

## Análise espacial e temporal dos casos de Zika vírus no Pará e fatores sociodemográficos associados

Spatial and temporal analysis of Zika virus cases in Pará and associated sociodemographic factors

Análisis espacial y temporal de los casos de virus Zika en Pará y factores sociodemográficos asociados

Alexandre Marques da Rocha<sup>1</sup>, Maria Clara Viégas Campelo<sup>1</sup>, Bruna Lisboa Nunes<sup>1</sup>, Emily Alessandra Cruz dos Reis<sup>1</sup>, Cléa Nazaré Carneiro Bichara<sup>1</sup>.

### RESUMO

**Objetivo:** Analisar a correlação espacial das taxas de incidência de Zika vírus (ZV) nos municípios do Pará com os fatores sociodemográficos e econômicos da região. **Métodos:** É um estudo ecológico, utilizando dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Os índices de Moran (IM) global univariados foram acessados para a análise da correlação espacial das taxas de incidência de ZV, e os bivariados para análise dos fatores sociodemográficos relacionados. A partir dos dados significativos ( $p < 0,05$ ) foram estimados os IM local, representados visualmente através do LisaMap. **Resultados:** Sapucaia, Nova Ipixuna e Bannach apresentaram as maiores taxa de incidência média da região. O IM global univariado demonstrou uma correlação espacial positiva dos casos de ZV no Pará. Quanto às análises bivariadas, houve uma associação espacial positiva com o índice de desenvolvimento humano (IDHM) e a taxa de cobertura de saúde complementar, e uma relação negativa com o índice de vulnerabilidade social. A densidade demográfica e o índice de Gini não demonstraram relação significativa. **Conclusão:** A incidência de ZV no Pará demonstrou ser influenciada pelo IDHM, taxa de cobertura de saúde suplementar e índice de vulnerabilidade social, evidenciando a importância do acesso a políticas socioeconômicas pela população.

**Palavras-chave:** Infecção pelo Zika vírus, Análise espacial, Aspectos socioeconômicos, Vigilância em saúde pública.

### ABSTRACT

**Objective:** Analyze the spatial correlation of Zika virus (ZV) incidence rates in the municipalities of Pará with sociodemographic and economic factors in the region. **Methods:** This is an ecological study, using data from the Department of Informatics of the Unified Health System. Global Moran's indices (IM) were used to identify the spatial correlation of ZV incidence rates, and bivariate indices were used to analyze sociodemographic factors related to VZ. Based on significant data ( $p < 0.05$ ), local IM were estimated and visually represented using LisaMap. **Results:** Sapucaia, Nova Ipixuna and Bannach had the highest average incidence rates in the region. The univariate global MI showed a statistically significant positive spatial correlation of VZ cases in Pará. With regard to the bivariate analyses, there was a positive spatial association with the Human development indicator (IDHM) and the complementary health coverage rate, and a negative relationship with

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém - PA.

the social vulnerability index. Demographic density and the Gini index showed no significant relationship. **Conclusion:** The incidence of ZV in the municipalities of Pará has been shown to be influenced by the IDHM, the rate of supplementary health coverage and the social vulnerability index, which highlights the importance of access to socio-economic policies by the population.

**Keywords:** Zika virus infection, Spatial analysis, Socioeconomic factors, Public health surveillance.

---

## RESUMEN

**Objetivo:** Analizar la correlación espacial de las tasas de incidencia del Zikavirus (VZ) en los municipios de Pará con factores socioeconómicos regionales. **Métodos:** Este es un estudio ecológico, utilizando datos del Departamento de Informática del Sistema Único de Salud. Se utilizaron índices de Moran (IM) globales para analizar la correlación espacial de las tasas de incidencia de ZV. Los IM locales se estimaron a partir de los datos significativos ( $p < 0,05$ ) y se representaron visualmente utilizando LisaMap. **Resultados:** Sapucaia, Nova Ipixuna y Bannach presentaron las mayores tasas de incidencia. El IM global univariado mostró una correlación espacial positiva de los casos de ZV en Pará. Respecto a los análisis bivariados, hubo una asociación espacial positiva con el indicador de desarrollo humano (IDHM) y la tasa de cobertura complementaria de salud, y relación negativa con el índice de vulnerabilidad social. La densidad demográfica y el índice de Gini no mostraron relación significativa. **Conclusión:** La incidencia de la ZV no Pará fue influenciada por el IDHM, la tasa de cobertura complementaria de salud y el índice de vulnerabilidad social, destacando la importancia del acceso de la población a las políticas socioeconómicas.

**Palabras clave:** Infección por el virus Zika, Análisis espacial, Factores socioeconómicos, Vigilancia en salud pública.

