. São Luís-MA, 2022

Setor Censitário	Bairro	Posição*	IDS
0.476254003197316	Turu	1	0,476
0.449520858648817	Maracanã	2	0,449
0.400015837881391	Turu	3	0,400
0.399219163720123	Cohama	4	0,399
0.398626925323799	Mata de Itapera	5	0,398
0.392234257341572	Ponta do Farol	6	0,392
0.384124647700227	Cohama	7	0,384

0.362398852279309	Vila Janaína	8	0,363
0.349503927319538	Angelim	9	0,349
0.327747293937969	Olho D' água	10	0,327
0.0186881825722074	Maracanã	1117	0,018
0.015582388830329	Mata de Itapera	1118	0,015
0.0129386976382592	Cajueiro	1119	0,012
0.0127847847047422	Vila Vitória	1220	0,012
0.0124130849050213	Vila Maranhão	1221	0,011
0.0118261111568788	Vila Maranhão	1222	0,011
0.0111810560509582	Santa Cruz	1223	0,010
0.0107040240341671	Cidade Olímpica	1224	0,009
0.00917151189850749	Vinhais IV	1225	0,004
0.00445336894204469	Quebra-Pote	1226	0,001

*Os dez maiores e os dez menores IDS.

6.3 Análises preliminares

Aqui estão apresentados e discutidos os resultados preliminares que antecederam as análises espaciais apresentadas no Artigo 3.

Observou-se, pelo Índice de Moran Local, que os Box Map para dengue, chikungunya e Zika no período de 2015 a 2019, mostram maior predomínio de áreas de *clusters* que apresentaram valores do atributo e a média de seus vizinhos negativos (Q2). No entanto, no ano de 2016 observou-se que para as três doenças houve um aumento de *clusters* que apresentaram valores do atributo e a média de seus vizinhos positivos (Q1). Foram observadas poucas áreas consideradas de transição e que podem ser analisadas como extremos, localizadas nos quadrantes Q3 e Q4. Esta situação indica que as áreas pertencentes a esses quadrantes não seguem o mesmo processo de dependência espacial das demais (Figuras 4 a 6).

Figura 4 – Índice Local de Moran para o coeficiente de detecção de dengue em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019)

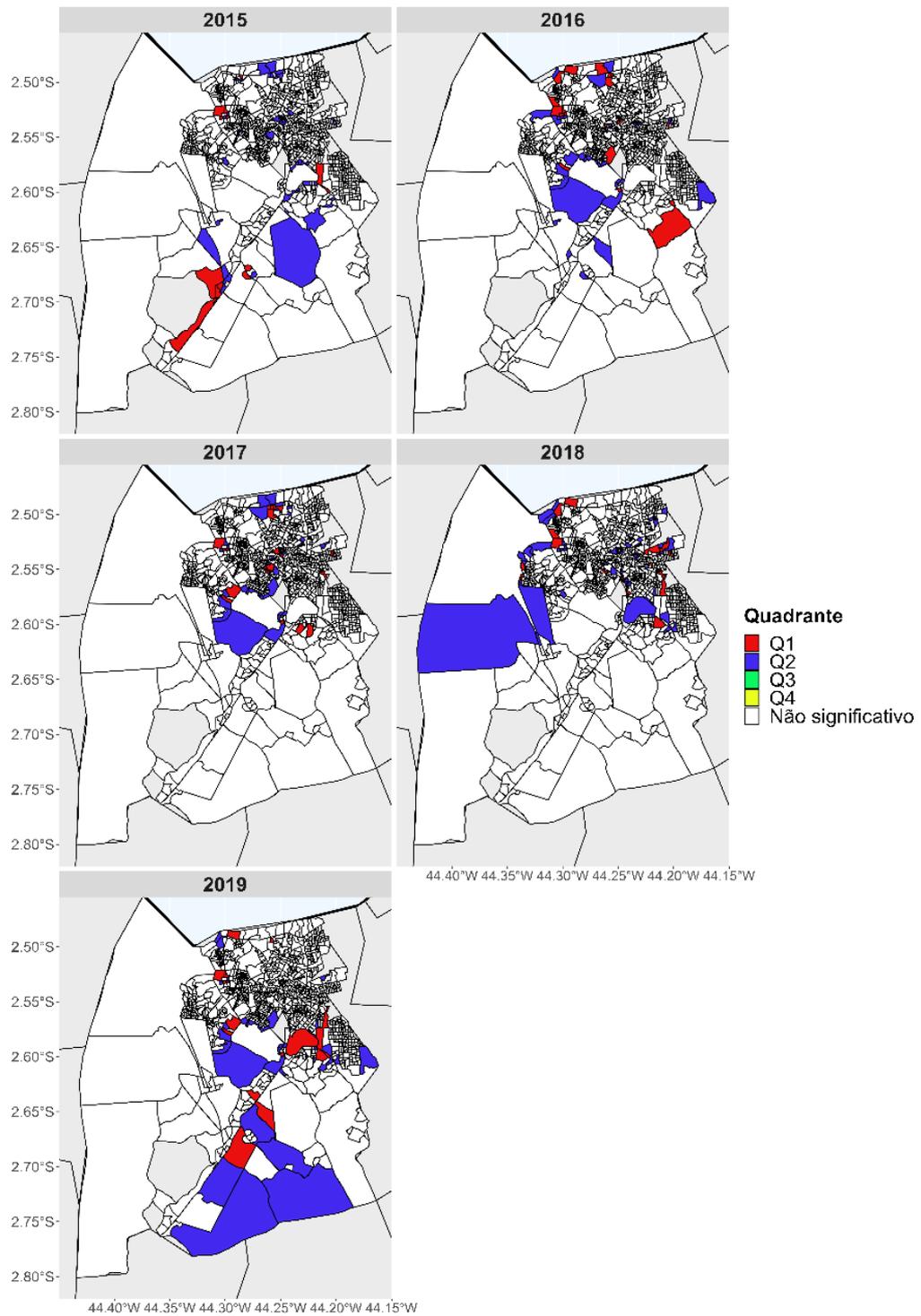


Figura 5 – Índice Local de Moran para o coeficiente de detecção de chikungunya em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019)

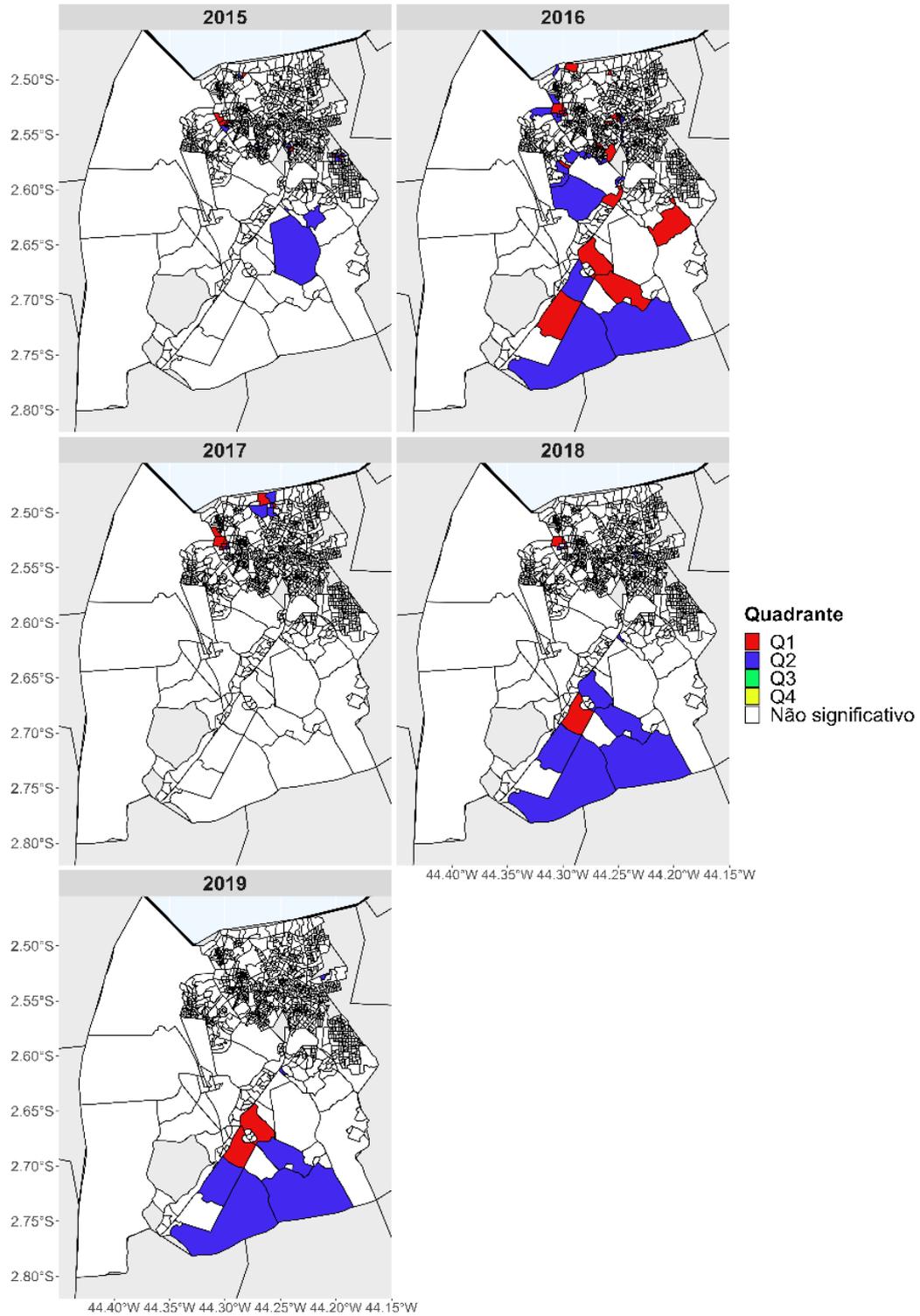
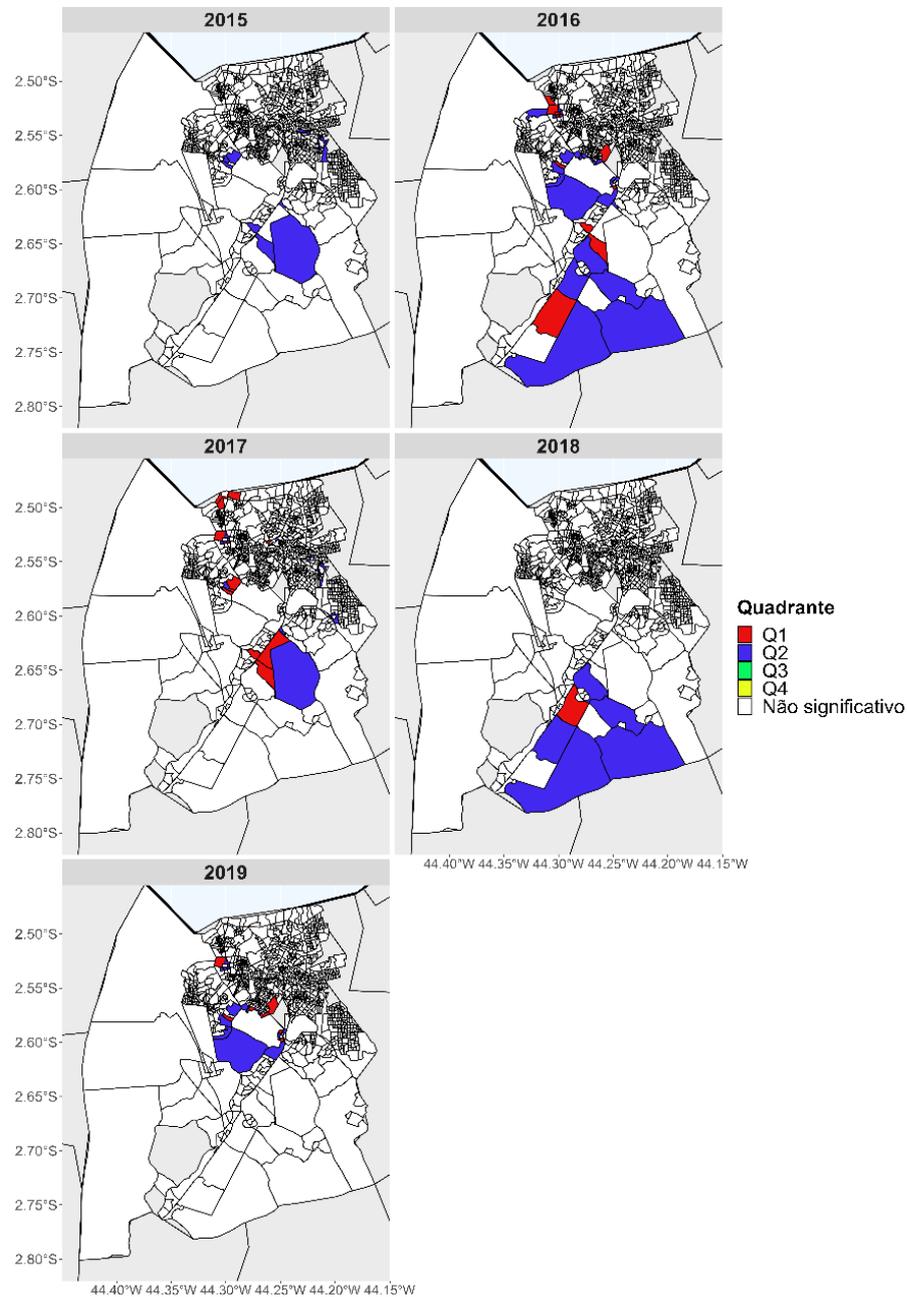


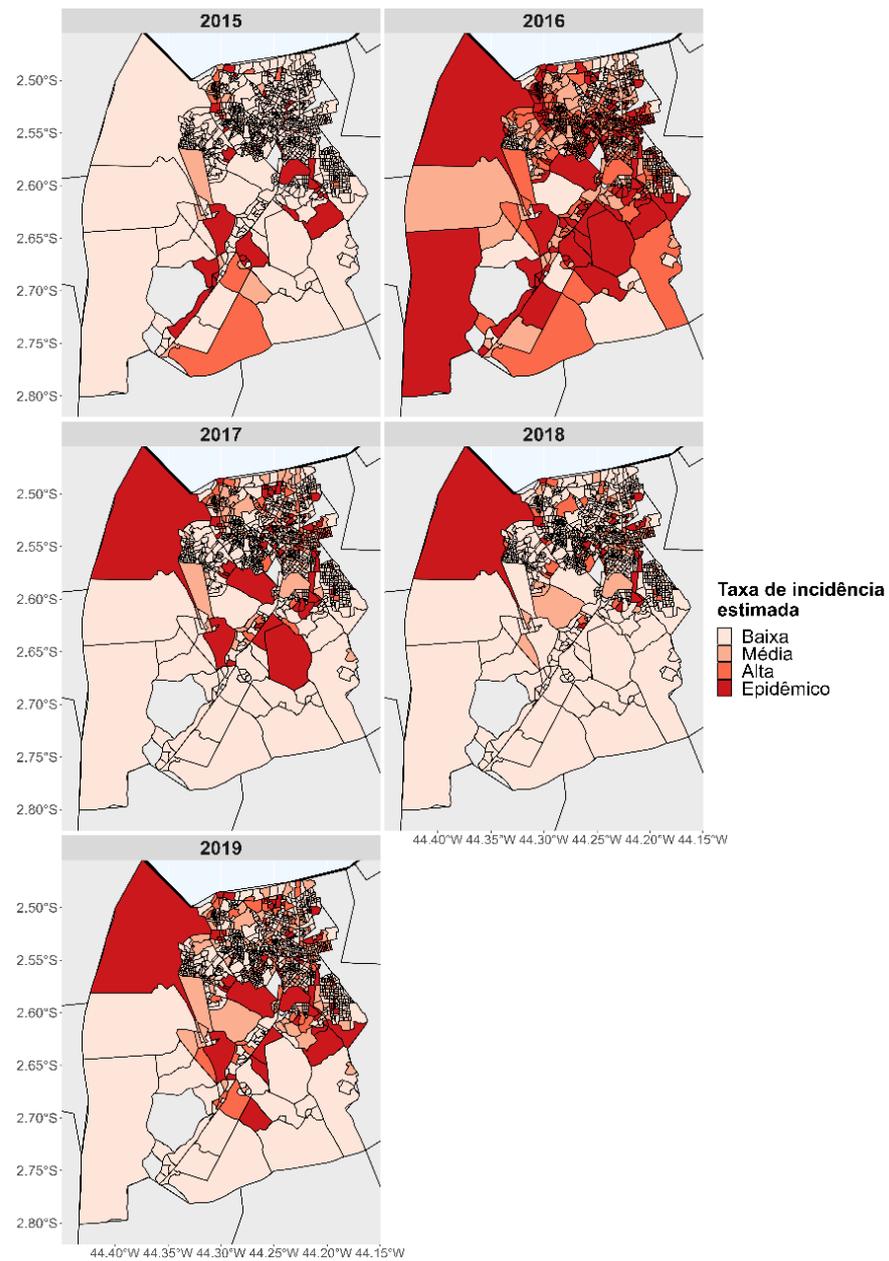
Figura 6 – Índice Local de Moran para o coeficiente de detecção de Zika em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019)



Na análise dos mapas da Figura 7 observou-se que no ano de 2015 havia predomínio de setores censitários com baixo coeficiente de detecção de dengue (850). No ano de 2016 houve aumento dos setores censitários com coeficiente de detecção de dengue, médio (267), alto (332) e epidêmico (245). Nos anos de 2017, 2018 e 2019 houve novamente o predomínio de setores censitários com baixo coeficiente de detecção de dengue (730, 828 e 684), porém observou-se

que os setores censitários da região norte, centro e leste foram os que permaneceram com os *clusters* com os maiores coeficientes de detecção.

