



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM
MESTRADO EM ENFERMAGEM

THIAGO DE JESUS SANTOS

**DINÂMICA DA TRANSMISSÃO DE CHIKUNGUNYA E ASSOCIAÇÃO COM
INDICADORES DE VULNERABILIDADE SOCIAL NO BRASIL**

SÃO CRISTÓVÃO
2024

THIAGO DE JESUS SANTOS

**DINÂMICA DA TRANSMISSÃO DE CHIKUNGUNYA E ASSOCIAÇÃO COM
INDICADORES DE VULNERABILIDADE SOCIAL NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Enfermagem (PPGEN) da Universidade Federal de Sergipe / Campus São Cristóvão, como requisito para obtenção do título de Mestre em Enfermagem.

Orientador: Prof. Dr. Allan Dantas dos Santos

Coorientador: Prof. Dr. Damião da Conceição Araújo

Linha de pesquisa: Gestão e Cuidado no contexto do SUS e as políticas em saúde e enfermagem.

Área de Concentração: Enfermagem, cuidado e saúde.

SÃO CRISTÓVÃO
2024

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Santos, Thiago de Jesus
S237d Dinâmica da transmissão de Chikungunya e associação com
indicadores de vulnerabilidade social no Brasil / Thiago de Jesus
Santos ; orientador Allan Dantas dos Santos. – São Cristóvão, SE,
2024
91 f. : il.

Dissertação (mestrado em Enfermagem) – Universidade
Federal de Sergipe, 2024.

1. Enfermagem. 2. Chikungunya. 3. Epidemias - Brasil. 4.
Análise espacial (Estatística). 4. Indicadores de saúde. I. Santos,
Allan Dantas dos, orient. II. Título.

CDU 616.988-083(81)

Em especial a minha bisavó Josefa Doroteia (*In memoriam*), ao meu avô José Mininho (*In memoriam*), a Deus e a todos aqueles que se fazem presentes em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Neste momento de conclusão, reflito não apenas sobre as minhas conquistas acadêmicas, mas também sobre a jornada que percorri para chegar até aqui, agradeço primeiramente a **Deus** que permitiu que todo esse processo ocorresse em minha vida, por cada benção concedida, por cada livramento e por toda proteção divina.

Ao meu coorientador, **Prof. Dr. Damião da Conceição Araújo**, que desde o início não apenas se mostrou um guia acadêmico exímio, mas também um mentor dedicado e um exemplo de comprometimento e profissionalismo. Obrigado por sua amizade, paciência infinita, compreensão profunda e vontade constante de compartilhar conhecimentos. Sua capacidade de enxergar além das palavras, de compreender não apenas o que é dito, mas também o que está implícito, revela a maestria de um verdadeiro doutor. A academia está cada vez mais carente de pessoas como você, suas palavras, pensamentos e conselhos foram faróis que me guiaram nos momentos de escuridão e incerteza e transformaram desafios em oportunidades de aprendizado. Expresso aqui minha mais sincera gratidão pela forma como você sempre incentivou meu crescimento não apenas como acadêmico, pesquisador e enfermeiro, mas como ser humano. Sua influência transcendeu os limites da sala de aula, deixando uma marca indelével em minha trajetória pessoal e profissional, sem sombra de dúvidas eis minha eterna inspiração.

Ao **Prof. Dr. Allan Dantas dos Santos** por ter abraçado a ideia e ter desde o início acreditado na mesma, por sempre ser solícito e por todos os ensinamentos aqui expresso minha gratidão por toda a sua orientação durante meu período de mestrado.

Aos meus pais **José Santiago** e **Soenildes** e a minha irmã **Simone**, que são minha fonte de inspiração, força e apoio em tantos os momentos e aspectos da minha vida. Obrigado por estarem sempre ao meu lado, apoiando e fortalecendo todos os meus sonhos, amo vocês.

A todos os meus amigos, em especial a **Vilk, Sayonara, Junior, Daiane, Isabela, Amado, Edilza, Matheus, Iury** e **Wenderson** que comemoram minha entrada no mestrado e estiveram ao meu lado durante todo o desenvolvimento da minha pesquisa apoiando e acreditando em meu potencial. Aos meus amigos do trabalho por toda parceria e compreensão nos momentos difíceis e aos os meus companheiros de mestrado em especial **Danilo, Beatriz, Jessica** e **Nayara** por todos os momentos que juntos compartilhamos.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Enfermagem (PPGEN)** pela oportunidade de ingresso no curso de Mestrado. E a todo o corpo docente por todo conhecimento compartilhado.

EPÍGRAFE

“(...) Se você tem um sonho, lute por ele. Existe uma disciplina. Não é sobre quantas vezes você foi rejeitado, caiu e teve que levantar. É sobre quantas vezes você fica em pé, levanta a cabeça e segue em frente”.
(Lady Gaga, 2019).

RESUMO

Introdução: No Brasil, as epidemias de Chikungunya têm sido recorrentes desde a introdução do vírus no país em 2014. Fatores ambientais, sociais, econômicos e políticos influenciam na dinâmica de transmissão e surgimento de epidemia. O uso de tecnologias avançadas, como geoprocessamento e análise espacial, desempenha um papel crucial na identificação das áreas de risco para a incidência da doença e no planejamento de estratégias de vigilância e a implementação de ações de controle. **Objetivo:** Analisar a dinâmica espacial e temporal da incidência da Chikungunya e a associação com os indicadores de vulnerabilidade social no Brasil. **Materiais e Método:** Estudo ecológico, exploratório e analítico, que foi conduzido no Brasil. Foram utilizados os registros dos casos notificados e confirmados por critério clínico e clínico-epidemiológico de Chikungunya entre os anos de 2017 a 2023 obtidos no SINAN. Os dados referentes aos indicadores de vulnerabilidade social foram coletados na plataforma oficial do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e do Atlas de Vulnerabilidade Social. A análise dos dados ocorreu em etapas: 1) caracterização do perfil epidemiológico da incidência de Chikungunya; 2) previsão de novos casos e uma série temporal interrompida usando ARIMA considerando a pandemia de Covid-19; 3) tendências temporais usando o modelo de regressão de Prais-Winsten e determinação da variação percentual anual; 4) distribuição espacial usando a método bayesiano empírico local, índice global e local de Moran; e 5) associação entre os indicadores de vulnerabilidade social e a incidência da Chikungunya aplicando a regressão espacial global e a regressão geograficamente ponderada multiescala. **Resultados:** As análises mostraram o total de 487.775 casos de Chikungunya diagnosticados no Brasil entre 2017 a 2023 com incidência de 232,1/100 mil habitantes, com maior incidência na região nordeste (58,8/100 mil habitantes). A série temporal demonstrou o impacto da sazonalidade na incidência da doença com média de 2.000 casos mensal/ano. Com a pandemia de Covid-19 em 2020, a série temporal interrompida demonstrou redução da notificação. No primeiro modelo ARIMA, não foi possível a previsão de novos casos. No segundo modelo, foi observado que sem a influência da pandemia, haveria aumento dos casos. A tendência temporal demonstrou que em 2017, a incidência aumentou 1,90% e houve tendência decrescente no período de 2020 a 2021 com redução de -0,93% dos casos. A distribuição espacial foi heterogênea e apresentou autocorrelação espacial positiva ($I: 0,71$; $p < 0,001$). As áreas de maior risco se concentraram na região nordeste. Os fatores associados com a incidência de Chikungunya no Brasil foram: o índice de vulnerabilidade social ($R^2: -1,28$; $p=0,003$), IVS renda e trabalho ($R^2: 1,93$; $p<0,001$), porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados ($R^2: 0,80$; $p=0,002$), porcentagem de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo ($R^2: 0,16$; $p=0,003$), porcentagem de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo e que gastam mais de uma hora até o trabalho ($R^2: 0,94$; $p < 0,001$), porcentagem da população em domicílios com densidade > 2 ($R^2: 0,58$; $p < 0,001$). A regressão local apontou para a região nordeste os maiores valores de associação ($t: 0,45$; $p < 0,001$), sendo a porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados ($R^2: 0,80$; $p=0,002$) e porcentagem da população em domicílios com densidade > 2 ($R^2: 0,58$; $p < 0,001$) os fatores mais impactantes. **Conclusão:** O estudo permitiu uma análise integrada da dinâmica de transmissão de Chikungunya no Brasil e os fatores associados. A integração de tecnologias e análises multifacetadas permitem o mapeamento de áreas de risco e evidências para a elaboração de estratégias de saúde pública.

Descritores: Febre de Chikungunya; Determinantes Sociais da Saúde; Fatores Socioeconômicos; Análise espacial; Regressão Espacial; Análise de Séries Temporais Interrompida.

ABSTRACT

Introduction: In Brazil, Chikungunya epidemics have been recurrent since the virus was introduced into the country in 2014. Environmental, social, economic and political factors influence the transmission dynamics and emergence of the epidemic. The use of advanced technologies, such as geoprocessing and spatial analysis, plays a crucial role in identifying areas at risk for the incidence of the disease and in planning surveillance strategies and implementing control actions. **Objective:** To analyze the spatial and temporal dynamics of the incidence of Chikungunya and the association with indicators of social vulnerability in Brazil. **Materials and methods:** Ecological, exploratory and analytical study, which was conducted in Brazil. Records of cases reported and confirmed by clinical and clinical-epidemiological criteria of Chikungunya between the years 2017 and 2023 obtained from SINAN were used. Data relating to social vulnerability indicators were collected on the official platform of the United Nations Development Program and the Social Vulnerability Atlas. Data analysis occurred in stages: 1) characterization of the epidemiological profile of Chikungunya incidence; 2) prediction of new cases and an interrupted time series using ARIMA considering the Covid-19 pandemic; 3) temporal trends using the Prais-Winsten regression model and determination of annual percentage change; 4) spatial distribution using the local empirical Bayesian method, global and local Moran index; and 5) association between social vulnerability indicators and the incidence of Chikungunya applying global spatial regression and multiscale geographically weighted regression. **Results:** The analyzes showed a total of 487,775 cases of Chikungunya diagnosed in Brazil between 2017 and 2023 with an incidence of 232.1/100 thousand inhabitants, with a higher incidence in the northeast region (58.8/100 thousand inhabitants). The time series demonstrated the impact of seasonality on the incidence of the disease with an average of 2,000 cases monthly/year. With the Covid-19 pandemic in 2020, the interrupted time series demonstrated a reduction in notification. In the first ARIMA model, it was not possible to predict new cases. In the second model, it was observed that without the influence of the pandemic, there would be an increase in cases. The temporal trend showed that in 2017, the incidence increased by 1.90% and there was a decreasing trend in the period from 2020 to 2021 with a reduction of -0.93% of cases. The spatial distribution was heterogeneous and showed positive spatial autocorrelation ($I: 0.71$; $p < 0.001$). The highest risk areas were concentrated in the northeast region. The factors associated with the incidence of Chikungunya in Brazil were: the social vulnerability index ($R^2: -1.28$; $p=0.003$), IVS income and work ($R^2: 1.93$; $p<0.001$), percentage of people in households with inadequate water supply and sanitation ($R^2: 0.80$; $p=0.002$), percentage of people aged 15 to 24 who do not study, do not work and have a per capita household income equal to or less than half the minimum wage ($R^2: 0.16$; $p=0.003$), percentage of people living in households with a per capita income of less than half the minimum wage and who spend more than one hour commuting to work ($R^2: 0.94$; $p<0.001$), percentage of the population in households with density > 2 ($R^2: 0.58$; $p < 0.001$). The local regression pointed to the northeast region with the highest association values ($t: 0.45$; $p < 0.001$), with the percentage of people in households with inadequate water supply and sewage disposal ($R^2: 0.80$; $p=0.002$) and percentage of the population in households with density > 2 ($R^2: 0.58$; $p < 0.001$) the most impactful factors. **Conclusion:** The study allowed an integrated analysis of the transmission dynamics of Chikungunya in Brazil and the associated factors. The integration of technologies and multifaceted analyzes allows the mapping of risk areas and evidence for the development of public health strategies.

Keywords: Chikungunya fever; Social Determinants of Health; Socioeconomic Factors; Spatial analysis; Spatial Regression; Interrupted Time Series Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Determinantes sociais: modelo de DAHLGREN e WHITEHEAD.....	21
Figura 2 - Mapa representando a área de estudo (Brasil) dividida em cinco regiões/estados geográficos.....	33
Figura 3 - Fluxograma PRISMA do processo de seleção dos estudos	48
Figura 4 - Decomposição da série temporal ajustada para sazonalidade da incidência de Chikungunya no Brasil	59
Figura 5 - Previsão da série temporal ajustada para sazonalidade da incidência de Chikungunya no Brasil.....	60
Figura 6 - Série temporal interrompida da incidência de Chikungunya no Brasil	61
Figura 7 - ARIMA para previsão de casos Chikungunya no Brasil até após março de 2020 ..	62
Figura 8 - Distribuição espacial da taxa bruta da incidência de Chikungunya no Brasil	65
Figura 9 - Análise espacial da incidência de Chikungunya no Brasil, 2017 – 2023.....	66
Figura 10 - Clusters espaciais da análise de regressão geograficamente ponderada multiescala para determinação e diferenciação dos fatores associados a incidência de Chikungunya no Brasil.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Instrumento adaptado das diretrizes fornecidas pela metodologia JBI	30
Tabela 2 - Grelha de síntese de dados para questão de revisão	31
Tabela 3 - Caracterização dos estudos incluídos na revisão.....	49
Tabela 4 - Principais técnicas utilizadas.....	57
Tabela 5 - Características sociodemográficas e taxa de incidência de Chikungunya no Brasil, 2017 – 2023	58
Tabela 6 - Estimativas de regressão de Prais-Winsten e variação percentual anual da incidência de Chikungunya no Brasil, 2017 – 2023	63
Tabela 7 - Autocorrelação espacial da incidência de Chikungunya. Brasil, 2017 a 2023.....	63
Tabela 8 - Resultados da correlação de Spearman entre a incidência de Chikungunya e os indicadores de vulnerabilidade social.....	68
Tabela 9 - Correlação de <i>Spearman</i> dos indicadores de vulnerabilidade social e incidência de Chikungunya, Brasil 2017 – 2023	71
Tabela 10 - Diagnóstico de colinearidade entre a incidência de Chikungunya e os indicadores de vulnerabilidade social, Brasil 2017 – 2023.....	72
Tabela 11 - Modelo de regressão entre a incidência de Chikungunya e os indicadores de vulnerabilidade social, Brasil, 2017 – 2023	74
Tabela 12 - Desempenho dos modelos de regressão espacial local entre a incidência de Chikungunya e indicadores de vulnerabilidade social, Brasil, 2017 – 2023.....	75
Tabela 13 - Desempenho dos modelos de regressão espacial local entre a incidência de Chikungunya e indicadores de vulnerabilidade social, Brasil, 2017 – 2023.....	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estratégia de busca utilizada nas bases de dados	28
Quadro 2 - Descrição das variáveis independentes utilizadas do CENSO/PNUD/IVS, Brasil, 2010 e 2021	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Perguntas norteadoras	16
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1	Epidemia de Chikungunya: emergência de novo arbovírus	17
2.2	Modelo dos determinantes sociais da saúde de Dahlgren e Whitehead.....	20
2.3	Medidas de controle	22
2.4	Uso do geoprocessamento como ferramenta para vigilância	23
3	OBJETIVOS.....	26
3.1	Geral.....	26
3.2	Específicos	26
4	MATERIAIS E MÉTODO	27
4.1	Estudo 01	27
4.1.1	Objetivo específico 01	27
4.1.2	Delineamento do estudo.....	27
4.1.2	Elaboração da questão de pesquisa	27
4.1.3	Busca na literatura.....	28
4.1.4	Seleção de estudos.....	29
4.1.5	Critérios de Inclusão.....	29
4.1.6	Critérios de exclusão	29
4.1.7	Extração dos dados.....	30
4.1.8	Separação, sumarização e relatório dos resultados	31
4.2	Estudo 02	32
4.2.1	Delineamento do estudo.....	32
4.2.2	Área do estudo.....	32
4.2.3	População, definição dos casos e critérios de elegibilidade	33
4.2.4	Coleta e fonte de dados.....	34
4.2.5	Objetivo específico 02	39
4.2.6	Objetivo Específico 03	40
4.2.7	Objetivo específico 04	41
4.2.8	Objetivo específico 05	42
4.2.9	Objetivo específico 06	44
4.2.10	Programas.....	46
4.2.11	Aspectos éticos	47
4.2.12	Riscos e benefícios	47
5	RESULTADOS	48

Parte 01 - Evidências científicas acerca da utilização de técnicas de análise espacial para o controle do estado de saúde da comunidade com risco para arboviroses.....	48
Parte 02 - Perfil epidemiológico e incidência de Chikungunya no Brasil	58
Parte 03 - Série temporal interrompida usando ARIMA para avaliação da influência da pandemia de Covid-19 na notificação dos casos de Chikungunya	59
Parte 04 - Série temporal para classificação de tendência usando modelo de regressão de Prais-Winsten	62
Parte 05 – Distribuição espacial da incidência de Chikungunya no Brasil.....	63
Parte 06 – Fatores associados com a incidência de Chikungunya no Brasil.	67
6 DISCUSSÃO	78
6.1 Estudo 01	78
6.2 Estudo 02	82
7 CONCLUSÃO	86
REFERÊNCIAS	87
ANEXO A – PUBLICAÇÃO DO PROTOCOLO DA REVISÃO DE ESCOPO	92

1 INTRODUÇÃO

Os arbovírus representam um desafio significativo para a saúde pública global, uma vez que possuem alta capacidade de distribuição entre os países nas últimas décadas (Paho, 2021). O termo arbovírus (do inglês - *arthropode-borne vírus*) abrange cinco famílias virais pertencentes ao grupo dos arbovírus: *Flaviviridae*, *Togaviridae*, *Bunyaviridae*, *Rhabdoviridae* e *Reoviridae*, que são transmitidos por vetores artrópodes como as moscas, carraças e mosquitos. Todas as cinco famílias possuem uma característica em comum: um genoma de RNA que possibilita que esses vírus ao infectarem o hospedeiro se adaptem rapidamente (Beckham; Tyler, 2015).

Os arbovírus de maior impacto para a saúde humana são os vírus da Dengue (DENV 1-4), Chikungunya (CHIKV) e Zika (ZIKV), transmitidos principalmente de forma horizontal por meio da picada dos mosquitos vetores *Aedes* fêmea (Zara *et al.*, 2016). Na literatura, outras formas de transmissão e manutenção dos vírus circulando na natureza são discutidas, como: transfusão sanguínea e a transmissão vertical no momento de viremia materna (Vidal *et al.*, 2021).

Durante uma epidemia entre os anos de 1952 e 1953 na Tanzânia, o CHIKV foi isolado do soro humano e mosquitos pela primeira vez, de lá espalhou-se para os países da Ásia, sendo responsável por grandes surtos urbanos na Tailândia e na Índia na década de 60. No Brasil, o CHIKV foi provavelmente inserido no ano de 2013. Entretanto, em 2014 foi detectada a transmissão autóctone nos estados do Amapá e da Bahia (Burt *et al.*, 2017).

No Brasil, a região nordeste foi uma das principais regiões atingidas pelo CHIKV, tendo até a Semana Epidemiologia (SE) 50 de 2017, o registro de 142.006 casos prováveis de febre de Chikungunya o que representa 76,5% em relação ao total do país, mas também a maior taxa de incidência da doença: 249,5 casos/100 mil habitantes. No tocante às Unidades Federativas (UF), destaca-se o Ceará, com uma taxa de incidência de casos prováveis de febre de Chikungunya de 1.271,3 casos/100 mil habitantes (Brasil, 2017).

O total de 108.730 casos prováveis de Chikungunya foram notificados até a 22ª SE de 2022, representando uma taxa de incidência de 51 casos por 100 mil habitantes, quando comparado com o ano pandêmico (Sars-Cov-2) de 2021, para o mesmo período analisado, ocorreu um aumento de 95,7%. Para o ano de 2022, até a SE supracitada, com 156,1 casos/100 mil habitantes, o nordeste continua com a maior taxa de incidência entre as demais regiões, sendo Fortaleza o município que apresenta o maior registro de casos prováveis da doença

(7.853) e o seu estado (Ceará) detém 14 dos 19 óbitos já confirmados no país por febre de Chikungunya (Brasil, 2022).

Um modelo teórico demonstra que a população de mosquitos, população humana suscetível e vírus circulando são fatores que determinam a ocorrência de uma epidemia de Chikungunya (Freitas *et al.*, 2021). O *Aedes Aegypt* é amplamente distribuído na região do nordeste brasileiro em virtude da sazonalidade, temperatura e disponibilidade de criadouros artificiais e naturais, facilitando a transmissão de arbovírus. Em virtude dos arbovírus pertencerem a famílias diferentes, a imunidade anterior (DENV e ZIKV, por exemplo) não protege contra infecções pelo CHIKV. Dessa forma, com a presença de uma população humana suscetível, a distribuição local de CHIKV e epidemias podem ocorrer. Neste contexto, é importante destacar que esses fatores propostos no modelo são influenciados pelas condições sociais, econômicas e ambientais da região (Freitas *et al.*, 2021; Mordecai *et al.*, 2017).

Desta forma, os Determinantes Sociais de Saúde (DSS) influenciam na ocorrência de problemas de saúde, sobretudo, para grupos de pessoas e áreas de vulnerabilidade social e pobreza. Fatores ecológicos e socioambientais interferem diretamente na proliferação do vetor *Ae. aegypti*, bem como as altas temperaturas que predominantemente perduram na região nordeste do Brasil, acelera o desenvolvimento dos ovos do mosquito aumentando a população adulta (Queiroz; Medronho, 2021). O nível socioeconômico impacta a população do mosquito, na perspectiva que a urbanização desordenada e as condições sanitárias inadequadas favorecem o surgimento de potenciais criadouros de mosquitos, além de aumentarem o contato com os humanos, favorecendo o risco de infecção e transmissão (Arcaya; Subramanian, 2015).

Devido a introdução da doença no Brasil, observa-se um cenário caracterizado pela coexistência das arboviroses Dengue, Zika e Chikungunya. O aumento no número de casos da febre de Chikungunya requer esforços dos serviços de saúde, uma vez que a população possui risco de desenvolver complicações e incapacidades como a dor crônica e mobilidade prejudicada, impossibilitando as pessoas para as atividades de vida diária e trabalho. Desta forma é necessário dados realísticos e atualizados para prever o surgimento de novos surtos e/ou epidemias e auxiliar na tomada de decisões em saúde pública (Silva *et al.*, 2018).

Técnicas de análise espacial têm sido usadas para investigar padrões espaciais e espaço-temporais para a Chikungunya, configurando-se como ferramentas para o estudo das arboviroses emergentes no Brasil que auxiliam na compreensão da complexidade da problemática, associando a outras variáveis espaciais que podem agravar o quadro, além de avaliar tendências futuras. Com a combinação das ferramentas de geoprocessamento e

informações da vigilância epidemiológicas, as ações de controle podem ser conduzidas para as áreas prioritárias e críticas (Kikuti *et al.*, 2015).

1.1 Perguntas norteadoras

- A análise de série temporal interrompida usando modelo de média móvel integrada autorregressiva (ARIMA) é capaz de prever uma série temporal com influência da sazonalidade e a influência da pandemia de Covid-19 nos casos notificados de Chikungunya no Brasil?
- Qual a tendência temporal da incidência da Chikungunya no Brasil?
- A estimativas de regressão de Prais-Winsten é capaz de prever um modelo de tendência temporal ajustado para a incidência de Chikungunya no Brasil?
- Qual a distribuição espacial da incidência de Chikungunya no Brasil?
- A regressão espacial global e local é capaz de verificar os fatores associados com a incidência de Chikungunya no Brasil?

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Epidemia de Chikungunya: emergência de novo arbovírus

Os arbovírus são um conjunto composto por centenas de vírus que compartilham a característica de serem transmitidos por artrópodes hematófagos, eles são capazes de causarem várias doenças em seres humanos e em outros animais de sangue quente, dessa forma, causam extrema preocupação em todo o globo e representam um desafio significativo para saúde pública (Queiroz; Medronho, 2021).

As arboviroses Zika, Chikungunya e Dengue são transmitidas por mosquitos vetores, que normalmente circulam entre animais silvestres, possuindo algumas especificidades por hospedeiros, dessa forma mantem um ciclo enzoótico em poucas espécies de vertebrados e invertebrados. devido a fatores como: crescimento populacional urbano desordenado, amplificação do intercâmbio internacional, e as modificações dos ecossistemas, os homens e os animais domésticos, tornam-se hospedeiros acidentais (Lima-Camara, 2016).

A Chikungunya é causada por um vírus pertencente à família *Togaviridae* é um patógeno artrítogênico caracterizado por uma fita simples de RNA linear com um nucleocapsídeo icosaédrico e um genoma com altos níveis de heterogeneidade, que foi isolado pela primeira vez em 1952/1953 durante uma epidemia no leste da África. O termo Chikungunya é oriundo do idioma Makonde, que significa, "aquele que se dobra" fazendo referência direta à postura que os pacientes acometidos pelo vírus apresentam (Xavier *et al.*, 2021).