---

## INTRODUÇÃO

O vírus Zika (ZV) é um arbovírus pertencente ao gênero Flavivírus e à família Flaviviridae, cujo vetor é o artrópode *Aedes aegypti*, sendo também dos vírus da dengue, chikungunya e febre amarela. Seu modo de transmissão pode ocorrer por via vetorial, mediante a inoculação pelo mosquito no hospedeiro, via perinatal e, algumas vezes, por contato direto, como pela saliva ou por relações sexuais. Vale ressaltar que a incidência dessa virose é influenciada por fatores sociodemográficos e ambientais, como desmatamento, mudanças climáticas e condições de habitação (PIELNAA P, et al., 2020). As primeiras infecções detectadas no Brasil ocorreram em 2015 e, neste ano, a presença do arbovírus foi confirmada de forma laboratorial em pacientes de diversas cidades brasileiras, incluindo Belém (PA). Posteriormente, no ano de 2022 a Região Norte apresentou a segunda maior incidência de casos no país, contabilizando 13,3 casos a cada 100 mil habitantes BRASIL, 2023).

Vale ressaltar, também, que no primeiro semestre de 2023, verificou-se 8.758 casos na Região das Américas, com alta prevalência no Brasil, que foi responsável por 98% das notificações (OMS, 2023). A doença se manifesta por um quadro clínico súbito de exantema maculopapular, além de febre, prurido, artralgia, mialgia, conjuntivite não purulenta e edema periarticular (OMS, 2023). Ademais, pode ser assintomática e costuma ter um bom prognóstico, contudo, a associação da infecção pelo vírus em gestantes e os episódios de microcefalia em recém-nascidos tornou a doença uma emergência na saúde pública nacional, principalmente em seu surto no Brasil no ano de 2015 (CHRISTIAN KM, et al., 2019; BRASIL, 2022).

O diagnóstico laboratorial que confirma a infecção por ZV até o quinto dia do início dos sintomas é feito mediante o exame de reação de transcriptase reversa seguida de reação em cadeia da polimerase (RT-PCR), o qual identifica o RNA do vírus no soro, na urina ou em tecidos coletados por biópsia. A partir do sexto dia, a sorologia de anticorpos IgM e IgG é mais adequada a ser realizada (FOCACCIA R, 2015). Tendo em vista o panorama da incidência da doença no estado do Pará e seus impactos no desenvolvimento fetal e neonatal, é essencial que haja um maior detalhamento na análise da incidência de maneira temporal e espacial. Dessa maneira, pode-se auxiliar na elaboração de políticas públicas em saúde em diferentes municípios, verificar sua evolução ao longo do tempo e buscar uma correlação com fatores de expectativa de vida na população, como Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM), que são influenciadas por saneamento, moradia e acesso

aos recursos de saúde (ANJOS RS, et al., 2020). Portanto, o presente estudo teve como objetivo realizar uma análise espacial e temporal da incidência de casos de ZV nos municípios do Pará e correlacionar com fatores sociodemográficos da região.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo ecológico, de caráter espacial, relacionado às taxas de incidência dos possíveis casos de infecção por ZV nos municípios do estado do Pará durante o período de 2016 a 2022. Foram definidos como casos possíveis de ZV todos os casos notificados, exceto aqueles que apresentaram diagnóstico laboratorial negativo. Os dados epidemiológicos referentes aos pacientes foram coletados no Sistema de Informação de Agravos e Notificação (SINAN), disponíveis no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) e acessados durante o período de fevereiro a março de 2024. As variáveis de análise foram: município de residência, ano de início dos sintomas (2016 a 2022), sexo, faixa etária, raça/cor, classificação do caso.

Essas informações foram organizadas e tabuladas de maneira quantitativa por meio do programa Microsoft Excel. O cálculo da taxa de incidência foi realizado mediante a razão entre a média total do número de casos possíveis de ZV no Pará, entre 2016 e 2022, e a população estimada da região, multiplicado por 100.000 habitantes. Foi utilizado a população referente ao ano intermediário entre 2016 e 2022, ou seja, a de 2019. Os dados referentes à população residente foram fornecidos pelas estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BRASIL, 2022).

