

MICROCEFALIA ASSOCIADA À INFECÇÃO POR ZIKA VÍRUS: ANÁLISE ESPACIAL E CORRELAÇÃO COM A VULNERABILIDADE SOCIAL E A INFESTAÇÃO PREDIAL NO ESTADO DE SERGIPE

MICROCEPHALY ASSOCIATED WITH ZIKA VIRUS INFECTION: SPATIAL ANALYSIS AND CORRELATION WITH SOCIAL VULNERABILITY IN THE STATE OF SERGIPE

Marcus Valerius da Silva Peixoto

Docente do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Sergipe
peixotovalerius@gmail.com

Andreza Marques Duque

Docente do Departamento de Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Sergipe
andreza.duque@yahoo.com.br

Natan Tainá Pereira Gomes

Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Sergipe
natantainapereiragomes@gmail.com

Allan Dantas dos Santos

Docente do Departamento de Enfermagem da Universidade Federal de Sergipe
allanufs@hotmail.com

Pedro de Lemos Menezes

Docente da Faculdade de Fonoaudiologia da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas
pedrodelemosmenezes@gmail.com

RESUMO

Objetivo: Analisar a distribuição espacial da microcefalia associada à infecção por Zika vírus e a correlação com a vulnerabilidade social e a infestação predial. Método: Estudo ecológico, com dados secundários dos casos notificados e confirmados com microcefalia e nascidas em 2015 e 2016 em Sergipe, Brasil. Foi utilizada a técnica de Análise Exploratória de Dados Espaciais, através dos softwares QGIS 2.18.3 e GEODA 1.12, e calculados os Índices de Moran Local Bivariados para a identificação de correlação espacial entre a distribuição espacial da microcefalia e os indicadores investigados. Resultados: A distribuição espacial demonstrou taxas mais elevadas nas regiões do Agreste, Sertão e Leste sergipanos. Os municípios localizados na região Sul e no Sertão do estado apresentaram maior vulnerabilidade social, com baixo desenvolvimento humano, baixa cobertura de saneamento básico e coleta de lixo e, também, vulnerabilidade em infraestrutura e capital humano e maior infestação por *Aedes aegypti*. Conclusão: Observou-se que a taxa de incidência da microcefalia foi alta, sendo o ano de 2015 com mais casos e maior distribuição espacial. Existe correlação espacial positiva especialmente nas regiões Sul, Centro-Sul e Alto Sertão do estado entre a taxa de incidência da microcefalia no período 2015/2016 e indicadores sociais.

Palavras-chave: Microcefalia. Desenvolvimento Infantil. Vulnerabilidade Social. Zika Vírus. Epidemiologia.

ABSTRACT

Objective: To analyze the spatial distribution of microcephaly associated with Zika virus infection and the correlation with social vulnerability and building infestation. Method: Ecological study, with secondary data from reported and confirmed cases with microcephaly and born in 2015 and 2016, in Sergipe, Brazil. The technique of Exploratory Analysis of Spatial Data was used, through the software QGIS 2.18.3 and GEODA 1.12, and the Bivariate Local Moran Indexes were calculated to identify the spatial correlation between the spatial distribution of microcephaly and the investigated indicators. Results: The spatial distribution showed higher rates in the Agreste, Sertão and East Sergipe regions. Municipalities located

Recebido em: 05/02/2023

Aceito para publicação em: 18/05/2023.

in the southern region and in the hinterland of the state showed greater social vulnerability, with low human development, low coverage of basic sanitation and garbage collection, and also vulnerability in infrastructure and human capital and greater infestation by *Aedes Aegypti*. Conclusion: It was observed that the incidence rate of microcephaly was high, with the year 2015 having more cases and greater spatial distribution. There is a positive spatial correlation, especially in the south, central-south and high hinterland regions of the state, between the incidence rate of microcephaly in the period 2015/2016 and social indicators.

Keywords: Microcephaly. Child Development. Social Vulnerability. Zika Virus. Epidemiology.

INTRODUÇÃO

Após o surto de casos de microcefalia em 2015 no Brasil, o campo científico se mobilizou sob diferentes vertentes para compreender as suas causas, associações e impactos. A maioria dos casos (70,4%) ocorreu na região Nordeste após a primeira onda de infecção pelo vírus Zika, com pico de ocorrência mensal estimado em 49,9 casos por 10.000 nascidos vivos (OLIVEIRA et al., 2017). A situação epidemiológica brasileira foi reiterada pelo Ministério da Saúde no boletim emitido em 21 de maio de 2016 com 7.343 casos notificados, 2.932 casos descartados e 1.431 confirmados para microcefalia e/ou alteração do Sistema Nervoso Central – SNC (BRASIL, 2016).

No estado de Sergipe, Brasil, a descrição das características clínicas e epidemiológicas dos casos de microcefalia em nascidos vivos em 2015 foi realizada com dados de prontuários e entrevistas com as mães. Confirmaram-se 83 casos de microcefalia, com três óbitos. A prevalência foi de 24,1 e nos 26 municípios com casos confirmados variou de 18 a 185/10.000 nascidos vivos, com predomínio de mães com ensino médio, ocupação do lar e renda per capita de R\$262,66 (CABRAL et al., 2017).

Diante do surto de microcefalia, estudos descreveram a relação com a infecção materna pelo Zika vírus (CALVET et al., 2016; ARAÚJO et al., 2016; VARGAS et al., 2016; VENTURA et al., 2016). Assim, foi definida uma nova condição de saúde, a Síndrome Congênita do Zika Vírus (SCZ) (BRASIL, 2016). A criança com SCZ pode apresentar ou não a microcefalia ao nascer, pois o que determinará a presença do conjunto de sinais e sintomas pela infecção congênita do vírus Zika é a calcificação intracraniana, a ventriculomegalia e o volume cerebral diminuído. Dessa forma, a microcefalia foi definida como um sinal da síndrome e não como um elemento determinante dessa anomalia congênita em que as crianças podem apresentar alterações neurológicas, motoras, auditivas e oculares (TEIXEIRA et al., 2020).

