

Análise espaço-temporal da incidência de febre Chikungunya no estado de Pernambuco
Space-Time analysis of Chikungunya fever incidence in Pernambuco state
Análisis espacio-temporal de la incidencia de fiebre Chikungunya en el estado de Pernambuco

Recebido: 29/07/2020 | Revisado: 11/08/2020 | Aceito: 13/08/2020 | Publicado: 18/08/2020

Jucarlos Rufino de Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3497-4263>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: jucarlos123@hotmail.com

Gabriela Isabel Limoeiro Alves Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7565-7873>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: gabriela.isabel@ufrpe.br

Denise Stéphanie de Almeida Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5150-9331>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: denise.s.almeidaf@gmail.com

Edgo Jackson Pinto Santiago

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3981-7635>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: edgoj@hotmail.com

Guilherme Rocha Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6344-1151>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: guirocham@gmail.com

Antonio Samuel Alves da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8759-0036>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: samuelsmathematical@gmail.com

Moacyr Cunha Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3466-8143>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

Resumo

Objetivo: analisar a distribuição espaço-temporal da incidência de febre Chikungunya no estado de Pernambuco, Brasil. Método: a base de dados foi composta pelos registros epidemiológicos sobre incidência de febre Chikungunya em 2018, disponibilizado através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) da Secretaria de Estado de Saúde Pública do Estado do Pernambuco. Utilizaram-se o Índice de Moran global e local para avaliar a autocorrelação espacial da Chikungunya. Resultados: a distribuição espacial dos quadros clínicos de febre Chikungunya demonstrou concentração elevada no litoral do estado, com maior frequência e taxa de incidência nos municípios do Cabo de Santo Agostinho e Escada. Houve formação de *clusters* com autocorrelação espacial positiva entre os municípios do Cabo de Santo Agostinho e Vitória de Santo Antão, revelando incidências semelhantes. Conclusão: a análise espacial permitiu delinear o cenário epidemiológico para incidência de febre Chikungunya, em 2018, constituindo numa ferramenta capaz de nortear planejamentos estratégicos no controle epidêmico em Pernambuco.

Palavras-chave: CHIKV; Epidemiologia; Índice de Moran; Geoprocessamento.

Abstract

Objective: analyze the spatio-temporal distribution of Chikungunya fever incidence in Pernambuco state, Brazil. Method: the database was composed by Chikungunya fever epidemiological records in 2018, available through the Aggravation Notification Information System (SINAN) of Public Health Secretariat for Pernambuco State. The global and local Moran Index were used to assess Chikungunya spatial autocorrelation. Results: spatial distribution of Chikungunya fever clinical picture showed high concentration in state coast, with greater frequency and incidence rate in *Cabo de Santo Agostinho* and *Escada* municipalities. Clusters with positive spatial autocorrelation were formed between *Cabo de Santo Agostinho* and *Victoria de Santo Antão* municipalities, revealing similar incidences. Conclusion: spatial analysis allowed to outline the epidemiological scenario for Chikungunya fever incidence, in 2018, consisting a tool capable of guiding strategic planning for epidemic control in Pernambuco.

Keywords: CHIKV; Epidemiology; Moran Index; Geoprocessing.

Resumen

Objetivo: analizar la distribución espacio-temporal de la incidencia de la fiebre Chikungunya en el estado de Pernambuco, Brasil. Método: la base de datos estaba compuesta por los registros epidemiológicos sobre la incidencia de la fiebre Chikungunya en 2018, disponibles a través del Sistema de Información para Enfermedades de Notificación (SINAN) de la Secretaría de Salud Pública del Estado de Pernambuco. Se utilizó el Índice de Moran global y local para evaluar la autocorrelación espacial de Chikungunya. Resultados: la distribución espacial de los cuadros clínicos de la fiebre Chikungunya demostró una alta concentración en la costa del estado, con mayor frecuencia e índice de incidencia en los municipios de *Cabo de Santo Agostinho* y *Escada*. Hubo formación de *clusters* con autocorrelación espacial positiva entre los municipios de *Cabo de Santo Agostinho* y *Vitória de Santo Antão*, revelando incidencias similares. Conclusión: el análisis espacial permitió delinear el escenario epidemiológico para la incidencia de la fiebre Chikungunya, en 2018, constituyendo una herramienta capaz de guiar la planificación estratégica en el control de epidemias en Pernambuco.

Palabras clave: CHIKV; Epidemiología; Índice de Moran; Geoprocesamiento.

1. Introdução

Febre chikungunya (CHIKV) é uma doença infecciosa emergente, diagnosticada pela primeira vez em 1953 no continente africano e Sudeste Asiático (Tenuta et al., 2018). A arbovirose possui como vetores mosquitos do gênero *Aedes*, particularmente *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, espécies consideradas cosmopolitas e invasoras (Honório et al., 2015).

A espécie *Aedes aegypti* possui comportamento antropofílico (parasita o ser humano) de caráter hematófago, comumente encontrada em repouso no interior de residências e locais de aglomeração humana. Já a espécie *Aedes albopictus*, apresenta comportamento alimentar variado, identificada geralmente em áreas de menor aglomeração humana, alimentando-se e repousando preferencialmente em áreas externas das residências (Honório et al., 2009). A zoonose é desencadeada a partir da picada de fêmeas do mosquito, infectadas pelo vírus Chikungunya (CHIKV) de tipo RNA, família *Togaviridae*, e gênero *Alphavirus* (Leparc-Goffart et al., 2014; Silva et al., 2020).