As variáveis socioeconômicas utilizadas para a análise da correlação espacial foram: Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) - uma índice que varia de 0 a 1, baseado em indicadores relacionados a renda, trabalho, capital e infraestrutura urbana que permite mapear a exclusão social e as áreas com maior carência de políticas públicas no Brasil; IDHM - com valores de 0 a 1, este analisa fatores como longevidade, acesso à educação e valor da renda para avaliar a qualidade de vida de uma determinada região; Taxa de cobertura de saúde suplementar - um valor que representa o percentual da população coberta por planos de saúde privados; Densidade demográfica - refere ao número de habitantes em uma determinada unidade de área; Índice de Gini (IG) - indicador utilizado para calcular desigualdade de distribuição de renda em uma população, variando de 0 a 1. Para avaliar a correlação espacial atribuída apenas à taxa de incidência média de casos de ZV foi adotado o índice de Moran (IM) global univariado.

Concomitante a isso, o IM global bivariado foi aplicado para avaliar uma possível relação espacial entre a taxa de incidência média dos casos de ZV e os fatores sociodemográficos levantados de cada município. O IM global relaciona o padrão de distribuição de determinada variável com as relações de adjacência territorial, gerando valores entre +1 e -1, de modo que valores próximos a +1 indicam uma relação espacial positiva, ou seja, municípios vizinhos tendem a apresentar características semelhantes.

Quanto a valores próximos a -1, indicam relação espacial negativa, os quais municípios vizinhos tendem a apresentar características contrárias. Já os valores próximos a 0, revelam ausência de relação espacial, demonstrando aleatoriedade (LUZARDO AJR, et al., 2017). Tendo em vista as relações espaciais obtidas por meio do IM global, foi possível realizar o IM local, representado graficamente através do LisaMap e dos mapas de significância. Esses mapas permitiram a determinação de regiões de dependência espacial significativas através de clusters “alto-alto” (alta taxa de incidência e alto valor da variável analisada) e “baixo-baixo” (baixa taxa de incidência e baixo valor da variável analisada).

Além disso, foi possível visualizar as regiões com relação espacial negativa, pelos outliers “alto-baixo” (alta taxa de incidência com baixo valor da variável analisada) ou “baixo-alto” (baixa taxa de incidência com alto valor da variável analisada). O software GeoDa versão 1.22 foi utilizado para geração dos mapas e realização do cálculo referente aos IM globais e locais, de modo que as relações espaciais foram geradas a partir de uma matriz de vizinhança Queen de primeira ordem. Para conferir relevância estatística para os dados gerados, o teste de pseudossignificância de 999 permutações foi aplicado, considerando dados significantes apenas aqueles que possuíam p-valor < 0,05.

## RESULTADOS

Durante o período de 2016 a 2022, foram totalizadas 10.495 notificações de possíveis casos de ZV no estado do Pará. O maior número de registros ocorreu no ano de 2016, com 6.585 notificações, e o menor foi em 2021, com 252 casos notificados. Foi observada uma maior prevalência da infecção por ZV na população do sexo feminino, dos 20 aos 39 anos e da raça/cor parda (**Tabela 1**).

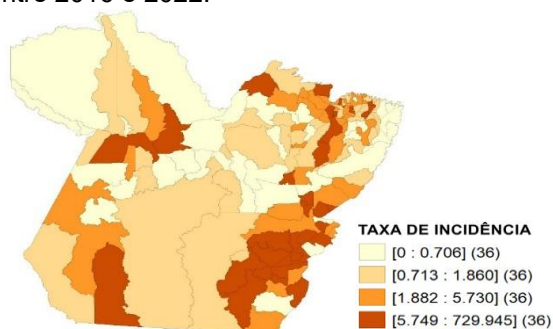
**Tabela 1-** Número de casos de infecção por Zika vírus no Pará entre 2016 e 2022, por ano do primeiro sintoma, sexo, faixa etária, raça/cor e classificação.

Ano de início dos sintomas									
Ano	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total	%
Número de casos	6585	1426	792	421	436	252	583	10495	100%
Sexo									
Masculino	2002	421	189	123	113	101	262	3211	30,59
Feminino	4582	1005	603	298	323	150	320	7281	69,37
Faixa etária									
Até 9 anos	747	204	85	84	60	34	105	1319	12,55
De 10 a 19 anos	1079	176	137	81	63	39	117	1792	17,06
De 20 a 39 anos	3077	640	422	192	221	106	217	4875	46,45
De 40 a 59 anos	1344	210	115	39	79	57	108	1952	18,59
De 60 a 69 anos	240	57	18	15	10	10	23	373	3,55
De 70 anos ou mais	98	39	15	10	3	6	13	184	1,74
Raça/cor									
Branca	1101	213	158	71	55	48	69	1715	16,34
Preta	259	63	52	26	13	14	18	445	4,24
Amarela	46	12	8	0	1	1	5	73	0,69
Parda	4153	928	548	286	357	164	451	6887	65,62
Indígena	19	5	2	4	0	2	5	37	0,35
Ignorado	1007	205	24	34	10	23	35	1338	12,74
Classificação									
Confirmado	3006	318	79	44	175	28	40	3690	35,15
Descartado	1891	754	561	247	229	205	507	4394	41,86
Inconclusivo/ignorado	1688	354	152	130	32	19	36	2411	22,96