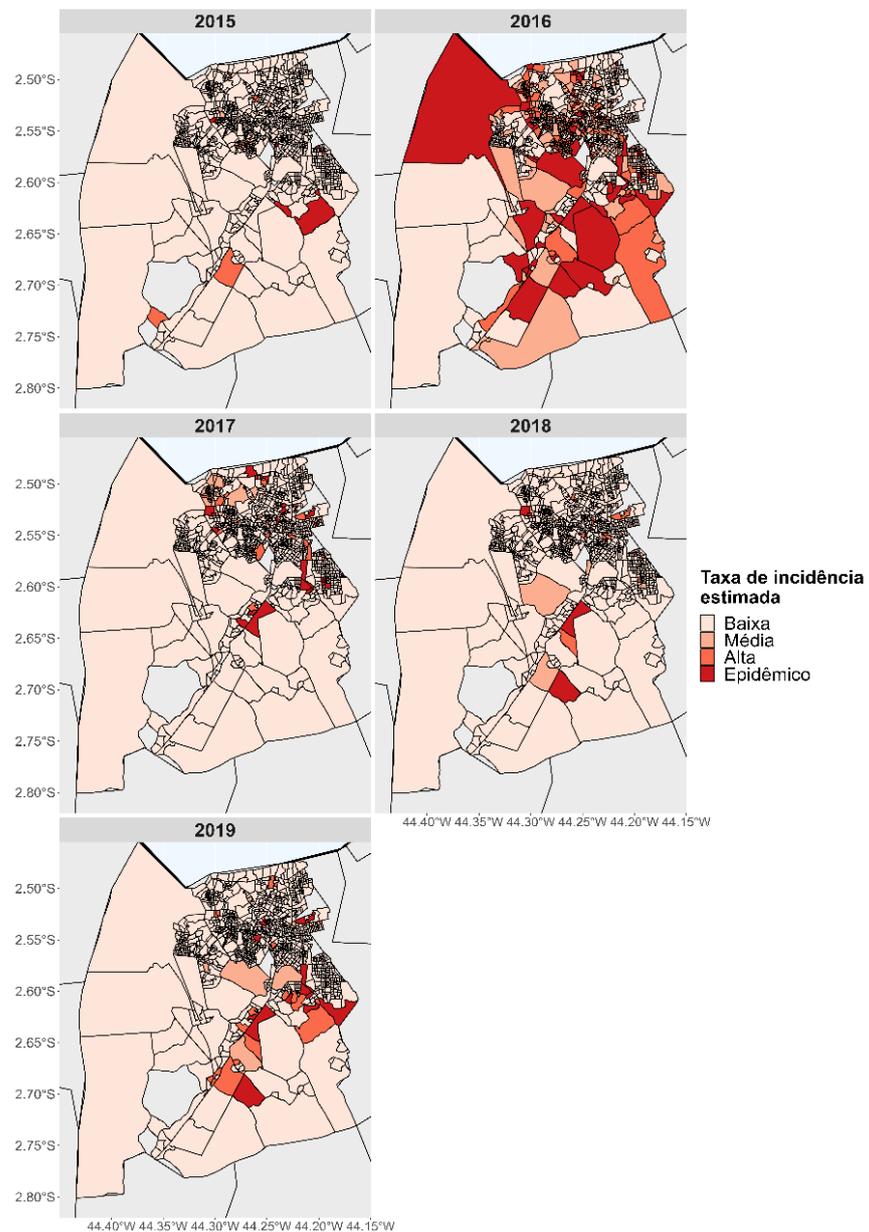
Figura 7 – Mapa do coeficiente de detecção de dengue, em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019)



Na análise dos mapas da Figura 8 observou-se que em todos os anos estudados houve predomínio de setores censitários com baixo coeficiente de detecção de chikungunya. Em 2016

foi observado aumento áreas com setores censitários médio, alto e epidêmico, totalizando 905, espalhadas por todo o município.

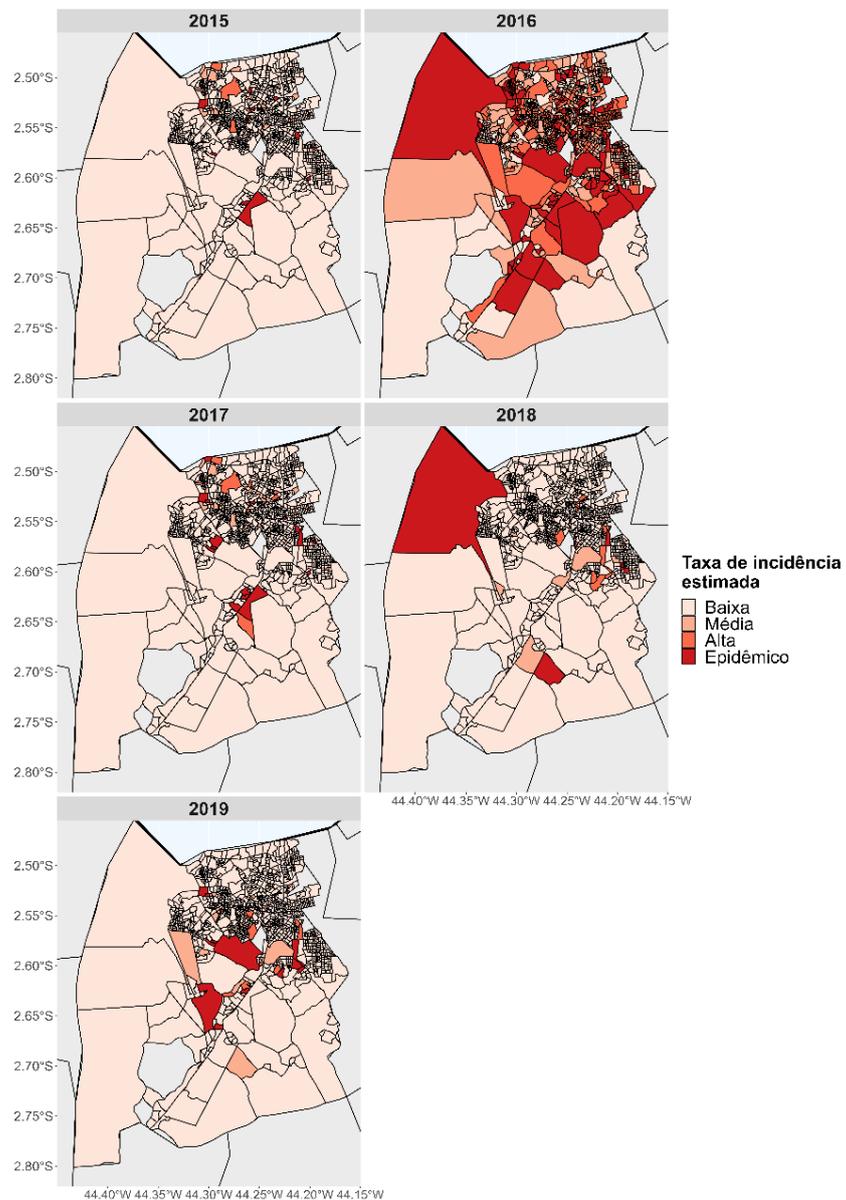
Figura 8 – Mapa do coeficiente de detecção de chikungunya em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019)



Na análise dos mapas da Figura 9, em todos os anos estudados, houve predomínio de setores censitários com baixo coeficiente de detecção de Zika. Dentre os anos analisados, 2016

foi o que apresentou maior quantidade de áreas com médio, alto e epidêmico, totalizando 1109 setores censitários, localizadas nas regiões norte, centro e leste.

Figura 9 – Mapa do coeficiente de detecção de Zika, em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019)



6.4 ARTIGO 3

Distribuição espacial da dengue, chikungunya e Zika e sua associação com o indicador de desenvolvimento social e de descarte irregular de lixo em São Luís, Maranhão, 2015 a 2019

Resumo

Introdução: Espaços urbanos com coleta de lixo inadequada e baixo desenvolvimento social podem aumentar a ocorrência de arboviroses. **Objetivo:** detectar aglomerados espaciais e espaço-temporais de arboviroses urbanas e identificar se o índice desenvolvimento social (IDS) e o descarte irregular de lixo estão relacionados ao coeficiente de detecção das arboviroses urbanas em São Luís, Maranhão. **Método:** Os casos confirmados de dengue, Zika e chikungunya em São Luís, no período de 2015 a 2019, foram georreferenciados para o setor censitário de residência. O modelo de regressão Autorregressivo Condiciona Bayesiano foi utilizado para identificar a associação entre o coeficiente de detecção de arboviroses urbanas, IDS e pontos de descarte irregular de lixo. **Resultados:** O padrão espacial de arboviroses apontou para a predominância de *cluster* de baixo coeficiente de detecção, exceto em 2016. Para os anos de 2015, 2016, 2017 e 2019, o aumento de uma unidade de ponto de lixo aumenta o coeficiente de detecção de arboviroses em 1,25, 1,09, 1,23 e 1,13 casos de arboviroses por 100 mil habitantes, respectivamente. O IDS não foi associado ao coeficiente de detecção de arboviroses. **Conclusão:** Os pontos de descarte irregular de lixo tiveram associação positiva com o coeficiente de detecção de arboviroses em São Luís.

Palavas-chave: dengue; virus chikungunya; zika virus; resíduos sólidos; estudos ecológicos

Abstract

Introduction: Urban spaces with inadequate garbage collection and low social development can increase the occurrence of arboviruses. **Objective:** to detect spatial and spatio-temporal clusters of urban arboviruses and to identify whether the social development index (SDI) and irregular waste disposal are related to the detection coefficient of urban arboviruses in São Luís, Maranhão. **Method:** The confirmed cases of dengue, zika and chikungunya in São Luís, from 2015 to 2019, were georeferenced to the census sector of residence. The Bayesian Conditional Autoregressive regression model was used to identify the association between IDS and irregular garbage disposal points and the detection coefficient of urban arboviruses. **Results:** The spatial pattern of arboviruses pointed to the predominance of a low-incidence cluster, except in 2016.

For the years 2015, 2016, 2017 and 2019, an increase of one unit of garbage point increases the detection coefficient of arboviruses in 1.25, 1.09, 1.23 and 1.13 cases of arboviruses per 100 thousand inhabitants, respectively. The IDS was not associated with the arbovirus detection coefficient. **Conclusion:** Irregular garbage disposal points had a positive association with the arboviruses detection coefficient in São Luís.

Keywords: dengue; virus chikungunya; zika virus; solid waste; ecological studies

INTRODUÇÃO

As arboviroses são um crescente problema de saúde pública no mundo¹. No Brasil, a ocorrência simultânea das três arboviroses urbanas (dengue, chikungunya e Zika) é um importante desafio para o Sistema Único de Saúde (SUS), tanto pela magnitude e gravidade dos casos, quanto pela dificuldade de diagnóstico diferencial, além da ampla distribuição geográfica, que alcança a maioria dos municípios, nas cinco macrorregiões do país².

Por ser um dos países mais desiguais do mundo³, com acesso e distribuição de recursos e serviços de forma diferente entre os grupos populacionais⁴, cada configuração espacial do Brasil abriga um tipo de população que de acordo com sua localização no território, apresenta-se em maior ou menor magnitude exposta a riscos⁵. Tais desigualdades têm como uma das causas o processo de urbanização ocorrido no país: explosivo, localizado e seletivo⁴. A ocupação desordenada produz um ambiente urbano segregado, reduz a capacidade de respostas dos indivíduos frente a situações de risco⁶ e produz efeitos graves sobre a qualidade de vida da população⁷.

Diversos estudos^{6,8,9} apontam que a ausência ou insuficiente prestação de serviços de saneamento contribuem na produção de espaços propícios para a manutenção do *A. aegypti*, principal vetor de transmissão das arboviroses urbanas. Espaços urbanos com inadequado e insuficiente saneamento podem concentrar indivíduos mais suscetíveis à infecção à vírus transmitidos por vetores como o *A. aegypti*⁴, devido a maior exposição ao mosquito e ao menor acesso às medidas de prevenção ambientais e pessoais¹⁰.

Uma das principais medidas sanitárias que ajuda a prevenir a proliferação de doenças em zonas urbanas e rurais é a coleta de lixo urbana^{4,11-14}. O lixo doméstico e urbano pode proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento larval do *A. aegypti*¹⁵. Estudos realizados na Austrália¹⁶ e no Brasil⁸ apontam a existência de um grande volume de criadouros positivos provenientes do lixo doméstico.

No Brasil, é de competência do poder público local o gerenciamento dos resíduos sólidos produzidos nas cidades. Contudo, em 2008, 50,8% dos municípios brasileiros

destinavam seus resíduos a vazadouros a céu aberto (lixões), conforme a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística¹⁷. A região Nordeste, registrou as maiores proporções de destinação desses resíduos aos lixões (89,3%), sendo que o destaque coube ao estado do Maranhão, ocupando o terceiro lugar (96,3%)¹⁷.

Em São Luís, capital do estado do Maranhão, o intenso e desordenado processo de expansão urbana, alimentada pela especulação imobiliária e sobretudo, por ocupações irregulares, tem intensificado essa problemática¹⁸. A coleta de lixo urbana é precária e com presença de lixões em toda a cidade¹⁹. O aumento dos resíduos sólidos e a destinação inadequada tem contribuído com o aumento dos pontos de descarte irregular. Cerca de 600 destes pontos foram georreferenciados até 2016, pela Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP) do município.

Arelada à existência de pontos inadequados de lixo, o baixo desenvolvimento socioeconômico dos territórios pode aumentar a ocorrência das arboviroses^{20,21} e diminuir a capacidade de resposta da população frente às situações de risco⁶. Os grupos populacionais que possuem as piores condições socioeconômicas e que são residentes em áreas de ocupações mais vulneráveis são os que possuem acesso mais restrito à infraestrutura urbana⁴.

O município de São Luís, apesar de ter um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) classificado como alto (0,768 em 2010), com salário médio mensal dos trabalhadores formais de 3,1 salários mínimos em 2020 (105º na posição nacional) e uma taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade de 96,8% em 2010 (3870º na posição nacional)²², a demanda populacional crescente na área urbana passou a ocupar áreas desprovidas de qualquer estrutura urbana, resultando em áreas com perda da qualidade de vida e desigualdade social²³.

A busca pela universalização do acesso ao serviço de saneamento básico na cidade de São Luís continua sendo um desafio, que deverá ser superado principalmente com a melhoria da gestão dos resíduos sólidos. Dessa forma, identificar um padrão da distribuição do coeficiente de detecção das arboviroses dentro do município e uma possível associação com o desenvolvimento social e com a existência de pontos de descarte irregular de lixo, observando numa menor unidade de análise, como os setores censitários, torna-se necessário para a proposição de medidas que evitem doenças relacionadas à urbanização⁹.

Este estudo tem como objetivo detectar aglomerados espaciais e espaço-temporais de arboviroses urbanas (dengue, chikungunya e Zika), além de identificar se o desenvolvimento social e a gestão do lixo estão relacionados com o coeficiente de detecção dessas doenças nos setores censitários de São Luís, Maranhão, no período de 2015 a 2019.

MÉTODO

Foi realizado um estudo ecológico realizado em São Luís, capital do estado do Maranhão, que se situa na região nordeste do Brasil. Possui, aproximadamente, 583.063 km² e, em 2021, população urbana estimada de 1.115.932 habitantes, com densidade demográfica 1.215,69 hab./km²². O município distribui-se geograficamente em sete distritos sanitários: Centro, Itaqui-Bacanga, Coroadinho, Cohab, Bequimão, Tirirical e Vila Esperança²⁴ e 1.126 setores censitários²². Optou-se pela utilização dos setores censitários como unidade de análise (Figura 1).

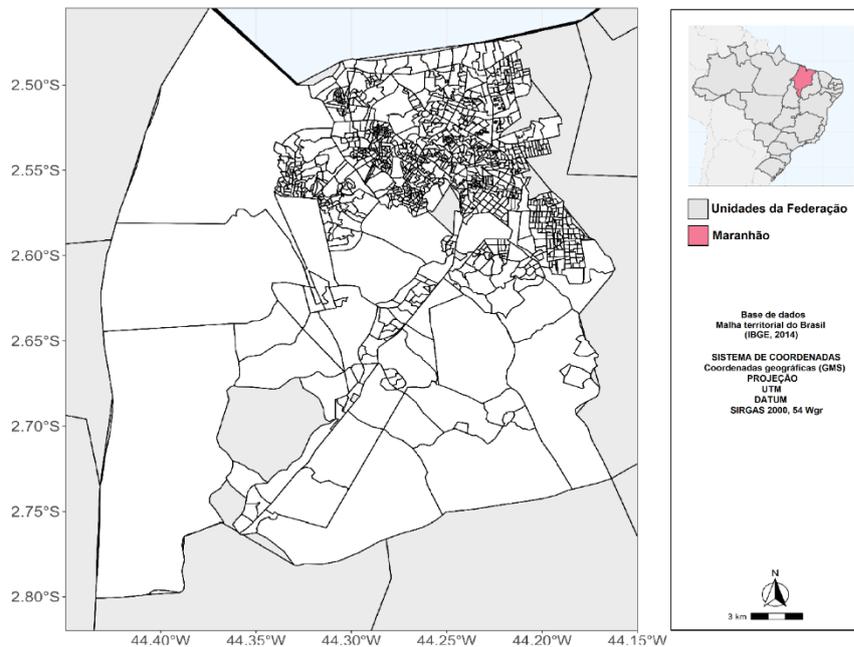


Figura 1. Mapa de localização do município de São Luís, 2010

A população do presente estudo foi composta por todos os casos notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) de arboviroses urbanas (dengue, chikungunya e Zika), confirmados pelo critério clínico epidemiológico ou laboratorial, de residentes em São Luís de 1º de janeiro de 2015 a 31 de dezembro de 2019. As definições de caso seguem os protocolos do Ministério da Saúde²⁵.

Para identificação dos casos de arboviroses urbanas, foram consideradas as variáveis “município de residência”, “data da notificação” e “classificação final (descartado, dengue, chikungunya e Zika)”, registrados no SINAN, referente ao período de 2015-2019. Foram

excluídos os casos descartados, em investigação, importados de outros municípios e que estavam sem informação nas variáveis “município de residência” e “classificação final”.