Através da notificação adequada, os casos de microcefalia passaram por investigação e classificação, e houve fomento de ações na atenção básica para atender a necessidades específicas dessa situação. Além disso, foi proposto um conjunto de ações para qualificação da vigilância de anomalias congênitas, visando que os dados pudessem servir de objeto para a formulação de novas políticas e, assim, subsidiar o fortalecimento das estratégias de prevenção, de cuidado e de reabilitação (BRASIL, 2019).

A construção do conhecimento epidemiológico sobre a SCZ foi estudada, identificando que os aspectos sociais são mobilizados pelos atores de forma muitas vezes genérica, de modo que, na maior parte dos casos, esses fatores aparecem como não pertencentes ao ciclo da causalidade propriamente, mas sim como um cenário de fundo que possibilita a emergência da epidemia, do desfecho ou de um agravante (OLIVEIRA; AKERMAN, 2022).

No entanto, existe um esforço notório no campo científico para identificar associações com fatores sociais no âmbito local das unidades federativas do Brasil, especialmente com o uso de técnicas de geoprocessamento em saúde. O surto teve impactos diferentes de acordo com classe, grupo social ou gênero, refletindo a persistência e geografia social da desigualdade no Brasil (MOCELIN et al., 2020). Estudos relatam que municípios com maior PIB per capita e com melhores estruturas ambientais urbanas mostraram uma menor incidência de microcefalia (ALBUQUERQUE et al., 2018; AMARAL et al., 2019). Dentre as características sociodemográficas apontadas das mães das crianças com microcefalia, destacam-se a baixa renda per capita e o desemprego (CABRAL et al., 2017).

Diante da identificação de associações da microcefalia com aspectos socioeconômicos, surge a necessidade de analisar a sua interação com o conceito de vulnerabilidade, que pode ser definido como uma espécie de estado ou situação que gera efeitos negativos à vida das pessoas. A vulnerabilidade

é, fundamentalmente, produto das desigualdades sociais, incluindo, também, as desigualdades a nível local. Trata-se de fatores sociais que influenciam e moldam a susceptibilidade de vários grupos e sua capacidade de resposta (CUTTER; BORUFF; SHIRLEY, 2003). Os indicadores epidemiológicos sociodemográficos e socioambientais, por exemplo: escolaridade, renda, adequação da rede de abastecimento de água e esgoto, coleta de lixo e controle vetorial, têm por objetivo evidenciar áreas com problemas sociais, ambientais e de saúde, as desigualdades entre grupos da população em territórios específicos e se existe uma concentração de eventos adversos à saúde, respectivamente (BRASIL, 2006). O índice de infestação predial tem sido amplamente utilizado para indicar a efetividade das medidas de controle vetorial do *Aedes aegypti*. Através desse levantamento, é possível a identificação de áreas com maior proporção/foco de casos e áreas com presença de criadouros, permitindo a avaliação dos resultados e o planejamento de metodologias e ações de controle e do vetor, além da delimitação de áreas de risco entomológico e divulgação dos índices para a população (BRASIL, 2013).

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo analisar a distribuição espacial da microcefalia associada à infecção por Zika vírus e a correlação com a vulnerabilidade social e o índice de infestação predial no estado de Sergipe.

MÉTODO

Desenho do Estudo

Foi realizado um estudo epidemiológico do tipo ecológico, com técnicas de análise espacial, das crianças notificadas e confirmadas com microcefalia nascidas entre os anos de 2015 e 2016 nos municípios de Sergipe, Brasil.

Local

A pesquisa foi desenvolvida em Sergipe, que ocupa uma área de 21.925,424 km². De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o estado possui uma população estimada de 2.318.822 habitantes e apresenta densidade demográfica de 94,35 hab./km². Sergipe tem 75 municípios, sendo dividido em seis regiões geográficas imediatas, agrupadas segundo critérios sociais e econômicos similares, sendo elas: Aracaju (formada por 20 municípios), Estância (formada por 10 municípios), Propriá (formada por 10 municípios), Itabaiana (formada por 14 municípios), Lagarto (formada por 6 municípios) e Nossa Senhora da Glória (formada por 9 municípios), conforme destacado na figura 1.

Figura 1 – Mapa da área da pesquisa, estado de Sergipe dividido em regiões imediatas, Brasil



Fonte: Produção dos pesquisadores

Técnicas e procedimentos para produção de dados

Os dados foram coletados no Registro de Eventos de Saúde Pública (RESP), que foi criado e implementado em novembro de 2015, durante o atendimento emergencial para notificação de casos de microcefalia por meio de um formulário eletrônico. O RESP é um sistema de informação em saúde do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) (BRASIL, 2022). Também no Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), produzido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Rede de Água e Esgoto e Rede de Coleta de Lixo, produzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); e no Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti* (LIRAA), produzido para o estado de Sergipe pela SES. Todos os dados foram extraídos em setembro de 2022. Os dados dos casos de microcefalia foram geocodificados e comparados com as áreas de vulnerabilidade e com os determinantes sociais em saúde.

Índice de Vulnerabilidade Social

O IVS é o resultado da média aritmética dos subíndices: IVS Infraestrutura Urbana, IVS Capital Humano e IVS Renda e Trabalho. O cálculo do índice utiliza 16 indicadores produzidos a partir das variáveis do Censo demográfico do IBGE. Para a construção de cada dimensão do IVS, foram adotados parâmetros máximos e mínimos, em cada indicador, para transformá-lo em um índice padronizado, com valores variando de 0,000 a 1,000. A condição de absoluta ausência de vulnerabilidade equivale a 0 e a máxima vulnerabilidade equivale a 1 (IPEA, 2015).