**Fonte:** Rocha AM, et al., 2024. Dados extraídos do Sistema de Informação de Agravos e Notificação.

Em relação às taxas de incidência de ZV, as maiores taxas foram observadas em 2016(52,85) e 2017(7,42). Já as menores, ocorreram em 2021(0,48) e 2022(0,84). Os municípios de Sapucaia, Nova Ipixuna e Bannach apresentaram as maiores taxa de incidência média da região, com valores de 729,94, 233,84 e 221,71 casos por 100.000 habitantes, respectivamente. Enquanto isso, os municípios de Novo Repartimento, Paragominas e Breves tiveram as menores médias, 0,18, 0,25 e 0,27, respectivamente (**Figura 1**).

**Figura 1-** Taxa de incidência média dos casos possíveis de Zika vírus nos municípios do Pará entre 2016 e 2022.



**Fonte:** Rocha AM, et al., 2024. Software GeoDa versão 1.22, <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html>, 20 de fevereiro de 2024.

Os resultados do IM global, em relação às taxas de incidência média de ZV nos municípios do Pará, apresentaram uma associação espacial positiva estatisticamente significativa. Demonstrando que há uma correlação territorial entre os municípios e a incidência do ZV. Em relação ao IM global bivariado, foi possível observar uma associação espacial positiva da incidência média de ZV com o IDHM e a Taxa de Cobertura da saúde suplementar. Em contrapartida, em relação ao IVS, foi observado uma associação espacial negativa. Já a densidade demográfica e o índice de Gini não apresentaram dados estatisticamente significantes (**Tabela 2**).

**Tabela 2-** Índice de Moran global univariado e bivariado com suas respectivas significâncias.

Análise univariada		
Variável dependente	Índice de moran global	P-valor
Taxa de incidência média	0,088	0,013
Análise bivariada		
Densidade demográfica	-0,013	0,469
ldhm	0,087	0,003*
Índice de gini	-0,049	0,061
Ivs	-0,111	0,003*
Cobertura saúde suplementar	0,207	0,001*

**Nota:** \* Dados estatisticamente significantes (p-valor < 0,05).

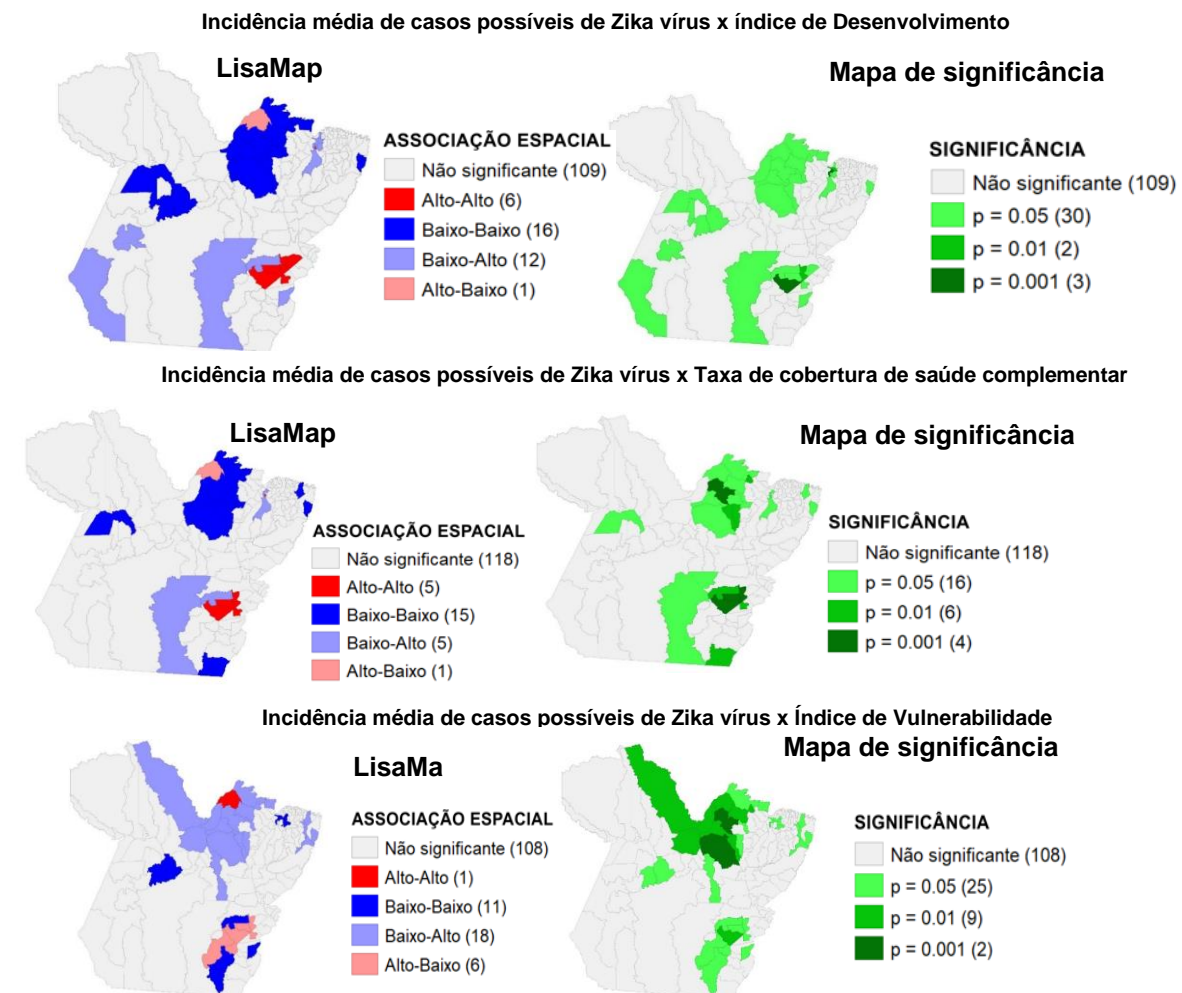
**Fonte:** Rocha AM, et al., 2024. Software GeoDa versão 1.22, <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html>, 20 de fevereiro de 2024.