Os dados do SINAN foram georreferenciados para o setor censitário de residência, utilizando os campos “logradouro” e “número” que foram confrontados nas plataformas: *Google Maps*, *Bing Maps* e *Wikimapia* com objetivo de identificar as coordenadas geográficas (x, y) de latitude e longitude, através do endereço mais próximo. As coordenadas geográficas foram inseridas na ferramenta Geocoding no *software* Arcgis 10.4.1. Sequencialmente foi realizada a conversão das ocorrências em uma base cartográfica de pontos utilizando o Sistema de Informações Geográficas (SIG), Qgis versão 3.10.

Não foi possível o georreferenciamento de 445 (8,7%) casos de dengue, 234 (16,5%) de chikungunya e 167 (5,8%) de Zika, devido à ausência de informação quanto ao município de residência do paciente. Foram analisados nesse estudo 39.507 casos de arboviroses urbanas.

Os dados referentes aos 600 pontos de descarte irregular do lixo, no período de 2015, 2016, 2017 e 2019, foram provenientes da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SEMOSP), mapeados por meio da Superintendência de Limpeza Pública da cidade de São Luís - MA. Os dados para o ano de 2018 não estavam disponíveis, portanto, calculamos a média dos anos 2017 e 2019.

O índice de desenvolvimento social (IDS) de São Luís foi calculado, por setor censitário, a partir da metodologia proposta por Cavallieri e Lopes²⁶. Trata-se de índice social agregado baseado em indicadores do censo de 2010 (acesso ao saneamento básico, qualidade habitacional, escolaridade e renda), com a finalidade de medir o grau de desenvolvimento social entre áreas geográficas de mesma natureza, variando de 0 a 1, sendo 0 a pior condição de desenvolvimento social e 1 a melhor.

Foram calculados os coeficientes de detecção das arboviroses urbanas a partir da razão entre o total de casos das três doenças notificadas (numerador), ponderados pela população de cada setor censitário(denominador) multiplicada por 100.000 mil habitantes (hab.) no período de 2015-2019. Foi considerada a data da notificação dos casos para todos os anos estudados. As estimativas populacionais por município para o ano de 2017 foram obtidas no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)²⁷.

Para a distribuição espacial do coeficiente de detecção das arboviroses urbanas, adotou-se estratificação pelo risco de ocorrência de arboviroses utilizado pelo Programa Nacional de Controle da Dengue: baixo risco (até 100 casos por 100 mil hab.); médio risco (mais de 100 - 300 casos por 100 mil hab.); alto risco (mais de 300 casos - 1000 casos por 100 mil hab.); e epidêmicos (acima de 1000 casos por 100 mil hab.)²⁸.

Construiu-se a matriz de vizinhança, *queen* de primeira ordem, e mensurou-se a dependência espacial. Testes de pseudo-significância foram calculados para 999 permutações. A dependência espacial pode ser expressa pela autocorrelação espacial que indica quanto uma variável varia em função dos seus vizinhos.

Para autocorrelação espacial utilizou-se os Índices Global (I Moran) e Local de Moran. O I Moran Global pode variar entre -1 (autocorrelação espacial negativa) e 1 (apresentam padrão espacial), sendo que para os dados com ausência de dependência espacial ou dependência espacial muito baixa, o valor é próximo a zero²⁹.

Com intuito de evidenciar os locais em que a dependência espacial foi mais acentuada, segundo os setores censitários, e verificar com mais detalhes os diferentes regimes de associação formados foi utilizado o *Local Indicators of Spatial Association* (LISA), que indica um valor referente à correlação dos municípios com seus vizinhos, apontando onde a autocorrelação espacial tem significância estatística. A análise dos quadrantes do diagrama indica áreas de associação espacial positiva Q1 (valores positivos, médias positivas) e Q2 (valores negativos, médias negativas) e áreas de associação espacial negativa Q3 (valores positivos, médias negativas) e Q4 (valores negativos, médias positivas). Em ambos os índices (Global e Local), foi considerado como significância estatística o valor de $p < 0,05$.

Para a identificação de clusters espaços-temporais foi utilizada a técnica estatística de varredura de Kulldorff através do software SaTScanTM. O método de varredura de Kulldorff detecta simultaneamente clusters no espaço e tempo, testando a significância estatística, estimando o risco relativo de cada cluster³⁰. Como a variável de interesse é o número de casos em uma localidade, temos que o número esperado de casos $E[c]$ em cada cilindro segue uma distribuição de Poisson dada por (Equação 1):

Equação 1: Distribuição de Poisson

$$E[c] = CP \times p,$$

Sendo:

- e) C, o número total de casos.
- f) P, a população total;
- g) p, a população dentro da área do cilindro.

A significância estatística é obtida via simulações de Monte Carlo. Rejeita-se a hipótese nula quando menos do que 5% dos valores simulados são maiores do que o valor observado.

O risco relativo obtido usando o software SaTScanTM se baseia na diferença da progressão temporal da epidemia da área comparada com a progressão geral estimada pelo *offset*. Assim, temos que o risco relativo de cada cluster é dado por (Equação 2):

Equação 2 – Risco relativo

$$RR = \frac{c/E[c]}{(C-c)/(C-E[c])},$$

O modelo condicional autoregressivo com abordagem bayesiana (modelo CAR Bayes) foi utilizado para verificar as relações entre o coeficiente de detecção das arboviroses urbanas e as variáveis IDS e pontos de descarte irregular de lixo, que incorpora a espacialização dos dados na estimação do coeficiente de detecção ajustado em um único parâmetro.

A hipótese nula é que a diferença padronizada entre a média do primeiro decil das iterações e a média dos quintos últimos decis seguem uma distribuição normal padrão. Para o diagnóstico do modelo foram gerados mapas dos resíduos no modelo final do CAR Bayes buscando indícios de ruptura dos pressupostos de independência, ou seja, presença de erros correlacionados. Para analisar a convergência das cadeias foi utilizado o método de Geweke³¹.

Para o diagnóstico do modelo foram gerados mapas dos resíduos no modelo final buscando indícios de ruptura dos pressupostos de independência, ou seja, uma alta concentração de resíduos positivos ou negativos em uma parte do mapa indicaria a presença de autocorrelação espacial.

As análises das modelagens estatísticas e a construção dos mapas foram realizadas software estatístico R Core Team, versão 4.2.1 (2022).

RESULTADOS

Em São Luís, entre 1º de janeiro de 2015 e 31 de dezembro de 2019, foram notificados 40.353 casos de arboviroses urbanas (dengue, chikungunya e Zika), sendo 846 casos excluídos por causa do não preenchimento completo das informações do local de residência. Para o estudo, foram considerados 39.507 casos.

Quanto ao padrão da distribuição do coeficiente de detecção das arboviroses, no cenário em estudo, foi observado que os setores censitários variaram de baixo coeficiente de detecção (0-100 casos/100.000 habitantes) a setores censitários epidêmicos (mais de 1.000 casos/100.00

habitantes). Nos anos de 2015, 2017, 2018 e 2019 houve predomínio de áreas com baixo coeficiente de detecção, com 880, 598, 776 e 582 setores censitários, respectivamente. Contudo, em 2016 observou-se que houve aumento nos setores censitários com médio coeficiente de detecção (255), alto coeficiente de detecção (398) e epidêmicos (435) por todas as regiões do município (Figura 2).

Foi observado que os maiores coeficientes de detecção de arboviroses predominaram nos setores censitários da região norte do município e em alguns setores censitários da zona rural. Vale ressaltar que um setor censitário, localizado no bairro Cajueiro na zona rural do município, foi epidêmico em quase todo o período estudado (Figura 2).

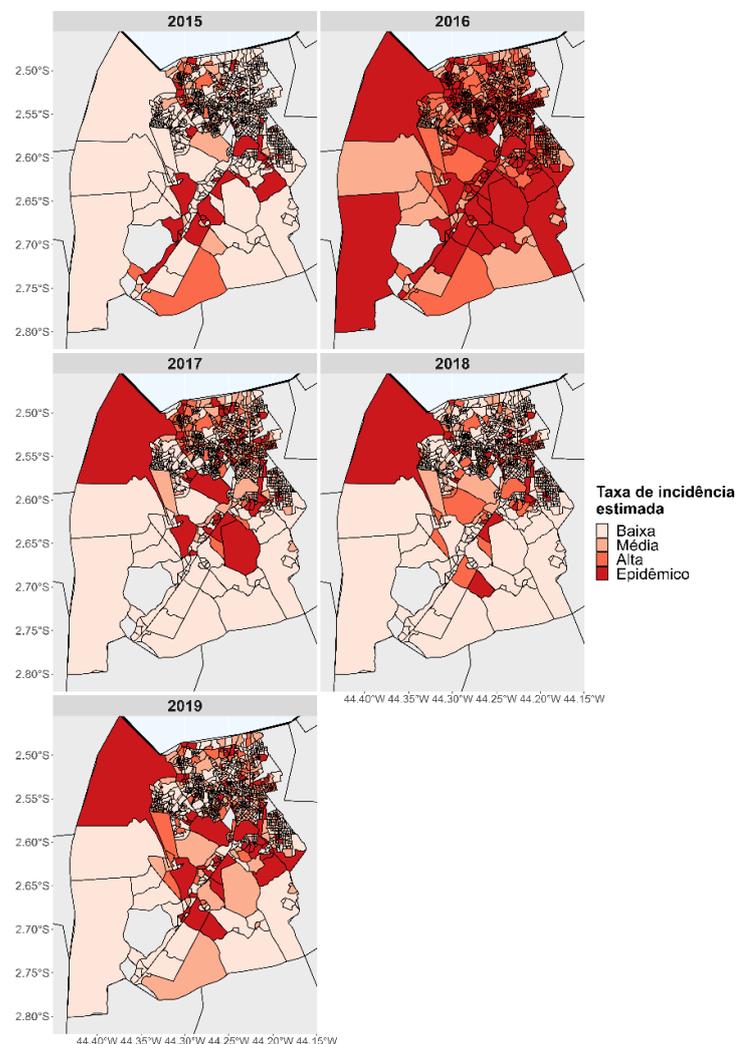


Figura 2. Mapa do coeficiente de detecção estimado de arboviroses urbanas, em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019)

No que se refere ao Índice de Moran Local após comparação dos Box Maps, observou-se que os anos de 2015 a 2019 foram caracterizados por aglomerados baixo-baixo (a variável em análise é baixa e seus vizinhos também apresentam coeficientes baixas), principalmente nos setores censitários da zona rural e aglomerados alto-alto (coeficiente de detecção de arboviroses altas, sendo seus vizinhos de setores censitários também com altos coeficientes) em setores censitários localizados na região do Centro e na região rural, como Maracanã e Estiva (Figura 3).

No que se refere ao Índice de Moran Local após comparação dos Box Maps, observou-se que os anos de 2015 a 2019 foram caracterizados por áreas de *clusters* que apresentam valores do atributo e a média de seus vizinhos negativos (Q2), principalmente nos setores censitários da zona rural. Por outro lado, bairros do Centro e da zona rural, como Maracanã e Estiva ocorreu o inverso: áreas de *clusters* que apresentam valores do atributo estudado e a média de seus vizinhos positivos (Q1). Não foram observadas poucas áreas consideradas de transição, localizadas nos quadrantes Q3 (áreas com alta proporção, cercadas por áreas com baixa proporção desse indicador) e Q4 (áreas com baixa proporção, cercadas de áreas com alta proporção do mesmo indicador). Esta situação indica que as áreas pertencentes a esses quadrantes (Q3 e Q4) não seguem o mesmo processo de dependência espacial das demais (Figura 3).

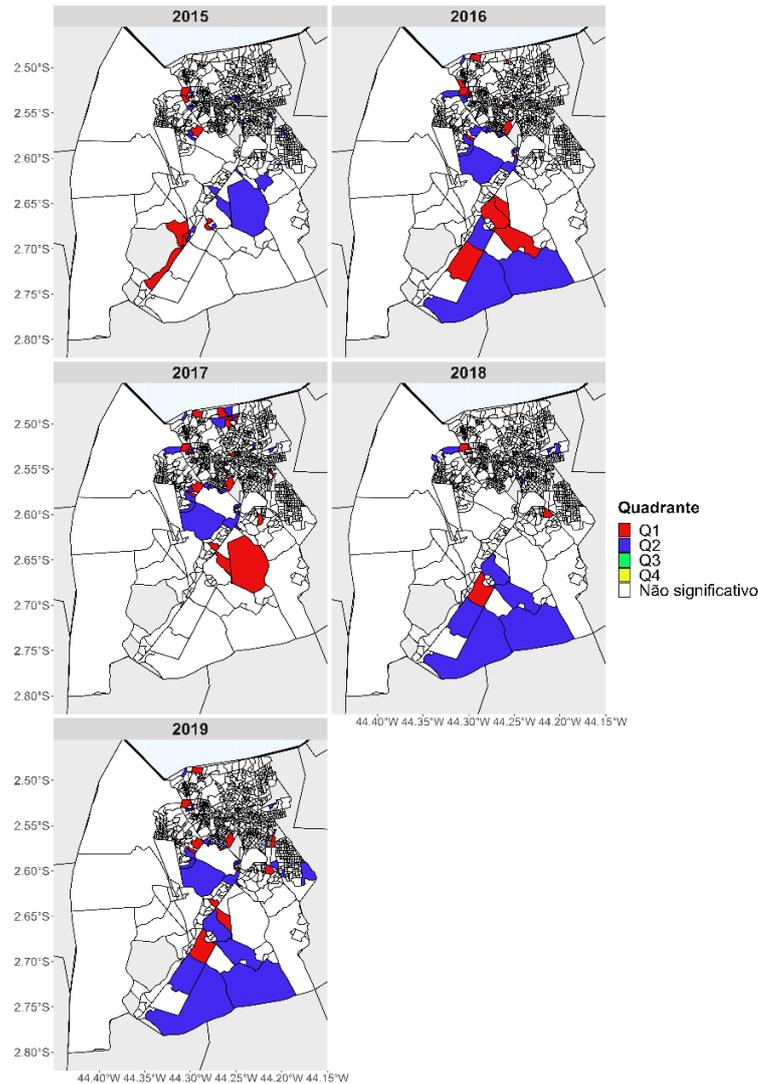


Figura 3. Índice Local de Moran para o coeficiente de detecção de arboviroses urbanas em São Luís, Maranhão, Brasil (2015 a 2019)

Na estatística de varredura espacial do *Scan* espaço-temporal foi possível detectar três aglomerados estatisticamente significativos. O tamanho da população do *cluster* 1, era de 436.848 habitantes, foi detectado no período de 2015-2019, e observados 19.111 casos de arboviroses. No *cluster* 2, o tamanho da população foi de 731 habitantes e foram observados 1.216 casos de arboviroses. No *cluster* 3, o tamanho da população foi de 28.077 habitantes e foram observados 2.205 casos de arboviroses. Os *cluster* 2 e 3 foram detectados no período de 2015-2017. O *cluster* 1 apresentou o menor RR – 2,58 e o maior número de setores censitários – 462. Enquanto, o *cluster* 2 apresentou o maior RR – 71,76 e o menor número de setores censitários – 2, todos no bairro do Centro, localizados na região norte do município de São Luís. Na Tabela 1 são apresentadas as características desses aglomerados.

Tabela 1 – Características dos aglomerados estatisticamente significativos quanto ao risco para arboviroses, de acordo com a estatística de varredura espacial *Scan* espaço-temporal, nos setores censitários do município de São Luís, Maranhão, Brasil, 2015-2019

Doenças	Cluster	Período	População	Número de setores censitários	Número de Casos observados	Número de Casos Esperados	Risco Relativo	p-valor
Arboviroses	1	2015 - 2019	436.848	462	19.111	10.437	2.58	<0,01
	2	2015 - 2017	731	2	1.216	17.47	71.76	<0,01
	3	2015 - 2017	28.077	32	2.205	670.85	3.42	<0,01

Os setores censitários com os maiores RR são provenientes dos bairros Vila Itamar (113,88), Centro (101,09), Maracanã (87,92), Quebra Pote (78,95) e Ribeira (39,02), localizados na região norte do município.

O modelo de regressão Autorregressivo Condicional Bayesiano (CAR Bayes) apontou que os pontos de descarte irregular de lixo são significativos no coeficiente de detecção de arboviroses urbanas nos setores censitários, para todos os anos, exceto para o ano de 2018, pois o intervalo de credibilidade englobou o valor zero. Para os anos de 2015, 2016, 2017 e 2019, o aumento de uma unidade de ponto de lixo aumenta o coeficiente de detecção de arboviroses urbanas, aproximadamente, em 1,25, 1,09, 1,23 e 1,13 casos de arboviroses por 100 mil habitantes, respectivamente. Entretanto, o IDS não foi significativo em nenhum dos anos estudados (Tabela 2).

Tabela 2 - Modelo de regressão Autorregressivo Condicional Bayesiano para associação de pontos de descarte irregular de lixo, índice de desenvolvimento social (IDS) com coeficiente de detecção de arboviroses urbanas nos setores censitários de São Luís, Maranhão, Brasil, 2015-2019

Ano	Coefficiente	Intervalo de credibilidade 2.5%	Intervalo de credibilidade 97.5%	Geweke	
	Intercepto	-21,1	-21,5084	-20,6532	-0,7
	Ponto de descarte irregular de lixo	0,23	0,0405	0,3951	0,5
2015	Índice de desenvolvimento social	4,87	-2,2869	7,1241	0,6
	τ^2	1,55	0,8962	2,1922	-0,7
	σ^2	4,21	3,3833	4,9287	1,2

	Intercepto	-16,3	-16,611	-16,0988	1,8
	Ponto de descarte irregular de lixo	0,09	0,0124	0,1612	-0,3
2016	Índice de desenvolvimento social	-0,97	-2,5515	0,7252	-1,8
	τ^2	2,09	1,6347	2,5467	0,1
	σ^2	1,21	1,0611	1,3063	-0,9
	Intercepto	-18,9	-19,4025	-18,5174	-1,5
	Ponto de descarte irregular de lixo	0,21	0,0854	0,3358	0,3
2017	Índice de desenvolvimento social	0,37	-1,8229	3,5164	1,5
	τ^2	2,85	2,2709	3,65	1,1
	σ^2	2,43	2,1287	2,7742	1,3
	Intercepto	-19,5	-20,2126	-18,8483	-1,8
	Ponto de descarte irregular de lixo	0,15	-0,0067	0,2698	0,4
2018	Índice de desenvolvimento social	0,01	-3,2492	3,2097	1,7
	τ^2	2,12	1,3949	2,928	-1,4
	σ^2	2,97	2,4746	3,618	1,4
	Intercepto	-18,7	-19,1155	-18,3119	-1,5
	Ponto de descarte irregular de lixo	0,13	0,0051	0,2257	0,4
2019	Índice de desenvolvimento social	0,21	-2,0127	2,2888	1,3
	τ^2	0,78	0,4842	1,1929	-0,9
	σ^2	3,05	2,7189	3,4039	0,6

Na análise dos resíduos do modelo CAR Bayes, observou-se que as médias e os desvios-padrões dos erros estavam próximos a zero e todos os modelos apresentaram erros não correlacionados, atendendo o pressuposto de independência dos erros. Assim como, o índice de Moran evidenciou ausência de autocorrelação espacial para todos os anos estudados: 2015 ($I = -0,00$; $p = 0,62$), 2016 ($I = -0,03$; $p = 0,96$), 2017 ($I = -0,02$; $p = 0,88$), 2018 ($I = 0,02$; $p = 0,07$) e 2019 ($I = 0,06$; $p = 0,06$).