A principal forma de transmissão da Chikungunya entre os seres humanos e por meio do mosquito fêmea infectada das espécies *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. Todavia, essa não é a única forma de transmissão, em uma frequência menor, casos de transmissão por via: sexual, transfusão sanguínea e transmissão perinatal da mãe para o feto também foram registrados (Petersen *et al.*, 2016).

A doença se espalhou rapidamente pelo mundo, tornando-se endêmicas em todos os continentes, com exceção apenas da Antártida, tornaram-se assim, um grande problema de saúde pública. geralmente, os vírus causam doenças leves, entretanto, vários relatos começaram a apontarem prejuízos fetais, assim como anormalidades congênitas e complicações neurológicas (Petersen *et al.*, 2016).

Locais com acúmulo de água parada: vasos de flores, baldes, pneus e caixas de água descobertas, são os locais em que o mosquito *Ae. aegypti*, vive, coloca os seus ovos e se

reproduzem, os mesmos tem uma preferência por picarem os seres humanos durante o dia. O período de incubação intrínseco, que ocorre no ser humano é em média de 3 a 7 dias (podendo variar de 1 a 12 dias) (Krow-Lucal; Biggerstaff; Staples, 2017).

A febre de Chikungunya atinge a população de qualquer idade ou sexo, entretanto seus sinais e sintomas manifestam-se com mais intensidade em idosos e crianças. Caracteriza-se por febre alta, mialgia, artralgia, erupções cutâneas, cefaleia, poliartralgia incapacitante, náuseas e vômitos. A doença possui 3 fases, a aguda, que tem início no primeiro dia dos sintomas e perdura até o 21º dia, a pós-aguda, que vai do 21º dia até o final do 3º mês da patologia e a fase crônica que tem início após 3 meses de queixas articulares persistentes (Edington; Varjão; Melo, 2018).

Na linguagem Makonde, "Chikungunya" significa "torna-se contorcido", fazendo alusão direta a uma das principais características da doença: dor articular intensa e persistente, sintomas que perduram por semanas, meses ou até anos em alguns pacientes, gerando notáveis impactos econômicos e sociais (Suhriebier, 2019). Mesmo a febre de Chikungunya não sendo conhecida por ter uma alta taxa de letalidade, manifestações agudas atípicas e graves não são impossíveis, evoluído para falência múltipla dos órgãos e óbito (Constant *et al.*, 2021).

Devido às manifestações clínicas causadas pelos CHIKV serem inespecíficas e facilmente confundidas com os de outras doenças também causadas por arboviroses, como a dengue e febre de Zika, o diagnóstico clínico diferenciando das doenças é difícil, os exames laboratoriais na maioria das vezes não apresentam grandes alterações. Casos de leucopenia, linfocitose e plaquetopenia, embora inespecíficos e incomuns são algumas das alterações possíveis. Dessa forma o diagnóstico definitivo é realizado por meio de exames caros e disponíveis em raros centros de referências, como é o caso do *reverse transcription polymerase chain reaction* (RT-PCR) (Silva; Spalding, 2018).

Sorologia, teste RT-PCR e isolamento viral são as três modalidades laboratoriais para o diagnóstico do CHIKV, entretanto os pacientes são predominantemente diagnosticados por meio de critérios clínicos e epidemiológico. Nenhum tratamento farmacológico antiviral específico para a patologia foi desenvolvido, dessa forma o tratamento acaba sendo direcionado as manifestações clínicas e os sinais e sintomas, como destaque para as recomendações cautelosas de analgésicos e anti-inflamatórios, hidratação e repouso (Khongwichit *et al.*, 2021).

Após o surto de Chikungunya no ano de 2017 na região nordeste do país, observou-se uma redução nos números de casos prováveis de febre de Chikungunya, saindo da região do país com o maior número de casos (142.006 casos; 76,5%) para a 3ª colocação (11.081 casos; 13,0%). Contatou-se também uma mudança no cenário de incidência de casos prováveis de

febre de Chikungunya (número de casos/100 mil habitantes), em 2017 a região nordeste ocupou a 1ª colocação com 249,5 casos/100 mil habitantes, já em 2018 essa mesma colocação, ficou a cargo da região Centro-Oeste com 85,9 casos/100 mil habitantes (Brasil, 2017; Brasil, 2018).

No ano de 2019, ocorreu a reemergência da febre de Chikungunya na região nordestina, apresentando o segundo maior registro de casos prováveis (59,4 casos/100 mil habitantes) e assumiu a 1ª colocação no ano de 2020, com incidência de 87,7 casos/100 mil habitantes. No mesmo ano até a 26ª Semana Epidemiológica (SE) o país registrou um dos maiores números de óbitos confirmados por febre de Chikungunya (21 óbitos) desses, sua maioria ocorreu em estados do nordeste: Bahia (6), Paraíba (3), Rio Grande do Norte (2), Ceará (2) e Maranhão (2), totalizando 15 óbitos (Brasil, 2019; Brasil, 2020).

No ano de 2021, até a 29ª SE, foram registrados 63.713 casos prováveis de Chikungunya no país (taxa de incidência de 30,1 casos por 100 mil habitantes.), o que representa uma redução de 3,6% dos casos em relação ao ano anterior, onde foram registrados 82.419 casos prováveis (taxa de incidência de 39,2 casos por 100 mil habitantes.). Entretanto, essa redução pode não refletir o real cenário epidemiológico brasileiro, visto que desde fevereiro de 2020 o país vive uma pandemia de covid-19, e a diminuição dos números podem ser não só consequências do receio da população em procurar atendimento, mas também uma possível subnotificação ou atraso nas notificações das arboviroses (Brasil, 2021).

O aparecimento de um arbovírus ou sua reemergência sempre impõe impactos à sociedade, os impactos econômica são divididos em: 1) Diretos: que são subdivididos em médicos: medicamentos, internações, diagnóstico, insumos e recursos humanos e não médicos: Transporte, dieta, adaptação de ambiente domiciliar e cuidadores, 2) Indiretos: está relacionada à perda de produtividade no mercado de trabalho, tais como absenteísmo e 3) Intangíveis: redução na qualidade de vida devido à dor e ao sofrimento ou exclusão social, provocados pelas limitações impostas pela doença (Silva; Spalding, 2018).

Os impactos sociais podem ser centralizados na exacerbação da pobreza e da desigualdade, que refletem diretamente nas condições de saúde, desigualdade em termos de infraestrutura e disparidades no acesso à informação, são fatores que contribuem para uma exacerbação nas taxas de transmissão da doença (Araújo *et al.*, 2020).

Dessa forma, estabelecer uma relação entre saúde e ambiente é importante para que ocorra uma maior prevenção dessas doenças, entretanto, além de ações de saúde, também são necessárias políticas públicas que visem a educação ambiental, com medidas para diminuição do desmatamento, saneamento e melhoria de habitação, com a finalidade de controlar o vetor dessa doença em áreas de urbanização descontrolada (Almeida; Cota; Rodrigues, 2020).

2.2 Modelo dos determinantes sociais da saúde de Dahlgren e Whitehead.

Definidos pela Comissão Nacional sobre DSS (CNDSS) os fatores sociais, econômicos, culturais étnicos/ raciais, psicológicos e comportamentais que influenciam a ocorrência de problemas de saúde e seus fatores de risco na população e um dos principais objetos de estudos no âmbito da saúde pública e a sua compreensão ajuda na prevenção doenças e outros agravos, assim com reduz as iniquidades em saúde (Carrapato; Correia; Garcia, 2017).

Doenças transmitidas por vetores, tal como a febre de Chikungunya é rotulada como "doença da pobreza", por estar relacionada com populações socialmente vulneráveis, essas populações vivem em territórios socioeconomicamente inferiores e sofrem influência direta de estressores sociais, como: criminalidade, violência, ambientes precários com temperaturas extremas e ou eventos climáticos, determinantes que as expõem a uma probabilidade maior de doenças transmissíveis (Whiteman *et al.*, 2020). Condições financeiras e níveis educacionais são determinantes que influenciam na incidência de arbovírus, Whiteman *et al.*, (2019) traz que infestações por *Ae. aegypt* e o *Ae. albopictus* são mais incidentes em bairros com menor percentual de moradores com nível superior completo e menor renda familiar mensal.

Visivelmente a maior parte dos problemas de saúde pública do Brasil e do mundo estão relacionados às condições sociais nas quais as pessoas vivem e trabalham. As desigualdades entre as regiões do Brasil, e as doenças enfrentadas por cada uma delas é um exemplo de como os DSS influenciam no processo saúde-doença, na perspectiva em que, a falta de acesso a serviços básicos como saneamento básico, alimentação e infraestruturas tornam as pessoas mais suscetíveis as doenças (Araújo *et al.*, 2020; Queiroz; Medronho, 2021).

Os surtos e as epidemias são mais comuns em regiões pobres, devido à aglomeração de pessoas que vivem naquele ambiente e suas condições de vida. A exemplo da epidemia de Chikungunya que está diretamente relacionada com a falta de saneamento, à coleta e depósito de lixo de forma irregular, que favorecem a proliferação do mosquito *Ae. aegypti* (Lesser; Kitron, 2016).

O modelo de determinação social proposto por Whitehead e Dahlgren (1991) (Figura 1) possui camadas com diferentes fatores que em conjunto influenciam o processo saúde-doença dos indivíduos e da coletividade. Desta forma, os DSS envolvem os macrodeterminantes de uma sociedade, incluindo os aspectos socioeconômicos, culturais e ambientais, os quais interagem continuamente com as condições de vida e trabalho dos seus membros e estes, por

sua vez, comunicam-se com os estilos de vida e redes sociais contidos na esfera mais individual (Whitehead; Dahlgren, 1991).



Figura 1 - Determinantes sociais: modelo de DAHLGREN e WHITEHEAD.

Fonte: (WHITEHEAD; DAHLGREN, 1991).

Camada 1) está representando características individuais como idade, sexo, etnia e fatores genéticos que exercem influência sobre as condições de saúde; Camada 2) retrata os estilos de vida individuais e refere-se a comportamentos como o tabagismo, abuso de álcool e outras drogas ilícitas, má alimentação e falta de atividade física; Camada 3) refere especificamente à família (pais, filhos, parceiros), aos amigos e aos círculos sociais mais amplos; Camada 4) aborda os determinantes sociais intermediários, os quais traduzem as condições de vida e trabalho que envolvem as oportunidades de acesso a alimentos, educação, emprego, serviços sociais de saúde, habitação e saneamento; Camada 5) encontra-se os determinantes distais ou macrodeterminantes, os quais requerem intervenções políticas em nível global. Referem-se às condições socioeconômicas, culturais e ambientais e representam fatores que tem impacto sobre a saúde e bem-estar das populações, influenciando todas as demais camadas como, por exemplo, o status econômico, os salários, a disponibilidade de trabalho, tributação de impostos, preços praticados no mercado, entre outros (Whitehead; Dahlgren, 1991).

2.3 Medidas de controle

Devido à emergência de CHIKV no cenário brasileiro, as medidas de controle foram intensificadas, sobretudo, para o controle do mosquito vetor *Ae. aegypti*, com destaque para o controle mecânico, biológico e químico medida de controle adotada deve ser pautada principalmente na ecologia dos vetores locais e nos recursos humanos, tecnológicos e financeiros disponíveis (Kikuti *et al.*, 2015).

O controle da febre amarela nas Américas (décadas de 1900 a 1960) da dengue em Cingapura (décadas de 1970 a 1980) e em Cuba (décadas de 1980 a 1990), demonstram que historicamente programas verticais de controle dos mosquitos *Aedes* quando bem implantados foram bem-sucedidos (Morrison *et al.*, 2008).

O aumento de casos de febre de Chikungunya nas Américas, expõe as limitações do controle de vetores para redução da incidência da doença. A prevenção ou redução da Chikungunya e de outras doenças causadas por arbovírus, dependem fundamentalmente do controle das populações de mosquitos vetores e da interrupção do contato humano-vetor (Roiz *et al.*, 2022)

Outras estratégias como: procedimentos moleculares para controle populacional dos mosquitos, novos agentes de controle químicos e biológico, medidas sociais e mapeamento de áreas risco, são algumas das novas tecnologias desenvolvidas com alternativas no controle dos arbovírus. Devido a extrema dificuldade da erradicação do arbovírus do cenário brasileiro, novas medidas de enfretamento são cada vez mais necessárias (Zara *et al.*, 2016). Pesquisas apontam que, no momento em que um caso é detectado, o movimento humano é capaz de propagar o vírus a um raio estimado de 100 m a 200 m (Ten *et al.*, 2018).

Para que os programas de controle de vetores funcionem de forma efetiva, faz-se necessária uma administração bem estruturada, comunicações com os programas de saúde pública e principalmente uma mobilização da comunidade (Gubler, 2011).

O controle de vetores é exercido em duas principais modalidades: controle de vetor como uma atividade de “rotina”: quando regulamente são realizadas uma sequência de ações preventivas e controle de vetores com uma atividade de “emergência”: essa é realizada quando ocorre um excesso de vetores ou um aumento incomum na incidência de uma determinada doença, fazendo com que exista a necessidade de ações imediatas, ambas estratégias são eficazes, entretanto quando o controle de vetores é realizado de forma preventivo o mesmo torna-se mais rentável (Roiz *et al.*, 2022).

Fundamentalmente o controle mecânico adota ações de saneamento básico e educação ambiental, realizando práticas capazes de eliminarem os vetores e os seus criadouros, reduzindo assim o contato do mosquito com o homem. A destruição ou a destinação adequada de criadouros, drenagem de reservatórios, a coleta e destino adequado lixo e a cobertura de reservatórios estão entre algumas das principais atividades desenvolvidas no controle mecânico (Zara *et al.*, 2016).

No controle biológico são utilizados inimigos naturais, predadores, parasitas e patógenos naturais de um organismo para controlá-lo. É relativamente aceito e pode ser usado para o tratamento de criadouros grandes e permanentes, os principais benefícios relacionais ao uso dessa técnica estão relacionados a: lenta evolução da resistência a essa modalidade de controle e a redução dos custos associados (Mcgregor; Connelly, 2021).

O controle larval tem a finalidade de eliminar mosquitos em estágios de vida iniciais, ou seja, imaturos e de reduzir a densidades populacional de mosquitos adultos, esse tipo de controle pode ser intensificado durante a temporada inicial de mosquitos, entretanto, faz-se necessário, que o mesmo prolongue-se por todo o ano, principalmente em regiões tropicais, nas quais podem haverem habitats larvais temporários, que são suficientes para proporcionar uma alta incidência de mosquitos adultos e aumentarem a transmissão viral (Roiz *et al.*, 2022; Zara *et al.*, 2016).

O controle químico é limitadamente utilizado no combate ao vetor *Aedes*, o uso limitado de classes químicas que podem ser empregados, a grande necessidade de testes e as investigações extensas e caras sobre o impacto que o agente químico pode ter em organismos não-alvo, animais selvagens vertebrados e humanos são alguns dos principais motivos para sua subutilização (Silva-Filho *et al.*, 2021).

2.4 Uso do geoprocessamento como ferramenta para vigilância

Um dos primeiros exemplos da utilização da análise espacial para a compreensão da distribuição de evento em epidemiologia vem do ano de 1854, nos primórdios da epidemiologia clássica, com britânico *John Snow*, que durante uma epidemia de cólera conseguiu em seu estudo demonstrar uma associação entre as mortes pela patologia e o abastecimento de água por meio de encanamentos públicos. Constatando que a relação espacial dos dados contribui para uma melhor compreensão do fenômeno estudado e que os DSS e o território que os indivíduos habitam interagem, ao ponto de influenciarem na ocorrência dos eventos em saúde (Lima; Ribeiro; Santos, 2022; Hino *et al.*, 2006).

Outros estudos mais recentes como o de Queiroz; Medronho (2021) e o de Araújo *et al.*, (2020), no qual foi possível analisar a distribuição espacial dos casos de Dengue, Zika e Chikungunya e investigar os fatores socioeconômicos associados à incidência das doenças, as técnicas de análise espacial empregadas, foram capazes de identificarem os DSS de alto risco em nível local para as três arboviroses, guiando intervenções efetivas para a prevenção e controle de epidemias dessas doenças.

Definido com um conjunto de tecnologias de coleta de dados, o geoprocessamento pode tratar e exibir informações referenciadas em um espaço geográfico específico, fornece subsídios para construção de mapas. Embasa no planejamento, monitorização e avaliação das ações em saúde pública, contribuindo assim para o entendimento das condições de risco de um determinado território. Suas principais técnicas utilizadas são: Sensoriamento remoto, Sistema de Posicionamento Global (GPS) e o Sistema de Informações Geográficas (SIG) (Souza; Uberti; Tassinari, 2020).

Os mapas temáticos são instrumentos poderosos na análise espacial, mostram a heterogeneidade dos fenômenos de saúde no território, permitem a criação de hipóteses e estabelecem possíveis associações entre diversos determinantes, além da sua abordagem exploratória, que possibilita a localização do evento e os fatores etiológicos desconhecidos (Ribeiro, 2017).

O uso do SIG na pesquisa em saúde possibilita a aplicação de novos métodos no tratamento de informações espaciais, comprovando uma das suas principais aplicabilidades, a relação saúde e ambiente. Para Silva e Rodrigues (2022) o geoprocessamento é capaz de transcender a visão do pesquisador, trazendo dados que as informações quantitativas de forma isolada não conseguiriam apresentar, tais como:

Localizações sistemáticas ou eventuais; extensões de ocorrência e respectivos níveis diversos de intensidade; formas e padrões de distribuição espacial; níveis de proximidades geográficas, de tempo e de custo; relacionamentos hierárquicos e funcionais de inúmeras naturezas, a serem usados em classificações ambientais, em simulações sinérgicas e na elaboração de cenários prospectivos.

Os principais métodos de análise espacial estão divididos em categorias: visualização: usada para mapear eventos de saúde desde seus padrões até a sobreposição complexa de mapas de incidência de doenças, análise exploratória: essa descreve padrões espaciais e relações entre mapas, podendo assumir formas de gráficos, tais como: histogramas ou gráficos de dispersão e a modelagem: que é utilizada para testar determinada hipótese ou estimar relações (Hino *et al.*, 2006; Ribeiro, 2017).

O diagnóstico em locais onde há o vetor e a identificação da população suscetível garantem a efetividade do controle. Desta forma, o geoprocessamento em saúde passou a ser considerado uma das ferramentas no combate do CHIKV e de outros arbovírus, uma vez que possibilita a coleta de dados capaz de produzir informações demográficas e geográficas, bem como identificar condições de risco em um determinado território e apresentar a distribuição espacial de determinado agravo à saúde e os seus determinantes, otimizando recurso e direcionando decisões de diferentes magnitudes, na vigilância em saúde (Chiaravalloti-Neto, 2017).

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Analisar a distribuição espacial e temporal da incidência da Chikungunya e a associação com os indicadores de vulnerabilidade social no Brasil.

3.2 Específicos

1. Mapear as evidências científicas acerca da utilização de técnicas de análise espacial para o controle do estado de saúde da comunidade com risco para arboviroses;
2. Caracterizar o perfil epidemiológico da incidência de Chikungunya no Brasil;
3. Analisar a previsão de uma série temporal interrompida usando modelo ARIMA dos casos de Chikungunya e do impacto da pandemia de Covid-19 nas notificações considerando a sazonalidade;
4. Analisar as estimativas de regressão de Prais-Winsten para construção de um modelo de tendência temporal ajustado para a incidência de Chikungunya no Brasil;
5. Analisar a distribuição espacial da incidência da Chikungunya no Brasil;
6. Analisar a associação entre os indicadores de vulnerabilidade social e a incidência da Chikungunya com base no componente espacial.

4 MATERIAIS E MÉTODO

4.1 Estudo 01

4.1.1 Objetivo específico 01

- Mapear as evidências científicas acerca da utilização de técnicas de análise espacial para o controle do estado de saúde da comunidade com risco para arboviroses.

4.1.2 Delineamento do estudo

Trata-se de uma revisão de escopo, que é descrita como um processo de mapeamento da literatura existente sobre uma temática de interesse (Khalil *et al.*, 2021). Quatro principais motivos para a sua realização, segundo Arksey e O'Malley (2005) são: I) analisar a amplitude, alcance e natureza da produção científica publicada num determinado tema; II) avaliar a relevância, viabilidade e potenciais custos da realização de uma revisão sistemática da literatura; III) sumarizar e disseminar a produção científica existente num âmbito temático, evidenciando os seus principais resultados e IV) Identificar lacunas na literatura, contribuindo para a definição de próximas etapas e estudos a desenvolver numa determinada temática.

A revisão de escopo trilhou o percurso metodológico proposto pelo *Joanna Briggs Institute* (JBI) para revisões de escopo (Peters *et al.*, 2020) e, afim de melhorar ainda mais o rigor científico do protocolo atual, o *checklist Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR) (Tricco *et al.*, 2018) será utilizado.

Conforme o percurso metodológico proposto por Arksey e O'Malley (2005) e adaptado por Peters *et al.* (2020) as etapas da revisão será: (1) elaboração da questão de pesquisa, (2) busca na literatura, (3) seleção dos estudos, (4) extração dos dados e (5) sumarização, apresentação e análise dos dados. O protocolo foi registrado no repositório *Open Science Framework* (OSF) (10.17605/OSF.IO/RJF56) e publicado (Santos; Santos; Araújo, 2022).

4.1.2 Elaboração da questão de pesquisa

Na elaboração da pergunta de pesquisa empregou-se o mnemônico População, Conceito

e Contexto (PCC), sendo, nesta pesquisa: População (P) os casos de Chikungunya, Dengue e Zika independente da classificação clínica; Conceito (C) as ferramentas de análise espacial; e o Contexto (C) qualquer zona geográfica do mundo no período de 2012 a 2022.

A pergunta de pesquisa foi: “Quais as evidências do uso da ferramenta de análise espacial como estratégia de gestão em enfermagem em saúde pública para avaliação da Chikungunya, Dengue e Zika na população com vista no controle do estado de saúde da comunidade?”.

4.1.3 Busca na literatura

A busca dos estudos foi realizada nas seguintes bases de dados eletrônicas: MEDLINE (PubMed), Web Of Science e SCOPUS. O protocolo foi desenvolvido em três etapas: Primeiramente, foi conduzida uma pesquisa na base de dado MEDLINE (PubMed) com a finalidade de identificar as palavras mais comumente utilizadas nos títulos e resumos de estudos desenvolvidos na área científica, juntamente com os termos de índice de linguagem controlada correspondentes aos assuntos de cada item da estratégia PCC no banco de dados *Medical Subject Headings* (MeSH) e do Descritores em Ciências da Saúde (DeCS).

Posteriormente, as palavras e termos selecionados foram cruzados com os operadores booleanos “OR” e “AND” em uma estratégia de pesquisa única, que foi adaptada de acordo com as especificidades de cada base de dados utilizadas nessa revisão de escopo (quadro 1), e por fim, a lista de referências de cada estudo selecionado foi analisada por dois revisores independentes de modo a incluir potenciais estudos adicionais.

Quadro 1 - Estratégia de busca utilizada nas bases de dados

Base de dados	Estratégia de busca	Estudos localizados
MEDLINE (PubMed)	("Chikungunya Fever"[All Fields] OR "Chikungunya virus"[MeSH Terms] OR ("Dengue"[All Fields] OR "Dengue Virus"[All Fields] OR "Severe Dengue"[MeSH Terms]) OR ("Zika Virus"[All Fields] OR "Zika Virus Infection"[MeSH Terms])) AND "Spatial Analysis"[MeSH Terms]	322
Web Of Science	("Chikungunya Fever"[All Fields] OR "Chikungunya virus"[MeSH Terms] OR ("Dengue"[All Fields] OR "Dengue Virus"[All Fields] OR "Severe Dengue"[MeSH Terms]) OR ("Zika Virus"[All Fields] OR "Zika Virus Infection"[MeSH Terms])) AND "Spatial Analysis"[MeSH Terms]	780
SCOPUS	(TITLE-ABS-KEY ("Chikungunya Fever") OR TITLE-ABS-KEY ("Chikungunya virus") AND TITLE-ABS-KEY ("Dengue") OR TITLE-ABS-KEY ("Dengue Virus") OR TITLE-ABS-KEY ("Severe Dengue") AND TITLE-	19

	ABS-KEY ("Zika Virus") OR TITLE-ABS-KEY ("Zika Virus Infection") AND TITLE-ABS-KEY ("Spatial Analysis"))	
Total:		1.121

Fonte: Autores

4.1.4 Seleção de estudos

Posteriormente a pesquisa nas bases de dados selecionadas para essa revisão, a totalidade dos estudos identificados foi exportada para o gerenciador de referências *Rayyan* (Mendes *et al.*, 2019) No qual, foi realizada uma busca nas referências dos artigos selecionados, para inclusão de estudos que não foram coletados pela estratégia de busca. Ainda no *Rayyan*, de forma independente, por dois revisores, foram identificados e eliminados os artigos duplicados.