Levantamento Rápido para Índices de *Aedes aegypti* - LIRAA/LIA

Trata-se de um método simplificado para obtenção rápida de indicadores entomológicos que permitem conhecer a distribuição de infestação larvária do vetor *Aedes aegypti*, mosquito transmissor da dengue, zika, chikungunya e febre amarela, através do Índice de Infestação Predial (IIP), que é a porcentagem de imóveis com presença de larvas; e Breteau, que é a relação entre o número de recipientes positivos e a quantidade de imóveis pesquisados, corrigida para que o resultado apresente a proporção por 100 imóveis. Os resultados desse levantamento são analisados e divulgados trimestralmente durante o ano (BRASIL, 2013). O IIP menor que 1% é considerado satisfatório, um IIP de 1% a 3,9% é considerado alerta, e um IIP maior que 3,9% é considerado em risco (BRASIL 2009). Para este estudo, foram considerados os índices divulgados em julho de 2015, janeiro, julho e novembro de 2016.

Rede de Água e Esgoto

A rede de abastecimento de água compreende a captação, a adução, o tratamento e a distribuição de água potável para a população através de ligações prediais, estações elevatórias ou de recalque. Já a rede de esgoto compreende o conjunto de tubulações que direcionam o esgoto para estações de tratamento, composto por bacias de drenagem, caixa de passagem, ligação predial, coletores, estação elevatória de esgoto, estação de tratamento de esgotos, rede coletora, interceptor e outros. Após a despoluição de materiais como matéria orgânica excessiva, areia e lixo, a água pode retornar a rios e mares, permitindo a preservação dos mananciais (BRASIL, 2010).

Coleta de Lixo

Os resíduos sólidos gerados em um território são recolhidos e destinados para separação, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final em aterros sanitários, construídos seguindo regras sanitárias para impedir a criação de vetores de transmissão de doenças e a poluição do solo e de bacias hidrográficas (BRASIL, 2010).

Análise Estatística

Os dados de nascidos vivos foram provenientes do Sistema Nacional de Informações de Nascidos Vivos (NV) (Sinasc). O Sinasc, desde 1990, é a fonte oficial do Ministério da Saúde sobre os registros de nascimentos, alimentada pela Declaração de Nascido Vivo (DNV). Foram realizados os cálculos de incidência anual para os casos notificados e confirmados de 2015 e 2016. Para este cálculo, foi utilizada a razão entre o número de casos confirmados e o número de nascidos vivos nos anos correspondentes, multiplicado por 10.000. Também foi realizado o cálculo de incidência para o período correspondente

aos anos de 2015 a 2016. Para este cálculo, foi utilizada a razão entre o número de casos confirmados e o número de nascidos vivos para o período de 2015 e 2016, multiplicado por 10.000.

Foi utilizada a técnica de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), que serve para descrever distribuições espaciais (clusters ou dispersões) em padrões de associação espacial, tais como associação espacial global e associação espacial local (BRASIL, 2007). Uma matriz de pesos foi criada usando o critério “*Queen Contiguity*” entre os 75 municípios analisados e considerando a vizinhança de primeira ordem.

Foram calculados os Índices de Moran Local Bivariados para a identificação de correlação espacial entre a distribuição espacial da taxa de incidência da microcefalia no período de 2015 e 2016 (medida de desfecho de interesse) e os indicadores sociais. A análise de Moran Local Bivariada pode mostrar quatro tipos de relação espacial (correspondente ao diagrama de espelhamento de Moran) entre a variável de desfecho (incidência durante o período de 2015 e 2016), considerando uma unidade de lugar e as unidades vizinhas, as quais foram caracterizadas da seguinte forma neste estudo (ANSELIN, 2005): Alto-Alto (AA): alta incidência de microcefalia e alto indicador de associação; Alto-Baixo (AB): alta incidência de microcefalia e baixo indicador de associação; Baixo-Alto (BA): baixa incidência de microcefalia e alto indicador de associação; Baixo-Baixo (BB): baixa incidência de microcefalia e baixo indicador de associação.

Foram utilizados os softwares *QGIS 3.18 software (Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license CC BY-SA, Las Palmas, California, USA)* e *GEODA 1.12 (Spatial Analysis Laboratory, University of Illinois, Urbana Champaign, Estados Unidos)*. A base cartográfica do estado de Sergipe foi fornecida pelo IBGE. A projeção cartográfica corresponde ao sistema geodésico de referência SIRGAS 2000.

Aspectos Éticos

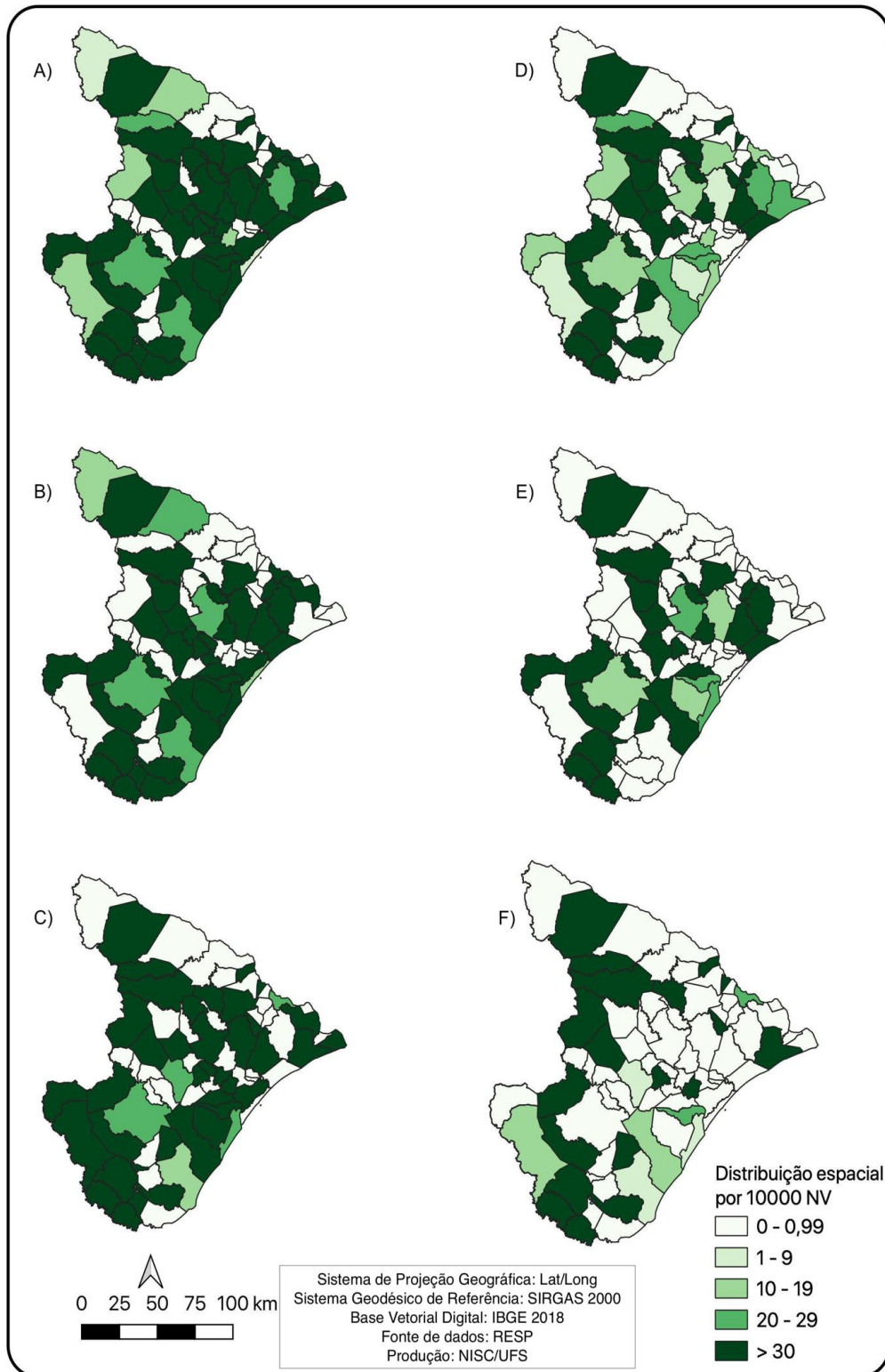
Foi utilizado banco de dados secundário do sistema de vigilância em saúde do SUS, de domínio público, sem o acesso a dados nominais que possibilitassem a identificação dos sujeitos, dispensando a avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