DISCUSSÃO

Neste estudo, apresentamos análise espacial e espaço-temporal para detectar aglomerados de arboviroses urbanas nos setores censitários no município de São Luís. Além disso, apresentamos modelo espacial ajustado usando como variáveis explicativas o índice de desenvolvimento social (IDS) e os pontos de descarte irregular de lixo.

O padrão espacial de arboviroses encontrado aponta para a predominância de *cluster* de baixo coeficiente de detecção, exceto no ano de 2016. Embora São Luís seja endêmica para dengue, até 2015 não havia sido detectada a circulação de chikungunya e Zika, conseqüentemente, a falta de imunidade da população, antes nunca expostos aos dois vírus, a

elevada e prolongada viremia, que aumenta as possibilidades de transmissão³², acarretou a ocorrência de muitos casos das doenças no município.

Importante salientar que as áreas que apresentam baixo coeficiente de detecção para arboviroses precisam ser analisadas com a devida cautela, porque podem ser resultado de subnotificações de casos, fenômeno ainda comum no Brasil. No geral, as notificações realizadas pelos sistemas de saúde são decorrentes de informações disponibilizadas por indivíduos infectados que buscam esses serviços. Entretanto, sabe-se que, por vários motivos, como erros de diagnósticos, infecções assintomáticas, problemas de acesso aos serviços de saúde³³, entre outros, muitos casos podem não ter sido notificados.

Diversos autores³⁴⁻³⁷, ao pesquisarem doenças que são de notificação compulsória, encontram as subnotificações como limitação em seus estudos e esses resultados podem não revelar a real força de circulação, a magnitude epidemiológica e essas dificuldades do acesso aos dados limita a compreensão das reais incidências, comprometendo o direcionamento das ações dos programas de controle às doenças. Espera-se, e já foi evidenciado, o agravamento da subnotificação dos casos de arboviroses após o ano de 2020, em virtude do contexto da pandemia por Covid-19, observando pela significativa redução da notificação de casos e óbitos dessas doenças^{2,38}.

Foram identificados três aglomerados espaço-temporais de risco para a ocorrência de arboviroses. Os setores censitários com os maiores riscos são provenientes, principalmente, da região norte e da zona rural do município. Quanto às características desses locais, é preciso destacar que a região norte é onde se localizam os bairros mais antigos e de áreas periféricas de São Luís, com as maiores populações urbanas e densidade populacional, com a urbanização não planejada³⁹. Enquanto os da área rural, são áreas onde uma parcela significativa do crescimento ocorreu na forma de loteamentos de padrões desiguais.

A alta densidade populacional facilita o contato mosquito-humano e, portanto, a chance de se infectar, sobretudo ao encontrar grande parte da população suscetível⁴⁰. Soma-se ainda, a presença de criadouros em ambientes de convívio do homem, a precariedade dos serviços, inadequada infraestrutura, aumento da produção de resíduos não orgânicos e a maior dinâmica migratória⁴¹.

Para identificar as áreas de riscos e a localização dos aglomerados de casos utilizaram-se duas técnicas de estatística espacial, I. Moran e varredura espacial *Scan*. Apesar das abordagens distintas, os resultados da análise espacial alinharam-se aos achados da análise espaço-temporal: distribuição não aleatória dos casos nos setores censitários do município de

São Luís, inclusive com a formação dos aglomerados em determinadas regiões, sugerindo relação da doença com o espaço urbano.

Estudo que avaliou diferentes técnicas para o estudo de casos de dengue ocorridos na cidade de Lavras – MG, no período de 2007 a 2010 revelou com o índice Global e Local de Moran e a estatística de varredura espacial *Scan* a existência de dependência espacial e a detecção de clusters, identificando, por exemplo, que os casos de dengue em 2010 foram distribuídos mais uniformemente entre os bairros, situação que não ocorreu no ano de 2007⁴².

Nas análises estatísticas utilizou-se o modelo de regressão Autorregressivo Condicional Bayesiano (CAR Bayes) devido a sua capacidade de incorporar a espacialização dos dados na estimação do coeficiente de detecção de arboviroses urbanas. Além disso, a utilização de modelos espaciais pode explicar melhor a relação entre fatores e incidência de doenças, pois são sensíveis para captar desigualdades em espaços geográficos⁴³. Considerar a dependência espacial pode auxiliar significativamente no conhecimento do padrão de ocorrência das doenças.

O modelo CAR Bayes analisou associação do coeficiente de detecção das arboviroses urbanas com o IDS e com os pontos de descarte irregular de lixo, por serem considerados locais relevantes para a proliferação do vetor. A associação positiva encontrada com os pontos de descarte irregular de lixo coaduna com outros achados e pode ser justificado pela possibilidade dos resíduos se tornarem potenciais criadouros de *A.aegypti*. Pesquisa realizada pelo IBGE sobre saneamento básico mostra que a dengue foi a doença mais relatada pelos municípios e que foi associada, dentre outros fatores, com o lixo acumulado nos domicílios e nas ruas⁴⁴.

Um estudo avaliou a associação e o impacto da coleta de lixo sobre os casos de dengue em Recife, Pernambuco, no período janeiro de 2013 a fevereiro 2015 e identificou uma forte correlação negativa entre a pesagem mensal não categorizada de lixo e a coleta de lixo domiciliar e o total de casos confirmados da doença⁸. Nesse mesmo estudo verificou-se que o recolhimento de entulhos, metradas e resíduos de construção civil, coleta seletiva e de pneus também apresentaram associação negativa com os casos de dengue no município, evidenciando que a coleta regular de resíduos e a redução do lixo doméstico, com ações de otimização de rotas e aumento das frequências de coleta pelo poder público, diminuiria os casos de dengue. A menor cobertura da coleta seletiva também foi associada ao maior número de casos registrados de dengue no período de 2007 a 2016, nos municípios de Minas Gerais⁷.

O descarte irregular de lixo em várias localidades aumenta a problemática, sobretudo quando estes locais se encontram nos peridomicílios. Alguns estudos têm apontado esse fato como grande responsável pelo elevado número de doenças, como a dengue^{8,16}.

Em São Luís, o intenso e desordenado processo de expansão urbana, alimentada pela especulação imobiliária e sobretudo, por ocupações irregulares, tem intensificado essa problemática¹⁸. Embora estas condições não estejam diretamente ligadas à ocorrência das arboviroses, elas podem proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento larval do *A. aegypti*¹⁵.

À medida em que a expansão urbana se processa desvinculada de políticas sociais e de infraestrutura habitacional, cria-se um quadro sanitário complexo onde o acesso limitado aos serviços básicos de saneamento (abastecimento de água, tratamento de esgoto e coleta de lixo) e de habitações inadequadas, geram impactos negativos nos perfis de morbidade e mortalidade da população⁴⁵.

Além dos pontos de descarte irregular de lixo, analisou-se a relação das arboviroses urbanas com o IDS, indicador que mede o grau de desenvolvimento social entre áreas geográficas de mesma natureza e que pode influenciar na ocorrência de casos. No entanto, nesse estudo, não foi identificada relação significativa com o coeficiente de detecção de arboviroses urbanas. É possível que essa variável usada no modelo de regressão espacial não tenha capturado todo o padrão espacial, provavelmente por ter sido utilizado um modelo de regressão global, que consideram o processo espacial subjacente aos dados analisados em um único parâmetro, ou seja, estacionário. Contudo, utilizamos dados censitários e estes, podem produzir diversos padrões espaciais que não são identificados em um único parâmetro. Sugerimos a investigação do processo espacial utilizando modelos que considerem os efeitos espaciais locais, visto que os parâmetros variam no espaço²⁹.

Sabe-se que o controle das arboviroses é um grande desafio para os gestores públicos, visto que ultrapassa os limites da gestão da saúde, e exige a atuação integrada com outros setores e serviços, como limpeza urbana, infraestrutura e gestão de resíduos sólidos. Os serviços públicos como saneamento básico e coleta de lixo que se encontram inseridos no ambiente urbano organizado, além do engajamento da população, são fundamentais para execução de medidas efetivas no controle das doenças.

Apesar desses resultados relevantes, houve algumas limitações, entre as quais o uso de dados secundários, o que pode ter trazido algum viés à pesquisa pelas lacunas em algumas variáveis. Não foi possível incluir variáveis relacionadas à transmissão da doença, como por exemplo, densidade espacial do vetor, produtividade de criadouros, índice de infestação predial^{5,46,47}. A dificuldade do acesso aos dados sobre o vetor limita a correlação com os dados da doença, como já enfatizado por vários autores.

O estudo avança no conhecimento e se alinham às demais produções nacionais e internacionais ao evidenciar a relação entre os pontos de descarte irregular de lixo e os casos de arboviroses urbanas. Ressalta-se a análise espacial por setor censitário – menor unidade de análise espacial, portanto, mais precisa, além da análise espaço-temporal, utilizadas nesse artigo. Adicionalmente, destaca-se o grande número de casos analisados no período.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública/Fundação Oswaldo Cruz, em 26 de janeiro de 2021, sob o parecer nº 4.510.977, CAEE nº 403558620.6.0000.5240.

REFERÊNCIAS

1. Donalisio MR, Freitas ARR, Zuben APBV. Arboviroses emergentes no Brasil: desafios para a clínica e implicações para a saúde pública. Rev Saúde Pública. 2017;51:1-6. <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2017051006889>.
2. Lisboa TR, Serafim IBM, Serafim JCM, Ramos AC, Nascimento RM, Roner MNB. Relação entre incidência de casos de arboviroses e a pandemia da COVID-19. Rev Interdiscip Ciênc Apl. 2022;6(10):31-6 <https://doi.org/10.18226/25253824.v6.n10.04>.
3. Farias MN, Leite JD Jr. Vulnerabilidade social e Covid-19: considerações com base na terapia ocupacional social. Cad Bras Ter Ocup. 2021;29:1-13. <https://doi.org/10.1590/2526-8910.ctoEN2099>.
4. Johansen IG, Carmo RL, Alves LC. O espaço como dimensão analítica central na compreensão da dinâmica da Dengue na escala intramunicipal. In: Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población, [Internet]; 2016 [citado 2022 nov 6], Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil. p. 1-18. Disponível em: <https://abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/2740/2638>.
5. Oliveira BM. Monitoramento de ovos de *Aedes aegypti* em bairros do município de Barra do Garças com casos de dengue [monografia]. Barra do Garças: Universidade Federal do Mato Grosso. Instituto de Ciências Biológicas e Saúde; 2019.
6. Carvalho S, Magalhães MAFM, Medronho RA. Análise da distribuição espacial de casos da dengue no município do Rio de Janeiro, 2011 e 2012. Rev Saúde Pública. 2017;51:1-9. <https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2017051006239>.
7. Mol MPG, Queiroz JTM, Gomes J, Heller L. Gestão adequada de resíduos sólidos como fator de proteção na ocorrência da dengue. Rev Panam Salud Publica. 2020;44:e22. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.22>.

8. Sobral MFF, Sobral AIGDP. Casos de dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na Cidade do Recife, Brasil. *Ciênc Saúde Colet*. 2019;24(3):1075-82. <https://doi.org/10.1590/1413-81232018243.10702017>
9. Almeida LS, Cota ALS, Rodrigues DF. Saneamento, arboviroses e determinantes ambientais: impactos na saúde urbana. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2020;25(10): 3857-68. <https://doi.org/10.1590/1413-812320202510.30712018>.
10. Avelino-Silva VI, Ramos JF. Arboviroses e políticas públicas no Brasil/Arboviruses and public policies in Brazil. *Rev Ciênc Saúde*. 2017;7(3):1-2. <https://doi.org/10.21876/rcsfmit.v7i3.675>.
11. Almeida AS, Medronho RA, Valencia LIO. Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ. *Rev Saúde Pública*. 2009;43(4):666-73. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102009000400013>.
12. Zara ALSA, Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. *Epidemiol Serv Saúde*. 2016;25(2):391-404. <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742016000200017>.
13. Gregianini TS, Ranieri T, Favreto C, Nunes ZMA, Giannini GLT, Sanberg ND, Rosa MTM, Veiga ABG. Emerging arboviruses in Rio Grande do Sul, Brazil: Chikungunya and Zika outbreaks, 2014-2016. *Rev Med Virol*. 2017;27(6). <https://doi.org/10.1002/rmv.1943>.
14. Gould EPJ, Pettersson J, Higgs J, Charrel R, Lamballerie X. Emerging arboviruses: why today? *One Heal*. 2017;4:1-13. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2017.06.001>.
15. Kikuti M, Cunha GM, Paploski IAD, Kasper AM, Silva MMO, Tavares AS. Spatial distribution of dengue in a brazilian urban slum setting: role of socioeconomic gradient in disease risk. *PLoS Negl Trop Dis*. 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003937>.
16. Thammapalo S, Nagao Y, Sakamoto W, Saengtharatip S, Tsujitani M, Nakamura Y, Coleman PG, Davies C. Relationship between transmission intensity and incidence of dengue hemorrhagic fever in Thailand. *PLoS Negl Trop Dis*. 2008;2(7): e263. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000263>.
17. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PNSB 2008: Abastecimento de água chega a 99,4% dos municípios, coleta de lixo a 100%, e rede de esgoto a 55,2% [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2008 [citado 2022 nov 5]. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=%201&idnoticia=1691&t=pnsb-2008-abastecimento-agua-chega-99-4-municipios-coleta-lixo-100-rede&view=noticia>.

18. Serra JS, Farias Filho MS. Expansão urbana e impactos ambientais na zona costeira norte do município de São Luís (MA). R Raega [Internet]. 2019 [citado 2022 nov 5];46:7-24. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/52552/37836>
19. Macedo LAA. Metropolização na ilha de São Luís e seus impactos sanitários e ambientais. R Pol Públ [Internet]. 2012 [citado 2022 nov 5];363-70. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321131651039>.
20. Silva RA, Barbosa JRB. As arboviroses e o saneamento básico: uma análise dos casos de dengue, chikungunya e zyka em Natal/RN. Soc Território, 2020;32(1):9-29. <https://doi.org/10.21680/2177-8396.2020v32n1ID21165>.
21. Lima MAO, Cerqueira HML, Almeida IFB, Lima MM, Cerqueira EM, Alcantara LCJ. Distribuição espacial de dengue, chikungunya e Zika e os determinantes socioeconômicos em um município da Bahia. Rev Ciênc Méd Biol. 2022;20(4): 551-9. <https://doi.org/10.9771/cmbio.v20i4.38344>.
22. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil: Maranhão: São Luís: panorama [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2017 [citado 2022 nov 5]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-luis/panorama>.
23. Masullo YAG, Lopes JAV. Indicadores econômicos da região metropolitana da grande São Luís. Geogr Ensino Pesqui. 2017;21(1):30-40. <https://doi.org/10.5902/2236499421050>.
24. São Luís. Secretaria Municipal de Saúde. Superintendência de vigilância epidemiológica e sanitária. Coordenação de Vigilância Epidemiológica - Controle de Endemias. Relação de localidades por zona urbana e rural. São Luis: Secretaria Municipal de Saúde; 2015.
25. Costa MA, Marguti BO. Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros [Internet]. Brasília: IPEA; 2015 [citado 2022 nov 6]. Disponível em: http://ivs.ipea.gov.br/images/publicacoes/Ivs/publicacao_atlas_ivs.pdf.
26. Cavallieri F, Lopes GP. Índice de Desenvolvimento Social (IDS): comparando as realidades microurbanas da cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IPP; 2008.
27. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e estados: Maranhão [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2017 [citado 2022 nov 20]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma.html>.
28. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de Vigilância em Saúde [Internet]. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2016 [citado 2022 nov 6]. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_3ed.pdf.
29. Câmara G, Carvalho MS, Cruz OG, Correia V. Análise espacial de áreas. In: Druck S, Carvalho MS, Câmara G, Monteiro AMV, editores. Análise espacial de dados geográficos

- [Internet]. Planaltina: Embrapa; 2004 [citado 2022 nov 6]. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.07.15.04/doc/cap5-areas.pdf>.
30. Kulldorff M, Athas W, Feuer E, Miller B, Key C. Evaluating cluster alarms: A space-time scan statistic and brain cancer in Los Alamos. *Am J Public Health*. 1998;88(9):1377-80.
 31. Geweke J. Priors for macroeconomic time series and their application. In: Federal Reserve Bank of Minneapolis. Institute for Empirical Macroeconomics. *Econometric theory*. Minneapolis: Institute for Empirical Macroeconomics; 1994. p. 609-632. <https://doi.org/10.1017/S0266466600008690>.
 32. Espinal M. Chikunguña: primera arbovirosis emergente en el siglo XXI en las Américas. *Rev Panam Salud Publica*. 2017 [citado 2022 nov 5];41:e108. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/34141>.
 33. Feitosa FRS, Sobral IS, Jesus EN. Indicadores socioambientais como subsídio à prevenção e controle da Dengue. *Rev Eletr Gestão, Educ Tecnol Amb*. 2015;19(3):351-68. <http://dx.doi.org/10.5902/2236117018239>.
 34. Melo MAS, Silva LLM, Melo ALS, Castro AM. Subnotificação no SINAN e fatores gerenciais e operacionais associados: revisão sistemática da literatura. *RauUeg* [Internet]. 2018 [citado 2022 nov 5];9(1):25-43. Disponível em: https://www.revista.ueg.br/index.php/revista_administracao/article/view/7445.
 35. Páscoa FRB, Gonçalves NA, Magalhães AMBDC, Gurgel SCV, Filizola LRDM, Farias CMNED. Análise da consistência dos bancos de dados das arboviroses em uma Unidade de Saúde em Fortaleza-CE. *R Saúd Digi Tec Edu* [Internet]. 2018 [citado 2022 nov 5];3(4):18-31. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/resdite/article/view/39698>
 36. Costa AKS, Nina LNDS, Carvalho AC, Bonfim MRQ, Felipe IMA. Dengue e Chikungunya: soroepidemiologia em usuários da atenção básica. *Rev Enferm UFPE Online*. 2019;13(4):1006-14. <https://doi.org/10.5205/1981-8963-v13i4a238828p1006-1014-2019>.
 37. Paiva MDB, Barreto VP, Silva BCO, Silva IKM, Feijao AR. Caracterização sociodemográfica e clínica dos casos de dengue, chikungunya e zika no Rio Grande do Norte, Brasil-2015-2017. *Salusvita* [Internet]. 2021 [citado 2022 nov 6];40(1):89-107. Disponível em: <https://revistas.unisagrado.edu.br/index.php/salusvita/article/view/123/95>.
 38. Oliveira RF, Rodrigues MS, Oscar Junior AC. A incidência de dengue nos verões de 2019 a 2021 nos bairros de Santa Cruz e Copacabana (RJ): uma análise da subnotificação da dengue no período pandêmico da Covid-19. In: Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia [Internet]; 2022 [citado 2022 nov 6], Brasil. p. 1-18. Disponível

em:

https://editorarealize.com.br/editora/anais/enanpege/2021/TRABALHO_COMPLETO_E_V154_MD1_SA120_ID102004102021155516.pdf.