Assim como, os títulos e resumos dos estudos selecionados, foram analisados e confrontando-os com os critérios de inclusão estabelecidos para a revisão, na fase subsequente os mesmos revisores leram de forma independente o texto completo de todos os artigos selecionados, excluindo os estudos que não se adequavam aos critérios de inclusão e dessa forma, a amostra final da *scoping review*, foi composta. Qualquer discordância, durante o processo de seleção, foi resolvida por meio de discussão e concordância entre os dois autores. No caso de ausência de consenso, um terceiro revisor foi envolvido para a decisão final.

4.1.5 Critérios de Inclusão

Foram incluídas na revisão, pesquisas com desenhos epidemiológicos do tipo observacional (transversal, ecológico e coorte) que utilizaram ferramentas de análise espacial para Chikungunya, Dengue e Zika no mesmo estudo, populações de adultos, idosos, crianças e adolescentes, estudos realizados em qualquer país do mundo disponíveis em inglês, português e espanhol, publicados no período de 2012 a 2022.

4.1.6 Critérios de exclusão

Foram excluídos da revisão, estudos que tiveram como população o vetor *Ae. aegypti*, outras revisões, estudos que avaliem exclusivamente a temporalidade das doenças, estudos que abordaram outras doenças, estudos não disponíveis na íntegra, estudos que aplicaram regressão espacial e os que abordaram aspectos entomológicos.

Todos os artigos selecionados por atenderem os critérios definidos foram analisados integralmente, os estudos de texto completo que não atenderam aos critérios de inclusão, foram excluídos da revisão e as razões identificadas e relatadas na revisão de escopo, por fim os resultados deste processo foram apresentados segundo as recomendações do PRISMA-ScR (Tricco *et al.*, 2018) e as discordâncias que ocorreram entre os revisores foram resolvidas por meio de um terceiro revisor.

4.1.7 Extração dos dados

Visando dar resposta ao objetivo e a questão de pesquisa, a extração de dados foi realizada por dois revisores de forma independente, utilizando um instrumento adaptado das diretrizes fornecidas pela metodologia JBI para o formato de revisão de escopo (Tabela 1).

Os dados extraídos incluirão detalhes específicos sobre autor(es), ano, tipo de publicação, objetivos, desenho do estudo, tamanho da amostra e principais achados relevantes para as questões e objetivos da revisão de escopo. Durante esta fase, o instrumento foi testado, e conforme necessário sofreu alterações de acordo com eventuais necessidades emergentes sentidas pelos investigadores.

Tabela 1 - Instrumento adaptado das diretrizes fornecidas pela metodologia JBI

INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO	
Título	Uso da análise espacial como intervenção de gestão em enfermagem para o controle do estado de saúde da comunidade com risco para arboviroses: um protocolo de revisão de escopo.
Questão de Revisão	Quais as evidências do uso da ferramenta de análise espacial como estratégia de gestão em enfermagem em saúde pública para avaliação da Chikungunya, Dengue e Zika na população com vista no controle do estado de saúde da comunidade?

Metodologia (mnemónica PCC)	População
	Casos de Chikungunya, Dengue e Zika;
	Conceito
	Ferramentas de análise espacial;
	Contexto
	Qualquer zona geográfica do mundo no período de 2012 a 2022.
Extração de detalhes e características dos estudos	Autores: _____
	Ano de publicação: _____
	Localização geográfica: _____
	Tipo e desenho do estudo: _____
	Objetivos e questão de investigação: _____
	Tamanho da amostra: _____
	Ferramentas de Análise espacial utilizadas: _____
	Conceitos relevantes para a questão de revisão: _____

Fonte: Autores.

Quando e sempre que necessário, os autores dos estudos selecionados foram contactados para esclarecimentos adicionais. As divergências que emergiram nesta fase foram resolvidas através de diálogo entre revisores ou caso não houve consenso, um terceiro revisor foi contactado.

4.1.8 Separação, sumarização e relatório dos resultados

As evidências extraídas dos estudos foram analisadas, classificadas e categorizadas por meio da técnica de análise de conteúdo temática proposta por Bardin (2011) e apresentadas de forma descritiva, considerando o objetivo e o foco da revisão de escopo, com recurso, sempre que necessário, a tabelas e gráficos. Semelhante à fase anterior, a síntese e apresentação dos dados foi realizada através de consenso entre dois revisores. Quaisquer divergências foram resolvidas com recurso a um terceiro elemento. De modo a responder à questão de investigação previamente definidas para a revisão, foram elaborados tabelas e/ou gráficos que incluem dados constantes da Tabela 2.

Tabela 2 - Grelha de síntese de dados para questão de revisão

Estudo	Desenho	Contexto	Ferramenta de Análise Espacial Utilizada
--------	---------	----------	--

Fonte: Autores

4.2 Estudo 02

4.2.1 Delineamento do estudo

Estudo ecológico, exploratório e analítico, nos estudos ecológicos a unidade de observação é um grupo e não o indivíduo, sendo o grupo pertencente a uma área geográfica definida, ele tem a finalidade de comparar a ocorrência de uma determinada doença e/ou condição dessa determinada população e verificar a possível ocorrência de associação entre ambas. São utilizados dados existentes em grandes populações, na avaliação do contexto social e ambiental, pois medidas no nível individual nem sempre são capazes de refletir de forma adequada os processos que ocorrem no nível coletivo. Pode ser dividido em estudo exploratório para identificação de padrões espaciais e temporais; e analítico que avalia a associação entre exposição a determinado fator e a taxa de uma doença (Medronho, 2013).

4.2.2 Área do estudo

O Brasil (figura 2) tem uma população de aproximadamente 211 milhões de habitantes segundo estimativa intercensitária do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2020. O país está dividido administrativamente em 27 unidades federativas (UF) (26 estados e um Distrito Federal) e 5.570 municípios. Para fins políticos e operacionais, os estados estão agrupados em cinco regiões (Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste) com características geográficas, econômicas e culturais distintas (IBGE, 2023).



Figura 2 - Mapa representando a área de estudo (Brasil) dividida em cinco regiões/estados geográficos

Fonte: (Paz *et al.*, 2023).

4.2.3 População, definição dos casos e critérios de elegibilidade

A população do estudo foi composta por todos os casos notificados de Chikungunya confirmados por critérios laboratorial ou clínico-epidemiológico ocorridos nas 27 unidades federativas do país. A definição dos casos seguiu os protocolos do Ministério da Saúde. Um caso suspeito de Chikungunya é definido como um paciente com febre súbita de mais de 38,5 °C e artralgia grave ou artrite não explicada por outras condições, e que vive em áreas endêmicas ou visitou um até duas semanas antes do início dos sintomas ou tem ligação epidemiológica com um caso confirmado. Um caso confirmado é um caso suspeito com pelo

menos um teste laboratorial específico positivo para CHIKV ou confirmado por critérios clínico-epidemiológicos (Brasil, 2017).

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: (i) casos notificados entre 2017 e 2023; (ii) casos de pessoas físicas residentes nos municípios dos estados do Brasil; e (iii) casos encerrados no sistema de informação e com classificação clínica. No estudo, serão excluídos os casos cujo campo de classificação clínica foi ignorado, em branco ou registrado como inconclusivo, bem como duplicados pelo sistema de informação.

4.2.4 Coleta e fonte de dados

Durante a coleta foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão. Além disso, o pesquisador passou por um treinamento para manipulação de sistemas de informação. O banco foi revisado e confrontado por dois pesquisadores para ajustes e verificação de duplicidade de informações. A fonte de dados foi o Sistema de Informação de Agravos de Notificação via DATA-SUS (<https://datasus.saude.gov.br/>), o Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento (PNUD) (<http://www.atlasbrasil.org.br/>) e do e o Atlas de Vulnerabilidade Social (IVS) (<http://ivs.ipea.gov.br/>) do qual, as variáveis independentes (quadro 2) foram extraídas.

Quadro 2 - Descrição das variáveis independentes utilizadas do CENSO/PNUD/IVS, Brasil, 2010 e 2021

INDICADOR	DEFINIÇÃO
Índice de vulnerabilidade social.	Índice de Vulnerabilidade Social. Média aritmética dos índices das dimensões: IVS Infraestrutura Urbana, IVS Capital Humano e IVS Renda e Trabalho.
Índice da dimensão Infraestrutura Urbana	Índice da dimensão Infraestrutura Urbana, é um dos 3 índices que compõem o IVS. É obtido através da média ponderada de índices normalizados construídos a partir dos indicadores que compõem esta dimensão, a saber: 1) Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem o serviço de coleta de lixo (peso: 0,300); 2) Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados (peso: 0,300); 3) Percentual de pessoas em

	domicílios vulneráveis à pobreza e que gastam mais de uma hora até o trabalho no total de pessoas ocupadas, vulneráveis e que retornam diariamente do trabalho (peso: 0,400).
Índice de vulnerabilidade social – dimensão capital humano.	Índice da dimensão Capital Humano, é um dos 3 índices que compõem o IVS. Obtido através da média ponderada de índices normalizados construídos a partir dos indicadores que compõem esta dimensão, a saber: 1) Mortalidade até um ano de idade (peso: 0,125); 2) Percentual de crianças de 0 a 5 anos que não frequenta a escola (peso: 0,125); 3) Percentual de crianças de 6 a 14 anos que não frequenta a escola (peso: 0,125) ; 4) Percentual de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos (peso: 0,125); 5) Percentual de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade, no total de mães chefes de família (peso: 0,125); 6) Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade (peso: 0,125); 7) Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo (peso: 0,125); 8) Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e são vulneráveis à pobreza, na população total dessa faixa etária (peso: 0,125).
Índice de vulnerabilidade social – dimensão renda e trabalho.	Índice da dimensão Renda e Trabalho, é um dos 3 índices que compõem o IVS. Obtido através da média ponderada de índices normalizados construídos a partir dos indicadores que compõem esta dimensão, a saber: 1) Proporção de vulneráveis à pobreza (peso: 0,200); 2) Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade (peso: 0,200); 3) Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal (peso: 0,200); 4) Percentual de pessoas em

	domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos (peso: 0,200); 5) Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade (peso: 0,200).
Porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados.	Razão entre o número de pessoas que vivem em domicílios cujo abastecimento de água não provém de rede geral e cujo esgotamento sanitário não é realizado por rede coletora de esgoto ou fossa séptica, e a população total residente em domicílios particulares permanentes, multiplicada por 100. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.
Porcentagem da população que vive em domicílios urbanos sem o serviço de coleta de lixo.	Razão entre a população que vive em domicílios sem coleta de lixo e a população total residente em domicílios particulares permanentes, multiplicada por 100. Estão incluídas as situações em que a coleta de lixo é realizada diretamente por empresa pública ou privada, ou o lixo é depositado em caçamba, tanque ou depósito fora do domicílio, para posterior coleta pela prestadora do serviço. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes, localizados em área urbana.
Porcentagem de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo (de 2010) e que gastam mais de uma hora até o trabalho.	Razão entre o número de pessoas ocupadas, de 10 anos ou mais de idade, que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo, de agosto de 2010, e que gastam mais de uma hora em deslocamento até o local de trabalho, e o total de pessoas ocupadas nessa faixa etária que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo, de agosto de 2010, e que retornam diariamente ao trabalho, multiplicado por 100.
Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade.	Razão entre a população de 15 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever um bilhete simples, e o total de pessoas nesta faixa etária (multiplicada por 100).

Porcentagem de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo.	Razão entre o número de crianças de até 14 anos que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo, e a população total nesta faixa etária residente em domicílios particulares permanentes (multiplicada por 100).
Porcentagem de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (de 2010).	Razão entre as pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e com renda per capita inferior a meio salário mínimo, de agosto de 2010, e a população total nesta faixa etária (multiplicada por 100). São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.
Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade	Percentual da população economicamente ativa (PEA) nessa faixa etária que estava desocupada, ou seja, que não estava ocupada na semana anterior à data do censo, mas havia procurado trabalho ao longo do mês anterior à data dessa pesquisa.
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. Média geométrica dos índices das dimensões Renda, Educação e Longevidade, com pesos iguais.
IDHM Longevidade	Índice da dimensão Longevidade que é um dos 3 componentes do IDHM. É obtido a partir do indicador Esperança de vida ao nascer, através da fórmula: $[(\text{valor observado do indicador}) - (\text{valor mínimo})] / [(\text{valor máximo}) - (\text{valor mínimo})]$, onde os valores mínimo e máximo são 25 e 85 anos, respectivamente.
IDHM Educação	Índice sintético da dimensão Educação que é um dos 3 componentes do IDHM. É obtido através da média geométrica do subíndice de frequência de crianças e jovens à escola, com peso de 2/3, e do subíndice de escolaridade da população adulta, com peso de 1/3.
IDHM Renda	Índice da dimensão Renda que é um dos 3 componentes do IDHM. É obtido a partir do indicador Renda per capita, através da fórmula: $[\ln (\text{valor observado do$

	indicador) - $\ln(\text{valor mínimo})$] / [$\ln(\text{valor máximo}) - \ln(\text{valor mínimo})$], onde os valores mínimo e máximo são R\$ 8,00 e R\$ 4.033,00 (a preços de agosto de 2010).
Subíndice de escolaridade - IDHM Educação.	Subíndice selecionado para compor o IDHM Educação, representando o nível de escolaridade da população adulta. É obtido pelo indicador % de jovens e adultos com 18 anos ou mais com o fundamental completo.
Renda per capita.	Razão entre o somatório da renda de todos os indivíduos residentes em domicílios particulares permanentes e o número total desses indivíduos. Valores em reais de 01/agosto de 2010.
Razão de dependência.	Razão de dependência é medida pela razão entre o número de pessoas com 14 anos ou menos e de 65 anos ou mais de idade (população dependente) e o número de pessoas com idade de 15 a 64 anos (população potencialmente ativa) multiplicado por 100.
Taxa de envelhecimento.	Razão entre a população de 65 anos ou mais de idade e a população total multiplicado por 100.
População vulnerável de 15 a 24 anos.	População de 15 a 24 anos de idade que reside em domicílios com renda per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (de agosto de 2010).
População em domicílios vulneráveis e com idoso.	População residente em domicílios vulneráveis à pobreza (com renda per capita igual ou inferior à meio salário mínimo de agosto de 2010) em que pelo menos um dos moradores possui idade igual ou superior à 65 anos (idoso). São considerados apenas domicílios particulares permanentes.
Porcentagem da população em domicílios com densidade > 2.	Razão entre a população que vive em domicílios particulares permanentes com densidade superior a 2 e a população total residente em domicílios particulares permanentes multiplicado por 100. A densidade do domicílio é dada pela razão entre o total de moradores

	do domicílio e o número total de cômodos usados como dormitório.
Taxa de analfabetismo - 18 anos ou mais.	Razão entre a população de 18 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever um bilhete simples e o total de pessoas nessa faixa etária multiplicado por 100.
Renda per capita dos vulneráveis à pobreza.	Média da renda domiciliar per capita das pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 255,00 mensais, a preços de agosto de 2010. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.
Índice de Gini.	Mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita. Seu valor varia de 0, quando não há desigualdade (a renda domiciliar per capita de todos os indivíduos tem o mesmo valor), a 1, quando a desigualdade é máxima (apenas um indivíduo detém toda a renda). O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.

4.2.5 Objetivo específico 02

- Caracterizar o perfil epidemiológico da incidência de Chikungunya no Brasil.

Variáveis e análise estatística

- **Variável dependente:** taxa de incidência por Chikungunya;
- **Variáveis independentes:** regiões do Brasil, gênero, raça/cor da pele, faixa etária e critério diagnóstico.

Foi realizada a caracterização da população acometida pela Chikungunya segundo variáveis sociodemográficas. Essas variáveis foram analisadas segundo o número absoluto de casos, percentual relativo e taxa de prevalência. Para variáveis com apenas duas categorias, a comparação foi feita entre si, e para aquelas com mais de duas categorias, cada categoria foi

comparada com aquela com menor índice. As diferenças estatísticas entre os grupos foram avaliadas pelo teste do qui-quadrado com correção de Yates (χ^2) e os resultados foram considerados significativos quando valores de $p < 0,05$.

Foram calculadas as taxas de incidência da Chikungunya por regiões do Brasil, gênero, raça/cor da pele, faixa etária e critério diagnóstico conforme a seguinte fórmula:

$$\text{Incidência} = \frac{\text{Total de casos}}{\text{População do município ou UF de residência}} \times 100.000$$

4.2.6 Objetivo Específico 03

- Analisar a previsão de uma série temporal interrompida usando modelo ARIMA dos casos de Chikungunya e do impacto da pandemia de Covid-19 nas notificações considerando a sazonalidade.

Variáveis e análise estatística

- **Variável dependente:** Média móvel mensal/ano dos casos de Chikungunya;
- **Variáveis independentes:** Tempo.

Para avaliar se houve redução na notificação dos casos de Chikungunya após o início da pandemia de COVID-19 no Brasil, foi realizado uma análise de série temporal interrompida. O modelo de intervenção foi o estabelecimento da pandemia de Covid-19 no Brasil em março de 2020. Primeiramente foram utilizados os gráficos de resíduo e amostra e função de autocorrelação parcial (ACF e ACF parcial) para verificar autocorrelação no resíduo e propriedades de estacionariedade e normalidade, para selecionar os modelos mais adequados e estatisticamente parcimoniosos (Oliveira *et al.*, 2019). A seguir foram identificados os modelos ARIMA de dependência serial. O modelo pré-intervenção selecionado foi um ARIMA (2,0,0). Por fim, utilizou-se o teste Ljung-Box (Q) para avaliar se os resíduos eram ruídos branco, ou seja, distribuídos aproximadamente normalmente em torno de zero. O teste Ljung-Box indicou que os modelos são apropriados para descrever a dependência linear entre repetições sucessivas (Aditya Satrio *et al.*, 2021).

4.2.7 Objetivo específico 04

- Analisar as estimativas de regressão de Prais-Winsten para construção de um modelo de tendência temporal ajustado para a incidência de Chikungunya no Brasil.

Variáveis e análise estatística

- **Variável dependente:** Taxa de incidência dos casos de Chikungunya;
- **Variáveis independentes:** Tempo.

Para conduzir a análise de tendências de forma rigorosa e estabelecida considerando a sazonalidade, utilizamos a análise de séries temporais descrita por Antunes e Cardoso. A análise de série temporal é um método usado para organizar e compreender dados quantitativos coletados durante um período. É particularmente valioso porque nos permite prever valores passados e futuros com base em cálculos estatísticos, principalmente através de regressão linear (Antunes; Cardoso, 2015).

Foi construído a série temporal para nossa análise utilizando o modelo de regressão de Prais-Winsten, comumente utilizado em estudos epidemiológicos. Este modelo foi empregado para considerar a influência da autocorrelação de primeira ordem na análise dos dados da série temporal. O processo de modelagem dos dados incluiu a transformação das taxas (variável dependente = valor de Y) em uma função logarítmica de base 10, e os resultados das taxas logarítmicas (β) da regressão de Prais-Winsten permitiram estimar a variação percentual anual (APC) para a região estudada, juntamente com seus respectivos intervalos de confiança de 95%. Os valores de probabilidade (p) e APC, considerando um nível de significância de 95% (IC 95%), foram calculados através das Equações: onde β é o coeficiente angular da regressão *linear*, os índices *ul* significam o limite superior e *ll* é o limite inferior do nível de confiança (Antunes; Cardoso, 2015).

$$APC = (10^{\beta} - 1) \times 100\%$$

$$(IC\ 95\%)_{ul} = (10^{\beta_{max}} - 1) \times 100\%$$

$$(IC\ 95\%)_{ll} = (10^{\beta_{min}} - 1) \times 100\%$$

As tendências de incidência foram classificadas em crescentes (valor $p < 0,05$ e beta *positivo*), decrescentes ($p < 0,05$ e beta negativo) ou permanecendo estável (valor $p \geq 0,05$). Quando dizemos que uma tendência é “estável”, significa que não há alterações significativas nos dados ao longo do tempo.

4.2.8 Objetivo específico 05

- Analisar a distribuição espacial da incidência da Chikungunya no Brasil.

Variáveis e análise estatística

- **Variável dependente:** taxa bruta e suavizada pelo método bayesiano empírico local da incidência da Chikungunya por município e estado;
- **Variável independente:** espaço e tempo mensurado em anos (2017 a 2023).

A base cartográfica do Brasil disponível na base eletrônica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foi utilizada para a análise (<https://www.ibge.gov.br/>). A projeção cartográfica correspondente foi do Sistema de Referência Universal SIRGAS 2000.

foi empregado o estimador bayesiano empírico local para minimizar a instabilidade ocasionada pela flutuação aleatória dos casos, suavizando as taxas padronizadas por aplicação de médias ponderadas e criando uma terceira taxa corrigida. A Taxa Bayesiana Empírica demonstrou a correção da taxa multiplicativa igual a 1.000, levando-se em consideração a população em risco e o número de casos para cada ano analisado, por área municipal. Para estimar a variabilidade espacial na análise dos dados será construída uma matriz de proximidade, em que para os municípios vizinhos e limítrofes atribuir-se-á o valor 1 (um) e para os que não apresentavam geometrias fronteiriças adjacentes, o valor 0 (zero) (Moran PAP, 1948).

Os mapas temáticos foram elaborados conforme cálculo da incidência de Chikungunya no Brasil para o período analisado. A autocorrelação espacial entre as taxas será utilizada para investigar se as distribuições espaciais da doença ocorrem de forma aleatória ou seguem algum padrão de ocorrência no espaço. Desta forma, será elaborada uma matriz de proximidade espacial obtida pelo critério de contiguidade, adotando um nível de significância de 5% e calculando o Índice Global de Moran (I) variando entre -1 e +1, que representa a expressão da

autocorrelação espacial da doença no espaço geográfico, analisado para identificar aglomerados espaciais e definir áreas de riscos. Valores próximos de zero indicam aleatoriedade espacial; valores entre 0 e +1 indicam autocorrelação espacial positiva e, entre -1 e 0, autocorrelação espacial negativa (Moran PAP, 1948).

O coeficiente de autocorrelação de Moran global baseia-se nos produtos cruzados dos desvios a partir da média sendo calculadas para n observações como se segue (Moran PAP, 1948):

$$I = \frac{[(n \sum_i \sum_j \omega_{ij} (y_i - \bar{y}) (y_j - \bar{y}))]}{[\sum_i (y_i - \bar{y})^2 \sum_i \sum_j \omega_{ij}]}$$

Onde, ω_{ij} é um elemento de ω matriz de contiguidade; y_i é a taxa de incidência do município i; y_j é a taxa de incidência do município j; $\bar{y}$ é a média da amostra e o símbolo n representa o número total de cidades.

O diagrama de espelhamento de Moran será utilizado para indicar as áreas críticas ou de transição, cuja finalidade é comparar o valor de cada município com os municípios vizinhos e verificar a dependência espacial mostrada pelo Índice de Moran Local (*Local Index of Spatial Association* – LISA) para detecção de regiões com correlação espacial significativa. A fim de avaliar o agrupamento espacial local e obter uma medida da associação para cada unidade e verificar se a hipótese de estacionariedade do processo ocorre localmente, será aplicada a seguinte fórmula (Moran PAP, 1948):

$$I = \frac{n[(Z_i \sum_j \omega_{ij} Z_j)]}{(\sum_j Z_j^2)}$$

Onde, $z_i = y_i - \bar{y}$; $z_j = y_j - \bar{y}$; ω_{ij} é um elemento de matriz de contiguidade ω ; y_i é a taxa de incidência do município i; y_j é a taxa de incidência ou mortalidade do município j; $\bar{y}$ é a média da amostra e o símbolo n representa o número total de cidades.

Essa técnica permitirá visualizar graficamente o grau de similaridade entre vizinhos por meio do diagrama de espalhamento de Moran ou Moran Map. Este diagrama consiste em um gráfico bidimensional de valores normalizados, z, pela média dos vizinhos, w_z . O diagrama é dividido em quatro quadrantes: os quadrantes Q1 (valores positivos, médias positivas) e Q2 (valores negativos, médias negativas) indicam pontos de associação espacial positiva, no

sentido que uma localização possui vizinhos com valores semelhantes. Por sua vez, os quadrantes Q3 (valores positivos, médias negativas) e Q4 (valores negativos, médias positivas), indicam pontos de associação espacial negativa, demonstrando que uma localização possui vizinhos com valores diferentes (Druck *et al.*, 2004).

4.2.9 Objetivo específico 06

- Analisar a associação entre os indicadores de vulnerabilidade social e a incidência da Chikungunya com base no componente espacial.

Regressão espacial global

- **Variável dependente:** taxa bruta e transformação logarítmica neperiana da taxa suavizada pelo método bayesiano empírico local da incidência da Chikungunya por municípios do Brasil;
- **Variáveis independentes:** indicadores de vulnerabilidade social (quadro 2).

No presente estudo foi incorporada a estrutura espacial para construção de um modelo explicativo da incidência Chikungunya associados aos indicadores de vulnerabilidade social. Para a seleção das variáveis que se comportaram como os fatores determinantes foram aplicados modelos não-espaciais e espaciais de regressão linear múltipla (Zuur *et al.*, 2007).

