



ARTIGO ORIGINAL



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

Spatial analysis of Chikungunya fever incidence and the associated socioeconomic, demographic, and vector infestation factors in municipalities of Pernambuco, Brazil, 2015–2021

Maísa Aguiar-Santos^I , Liana Gabriele da Cruz Mendes^I ,
Diogenes Ferreira dos Passos^I , Tamyris Gomes da Silva Santos^I ,
Rosanny Holanda Freitas Benevides Lins^{II,III} , Ana Cristina Pedrosa do Monte^{IV,V}

^IInstituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira, Programa de Residência Multiprofissional em Saúde Coletiva – Recife (PE), Brasil.

^{II}Secretaria de Saúde do Estado de Pernambuco, Vigilância Ambiental – Recife (PE), Brasil.

^{III}Fundação Oswaldo Cruz, Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública – Recife (PE), Brasil.

^{IV}Secretaria de Saúde do Estado de Pernambuco, Vigilância Epidemiológica – Recife (PE), Brasil.

^VUniversidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Médicas, Programa de Pós-Graduação em Medicina Tropical – Recife (PE), Brasil.

RESUMO

Objetivo: Identificar, na 1ª Região de Saúde de Pernambuco (1ª RSP), os padrões espaciais da febre de Chikungunya (CHIKF) e os fatores socioeconômicos, demográficos e de infestação vetorial associados. **Métodos:** Este estudo ecológico utilizou a análise espacial das Taxas Médias de Incidência (TMI) de casos prováveis da CHIKF notificados entre os residentes dos 19 municípios da 1ª RSP no período de 2015–2021. Os índices de Moran global (I) univariados e bivariados foram estimados. Das associações significativas ($p < 0,05$), *clusters* foram localizados por meio do Índice de Moran Local e de mapas. **Resultados:** Identificou-se predominância das maiores TMI da CHIKF no leste. Entretanto, houve distribuição heterogênea das taxas dos municípios, o que pode ter contribuído para a ausência de autocorrelação espacial da CHIKF ($I = 0,03$; $p = 0,294$) no I univariado. O I bivariado revelou correlação espacial positiva entre a CHIKF e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) ($I = 0,245$; $p = 0,038$), porém com um *cluster* de cidades com baixas incidências e baixo IDHM no oeste. Não houve correlação espacial entre a CHIKF e as demais variáveis analisadas: densidade demográfica, Índice de Gini, Índice de Vulnerabilidade Social e Índice de Infestação Predial de *Aedes aegypti*. **Conclusões:** Os resultados sugerem que somente o IDHM influenciou na ocorrência da CHIKF na 1ª RSP, de forma que municípios do oeste demonstraram dependência espacial entre menores valores de IDHM e TMI. No entanto, essa correlação espacial pode ter ocorrido devido às possíveis subnotificações na área. Tais achados podem auxiliar na (re)orientação de recursos dos serviços de vigilância e assistência à saúde.

Palavras-chave: Infecções por Arbovirus. *Aedes aegypti*. Vírus Chikungunya. Análise espacial. Fatores socioeconômicos. Vigilância em saúde pública.

AUTORA CORRESPONDENTE: Maísa Aguiar-Santos. Rua dos Coelhos, 300 – Coelhos, CEP: 50070-555, Recife (PE), Brasil. E-mail: maisaaguiares@live.com

CONFLITO DE INTERESSES: nada a declarar

COMO CITAR ESSE ARTIGO: Aguiar-Santos M, Mendes LGC, Passos DF, Santos TGS, Lins RHFB, Monte ACP. 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. Rev Bras Epidemiol. 2023; 26:e230018. <https://doi.org/10.1590/1980-549720230018.2>

Esse é um artigo aberto distribuído sob licença CC-BY 4.0, que permite cópia e redistribuição do material em qualquer formato e para qualquer fim desde que mantidos os créditos de autoria e de publicação original.

Recebido em: 11/08/2022

Revisado em: 04/11/2022

Aceito em: 18/11/2022



INTRODUÇÃO

As arboviroses transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* constituem um dos maiores entraves à Saúde Pública no âmbito global, incluindo a febre de Chikungunya (CHIKF), que nas Américas alcançou 137.025 casos notificados em 2021¹. Destes registros, aproximadamente 97% ocorreram no Brasil¹, onde o estado de Pernambuco destacou-se pela maior taxa de incidência da CHIKF (329 casos prováveis/100.000 habitantes)².

Os casos autóctones da CHIKF em Pernambuco foram reportados pela primeira vez em 2015³. Depois disso, o estado vivenciou períodos alternados entre endemia e epidemia, com incrementos consideráveis nos anos de 2016, 2020 e 2021^{2,4,5}. Das 12 regiões sanitárias em que o estado é dividido⁶, a 1ª Região de Saúde de Pernambuco (1ª RSP) foi responsável por 81,2% da totalidade dos casos prováveis notificados no último ano (2021)², o que contribuiu para que esta registrasse a maior taxa de incidência (600,5/100.000 residentes) entre as regiões.

Caracterizada por intensa artralgia e por possíveis manifestações atípicas (como as neurológicas) que podem persistir durante anos⁷, a CHIKF tem o potencial de acarretar sobrecarga dos serviços de saúde e absenteísmo laboral⁷. Tanto a magnitude quanto a disseminação dessa doença são influenciadas pela presença e abundância do vetor *A. aegypti*⁸, cuja proliferação depende de um complexo de fatores socioeconômicos, demográficos e ambientais⁸⁻¹⁰. Estudos evidenciam que áreas urbanas com condições precárias de saneamento e alta densidade populacional possibilitam criadouros ideais para esses vetores, favorecendo o aumento da incidência de arboviroses^{10,11}. Espaços assim podem ser comuns em Pernambuco, estado que também se destaca por ter o maior índice de pobreza¹² e por ocupar o 19º lugar no *ranking* do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do país¹³. No entanto, há achados contraditórios na literatura¹⁴⁻¹⁷ que indicam tanto a presença de associações entre altas incidências de arboviroses e melhores condições socioeconômicas quanto a ausência de qualquer associação.

Diante do exposto, é fundamental conhecer quais determinantes interferem no processo saúde-doença de um território, para que haja a orientação de efetivas ações de controle e prevenção. Dito isso, as técnicas de análise espacial tornam-se instrumentos extremamente úteis, pois têm sido utilizadas para investigar a dinâmica espacial de doenças como as arboviroses na conjuntura social em diferentes locais, abordando possíveis fatores associados e detectando áreas vulneráveis^{8,9,16-18}. No entanto, há lacunas no conhecimento desses fatores no contexto da CHIKF no território pernambucano.