39. Zagallo SA. Esgotamento Sanitário e Vulnerabilidade Social: um estudo de caso em São Luís – MA com a utilização de técnicas de geoprocessamento [dissertação]. Brasília (DF): Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável; 2018.
40. Scandar SAS, Vieira P, Cardoso RP Jr, Silva RA, Papa M, Sallum MAM. Dengue em São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, Brasil, 1990 a 2005: fatores entomológicos, ambientais e socioeconômicos. *Bol Epidemiol Paulista*. 2010;7(81):4-16.
41. Masullo YAG. Avaliação da dinâmica espacial da dengue em relação às questões socioambientais no distrito sanitário da COHAB no município de São Luís – MA [dissertação]. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão; 2013.
42. Ferreira LM, Sáfadi T, Lima RR. Técnicas da estatística espacial na análise de dados de áreas no estudo da dengue. *Revista Univap*. 2018;24(44):13-27. <https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v24i44.1920>.
43. Barbosa IR, Silva LPS. Influência dos determinantes sociais e ambientais na distribuição espacial da dengue no município de Natal-RN. *Rev Ciênc Plur* [Internet]. 2015 [cited 2022 Nov 6];1(3):62-75. Available from: <https://periodicos.ufrn.br/rcp/article/view/8583/6184>.
44. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Perfil dos municípios brasileiros: saneamento básico: aspectos gerais da gestão da política de saneamento básico: 2017 [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2018 [citado 2022 nov 5]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101610.pdf>.
45. Xavier DR, Magalhães MAFM, Gracie R, Reis IC, Matos VP, Barcellos C. Difusão espaço-tempo do dengue no Município do Rio de Janeiro, Brasil, no período de 2000-2013. *Cad Saúde Pública*. 2017;33(2):1-13. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00186615>
46. Raulino FFA, Oliveira TR. Análise de infestação por *Aedes Aegypti* e transmissão da dengue no município de Russas, Ceará-Brasil, 2008-2011. *Cadernos ESP* [Internet]. 2019 [citado 2022 nov 6];5(1):54-61. Disponível em: <https://cadernos.esp.ce.gov.br/index.php/cadernos/article/view/52>.
47. Nascimento JR. Distribuição espacial de infecção humana por dengue, chikungunya e zika [dissertação]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados. Faculdades de Ciências Biológicas; 2018.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese compreende um estudo espaço-temporal dos casos de arboviroses urbanas (dengue, chikungunya e Zika) no período de 2015 a 2019 e dos determinantes de saúde, visto que os processos sociais se realizam no espaço, buscando um melhor entendimento sobre a ocorrência destas doenças no estado do Maranhão.

Inicialmente, no Artigo 1, buscamos verificar a existência de autocorrelação espacial para as três doenças separadamente (dengue, chikungunya e Zika) e simultaneamente (arboviroses urbanas) no período de 2015 a 2019. Optamos por utilizar o Índice de Moran (I) e para a identificação de padrões espaciais, o gráfico de dispersão de Moran. Os softwares para aplicar estes métodos, Geoda versão 1.10 para análise espacial e o QGis versão 3.10 para elaboração dos mapas temáticos, estão disponíveis de forma livre.

Considerando que as manifestações clínicas das três arboviroses são bastante semelhantes e que nem todos os casos tiveram a confirmação laboratorial, para a análise do coeficiente de detecção utilizamos as três arboviroses conjuntamente (arboviroses urbanas). Optamos por incluir no modelo autorregressivo condicional bayesiano (modelo CAR Bayes) as variáveis socioambientais que apresentaram autocorrelação espacial com o coeficiente de detecção das arboviroses urbanas. A análise dos resíduos do modelo CAR Bayes indicou não haver um padrão espacial, o que atesta a boa qualidade do modelo ajustado. Para essas análises utilizamos o programa computacional de acesso livre R versão 4.0.2.

Os principais achados dizem respeito à identificação de aglomerados de casos de arboviroses urbanas por toda a extensão territorial do estado do Maranhão com predomínio de municípios com baixo risco. Entretanto, nos anos de 2016 e 2017, foi observado aumento dos municípios com médio risco, alto risco e epidemia. Este foi um resultado esperado, visto que o estado do Maranhão é endêmico para dengue e nos anos de 2015 e 2016 houve início da circulação dos vírus da chikungunya e Zika. Observamos ainda, que a ocorrência das arboviroses urbanas esteve associada com a baixa densidade populacional, alta vulnerabilidade social e com os serviços de coleta de resíduos sólidos deficientes.

Durante o processo dessas análises ficou evidente que os altos coeficientes de detecção de arboviroses estão associados às baixas condições socioeconômicas encontradas nos municípios. O Maranhão tem 217 municípios, tendo 190 classificados com muito alta vulnerabilidade social, ocupando o penúltimo lugar entre todos os estados do Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010c). Além disso, 14,4% da população do Estado estava em situação de extrema pobreza no ano de 2020, configurando

o Estado com a maior situação de pobreza do país (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021).

O Brasil é um dos países mais desiguais do mundo (FARIAS; LEITE JÚNIOR, 2021) e no Maranhão não é diferente. Considerando que o Estado possui 217 municípios e que a vulnerabilidade social ocorre de maneira diferente segundo os indivíduos, regiões e grupos sociais é oportuno medir o grau de desenvolvimento social de territórios em uma menor unidade geográfica, por meio da combinação de variáveis que melhor caracterizem as diversas facetas sociais. Portanto, fizemos um recorte para o município de São Luís, capital do estado do Maranhão, a nível de setor censitário, para verificarmos se o índice de desenvolvimento social (IDS) e a disposição irregular de lixo estariam relacionados no espaço com as arboviroses urbanas no município.

Contudo, não existiam dados do IDS para o Estado, nem para o município de São Luís. Assim, a proposta do Artigo 2 foi a adequação do IDS para o município, baseado na mesma metodologia que foi utilizada por Cavallieri e Lopes (2008) ao construírem o IDS para o estado do Rio de Janeiro e posteriormente utilizá-lo no Artigo 3.

Para isso, foram analisados os dados dos indicadores socioeconômicos disponibilizados pelo Censo Demográfico 2010 do IBGE, a fim de se obter o IDS para cada um dos setores censitários de São Luís. Considerando que Cavallieri e Lopes (2008) utilizaram o Censo Demográfico de 2000, nesse estudo precisamos fazer alguns ajustes nas variáveis das dimensões escolaridade e renda, por estarem indisponíveis no Censo Demográfico 2010, do IBGE.

Foram empregadas análises de componentes principais e realizados testes de correlação de Pearson entre os pesos e variáveis sociodemográficas. De forma geral, o IDS para todos os setores censitários do município de São Luís, apresentado no Artigo 2, foram classificados com baixo desenvolvimento social. Esses resultados apontam que há certa homogeneidade entre os setores censitários, os quais apresentaram pouca ou nenhuma diferença com relação ao indicador. Observamos ainda, que na capital do Estado, as condições sociais também são fragilizadas. Além disso, identificou-se correlação elevada entre o IDS e percentual de lixo coletado.

Apesar de todos os esforços realizados na adaptação de um indicador, sabe-se que não há um suficientemente abrangente para mensurar um processo de desenvolvimento regional em toda a sua amplitude, visto que há uma grande porção de aspectos não quantificáveis ou de difícil mensuração que precisariam ser contemplados. Com isso, algumas limitações e lacunas dificultam que um indicador retrate de modo acurado a realidade local.

No entanto, esse indicador para São Luís, possibilitou a identificação e a comparação das diferenças intraurbanas existentes, no máximo grau de detalhamento espacial. Inclusive, poderá ser utilizado em outras pesquisas, a nível censitário, assim como no planejamento de políticas públicas sob a premissa de que esse conhecimento é fundamental na fomentação de estratégias de planejamento e de gestão em vigilância em saúde.

Já no artigo 3 buscamos detectar aglomerados espaciais e espaço-temporais de arboviroses urbanas e identificar se o índice desenvolvimento social (IDS) e o descarte irregular de lixo estavam relacionados com o coeficiente de detecção das arboviroses urbanas em São Luís, no período de 2015 a 2019.

Para autocorrelação espacial utilizou-se os Índices Global e Local de Moran e para a identificação de clusters espaços-temporais foi utilizada a técnica estatística de varredura espacial de Kulldorff através do software SaTScanTM. Os resultados apresentados no Artigo 3 evidenciaram que o padrão espacial de arboviroses urbanas apontou para a predominância de cluster de baixo coeficiente de detecção de arboviroses, exceto em 2016. Neste ano ocorreram as primeiras epidemias de chikungunya e Zika no Estado, simultaneamente aos casos de dengue. Considerando a falta de imunidade da população, antes nunca expostos aos dois vírus, a elevada e prolongada viremia, que aumenta as possibilidades de transmissão, somadas aos casos de dengue, endêmica no Estado, acarretou a ocorrência de muitos casos das três doenças no Estado.

As análises dos aglomerados de dengue, chikungunya e Zika, separadamente, não foram incluídas nos resultados desse estudo, pois só observamos alterações nos padrões dos aglomerados, quando analisadas as três doenças conjuntamente (arboviroses urbanas). É possível que isso tenha ocorrido devido à similaridade entre os fatores de risco para as três doenças. Além disso, considerando que as manifestações clínicas das três arboviroses são bastante semelhantes e que nem todos os casos tiveram a confirmação laboratorial, há possibilidade da impressão subjetiva dos profissionais de saúde e por consequência, a classificação incorreta das doenças (PAIXÃO; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2018).

Além disso, para verificarmos as relações entre o coeficiente de detecção das arboviroses urbanas e as variáveis IDS e pontos de descarte irregular de lixo, utilizamos o modelo condicional autoregressivo com abordagem bayesiana (modelo CAR Bayes).

Os resultados apontam que houve associação positiva do coeficiente de detecção de arboviroses urbanas e os pontos de descarte irregular de lixo. Este resultado coaduna com outros achados e pode ser justificado pela possibilidade dos resíduos se tornarem potenciais criadouros

de *A. aegypti*. Entretanto, o IDS não foi associado ao coeficiente de detecção das arboviroses urbanas.

As principais limitações do presente estudo são discutidas nos artigos, além das quais destaca-se a impossibilidade de incluir variáveis relacionadas à transmissão da doença, como por exemplo, densidade espacial do vetor, produtividade de criadouros e índice de infestação predial (NASCIMENTO, 2018; OLIVEIRA, 2019; RAULINO; OLIVEIRA, 2019). A dificuldade do acesso aos dados sobre o vetor limita a correlação com os dados da doença, como já enfatizado por vários autores.

Por fim, o resultado dos modelos utilizados apresentou a relação das arboviroses urbanas com lixo acumulado no entorno, demonstrando a necessidade de ações e estratégias que transcendem o setor da saúde como a atuação integrada da limpeza urbana, infraestrutura, gestão de resíduos sólidos e, adicionalmente, a participação da população para o manejo adequado dos resíduos sólidos.

Como futuros desdobramentos, pretende-se avaliar alguns componentes do índice de desenvolvimento social separadamente no modelo, como por exemplo porcentagem de domicílios com coleta de lixo, que são passíveis de intervenção do poder público a curto prazo para o combate de arboviroses urbanas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA FILHO, N.; BARRETO, M. L. **Epidemiologia & saúde**: fundamentos, métodos, aplicações. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.
- ALMEIDA, A. S. de; MEDRONHO, R. de A.; VALENCIA, L. I. O. Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 666-673, ago. 2009.
- ALMEIDA, C. A. P.; SILVA, R. M. Análise da ocorrência dos casos de dengue e sua relação com as condições socioambientais em espaços urbanos: os casos de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux, no estado da Paraíba – Brasil. **Hygeia. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 14, n. 27, p. 56-79, 2018.
- ALMEIDA, L. S.; COTA, A. L. S.; RODRIGUES, D. F. Saneamento, Arboviroses e Determinantes Ambientais: Impactos na saúde urbana. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 10, p. 3857-3868, Fev. 2019. Disponível em: <http://cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/saneamento-arboviroses-e-determinantes-ambientais-impactos-na-saude-urbana/17113?id=17113>. Acesso em: 19 mar. 2023.
- ARAÚJO, R. R.; NUNES, J. S. A. Relações Geográficas entre o Clima e a incidência de dengue na cidade de São Luís - MA. **Ciências Humanas em Revista**, Florianópolis, v. 33, n. 2, p. 88-11, 2005.
- ARAÚJO, T. V. B. *et al.* Association between microcephaly, Zika virus infection, and other risk factors in Brazil: final report of a case-control study. **The Lancet**, New York, v. 3099, n. 17, p. 1-9, 2017.
- AUGUSTO, L. G. da S. *et al.* Aedes aegypti control in Brazil. **The Lancet**, New York, v. 387, n. 10023, p. 1052-1053, 2016.
- AVELINO-SILVA, V. I.; RAMOS, J. F. Arboviroses e políticas públicas no Brasil/Arboviruses and public policies in Brazil. **Revista Ciências em Saúde**, Itajubá, v. 7, n. 3, p. 1-2, 2017. Disponível em: https://portalrcs.hcitajuba.org.br/index.php/rcsfmit_zero/article/view/675. Acesso em: 4 out. 2019.
- ÁVILA, R. C. R. Fiebre chikungunya en México: caso confirmado y apuntes para la respuesta epidemiológica. **Salud Pública México**, Cuernavaca, v. 56, n. 4, p. 402-404, 2014.
- BARBOSA, G. L. *et al.* Indicadores de infestação larvária e influência do porte populacional na transmissão de dengue no estado de São Paulo, Brasil: um estudo ecológico no período de 2007-2008. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 195-204, 2012.
- BARBOSA, I. R.; SILVA, L. P. S. Influência dos determinantes sociais e ambientais na distribuição espacial da dengue no município de Natal-RN. **Revista Ciência Plural**, Natal, v. 1, n. 3, p. 62-75, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/rcp/article/view/8583/6184>. Acesso em: 5 set. 2021.

BESAG, J.; YORK, J.; MOLLIE, A. Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics. **Annals of the Institute of Statistical Mathematics**, Tokyo, v. 43, n. 1, p. 1-20, 1991. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00116466>. Acesso em: 10 out. 2021.

BISANZIO, D. *et al.* Spatio-temporal coherence of dengue, chikungunya and Zika outbreaks in Merida, Mexico. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, San Francisco, v. 12, n. 3, p. e0006298, 15 mar. 2018.

BOHRA, A.; ANDRIANASOLO, H. Application of GIS in Modeling of Dengue Risk Based on Sociocultural Data: Case of Jalore, Rajasthan, India. **Dengue Bulletin**, New Delhi, v. 25, p. 92-102, 2001.

BONIFAY, T. *et al.* Poverty and arbovirus outbreaks: when chikungunya virus hits more precarious populations than dengue virus in French Guiana. **Open Forum Infectious Diseases**, Cary, v. 4, n. 4, out. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.102, de 13 de maio de 2022. Altera o Anexo 1 do Anexo V à Portaria de Consolidação GM/MS nº 4, de 28 de setembro de 2017, para incluir o Sars-CoV-2 no item da Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) associada a coronavírus e incluir a covid-19, a Síndrome Inflamatória Multissistêmica Pediátrica (SIM-P) associada a covid-19 e a Síndrome Inflamatória Multissistêmica em Adultos (SIM-A) associada à covid-19 na Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública, nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 91, p. 66, 16 maio 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-1.102-de-13-de-maio-de-2022-400069218>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. **Guia de Vigilância em Saúde**: volume único. 3. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2019a. *E-book*.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Protocolo de vigilância e resposta à ocorrência de microcefalia relacionada à infecção pelo vírus Zika**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Dengue**: diagnóstico e manejo clínico: adulto e criança. 5. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2016a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Levantamento rápido de índices para Aedes aegypti (LIRAA) para vigilância entomológica do Aedes aegypti no Brasil**: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52,

2018. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, DF, v. 50, p. 1-14, 2019b. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/images/pdf/2019/janeiro/28/2019-002.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2019c. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, DF, v. 51, p. 1-14, 2020. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/images/pdf/2020/janeiro/20/Boletim-epidemiologico-SVS-02-1-.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2016. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, DF, v. 48, n. 45, p. 1-13, 2017b. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/janeiro/10/2017-046-Publicacao.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2017. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, DF, v. 49, n. 2, p. 1-13, 2018. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/images/pdf/2018/janeiro/23/Boletim-2018-001-Dengue.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 52, 2019. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, DF, v. 51, p. 1-14, 2020. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/images/pdf/2020/janeiro/20/Boletim-epidemiologico-SVS-02-1-.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Secretaria de Atenção Básica. **Chikungunya: manejo clínico**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017a. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/dezembro/25/chikungunya-novo-protocolo.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico temático manejo de resíduos sólidos urbanos**. Brasília, DF: Snis, 2009.