1ª Etapa – Foram coletados os indicadores de vulnerabilidade social que totalizaram 100 indicadores, no entanto foi aplicado o critério epidemiológico baseado em estudos anteriores para seleção das variáveis que realmente tem relação com as incidências para Chikungunya. Após essa seleção, restaram 26 variáveis para entrarem no modelo. Foi realizada uma análise descritiva dos dados e verificação da distribuição de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk;

2ª Etapa - Foi realizada uma transformação do tipo logaritmo neperiano (Ln) da taxa de incidência bayesiana de Chikungunya para aproximar os valores a uma distribuição normal. A correlação entre o desfecho e as variáveis independentes foi analisada pelo coeficiente de correlação de *Spearman*. As variáveis com correlação maior que 30% foram incluídas para o modelo. Posteriormente as variáveis foram analisadas para diagnóstico de colinearidade baseada no fator de inflação da variância (VIF), sendo selecionadas as variáveis que apresentaram VIF

menor que 20. No entanto, foi utilizado o rigor estatístico para decidir a manutenção das variáveis entre VIF 10-20.

3ª Etapa - Na modelagem espacial global foi aplicado o método dos mínimos quadrados ordinários (OLS), selecionando as variáveis pelo método *backward* (Zuur *et al.*, 2007). Foram obtidos os coeficientes de determinação e os respectivos intervalos de confiança a 95%. A análise de Moran dos resíduos do modelo OLS foi realizada para a identificação da necessidade de incorporação de componente espacial. Uma vez constatada a dependência, os testes multiplicadores de Lagrange foram utilizados para a escolha do melhor modelo (*Spatial Error Model* ou *Spatial Lag Model*) em consonância com o esquema decisório proposto por Luc Anselin. No *Spatial Error Model*, os efeitos espaciais são ruídos que devem ser removidos. Já o *Spatial Lag Model* atribui à variável resposta Y a autocorrelação espacial ignorada. Os resíduos serão submetidos ainda à avaliação da normalidade (teste de Jarque-Bera) e da homocedasticidade (teste de Breusch-Pagan) (Anselin; Florax, 2003; Anselin, 2005).

4 Etapa - Os parâmetros para a avaliação da qualidade do modelo foram: Akaike (AIC), bayesiano de Schwarz (BIC), coeficiente de determinação (R²), Log de Verossimilhança e estatística de Moran dos resíduos. Foi considerado como melhor modelo aquele cujos valores de AIC e BIC foram menores, o Log de Verossimilhança e o R² foram maiores e os resíduos apresentaram independência espacial (Anselin, 2005).

Regressão espacial local

Regressão geograficamente ponderada (GWR) e GWR robusto (RGWR).

Com base no desenvolvimento do modelo de regressão geral, o GWR permite a variação espacial na relação entre variáveis explicativas e variáveis dependentes, conhecidas como “parâmetros para variar espacialmente” (Brunsdon; Fotheringham; Charlton, 1996). O GWR revela associações naturais entre variáveis, atribuindo pesos mais altos a observações próximas a pontos amostrais (McMillen, 2004). O GWR básico é geralmente definido como:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{j=1}^m \beta_j(u_i, v_i)x_{ij} + \varepsilon_i$$

onde $\beta_0(u_i, v_i)$ é o intercepto; $\beta_j(u_i, v_i)$ é o valor da função contínua no ponto (u_i, v_i) ; x_{ij} é o valor da j -ésima variável explicativa no ponto i ; e ε_i é um termo de erro aleatório. O efeito de outliers é enfraquecido no RGWR (McMillen, 2004). Os dados de amostra com grandes resíduos estudantis externos são primeiro removidos do ajuste inicial do

GWR e, em seguida, os dados filtrados são reajustados usando o GWR básico ” (Brunsdon; Fotheringham; Charlton, 1996).

GWR multiescala (MGWR)

MGWR é uma extensão do GWR que permite que a escala de todos os relacionamentos não seja fixa no espaço. MGWR combina cada variável explicativa com sua largura de banda exclusiva. As diferenças na largura de banda representam diferenças na escala espacial e, ao capturar os efeitos da escala nos processos espaciais, o MGWR pode capturar a heterogeneidade espacial com mais precisão. MGWR é geralmente definido como (Yu *et al.*, 2020).

$$y_i = \sum_{j=1}^m \beta_0 x_{ij} + \sum_{j=1}^m \beta_{bwj}(u_i, v_i) x_{ij} + \varepsilon_i$$

onde bw_j é a largura de banda usada pelo j -ésimo coeficiente de regressão variável. O MGWR é calibrado usando um algoritmo de retroajuste e pode ser reformulado como um modelo aditivo generalizado na prática.

Desenvolvimento do modelo de regressão espacial local

Para examinar a relação entre indicadores de vulnerabilidade social e a incidência de Chikungunya, foram utilizados os mesmos parâmetros da seleção dos fatores, de transformação logarítmica e diagnósticos de colinearidade aplicados no modelo de regressão espacial global. Foi utilizado o critério de informação de Akaike corrigido (AICc) para otimizar a largura de banda e selecionamos o kernel gaussiano fixo. O desempenho do modelo foi avaliado pelo cálculo do coeficiente de determinação (R^2) e AICc. O melhor desempenho do modelo é evidenciado por um valor de R^2 mais elevado e um valor de AICc mais baixo (Yu *et al.*, 2020).

4.2.10 Programas

O software Microsoft Excel® versão 2020 e para a sua análise será utilizado o programa JASP 0.18.1.0 (<https://jasp-stats.org/>), QGIS 3.34.1 (https://qgis.org/pt_BR/site/about/index.html), Geoda 1.22 (<https://geodacenter.github.io/>), MGWR versão 10.14 (<https://sgsup.asu.edu/sparc/multiscale-gwr>) e RStudio versão 4.2.1 (<https://posit.co/download/rstudio-desktop/>).

4.2.11 Aspectos éticos

Todos os dados que foram utilizados no projeto são de domínio público, dessa forma, o mesmo não foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Sergipe. Todavia, durante toda pesquisa as recomendações da resolução de nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde foram respeitadas, assim como as regras da convenção de Helsinque.

4.2.12 Riscos e benefícios

Por se tratar de estudo que envolve dados secundários, os riscos da pesquisa são considerados mínimos e estão relacionados com o manuseio das informações coletadas pelos pesquisadores que irão garantir o zelo pelo sigilo dos dados fornecidos pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação e pela guarda adequada das informações coletadas.

Em contrapartida, os benefícios da pesquisa envolvem a compreensão do cenário da epidemia de Chikungunya no Brasil, sanando algumas das lacunas deixadas em pesquisas anteriores envolvendo a temática, além da contribuição de construção de um modelo de predição em saúde espacial usando os principais DSS que demandam elaboração de medidas de saúde pública e intersetoriais. Além disso, o fornecimento de dados atualizados para a comunidade científica, que servirão de subsídios elaboração de tecnologias e políticas para o enfrentamento da doença em áreas de maior risco.

5 RESULTADOS

Parte 01 - Evidências científicas acerca da utilização de técnicas de análise espacial para o controle do estado de saúde da comunidade com risco para arboviroses.

Na figura 3 é apresentado o processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos. Foram identificados o total de 1.121 artigos nas buscas em bases de dados, destacando que após a verificação da lista de referências dos estudos incluídos, não houve a adesão de nenhum outro estudo e que, após todo o processo, consolidou-se uma amostra final com 15 artigos. A maioria publicados em língua inglesa (93%), com início de publicações no ano de 2017. Entre os países nos quais as pesquisas foram realizadas, destaca-se o Brasil (67%) seguido da Colômbia (20%) e do México (13%). Com relação as técnicas de análise espacial, o Índice global de Moran e a regressão de Poisson foram as mais utilizadas (tabela 3 e 4).

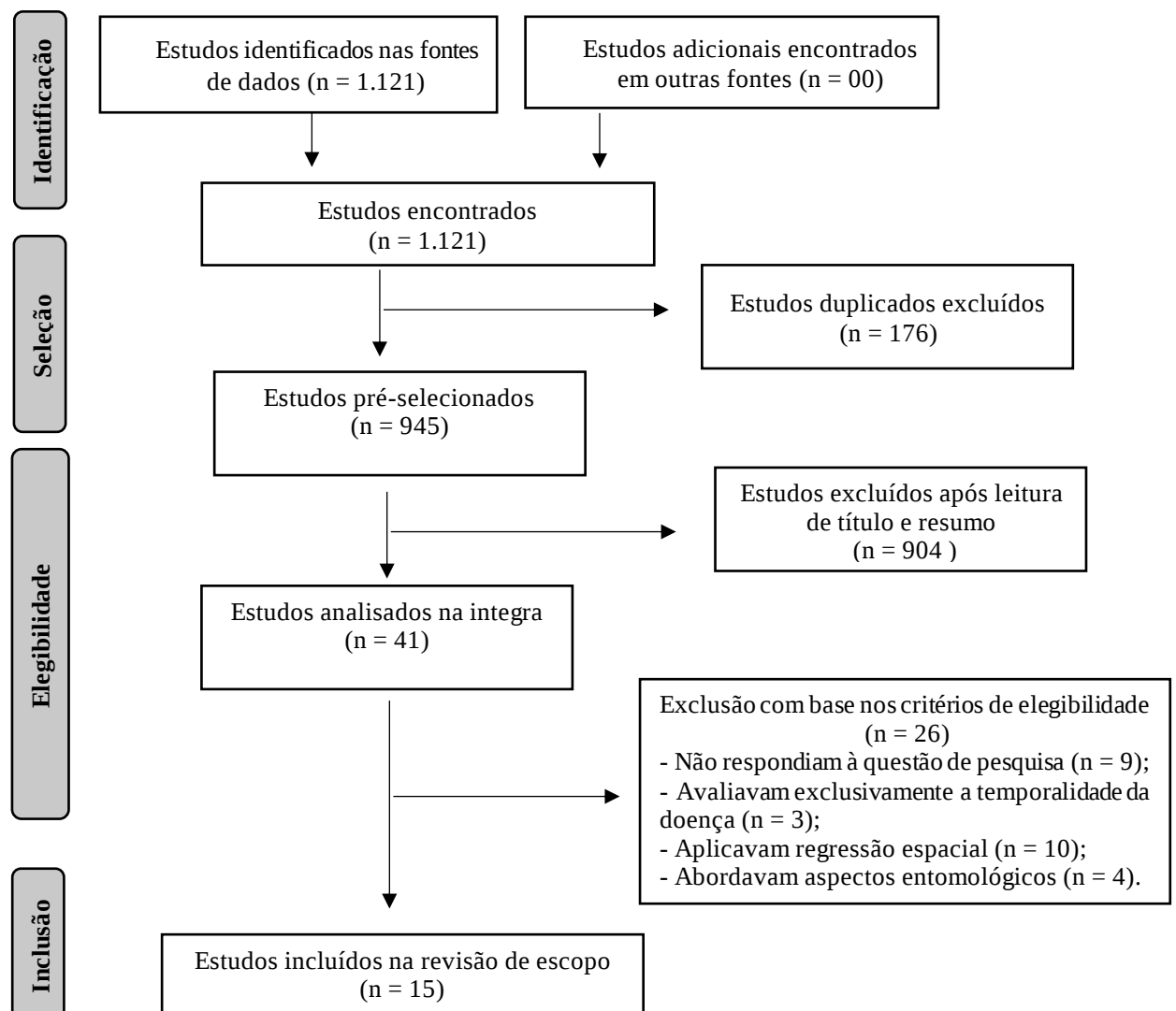


Figura 3 - Fluxograma PRISMA do processo de seleção dos estudos

Tabela 3 - Caracterização dos estudos incluídos na revisão

AUTOR / ANO / PAÍS	TÍTULO DA PESQUISA	OBJETIVO	TIPO DE ESTUDO	AMOSTRA	PRINCIPAIS ACHADOS
Krystosik et al.,/ 2017/ Colômbia.	Community context and sub-neighborhood scale detail to explain dengue, chikungunya and Zika patterns in Cali, Colombia.	Detalhar a escala de sub-bairros para explicar padrões de Dengue, Chikungunya e Zika em Cali, Colômbia.	Geonarrativas de vídeo espacial (SVG).	Casos humanos de Dengue, Chikungunya e Zika notificados entre outubro de 2014 e abril de 2016.	O SVG capturou insights em 24 bairros. Os riscos de lixo e água em Calipso foram mapeados usando resultados SVG. Os fatores de risco percebidos incluíam proximidade de água parada, canais, pobreza, invasões, violência localizada e migração militar. Esses riscos se sobrepõem aos mapas de densidade de casos e identificam áreas adequadas para transmissão, mas possivelmente subnotificadas ao sistema de vigilância.
Costa et al.,/ 2018/ Brasil.	Spatial analysis of probable cases of dengue fever, chikungunya fever and zika virus infections in Maranhao State, Brazil.	Analisar a distribuição espacial dessas doenças e avaliar a relação dessas doenças com densidade populacional, Índice de Gini, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), PIUHS e índice de infestação por <i>A. aegypti</i> nos municípios de o Estado do Maranhão.	Estudo ecológico.	Casos prováveis de Dengue, febre Chikungunya e infecções pelo vírus Zika ocorridos no Estado do Maranhão e notificados ao Sistema Nacional de Notificação Obrigatória (SINAN) no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016, tendo como município o município a unidade de análise.	O índice global de Moran identificou uma autocorrelação significativa das taxas de incidência de dengue ($I=0,10$; $p=0,009$) e zika ($I=0,07$; $p=0,03$). O estudo encontrou correlação espacial positiva entre dengue e densidade populacional ($I=0,31$; $p<0,001$) e negativa com o Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde (PIUHS) por cobertura da atenção básica ($I=-0,08$; $p=0,01$). Em relação à febre chikungunya, houve correlações espaciais positivas com a densidade populacional ($I=0,06$; $p=0,03$) e com o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) ($I=0,10$; $p=0,002$) e negativa com o índice de Gini ($I=-0,01$; $p<0,001$) e o PIUHS por cobertura da atenção básica ($I=-0,18$; $p<0,001$). Por fim, encontramos correlações espaciais positivas entre as infecções pelo vírus Zika e a densidade populacional ($I=0,13$; $p=0,005$) e o IDHM ($I=0,12$; $p<0,001$), bem como uma correlação negativa com

Bisanzio et al., / 2018 / Mexico.	Spatio-temporal coherence of dengue, chikungunya and Zika outbreaks in Merida, Mexico.	Avaliar a utilidade dos dados históricos de DENV para inferir a introdução e propagação do CHIKV e ZIKV.	Estudo Ecológico.	Casos prováveis e confirmados laboratorialmente geocodificado de DENV, CHIKV e ZIKV.	o índice de Gini ($I = -0,11$; $p < 0,001$) e o PIUHS por cobertura da atenção básica ($I = -0,05$; $p = 0,03$). Nossos resultados sugerem que vários fatores sociodemográficos influenciaram a ocorrência de dengue, febre chikungunya e infecções pelo vírus zika no estado do Maranhão. Houve correlações espaciais positivas com a densidade populacional ($I = 0,06$; $p = 0,03$) e com o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) ($I = 0,10$; $p = 0,002$) e negativa com o índice de Gini ($I = -0,01$; $p < 0,001$) e o PIUHS por cobertura da atenção básica ($I = -0,18$; $p < 0,001$). Por fim, encontramos correlações espaciais positivas entre as infecções pelo vírus Zika e a densidade populacional ($I = 0,13$; $p = 0,005$) e o IDHM ($I = 0,12$; $p < 0,001$), bem como uma correlação negativa com o índice de Gini ($I = -0,11$; $p < 0,001$) e o PIUHS por cobertura da atenção básica ($I = -0,05$; $p = 0,03$). erca de 42% dos 40.028 casos de DENV relatados durante 2008-2015 agrupados em 27% da cidade, e essas áreas de agrupamento foram onde os primeiros casos de CHIKV e ZIKV foram relatados em 2015 e 2016, respectivamente. Além disso, os três vírus tiveram concordância significativa em sua distribuição espaço-temporal (Kendall $W > 0,63$; $p < 0,01$). Os dados longitudinais DENV geraram padrões indicativos do resultado introdução e padrões de transmissão de CHIKV e ZIKV, levando a insights importantes para a vigilância e controle direcionado para emergentes Vírus transmitidos pelo Aedes.
--	--	--	-------------------	--	--

Dalvi; Braga/ 2019/ Brasil.	Spatial diffusion of the 2015–2016 Zika, dengue and chikungunya epidemics in Rio de Janeiro Municipality, Brazil.	Identificar o padrão de difusão espacial das doenças causadas por ZIKV, DENV e CHIKV em 2015-2016 no Rio de Janeiro, Brasil.	Este estudo utilizou duas abordagens: (a) um estudo transversal dos dados espaciais pontuais de casos na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, e (b) um estudo ecológico da taxa de incidência da população dos distritos do Rio de Janeiro.	Casos de Zika, Dengue e Chikungunya notificados ao Sistema Nacional de Vigilância de Agravos de Notificação (SINAN) do Ministério da Saúde do Brasil em 2015 e 2016.	Os resultados sugeriram um padrão de difusão de expansão para os três arbovírus durante 2015-2016 no Rio de Janeiro
Elena triana-vidal et al./ 2019/ Colômbia.	Análisis de la distribución espacial y temporal de los virus del Dengue (2006-2017), Zika (2015-2017) y Chikungunya (2014-2017) en Colombia.	Descrever a distribuição espacial e temporal dos vírus da Dengue, Zika e Chikungunya na Colômbia e identificar agrupamentos nos níveis espacial, temporal e espaço-temporal.	Estudo descritivo com análise exploratória de dados espaciais.	Casos de Zika Chikungunya e Dengue foram obtidos do SIVIGILA (Sistema Nacional de Vigilância em Saúde Pública).	Foram identificadas as áreas da Colômbia onde há maior densidade e prevalência de casos e foram analisados 1.124 municípios para cada evento (casos de Dengue, Zika e Chikungunya). Clusters significativos ($P < 0,05$) foram comprovados na análise espacial, temporal e espaço-temporal, na zona sudoeste da região andina e na região de Orinoquia.
Freitas et al./ 2019/ Brasil.	Space–time dynamics of a triple epidemic: Dengue, Chikungunya and Zika clusters in the city of Rio de Janeiro.	Identificar clusters e entender a dinâmica dessas doenças em um cenário de 'tripla epidemia.	Estudo Ecológico.	Casos de Dengue, Chikungunya e Zika obtidos do SINAN por meio da Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro.	Em geral, os clusters não foram detectados nos mesmos locais e períodos de tempo, possivelmente devido à competição entre os vírus pelos recursos do host, esgotamento da população suscetível, diferentes tempos de introdução e mudança no comportamento da população humana (por exemplo, intensificação das atividades de controle de vetores em resposta ao aumento de casos de um determinado arbovírus). Clusters simultâneos das três doenças geralmente incluíam bairros com alta densidade populacional e baixo nível socioeconômico, principalmente na região Norte da cidade. O uso da detecção de aglomerados espaço-temporais pode orientar intervenções intensivas em locais de alto risco em tempo hábil, para melhorar o diagnóstico e o manejo clínico e identificar medidas de controle de

Santana; Braga/ 2020/ Brasil.	Spatial diffusion of Zika fever epidemics in the Municipality of Salvador-Bahia, Brazil, in 2015-2016: does Zika fever have the same spread pattern as Dengue and Chikungunya fever epidemics?.	Identificar e comparar o padrão de difusão espacial 2015-2016 das epidemias de Zika, Chikungunya e Dengue em Salvador-Bahia.	Dois projetos de estudo foram usados, um estudo seccional para os dados espaciais pontuais e um estudo ecológico para os dados da área.	Casos confirmados notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação-SINAN do Ministério da Saúde	vetores. Clusters simultâneos das três doenças geralmente incluíam bairros com alta densidade populacional e baixo nível socioeconômico, principalmente na região Norte da cidade. O uso da detecção de aglomerados espaço-temporais pode orientar intervenções intensivas em locais de alto risco em tempo hábil, para melhorar o diagnóstico e o manejo clínico e identificar medidas de controle de vetores. Clusters simultâneos das três doenças geralmente incluíam bairros com alta densidade populacional e baixo nível socioeconômico, principalmente na região Norte da cidade. Os mapas de kernel e coroplético indicaram que os arbovírus se espalharam para áreas próximas aos primeiros casos relatados e ocuparam essas novas áreas, sugerindo um padrão de expansão da difusão. A maior densidade de casos ocorreu nas áreas central e oeste. Em 2015 e 2016, o modelo NNI best-fit apresentou uma curva S compatível com um padrão de expansão para Zika ($R^2 = 0,94; 0,95$), Chikungunya ($R^2 = 0,99; 0,98$) e Dengue ($R^2 = 0,93; 0,99$) epidemias, respectivamente. Os correlogramas espaciais indicaram um declínio nas autocorrelações de defasagem espacial para as três doenças (padrão de expansão). Alterações significativas do LISA sugeriram diferentes padrões de difusão, embora um pequeno número de alterações tenha sido detectado. Os resultados revelaram diferenças na difusão do CHIKV em comparação com epidemias anteriores de DENV e transmissão espacialmente distinta de DENV/ZIKV e CHIKV durante o período
Kazazian et al/ 2020/ Brasil.	Spatiotemporal transmission dynamics of cocirculating	Avançar no conhecimento atual do espaço-tempo dinâmica de transmissão de arbovírus cocirculantes em um grande ambiente urbano.	Estudo Ecológico.	Casos de Dengue, Chikungunya e Zika confirmados clinicamente ou em laboratório em um período	

	Dengue, Zika, and Chikungunya viruses in Fortaleza, Brazil: 2011–2017.			de sete anos (2011-2017) na cidade de Fortaleza.	de sua cocirculação. Significativo agrupamento espacial de vírus do mesmo tipo foi observado dentro de 14 dias intervalos de tempo em distâncias de até 6,8 km ($p < 0,05$). Esses resultados sugerem que o risco de arbovírus não é distribuído uniformemente nas cidades durante co-circulação.
Barreto et al./ 2020/ Brasil.	Seroprevalence, spatial dispersion and factors associated with flavivirus and Chikungunya infection in a risk area: a population-based seroprevalence study in Brazil.	Estimar a soroprevalência de Chikungunya e Dengue ou Zika na população de Juazeiro do Norte, Brasil.	Estudo transversal de análise analítica e espacial.	Aqueles com resultados de testes IgM e/ou IgG positivos para dengue, Zika ou Chikungunya.	Dos 404 participantes, 25,0% (103/404) foram positivos para CHIKV, 92,0% (373/404) para flavivírus (dengue ou Zika) e destes, 37,9% (153/404) amostras foram classificadas como provável infecção por dengue. Dos que relataram ter tido arbovirose no passado, os casos positivos de CHIKV apresentaram 58,7% de artralgia (RP = 4,31; IC 95%: 2,06-9,03; $p = 0,000$), principalmente nas mãos, tornozelos e pés. Idade acima de 60 anos apresentou associação positiva com casos de flavivírus (RP = 1,29; IC 95%: 1,09–1,54; $p = 0,000$). Febre, dor muscular, dor articular e erupção cutânea foram os sintomas mais relatados (46,1, 41,0, 38,3 e 28,41%, respectivamente). Os casos positivos de chikungunya e dengue ou zika foram agrupados no espaço e o centro da cidade foi a área mais afetada.
Costa et al./ 2021/ Brasil.	Autoregressive spatial modeling of possible cases of Dengue, Chikungunya, and Zika in the capital of Northeastern Brazil.	Analisar a distribuição espacial de três arboviroses (Dengue, Chikungunya e Zika) em São Luís e determinar a relação entre essa distribuição e fatores socioambientais e demográficos e focos de proliferação do mosquito.	Estudo socioecológico.	Casos prováveis de Dengue, Chikungunya e Zika em São Luís, Maranhão, registrados no Sistema Nacional de Notificação Obrigatória (SINAN) no período de janeiro de 2015 a dezembro de 2016.	Os achados mostraram uma autocorrelação espacial significativa da taxa de incidência suavizada. O modelo que melhor se ajustou aos dados foi o modelo de defasagem espacial, revelando uma associação positiva entre a incidência da doença e a proporção de domicílios com acúmulo de lixo no entorno.
Carabali et al./ 2021/ Brasil.	Spatiotemporal distribution and socioeconomic	Avaliar a presença, padrão e magnitude das desigualdades socioeconômicas em Dengue,	Estudo Ecológico.	Taxas de incidência ajustadas espaço-temporalmente de Dengue, Chikungunya e Zika.	Foram notificados 281.426 casos arbovirais em Fortaleza e 40.887 em Medellín. Observamos maior

	disparities of Dengue, Chikungunya and Zika in two Latin American cities from 2007 to 2017.	Chikungunya e Zika na América Latina, considerando sua distribuição espaço-temporal.			concentração de dengue entre moradores de bairros de baixo nível socioeconômico em ambas as cidades: Índice de Concentração Relativa = $-0,12$ (IC 95% = $-0,13, -0,10$) em Fortaleza e Índice de Concentração Relativa = $-0,04$ (IC 95% = $-0,05, -0,03$) em Medellín. A magnitude das desigualdades variou ao longo do tempo entre os locais e foi maior durante os surtos. Identificamos uma associação não monotônica entre taxas de doenças e medidas socioeconômicas, especialmente para chikungunya, que mudou ao longo do tempo. O Índice de Concentração Relativa e o Índice de Concentração Absoluta mostraram poucas ou nenhuma desigualdade para o Zika. O modelo socioeconômico específico mostrou aumento das taxas de doença em MMHI abaixo de US\$ 400 no Brasil e no índice SES abaixo do nível quatro, na Colômbia.
Morgan; Strode; Salcedo-sora/ 2021/ Colômbia.	Climatic and socio-economic factors supporting the co-circulation of Dengue, Zika and Chikungunya in three different ecosystems in Colombia.	Investigar a epidemiologia dessas três arboviroses (dengue, zika e chikungunya) cocirculando em uma única espécie de vetor (<i>Ae . aegypti</i>) em três ecossistemas distintos na Colômbia entre 2007-2017.	Estudo Ecológico.	Casos de Dengue, Chikungunya e Zika notificados no Sistema Nacional de Vigilância em Saúde Pública, Instituto Nacional de Saúde da Colômbia (SIVIGILIA) no período de 2007 a 2017.	Análises correlacionais foram conduzidas com modelos lineares generalizados e modelos aditivos generalizados para os dados geográficos. A temperatura média, temperatura mínima e velocidade do vento foram fortemente correlacionadas com a incidência da doença. A transmissão do Zika durante a epidemia de 2016 pareceu diminuir a circulação da dengue em Cúcuta, uma área de alta incidência sustentada de dengue. Fatores socioeconômicos, como barreiras aos serviços de saúde e infantil, saneamento inadequado e abastecimento de água deficiente, sugeriram um impacto desfavorável na transmissão de dengue, zika e chikungunya nos três ecossistemas. Influenciadores sociodemográficos também foram discutidos, incluindo o