Assim sendo, o presente estudo objetivou identificar os padrões espaciais da CHIKF e os fatores socioeconômicos, demográficos e de infestação vetorial associados, nos municípios da 1ª RSP, no período de 2015 a 2021. Dessa forma, valiosos direcionamentos podem ser indicados para a Vigilância em Saúde.

MÉTODOS

Este é um estudo ecológico com análise espacial referente às taxas de incidência dos casos prováveis da CHIKF em residentes da 1ª RSP, de 2015 a 2021, como descrito por Costa et al.¹⁶. As unidades de análise espacial utilizadas foram os municípios.

Área de estudo

Pernambuco é dividido em 12 regiões sanitárias, incluindo a 1ª Região, a qual concentra a maior parte da população residente (43%; 4.259.679) do estado e apresenta densidade populacional de 1.444 habitantes/km².⁶ Com núcleo na capital Recife, a 1ª Região é organizada em três microrregiões de saúde e tem 19 municípios, além do Distrito Estadual de Fernando de Noronha (Figura 1)⁶.

Definição de casos prováveis e coleta de dados

Casos prováveis da CHIKF correspondem ao total de casos notificados, excluindo-se os descartados que tiveram diagnóstico laboratorial negativo ou que foram diagnosticados para outras doenças, conforme o Ministério da Saúde¹⁹. Os dados foram obtidos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), considerando-se município de residência e ano epidemiológico de início dos sintomas, disponibilizados, em abril de 2022, pela Vigilância Epidemiológica da 1ª Gerência Regional de Saúde do estado de Pernambuco (1ª GERES/SES-PE).

Variáveis socioeconômicas e demográficas

As variáveis socioeconômicas e demográficas incluídas na análise espacial foram: Índice de Gini e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), extraídos do Atlas Brasil^{20,21}; Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), obtido pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)²²; e densidade populacional (habitantes/km²), disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)²³. Os dados foram do último Censo, realizado em 2010.

Todos os índices socioeconômicos utilizados variam de zero a um. O IDHM indica o grau de desenvolvimento humano do município relacionado a três subíndices — longevidade, educação e renda —, classificando-se em: muito baixo (<0,500), baixo (0,500–0,599), médio (0,600–0,699), alto (0,700–0,799) e muito alto (0,800–1)²⁰. O índice de Gini destaca o grau de desigualdade na distribuição de renda domiciliar *per capita*; quanto mais próximo de um, maior é a desigualdade social: baixo (<0,550), médio (0,550–0,699), alto (0,700–0,799) e muito alto (0,800–1)²¹. O IVS expressa a indicação de exclusão a partir dos subíndices infraestrutura urbana, capital humano e renda e trabalho, sendo categorizado em: muito baixa (<0,200), baixa (0,201–0,300), média (0,301–0,400), alta (0,401–0,500) e muito alta (0,501–1)²².

1ª REGIÃO DE SAÚDE DE PERNAMBUCO

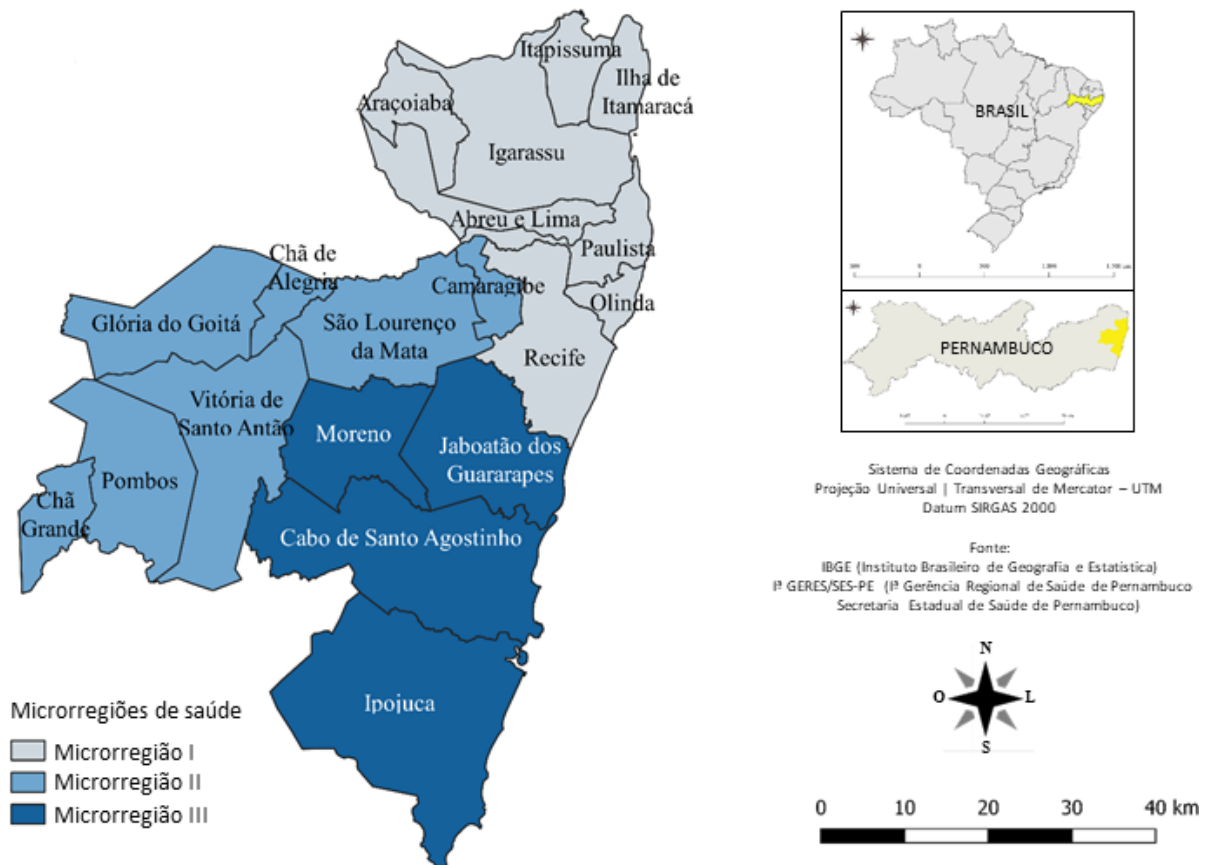


Figura 1. Mapa referente à divisão dos municípios da 1ª Região de Saúde de Pernambuco, Brasil, em microrregiões.