CAIXETA, D. M.; SOUSA, F. G. de. A utilização de ferramentas e técnicas de geoprocessamento na identificação e análise das áreas de maior ocorrência de casos de dengue em Goiânia-GO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais Eletrônicos** [...]. Florianópolis: Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, 2007.

CÂMARA, G. *et al.* Análise espacial de áreas. In: DRUCK, S. *et al.* (org.). **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília, DF: Embrapa, 2004. cap. 5.

CAMPOS, G. S.; BANDEIRA, A. C.; SARDI, S. I. Zika virus outbreak, Bahia, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 21, n. 10, p. 1885, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4593454/>. Acesso em: 15 mar. 2019.

CAO-LORMEAU, V. M. *et al.* French Polynesia. Zika virus, French Polynesia, South Pacific, 2013. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 20, n. 6, p. 1085-1086, 2014.

CARVALHO, M. S.; SOUZA-SANTOS, R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 361-378, 2005.

CARVALHO, S. M. *et al.* Controle do *Aedes aegypti* em áreas urbanas: uma abordagem sistêmica para uma dinâmica complexa. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, San Francisco, p. 1-15, July 2017.

CARVALHO, S.; MAGALHÃES, M. A. F. M.; MEDRONHO, R. A. Análise da distribuição espacial de casos da dengue no município do Rio de Janeiro, 2011 e 2012. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 51, p. 1-9, 2017. Disponível em: <https://rsp.fsp.usp.br/artigo/analise-da-distribuicao-espacial-de-casos-da-dengue-no-municipio-do-rio-de-janeiro-2011-e-2012/>. Acesso em: 10 ago. 2021.

CASTRO, D. B. de *et al.* Dengue epidemic typology and risk factors for extensive epidemic in Amazonas state, Brazil, 2010-2011. **BMC Public Health**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 1-10, 2018.

CAUCHEMEZ, S. *et al.* Association between Zika virus and microcephaly in French Polynesia, 2013-15: a retrospective study. **The Lancet**, London, v. 387, n. 10033, p. 2125-2132, 2016.

CAVALLIERI, F.; LOPES, G. P. **Índice de Desenvolvimento Social - IDS**: comparando as realidades microurbanas da cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro/ Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos, 2008. (Coleção Estudos Cariocas, 20080401). Disponível: <https://www.data.rio/documents/fa85ddc76a524380ad7fc60e3006ee97/about>. Acesso em: 10 jan. 2023.

CAVICCHIOLI NETO, V. *et al.* Desenvolvimento e integração de mapas dinâmicos georreferenciados para o gerenciamento e vigilância em saúde. **Journal of Health Informatics**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 3-9, 2014.

COSTA, M. A.; MARGUTI, B. O. **Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros**. Brasília, DF: IPEA, 2015.

CUNHA, L. S. *et al.* Relação dos indicadores de desigualdade social na distribuição espacial dos casos de Zika Vírus. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 5, p. 1839-1849, 2020.

DICK, G. W. A. Epidemiological notes on some viruses isolated in Uganda (Yellow fever, Rift Valley fever, Bwamba fever, West Nile, Mengo, Semliki forest, Bunyamwera, Ntaya, Uganda S and Zika viruses). **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, London, v. 47, n. 1, p. 13-48, 1953.

DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R.; ZUBEN, A. P. B. V. Arboviroses emergentes no Brasil: desafios para a clínica e implicações para a saúde pública. **Revista de Saúde Pública**,

São Paulo, v. 51, p. 1-6, 2017. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rsp/a/Nym8DKdvfL8B3XzmWZB7hJH/?format=pdf&lang=pt>.
Acesso em: 10 set. 2021.

DRUMOND, B. *et al.* Dinâmica espaço-temporal da dengue no Distrito Federal, Brasil: ocorrência e permanência de epidemias. **Ciências e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 5, p. 1641-1652, maio 2020.

FARIAS, M. N.; LEITE JÚNIOR, J. D. Vulnerabilidade social e Covid-19: considerações com base na terapia ocupacional social. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, São Carlos, v. 29, p. 1-13, 2021. Disponível em:
<https://www.ecaresentinela.com.br/sys/ab21dc6765052a47f45e74cfd749e144.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.

FAUCI, A. S.; MORENS, D. M. Zika virus in the Americas—yet another arbovirus threat. **New England Journal of Medicine**, New York, v. 374, n. 7, p. 601-604, 2016. Disponível em: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmp1600297#t=article>. Acesso em: 8 fev. 2019.

FEITOSA, F. R. S.; SOBRAL, I. S.; JESUS, E. N. Indicadores Socioambientais como subsídio à prevenção e controle da Dengue. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 351-368, set./dez. 2015. Disponível em: https://redib.org/Record/oai_articulo1036711-indicadores-socioambientais-como-subsidio-a-prevencao-e-controle-da-dengue. Acesso em: 10 set. 2021.

FRANÇA, E. *et al.* Participação da população em projeto de controle de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais: uma avaliação. **Informe Epidemiológico do SUS**, Brasília, DF, v. 11, n. 4, p. 205-213, 2002. Disponível em:
<http://scielo.iec.gov.br/pdf/iesus/v11n4/v11n4a03.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2021.

FREITAS, L. P. *et al.* Space–time dynamics of a triple epidemic: dengue, chikungunya and Zika clusters in the city of Rio de Janeiro. **Proceedings of the Royal Society B**, London, v. 286, n. 1912, p. 1-10, 2019.

FURUYA, K. L. *et al.* Co-distribution and co-infection of chikungunya and dengue viruses. **BMC Infectious Diseases**, London, v. 16, n. 84, p. 1-11, Mar. 2016.

GEWEKE, J. Priors for macroeconomic time series and their application. **Discussion Paper**, Minneapolis, n. 64, p. 1-53, 1992. Disponível em:
<https://www.minneapolisfed.org/research/dp/dp64.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2020.

GOMÉZ, M. Z.; ISAZA, D. V. El virus Chikungunya en Colombia: aspectos clínicos y epidemiológicos y revisión de la literatura. **Iatreia**, Medellín, v. 29, n. 1, p. 65-74, 2016.

GONÇALVES NETO, V. S.; RABÊLO, J. M. M. Aspectos epidemiológicos do dengue no município de São Luís, Maranhão, Brasil, 1997-2002. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 5, p. 1427-1431, 2004.

GONÇALVES, C. M. **Diferenças na variação da competência vetorial entre nove populações de *Aedes aegypti* do município de Belo Horizonte, Minas Gerais, ao Dengue**

virus 2. 2014. 64 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Centro de Pesquisas René Rachou, Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte, 2014.

GOULD, E. P. J. *et al.* Emerging arboviruses: why today? **One Health**, Amsterdam, v. 4, p. 1-13, July 2017.

GREEN, P. E. **Analyzing multivariate data**. Hinsdale: The Dryden Press, 1978.

GREGIANINI, T. S. *et al.* Emerging arboviruses in Rio Grande do Sul, Brazil: Chikungunya and Zika outbreaks, 2014-2016. **Reviews in Medical Virology**, Chichester, v. 27, n. 6, Aug. 2017.

GREGIANINI, T. S. *et al.* Emerging arboviruses in Rio Grande do Sul, Brazil: Chikungunya and Zika outbreaks, 2014-2016. **Reviews in Medical Virology**, Chichester, v. 27, n. 6, p. 1-10, Aug. 2017.

GUIMARÃES, L. M.; CUNHA, G. M. D. Diferenças por sexo e idade no preenchimento da escolaridade em fichas de vigilância em capitais brasileiras com maior incidência de dengue, 2008-2017. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 10, p. 1-12, 2020.

HAUG, C. J.; KIENY, M. P.; MURGUE, B. The zika challenge. **The New England Journal of Medicine**, Boston, v. 74, n. 19, p. 1801-1803, May 2016.

HAYES, E. B. *et al.* Zika virus outside Africa. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 15, n. 9, p. 1347-1350, 2009.

HINO, P. *et al.* Distribuição espacial de doenças endêmicas no município de Ribeirão Preto (SP). **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. s11, p. 1289-1294, 2011.

HONÓRIO, N. A. *et al.* Chikungunya: uma arbovirose em estabelecimento e expansão no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, n. 5, p. 906-908, maio 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de Indicadores Sociais**: em 2020, sem programas sociais, 32,1% da população do país estariam em situação de pobreza 2020. Rio de Janeiro, 3 dez. 2021. Disponível em: from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/32418-sintese-de-indicadores-sociais-em-2020-sem-programas-sociais-32-1-da-populacao-do-pais-estariam-em-situacao-de-pobreza>. Acesso em: 20 jan. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: censo2010.ibge.gov.br/. Acesso em: 7 fev. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**: Brasil: Maranhão: São Luís: panorama. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-luis/panorama>. Acesso em: 4 nov. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Conheça cidades e estados do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010c. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. (Estudos e Pesquisas. Informação Demográfica e Socioeconômica, 43

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b. Disponível em: https://observatoriopnrs.files.wordpress.com/2014/12/pnsb_ibge-2008-2010.pdf. Acesso em: 10 jan. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros**. Brasília, DF: Ipea, 2015. Disponível em: http://ivs.ipea.gov.br/images/publicacoes/Ivs/publicacao_atlas_ivs.pdf. Acesso em: 5 jan. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Atlas do Desenvolvimento Humano das Regiões Metropolitanas**. Brasília, DF: Ipea, 2013.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. **Situação Ambiental da Ilha do Maranhão**. São Luís: Imesc, 2011. Disponível em: https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/material3os/2011_IMESC_SituacaoAmbientalMaranhao_IMESC_DE3os.pdf. Acesso em: 10 set. 2022.

IOOS, S. *et al.* Current Zika virus epidemiology and recent epidemics. **Médecine et Maladies Infectieuses**, Paris, v. 44, n. 7, p. 302-307, 2014. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0399077X14001085>. Acesso em: 11 mar 2019.

IOVINE, N. M. *et al.* Coinfection With Zika and Dengue-2 Viruses in a Traveler Returning From Haiti, 2016: Clinical Presentation and Genetic Analysis. **Clinical Infectious Diseases**, Chicago, v. 64, n. 1, p. 72-75, Jan. 2016.

JOHANSEN, I. G.; CARMO, R. L.; ALVES, L. C. O espaço como dimensão analítica central na compreensão da dinâmica da Dengue na escala intramunicipal. In: CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE POBLACIÓN, 7.; ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 20., 2016, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu, 2016. Disponível em: <https://abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/2740/2638>. Acesso em: 10 fev. 2019.

KIKUTI, M. *et al.* Spatial distribution of dengue in a brazilian urban slum setting: role of socioeconomic gradient in disease risk. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, San Francisco, July 2015.

KLEINMAN, K. **Rsatscan**: tools, classes, and methods for interfacing with satscan stand-alone software. [*S. l.*], 2015.

KULLDORFF, M. A spatial scan statistic. **Communications in Statistics: Theory and Methods**, [*S. l.*], v. 26, n. 6, p. 1481–1496, Jan. 1997.

KULLDORFF, M. *et al.* Evaluating cluster alarms: A space-time scan statistic and brain cancer in Los Alamos. **American Journal of Public Health**, Washington, DC, v. 88, n. 9, p. 1377-1380, 1998.

TM

KULLDORFF, M. **SaTScan User Guide for version 9.6**. [S. l.: s. n.], mar. 2018. Disponível em: https://www.satscan.org/cgi-bin/satscan/register.pl/SaTScan_Users_Guide.pdf?todo=process_userguide_download. Acesso em: 19 jun. 2018.

KULLDORFF, M.; NAGARWALLA, N. Spatial disease clusters: detection and inference. **Statistics in Medicine**, Chichester, v. 14, n. 8, p. 799-810, 1995.

LIMA, E, P.; GOULART, M. O. F.; ROLIM NETO, M. L. Meta-analysis of studies on chemical, physical and biological agents in the control of *Aedes aegypti*. **BMC Public Health**, [S. l.], v. 15, n. 858, 2015. Disponível em: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-015-2199-y>. Acesso em: 5 set. 2021.

LIMA-CAMARA, T. N. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 50, p. 1-7, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/ZVNSNvmVknYpnDYnNYZHwxk/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 5 set. 2021.

LOPES, T. F. *et al.* Laboratory evaluation of the development of *Aedes aegypti* in two seasons: influence of different places and different densities. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, São Paulo, v. 56, n. 5, p. 369-374, 2014.

LUZ, K. G.; SANTOS, G. I. V. dos; VIEIRA, R. de M. Febre pelo vírus Zika. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 24, n. 4, p. 785-788, 2015. Disponível em: http://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?pid=S167949742015000400021&script=sci_arttext&tln g=pt. Acesso em: 4 fev. 2019.

MACHIDA, G. K.; SILVA, M. H. S. da; PORANGABA, G. F. O. A relação entre a dengue e a precipitação: um estudo sobre a dengue no município de Pereira Barreto-SP em 2019. **Formação (Online)**, São Paulo, v. 29, n. 54, p. 145-166, 2022.

MACNAMARA, F. N. Zika virus: a report on three cases of human infection during an epidemic of jaundice in Nigeria. **Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, London, v. 48, n. 2, p. 139-145, 1954. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0035920354900061>. Acesso em: 11 fev. 2019.

MADARIAGA, M.; TICONA, E.; RESURRECION, C. Chikungunya: bending over the Americas and the rest of the world. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, Salvador, v. 20, n. 1, p. 91-98, 2016.

MAGALHÃES, G. B. **Comportamento espaço-temporal da dengue e sua relação com os elementos atmosféricos e socioeconômicos em Fortaleza/CE**. 2015. 265 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

MASULLO, Y. A. G. **Avaliação da dinâmica espacial da dengue em relação às questões socioambientais no distrito sanitário da COHAB no município de São Luís – MA.** 2013. 143 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sócioespacial e Regional) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2013.

MASULLO, Y. A. G.; LOPES, J. A. V Indicadores econômicos da região metropolitana da grande São Luís. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 21, p. 30-40, 2017.

MÉNDEZ, N. *et al.* Perfil clinicoepidemiológico de la infección por Chikungunya en casos hospitalarios atendidos en 2015 en Mérida, México. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Washington, DC, v. 41, p. 1-5, 2017.

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

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. v. 1.

MOL, M. P. G. *et al.* Gestão adequada de resíduos sólidos como fator de proteção na ocorrência da dengue. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Washington, DC, v. 44, p. 1-9, 2020. Disponível em: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51932/v44e222020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 out. 2021.

MONDINI, A.; CHIARAVALLOTI NETO, F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 6, p. 923-930, 2007. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/32332>. Acesso em: 8 out. 2019.

MOREIRA, E. P. B. **Análise Espaço-temporal de casos de dengue por distrito sanitário, São Luís, Maranhão, Brasil.** 2016. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.

MOYA, J.; PIMENTEL, R.; PUELLO, J. Chikungunya: un reto para los servicios de salud de la República Dominicana. **Revista Panamericana Salud Publica**, Washington, DC, v. 36, n. 5, p. 331-335, nov. 2014.

MUSTAFA, M. S. *et al.* Discovery of fifth serotype of dengue virus (DENV-5): A new public health dilemma in dengue control. **Medical journal, Armed Forces India**, New Delhi, v. 71, n. 1, p. 67-70, 2015.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Documentos temáticos**: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: 6 - 7 - 11 - 12 – 15. Organização Haroldo Machado Filho. Brasília, DF: ONUBR, 2018.

NARDI, S. M. T. *et al.* Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 72, n. 3, p. 185-191, 2013.

NASCIMENTO, J. R. do. **Distribuição espacial de infecção humana por dengue, chikungunya e zika.** 2018. 56 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da

Biodiversidade) – Faculdades de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

NETTO, E. M. *et al.* High Zika Virus Seroprevalence in Salvador, Northeastern Brazil Limits the Potential for Further Outbreaks. **mBio**, Washington, v. 8, n. 6, p. e01390-17, 2017.

NHANTUMBO, E. M. **Ocorrência da Dengue em áreas urbanas selecionadas e sua associação com indicadores entomológicos e de intervenção Belo Horizonte, Brasil**. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

NUNES, M. R. T. *et al.* Emergence and potential for spread of Chikungunya virus in Brazil. **BMC Medicine**, London, v. 13, p. 102, 2015.

OLIVEIRA, B. M. de. **Monitoramento de ovos de aedes aegypti em bairros do município de Barra do Garças com casos de dengue**. 2019. 38 f. Monografia (Bacharelado em Biomedicina) – Instituto de Ciências Biológicas e Saúde, Universidade Federal do Mato Grosso, Barra do Garças, 2019).

OLIVEIRA, G. C. S. *et al.* Uma abordagem da geografia do clima sobre os eventos extremos de precipitação em Recife PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 2, p. 238-251, 2011.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **O que é o IDH?** Brasília, DF: ONU, 2022. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/o-que-%C3%A9-o-idh>. Acesso em: 10 mar. 2023.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE; WORLD HEALTH ORGANIZATION. Actualización epidemiológica anual para dengue, chikunguña y zika en 2021. Situation Report, [S. l.], 29 mar. 2023. Disponível em: https://ais.paho.org/ha_viz/arbo/pdf/OPS%20Arbo%20Boletin%202021.pdf. Acesso em: 4 nov. 2022.

PAIXÃO, E. S.; TEIXEIRA, M. G.; RODRIGUES, L. C. Zika, chikungunya e dengue: as causas e ameaças de doenças arbovirais novas e reemergentes. **BMJ Glob Health**, London, v. 3, p. e000530, 2018. Suplemento 1.

PONTES, A. F. *et al.* O papel da Enfermagem inserida na Atenção Primária à Saúde no controle das arbovirose. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 3, p. 1-11, 2022.