Dzul-Manzanilla et al./ 2021/ Mexico.	Identifying urban hotspots of Dengue, Chikungunya, and Zika transmission in Mexico to support risk stratification efforts: a spatial analysis.	Identificar focos persistentes de doenças transmitidas pelo Aedes em cidades do sul do México.	Análise espacial.	28.507 casos clínicos de Dengue, 4.752 Chikungunya e 25.755 Zika.	afluxo de pessoas para Cúcuta, fugindo da instabilidade política e econômica da vizinha Venezuela. 128.507 casos clínicos de dengue, 4.752 chikungunya e 25.755 zika foram notificados entre 1º de janeiro de 2008 e 31 de dezembro de 2016. Todas as cidades apresentaram evidências de heterogeneidade na transmissão, com uma média de 17,6% (DP 4,7) de seus área total identificada como focos de doenças persistentes. Os focos de calor representaram 25,6% (DP 9,7; intervalo de 12,8 a 43,0) da população e 32,1% (10,5; 19,6 a 50,5) de todos os casos de doenças transmitidas pelo Aedes relatado. Encontramos uma sobreposição entre os hotspots de 61,7% para dengue e zika e 53,3% para dengue e chikungunya. Os focos de dengue em 2008–16 foram significativamente associados aos focos de dengue detectados durante 2017–20 em cinco das nove cidades. Chefes de controle de vetores confirmaram áreas de hotspot como zonas problemáticas para transmissão de arbovírus.
Queiroz; Medronho/ 2021/ Brasil.	Spatial analysis of the incidence of Dengue, Zika and Chikungunya and socioeconomic determinants in the city of Rio de Janeiro, Brazil.	Analisar a distribuição espacial dos casos de Dengue, Zika e Chikungunya em 2015–2016 e identificar fatores socioeconômicos associados a cada uma dessas doenças. Também objetivamos analisar as três arboviroses em conjunto para investigar a dinâmica espacial das doenças transmitidas por um único vetor, <i>A. aegypti</i> , no território.	Estudo ecológico epidemiológico transversal.	O estudo abrangeu todos os casos notificados de Dengue, Zika e Chikungunya.	Os índices de Moran globais bivariados ($P < 0,05$) revelou correlações espaciais negativas entre as taxas de incidência de dengue, zika, chikungunya e arboviroses combinadas e índice de desenvolvimento social e renda média. Os modelos de regressão ($P < 0,05$) identificaram uma relação negativa entre renda média e cada uma dessas taxas e entre esgoto e taxas de incidência de Zika, bem como uma relação positiva entre áreas urbanas e taxas de incidência de chikungunya. Em nosso estudo, técnicas de análise espacial ajudaram a identificar determinantes

Almeida et al./ 2022/ Brasil.	Dengue, Chikungunya, and Zika: Spatial and Temporal Distribution in Rio de Janeiro State, 2015–2019.	Analisar a dinâmica espacial e temporal da circulação simultânea de Dengue, Chikungunya e Zika no estado do Rio de Janeiro entre 2015 e 2019, considerando 92 municípios distribuídos em nove regiões de saúde do estado.	Estudo ecológico.	Casos notificados de Dengue, Chikungunya e Zika no estado do Rio de Janeiro de 2015 a 2019.	sociais e de alto risco em nível local para as três arboviroses. As análises espaciais das três arboviroses estudadas mostraram comportamentos distintos entre municípios e regiões de saúde. Observou-se cocirculação das três arboviroses no estado e padrão espaço-temporal heterogêneo para cada doença e região, sendo que a dengue apresentou maior incidência anual durante os cinco anos do estudo, além de dois anos epidêmicos consecutivos no estado. O aumento da transmissão em diferentes regiões do estado em um ano culminou em uma epidemia no estado no ano seguinte. Uma alta incidência cumulativa anual de chikungunya ocorreu em municípios de 2017 a 2019 e de Zika apenas em 2016.
--------------------------------------	--	---	-------------------	---	--

Fonte: Autores

Tabela 4 - Principais técnicas utilizadas

AUTOR/ANO	PRINCIPAIS TÉCNICAS UTILIZADAS
Krystosik <i>et al.</i> ,/ 2017.	(1) Mapa de Densidade de Kernel.
Costa <i>et al.</i> , / 2018.	(1) Índice global de Moran; (2) índice de Moran local; (3) Teste de pseudo-significância.
Bisanzio <i>et al.</i> , / 2018.	(1) Teste Kendall W.
Dalvi; Braga/ 2019.	(1) Mapas de kernel sequenciais; (2) Análise de regressão do vizinho mais próximo; (3) índice de Moran global.
Elena triana-vidal <i>et al.</i> ,/ 2019.	(1) Análise de densidade de casos; (2) Índice de Moran Global; (3) Índice de Moran Local; (4) Técnica estatística “scan”.
Freitas <i>et al.</i> ,/ 2019.	(1) Estatística de varredura de Kulldorff;
Santana; Braga/ 2020.	(1) Inspeção visual do kernel; (2) Índice de vizinho mais próximo (NNI); (3) Índice de Moran Global; (4) Índice de Moran Local.
Kazazian <i>et al.</i> ,/ 2020.	(1) Estatística de varredura espaço-temporal de Kulldorff; (2) Índice de Moran global.
Barreto <i>et al.</i> / 2020.	(1) Análise de densidade de kernel; (2) Método do vizinho mais próximo.
Costa <i>et al.</i> ,/ 2021.	(1) Estimativas Bayes locais empíricas; (2) Índice de Moran global; (3) Índice de Moran local; (4) Teste de pseudo-significância.
Carabali <i>et al.</i> ,/ 2021.	(1) Modelos Bayesianos hierárquicos de Poisson.
Morgan; Strobe; Salcedo-sora/ 2021.	(1) Modelos Lineares Generalizados de Poisson (GLMs); (2) Método honesto de diferença significativa de Tukey; (3) Modelo aditivo generalizado (GAM).
Dzul-Manzanilla <i>et al.</i> ,/ 2021.	(1) Coeficiente W de Kendall.
Queiroz; Medronho/ 2021.	(1) Índices de Moran globais univariados; (2) Índices globais bivariados; (3) Método Bayesiano empírico local.
Almeida <i>et al.</i> ,/ 2022.	(2) Índice de Moran global

Fonte: Autores

Parte 02 - Perfil epidemiológico e incidência de Chikungunya no Brasil

As análises mostraram o total de 487.775 casos de Chikungunya diagnosticados no Brasil entre 2017 a 2023 com incidência de 232,1/100 mil habitantes. O critério diagnóstico mais utilizado foi o clínico-epidemiológico. Quanto às características epidemiológicas da população, foi verificado maior taxa na região nordeste (58,8/100 mil habitantes), mulheres (61,8/100 mil habitantes), pardos (75,3/100 mil habitantes) e faixa etária de 60 a 69 anos (34,7/100 mil habitantes) (tabela 5).

Tabela 5 - Características sociodemográficas e taxa de incidência de Chikungunya no Brasil, 2017 – 2023

Variável/Categoria	Chikungunya			
	n	%	Incidência	p-valor
Brasil	487.775	100,0	232,1	-
Região de residência				<0,001
Norte	28.678	6,0	15,5	
Nordeste	283.075	58,0	49,3	
Sudeste	152.929	31,3	17,1	
Centro-Oeste	21.594	4,4	13,0	
Sul	1.449	0,30	4,8	
Gênero				0,002
Feminino	301.447	61,8	27,8	
Masculino	186.278	38,2	17,9	
Raça/cor da pele				0,002
Branca	84.895	17,4	45,4	
Preta	27.050	5,5	38,8	
Amarela	7.260	1,5	14,4	
Parda	367.024	75,3	196,5	
Indígena	1.496	0,30	8,0	
Faixa etária				0,876
< 1 ano	5.072	1,0	3,4	
1 – 4	8.388	1,7	5,7	
5 – 9	17.920	3,6	12,2	
10 – 14	25.359	5,2	17,1	

15 – 19	30.968	6,3	196,1
20 – 39	169.598	34,7	99,8
40 – 59	151.953	31,1	97,3
60 – 64	25.766	5,3	27,4
65 – 69	20.044	4,1	27,2
70 – 79	23.364	5,0	43,1
80+	9.293	2,0	39,2
Critério diagnóstico			<0,001
Laboratorial	186.761	38,3	88,1
Clínico-epidemiológico	300.964	61,7	142,1

Parte 03 - Série temporal interrompida usando ARIMA para avaliação da influência da pandemia de Covid-19 na notificação dos casos de Chikungunya

A série temporal da Chikungunya no Brasil foi realizada considerando a sazonalidade de 12 meses. Em primeiro momento, foi conduzido uma análise de decomposição para determinar a diferença entre o observado da série, a tendência geral e a demonstração da sazonalidade aleatória. Observou-se uma distribuição da média mensal/ano de 2.000 casos. No entanto, houve uma redução no período de 2020, com estacionaridade a partir de 2021 (figura 4 A, B e E).

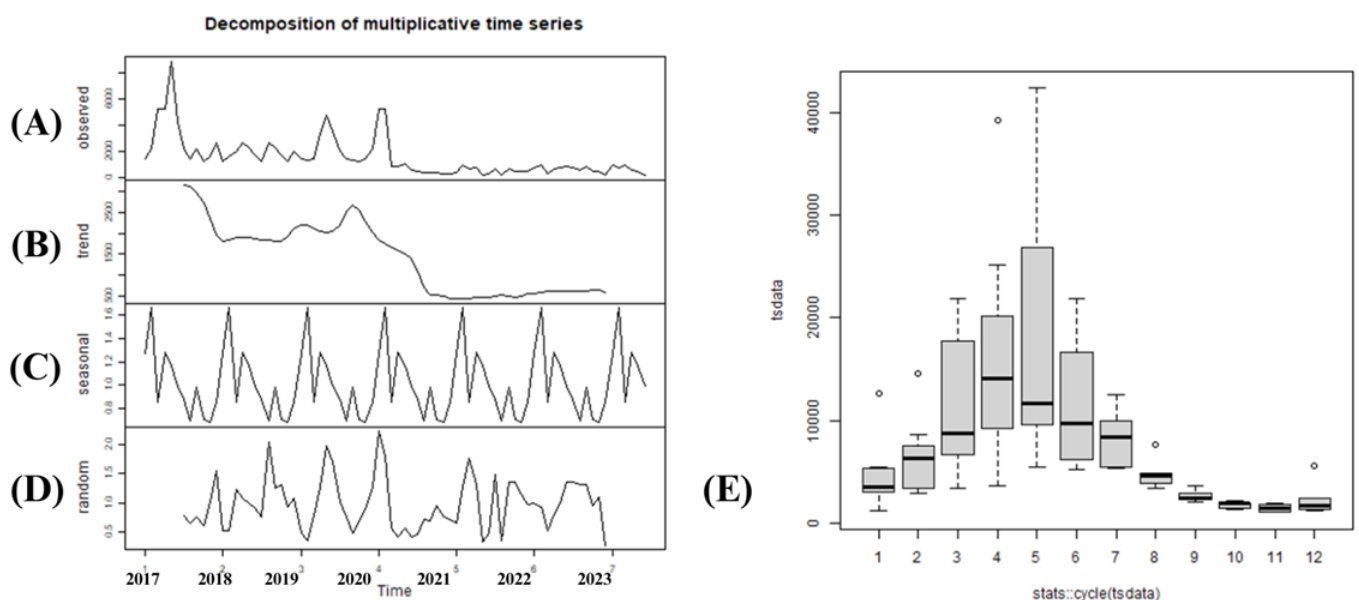


Figura 4 - Decomposição da série temporal ajustada para sazonalidade da incidência de Chikungunya no Brasil

Foi realizado o modelo ARIMA para prever a série temporal. Observou-se que a série não era estacionária (tipo ruído branco) e não foi possível realizar os ajustes devido o erro no modelo como evidenciado no resíduo (Figura 5)

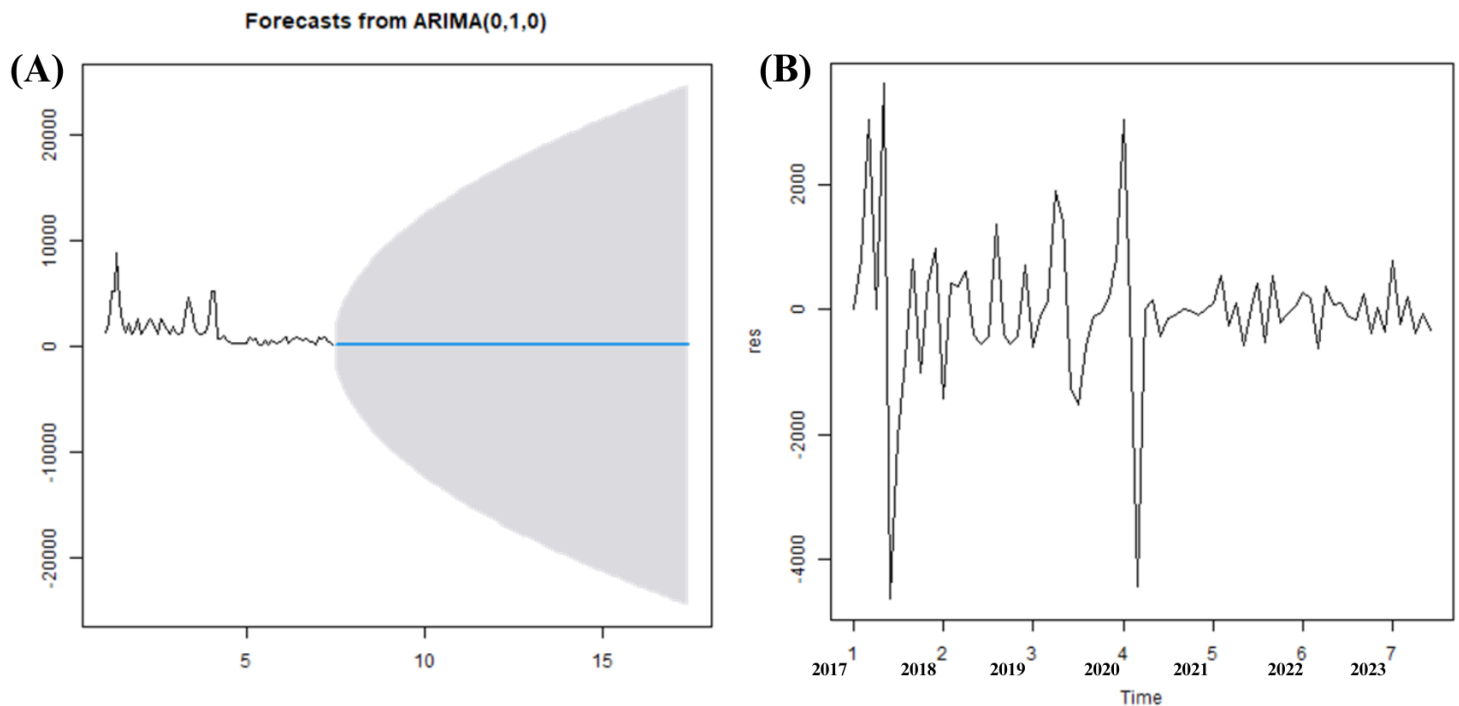


Figura 5 - Previsão da série temporal ajustada para sazonalidade da incidência de Chikungunya no Brasil.

Em seguida, aplicou-se a análise de série temporal interrompida para testar a hipótese de que o início da Covid-19 impactou na notificação dos casos de Chikungunya no Brasil. Observamos uma tendência não estacionária e uma redução progressiva e significativa (R^2 estacionário = 0,091; BIC normalizado = 12,95; significância = 0,003; estimativa ARIMA = 1502; valor de $p = <0,001$) (Figura 6).

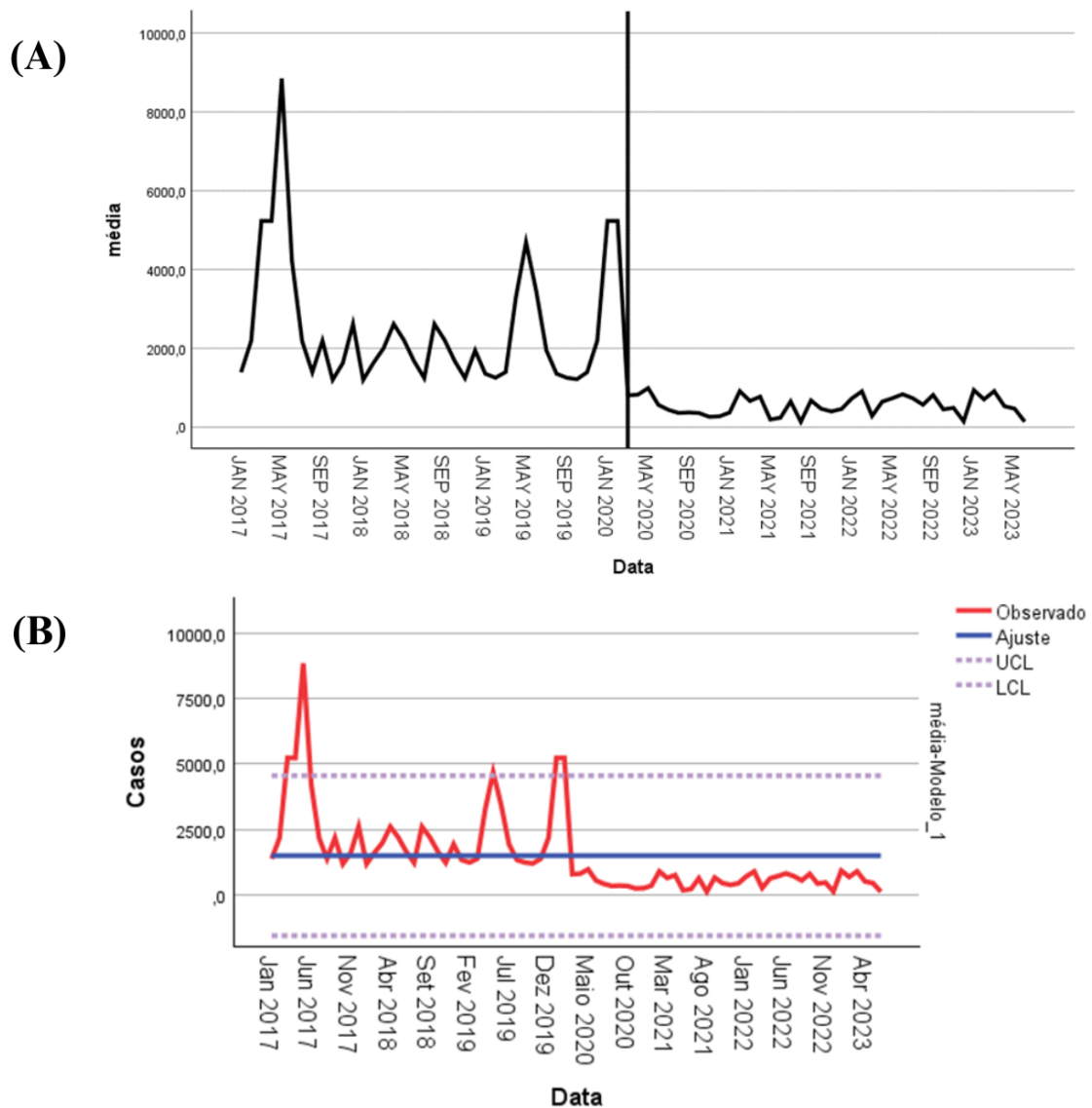


Figura 6 - Série temporal interrompida da incidência de Chikungunya no Brasil

Considerando a influência da pandemia de covid-19 na notificação dos casos de Chikungunya, foi proposto um modelo ARIMA para prever se haveria aumento ou redução. Para este modelo, os dados foram considerados até março de 2020 e foi calculado a previsão a partir desse período. Foi verificado a não-estacionaridade da série temporal (Figura 7 A). Desta forma, os dados foram transformados considerando a análise do resíduo da regressão e incluindo uma diferença de 1 (Lag da autocorrelação; $p < 0,001$) (Figura 7 B). A previsão demonstrou aumento significativo para o período após março de 2020, com variação considerando a sazonalidade de 12 meses (Figura 7 C e D).

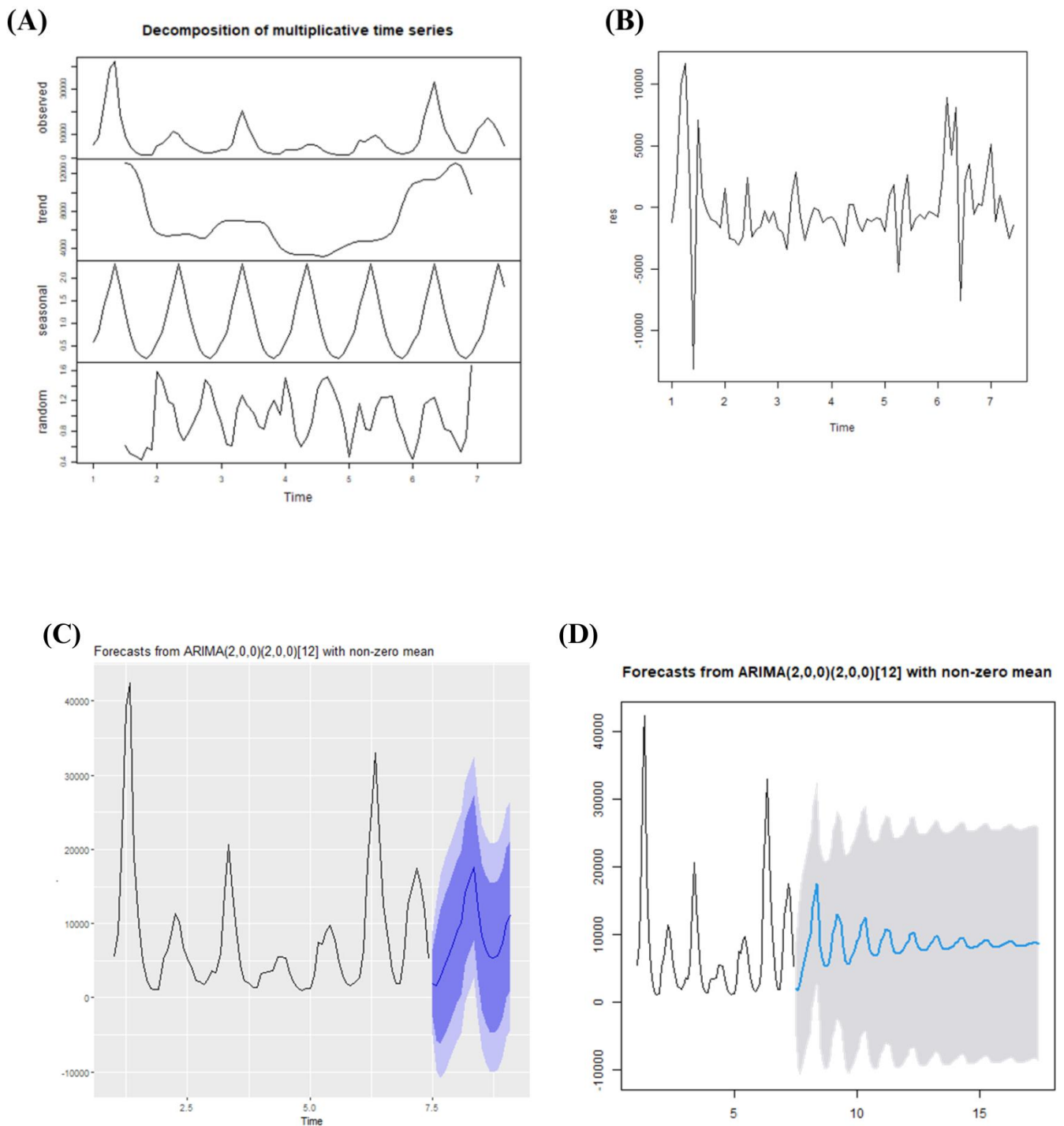


Figura 7 - ARIMA para previsão de casos Chikungunya no Brasil até após março de 2020

Parte 04 - Série temporal para classificação de tendência usando modelo de regressão de Prais-Winsten

Os padrões da doença mudaram ao longo dos sete anos com influência da sazonalidade. Em 2017, a incidência aumentou 1,90%, enquanto a percentagem de casos no

período de 2018 a 2019 permaneceu estacionária. No entanto, observou-se tendência decrescente no período de 2020 a 2021 com redução de -0,93% dos casos. O período de 2022 a 2023 apresentou tendência estacionária (tabela 6).