Infestação por *Aedes Aegypti*

A infestação vetorial do mosquito *A. aegypti* foi estimada a partir do Índice de Infestação Predial (IIP), que avalia a situação de risco de transmissão das arboviroses por meio da mensuração do nível populacional do vetor ao calcular o percentual de imóveis com a presença de larvas desse culicídeo dentro do total de imóveis pesquisados²⁴. O cálculo é realizado por meio do Levantamento Rápido de Índices para *A. aegypti* (LIRAA) e o IIP classifica-se em: satisfatório (<1%), alerta (1–3,9%) e risco (>3,9%)²⁴. Esses dados foram concedidos pela Vigilância Ambiental da 1ª GERES/SES-PE.

Cálculo das taxas de incidência

O desfecho de interesse deste estudo foi a taxa média da incidência da CHIKF por município, calculada por meio da razão entre a média do total de casos prováveis da CHIKF de cada município no intervalo de 7 anos (2015 a 2021) e a população estimada, multiplicada por 100.000 habitantes, conforme Costa et al.¹⁶. A população estimada para 2018, equivalente à metade do período estudado, foi obtida do IBGE²³.

Análise espacial

Todos os municípios foram incluídos na análise espacial, exceto o arquipélago Fernando de Noronha, devido às condições ambientais distintas e à difícil visualização dos pa-

drões espaciais nos mapas mediante a sua distância. A fim de estabelecer a autocorrelação espacial vinculada somente à taxa média da incidência municipal da CHIKF, o Índice de Moran Global univariado foi aferido. Já o Índice de Moran Global bivariado foi calculado visando determinar a correlação espacial entre essa taxa e os possíveis fatores associados (densidade populacional, Índice de Gini, IDHM, IVS e IIP).

O índice de Moran Global avalia o padrão da distribuição espacial e fornece uma medida geral do grau de associação espacial presente no conjunto de dados, considerando-se a adjacência geográfica²⁵. Ele pode variar de -1 a +1: índices próximos a +1 significam que áreas vizinhas apresentam comportamento semelhante (relação espacial positiva) e índices próximos a -1 retratam que municípios com valores baixos tendem a ficar próximos de vizinhos com valores altos e vice-versa (associação espacial negativa). Quando o índice é próximo a zero, revela-se a ausência de dependência espacial devido à distribuição espacial dos dados ser aleatória²⁵.

A partir das associações espaciais globais significantes, foi possível evidenciá-las localmente por meio da representação gráfica (*LisaMap*) do Índice de Moran Local e do seu cálculo referente a um valor específico para cada área²⁶. Nessas representações, observam-se aglomerados de municípios com dependências espaciais significativas. Quando um município tem associação espacial local positiva

com vizinhos, significa que ambos têm cenários similares (relação alto-alto ou baixo-baixo para o(s) valor(es) da(s) variável(is)), analisando-se os *clusters*. Em contraste, quando os municípios apresentam condições distintas (relação alto-baixo ou baixo-alto), analisam-se os *outliers*, os quais indicam pontos de associação espacial negativa²⁶.

Os índices foram estimados no *software* GeoDa, versão 1.20.0.8. Utilizaram-se a matriz de vizinhança *Queen* de “primeira ordem”, envolvendo dados de vizinhos que tocam em, pelo menos, um lado geográfico de cada município; e 999 permutações nos testes de pseudossignificância, considerando-se nível de significância $p < 0,05$ para as relações espaciais. Posteriormente, confeccionaram-se os mapas no *software* Quantum Geographic Information (QGis), versão 3.22.6.

RESULTADOS

Entre os anos de 2015 e 2021, notificaram-se 53.269 casos prováveis (31.961 confirmados) da CHIKF em residentes dos municípios que compõem a I^a RSP, perfazendo uma taxa média de incidência de 180,8 casos/100.000 habitantes nos 7 anos.

A Tabela 1 apresenta o número de casos prováveis por ano de início dos sintomas, segundo a caracterização demográfica, sendo possível notar que houve maior acometimento de pacientes do sexo feminino, da faixa etária de 20 a 39 anos e da raça/cor parda.

Quanto às taxas de incidência anuais, 2021 (600,5), 2016 (414,6) e 2020 (104,9) destacaram-se, em contraste aos anos de 2015 (62,9), 2019 (35,3), 2017 (23,2) e 2018 (16,7), os quais demonstraram os menores valores.

A distribuição das taxas de incidência municipais evidenciou que 10 dos 19 municípios apresentaram taxas altas (92,57–168,38) e muito altas ($>168,30$): Ilha de Itamaracá (369,92), Cabo de Santo Agostinho (277,41), Recife (262,93), Camaragibe (196,51), Olinda (171,14), Ipojuca (165,92), Moreno (142,44), Abreu e Lima (135,37) e Paulista (108,12). Assim, notou-se predominância no leste litoral, abrangendo, em ordem de sequência, as microrregiões I e III; e um município da microrregião II, localizada no oeste (Figuras 1 e 2).

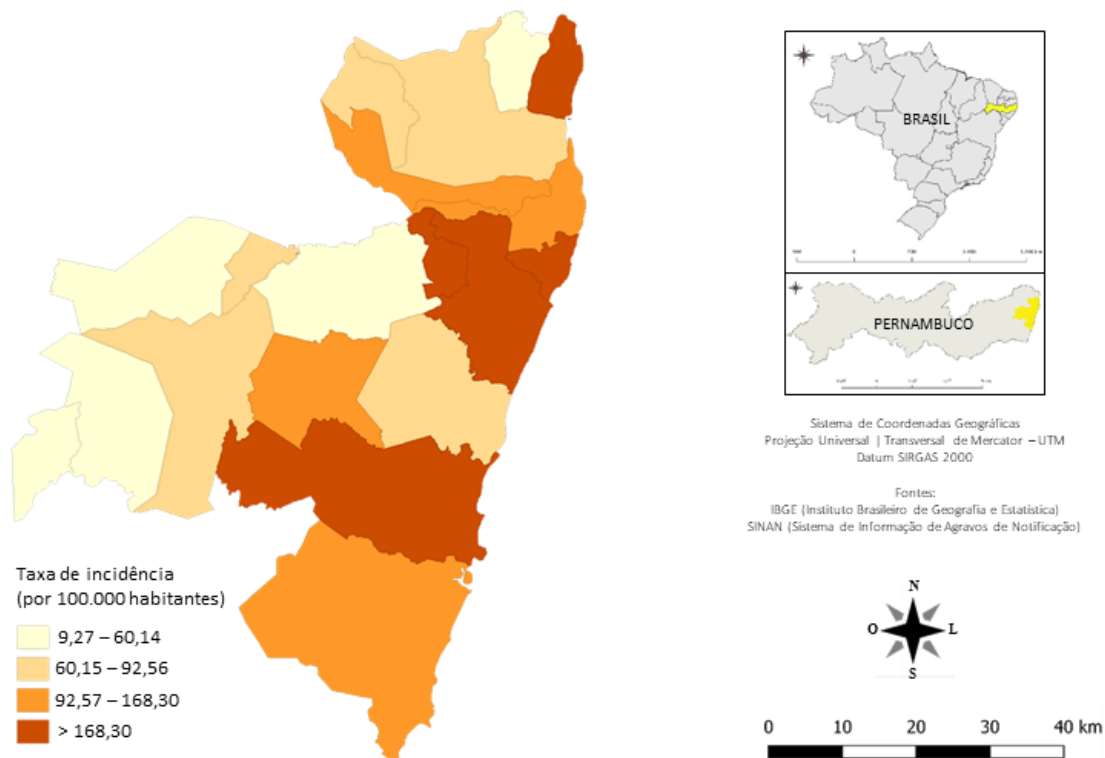
O Índice de Moran Global (I) identificou autocorrelação espacial positiva para a taxa de incidência da CHIKF, porém não significativa ($I=0,03$; $p=0,294$). No entanto, nas análises bivariadas, houve correlação espacial significativa somente do IDHM com a taxa de incidência da CHIKF ($I=0,245$; $p=0,038$), tornando o IDHM o único fator espacialmente associado. Os mapas elaborados a partir da análise do Índice de Moran Local mostraram o núcleo de um *cluster* “baixo-baixo” em Pombos, representado pela coloração azul-escura, retratando que o município obteve baixa incidência, estando cercado por vizinhos que compreenderam baixos valores de IDHM (Figura 3). Ressalta-se que a densidade populacional, o Índice de Gini, o IVS e o IIP foram variáveis não significativas e, assim, fatores não associados à CHIKF (Tabela 2).