RAMOS, F. R. **Análise espacial de estruturas intra-urbanas: o caso de São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 2002.

RAULINO, F. F. de A.; OLIVEIRA, T. R. de. Análise de infestação por *Aedes Aegypti* e transmissão da dengue no município de Russas, Ceará-Brasil, 2008-2011. **Cadernos ESP - Revista Científica da Escola de Saúde Pública do Ceará**, Fortaleza, v. 5, n. 1, p. 54-61, 2019.

REBÊLO, J. M. *et al.* Distribuição de *Aedes aegypti* e do dengue no Estado do Maranhão Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 477-486, 1999.

REDE BRASILEIRA DE PESQUISA EM SOBERANIA E SEGURANÇA ALIMENTAR. **Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da COVID-19 no Brasil: II VIGISAN: relatório final**. São Paulo: Fundação Friedrich Ebert/Rede PENSSAN, 2022. *E-book*. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2022/06/seguranca-alimentar-covid-8jun-2022.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

REIS, C. B.; ANDRADE, S. M. O. de.; CUNHA, R. V. da. Aliados do *A. Aegypti*: fatores contribuintes para a ocorrência do dengue segundo as representações sociais dos profissionais das equipes de saúde da família. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 517-526, 2013.

REYES, M. M. *et al.* Dengue, chikungunya and zika virus coinfection: results of the national surveillance during the zika epidemic in Colombia. **Epidemiology and Infection**, Cambridge, v. 147, p. e77, 2019.

RIBEIRO, J. H. M. de. *et al.* Ensino clínico e epidemiológico de dengue por meio da prática simulada. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, DF, v. 71, n. 2, p. 451-456, 2018.

RIZZI, C. B. *et al.* Considerações sobre a dengue e variáveis de importância à infestação por *Aedes aegypti*. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 13, n. 4, p. 24-40, 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/35133/20574>. Acesso em: 5 set. 2021.

ROCHA, J. **Sistemas complexos, modelação e geosimulação da evolução de padrões de uso e ocupação do solo**. 2012. Tese (Doutorado em Geografia – Ciências da Informação Geográfica) – Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2012.

RODRIGUES, M. *et al.* Análise espacial da mortalidade infantil e adequação das informações vitais: uma proposta para definição de áreas prioritárias. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 7, p. 2047-2054, jul. 2014.

RODRIGUES, W.; MAGALHÃES FILHO, L. N. L, PEREIRA, R. D. S. Análise dos Determinantes dos custos de resíduos sólidos urbanos nas capitais estaduais brasileiras. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 130-141, 2016.

RUST, R. S. Human arboviral encephalitis. **Seminars in Pediatric Neurology**, Philadelphia, v. 19, n. 3, p. 130-151, 2012.

SÃO LUÍS. Secretaria Municipal de Saúde. **Guia dos distritos**. São Luís: Semus, 2015. Disponível em: <https://www.saoluis.ma.gov.br/semus/conteudo/1265>. Acesso em: 29 ago. 2022.

SCHULER-FACCINI, L. *et al.* Possible Association between Zika virus infection and microcephaly - Brazil, 2015. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, Atlanta, v. 65, n. 3,

p. 59-62, 2016. Disponível em: <http://europepmc.org/abstract/med/26820244>. Acesso em: 12 out. 2016.

SERRA, J. S.; FARIAS FILHO, M. S. Expansão urbana e impactos ambientais na zona costeira norte do município de São Luís (MA). **RAEGA: O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 46, n. 1, p. 7-24, 2019.

SILVA, A. A. M. *et al.* Early growth and neurologic outcomes of infants with probable congenital Zika virus syndrome. **Emerging Infectious Diseases**, Atlanta, v. 22, n. 11, p. 1953-1956, 2016.

SILVA, E. T. C. *et al.* Análise espacial da distribuição dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais no estado da Paraíba, Brasil, 2007-2016. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 125, p. 465-477, 2020.

SILVA, J. S.; MARIANO, Z. F.; SCOPEL, I. A dengue no Brasil e as políticas de combate ao *Aedes aegypti*: da tentativa de erradicação às políticas de controle. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 3, n. 6, p. 163-175, jun. 2008.

SIQUEIRA, J. J. B. *et al.* Dengue and dengue hemorrhagic fever, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, Clifton, v. 11, n. 1, p.48-53, 2005.

SOBRAL, M. F. F.; SOBRAL, A. I. G. da. Casos de dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na Cidade do Recife. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 1075-1082, maio 2019. Disponível em: <http://www.cienciaesaudecoletiva.com.br/artigos/casos-de-dengue-e-coleta-de-lixo-urbano-um-estudo-na-cidade-do-recife/16258?>. Acesso em: 10 set. 2019.

SOUSA, S. C. *et al.* Factors associated with the occurrence of dengue epidemics in Brazil: a systematic review. **Revista Panamericana de Salud Publica**, Washington, DC, v. 45, p. e84, 2021.

SOUSA, W. L. D. *et al.* Interação entre fatores socioeconômicos ambientais e ocorrência de casos da dengue no Ceará. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 14, p. 31-41, 2017.

SOUZA, K. R. *et al.* Saberes e práticas sobre controle do *Aedes aegypti* por diferentes sujeitos sociais na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 5, p. 1-13, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/nM73CV6s7LzRWLdSd5cknkt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 set. 2021.

TAUIL, P. L. Condições para a transmissão da febre do vírus chikungunya. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 23, n. 4, p. 773-774, 2014.

TEICH, V.; ARINELLI, R.; FAHAM, L. *Aedes aegypti* e sociedade: o impacto econômico das arboviroses no Brasil. **Jornal Brasileiro de Economia da Saúde**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 267-276, 2017. Disponível em: <http://www.jbes.com.br/images/v9n3/267.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

THAMMAPALO, S. *et al.* Environmental factors and incidence of dengue fever and dengue haemorrhagic fever in an urban area, Southern Thailand. **Epidemiology and Infection**, Cambridge, v. 136, n. 1, p. 135-143, 2008.

THE R FOUNDATION. **The R Foundation for statistical computing**. [S. l.], 2019. Disponível em: <http://www.r-project.org/index.html>. Acesso em: 10 set. 2022.

VALLE, D.; AGUIAR, R.; PIMENTA, D. Lançando luz sobre a dengue. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 67, n. 3, p. 4-5, 2015.

VASCONCELOS, P. F. da C. Doença pelo vírus Zika: um novo problema emergente nas Américas. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, Ribeiro Preto, v. 6, n. 2, p. 9-10, 2015.

VAZQUEZ-PROKOPEC, G. M. *et al.* Quantifying the spatial dimension of dengue virus epidemic spread within a tropical urban environment. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, San Francisco, v. 21, n. 4, p. e920, dez. 2010.

VIANA, D.V.; IGNOTTI, E. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 240-256, 2013.

VIEIRA, D. C. D. M.; RODRIGUES, J. C.; RODRIGUES, J. C. Mapeamento e análise de desigualdades socioespaciais: Abordagem interpretativa a partir da cidade de Belém, Pará. **Geosaberes: Revista de Estudos Geoducacionais**, Fortaleza, v. 9, n. 17, p. 1-21, 2018.

VILLAMIL-GÓMEZ, W. E. *et al.* Coinfecção com zika, dengue e chikungunya em uma mulher grávida da Colômbia. **International Journal of Infectious Diseases**, Hamilton, v. 51, p. 135-138, 2016.

WERNECK, G. L.; HASSELMANN, M. H.; GOUVÊA, T. G. Panorama dos estudos sobre nutrição e doenças negligenciadas no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 39-62, 2011.

WICKHAM, H. **Ggplot2: elegant graphics for data analysis (Use R)**. 2. ed. [S. l.]: Springer, 2016.

XAVIER, D. R. *et al.* Difusão espaço-tempo do dengue no Município do Rio de Janeiro, Brasil, no período de 2000-2013. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 2, p. 1-13, 2017.

ZAGALLO, S. A. **Esgotamento sanitário e vulnerabilidade social: um estudo de caso em São Luís – MA com a utilização de técnicas de geoprocessamento**. 2018. 181p. Dissertação de Mestrado – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília – Distrito Federal.

ZAMBRANO, H. *et al.* Case report: zika virus and chikungunya virus coinfections: a series of three cases from a single center in Ecuador. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, Baltimore, v. 95, n. 4, p. 894-896, 2016.

ZANLUCA, C. *et al.* First report of autochthonous transmission of Zika virus in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 110, n. 4, p. 569-572, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0074-02762015000400569&script=sci_arttext. Acesso em: 11 abr. 2019.

ZARA, A. L. de S. A. *et al.* Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 25, n. 2, p. 391-404, abr./jun. 2016.

ANEXO A - NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGO À REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL

Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical/Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine is a multidisciplinary, open-access, and peer-reviewed journal publishing original research from all fields of tropical medicine (including epidemiology, clinical studies, pathology, and immunology) and infectious diseases. It is the official journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine. The journal publishes Major Articles, Short Communications, Case Reports, Editorials, Letters to the Editor, Images in Infectious Diseases, Technical Reports, Obituaries, and Special Numbers (supplements). Review articles are invited by the Editor or Associate Editors. The journal publishes manuscripts only in English. **Its content is freely accessible to readers, and no publication fee is charged from the authors.**

From 2017, the journal has established that the authors will be requested to send the certificate of English review and editing by a professional English editing company during the manuscript submission process.

From January 2019, ***Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical/Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine*** has adopted the yearly continuous publication modality, which is available online on SciELO database.

Submission to ***Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical/Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine*** implies that the manuscript has not been published previously (except in abstract format), and that it is not being considered for publication elsewhere.

Manuscripts submitted for publication in this journal are initially evaluated by the administrative staff to ensure compliance with the journal guidelines. The manuscripts that meet the basic requirements are then sent to reviewers for evaluation through a peer-review system. The journal editors will use detailed reports from the reviewers to decide whether to accept a submitted paper. In case of a difference of opinion among the reviewers, the manuscript will be sent to another reviewer to validate the final editorial decision, in accordance with the submission workflow of the journal (**available online at <http://www.scielo.br/revistas/rsbmt/iinstruc.htm#006>**).

Manuscripts must be written in English and submitted electronically using the following link: <http://mc04.manuscriptcentral.com/rsbmt-scielo>

Poor use of English language in manuscripts is the major cause of delay in publication. We strongly advise authors with English as a foreign language to have their manuscripts preferably translated and edited by a professional English translation and editing company, or checked by a scientist who is a native English speaker. A copy of the certificate should be sent to the journal.

Scientific Misconduct in Publication (Plagiarism, data manipulation and manufacturing)

Plagiarized content will not be considered for publication. The journal will check all manuscripts and if suspect plagiarism, COPE guidelines will be followed.

During peer review process, if plagiarism is detected, the manuscript will be rejected, if detected after the publication, the paper will be retracted.

Fast-track submissions: According to the established editorial policy, manuscripts considered eligible for fast-track evaluation by the Journal's Editors will be peer-reviewed within one week and, if accepted, they will be published within two to four weeks. Disease priority will be determined by the Editorial Board according to its epidemic occurrence in Brazil or worldwide.

Preprints: *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*/Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine supports the international initiatives that resulted in a more transparent editorial process, currently known as the "Open Science" tendency. Thus, manuscripts deposited in the preprint server (SciELO Preprints, bioRxiv) could be submitted to *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*/Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine. The peer-review process for articles based on preprint servers will be decided by the Journal's Editorial Board.

<https://mc04.manuscriptcentral.com/rsbmt-scielo>

<https://preprints.scielo.org/index.php/scielo>

The editorial office can be contacted at the following address:

***Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*/Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine**

e-mail: rsbmt@rsbmt.uftm.edu.br

Website: <http://www.scielo.br/rsbmt>

The journal invites the following types of manuscripts for consideration: Major Articles, Review and Mini-Review Articles, Editorials, Short Communications, Case Reports, Obituaries, Technical Reports, Images in Infectious Diseases, Letters to the Editor, and Special Numbers (Supplements).

Major Articles: Major Article manuscripts must report original research, not previously published or in consideration for publication elsewhere. Major articles have a limit of 3,500 words (excluding the abstract, title, references, and illustrations). Manuscripts must include a structured abstract of not more than 250 words, organized using the following headings: Introduction, Methods, Results, and Conclusions. The manuscript text should be organized into the following sections: title, running title, structured abstract, keywords (three to six), manuscript text (Introduction, Methods, Results, and Discussion), acknowledgments, conflict of interest statement, financial support, references, and figure legends. A total of five illustrations (tables and figures) are allowed.

Systematic Reviews and meta-analyses: We consider submissions with systematic reviews and meta-analyses as research articles. Authors may submit these manuscripts by selecting the "major articles" modality. Reports of systematic reviews and meta-analyses must adhere to the PRISMA (<http://www.prisma-statement.org>) Statement or other guidelines applicable to the study design.

Review Articles: Review articles should present a critical review of recent trends and progress in the study of infectious diseases/tropical medicine, rather than a simple literature review. **Review articles are usually invited by the Editor or Associate Editors.** Review articles have a limit of 3,500 words (excluding the abstract, title, references, and illustrations) and should be accompanied by a non-structured abstract of up to 250 words. Five illustrations (tables and figures) are allowed. The journal also publishes mini-reviews. These articles have a limit of 3,000 words (excluding the abstract, title, references, and illustrations) and must be accompanied by a non-structured abstract of up to 250 words. Mini-reviews may contain up to three illustrations (tables and figures). The manuscript should be organized into the following sections: title, running title, abstract (non-structured), manuscript text, acknowledgments, conflict of interest statement, financial support, references, and figure legends.

Editorials: Editorials are typically written on invitation, bearing in mind the scope of the journal and its editorial policy. Editorials have a limit of 1,500 words, and do not require an abstract and keywords. They may use one illustration (table or figure), and should have a conflict of interest statement, and a list of 10 or fewer references.

Short Communications: Short communication manuscripts should be reports on exciting new results/techniques of research or investigation in areas within the scope of the journal. Such articles have a limit of 2,000 words (excluding the abstract, title, references, and illustrations). They should have a structured abstract of not more than 100 words (with the subheadings: Introduction, Methods, Results, and Conclusions) and may include up to 15 references. Up to three illustrations (tables and figures) are allowed. Three to six keywords are allowed. The body of the manuscript should not be divided into topics or subheadings. Acknowledgments, conflict of interest statement, and financial support must be included.

Case Reports: Case Reports must be brief reports with a limit of 1,500 words (excluding the abstract, title, references, and illustrations), with a maximum of three illustrations (tables and figures), up to 12 references, three keywords, and a non-structured abstract of up to 100 words. The body of the manuscript should be divided according to the following headings: Introduction, Case report, Discussion, References, and Figure legends. Acknowledgments, conflict of interest statement, and financial support must be included.

The Journal will publish Case Reports only with the following conditions bellow:

1. When the Case Report addresses the first Case Report of the specialized literature about the subject.
2. When it contains a brief review of the worldwide and national literature about the topic that will be reported, denoting the data bases where the search was made, explaining what would be the differential regarding others reports already published, justifying its publication.

Technical Reports: Technical reports should be concise reports on the results and recommendations of a meeting of experts. Such reports may be also considered if they are formatted as an editorial.

Images in Infectious Diseases: An Images in Infectious Diseases submission must include up to three photographs/figures with the best possible quality. Up to three authors and three references are allowed. The maximum length of such an article is 250 words (excluding title and

references), with an emphasis on figure description. The theme should involve the clinical lesson clarified by appropriate illustrations and figure descriptions.

Letters to the Editor: Readers are encouraged to write about any topic related to infectious diseases and tropical medicine that fits into the scope of the journal. Letters should be no longer than 1,200 words, without abstract and keywords, and with only one illustration (table or figure). Letters may discuss material previously published in the journal and cite up to 12 references.

Special Numbers: Proposals for special numbers (supplements) must be made in writing to the Editor and/or Guest Editor. They will be evaluated on the basis of suitability of the topic, program organization, scientific format or production, according to the scope of the journal.

Authors are advised to read these instructions carefully and follow them closely to ensure the timely and efficient review and publication of their manuscript. The editors reserve the right to return manuscripts that do not comply with these guidelines.

Online submission system: All manuscripts to be considered for publication in the journal should be submitted in electronic form via the online submission system at <http://mc04.manuscriptcentral.com/rsbmt-scielo>. The author must choose one manuscript category from the “Manuscript types” menu: Major Article, Editorial, Review Article, Mini-Review, Short Communication, Case Report, Technical Report, Images in Infectious Diseases, Letter to the Editor, Authors’ Reply, or Other (when a submission does not fit any other category). Authors and co-authors are entirely responsible for the contents of the manuscript.

Cover Letter: a) It must contain a statement that the proposed manuscript describes original research and is not published or under consideration for publication by another scientific journal. The cover letter must also state that the data/results of the manuscript are not plagiarized. b) The letter must be signed by all authors and, when strictly impossible, the first and the last author may sign by proxy for the other co-authors. c) The authors must include a declaration of their agreement that the manuscript, after submission, may not have the order or the number of authors altered without providing any justification and/or information to *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* or *Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine*. d) The authors must declare that if the manuscript is accepted for publication, they agree to the transfer of all copyrights to the journal.

Authors must state the server, period, and DOI code in the Cover Letter when uploading a manuscript to the preprint server.

Authors’ contribution: The authors must provide one or more contributions each, specifying the contribution of each author to the study, in a separate document, in the submission system. The authors’ contributions will be published at the end of the manuscript.

Supplemental material: it is defined as files related to a specific manuscript, which authors supply for publication linked to their manuscripts. Generally, they are additional pieces to the article that could not be included in the issue, such as appendices, spreadsheets, tables, figures that is impossible to present within the article. All supplementary material will be sent to reviewers for peer review. The Editor-in-Chief, Associated, and Section Editors will define the about limits for received supplementary material.

We strongly recommend that Supplementary Material uploaded into the system be in the following format:

- Preferable be uploaded in PDF format or provide link to access files;
- Supplementary tables and figures with five or more pieces please provide a PDF file. Providing small size files for quick download purposes.