RESULTADOS

No ano de 2015, foram notificados 183 casos e confirmados 88, correspondendo a 48% das notificações. Em 2016, foram notificados 115 casos, com a confirmação de 48, correspondendo a 41% dos casos notificados. A taxa de casos notificados no ano de 2015 chegou a 52,4/10.000 NV e, no ano de 2016, a 35,7/10.000 NV. A taxa de incidência bruta da microcefalia no ano de 2015 foi de 25,2/10.000 NV e, no ano de 2016, de 14,8/10.000 NV. A taxa de incidência no período 2015/2016 alcançou 2,2/10.000 NV.

A figura 2 apresenta a distribuição espacial da taxa de distribuição de casos notificados e de casos confirmados de microcefalia nos anos de 2015 e 2016 e a taxa de incidência no período 2015/2016 para os casos notificados e confirmados. É possível observar que no ano de 2015 existem mais municípios com casos notificados e confirmados, bem como taxas mais elevadas, em comparação ao ano de 2016. A distribuição tem as taxas mais elevadas na região de Nossa Senhora da Glória, no Sertão sergipano, em 2015, e, no ano de 2016, teve uma redução nos municípios da região de Aracaju, no Leste do Estado. A região de Estância, no Sul do estado, manteve alta incidência nos dois anos.

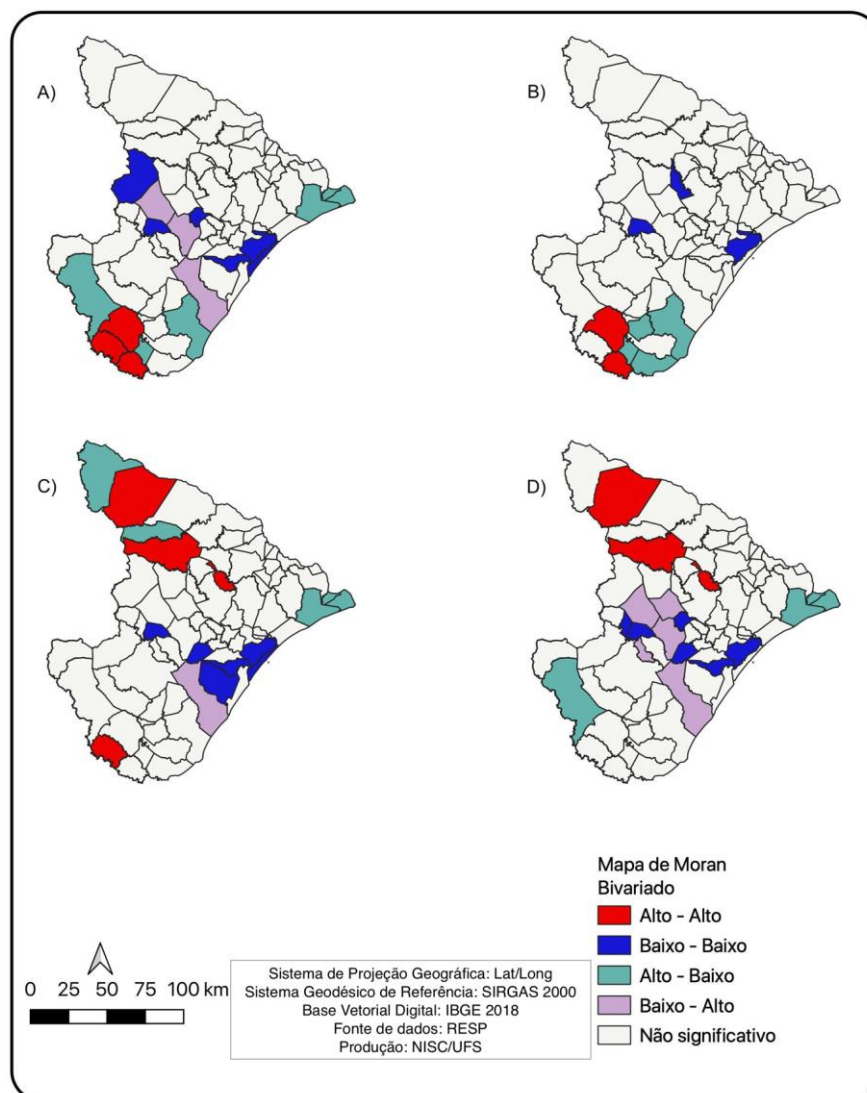
Figura 2 – A) Taxa de incidência dos casos notificados nos anos de 2015 e 2016; B) Taxa de incidência anual de casos notificados de microcefalia em 2015; C) Taxa de incidência anual de casos notificados de microcefalia em 2016; D) Taxa de incidência no período dos casos confirmados dos anos de 2015 e 2016; E) Taxa de incidência anual de casos confirmados de microcefalia em 2015; F) Taxa de incidência anual de casos confirmados de microcefalia em 2016.