Tabela 1. Descrição demográfica dos casos prováveis da febre de Chikungunya por ano do início dos sintomas, I^a Região de Saúde de Pernambuco (incluindo Fernando de Noronha), Brasil, 2015–2021. As porcentagens incluem dados ignorados/em branco.

	Número de casos prováveis da febre de Chikungunya por ano								
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total	%
	2.606	17.296	973	704	1.497	4.468	25.725	53.269	100
Sexo									
Masculino	834	6.795	388	259	567	1.729	10.990	21.562	40,5
Feminino	1.770	10.482	583	445	928	2.719	14.684	31.611	59,3
Faixa etária (em anos)									
<01	55	333	15	14	30	139	276	862	1,6
01–04	62	512	21	32	43	93	555	1.318	2,5
05–09	131	914	52	53	93	149	1.194	2.586	4,8
10–19	271	1.911	95	84	216	368	2.473	5.418	10,2
20–39	795	6.064	385	240	514	1.564	9.344	18.906	35,5
40–59	830	5.009	289	207	411	1.555	8.593	16.894	31,7
≥60	462	2.549	116	74	189	600	3.268	7.258	13,6
Raça/cor									
Branca	179	605	71	59	167	273	1.807	3.161	5,9
Preta	57	184	19	11	43	96	552	962	1,8
Amarela	10	23	3	4	5	18	100	163	0,3
Parda	828	3.138	163	198	554	1.245	9.188	15.314	28,8
Indígena	6	22	1	3	6	12	56	106	0,2

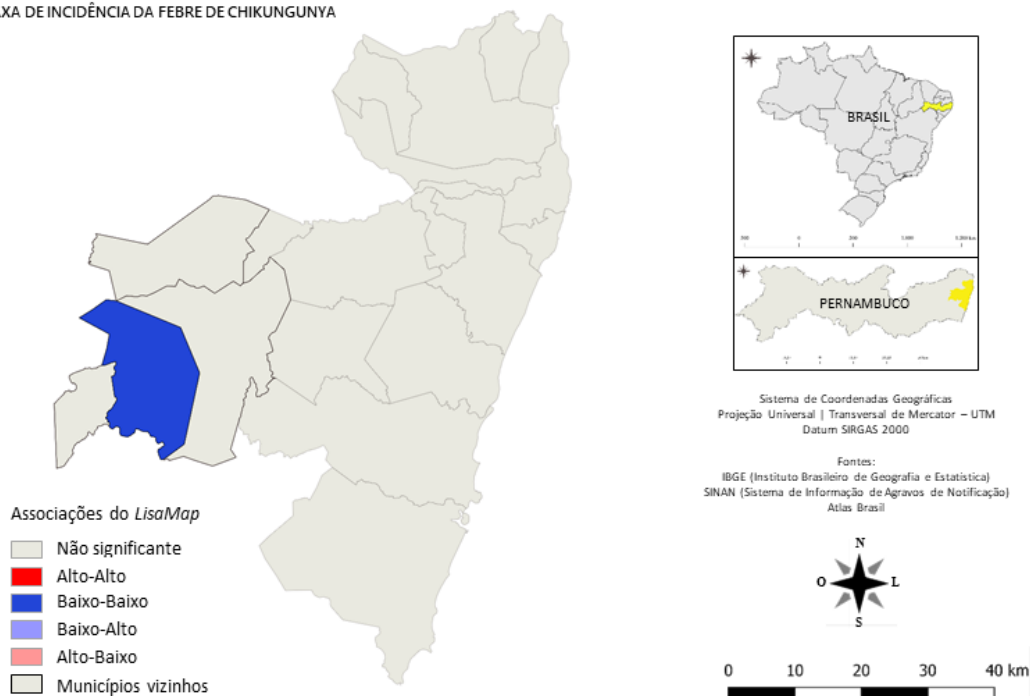
Fonte: SINAN, I^a GERES/SES-PE (abril de 2022).

TAXA DE INCIDÊNCIA DA FEBRE DE CHIKUNGUNYA



Taxa média da incidência de cada município, no intervalo de sete anos, relacionada aos casos prováveis da febre de Chikungunya de residentes da 1ª Região de Saúde de Pernambuco, exceto o Distrito Estadual Fernando de Noronha, levando-se em consideração o ano do início dos sintomas.

Figura 2. Mapa com municípios categorizados segundo os parâmetros da taxa de incidência dos casos prováveis da febre de Chikungunya, 1ª Região de Saúde de Pernambuco, Brasil, 2015–2021.

ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL X
TAXA DE INCIDÊNCIA DA FEBRE DE CHIKUNGUNYA

As análises espaciais utilizaram as taxas médias da incidência (por 100.000 habitantes) de cada município, no intervalo de sete anos, relacionadas aos casos prováveis da febre de Chikungunya de residentes dos municípios da 1ª Região de Saúde de Pernambuco, exceto o Distrito Estadual Fernando de Noronha, levando-se em consideração o ano do início dos sintomas. Os Índices de Moran Local bivariados tornaram-se significativos quando $p < 0,05$. O IDHM foi o único fator associado espacialmente à febre de Chikungunya. Todas as análises espaciais foram executadas no *software* GeoDa, versão 1.20.0.8.