A partir dos resultados significantes do IM global, foram acessados os IM locais, representados pelos LisaMap e mapas de significância. Assim, foram identificadas áreas de cluster “alto-alto” nos municípios de Canaã dos Carajás, Água Azul do Norte, Sapucaia, Eldorado dos Carajás, Curionópolis e Marituba. Isso significa que, nessas regiões, municípios com alta taxa de incidência de ZV estavam próximos de municípios com altas taxas de cobertura da saúde suplementar e de IDHM. Assim como foram constatados clusters “baixo-baixo”, principalmente na mesorregião do Marajó e do Baixo Amazonas.

Apontando que, nesses territórios, municípios localizados próximos a municípios com baixo IDHM e baixa taxa de cobertura de saúde suplementar apresentaram baixa taxa de incidência de ZV (**Figura 2**). Além disso, foram identificados outliers “baixo-alto”, indicando que, em certas regiões, havia municípios com baixa taxa de incidência média próximos de municípios com alto IDHM e alta taxa de cobertura de saúde suplementar. Por fim, foi identificado um único outlier “alto-baixo” no município de Afuá, mostrando que tal município teve uma alta incidência de ZV, sendo rodeado por municípios com baixo IDHM e baixa taxa de cobertura de saúde suplementar.

A respeito das relações espaciais identificadas entre o IVS e incidência de ZV na região, apenas um cluster “alto-alto” foi observado no município de Afuá. Já em relação aos clusters “baixo-baixo”, houve onze correlações, a maior parte se concentrou na região Metropolitana de Belém e no sudeste paraense. Na região do sudeste do Pará, também foi observado um conglomerado de regiões outliers “alto-baixo”, assim como ao norte das regiões do Marajó e Baixo Amazonas foram identificados outliers “baixo-alto”. A predominância de outliers demonstrados nessa análise explicam a autocorrelação espacial negativa observada pelo IM global bivariado em relação ao IVS.

**Figura 2-** LisaMap e Mapa de significância da relação das taxas de incidência média dos casos possíveis de Zika vírus com a taxa de cobertura de saúde complementar, os índices de vulnerabilidade social e os índices de desenvolvimento humano dos municípios do Pará entre 2016 e 2022.



**Fonte:** Rocha AM, et al., 2024. Software GeoDa versão 1.22, <https://www.gnu.org/licenses/gpl-3.0.html>, 20 de fevereiro de 2024.