Tabela 6 - Estimativas de regressão de Prais-Winsten e variação percentual anual da incidência de Chikungunya no Brasil, 2017 – 2023

Período	Incidência de Chikungunya		
	APC (IC 95%)	<i>p</i> *	tendência
2017	1,90 (0,96 – 2,48)	<0,001	Crescente
2018 - 2019	-0,47 (-1,12 – 0,93)	0,354	Estacionária
2020 – 2021	-0,93 (-1,18 – 0,98)	<0,001	Decrescente
2022 – 2023	-0,10 (-0,30 – 0,11)	0,247	Estacionária

APC – variação percentual anual (%); IC 95% – intervalo de confiança 95%; valor *p* – a probabilidade de significância estatística. O teste de regressão de Prais-Winsten detectou diferença estatística, * *p* < 0,05.

Parte 05 – Distribuição espacial da incidência de Chikungunya no Brasil

A autocorrelação espacial demonstrou variação ao longo dos anos e nos períodos estabelecidos neste estudo. No período de 2017-2023 houve autocorrelação espacial positiva (I: 0,52 *p*: <0,01) (tabela 7):

Tabela 7 - Autocorrelação espacial da incidência de Chikungunya. Brasil, 2017 a 2023

Variável	Índice Global de Moran	<i>p</i>
2017	0,78	0,001
2018	0,65	0,001
2019	0,63	0,001
2020	-0,63	0,001
2021	0,67	0,001
2022	0,58	0,002
2023	0,57	0,001
Período 2017 – 2023	0,52	<0,001
Período 2017 – 2019	0,52	0,001
Período 2020 – 2023	0,50	0,004

Período 2021 – 2023

0,47

0,001

A figura 8, p.61 demonstra a distribuição espacial por período. As taxas apresentaram flutuações e heterogeneidade nos municípios. As maiores taxas de incidência se agruparam na região nordeste (>50%/ 100 mil habitantes).

A taxa da incidência da Chikungunya na distribuição espacial, demonstrou alta concentração da doença distribuída de forma difusa em várias regiões do Brasil, com maior intensidade na região nordeste. Com a taxa suavizada pelo estimador Bayesiano, observou-se baixa variação e houve a formação de *clusters* de risco visualizados também na região nordeste (Figura 9, p.62 A e B).

O Índice de Moran para a taxa média corrigida foi significativo para o período analisado (I: 0,52 p: <0,01). A análise do mapa de Moran permitiu a identificação dos municípios classificados de acordo com o nível de significância de seus índices locais. Foram identificados aglomerados na região nordeste e norte com altas taxas de incidência (Q1:alto / alto; p=0,01). Os outros aglomerados foram representados na região sudeste, sul e centro-oeste com a menor incidência da doença (Q2: baixo / baixo; p=0,001) (Figura 9C).

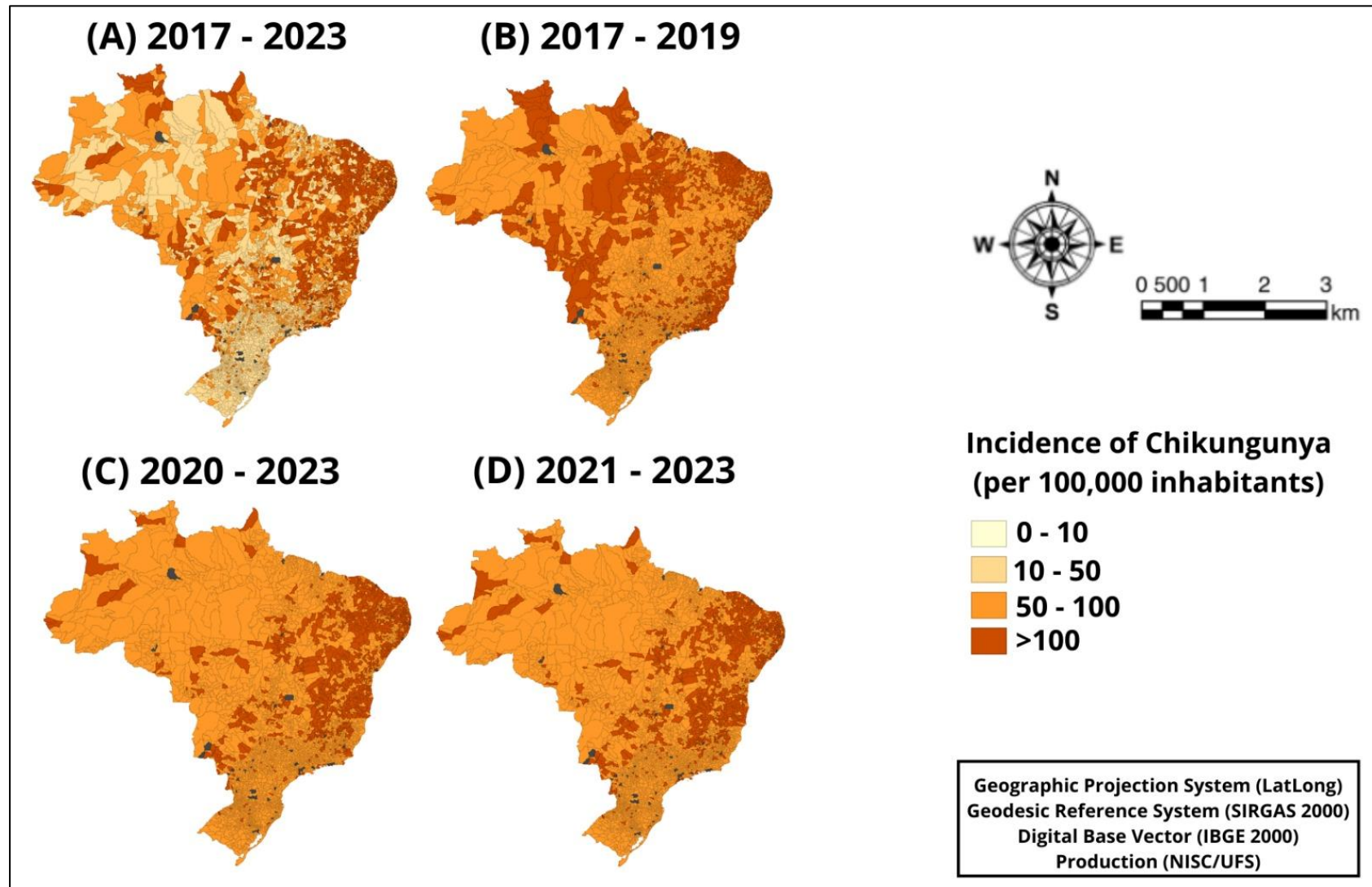


Figura 8 - Distribuição espacial da taxa bruta da incidência de Chikungunya no Brasil

Legenda: (A) período de 2017 – 2023, (B) período de 2017 – 2019, (C) período de 2020 – 2023 e (D) período de 2021 – 2023. A classificação das taxas foi baseada na correção da sazonalidade e proposta pelo Ministério da Saúde.

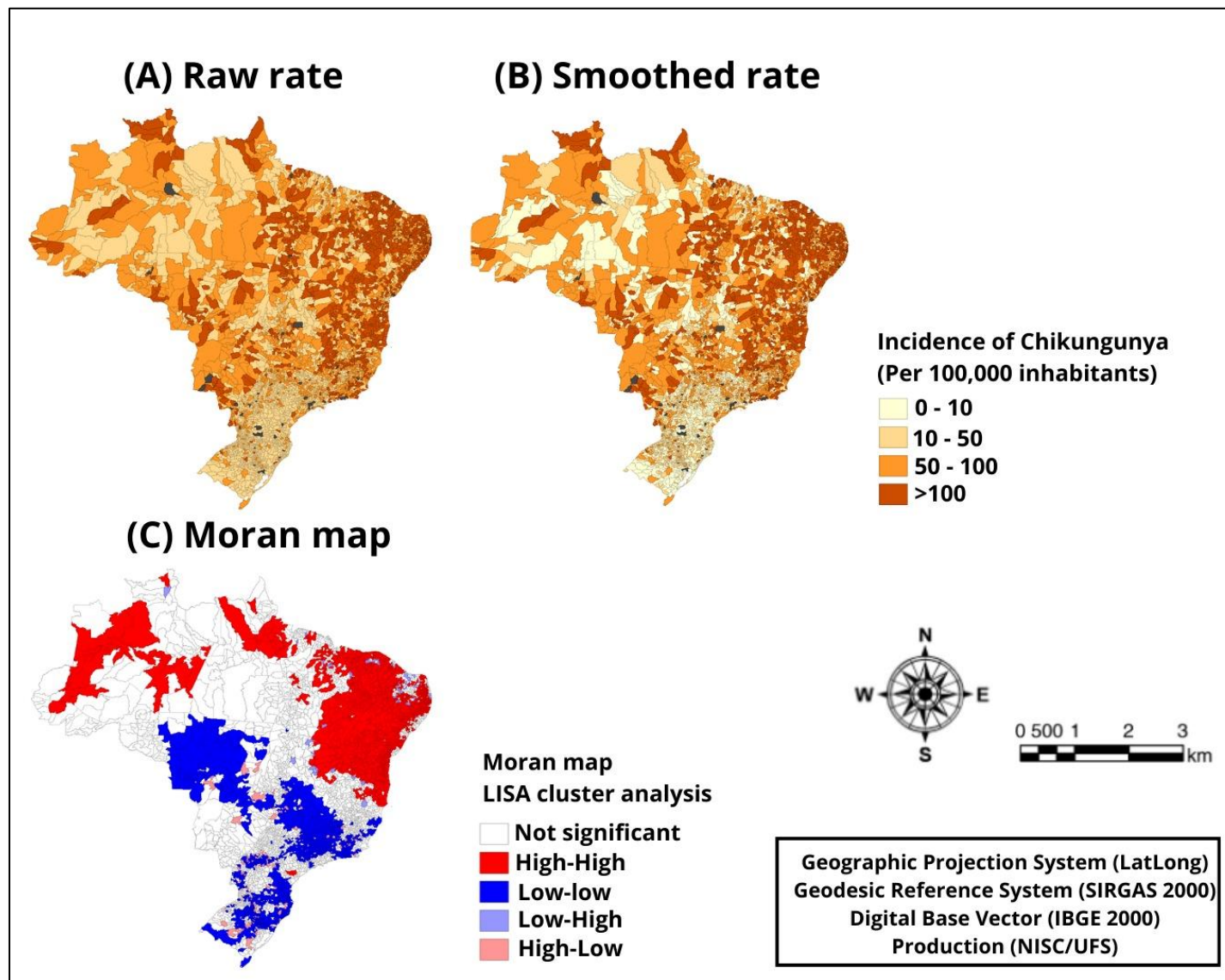


Figura 9 - Análise espacial da incidência de Chikungunya no Brasil, 2017 – 2023

Legenda: (A) taxa bruta, (B) taxa suavizada pelo método bayesiano empírico local e (C) classificação das áreas de risco.

Parte 06 – Fatores associados com a incidência de Chikungunya no Brasil.

A análise de correlação de Spearman entre os 26 indicadores de vulnerabilidade social e o desfecho está apresentada na tabela 8. Estes resultados permitiram iniciar o estudo do comportamento das variáveis como primeira etapa do processo de modelagem de regressão espacial global e local. A maior parte das variáveis apresentaram correlação positiva. No entanto, foram removidas as variáveis com correlação <30%, sendo incluídas o total de 14 indicadores.

Tabela 8 - Resultados da correlação de Spearman entre a incidência de Chikungunya e os indicadores de vulnerabilidade social

Variable		INCP1	IVS	IVSIF	IVSCH	IVSRT	A	B	C	J	L	M	O	S	T	U	V	Z	FF	JJ	MM	NN	QQ	SSS	TTT	VVV	ZZZ
1. INCP1	Spearman's rho	—																									
	p-value	—																									
2. IVS	Spearman's rho	0.348	—																								
	p-value	< .001	—																								
3. IVSIF	Spearman's rho	0.278	0.854	—																							
	p-value	< .001	< .001	—																							
4. IVSCH	Spearman's rho	0.347	0.930	0.665	—																						
	p-value	< .001	< .001	< .001	—																						
5. IVSRT	Spearman's rho	0.341	0.910	0.616	0.867	—																					
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	—																					
6. A	Spearman's rho	0.355	0.797	0.701	0.735	0.714	—																				
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—																				
7. B	Spearman's rho	0.291	0.744	0.657	0.670	0.680	0.632	—																			
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—																			
8. C	Spearman's rho	0.044	0.376	0.669	0.185	0.119	0.141	0.124	—																		
	p-value	0.001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—																		
9. J	Spearman's rho	0.381	0.839	0.580	0.861	0.854	0.684	0.611	0.099	—																	
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—																	
10. L	Spearman's rho	0.217	0.788	0.502	0.848	0.814	0.567	0.577	0.057	0.776	—																
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—																
11. M	Spearman's rho	0.360	0.831	0.607	0.857	0.793	0.700	0.589	0.190	0.796	0.655	—															
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—															
12. O	Spearman's rho	0.295	0.426	0.316	0.395	0.448	0.250	0.241	0.269	0.257	0.254	0.464	—														
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—														
13. S	Spearman's rho	-0.283	-0.894	-0.612	-0.923	-0.904	-0.692	-0.669	-0.108	-0.858	-0.933	-0.783	-0.328	—													
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—													
14. T	Spearman's rho	-0.313	-0.845	-0.589	-0.858	-0.857	-0.645	-0.622	-0.124	-0.805	-0.816	-0.728	-0.410	0.913	—												
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—												
15. U	Spearman's rho	-0.226	-0.826	-0.545	-0.876	-0.839	-0.609	-0.619	-0.083	-0.772	-0.955	-0.690	-0.303	0.970	0.841	—											
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—											
16. V	Spearman's rho	-0.331	-0.886	-0.635	-0.877	-0.898	-0.725	-0.662	-0.119	-0.904	-0.801	-0.833	-0.276	0.923	0.843	0.822	—										
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—										
17. Z	Spearman's rho	-0.145	-0.740	-0.455	-0.778	-0.798	-0.527	-0.546	-0.013	-0.771	-0.943	-0.615	-0.151	0.913	0.779	0.932	0.804	—									
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	0.349	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—									
18. FF	Spearman's rho	-0.331	-0.886	-0.635	-0.877	-0.898	-0.725	-0.662	-0.119	-0.904	-0.801	-0.833	-0.276	0.923	0.843	0.822	1.000	0.804	—								
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—								
19. JJ	Spearman's rho	0.292	0.884	0.650	0.890	0.860	0.715	0.665	0.163	0.810	0.794	0.776	0.339	-0.883	-0.826	-0.826	-0.865	-0.745	-0.865	—							
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—							
20. MM	Spearman's rho	-0.144	-0.422	-0.401	-0.446	-0.276	-0.353	-0.331	-0.230	-0.176	-0.306	-0.308	-0.359	0.370	0.379	0.375	0.270	0.178	0.270	-0.379	—						
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—						
21. NN	Spearman's rho	0.451	0.537	0.499	0.504	0.453	0.468	0.440	0.283	0.344	0.324	0.443	0.511	-0.396	-0.440	-0.360	-0.368	-0.171	-0.368	0.440	-0.473	—					
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—					

Variable		INCP1	IVS	IVSIF	IVSCH	IVSRT	A	B	C	J	L	M	O	S	T	U	V	Z	FF	JJ	MM	NN	QQ	SSS	TTT	VVV	ZZZ
22. QQ	Spearman's rho	0.455	0.555	0.496	0.509	0.504	0.462	0.449	0.268	0.380	0.345	0.456	0.523	-0.420	-0.466	-0.381	-0.400	-0.206	-0.399	0.464	-0.378	0.968	—				
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—				
23. SSS	Spearman's rho	0.353	0.833	0.671	0.833	0.747	0.662	0.595	0.257	0.666	0.670	0.715	0.497	-0.777	-0.774	-0.727	-0.736	-0.562	-0.736	0.832	-0.611	0.624	0.623	—			
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—			
24. TTT	Spearman's rho	0.380	0.842	0.583	0.863	0.856	0.687	0.614	0.101	1.000	0.778	0.797	0.258	-0.860	-0.808	-0.774	-0.906	-0.772	-0.906	0.815	-0.182	0.346	0.381	0.670	—		
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—		
25. VVV	Spearman's rho	-0.334	-0.893	-0.647	-0.874	-0.906	-0.769	-0.703	-0.117	-0.839	-0.781	-0.812	-0.299	0.882	0.820	0.807	0.902	0.746	0.902	-0.876	0.334	-0.463	-0.482	-0.769	-0.842	—	
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—	
26. ZZZ	Spearman's rho	0.244	0.552	0.421	0.540	0.539	0.481	0.461	0.135	0.409	0.439	0.495	0.358	-0.465	-0.479	-0.470	-0.359	-0.336	-0.359	0.557	-0.375	0.531	0.526	0.567	0.411	-0.611	—
	p-value	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	< .001	—

Legenda:

INCP1: Incidência de Chikungunya no Brasil.

IVS: Índice de vulnerabilidade social.

IVSIF: Índice de vulnerabilidade social – dimensão infraestrutura.

IVSCH: Índice de vulnerabilidade social – dimensão capital humano.

IVSRT: Índice de vulnerabilidade social – dimensão renda e trabalho.

A: Porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados.

B: Porcentagem da população que vive em domicílios urbanos sem o serviço de coleta de lixo.

C: Porcentagem de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo (de 2010) e que gastam mais de uma hora até o trabalho.

J: Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade.

L: Porcentagem de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo.

M: Porcentagem de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (de 2010).

O: Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade.

S: Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM)

T: IDHM Longevidade.

U: IDHM Educação.

V: IDHM Renda.

Z: Subíndice de escolaridade - IDHM Educação.

FF: Renda per capita.

JJ: Razão de dependência.

MM: Taxa de envelhecimento.

NN: População vulnerável de 15 a 24 anos.

QQ: População em domicílios vulneráveis e com idoso.

SSS: Porcentagem da população em domicílios com densidade > 2.

TTT: Taxa de analfabetismo - 18 anos ou mais.

VVV: Renda per capita dos vulneráveis à pobreza.

ZZZ: Índice de Gini.

A análise de correlação mostrou que os indicadores com melhores condições socioeconômicas demonstraram correlação inversa com a incidência de Chikungunya no Brasil. Contudo, os indicadores relacionados à taxa de analfabetismo e a porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequado apresentaram correlação positiva com os desfechos. O indicador relacionado a população vulnerável de 15 a 24 anos ($Rho=0,45$; $p\text{-valor}= <0,01$) e População em domicílios vulneráveis e com idoso ($Rho=0,45$; $p\text{-valor}= <0,01$) evidenciaram correlação significativa com a incidência por Chikungunya (Tabela 9).

Tabela 9 - Correlação de *Spearman* dos indicadores de vulnerabilidade social e incidência de Chikungunya, Brasil 2017 – 2023

Indicadores de vulnerabilidade social	Chikungunya	
	Rho	p
Índice de vulnerabilidade social	0,34	<0,01
Índice de vulnerabilidade social – dimensão capital humano	0,34	<0,01
Índice de vulnerabilidade social – dimensão renda e trabalho	0,34	<0,01
Porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados.	0,35	<0,01
Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade	0,36	<0,01
Porcentagem de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (de 2010).	0,28	<0,01
IDHM Longevidade	-0,31	<0,01
IDHM Renda	-0,33	<0,01
Renda per capita	-0,33	<0,01
População vulnerável de 15 a 24 anos	0,45	<0,01
População em domicílios vulneráveis e com idoso	0,45	<0,01
Porcentagem da população em domicílios com densidade > 2	0,35	<0,01
Taxa de analfabetismo - 18 anos ou mais	0,38	<0,01
Renda per capita dos vulneráveis à pobreza	-0,33	<0,01

Após a análise de correlação de *Speardman* para seleção das variáveis, foi aplicado o teste de colinearidade para avaliação do VIF. Para a entrada no modelo de regressão foram utilizadas as variáveis com VIF <20 (Tabela 10).

Tabela 10 - Diagnóstico de colinearidade entre a incidência de Chikungunya e os indicadores de vulnerabilidade social, Brasil 2017 – 2023

Indicadores de vulnerabilidade social	Estatística de colinearidade			
	Tolerância	VIF	t	p
Índice de vulnerabilidade social	0,066	15.175	-2.659	0,08
Índice de vulnerabilidade social – dimensão capital humano	0,078	12.839	-2.799	0.05
Índice de vulnerabilidade social – dimensão renda e trabalho	0,107	9.336	4.366	<0.001
Porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados	0,427	2.342	0.984	0.32
Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade	0,001	1845.373	-2.045	0.04
Porcentagem de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo	0,244	4.093	3.490	<0.001
IDHM Longevidade	0,184	5.446	2.180	0,02
IDHM Renda	0,035	28.749	2.899	0.04
Renda per capita	0,078	12.809	-2.633	0.08
População vulnerável de 15 a 24 anos	0,038	26.248	-3.606	<0.001
População em domicílios vulneráveis e com idoso.	0,038	26.429	4.619	<0.001
Porcentagem da população em domicílios com densidade > 2.	0,027	3.885	0.970	0.33
Taxa de analfabetismo - 18 anos ou mais	0,001	1908.591	2.576	0.01
Renda per capita dos vulneráveis à pobreza	0,107	9.353	0.725	0.46

VIF: fator de inflação de variância.

A análise dos resíduos do índice de Moran do modelo OLS foi significativa para a doença: I do resíduo=0,38; p=0,01, o que indicou dependência espacial. A inclusão do componente espacial no modelo de regressão baseou-se no diagnóstico de Lagrange para dependência espacial que indicou o modelo de defasagem espacial e erro espacial.

Neste estudo o modelo espacial foi o que melhor explicou os fatores associados à incidência de Chikungunya no Brasil, observado pelos menores valores de AIC e BIC, bem como pelos maiores valores de R^2 e log-verossimilhança, confirmando que o modelo de defasagem espacial foi mais adequado para a análise em questão.

Ao aplicar o modelo de defasagem espacial, foi encontrada associação entre os indicadores de desigualdade e vulnerabilidade social de renda, domicílio e urbanização com a incidência da doença. Os que apresentaram maior associação foram, índice de vulnerabilidade social (R^2 : -1,28; $p=0,003$), porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados (R^2 :0,80; $p<0,01$), Porcentagem de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo (R^2 :0,16; $p<0,03$). índice de vulnerabilidade social – dimensão renda e trabalho (R^2 :1,93; $p<0,01$) , Renda per capita (R^2 :0,94; $p<0,01$) e a Porcentagem da população em domicílios com densidade > 2 (R^2 :0,58; $p<0,04$) (tabela 11).

Tabela 11 - Modelo de regressão entre a incidência de Chikungunya e os indicadores de vulnerabilidade social, Brasil, 2017 –2023

Indicadores de vulnerabilidade social	Modelo OLS		Modelo <i>Spatial lag</i>		Modelo <i>Erro spatial</i>	
	Coefficiente	p	Coefficiente	p	Coefficiente	p
Índice de vulnerabilidade social	-2,69	<0,001	-1,28	0,003	-1,04	0,15
Índice de vulnerabilidade social – dimensão capital humano	0,16	0,78	0,14	0,760	0,25	0,64
Índice de vulnerabilidade social – dimensão renda e trabalho	3,95	<0,001	1,93	<0,001	1,02	0,003
Porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados	0,16	<0,001	0,80	<0,001	0,95	0,007
Porcentagem de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo	0,60	<0,001	0,16	0,003	-0,05	0,38
IDHM Longevidade	-2,60	<0,001	-0,76	0,221	0,46	0,94
Renda per capita	0,60	0,002	0,94	<0,001	0,14	<0,001
Porcentagem da população em domicílios com densidade > 2.	0,79	0,003	0,58	0,004	0,12	0,006
Renda per capita dos vulneráveis à pobreza	0,21	0,37	0,21	0,900	-0,002	0,89
Critérios de avaliação do modelo	Modelo OLS		Modelo <i>Spatial lag</i>		Modelo <i>Erro spatial</i>	
Coefficiente de determinação (p-valor)	0.58 (p=0,002)		0.78 (<0,001)		0.22 (p=0,008)	
Log-likelihood	5.1		11.6		2.2	
Critério de Akaike	49.6		26.2		78.5	
Critério de Schawarz	119.1		108.5		200.6	
Índice de Moran (p-valor)	0.38 (p=0,001)		-0.014 (p=0.44)		0.12 (p=0.002)	

A tabela 12 mostra o desempenho dos modelos espaciais locais. O R^2 tanto para o GWR quanto para o RGWR foi de 0,148, ou seja, 14,8% da variação total da incidência de Chikungunya pode ser explicada pelos fatores do estudo. O RGWR excluiu o efeito de outliers no espaço. O MGWR é o modelo de melhor ajuste com o maior R^2 de 0,556 e o menor AICc.