Figura 3. Mapa da análise espacial local (*LisaMap*) bivariada entre a taxa de incidência dos casos prováveis da febre de Chikungunya e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, com suas associações espaciais, 1ª Região de Saúde de Pernambuco, Brasil, 2015–2021.

Tabela 2. Análise univariada da taxa de incidência de casos prováveis da febre de Chikungunya e análises bivariadas entre esta taxa e as variáveis demográficas, socioeconômicas e ambientais, 1ª Região de Saúde de Pernambuco, Brasil, 2015–2021.

Análise univariada		
	Índice de Moran Global	p-valor
Taxa de incidência de casos prováveis da febre de Chikungunya de 2015 a 2021	0,030	0,294
Análises bivariadas com a taxa de incidência de casos prováveis da febre de Chikungunya de 2015 a 2021		
Variáveis	Índice de Moran Global	p-valor
Demográficas		
Densidade populacional	0,189	0,081
Socioeconômicas		
IDHM	0,245	0,038
Índice de Gini	0,046	0,281
IVS	-0,128	0,149
Ambientais		
IIP	-0,159	0,118

Nas análises espaciais bivariadas, utilizou-se como variável dependente a taxa média da incidência de cada município no intervalo de sete anos relacionada aos casos prováveis da febre de Chikungunya de residentes da 1ª Região de Saúde de Pernambuco, exceto o Distrito Estadual Fernando de Noronha. Foram utilizadas unidades espaciais municipais. Os Índices de Moran Global univariado e bivariado tornaram-se significativos quando $p < 0,05$. O IDHM foi o único fator associado espacialmente à febre de Chikungunya. Todas as análises espaciais foram executadas no *software* GeoDa, versão 1.20.0.8. IDHM: índice de desenvolvimento humano municipal; IVS: índice de vulnerabilidade social; IIP: índice de infestação predial.

DISCUSSÃO

Este estudo configura-se como o primeiro registro a explorar uma análise espacial entre a incidência da CHIKF e os indicadores demográficos, socioeconômicos e de infestação vetorial em áreas do estado de Pernambuco. A análise univariada identificou que os municípios da 1ª RSP não apresentaram autocorrelação espacial para as taxas de incidência dos casos prováveis CHIKF. Nas análises bivariadas, o IDHM revelou correlação espacial com a doença, evidenciando que municípios do oeste demonstraram dependência espacial entre menores valores de IDHM e menores taxas de incidência desta arbovirose.

Houve similaridade entre a caracterização demográfica da dengue em Pernambuco (2015–2020)²⁷ e a evidenciada da CHIK na 1ª Região. Em toda a área de estudo, a CHIKF esteve presente, com predominância de taxas de incidência consideradas altas e muito altas na Região Metropolitana de Recife (RMR) (microrregiões I e III); e baixas e médias na microrregião II. Todavia, a distribuição espacial dessas taxas foi heterogênea nos 19 municípios da 1ª Região, o que pode ter determinado o padrão espacial aleatório constata-

tado pelo Índice de Moran Global, tal como encontrado em investigações elaboradas no estado do Maranhão¹⁶ e em Barbados¹⁸, país insular do Caribe.

Em contraste, os estudos conduzidos nas cidades do Rio de Janeiro⁹ e de São Luís⁸ demonstraram autocorrelação espacial global positiva e significativa para as taxas de incidência de casos suspeitos e prováveis dessa arbovirose, respectivamente, indicando que bairros adjacentes têm taxas similares. Freitas et al.²⁸ mostraram dependência espacial em municípios com altas incidências da CHIKF na RMR, Pernambuco, no ano de 2018. Os autores, no entanto, não analisaram os possíveis fatores explicativos para a distribuição da CHIKF no estado.

Na presente análise espacial, constatou-se que a taxa de incidência da CHIKF foi espacialmente associada de forma direta ao IDHM. Consistente com tal resultado, Costa et al.¹⁶, ao investigarem CHIKF e Zika entre 2015 e 2016, indicaram associação espacial positiva entre as incidências de arboviroses transmitidas por *A. aegypti* e o IDHM em municípios do Maranhão. Esses pesquisadores encontraram relações entre melhores valores de IDHM e altas taxas de incidência, sugerindo que municípios com maiores IDHM geralmente são os mais populosos e os que têm maior acesso aos serviços de saúde, influenciando na quantificação das notificações.

Divergindo, o atual estudo notou dependência espacial em quatro municípios com baixas taxas de incidência e baixos valores de IDHM no oeste, mais especificamente na microrregião II. Não obstante, essas baixas incidências podem estar relacionadas às subnotificações. Com as menores densidades populacionais e os menores níveis de desenvolvimento de toda a região, a microrregião II provavelmente não teve infraestrutura que possibilitasse maior acesso aos serviços de saúde¹⁶ ou condições técnico-operacionais para detectar, notificar e investigar os casos²⁹, podendo, assim, ter cooperado para o menor número de casos notificados. Contudo, a qualidade desses serviços não foi mensurada.

As outras variáveis socioeconômicas analisadas, o IVS e o Índice de Gini (desigualdade social), não apresentaram associações espaciais com a taxa da incidência da CHIKF. Estudos com resultados conflitantes acerca do parâmetro socioeconômico e da tríade das arboviroses (dengue, Zika e CHIKF) têm sido registrados: enquanto alguns indicam a ausência de dependência espacial relacionada ao Índice de Gini e às incidências dessas doenças (para dengue¹⁶), outros apontam correlações positivas (para casos suspeitos da dengue¹⁵) ou inversas (para CHIKF¹⁶ e Zika¹⁶).

As diferenças entre as associações encontradas em diferentes pesquisas podem estar relacionadas ao tipo de unidade espacial empregado, indicando que dados secundários utilizados pelo mesmo tipo de agrupamento supostamente apresentam resultados semelhantes¹⁷. Outra questão é que os níveis socioeconômicos são de difícil mensuração devido às diversas e complexas variáveis envolvidas para dados agregados¹⁷. Diante disso, fazem-se

necessárias investigações mais profundas sobre a relação dos aspectos socioeconômicos com a CHIKF e demais arboviroses, assim como com a infestação vetorial.

Com relação aos dados demográficos, a análise de dependência espacial não identificou correlação entre a densidade populacional e a taxa de incidência da CHIKF. Similar a este resultado, uma pesquisa realizada entre 2000 e 2018, nos municípios brasileiros, identificou que a densidade populacional não foi espacialmente associada às taxas de incidência da dengue³⁰ — arbovirose transmitida pelo mesmo vetor da CHIKF. Em contrapartida, estudos sugerem que ambientes mais populosos favorecem a difusão espacial de doenças infecciosas, especialmente aquelas transmitidas pelo mosquito *A. aegypti*^{9,16,31}, devido ao fornecimento de alto número de indivíduos suscetíveis a novas infecções e à adaptação do vetor aos ambientes peri e intradomiciliares⁹.