## DISCUSSÃO

No que diz respeito à análise temporal realizada pelo estudo, o maior quantitativo de casos de ZV foi observado no ano de 2016. Este fato está atrelado ao impacto sofrido pela epidemia do arbovírus no Brasil, que teve seu primeiro caso confirmado em 2015 e se agravou em 2016 (PINOTTI F, et al., 2024). A partir desse ano, foi observado um padrão decrescente da arbovirose no estado até 2021, ano com menor taxa de incidência, devido às ações de conscientização e controle do vetor nos municípios, o que mostra ter ocorrido de forma semelhante ao restante da América Latina, que mostrou declínio nos casos a partir de 2017 (SANTOS LLM, et al., 2023). Contudo, de 2021 para 2022 houve um aumento no número de notificações, semelhante ao ocorrido no Nordeste durante 2019 a 2021, possivelmente em razão de mudanças climáticas no território nacional e consequente aumento da temperatura que propicia o desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti* (PALASIO RGS, et al., 2023).

Ademais, foi detectada uma maior incidência do ZV entre pessoas do sexo feminino, entre 20 e 39 anos e com raça/cor parda. Isso possivelmente se deve a uma maior prática entre o público feminino de consultar serviços de saúde e, conseqüentemente, ocorrer mais diagnósticos da doença entre esse grupo; quanto à faixa etária, caracteriza-se por ser economicamente mais ativa e estar mais exposta aos vetores do vírus e a cor parda ser mais prevalente entre população paraense. Tais dados concordam com o estudo de Rodrigues MSP, et al. (2020), realizado no estado do Tocantins em 2015 e 2016, o qual observou que a arbovirose era mais frequente em mulheres da mesma faixa etária, sendo uma comparação válida devido à proximidade territorial e às características socioambientais em comum entre as duas unidades federativas. Por outro lado, indivíduos do sexo masculino, com idade acima dos 70 anos e de populações indígenas foram notificados menos casos. Os povos indígenas foram menos identificados com ZV possivelmente pela baixa cobertura territorial da realização de testes de diagnóstico da doença e pela menor notificação da doença pelas autoridades responsáveis SILVA JCO, et al., 2024).

Quanto ao impacto da densidade demográfica na taxa de incidência média dos casos de ZV, não houve significância estatística nos dados coletados. Esse fato vai de encontro ao observado no estudo de Lima MAO, et al. (2021), que observou uma maior incidência do arbovírus em locais de maior densidade demográfica, devido à maior facilidade de inoculação do ZV pelo vetor em locais com um maior número de habitantes. No entanto, é necessário considerar fatores como acesso a serviços de saúde e a informações acerca das formas de transmissão e focos de disseminação do mosquito pela população de cada município do estado, os quais podem influenciar na não significância do resultado.

Em relação à influência do IDHM na taxa de incidência de ZV no Pará, verificou-se que uma quantidade considerável de municípios com baixos valores de IDHM se apresentaram com baixas taxas de incidências de ZV. Este achado diverge de estudos realizados no estado do Maranhão e do Rio de Janeiro, nos quais os municípios com o maior número de notificações de ZV foram os locais com maior renda média, o que os autores relacionaram a possíveis melhores infraestrutura e acesso aos serviços de saúde, permitindo melhor capacidade da população em reconhecer e notificar os casos (NETO PAOF, et al., 2022; QUEIROZ ERS e MEDRONHO RA, 2021). No entanto, um estudo realizado na região Centro-Oeste do Brasil não identificou condições sociodemográficas e econômicas a nível municipal como preditores da infecção pelo ZV (NUNES OS, et al., 2021). Nesse sentido, a divergência de achados neste tópico reforça a necessidade de mais investigações a respeito da relação entre a taxa de incidência de ZV e os valores de IDHM, sobretudo nos estados da Região Norte, que carecem de análises espaciais.

Nesta pesquisa, evidenciou-se que algumas regiões com baixo IVS, principalmente na região metropolitana de Belém, apresentaram baixas taxas de incidência de ZV, resultado que está de acordo com estudos presentes na literatura (ROSADO LEP, et al., 2022). Menores índices de vulnerabilidade estão associados a melhores indicadores sanitários, que envolvem acesso a água limpa, esgoto e coleta de lixo adequada, o que resulta em menores taxas de reprodução dos mosquitos transmissores e, a longo prazo, em menos casos de arboviroses, a exemplo do ZV (PEIXOTO MVS, et al., 2023). Entretanto, é importante notar que dezoito municípios apresentaram uma relação baixo-alto, demonstrando que baixos valores de IVS foram majoritariamente, relacionados com altas taxas de incidência de ZV.

No que se refere à relação do IG e a taxa de incidência média de ZV, outros estudos também referiram ausência de relação estatisticamente relevante – como o de Cunha LS, et al. (2020) no Rio Grande do Norte e o de Aguiar-Santos M, et al. (2023) em Pernambuco. Em análises que se referem a outras arboviroses de transmissão semelhante como a dengue, por outro lado, foram observadas relações positivas entre o IG e as taxas de incidência, sugerindo que maiores taxas de desigualdade estão relacionadas com maiores números de casos da doença (MOL MPG, et al., 2020).