Tabela 12 - Desempenho dos modelos de regressão espacial local entre a incidência de Chikungunya e indicadores de vulnerabilidade social, Brasil, 2017 – 2023

Critério de avaliação do modelo	GWR	GWR-Robusto	MGWR
R^2	0.148	0.148	0.556
R^2 ajustado	0.147	0.147	0.509
AICc	14934.953	14934.953	12478.082
p-valor	0,002	0,002	<0,001

O MGWR foi utilizado para explorar ainda mais a relação entre os indicadores de vulnerabilidade social e a incidência de Chikungunya para cada espaço local. Os fatores que melhor explicaram a transmissão da doença foram: Índice de vulnerabilidade social – dimensão capital humano, o Índice de vulnerabilidade social – dimensão renda e trabalho, Porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados e Porcentagem de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo. Na variabilidade espacial, os coeficientes de regressão foram significativos e as diferenças para cada fator foram pequenas considerando no espaço local (tabela 13).

Tabela 13 - Desempenho dos modelos de regressão espacial local entre a incidência de Chikungunya e indicadores de vulnerabilidade social, Brasil, 2017 – 2023

Fatores	Média	Min	Max	p-valor
Índice de vulnerabilidade social	0.079	-1.393	2.17	0.008
Índice de vulnerabilidade social – dimensão capital humano	0.051	-1.573	0.736	<0.001
Índice de vulnerabilidade social – dimensão renda e trabalho	0.045	-0.718	0.919	0.002
Porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados	0.035	-1.007	1.229	<0.001
Porcentagem de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo	0.045	-0.873	0.648	0.002
IDHM Longevidade Renda per capita	0.006	-0.710	1.086	0.989
Porcentagem da população em domicílios com densidade > 2.	0.149	-0.848	1.492	0.009
Renda per capita dos vulneráveis à pobreza	0.100	-1.272	1.323	0.127

A figura 10 mostra coeficientes de regressão significativos para os fatores de estudo que diferiram substancialmente no espaço local no MGWR. A maior parte foi concentrada nas regiões nordeste e norte do país.

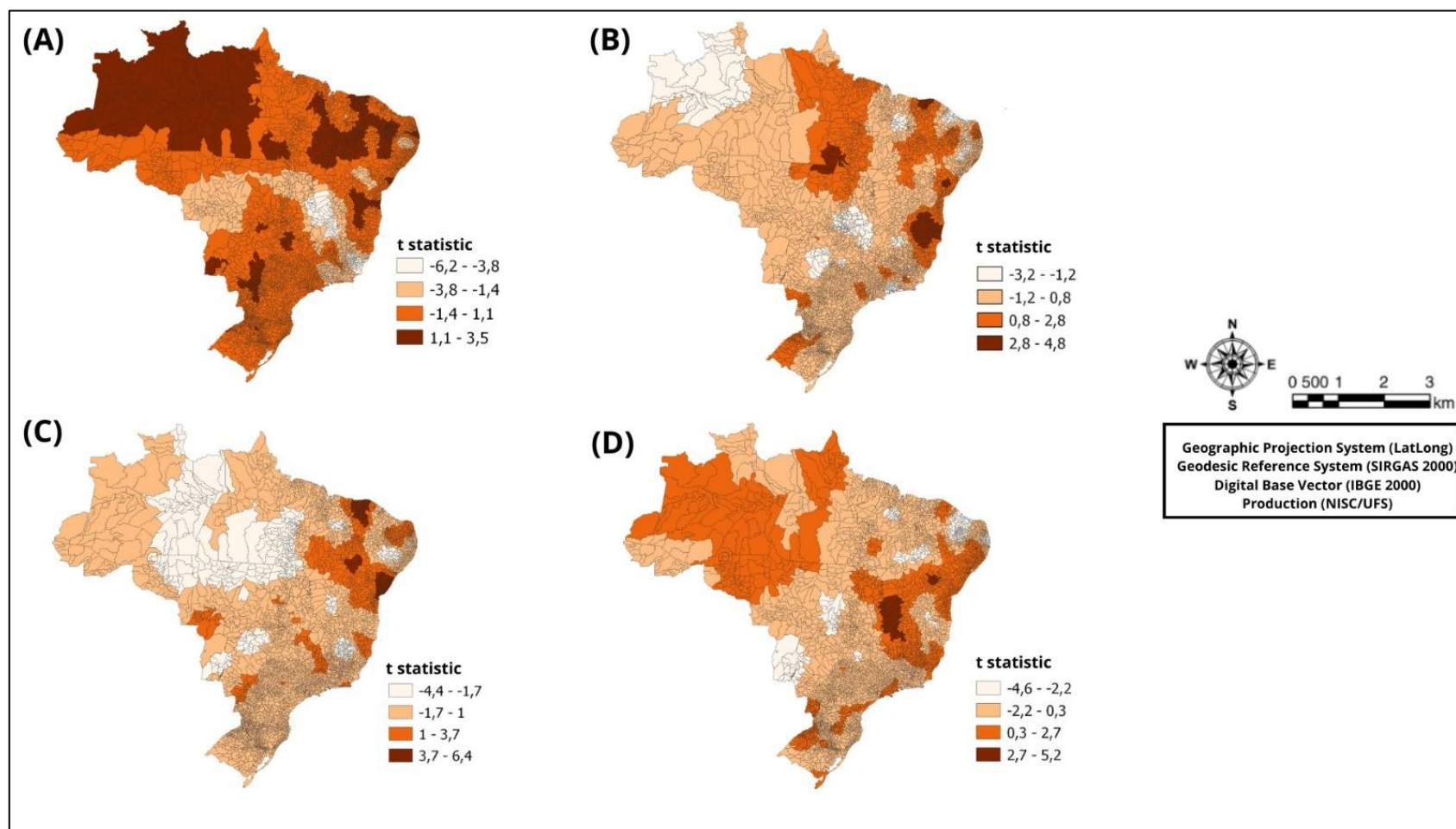


Figura 10 - Clusters espaciais da análise de regressão geograficamente ponderada multiescala para determinação e diferenciação dos fatores associados a incidência de Chikungunya no Brasil.

Legenda: (A) IVS – capital humano, (B) IVS – renda e trabalho, (C) Porcentagem de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados e (D) Porcentagem de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário-mínimo.

6 DISCUSSÃO

6.1 Estudo 01

Verificou-se que a totalidade dos estudos que versam sobre essa temática, foram publicados em países das Américas, com ênfase na América do sul, esses achados estão associados com o fato desses países tropicais e subtropicais possuírem as condições ambientais que favorecem o desenvolvimento e a proliferação dos mosquitos vetores (*Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*) (Marcondes; Contigiani; Gleiser, 2017).

Outra justificativa pelo interesse da temática nos países pertencentes a América do sul é a alta taxa de incidência das doenças nesse território. Em uma atualização epidemiologia publicada em junho de 2023 pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) entre a SE 1 e a 52 de 2022, foram notificados 3.125.367 casos de arboviroses, do total de casos, 2.811.433 (90%) foram casos de Dengue, 273.685 (8,7%) casos de Chikungunya e 40.249 (1,3%) casos de Zika (OPAS,2023).

O enfermeiro como gestor desempenha um papel essencial no cenário da saúde pública, confiante para a melhoria dos serviços de atenção à saúde da comunidade. Nessa função, o enfermeiro é responsável por coordenar e planejar as ações de promoção, prevenção e assistência à saúde, visando atender às necessidades da população de forma integral.

Um dos principais focos do enfermeiro gestor em saúde pública é o monitoramento de indicadores de saúde da comunidade, permitindo a identificação de problemas de saúde recorrentes e a adoção de estratégias de intervenção adequadas. O enfermeiro gestor coleta e analisa dados epidemiológicos, para tanto, torna-se peça-chave, auxiliando na formulação de políticas públicas e na implementação de ações que visem melhorar a qualidade de vida da população.

Como observado nos estudos de Bisanzio *et al.*, 2018; Costa *et al.*, 2018; Almeida *et al.*, 2022; Freitas *et al.*, 2019; Kazazian *et al.*, 2020; Morgan; Strode; Salcedo-Sora, 2021; Queiroz; Medronho, 2021, as ferramentas de análise espacial vêm sendo utilizadas principalmente em estudos ecológicos, com a finalidade de detectar aglomerados espaciais ou espaço-temporais, monitorar e avaliar ambientes e auxiliar no planejamento de ações em saúde pública. Os estudos ecológicos fornecem uma base de conhecimento importante para o enfermeiro, permitindo que eles sejam agentes de mudança positiva ao promoverem a saúde

humana em equilíbrio com os determinantes sociais da saúde . Essa abordagem é essencial para garantir a sustentabilidade do Sistema Único de Saúde (SUS) (Silva *et al.*, 2022).

Nesta revisão, as principais técnicas de análise espacial para o controle do estado de saúde da comunidade com risco para arboviroses foram: índice global de Moran (07 estudos), teste Kendall W (06 estudos), índice local de Moran (04 estudos) e o índice do vizinho mais próximo (03 estudos).

O Índice Global de Moran (IGM) é uma medida utilizada em estatística espacial para avaliar o grau de agrupamento espacial de dados geográficos e é amplamente utilizado na análise de padrões espaciais em diversos campos, com ênfase na epidemiologia. O IGM se baseia na noção de autocorrelação espacial, que se refere à relação entre os valores de uma variável em uma localização e os valores da mesma variável em locais próximos. Em outras palavras, o IGM mede a similitude espacial entre os valores de uma variável em lugares diferentes (Almeida *et al.*, 2022).

No contexto das arboviroses, o Índice Global de Moran (IGM) é uma ferramenta útil para analisar padrões espaciais de transmissão e distribuição de doenças transmitidas por vetores, como a Dengue, a Zika, a Chikungunya e a febre amarela, que são causadas por arbovírus. como visualizado no estudo de Costa *et al.*, 2018 no qual, O índice global de Moran identificou uma autocorrelação significativa das taxas de incidência de dengue ($I=0,10$; $p=0,009$) e zika ($I=0,07$; $p=0,03$). O estudo encontrou correlação espacial positiva entre dengue e densidade populacional ($I=0,31$; $p<0,001$) e negativa com o Índice de Desempenho do Sistema Único de Saúde. O enfermeiro gestor em saúde pública, pode utilizar essa técnica de análise para: Identificação de aglomerados de casos. Um valor positivo de IGM indicaria que as áreas de alta incidência da doença estão próximas umas das outras, sugerindo a presença de aglomerações espaciais. Sendo útil para o direcionamento de recursos e esforços de controle para essas áreas de maior risco (Almeida *et al.*, 2022).

Para análise de dispersão espacial, no ponto em que, um valor negativo de IGM indica que as áreas com alta incidência da doença estão cercadas por áreas com baixa incidência, sugerindo um padrão de dispersão espacial. Isso pode ser útil para entender como a doença está se espalhando e identificar possíveis fatores que influenciam para a sua incidência (Marcondes; Contigiani; Gleiser, 2017).

Análise de fatores de risco: O IGM pode ser combinado com outras variáveis, como características demográficas, ambientais ou socioeconômicas, para identificar fatores de risco associados à disseminação da doença em diferentes áreas geográficas. São dados valiosos para ser repassados para as equipes de atenção primária em saúde, lideradas pelos enfermeiros, para

que assim possam orientarem medidas de controle e prevenção específicas para cada região/área (Silva *et al.*, 2022).

Além dos Modelagem preditiva: O IGM também pode ser usado para modelos alimentares preditivos espaciais, permitindo ao enfermeiro prever áreas de risco potencial para futuros surtos de arboviroses. Sendo especialmente útil para o planejamento de ações preventivas e respostas rápidas em áreas de maior probabilidade de ocorrência de casos (Marcondes; Contigiani; Gleiser, 2017).

Em síntese, é vasta a utilização e aplicabilidade do Índice Global de Moran pelo enfermeiro, sendo uma ferramenta importante no contexto das arboviroses, pois permite analisar a distribuição espacial dessas doenças, identificar padrões de transmissão e auxiliar na tomada de decisões em saúde pública, visando a prevenção e o controle efetivo das arboviroses em diferentes áreas geográficas (Almeida *et al.*, 2022).

Já o teste de Kendall W pode ser usado no contexto das arboviroses para avaliar a concordância entre diferentes classificações ou estimativas de fatores relacionados à disseminação ou ocorrência de doenças transmitidas por vetores. Como identificado no estudo de Bisanzio *et al.*, 2018 no qual os três vírus tiveram concordância significativa em sua distribuição espaço-temporal (Kendall $W > 0,63$; $p < 0,01$). Essa técnica de análise auxilia o enfermeiro na avaliação da concordância entre diferentes índices de infestação e na comparação de classificações sobre fontes de água.

Na avaliação da concordância entre diferentes índices de infestação: Os índices de infestação, como o Índice de Breteau (IB) ou o Índice de Infestação Predial (IIP), são comumente usados para medir a densidade de vetores (por exemplo, mosquitos *Aedes aegypti*) em uma área. O enfermeiro gestor pode colher dados e calcular esses índices para diferentes localidades, e aplicar o teste de Kendall W para avaliar a concordância entre esses diferentes índices (Silva *et al.*, 2022).

Já na comparação de classificações sobre fontes de água é possível inferir que, a presença de criadores de mosquitos em fontes de água é um fator importante para o risco de transmissão de arboviroses. Com isso, os enfermeiros, podem classificar a presença de criadouros em diferentes locais. O teste de Kendall W pode ser usado para avaliar a concordância entre essas classificações e determinar se há consistência nos registros sobre as fontes de água que representam risco para a disseminação dos vetores (Marcondes; Contigiani; Gleiser, 2017).

Dessa forma, o teste de Kendall W é uma ferramenta útil para avaliar a concordância entre classificações ou estimativas de diferentes variáveis relacionadas às arboviroses. Ele pode

ajudar a melhorar a qualidade dos dados utilizados em estudos epidemiológicos e de saúde pública para o controle e prevenção dessas doenças transmitidas por vetores (Almeida *et al.*, 2022).

Outra técnica é o Índice de Moran Local (ou LISA, do inglês "Local Indicators of Spatial Association") é uma extensão do Índice Global de Moran que visa identificar padrões de associação espacial em nível local. Enquanto o Índice Global de Moran avalia a autocorrelação espacial de todo o conjunto de dados, o Índice de Moran Local calcula a autocorrelação para cada unidade espacial individual, permitindo identificar padrões específicos em diferentes regiões geográficas (Marcondes; Contigiani; Gleiser, 2017).

O Índice de Moran Local é amplamente utilizado em análise de estatística espacial para identificar "clusters" (agrupamentos) de valores semelhantes ou dissimilares em um mapa, destacando áreas de alta ou baixa concentração de uma variável em relação às áreas circundantes. Como identificado no estudo de Costa *et al.*, 2018 no qual, o índice de Moran local identificou núcleos de aglomerados de municípios com altas taxas de incidência de dengue nas regiões Oeste, Sul e Centro; da febre Chikungunya nas regiões Oeste, Sul e Norte; e de infecções pelo vírus Zika nas regiões oeste e norte do estado do Maranhão (Silva *et al.*, 2022).

Os resultados do Índice de Moran Local são geralmente representados em um mapa de clusters, destacando áreas com alta autocorrelação positiva (clusters de valores altos cercados por valores altos ou clusters de valores baixos cercados por valores baixos) ou áreas com autocorrelação negativa (clusters de valores altos cercados por valores baixos ou vice-versa).

O Índice de Moran Local é uma ferramenta de gestão útil e poderosa na vida do enfermeiro de modo a identificar padrões espaciais específicos em uma região, como focos de alta incidência de arboviroses ou áreas de baixa transmissão, identificação de clusters de incidência, avaliação de padrões de disseminação, identificação de áreas de baixa incidência e no monitoramento de programas de controle, fornecendo assim, informações valiosas para o planejamento de estratégias de controle e prevenção dessas doenças.

Já o Índice de vizinho mais próximo, do inglês "Nearest Neighbor Distance" (NND) é uma medida utilizada em estatística espacial para avaliar o padrão de distribuição espacial de pontos ou objetos em uma área geográfica. Ele permite determinar se os pontos estão distribuídos de forma aleatória, em padrão de cluster (agrupamento) ou de maneira uniforme. No estudo de Dalvi; Braga, 2019 os resultados da análise de regressão do vizinho mais próximo ao longo do tempo para Zika, Chikungunya e a primeira e segunda curvas epidêmicas de dengue, indicou um tipo de expansão do padrão de difusão para todas as três doenças (Silva *et al.*, 2022).

No contexto das arboviroses, o Índice de Vizinho Mais Próximo pode auxiliar o enfermeiro a analisar a distribuição espacial de casos da doença em uma determinada região/área e a identificar padrões de organização ou distribuição de casos, o que é válido para a saúde pública.

O NND pode ser usado para identificar clusters (agrupamentos) de alta incidência de arboviroses em áreas específicas. O enfermeiro ao calcular as distâncias entre os casos de doença, consegue detectar áreas onde os casos estão mais próximos uns dos outros do que seria esperado ao acaso. Essas áreas podem representar focos de transmissão ativa da doença, permitindo assim que o mesmo concentre suas ações de controle e prevenção nessas regiões.

A técnica também pode ser aplicada em diferentes períodos de tempo para avaliar como os padrões de agrupamento ou distribuição dos casos de arboviroses estão se alterando. Isso pode ajudar a identificar mudanças nas dinâmicas de transmissão da doença e possibilitar respostas mais rápidas e efetivas em áreas de maior risco, evitando assim o desperdício de recursos em áreas não mais prioritárias (Silva *et al.*, 2022).

Outro importante recurso da técnica NND é o monitoramento de intervenções de controle, após a identificação das áreas prioritárias e do direcionamento de recursos, faz-se necessário uma monitorização efetiva das intervenções, O NND pode ser usado pelo enfermeiro gestor para avaliar a eficácia das estratégias de controle e prevenção implementadas em diferentes regiões. Ao comparar os padrões antes e depois da implementação das medidas, é possível determinar se as ações estão produzindo resultados desejados em termos de redução da incidência da doença e de alterações nos padrões de agrupamento ou distribuição dos casos (Marcondes; Contigiani; Gleiser, 2017).

6.2 Estudo 02

Os resultados apresentados destacam a importância crucial da utilização de dados epidemiológicos para uma compreensão mais profunda de como os indicadores de vulnerabilidade social impactam na incidência da febre de Chikungunya. Diante do cenário anual da arbovirose no Brasil essa integração entre informações epidemiológicas e os indicadores de vulnerabilidade social torna-se fundamental para o enfrentamento eficaz de novas epidemias no solo brasileiro. É por meio dessa integração que podemos implementar medidas de controle mais eficazes e construir políticas públicas de saúde direcionadas, capazes de lidar de forma mais assertiva com a propagação desse problema de saúde pública.

Os resultados do nosso estudo confirmam a alta incidência de casos de Chikungunya no Brasil, sendo a região nordeste endêmica para a doença, que desde 2014 circula em nosso país. O modelo de série temporal ARIMA entre os anos de 2017-2023 identificou uma distribuição da média mensal/ano de 2.000 casos de Chikungunya no país. No entanto, houve uma redução no período de 2020, com estacionaridade a partir de 2021. Essa redução no número de caso da doença coincide com o início da pandemia de COVID-19 no Brasil (março de 2020).

A relação entre a pandemia de COVID-19 e os casos notificados de Chikungunya pode variar em diferentes regiões e ao longo do tempo. Em alguns lugares, houve relatos de impacto na vigilância e nos serviços de saúde devido à sobrecarga do sistema de saúde pela COVID-19, o que poderia afetar a capacidade de detecção e notificação de casos de algumas doenças, entre elas a febre de Chikungunya. (Formigosa; Brito; Neto, 2022).

Além disso, a atenção da mídia e dos recursos de saúde também pode ter sido redirecionada para a resposta à COVID-19, possivelmente diminuindo a ênfase e os recursos disponíveis para o combate da Chikungunya. (Noronha *et al.*, 2020).

A atenção da mídia desempenha um papel crucial na conscientização da população sobre riscos à saúde. Com a predominância de notícias relacionadas à COVID-19 em meios de comunicação, outras questões de saúde pública, como as doenças transmitidas por vetores, podem ter recebido menos destaque. Isso poderia resultar em uma diminuição na percepção de risco da população em relação à Chikungunya, dessa forma dificultando o diagnóstico e a notificação (Lisboa *et al.*, 2022).

No Brasil, a disseminação da Chikungunya revela nuances interessantes em seu perfil epidemiológico. Dentre elas, destaca-se a prevalência maior entre as mulheres conforme comprovado em nosso estudo e no de Silva *et al.*, 2023 . Esta tendência levanta questões sobre os possíveis fatores por trás dessa disparidade de gênero. A exposição diferencial ao mosquito transmissor *Aedes aegypti* pode ser um fator-chave. As atividades cotidianas das mulheres muitas vezes as colocam em maior contato com ambientes propícios à proliferação do vetor, como áreas residenciais ou de trabalho. Além disso, diferenças fisiológicas, como os efeitos dos hormônios femininos sobre o sistema imunológico, podem influenciar a susceptibilidade e a gravidade da infecção.

Outro aspecto notável é a distribuição variada das infecções pelo vírus Chikungunya em diferentes faixas etárias. Normalmente, observa-se uma maior incidência entre adultos jovens e idosos, enquanto as crianças parecem ter menor probabilidade de serem afetadas essas informações ficam evidente em nosso estudo quando a faixa etária com maior incidência é a de

60 a 69 anos (34,7/100 mil habitantes). Isso pode estar relacionado a diferenças na resposta imunológica ou na exposição ao vírus durante as atividades diárias.

No nosso estudo, a tendência temporal foi crescente, principalmente durante o ano de 2017, com um aumento de 1,90% na incidência. É importante destacar que ano em questão, o país o registrou um aumento específico nos casos de Chikungunya em comparação com anos anteriores. Segundo dados do Ministério da Saúde, foram notificados cerca de 185 mil casos suspeitos de Chikungunya em todo o país ao longo desse ano. Esses números representaram um aumento significativo em relação aos anos anteriores e revelaram a propagação e o impacto da doença no território brasileiro. As regiões mais afetadas foram o Nordeste e o Sudeste do país (Brasil, 2017).

A tendência decrescente em 2020-2021 pode ser explicada pelo cenário epidemiológico do país, o mundo estava passando pela pandemia de COVID-19, o Brasil registrava o 1º caso da doença em fevereiro de 2020, o início do que vieras a ser um cenário tenebroso para a saúde pública do país. Durante os meses seguinte de pandemia de COVID-19, houve uma preocupante subnotificação de casos de arboviroses, como Dengue, Zika e Chikungunya, no Brasil e em outras regiões.

Machado *et al.*, 2023 aponta em seu estudo que essa manifestação pode ser explicada por uma série de fatores inter-relacionados, sendo o redirecionamento de recursos e esforços de saúde para o combate ao novo coronavírus um dos principais motivos. O foco predominante na COVID-19 levou à realocação de recursos de saúde, esforços de vigilância e capacidade laboratorial, resultando em uma redução na testagem, diagnóstico e notificação de casos de outras doenças, incluindo as arboviroses.

Além disso, a semelhança de sintomas entre algumas arboviroses e a COVID-19 é aplicada ainda mais a situação. Doenças como Dengue e Zika apresentam sintomas semelhantes, como febre e dores musculares, o que pode levar a confusões nos diagnósticos. Como resultado, os profissionais de saúde podem priorizar os testes para COVID-19, deixando de investigar outras doenças (Almeida; Cota; Rodrigues, 2020).

As epidemias recorrentes de Chikungunya no Brasil são resultado de uma interação complexa de vários fatores. Em primeiro lugar, a presença dos vetores *Aedes aegypti* e, em algumas áreas o *Aedes albopictus*, os principais da doença, é um elemento crucial. Esses mosquitos são comuns em diversas regiões do país, o que facilita a transmissão do vírus entre as populações. As condições climáticas tropicais e subtropicais, especialmente em áreas como o Nordeste, criam um ambiente propício para a reprodução desses mosquitos, com chuvas frequentes e temperaturas elevadas favorecendo seu desenvolvimento (SILVA *et al.*, 2020).

Além disso, a mobilidade da população no Brasil contribui significativamente para a rápida disseminação da doença. Quando áreas são afetadas por surtos, há risco de pessoas infectadas viajarem para outras localidades, introduzindo o vírus em novas regiões e facilitando a propagação da Chikungunya. Antes dos primeiros surtos no país, a falta de imunidade prévia na população tornou um grande número de pessoas suscetíveis à infecção, o que aumentou a vulnerabilidade à propagação do vírus (Almeida; Cota; Rodrigues, 2020).