Áreas com elevado quantitativo de habitantes por quilômetro quadrado geralmente são oriundas de um crescimento urbano desordenado¹⁰. Unido a isso, o processo de integração de territórios com interesses comuns a partir de uma “cidade-núcleo”, a denominada metropolização, vem causando diversos efeitos às cidades brasileiras, como avanços socioeconômicos que atuam, por exemplo, no IDHM; porém também inclui a desigualdade social¹⁰.

A RMR foi a metrópole mais desigual do Brasil no quarto trimestre de 2020³² e representou a maioria (63%) dos municípios da 1ª Região que não tinham o Plano Municipal de Saneamento ou que estavam com o plano em elaboração em 2017³³. Isso pode ter contribuído para as altas taxas de incidência da CHIKF encontradas na área, embora não tenha ocorrido associação espacial dessa taxa na 1ª Região.

Condições precárias de saneamento, como abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de lixo inadequados, também são consequências da intensa urbanização desordenada¹⁰ e fazem parte dos componentes no cálculo do IVS²². Tais características criam cenários favoráveis para a proliferação do vetor *A. aegypti*, devido à oportunidade de reservatórios de água parada para a postura de seus ovos^{7,11}. Entretanto, estudo realizado na capital do Rio de Janeiro⁹ mostrou que a taxa da incidência de casos suspeitos da CHIKF apresentou correlação espacial positiva com variáveis contrárias a esses componentes, apontando que altas incidências foram espacialmente relacionadas com altos percentuais de domicílios ligados à rede pública de abastecimento de água e com esgotamento sanitário adequado.

No que tange à infestação de *A. aegypti*, o IIP não obteve correlação espacial com a taxa de incidência da CHIKF, o que é consistente com a análise conduzida no Maranhão¹⁶ durante 2015 e 2016, apesar de ser um achado contraditório. O LIRAA não foi realizado em alguns ciclos de sete municípios, principalmente em 2020 e em 2021, o que influenciou na mensuração da média anual do IIP e pode ter contribuído para a não identificação de correlação entre esse índice e a taxa de incidência da doença, além da possibilidade de deficiência na execução do LIRAA também nos

outros anos. No entanto, é possível que o IIP não reflita a realidade do risco de propagação das arboviroses nos municípios, haja vista que o índice não mede a densidade de adultos do vetor *A. aegypti*, que são responsáveis pela transmissão do vírus³⁴. São necessários novos estudos que investiguem essa associação e, talvez, novas análises metodológicas para prever o risco de transmissão das arboviroses, com valorização e integração das vigilâncias epidemiológica e entomológica.

Ao avaliar as notificações das arboviroses no Brasil no período da pandemia da COVID-19, Lisboa et al.³⁵ verificaram que, de 2019 a 2020 (primeiro ano pandêmico), houve redução de casos da CHIKF. No entanto, na 1ª Região, foi possível notar que os casos da CHIKF têm elevado continuamente desde 2019, especialmente na pandemia: em comparação aos seus anos passados, 2020 e 2021 apresentaram, respectivamente, incrementos substanciais de aproximadamente 298 e 576% nos registros. Esse aumento pode ter sido mediante às consequências das medidas de prevenção e controle da COVID-19³⁶, como o isolamento domiciliar e a redução de visitas domiciliares rotineiras dos Agentes de Combate a Endemias, os quais são fundamentais para o controle das arboviroses³⁵. Tais ações possibilitaram, por exemplo, a elevação das exposições peri e intradomiciliares ao *A. aegypti* e a elevação da produção de lixo, o que, agregado ao inadequado descarte, pode ter favorecido a proliferação do vetor da CHIKF¹¹. Ressalta-se que, ainda assim, é possível que haja subnotificação devido, também, às manifestações clínicas semelhantes nos estágios iniciais da COVID-19³⁷ e das arboviroses³⁸, significando que o aumento de casos verificado pode ser ainda maior.

Além da possibilidade de falácia ecológica, que pode ocorrer em estudos ecológicos, a presente pesquisa apresentou algumas limitações. O uso de dados secundários agregados para descrever grandes regiões como municípios pode não ter capturado as variações locais, sugerindo-se, assim, a utilização de unidades de análise espacial menores, como bairros ou setores censitários^{9,17}. Também podem ter ocorrido inconsistências ou atrasos no preenchimento, na quantificação e no processamento das informações nas fichas de notificação da CHIKF e na posterior digitação dos dados¹⁶. Outro fator limitante está relacionado com a utilização de dados do Censo de 2010 para indicadores socioeconômicos, haja vista que são os mais recentes disponíveis. A desatualização dos dados, juntamente com uma suposta subnotificação da doença, pode não estar transparecendo a real situação dos municípios.

Diante do exposto, ressalta-se a necessidade de capacitação dos profissionais de saúde acerca das notificações e de investigação ativa e contínua dos casos da CHIKF. Ademais, a investigação de outras variáveis socioeconômicas, demográficas e ambientais, assim como de aspectos climáticos¹⁰, pode evidenciar a realidade de cada local e melhor explicar a dinâmica espacial da CHIKF, tendo como exemplos: a produtividade de criadouros do vetor, a temperatu-

ra, a precipitação e o percentual de cobertura da Estratégia Saúde da Família. Além disso, estudos que analisem a circulação simultânea das arboviroses fazem-se necessários em regiões de Pernambuco.

Apesar das limitações, o estudo apresentou como vantagens: o conhecimento do perfil da CHIKF na 1ª RSP desde o primeiro caso autóctone registrado no estado, evidenciando que altas taxas de incidência concentraram-se na RMR (leste), enquanto baixas taxas, na microrregião II (oeste), onde possivelmente houve subnotificações; e a identificação de aspectos que possam estar interferindo nas taxas de incidência da CHIKF no âmbito espacial da maior região de saúde pernambucana.

Ainda que o único possível fator explicativo para o padrão da distribuição dos casos da CHIKF tenha sido o IDHM, abrangendo baixas incidências, cabe ressaltar que variáveis socioeconômicas, demográficas e ambientais são importantes para explicar parte do fenômeno e para servir como subsídios à (re)formulação do planejamento de políticas públicas efetivas e ao fortalecimento do Sistema Único de Saúde (SUS). O desenvolvimento de políticas públicas visando melhorar os indicadores tornaria os espaços urbanos menos desiguais, mais bem planejados e saudáveis, bem como promoveria melhor qualidade de vida aos residentes. Dessa forma, espera-se haver contribuição na redução da transmissão dessa arbovirose, assim como de outras doenças, aprimorando a saúde coletiva.