Em relação à Taxa de Cobertura da Saúde Suplementar, uma relação inversa importante foi observada em análises semelhantes feitas por outros autores – de modo que uma maior cobertura de serviços de saúde esteve associada com menores taxas de casos notificados. Nunes OS, et al. (2021) atestaram que cada aumento de 10% na cobertura da região por agentes de controle de doenças endêmicas esteve relacionado com uma redução de 26% na incidência de ZV. Por outro lado, Raymundo CE e Medronho RA (2021) registraram maiores índices de ZV em regiões com maior cobertura por Estratégias Saúde da Família, associando o aumento com números maiores de diagnósticos e notificações. Essa diferença, porém, pode estar relacionada com as diferentes metodologias de análise da cobertura de saúde.

Em relação às limitações do estudo, é válido pontuar que as subnotificações podem influenciar na acurácia dos dados coletados, principalmente durante a pandemia da COVID-19, quando as políticas de saúde estavam mais direcionadas à detecção e manejo do SARS-COV-2 e o isolamento social prejudicou a recorrência da população ao diagnóstico do ZV (PINTO MS, et al., 2023). Somado a isso, a distribuição desigual de Unidades Básicas de Saúde entre os municípios do Pará os quais abrangem o atendimento aos casos suspeitos da virose pode prejudicar a sua notificação.

Vale ressaltar, também, que a escassez de estudos de caráter epidemiológico sobre o tema no estado do Pará prejudicou a realização de comparações do presente trabalho com outras análises semelhantes. Tal limitação provavelmente se deve a uma reduzida visibilidade das unidades federativas pertencentes à região Norte; em contrapartida, estados com maiores direcionamentos de estudos pertencem ao Nordeste, devido a uma maior prevalência da doença nesse local (BOTOSSO VF, et al., 2023). Assim, é necessário estudos com uma abordagem mais direcionada ao Pará e aos outros estados da Região Norte, os quais possuem suas particularidades sociodemográficas e suas necessidades específicas de políticas públicas em saúde.

## CONCLUSÃO

Portanto, o presente estudo evidenciou que o maior quantitativo de casos de ZV no estado do Pará foi em 2016, devido ao impacto sofrido pela epidemia do arbovírus no Brasil nesse período. Verificou-se, também, que ações de conscientização e controle do vetor nos municípios influenciaram no padrão decrescente da arbovirose no estado até 2021. Os grupos mais prevalentes entre as notificações foram mulheres, indivíduos entre 20 e 39 anos e com raça/cor parda. Quanto à correlação com os fatores sociodemográficos, os dados relacionados à densidade demográfica e Índice de Gini sobre as notificações de ZV não apresentaram significância estatística no estado. Em contrapartida, o IDHM e a Taxa de Cobertura da Saúde Suplementar demonstraram uma associação espacial positiva com as taxas de incidência de ZV municipais, possivelmente em razão do acesso a serviços de diagnóstico e notificação pela população. Vale pontuar, também, que a análise do IVS mostrou uma correlação espacial inversa com os casos de ZV. Por fim, as subnotificações, a desigualdade na distribuição de serviços de saúde e a carência de estudos sobre foram limitações relevantes para a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. AGUIAR-SANTOS M, et al. Spatial analysis of Chikungunya fever incidence and the associated socioeconomic, demographic, and vector infestation factors in municipalities of Pernambuco, Brazil, 2015–2021. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 2023; 26: 230018.
2. ANJOS RS, et al. Exploring local and global regression models to estimate the spatial variability of Zika and Chikungunya cases in Recife, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 2020; 53: 20200027.