Fonte de dados: Registro Especial de Saúde Pública – RESP. Elaboração: Núcleo de Investigação em Saúde Coletiva (NISC/UFS).

A correlação espacial entre a taxa de incidência no período 2015/2016 da microcefalia e o IVS e suas respectivas dimensões é apresentada na figura 3. Foi encontrado padrão Alto-Alto com o IVS composto em três municípios do Sul do Estado (região de Estância) e Baixo-Baixo em dois municípios da região de Aracaju e três no Agreste do estado (mapa A). O mapa B demonstra a correlação espacial com a dimensão do IVS de Infraestrutura Urbana com padrão Alto-Alto em dois municípios localizados na região Sul do estado; e padrão Baixo-Baixo em dois municípios da região da Grande Aracaju e dois no Agreste (região de Itabaiana). A dimensão do IVS de Capital Humano apresentou padrão Alto-Alto em um município da região de Estância, três na região de Nossa Senhora da Glória e com agregados Baixo-Baixo em dois municípios da região de Itabaiana e quatro da região de Aracaju, conforme observado no mapa C. Os resultados encontrados no mapa D para o IVS de Renda e Trabalho com padrão Alto-Alto se situam em três municípios localizados na região de Nossa Senhora da Glória. Com agregados Baixo-Baixo estão dois municípios localizados na região de Aracaju e quatro na região de Itabaiana.

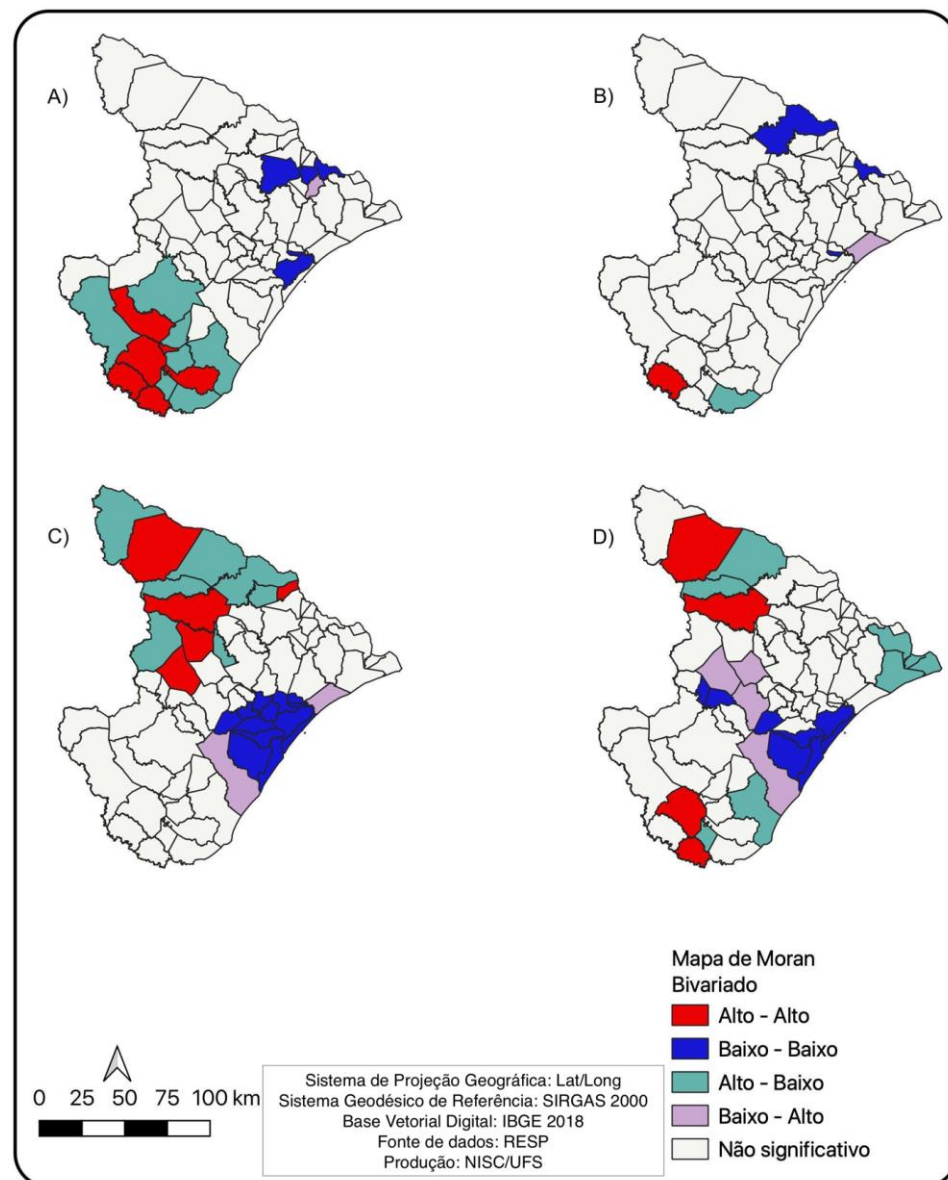
Figura 3 – Mapa A: Moran Bivariado da taxa de incidência da microcefalia e do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) no estado de Sergipe; Mapa B: Moran Bivariado da taxa de incidência da microcefalia e dimensão de Infraestrutura Urbana do IVS; Mapa C: Moran Bivariado da taxa de incidência da microcefalia e da dimensão de Capital Humano do IVS; Mapa D: Moran Bivariado da taxa de incidência da microcefalia e da dimensão Renda e Trabalho do IVS.