REFERÊNCIAS

- Pan American Health Organization. Epidemiological update for Dengue, Chikungunya and Zika in 2021 [Internet]. Washington: PAHO; 2021 [acessado em 1 jul. 2022]. Disponível em: <https://www3.paho.org/data/index.php/en/mnu-topics/indicadores-dengue-en/annual-arbovirus-bulletin-2021.html>
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas causados por vírus transmitidos pelo mosquito *Aedes* (dengue, chikungunya e zika), semanas epidemiológicas 1 a 51, 2021 [Internet]. Boletim Epidemiológico 2021; 52(48): 1-6 [acessado em 5 fev. 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/boletins-epidemiologicos/edicoes/2021/boletim-epidemiologico-vol-52-no-48.pdf/view>
- Pernambuco. Secretaria Estadual de Saúde. Circulação do Vírus de Chikungunya (CHIKV) no estado de Pernambuco - orientações aos serviços de saúde. Nota Técnica 38/15 [Internet]. 2015 [acessado em 3 fev. 2022]. Disponível em: https://www.cievspe.com/_files/ugd/3293a8_fe1aec3817e44caa89a4eb0c851f1f43.pdf
- Silva NM, Teixeira RAG, Cardoso CG, Siqueira Junior JB, Coelho GE, Oliveira ESF. Vigilância de chikungunya no Brasil: desafios no contexto da Saúde Pública. *Epidemiol Serv Saúde* 2018; 27(3): e2017127. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742018000300003>
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas causados por vírus transmitidos por *Aedes* (dengue, chikungunya e zika), semanas epidemiológicas 1 a 53, 2020 [Internet]. Boletim Epidemiológico 2021; 52(3): 1-15. [acessado em 5 fev. 2022]. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2021/boletim-epidemiologico_svs_3.pdf/view
- Pernambuco. I Gerência Regional de Saúde. Secretaria de Saúde. Mapa de Saúde da I Região de Saúde/I Gerência Regional de Saúde [Internet]. Pernambuco: Secretaria de Saúde; 2021 [acessado em 1 fev. 2022]. Disponível em: http://portal.saude.pe.gov.br/sites/portal.saude.pe.gov.br/files/mapa_de_saude_2020_i_regiao_de_saude.pdf
- Brasil. Ministério da Saúde. Vigilância em Saúde no Brasil 2003 | 2019: da criação da Secretaria de Vigilância em Saúde aos dias atuais [Internet]. Boletim Epidemiológico. 2019;50(n. esp.):1-154. [acessado em 5 fev. 2022]. Disponível em: <https://ameci.org.br/wp-content/uploads/2019/09/boletim-especial-21ago19-web.pdf>
- Costa SSB, Branco MRFC, Vasconcelos VV, Queiroz RCS, Araujo AS, Câmara APB, et al. Autoregressive spatial modeling of possible cases of dengue, chikungunya, and Zika in the capital of Northeastern Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop* 2021; 54: e0223. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0223-2021>
- Queiroz ERS, Medronho RA. Spatial analysis of the incidence of Dengue, Zika and Chikungunya and socioeconomic determinants in the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Epidemiol Infect* 2021; 149: e188. <https://doi.org/10.1017/S0950268821001801>
- Almeida LS, Cota AL, Rodrigues DF. Saneamento, arboviroses e determinantes ambientais: impactos na saúde urbana. *Ciê Saude Coletiva* 2020; 25(10): 3857-68. <https://doi.org/10.1590/1413-812320202510.30712018>
- Brasil. Ministério da Saúde. Lixo é o principal criadouro do mosquito da dengue nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sul [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2014. [acessado em 28 out. 2021]. Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/noticia/lixo-e-o-principal-criadouro-do-mosquito-da-dengue-nas-regioes-norte-centro-oeste-e-sul#:~:text=Segundo%20dados%20do%20Levantamento%20de,50%2C1%25%20dos%20criadouros.>
- Instituto Mobilidade e Desenvolvimento Social. Atualização dos resultados de pobreza: 2021. [Internet] 2022. [acessado em 1 jul. 2022]. Disponível em: <https://imdsbrasil.org/atualizacao-dos-resultados-de-pobreza-2021>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pernambuco. Panorama [Internet]. 2021 [acesso em 10 fev. 2022]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/panorama>
- Falcão Neto PAO, Branco MRFC, Costa SSB, Câmara APB, Marques TMNF, Araujo AS, et al. Análise espacial da taxa de detecção de casos suspeitos de síndrome congênita pelo vírus Zika, Maranhão, 2015 a 2018. *Rev Bras Epidemiol* 2022; 25: e220002. <https://doi.org/10.1590/1980-549720220002>
- Silva ETC, Olinda RA, Pachá AS, Costa AO, Brito AL, Pedraza DF. Análise espacial da distribuição dos casos de dengue e sua relação com fatores socioambientais no estado da Paraíba, Brasil, 2007-2016. *Saúde Debate* 2020; 44(125): 465-77. <https://doi.org/10.1590/0103-1104202012514>