3. BHARDWAJ U, et al. Gist of Zika Virus pathogenesis. *Virology*, 2021; 560: 86–95.
4. BOTOSSO VF, et al. Seroprevalence of Zika in Brazil stratified by age and geographic distribution. *Epidemiology and Infection*, 2023; 151: 1–16.
5. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. População residente. Brasília, 2022. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/populacao-residente>. Acessado em: 17 de fevereiro de 2024.
6. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Diretrizes para a organização dos serviços de atenção à saúde em situação de aumento de casos ou de epidemia por arboviroses. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/ptbr/centraisdeconteudo/publicacoes/svsa/chikungunya/diretrizesparaorganizacao-dos-servicos-de-atencao-asaudeesituacaodeaumentodecasosoudeepidemiaporarboviroses/view>. Acessado em: 1 de março de 2024.
7. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde Ambiente. Boletim Epidemiológico, 2023 54(1). Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletimepidemiologicovolume54no1/view>. Acessados em: 1 de março de 2024.
8. CHRISTIAN KM, et al. Pathophysiology and Mechanisms of Zika Virus Infection in the Nervous System. *Annual Review of Neuroscience*, 2019; 42(1): 249–269.
9. CUNHA LS, et al. Relação dos indicadores de desigualdade social na distribuição espacial dos casos de Zika Vírus. *Ciência & Saúde Coletiva*, 2020; 25: 1839–1850.
10. FOCACCIA R e VERONESI. Tratado de infectologia. São Paulo: Editora Atheneu, 2015; 1488.
11. LIMA MAO, et al. Distribuição espacial de dengue, chikungunya e Zika e os determinantes socioeconômicos em um município da Bahia. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, 2021; 20(4): 551–559.
12. LUZARDO JRL, et al. Análise espacial exploratória com o emprego do índice de Moran. *GEOgraphia*, 2017; 19(40): 161-179.
13. MOL MPG, et al. Gestão adequada de resíduos sólidos como fator de proteção na ocorrência da dengue. *Revista panamericana de salud publica*, 2020; 44: 22.
14. NETO PAOF, et al. Spatial Analysis of Notified Zika Virus Congenital Syndrome, Maranhão, 2015 to 2018. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 2022; 25: 220002.
15. NUNES OS, et al. Zika virus infection and microcephaly: spatial analysis and socio-environmental determinants in a region of high *Aedes aegypti* infestation in the Central-West Region of Brazil. *BMC Infectious Diseases*, 2021; 21(1): 1107.
16. OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Atualização Epidemiológica: Dengue, chikungunya e Zika. 2023. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/documentos/atualizacao-epidemiologica-dengue-chikungunya-e-zika-10-junho-2023>. Acessado em: 1 de março de 2024.
17. OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Definições de caso, classificação clínica e fases da doença: 2023. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/documentos/definicoes-caso-classificacao-clinica-e-fases-da-doenca-dengue-chikungunya-e-zika>. Acessado em: 1 de março de 2024.
18. PALASIO RGS, et al. Zika, chikungunya and co-occurrence in Brazil: space-time clusters and associated environmental–socioeconomic factors. *Scientific Reports*, 2023; 13(1): 18026.
19. PEIXOTO MVS, et al. Microcefalia associada à infecção por Zika vírus: análise espacial e correlação com a vulnerabilidade social e a infestação predial no estado de Sergipe. *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, 2023; 19: 1932–1932.
20. PEPE VLE, et al. Proposta de análise integrada de emergências em saúde pública por arboviroses: o caso do Zika vírus no Brasil. *Saúde em Debate*, 2021; 44: 69–83.
21. PIELNAA P, et al. Zika virus-spread, epidemiology, genome, transmission cycle, clinical manifestation, associated challenges, vaccine and antiviral drug development. *Virology*, 2020; 543: 34–42.
22. PINOTTI F, et al. Shifting patterns of dengue three years after Zika virus emergence in Brazil. *Nature Communications*, 2024; 15(1): 632.
23. PINTO MS, et al. Subnotificação de doenças sazonais na pandemia. *Brazilian Journal of Health Review*, 2023; 6(5): 20971–20978.

24. QUEIROZ ERS e MEDRONHO RA. 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; 149: 188.
25. RAYMUNDO CE e MEDRONHO RA. Association between socio-environmental factors, coverage by family health teams, and rainfall in the spatial distribution of Zika virus infection in the city of Rio de Janeiro, Brazil, in 2015 and 2016. *BMC Public Health*, 2021; 21(1): 1199.
26. RODRIGUES MSP, et al. Repercussões da emergência do vírus Zika na saúde da população do estado do Tocantins, 2015 e 2016: estudo descritivo. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 2020; 29: 2020096.
27. ROSADO LEP, et al. Socioeconomic disparities associated with symptomatic Zika virus infections in pregnancy and congenital microcephaly: A spatiotemporal analysis from Goiânia, Brazil (2016 to 2020). *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2022; 16(6): 0010457.
28. SANTOS LLM, et al. Dengue, chikungunya, and Zika virus infections in Latin America and the Caribbean: a systematic review. *Revista Panamericana De Salud Publica*, 2023; 47: 34.
29. SILVA JCO, et al. Occurrence of arbovirus infections in two riverine populations in the municipality of Humaitá, Amazonas, Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 2024; 57: 00403.
30. SINAN. SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO. Zika Vírus Pará. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sinannet/cnv/zikapa.def>. Acessado em: 17 de fevereiro de 2024.