Fonte de dados: Registro Especial de Saúde Pública – RESP. Atlas de Vulnerabilidade Social do IPEA.
Elaboração: Núcleo de Investigação em Saúde Coletiva (NISC/UFS).

A figura 4 aborda os mapas de Moran Bivariado da taxa de incidência no período 2015/2016 da microcefalia e indicadores sociais. O mapa A apresenta a correlação com o percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados, mediante um cluster de seis municípios com padrão Alto-Alto nas regiões de Estância e Lagarto, no Sul do estado. A Coleta de Lixo inadequada possui correlação espacial em um município no Sul (mapa B) com padrão Alto-Alto. Existe correlação espacial com a taxa de analfabetismo na região do Sertão, com um cluster do tipo Alto-Alto em comparação com um grande cluster do tipo Baixo-Baixo na região metropolitana. O mesmo ocorre com a variável referente à renda, incluindo um município na região de Estância do tipo Alto-Alto.

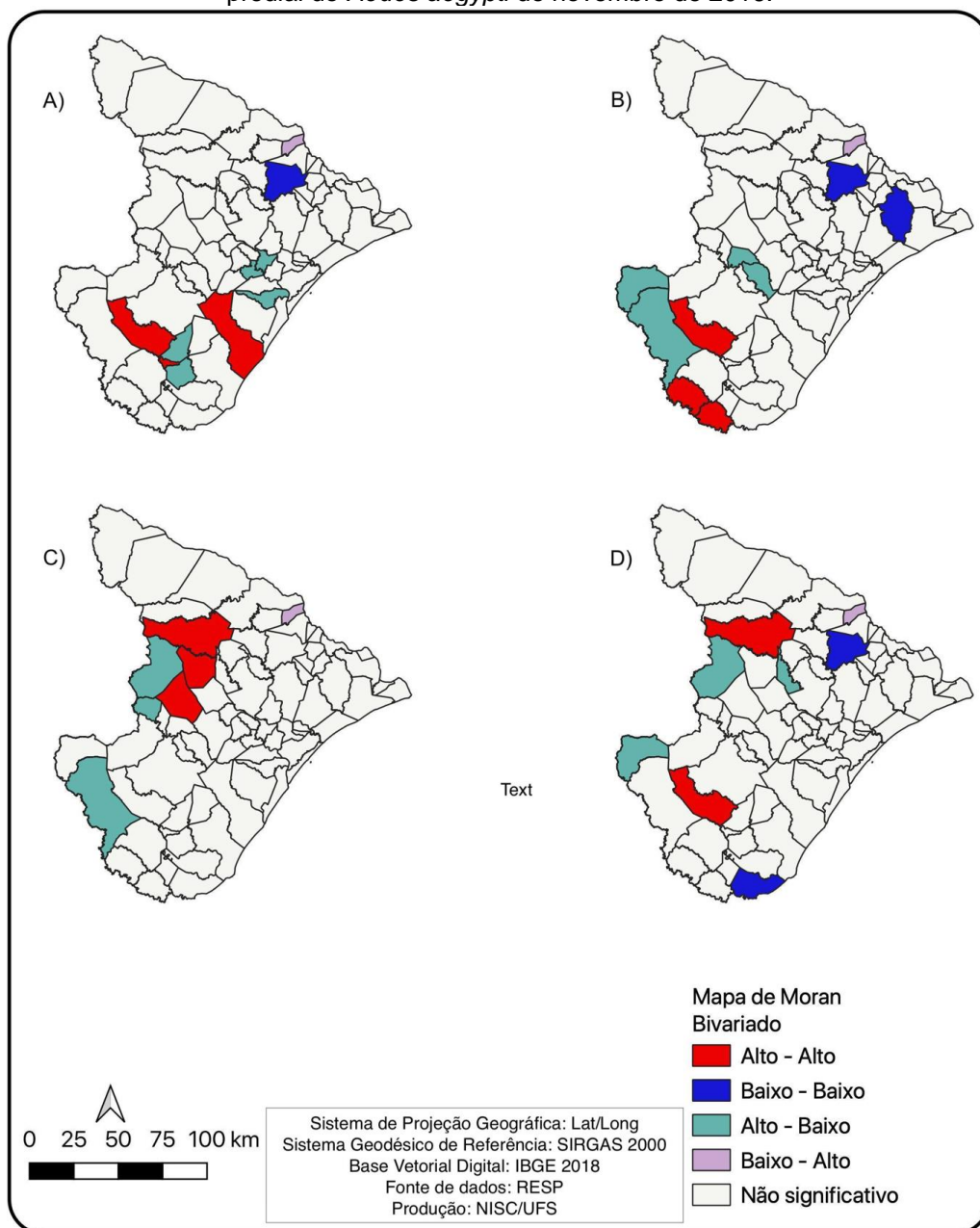
Figura 4 – Mapa A: Moran Bivariado da taxa de incidência da microcefalia e percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados; Mapa B: Moran Bivariado da taxa de incidência da microcefalia e percentual da população que vive em domicílios urbanos sem o serviço de coleta de lixo; C: Moran Bivariado da taxa de incidência da microcefalia e taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade; Mapa D: Moran Bivariado da taxa de incidência da microcefalia e proporção de pessoas com renda domiciliar *per capita* igual ou inferior a meio salário mínimo.



Fonte de dados: Registro Especial de Saúde Pública – RESP. Atlas de Vulnerabilidade Social do IPEA
Elaboração: Núcleo de Investigação em Saúde Coletiva (NISC/UFS).

De acordo com a análise de Moran Bivariada da taxa de incidência da microcefalia no período 2015/2016 e índice de infestação predial do *Aedes aegypti* em diferentes períodos, foi possível observar que em julho de 2015 e janeiro de 2016 os municípios que apresentaram agregados Alto-Alto estavam na região Sul do estado, enquanto em julho de 2016 estavam nas regiões de Itabaiana e Nossa Senhora da Glória; já em novembro de 2016 estavam nas regiões de Nossa Senhora da Glória e Lagarto (Figura 5).