A abordagem para lidar com as epidemias de Chikungunya no Brasil requer não apenas um entendimento abrangente desses fatores, mas também a implementação de estratégias regionais. Intervenções que visam não apenas o controle do vetor, mas também a conscientização pública, o fortalecimento da infraestrutura e a melhoria das condições sanitárias são fundamentais para reduzir o impacto dessas epidemias na população brasileira (Silva *et al.*, 2020).

Em nosso estudo, a taxa da incidência da Chikungunya na distribuição espacial, demonstrou alta concentração da doença distribuída de forma difusa em várias regiões do Brasil, com maior intensidade na região nordeste, esses achados são justificados por Aguiar-Santos *et al.*, 2023 em seu estudo no qual aponta que, a Chikungunya é realmente preocupante, especialmente nas regiões tropicais onde o mosquito *Aedes aegypti*, responsável por transmitir o vírus, é mais comum. O nordeste do Brasil enfrenta desafios significativos devido à presença desse vetor e a condições que favorecem a reprodução do mosquito, como clima quente e chuvas.

A Correlação de *Spearman* evidenciou correlação significativa ($Rho=0,45$; $p\text{-valor}<0,01$) com a incidência por Chikungunya no indicador de vulnerabilidade social, relacionado a população vulnerável de 15 a 24 anos. esse achado é justificado no estudo de Silva *et al.*, 2020, onde informa que, a faixa etária de 15 a 24 anos enfrenta desafios específicos quando se trata da febre de Chikungunya, jovens nessa faixa etária frequentemente se envolvem em atividades ao ar livre, expondo-se mais às áreas propensas à proliferação do mosquito. Essa exposição aumentada, muitas vezes por motivos de lazer, trabalho ou estudo, pode torná-los mais suscetíveis à picada do mosquito transmissor.

7 CONCLUSÃO

- A análise espacial e temporal permitiu o estudo da dinâmica de transmissão da Chikungunya no país;
- As técnicas de análise espacial são ferramentas de grande utilidade no planejamento estratégico, vigilância e controle das arboviroses;
- A série temporal demonstrou o impacto da pandemia de Covid-19 na notificação dos casos;
- A análise espacial identificou áreas críticas concentradas na região nordeste;
- Os indicadores de vulnerabilidade social são fatores associados a incidência da doença considerando o componente espacial.

REFERÊNCIAS

- ADITYA SATRIO, C. B. et al. **Time series analysis and forecasting of coronavirus disease in Indonesia using ARIMA model and PROPHET**. [S.l.], Procedia Computer Science. Anais...Elsevier B.V., 2021. DOI: 10.1016/j.procs.2021.01.036. Acessado em: 03 dez. 2023.
- AGUIAR-SANTOS, M. et al. Análise espacial da incidência da febre de Chikungunya e dos fatores socioeconômicos, demográficos e de infestação vetorial associados, em municípios de Pernambuco, Brasil, 2015–2021. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, [s.l.], v. 26, 2023. DOI: 10.1590/1980-549720230018.2. Acessado em 07 dez. 2023.
- ALMEIDA, L. S.; COTA, A. L. S.; RODRIGUES, D. F. Sanitation, arboviruses, and environmental determinants of disease: Impacts on urban health. **Ciencia e Saude Coletiva**, [S.l.], v. 25, n. 10, p. 3857–3868, 2020. DOI: 10.1590/1413-812320202510.30712018. Acessado em: 23 Ago. 2021.
- ALMEIDA, L. S.; COTA, A. L. S.; RODRIGUES, D. F. Sanitation, arboviruses, and environmental determinants of disease: Impacts on urban health. **Ciencia e Saude Coletiva**, [s.l.], v. 25, n. 10, p. 3857–3868, 1 out. 2020. DOI: 10.1590/1413-812320202510.30712018. Acessado em 07 dez. 2023.
- Anselin L. Exploring Spatial Data with GeoDaTM: A Workbook. Santa Barbara: Centre for Spatially Integrated Social Science; 2005
- ANSELIN, L. Spatial Externalities, spatial multipliers and spatial econometrics. **Int Reg Sci Review**, p. 153-66, 2003.
- ARAÚJO, D. et al. Determining the association between dengue and social inequality factors in north-eastern Brazil: A spatial modelling. **Geospatial Health**, [S.l.], v. 15, n. 1, 17 jun. 2020. DOI: 10.4081/gh.2020.854. Acessado em: 20 ago. 2022.
- ARCAYA, M. C.; ARCAYA, A. L.; SUBRAMANIAN, S. V. Inequalities in health: definitions, concepts, and theories. **Revista panamericana de salud publica = Pan American journal of public health**, [S.l.], v. 38, n. 4, p. 261–271, 2015. DOI: 10.3402/gha.v8.27106. Acessado em: 07 out. 2021.
- ARKSEY, H.; O'MALLEY, L. Scoping studies: towards a methodological framework. **International journal of social research methodology**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 19-32, 2005. DOI: 10.1080/1364557032000119616. Acessado em: 20 ago. 2022.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Boletim Epidemiológico - Semana. **Boletim Epidemiológico - SVS - Ministério da Saúde**, v. 48, n. 28, p. 1–22, 2017. Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/images/pdf/2018/janeiro/10/2017-046-Publicacao.pdf>. Acessado em: 07 out. 2021.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Boletim Epidemiológico**, [S.l.], v. 49, n. Tabela 1, p. 1–14, 2018. Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/images/pdf/2019/janeiro/02/2018-067.pdf>. Acessado em: 08 out. 2021.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Chikungunya: manejo clínico**. Brasília, DF; V. 2 a 2017. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/chikungunya_manejo_clinico.pdf. Acessado em: 03 out. 2021.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Monitoramento dos casos de Arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes (dengue, chikungunya e Zika). **Boletim Epidemiológico Arboviroses**, [S.l.], v. 51, n. 24, p. 1–13, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/ptbr/assuntos/media/pdf/2020/outubro/2.pdf>. Acessado em: 08 de out. 2021.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Monitoramento dos casos de Arboviroses urbanas transmitidas pelo Aedes (dengue, chikungunya e Zika). **Boletim Epidemiológico Arboviroses**,

- [S.l.], v. 51, n. 24, p. 1–13, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2021/a/boletim_epidemiologico_svs_28.pdf. Acessado em: 09 out. 2021.
- BRUNSDON, C.; FOTHERINGHAM, A. S.; CHARLTON, M. E. Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity. **Geographical Analysis**, [S.l.], v. 28, n. 4, p. 281–298, 1996. DOI: 10.1111/j.1538-4632.1996.tb00936.x Citações: 624. Acessado em 05 dez. 2023.
- BURT, F. J. et al. Chikungunya virus: an update on the biology and pathogenesis of this emerging pathogen. **The Lancet Infectious Diseases**, [S.l.], v. 17, n. 4, p. e107–e117, 2017. DOI: 10.1016/S1473-30991630385-1. Acessado em: 07 out. 2021.
- CHIARAVALLOTI-NETO, F. O Geoprocessamento E Saúde Pública. **Arquivos de Ciências da Saúde**, [S.l.], v. 23, n. 4, p. 01, 2017. DOI: 10.17696/2318-3691.23.4.2016.661. Acessado em: 11 out. 2021.
- CONSTANT, L. E. C. et al. Overview on Chikungunya Virus Infection: From Epidemiology to State-of-the-Art Experimental Models. **Frontiers in Microbiology**, [S.l.], v. 12, n. October, p. 1–20, 2021. DOI: 10.3389/fmicb.2021.744164. Acessado em: 14 jun 2022.
- DOUGHTY, C. T.; YAWETZ, S.; LYONS, J. Emerging Causes of Arbovirus Encephalitis in North America: Powassan, Chikungunya, and Zika Viruses. **Current Neurology and Neuroscience Reports**, [S.l.], v. 17, n. 2, 2017. DOI: 10.1007/s11910-017-0724-3. Acessado em: 21 set. 2021.
- DRUCK, S. et al. Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília: EMBRAPA, 2004.
- FALCAO, M.B.; **Management of infection by the Zika vírus Ann Clin Microbiol Antimicrob.**, [S.l.] v.15, n.57, p. 2-15, 2016.
- EDINGTON, F.; VARJÃO, D.; MELO, P. Incidence of articular pain and arthritis after chikungunya fever in the Americas: a systematic review of the literature and meta-analysis. **Joint Bone Spine**, [S.l.], v. 85, n. 6, p. 669-678, dez. 2018. Elsevier BV. DOI:10.1016/j.jbspin.2018.03.019. Acessado em: 21 jun. 2022.
- FORMIGOSA, C. DE A. C.; BRITO, C. V. B.; NETO, O. S. M. Impacto da COVID-19 em doenças de notificação compulsória no Norte do Brasil. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, [S.l.], v. 35, p. 11, 10 maio 2022. DOI: 10.5020/18061230.2022.12777. Acessado em 05 dez. 2023
- FREITAS, L. P. et al. Spatio-temporal modelling of the first chikungunya epidemic in an intra-urban setting: The role of socioeconomic status, environment and temperature. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, [S.l.], v. 15, n. 6, p. 1–21, 2021. DOI: 10.1371/journal.pntd.0009537. Acessado em: 07 out. 2021.
- GUBLER, D. J. Dengue, Urbanization and globalization: The unholy trinity of the 21 st century. **Tropical Medicine and Health**, [S.l.], v. 39, n. 4 SUPPL., p. 3–11, 2011. DOI: 10.2149/tmh.2011-S05. Acessado em: 20 jun. 2022.
- HINO, P. et al. Geoprocessing in health area. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, [S.l.], v. 14, n. 6, p. 939-943, dez. 2006. DOI: 10.1590/s0104-11692006000600016. Acessado em: 21 jun. 2022.
- HUANG, Y. J. S.; HIGGS, S.; VANLANDINGHAM, D. L. Emergence and re-emergence of mosquito-borne arboviruses. **Current Opinion in Virology**, [S.l.], v. 34, p. 104–109, 2019. DOI: 10.1016/j.coviro.2019.01.001. Acessado em 03 out. 2021.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. IBGE Regiões. 2019 (Internet). disponível em: Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.
- KHALIL, H. et al. Realização de análises de escopo de alta qualidade, desafios e soluções. **Jornal de epidemiologia clínica**, [S.l.], v. 130, p. 156-160, 2021. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2020.10.009. Acessado em 10 ago. 2022.

- KHONGWICHIT, S. et al. Chikungunya virus infection: molecular biology, clinical characteristics, and epidemiology in Asian countries. **Journal of Biomedical Science**, [S.l.], v. 28, n. 1, p. 1–17, 2021. DOI: 10.1186/s12929-021-00778-8. Acessado em: 20 mai.2022.
- 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**, [S.l.], v. 9, n. 7, p. 1–18, 2015. DOI: 10.1371/journal.pntd.0003937. Acessado em: 07 out. 2021.
- KROW-LUCAL, E. R.; BIGGERSTAFF, B. J.; STAPLES, J. E. Estimated incubation period for zika virus disease. **Emerging Infectious Diseases**, [S.l.], v. 23, n. 5, p. 841–844, 2017. DOI: 10.3201/eid2305.161715. Acessado em: 21 set. 2021.
- LIMA, S. V. M. A.; RIBEIRO, Caíque J. N.; SANTOS, A. D. O uso do geoprocessamento para o fortalecimento da vigilância epidemiológica da covid-19. **Revista Brasileira de Enfermagem**, [S.l.], v. 75, 2022. DOI: 10.1590/0034-7167.202275Suppl101. Acessado em: 20 jun. 2022.
- LIMA-CAMARA, T. N. Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil. **Revista de saude publica**, [S.l.], v. 50, p. 1–7, 2016. DOI: 10.1590/S1518-8787.2016050006791. Acessado em: 19 set. 2021.
- LISBOA, T. R. et al. Relationship between the incidence of arbovirus cases and the pandemic of COVID-19. **Revista Interdisciplinar de Ciencia Aplicada**. University of Caxias do Sul, , 22 jun. 2022. DOI: 10.1590/0102-311X00115320. Acessado em: 06 dez. 2023.
- MACHADO, J. P. et al. Implications of the COVID-19 pandemic in monitoring health and cardiovascular diseases: survey study. *Revista da Escola de Enfermagem*, [s.l.], v. 57, 2023. DOI: 10.1590/1980-220X-REEUSP-2022-0112en. Acessado em: 07 dez. 2023
- MCGREGOR, B. L.; CONNELLY, C. R. A review of the control of aedes aegypti (Diptera: Culicidae) in the continental United States. **Journal of Medical Entomology**, [S.l.], v. 58, n. 1, p. 10–25, 2021. DOI: 10.1093/jme/tjaa157. Acessado em: 20 jun. 2022.
- McMillen, D. P. Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships. *American Journal of Agricultural Economics*, 86(2), 554–556. DOI:10.1111/j.0002-9092.2004.600_2.x. Acessado em> 05. dez. 2023.
- McMillen, D. P. Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships. *American Journal of Agricultural Economics*, [S.l.], v. 86(2), 554–556. DOI:10.1111/j.0002-9092.2004.600_2.x. Acessado em: 05 dez. 2023.
- McMillen, D. P. Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships. **American Journal of Agricultural Economics**, [S.l.], v. 86(2), 554–556. DOI:10.1111/j.0002-9092.2004.600_2.x. Acessado em: 05 dez. 2023.
- MEDRONHO, R. de A.; WERNECK, Guilherme Loureiro. Análise de dados espaciais em saúde. **Epidemiologia**, [S.l.], v. 2, p. 493–511, 2009.
- MORDECAI, E. A. et al. Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 1–18, 2017. DOI: 10.1371/journal.pntd.0005568. Acessado em: 07 out. 2021.
- MORRISON, A. C. et al. Defining challenges and proposing solutions for control of the virus vector Aedes aegypti. **PLoS Medicine**, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 0362–0366, 2008. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article/file?id=10.1371/journal.pmed.0050068&type=printable>. Acessado em: 16 jun. 2022.
- NORONHA, K. V. M. et al. The COVID-19 pandemic in Brazil: Analysis of supply and demand of hospital and ICU beds and mechanical ventilators under different scenarios. **Cadernos de Saude Publica**, v. 36, n. 6, 2020. DOI: 10.1590/0102-311X00115320. Acessado em: 06 dez. 2023.
- OLIVEIRA, C. C. M. et al. Effectiveness of the mobile emergency medical services (SAMU): Use of interrupted time series. **Revista de Saude Publica**, [S.l.], v. 53, p. 1–11, 2019. DOI: 10.11606/s1518-8787.2019053001396. Acessado em: 02 dez.2023.

- Pan American Health Organization, World Health Organization. Health Information Platform for the Americas. Available at. Disponível em: <https://www.paho.org/data/index.php/en/mnu-topics.html>. Acessado em: 03 out. 2021.
- PETERS, M. D. et al. Orientação metodológica atualizada para a realização de revisões de escopo. **Síntese de evidências JBI**, [S.l.], v. 18, n. 10, pág. 2119-2126, 2020. DOI: 10.11124/JBIES-20-00167. Acessado em: 10 ago. 2022.
- PETERSEN, E. et al. Rapid Spread of Zika Virus in The Americas - Implications for Public Health Preparedness for Mass Gatherings at the 2016 Brazil Olympic Games. **International Journal of Infectious Diseases**, [S.l.], v. 44, n. May 2016VA, p. 11–15, 2016. DOI: 10.1016/j.ijid.2016.02.001. Acessado em: 20 abr. 2021.
- QUEIROZ, E. R. D. S.; MEDRONHO, R. D. A. Spatial analysis of the incidence of dengue, Zika, and chikungunya and socioeconomic determinants in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Epidemiology and Infection**, Rio de Janeiro, v. 149, 2021. DOI: 10.1017/S0950268821001801. Acessado em 23 ago. 2021.
- QUEIROZ, E. R. D. S.; MEDRONHO, R. D. A. Spatial analysis of the incidence of dengue, Zika, and chikungunya and socioeconomic determinants in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Epidemiology and Infection**, 2021. DOI: 10.1017 / S0950268821001801. Acessado em: 07 out. 2021.
- QUEIROZ, E. R. D. S.; MEDRONHO, R. D. A. Spatial analysis of the incidence of dengue, Zika, and chikungunya and socioeconomic determinants in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Epidemiology and Infection**, Rio de Janeiro, v. 149, p. e188, 2021. DOI: 10.1017/S0950268821001801. Acessado em: 16 abr. 2023.
- RIBEIRO, Helena. **Geoprocessamento e saúde: muito além de mapas**, tem como objetivo, a partir de...[Apresentação]. Geoprocessamento e saúde: muito além de mapas, 2017.
- ROIZ, D. et al. Integrated Aedes management for the control of Aedes-borne diseases. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, [S.l.], v. 16, n. 3, p. 1–21, 2022. DOI: 10.1371/journal.pntd.0006845. Acessado em: 16 jun. 2022.
- SANTOS, T. J.; SANTOS, A. D.; ARAÚJO, D. C. Uso da análise espacial como intervenção de gestão em enfermagem para o controle do estado de saúde da comunidade com risco para arboviroses: um protocolo de revisão de escopo. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 11, n. 14, p. e214111436228, 24 out. 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i14.36228. Acessado em: 01 abr. 2023.
- SILVA, A. C. et al. Prevalence and epidemiological aspects of Chikungunya fever in states of the Northeast region of Brazil: A systematic review. **Acta Tropica**, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 210-224 maio 2023. DOI: 10.1016/j.actatropica.2023.106872. Acessado em: 06 dez. 2023.
- MACHADO, J. P. et al. Implications of the COVID-19 pandemic in monitoring health and cardiovascular diseases: survey study. **Revista da Escola de Enfermagem**, [s.l.], v. 57, 2023. DOI: 10.1590/1980-220X-REEUSP-2022-0112en. Acessado em: 07 dez. 2023.
- SILVA, A. DO C. et al. Prevalence and epidemiological aspects of Chikungunya fever in states of the Northeast region of Brazil: A systematic review. **Acta Tropica**, [s.l.], v. 25, n. 10, 1 maio 2023. DOI: 10.1590/0103-1104202012514. Acessado em: 07 dez. 2023.
- SILVA, A. L. P. E.; SPALDING, S. M. Zika virus - Epidemiology and laboratory diagnosis. **Revista Médica de Minas Gerais**, [S.l.], v. 28, 2018. DOI: 10.5935/2238-3182.2018007. Acessado em: 21 jun. 2021.
- SILVA, N. M. DA. et al. Vigilância de chikungunya no Brasil: desafios no contexto da Saúde Pública. **Epidemiologia e serviços de saúde: revista do Sistema Unico de Saude do Brasil**, Goiânia, v. 27, n. 3, p. e2017127, 2018. DOI: 10.5123/S1679-49742018000300003. Acessado em: 27 mar. 2021.
- SILVA, Y. S.; RODRIGUES, Z. M. R. Uso do geoprocessamento nas análises da geografia da saúde. **Revista Geoconexões online**, [S.l.], v. 1, n. edição especial, p. 189–200, 2022.

- Disponível em: <https://geoconexoes.com/ojs/index.php/periodicos/article/view/69>. Acessado em: 18 jun. 2022.
- SILVA-FILHO, E. et al. Controle de Larvas de *Aedes aegypti* por Ninfas de libélula (Odonata) sob Condições Laboratoriais. **Ensaio e Ciência Biológicas Agrárias e da saúde**, [S.l.], v. 25, n. 2, p. 239–242, 2021.
- SOUZA, I. P. O.; UBERTI, M. S.; TASSINARI, W. S. Geoprocessing and spatial analysis for identifying leptospirosis risk areas: A systematic review. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, [S.l.] v. 62, p. 1–13, 2020. DOI: 10.1590/S1678-9946202062035. Acessado em 01 jun. 2022.
- SUHRBIER, A. Rheumatic manifestations of chikungunya: emerging concepts and interventions. **Nature Reviews Rheumatology**, [S.l.], v. 15, n. 10, p. 597–611, 2019. DOI: 10.1038/s41584-019-0276-9. Acessado em: 10 jun. 2022.
- TEN. et al. Contributions from the silent majority dominate dengue virus transmission. **PLoS Pathogens**, [S.l.], v. 14, n. 5, p. 82–86, 2018. DOI: 10.1371/journal.ppat.1006965. Acessado em: 20 jun. 2022.
- TRICCO, A. C. et al. Extensão PRISMA para revisões de escopo (PRISMA-ScR): lista de verificação e explicação. **Anais de medicina interna**, [S.l.], v. 169, n. 7, pág. 467-473, 2018. DOI: 10.7326/M18-0850. Acessado em: 10 ago. 2022.
- VIDAL, E. R. N. et al. Epidemiological burden of Chikungunya fever in Brazil, 2016 and 2017. **Tropical Medicine & International Health**, [S.l.], v. 27, n. 2, p. 174-184, 23 dez. 2021. DOI: 10.1111/tmi.13711. Acessado em: 20 jun. 2022.
- WHITEHEAD, Margaret; DAHLGREN, Goran. What can be done about inequalities in health?. **Lancet**, [S.l.], v. 338, n. 8774, p. 1059-1063, 1991. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK221240/>. Acessado em: 16 out. 2021.
- WHITEMAN, A. et al. *Aedes* Mosquito Infestation in Socioeconomically Contrasting Neighborhoods of Panama City. **Ecohealth**, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 210-221, 21 maio 2019. Springer Science and Business Media LLC. DOI:10.1007/s10393-019-01417-3. Acessado em: 22 jun. 2022.
- WHITEMAN, A. et al. socioeconomic factors drive *Aedes* mosquito vectors and their arboviral diseases? A systematic review of dengue, chikungunya, yellow fever, and Zika Virus. **One Health**, [S.l.], v. 11, p. 100188, dez. 2020. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.onehlt.2020.100188. Acessado em: 18 jun. 2022.
- Yu, H. et al. Inference in Multiscale Geographically Weighted Regression. *Geographical Analysis*, [S.l.], v. 52(1), 87–106. DOI: 10.1111/gean.12189. Acessado em: 05 dez. 2023
- Yu, H. et al. Inference in Multiscale Geographically Weighted Regression. **Geographical Analysis**, [S.l.], v. 52(1), 87–106. DOI: 10.1111/gean.12189. Acessado em: 05 dez. 2023
- ZARA, A. L. DE S. A. et al. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e serviços de saúde: revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, Goiás, v. 25, n. 2, p. 391–404, 2016. DOI: 10.5123/S1679-49742016000200017. Acessado em: 14 maio. 2021.
- ZUUR, A.; IENO, E.M.; SMITH, G.M. **Analysing Ecological Data**. Springer, Newburh. 2007, 26 ed.

ANEXO A – PUBLICAÇÃO DO PROTOCOLO DA REVISÃO DE ESCOPO

Research, Society and Development, v. 11, n. 14, e214111436228, 2022
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i14.36228>

Uso da análise espacial como intervenção de gestão em enfermagem para o controle do estado de saúde da comunidade com risco para arboviroses: um protocolo de revisão de escopo

Use of spatial analysis as a nursing management intervention to control the health status of the community at risk for arboviruses: a scope review protocol

Uso del análisis espacial como intervención de gestión de enfermería para el control del estado de salud de la comunidad en riesgo de arbovirus: un protocolo de revisión del alcance

Recebido: 06/10/2022 | Revisado: 18/10/2022 | Aceitado: 19/10/2022 | Publicado: 24/10/2022

Thiago de Jesus Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8400-1830>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: thiago.jesus.santos@hotmail.com

Allan Dantas dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6529-1887>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: allanufs@hotmail.com

Damião da Conceição Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1116-170X>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: damiao.araujo92@gmail.com

Resumo

Objetivo: Mapear as evidências científicas acerca da utilização de técnicas de análise espacial para o controle do estado de saúde da comunidade com risco para arboviroses. **Método:** Protocolo de revisão de escopo, registrado no *Open Science Framework*, elaborado com base na trilha metodológico do *Joanna Briggs Institute* e no *checklist do Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews*, a pesquisa ocorrerá nas seguintes bases de dados: PubMed, Web Of Science e Scopus, será guiada pela seguinte questão de pesquisa: “Quais as evidências do uso da ferramenta de análise espacial como estratégia de gestão em enfermagem em saúde pública para avaliação da Chikungunya, Dengue e Zika na população com vista no controle do estado de saúde da comunidade?”, o software *Rayyan* será utilizado para o gerenciamento da coleta e seleção de estudos publicados. Posteriormente, ocorrerá a avaliação do título e do resumo de todos os estudos identificados, com base nos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, por dois revisores independentes e por um terceiro revisor para resolver possíveis divergências. Os resultados serão sintetizados descritivamente, um fluxograma e resumo narrativo acompanharão os resultados e descreverão como se relacionam com o objetivo e a questão da revisão. As informações oriundas da revisão instrumentalizada a partir desse protocolo serão úteis para categorizar, diferenciar e exemplificar o correto uso de técnicas de análise espacial em estudos com doenças infecciosas, subsidiando conhecimento ao enfermeiro, para que o mesmo planeje intervenções e desenvolva ações na saúde da comunidade.

Palavras-chave: Análise espacial; Arbovírus; Infecções por arbovírus; Saúde pública.