The manuscript should be prepared using a word processing software, and saved as a .doc or .docx file. Preferred font is Times New Roman, size 12, with double spacing throughout the text, figure legends, and references, with margins of at least 3 cm. Organize the manuscript into the following sections: Cover Letter (addressed to the Editor-in-Chief), Title Page, including Manuscript Title, Running title, Abstract, Keywords, followed by Manuscript Text, Conflict of Interest statement, Acknowledgments, Financial Support, References, and Figure Legends. Cover Letter, Title Page, Acknowledgments, and Financial Support must be provided as separate documents. Abbreviations should be used sparingly.

Title Page: The title page should include the authors' names in direct order and without abbreviations, along with institutional affiliations in the following sequence: author's institution, department, city, state, and country. For Brazilian authors, please do not translate the names of institutions. Complete address of the corresponding author must be specified, including telephone number and e-mail address. The number of authors and co-authors per paper should be limited in accordance with the number of authors that contributed to the manuscript. Except for national and international multicenter studies, up to 20 authors and co-authors will be allowed. The remaining authors' names will be published in a footnote. Provide the ORCID number of the corresponding author and all co-authors.

Potential reviewers: Authors must provide names and contact information (e-mail address and institutional affiliations) of three potential unbiased reviewers, from an institution different from that of the authors.

Title: The title should be as concise, clear, and informative as possible. It should not contain abbreviations and should not exceed 250 characters.

Running Title: The running title may include up to 100 characters.

Structured Abstract: The structured abstract should summarize the results obtained and the major conclusions in such a way that a reader not already familiar with the particular topic of the paper can understand the implications of the article. The abstract should not exceed 250 words and must be structured with the following headings: Introduction, Methods, Results, and Conclusions. The use of abbreviations should be avoided.

Keywords: Three to six keywords should be listed immediately below the structured abstract (Example: Tuberculosis. Primary health care. Structure of services.). Please visit the website <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh> for reference.

Introduction: The article's introduction should be brief, and stating the purposes for which the study has been performed. Previous studies should be cited only when essential.

Methods: The methods used in the study should be clear and sufficiently detailed, so that the readers and reviewers can understand precisely what has been done and allow replication of the study by others. Standard techniques only need to be referenced.

Ethics: If the work involves human subjects, the author should indicate that the procedures followed were in accordance with the ethical standards of the responsible committee on human experimentation (institutional, regional, or national) and in accordance with the principles of Declaration of Helsinki, 1964, as revised in 1975, 1983, 1989, 1996, and 2000. For animal experiments, the author should indicate whether a national research council's guide for animal experimentation or any law on the care and use of laboratory animals was complied with. The approval number must be sent to the journal. In case of research on humans, authors must include in the methods section (ethical considerations subsection), a statement that the study was approved by the Institutional Ethics Committee.

Clinical trials: In the case of clinical trials, the manuscript should be accompanied by the registration number and agency of registration of the clinical trial (REBEC platform).

Results: The results section should be a concise and impersonal account of the new information (all relevant positive and negative findings) revealed by the study. Avoid repeating in the text the data presented in the tables or illustrations and use past tense to write the results.

Discussion: The discussion section should be limited to the significance of the new information and tightly argued, considering the clinical relevance, strengths, and study limitations. Do not include a general review of the topic. Keep the discussion concise and relevant. The main conclusions should be presented as the last paragraph of the discussion section.

Acknowledgments: Any acknowledgments should be short, concise, and restricted to those that are necessary and do not meet the authorship criteria. In case of sponsoring institutions, do not use acronyms.

Conflict of Interest: All authors are required to disclose any type of conflict of interest during the development of the study.

Financial Support: List all the financial support received from agencies, institutions, and other organizations that funded a part or whole of the research.

References: Only references cited in the text should be included in the list at the end of the manuscript. The references should be numbered consecutively in progressive order using Arabic numerals as they appear in the text. The reference list should be formatted according to the Vancouver style. All authors, up to six, must be listed. For seven or more authors, list the first six, followed by "et al." Type the reference list on a separate page at the end of the manuscript, using double spacing.

Numbered references to personal communications, unpublished data, or manuscripts either "in preparation" or "submitted for publication" should not be listed among the references. Papers accepted for publication should be referred to as "in press" and the letter of acceptance of the journal must be provided. Such material can be incorporated at the appropriate place in the text in accordance with the following examples: (AB Figueiredo: Personal Communication, 1980), (CD Dias, EF Oliveira: Unpublished Data). In-text citations should be indicated using the appropriate reference numbers as superscripts to the corresponding word, separated by comma or

hyphen, example, World1,2, Life30,42,44-50. The references at the end of the manuscript should follow the system used in ‘the uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals’ (for more information, please visit <http://www.nlm.nih.gov/citingmedicine>). The titles of journals referenced should be abbreviated according to the style used in the *Index Medicus* (for more information, please visit <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>).

Responsibility for the bibliographic citations in the text and reference list lies entirely with the authors.

Illustrations: All illustrations should be submitted as separate files, and named using only the figure number (e.g., Figure 1, Figure 2). All figures should be numbered using Arabic numerals and cited consecutively in the text. Authors can upload colored, or black and white figures.

Titles and Legends: Titles and legends should be typed at the end of the manuscript with double spacing.

Dimensions: The dimensions of the illustrations and figures should not exceed 18 cm width by 23 cm height. The correct specifications for each figure format are as follows:

- **Images/Photographs** must be submitted in high-resolution **TIFF** format. Verify that the photograph must have been taken at a minimum resolution of 600 dpi—preferably between 900 and 1200 dpi—and prepared using an image editing program (e.g., Adobe Photoshop, Corel Photo Paint).
- **Graphics** should be created using any statistical software and saved/exported using the original extensions (.xls, .xlsx, .wmf, .eps., or .pdf).
- **Maps** should be professionally vectorized (drawn) in high resolution using CorelDraw or Adobe Illustrator software.

Tables: Tables should be typed with single spacing, with a short descriptive title (positioned above the table), and submitted as separate files. Legends for each table should be placed below the table. All tables should be numbered using Arabic numerals and cited consecutively in the text. Tables should not have vertical lines, whereas, horizontal lines should be kept to a minimum. Tables should be a maximum of 18 cm wide by 23 cm high, using Arial, size 9 font.

Submission Process: All manuscripts should be submitted online at <http://mc04.manuscriptcentral.com/rsbmt-scielo> in accordance with the instructions at the top of each screen. The peer review process is performed completely online.

On Resubmissions and Revisions: The journal differentiates between: a) manuscripts that have been rejected, and b) manuscripts that will undergo further consideration after requested changes have been made.

Resubmissions: If you have received a letter of rejection and wish the editors to reconsider their decision, you may resubmit your manuscript. In this case, your file will be considered a new submission and you will receive a new manuscript number.

Revision: If the peer reviewers recommend revising your manuscript, please send it for a second analysis and review, forwarding the revised manuscript with the same manuscript number as the original.

After Acceptance: Once a manuscript is accepted for publication, the publication process includes the following steps:

- a) A copyright assignment form, provided by the journal's secretary and signed by the authors, must be returned to the journal.
- b) Proofs will be sent to the corresponding author to be carefully checked for typesetting accuracy. Changes or additions to the edited manuscript cannot be allowed at this stage of the editing process. The corrected proofs should be returned to the journal as soon as possible after their receipt by the corresponding author.
- c) Erratum requirements will only be accepted in case of confirmation of the fault on part of the technical staff of **Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine**.
- d) Accepted articles will be available in a continuous publication modality online on SciELO database.

Page Charges: There will be no page charges for publication in this journal.

Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical/Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine does not provide any kind of translation service.

SUBMISSION WORKFLOW OF REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL/JOURNAL OF THE BRAZILIAN SOCIETY OF TROPICAL MEDICINE

All manuscripts to be considered for publication in *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*/Journal of the Brazilian Society of Tropical Medicine should be submitted in electronic form via the online submission system (<http://mc04.manuscriptcentral.com/rsbmt-scielo>).

Journal's review policy (workflow):

1. All manuscripts submitted for publication in the journal are initially evaluated by the journal's administrative staff to ensure that the text complies with the journal's rules. The period for rules adjustments by authors will be 30 days. After that, the manuscript will be withdrawn.
2. Manuscripts that meet the standards of the journal are evaluated by the Editor, Associate Editors, or Section Editors to determine whether they fit into the scope and editorial policy of the journal. Subsequently, the administrative staff sends these manuscripts to the Editor-in-Chief.
3. The Editor-in-Chief (or Associate/Section Editors) assigns the manuscript to the reviewers.
4. Each submitted manuscript is sent to at least two reviewers in a double-blinded manner, and a statistical reviewer for evaluation and generation of a reasoned report (peer-review system), which is used by the editors to decide whether to accept the manuscript or not. In case of difference of opinion among the reviewers, the manuscript is sent to a third reviewer to help reach a final decision by the journal's editorial board.
5. Reviewer comments (free form review) are forwarded to the corresponding author to address the queries raised by the reviewers. The period for reviewer's suggestions adjustments by the authors will be 60 days. After that, the manuscript will be withdrawn.

6. The authors must respond to the queries, point by point, of each reviewer, highlighted with a different color in the text and return a revised version of the manuscript in accordance with the journal's guidelines. The revised version is sent back to the reviewers, who provide a final and reasoned report on the manuscript.
7. Reviewers' scores of the manuscript and the authors' responses are analyzed by the Editor, Associate Editors, or Section Editors.
8. The Editor-in-Chief makes the final decision regarding acceptance or rejection of the manuscript for publication.
9. The final editorial decision is sent to the authors.
10. After this step, the editing process is initiated. The accepted manuscripts are checked in the iThenticate – Crossref Similarity Check (anti-plagiarism tool) to verify its originality and then are sent for English editing and proper review.
11. The English review results and edited document are sent to the authors for analysis. The authors must state whether they accept the edited version.
12. Next, the layout process begins. The journal will communicate closely with the corresponding author regarding figures, tables, photographs, maps, illustrations, and the article's general format.
13. Authors must disclose any conflicts of interest or financial support and must provide a signed copyright assignment form.
14. Proofs are sent to the corresponding author to be checked, along with all co-authors for typesetting accuracy.
15. The final version of each manuscript will be available in 100% open access at http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issues&pid=0037-8682&lng=en&nrm=iso

ANEXO B - NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGO À REVISTA CADERNOS DE SAÚDE COLETIVA



Cadernos
Saúde Coletiva

Open Access

Cadernos Saúde Coletiva

Publicação de: Instituto de Estudos em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de ...

Área: Ciências Da Saúde

Versão impressa ISSN: 1414-462X Versão on-line ISSN: 2358-291X

ESPAÑOL ENGLISH

Submissão de manuscritos

Sobre o periódico

Corpo Editorial

Instruções aos autores

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Escopo e política

Os Cadernos Saúde Coletiva (CSC) publicam trabalhos inéditos considerados relevantes para a área de Saúde Coletiva.

Conflito de interesses: Todos os autores do manuscrito devem declarar as situações que podem influenciar de forma inadequada o desenvolvimento ou as conclusões do trabalho. Essas situações podem ser de origem financeira, política, acadêmica ou comercial.

Questões éticas: Todos os artigos resultantes de pesquisas envolvendo seres humanos estão condicionados ao cumprimento dos princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki (1964, reformulada em 1975, 1983, 1989, 1996 e 2000), da World Medical Association.

O artigo deverá conter o número do processo e o nome do Comitê de Ética ao qual foi submetido e declarar, quando for o caso, e informar que os sujeitos da pesquisa assinaram o termo de consentimento informado. O Conselho Editorial de CSC poderá solicitar informações sobre os procedimentos éticos executados na pesquisa, se achar necessário.

Autoria: Todos os autores do manuscrito devem estar dentro dos critérios de autoria do International Committee of Medical Journal Editors: (1) Contribuí substancialmente para a concepção e planejamento, ou análise e interpretação dos dados; (2) Contribuí significativamente na elaboração do rascunho ou na revisão crítica do conteúdo; e (3) Participei da aprovação da versão final do manuscrito.

A contribuição de cada um dos autores deve ser explicitada no Documento de responsabilidade pela autoria.

Processo de julgamento: Os artigos submetidos, que atenderem às Instruções aos colaboradores e estiverem de acordo com a política editorial da revista serão encaminhados para avaliação.

Pré-análise: a primeira análise é feita pelos Editores Associados com base na originalidade, pertinência, qualidade acadêmica e relevância do manuscrito para a saúde pública.

Avaliação por pares: os artigos selecionados na pré-análise são enviados para avaliação por especialistas na temática abordada.

O anonimato é garantido durante todo o processo de julgamento.

A revista adota softwares livres para identificação de plágio.

Forma e preparação de manuscritos

São aceitos trabalhos em português, espanhol e inglês, para as seguintes seções:

Tipo de manuscrito	Palavras*	Tabelas e figuras	Resumo
Artigos originais **	4.000	5	Estruturado, até 200 palavras
Revisões sistemáticas ou de escopo	4.500	5	Estruturado, até 200 palavras
Debate	6.000	8	Não estruturado, até 200 palavras
Artigos originais (Estudos qualitativos)	4.000	5	Não estruturado, até 200 palavras
Comunicação breve	2.000	2	Estruturado, até 200 palavras

Observação: A revista não aceita revisões narrativas ou integrativas.

* O número máximo de palavras não inclui o resumo, as tabelas e/ou figuras e referências.

**Artigos que apresentem resultados de ensaios clínicos devem obrigatoriamente ser acompanhados do número de registro do ensaio. Essa exigência está de acordo com a recomendação da BIREME/OPAS/OMS sobre o Registro de Ensaios Clínicos a serem publicados a partir de orientações da Organização Mundial da Saúde - OMS, do International Committee of Medical Journal Editors (www.icmje.org) e do Workshop ICTPR.

As entidades que registram ensaios clínicos segundo os critérios do ICMJE são:

- Australian New Zealand Clinical Trials Registry (ANZCTR)
- ClinicalTrials.gov
- International Standard Randomised Controlled Trial Number (ISRCTN)
- Netherlands Trial Register (NTR)
- UMIN Clinical Trials Registry (UMIN-CTR)
- WHO International Clinical Trials Registry Platform (ICTRP)

Documentos necessários:

A folha de rosto deve conter:

- Título do trabalho na língua original e em inglês e, no caso de o artigo original ser em inglês, título também em português (até 50 palavras)
- Título resumido (até 50 caracteres)
- Nome dos autores
- ORCID dos autores
- Titulação dos autores
- Vínculo institucional dos autores
- E-mail do autor correspondente
- Endereço completo do autor correspondente
- Agradecimentos. Pessoas ou Instituições que prestaram alguma colaboração ao trabalho, mas que não preenchem os critérios de autoria (opcional).

Resumo

O resumo deverá apresentar de forma concisa a questão central da pesquisa, os métodos utilizados, os resultados e a resposta à questão central do trabalho (até 200 palavras).

Para as seções aplicáveis, o resumo deve ser estruturado em Introdução, Objetivo, Método, Resultados e Conclusão.

Todos os artigos submetidos em Português ou Espanhol deverão ter resumo na língua principal e sua tradução em Inglês (Abstract). No caso de artigo submetido em Inglês, o resumo deve ser apresentado também em Português.

Deverão também trazer um mínimo de 3 e um máximo de 5 palavras-chave, traduzidas em cada língua (key words, palabras clave), dando-se preferência aos Descritores para as Ciências da Saúde, DeCS (a serem obtidos na página <http://decs.bvs.br/>).

Documento de responsabilidade de autoria

É necessário o envio, no ato da submissão, do documento de responsabilidade de autoria, assinado por cada um dos autores. Documento de responsabilidade de autoria ([link aqui](#))

Documento principal

O documento principal não pode conter identificação dos autores. Deve-se iniciar o documento principal com o título do artigo, Resumo e Abstract, e palavras chave, nos dois idiomas. Em seguida, o texto do manuscrito, dividido em subitens.

Ilustrações: O número máximo de ilustrações deve seguir a tabela informada acima. Em caso de exceções do número de quadros, tabelas e/ou figuras (gráficos, mapas etc.), estas deverão ser justificadas por escrito, em anexo à folha de rosto).

Tabelas: As tabelas devem ser apresentadas no corpo do texto, no local em que devem ser inseridas, numeradas consecutivamente com algarismos arábicos, na ordem em que foram citadas no texto. Deve ter título breve, com local e ano dos dados apresentados ano final do título.

Cabe ressaltar que a tabela deve ser autoexplicativa, evitando, desta forma, abreviações. As abreviações que forem necessárias, assim como outras notas explicativas, devem estar descritas na nota de rodapé da tabela, mesmo que já tenham sido citadas no texto.

Figuras: As fotografias, desenhos, gráficos, mapas, etc. devem ser citados como figuras. Devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos, na ordem em que foram citadas no texto. As legendas devem ser apresentadas ao final da figura; as ilustrações devem ser suficientemente claras para permitir sua reprodução, com resolução mínima de 300 dpi..

Equações: As equações deverão vir centralizadas e numeradas sequencialmente, com os números entre parênteses, alinhados à direita.

Referências: A norma adotada para elaboração das referências é Vancouver.

Submissão de manuscritos

O sistema que a revista utiliza para submissão dos artigos é o ScholarOne, que pode ser acessado pelo site <https://mc04.manuscriptcentral.com/cadsc-scielo>. Os autores deverão se cadastrar no sistema da revista para a submissão de manuscritos, que deverão ser enviados online. O acompanhamento do andamento dos manuscritos também deve ser feito por meio do sistema. Os contatos necessários com o autor serão realizados por e-mail.

Informações gerais

O periódico Cadernos Saúde Coletiva não cobra taxas para submissão e avaliação de artigos.

A aprovação dos textos implica na cessão imediata e sem ônus dos direitos autorais de publicação nesta Revista, a qual terá exclusividade de publicá-los em primeira mão. O autor continuará a deter os direitos autorais para publicações posteriores.

O endereço eletrônico da revista é: <http://www.cadernos.iesc.ufrj.br/cadernos/>. Dúvidas e comunicações deverão ser feitas pelo e-mail: cadernos@iesc.ufrj.br



SciELO - Scientific Electronic Library Online

Rua Dr. Diogo de Faria, 1067 – 9º andar – Vila Clementino 04037-003 São Paulo/SP - Brasil

E-mail: scielo@scielo.org