Figura 5 – Mapa A: Moran Bivariado da taxa de incidência da microcefalia e índice de infestação predial do *Aedes aegypti* de julho de 2015; Mapa B: Moran Bivariado da taxa de incidência da microcefalia e índice de infestação predial do *Aedes aegypti* de janeiro de 2016; Mapa C: Moran Bivariado da taxa de incidência da microcefalia e índice de infestação predial do *Aedes aegypti* de julho de 2016; Mapa D: Moran Bivariado da taxa de incidência da microcefalia e índice de infestação predial do *Aedes aegypti* de novembro de 2016.



Fonte de dados: Registro Especial de Saúde Pública – RESP. Atlas de Vulnerabilidade Social do IPEA. Secretaria Estadual de Saúde de Sergipe. Elaboração: Núcleo de Investigação em Saúde Coletiva (NISC/UFS).

DISCUSSÃO

O estado de Sergipe teve uma alta taxa de incidência anual de casos confirmados de microcefalia no período do surto epidêmico, bem como uma alta taxa de confirmação dos casos notificados. Apesar de o maior número absoluto de casos ter ocorrido na capital, Aracaju, a proporção de casos foi maior no interior do estado. No primeiro ano da epidemia, o estudo de Cabral et al. (2017), realizado em Sergipe, apontava para a distribuição espacial com alta prevalência nas regiões Sul e Centro-Sul do estado, dado confirmado neste trabalho. Um estudo realizado em Pernambuco também observou ocorrências altas na região metropolitana e no Sertão do estado, no entanto não obteve uma hipótese para a compreensão da interiorização. Estudos sobre os DSS com a abordagem espacial podem contribuir para explicar o fenômeno e monitorar a dinâmica da doença visando a rápida identificação de novos surtos.

Uma parte relevante dos casos notificados foi confirmada com microcefalia, demonstrando que o sistema de vigilância em saúde foi fundamental para o acompanhamento da epidemia desde a identificação de casos suspeitos até a investigação para a confirmação. A maior incidência foi no ano de 2015, concordando com os achados de Oliveira (2017), que relatou duas ondas de infecção pelo ZIKV, a primeira em março de 2015, que resultou no maior pico de ocorrência da microcefalia em setembro de 2015. A segunda onda de ZIKV foi no final de 2015, com menor ocorrência de casos de microcefalia. Importante destacar o rápido movimento do sistema de vigilância para identificar o surto de microcefalia e do campo científico na elucidação da etiologia pela infecção com ZIKV em gestantes. Dessa forma, uma série de medidas foi desencadeada pelo SUS e outros setores da sociedade visando a prevenção da infecção no combate ao vetor da doença (*Aedes aegypti*), como o uso de repelentes e roupas compridas. Também foi observada uma redução de 7% no número de nascidos vivos em Sergipe entre os anos de 2015 e 2016, sugerindo um impacto no planejamento familiar.

O IVS possui uma correlação direta com a microcefalia identificada na região Sul, com uma contribuição importante da dimensão de infraestrutura com correlação na mesma região, em contraposição às dimensões de renda e trabalho e capital humano, com maior concentração no Alto Sertão. As análises realizadas com os indicadores sociais desagregados apresentam resultados coerentes com os indicadores compostos e demonstram aglomerações espaciais com mais municípios nas regiões Sul e Alto Sertão. A identificação desses dois agregados sugere a dependência espacial da microcefalia em áreas mais vulneráveis socialmente e certamente com piores DSS. São resultados que corroboram os achados de Teixeira et al. (2016), em estudo em que a população estudada em sua maioria estava inserida no CadÚnico para recebimento de benefícios sociais e se encontrava em situação de extrema pobreza, e os resultados de Mocelin et al. (2020) no Espírito Santo, em que 80% das mães possuíam vulnerabilidade socioeconômica associada a moradias com infraestrutura precária e falta de acesso a saneamento básico e água tratada.

Os agregados do tipo Baixo-Baixo, especialmente na região metropolitana, também merecem atenção, uma vez que indicam que as regiões com menor vulnerabilidade possuem associação espacial com melhores indicadores sociais de água, esgoto, coleta de lixo, renda e educação. Amaral et al. (2019) consideraram que em cidades com melhor PIB existem melhores estruturas ambientais e urbanas, menor incidência de microcefalia e taxas reprodutivas de mosquitos. Outro estudo observou uma tendência de decréscimo do coeficiente de prevalência de microcefalia ao nascer com o aumento da escolaridade materna (MARINHO et al., 2016). Estudo utilizando a análise de Moran Local Bivariada identificou correlação positiva da taxa de detecção de casos suspeitos de microcefalia com índice de desenvolvimento humano municipal, densidade demográfica e tempo de emancipação dos municípios no estado do Maranhão (FALCÃO NETO et al., 2022). A produção desse conjunto de evidências reforça a tese da importância da observação dos determinantes sociais e da vulnerabilidade social como um fator relevante para a compreensão das ocorrências dos casos de microcefalia.

Foi possível averiguar que as regiões Sul (Estância), Centro-Sul (Lagarto) e Alto Sertão do estado (Nossa Senhora da Glória) apresentaram maior incidência de microcefalia associada a um marcador alto para *Aedes*, segundo o LIRAA. Tal achado vai ao encontro de Mocelin et al. (2020) e Amaral et al. (2019). Os mapas confirmam a relação entre a microcefalia e a presença do vetor transmissor da infecção causadora. É possível que tenham ocorrido inúmeras situações de subdiagnóstico e/ou subnotificação dos casos de ZIKV por se tratar de uma infecção até então desconhecida, bem como devido às dificuldades de acesso aos testes diagnósticos. Um estudo revelou que os índices globais de Moran Bivariados tiveram correlações espaciais negativas entre as taxas de incidência de dengue,

zika, chikungunya e arboviroses combinadas e o índice de desenvolvimento social e renda média. As técnicas de análise espacial ajudaram a identificar determinantes sociais e de alto risco em nível local para as três arboviroses (QUEIROZ; MEDRONHO, 2021).