16. Costa SS, Branco MRFC, Aquino Junior J, Rodrigues ZMR, Queiroz RCS, Araujo AS, et al. Spatial analysis of probable cases of dengue fever, chikungunya fever and Zika virus infections in Maranhão State, Brazil. *Rev Inst Med Trop São Paulo* 2018; 60: e62. <https://doi.org/10.1590/S1678-9946201860062>
17. Teixeira TRA, Cruz OG. Spatial modeling of dengue and socio-environmental indicators in the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Cad Saúde Pública* 2011; 27(3): 591-602. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2011000300019>
18. Lippi CA, Stewart-Ibarra AM, Romero M, Lowe R, Mahon R, Van Meerbeek CJ, et al. Spatiotemporal tools for emerging and endemic disease hotspots in small areas: an analysis of dengue and chikungunya in Barbados, 2013–2016. *Am J Trop Med Hyg* 2020; 103(1): 149-56. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.19-0919>
19. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e doença aguda pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 34 de 2018. *Boletim Epidemiológico* 2018; 49(2): 1 [acessado em 12 jan. 2023]. Disponível em: <https://repositorio.observatoriodocuidado.fiocruz.br/bitstream/handle/handle/1591/2018-043.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
20. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal [Internet]. [acessado em 2 mai. 2022]. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/261160#idhm-all>
21. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Índice de Gini [Internet]. [acessado em 2 mai. 2022]. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/261160#sec-renda>
22. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros [Internet]. Brasília: IPEA; 2015 [acessado em 2 mai. 2022]. Disponível em: http://ivs.ipea.gov.br/images/publicacoes/lvs/publicacao_atlas_ivs.pdf
23. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas de população. População residente estimada [Internet] [acessado em 1 mar. 2022]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>
24. 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 [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2013 [acessado em 11 fev. 2022]. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/manual_liraa_2013.pdf
25. Druck S, Carvalho MS, Câmara G, Monteiro AMV. Análise espacial de dados geográficos. Brasília: Embrapa; 2004.
26. Anselin L. GeoDa: local spatial autocorrelation. LISA and Local Moran [Internet]. 2020 [acessado em 10 abr. 2022]. Disponível em: https://geodacenter.github.io/workbook/6a_local_auto/lab6a.html
27. Lima Filho CA, Lima AES, Arcanjo RMG, Silva DL, Jesus GF, Albuquerque AOBC, et al. Perfil epidemiológico dos casos de dengue no estado de Pernambuco, Brasil. *Research, Society and Development* 2022; 11(2): e36711225891. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25891>
28. Freitas JR, Nascimento GILA, Ferreira DSA, Santiago EJP, Moreira GR, Silva ASA, et al. Análise espaço-temporal da incidência de febre Chikungunya no estado de Pernambuco. *Research, Society and Development* 2020; 9(9): e288997114. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7114>
29. Brasil. Ministério da Saúde. Características dos Indicadores. Fichas de Qualificação. Taxa de incidência de dengue – D.2.3 – 2012 [Internet]. [acessado em 30 jun. 2022]. Disponível em: http://fichas.ripsa.org.br/2012/d-2-3/?l=pt_BR
30. Azevedo TS, Lorenz C, Chiaravalloti-Neto F. Spatiotemporal evolution of dengue outbreaks in Brazil. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2020; 114(8): 593-602. <https://doi.org/10.1093/trstmh/traa030>
31. Skalinski LM, Dalvi APR, Natividade M, Braga JU, Costa MCN, Santana EB, et al. The triple epidemics of arboviruses in Feira de Santana, Brazilian Northeast: epidemiological characteristics and diffusion patterns. *Epidemics*. 2022; 38: 100541. <https://doi.org/10.1016/j.epidem.2022.100541>
32. Salata AR, Ribeiro MG. Boletim Desigualdade nas Metrôpoles [Internet] 2021. Porto Alegre: Observatório das Metrôpoles. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2021. [acessado em 1 jul. 2022]. Disponível em: https://www.pucrs.br/datasocial/wp-content/uploads/sites/300/2022/07/boletim_desigualdade_nas_metropoles_06.pdf
33. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de dados – Munic 2017 – saneamento básico [Internet]. [acessado em 28 jun. 2022]. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/agencia-detalle-de-midia.html?view=mediaibge&catid=2103&id=2341>
34. Ribeiro MS, Ferreira DF, Azevedo RC, Santos GBG, Medronho RA. Índices larvais de *Aedes aegypti* e incidência de dengue: um estudo ecológico no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saúde Pública* 2021; 37(7): e00263320. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00263320>
35. Lisboa TR, Serafim IBM, Serafim JCM, Ramos AC, Nascimento RM, Roner MNB. Relação entre incidência de casos de arboviroses e a pandemia da COVID-19. *Rev Interdiscip Ciênc Apl* 2022; 6(10): 31-6. <https://doi.org/10.18226/25253824.v6.n10.04>
36. Brasil. Ministério da Saúde. Nota Informativa nº 8/2020. Recomendações aos Agentes de Combate a Endemias (ACE) para adequação das ações de vigilância e controle de zoonoses frente à atual situação epidemiológica referente ao Coronavírus (COVID-19) [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2020. [acessado em 28 out. 2021]. Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/especial/covid19/pdf/106>
37. Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, Liang WH, Ou CQ, He JX, et al. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. *N Engl J Med* 2020; 382(18): 1708-20. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2002032>
38. Rodriguez-Morales AJ, Villamil-Gómez WE, Franco-Paredes C. The arboviral burden of disease caused by co-circulation and co-infection of dengue, chikungunya and Zika in the Americas. *Travel Med Infect Dis* 2016; 14(3): 177-9. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2016.05.004>

ABSTRACT

Objective: To identify the spatial patterns of chikungunya fever (CHIKF) and the associated socioeconomic, demographic, and vector infestation factors in the 1st Health Region of Pernambuco (1st HRP). **Methods:** This ecological study used a spatial analysis of Mean Incidence Rates (MIR) of probable cases of CHIKF reported among residents of the 19 municipalities of the 1st HRP, in 2015–2021. The univariate and bivariate global Moran indexes (I) were estimated. From the significant associations ($p < 0.05$), clusters were identified using the local Moran index and maps. **Results:** A predominance of the largest CHIKF rates was identified in the east. However, there was a heterogeneous distribution of rates across municipalities, which may have contributed to the absence of spatial autocorrelation of CHIKF ($I = 0.03$; $p = 0.294$) in univariate I. The bivariate I revealed a positive spatial correlation between CHIKF and the Municipal Human Development Index (MHDI) ($I = 0.245$; $p = 0.038$), but with a cluster of cities with low incidences and low MHDI in the west. There was no spatial correlation between CHIKF and the other variables analyzed: population density, Gini index, social vulnerability index, and building infestation index for *Aedes aegypti*. **Conclusions:** The results suggest that only the MHDI influenced the occurrence of CHIKF in the 1st HRP, so that municipalities in the west demonstrated spatial dependence between lower values of MHDI and MIR. However, this spatial correlation may have occurred due to possible underreporting in the area. These findings can assist in the (re)orientation of resources for surveillance and health care services. **Keywords:** Arbovirus infections. *Aedes aegypti*. Chikungunya virus. Spatial analysis. Socioeconomic factors. Public health surveillance.

AGRADECIMENTOS: À 1^a Gerência Regional de Saúde (1^a GERES) da Secretaria Estadual de Saúde de Pernambuco (SES-PE) pela disponibilidade dos dados referentes aos casos de Chikungunya e aos índices de infestação vetorial.

APROVAÇÃO DO CEP: O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira (IMIP), Recife (PE), sob parecer nº 5.281.291, de 09 de março de 2022.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES: Aguiar-Santos, M.: Análise formal, Conceituação, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição, Metodologia. Mendes, L.G.C.M.: Análise formal, Escrita – revisão e edição. Passos, D.F.: Análise formal, Escrita – revisão e edição. Santos, T.G.S.: Análise formal, Escrita – redação e edição. Lins, R.H.F.B.: Administração de projeto, Análise formal, Conceituação, Escrita – revisão e edição, Supervisão. Monte, A.C.P.: Administração do projeto, Análise formal, Conceituação, Curadoria de dados, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição, Metodologia, Supervisão.

FONTE DE FINANCIAMENTO: nenhuma.