O estudo possui limitações inerentes ao seu desenho pelo fato de utilizar dados agregados, passíveis de vieses, bem como pode ter sido impactado ao não retratar maiores áreas de associação pelas dificuldades diagnósticas. Entretanto, consideramos, neste estudo, superar o paradigma biologicista centrado quase que exclusivamente na relação com ZIKV e que considera os DSS como fator coadjuvante. Existe uma associação espacial entre a microcefalia e os DSS, justificando a necessidade de mais estudos e intervenções sobre esses fatores, uma vez que a prevenção de novos surtos deverá ser delineada sob essa ótica.

Apesar de passado o pico do surto de microcefalia associada à infecção por Zika vírus (entre 2015 e 2016), entender a dinâmica dos determinantes sociais na incidência dessa doença na população afetada colabora para uma melhor compreensão e atuação frente às necessidades de saúde e às condições de vida e acessibilidade dessas comunidades, visando garantir que políticas públicas sejam criadas e asseguradas pelo Estado.

CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que no estado de Sergipe, nos anos de 2015 e 2016, correspondentes à emergência epidemiológica, a taxa de incidência da microcefalia foi alta, sendo o ano de 2015 com mais casos e maior distribuição espacial. Existe correlação espacial positiva especialmente nas regiões Sul (Estância), Centro-Sul (Lagarto) e Alto Sertão do estado (Nossa Senhora da Glória) entre a taxa de incidência da microcefalia no período de 2015/2016 e os indicadores dos determinantes sociais da saúde – representados neste estudo pela vulnerabilidade social, pelo abastecimento de água, pelo esgoto e coleta de lixo inadequados, pela baixa renda, pelo analfabetismo e pelo índice de infestação predial do vetor ZIKV.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. de F. P. M. de et al. Epidemia de microcefalia e vírus Zika: a construção do conhecimento em epidemiologia. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n. 10, 2018.

<https://doi.org/10.1590/0102-311x00069018>

AMARAL, P. et al. Geospatial modeling of microcephaly and zika virus spread patterns in Brazil.

PLOS ONE, v. 14, n. 9, p. e0222668, 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222668>

ANSELIN, L. Exploring Spatial Data with GeoDa: A Workbook. **Geography**, p. 244, 2005.

ARAÚJO, T. V. B. et al. Association between Zika virus infection and microcephaly in Brazil, January to May, 2016: preliminary report of a case-control study. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 16, n. 12, p. 1356-1363, 2016. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)30318-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30318-8)

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. 2022. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde - DATASUS. **Informações de Saúde**. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/niuf.def>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim Epidemiológico. Síndrome congênita associada à infecção pelo vírus Zika. **Boletim Epidemiológico**, p. 1-30, 2019.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Protocolo de atenção à saúde e resposta à ocorrência de microcefalia relacionada à infecção pelo vírus zika** [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_atencao_saude_resposta_ocorrencia_microcefalia.pdf.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-svs/dengue/diretrizes_nacionais_prevencao_controle_dengue.pdf/view.

CABRAL, C. M. et al. Descrição clínico-epidemiológica dos nascidos vivos com microcefalia no estado de Sergipe, 2015. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 26, n. 2, p. 245-254, 2017. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742017000200002>

CALVET, G. et al. Case Report of detection of Zika virus genome in amniotic fluid of affected fetuses: association with microcephaly outbreak in Brazil. **Lancet Infectious Diseases**, v. 3099, n. 16, 2016.

CUTTER, S. L.; BORUFF, B. J.; SHIRLEY, W. L. Social Vulnerability to Environmental Hazards n. **Social Science Quarterly**, v. 84, n. 2, p. 242-261, 2003. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>

FALCÃO NETO, P. A. de O. et al. Análise espacial da taxa de detecção de casos suspeitos de síndrome congênita pelo vírus Zika, Maranhão, 2015 a 2018. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 25, 2022. <https://doi.org/10.1590/1980-549720220002>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/panorama>. Acesso em: 21 set. 2022.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros**. [S.l: s.n.], 2015.

MARINHO, F. et al. Microcefalia no Brasil: prevalência e caracterização dos casos a partir do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (Sinasc), 2000-2015. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 4, p. 701-712, 2016. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673616002737>.

MOCELIN, H. J. S. et al. Analysis of the spatial distribution of cases of Zika virus infection and congenital Zika virus syndrome in a state in the southeastern region of Brazil: Sociodemographic factors and implications for public health. **International Journal of Gynecology and Obstetrics**, v. 148, n. S2, p. 61-69, 2020. <https://doi.org/10.1002/ijgo.13049>

OLIVEIRA, M. B.; AKERMAN, M. Disputas epistemológicas na associação causal entre Zika vírus e síndrome congênita: uma análise de controvérsia. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, n. 8, p. 3171-3180, 2022. <https://doi.org/10.1590/1413-81232022278.02102022en>

OLIVEIRA, W. K. et al. Infection-related microcephaly after the 2015 and 2016 Zika virus outbreaks in Brazil: a surveillance-based analysis. **The Lancet**, v. 390, n. 10097, p. 861-870, 2017. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31368-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31368-5)

QUEIROZ, E. R. da 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**, v. 149, p. e188, 2021. <https://doi.org/10.1017/S0950268821001801>

TEIXEIRA, G. A. et al. Analysis of the concept of the zika virus congenital syndrome. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 25, n. 2, p. 567-574, 2020. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020252.30002017>

VARGAS, A. et al. Características dos primeiros casos de microcefalia possivelmente relacionados ao vírus Zika notificados na Região Metropolitana de Recife, Pernambuco. **Epidemiologia e serviços de saúde: revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, v. 25, n. 4, p. 691-700, 2016.

VENTURA, C. V. et al. Zika virus in Brazil and macular atrophy in a child with microcephaly. **The Lancet**, v. 387, n. 10015, p. 228, 2016. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)00006-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00006-4)