Posteriormente a inoculação do vírus, células da pele, células endoteliais (vasos sanguíneos) fibroblastos e macrófagos são infectados. O vírus se replica localmente de maneira limitada, no entanto, a carga viral juntamente com células do sistema imunológico infectadas migram pela corrente sanguínea até tecidos-alvo: articulações, músculo, fígado e órgãos

linfóides. Nesses órgãos, existe replicação viral de forma acentuada, acometendo células mononucleares (linfócitos, monócitos e macrófagos) (Tenuta et al., 2018).

A infecção por CHIKV acarreta uma síndrome febril súbita e extenuante que, por efeito da intensidade dos sintomas articulares, denomina-se Chikungunya, com significado “andar curvado” no idioma africano Makonde (Honório et al., 2015). Os processos patológicos desencadeados pelas alterações morfológicas associadas a infecção de tecidos são demonstrados de modo subclínico no fígado, com apoptose (morte celular programada) de hepatócitos; além de aumento e consistência anormal de órgãos linfóides (adenopatia) (Kohler et al., 2018).

A fase aguda é semelhante a dengue e outras arboviroses, no qual o paciente também pode apresentar sintomas como atonia, cefaleia, dor nas costas, calafrios, dor nos olhos, diarreia, dor abdominal, mal-estar (náuseas, vômitos, entre outros) e inchaço associado a tenossinovite (inflamação na bainha tendinosa). Entretanto, características histológicas da inflamação crônica incluem a infiltração por células mononucleares, e a replicação viral nos músculos e articulações, estando associadas à poliartralgia, ou seja, evolução para artrite reumatoide em alguns casos (Tenuta et al., 2018; Silva et al., 2020).

Após surtos epidemiológicos mundiais, como nas ilhas do Oceano Índico, subcontinente indiano, e alguns casos na Europa; o CHIKV adentrou nas Américas por meio da região do Caribe, e o Brasil obteve transmissão autóctone identificada a partir de setembro de 2014, no estado do Amapá (Leparç-Goffart et al., 2014; Honório et al., 2015).

O cenário brasileiro possui potencial de desenvolver expressivas epidemias de febre Chikungunya, em consequência de fatores como: favorecimento do clima tropical e vasta extensão territorial; grande fluxo de pessoas; ampla infestação no ambiente por vetores do CHIKV; cocirculação do CHIKV com demais arbovírus que desencadeiam Dengue (DENV) e Zika vírus (ZIKV), comprometendo a precisão do diagnóstico e abordagem terapêutica; mutações adaptativas sequenciais do CHIKV ao *Ae. albopictus*; maior registro de casos sintomáticos para Chikungunya em comparação aos quadros clínicos de Dengue; amplo período de transmissibilidade (viremia persistindo até 8 dias após primeiros sintomas); disseminação rápida do vírus pela susceptibilidade de toda população humana; abundância de insetos do gênero *Culex* nunca expostos ao CHIKV e múltiplas espécies primatas, oportunizando estabelecimento de ciclos silvestres pela alta adaptabilidade de infecção do CHIKV, detectados até o momento na África e Ásia; limitações do país quanto a vigilância e dificuldade de acesso da população aos serviços de saúde (Tsetsarkin & Weaver, 2011; Higgs & Vanlandingham, 2015; Honório et al., 2015; Pancetti et al., 2015; Eastwood et al., 2017; Marques et al., 2017;

Althouse et al., 2018; Cardoso et al., 2019; Suhana et al., 2019).

Sendo assim, o CHIKV ocasiona grandes impactos tanto na saúde pública quanto na economia, através da elevada capacidade de expansão e pelo surgimento de casos com artralgia crônica. Diante disso, as dores podem perdurar indefinidamente, interferindo na qualidade de vida e capacidade dos indivíduos acometidos de trabalhar e prover suas famílias (Rossi et al., 2019; Silva et al., 2020).

Devido à diversidade limitada entre os tipos virais de CHIKV, a estratégia de vacinação consiste na medida preventiva de maior eficácia para proteger a sociedade e restringir a propagação da doença. Apesar de nenhuma vacina ter sido aprovada, estudos pré-clínicos e clínicos de imunologia já demonstram possíveis candidatos anti-CHIKV (Matusali et al., 2019).

Pereira et al. (2018), através da análise espacial e temporal dos casos de febre Chikungunya no Maranhão, demonstrou que os métodos auxiliam a vigilância epidemiológica, identificando áreas suscetíveis e de populações sob risco de infecção. Um estudo extensivo realizado por Neto et al. (2014) relatam que a integração de mapas dinâmicos georreferenciados para o gerenciamento e vigilância em saúde contribuem no monitoramento e controle de eventos da saúde, bem como para a avaliação do impacto das intervenções.

Nesse sentido, o objetivo do trabalho é analisar a distribuição espacial dos casos de febre Chikungunya no estado de Pernambuco, no ano de 2018, no intuito de investigar, compreender padrões, monitorar e sugerir hipóteses de causalidade. Logo, torna-se fundamental a implantação das ações de vigilância do vírus no Brasil, além do aprimoramento das estratégias de combate aos vetores e controle da doença.

2. Metodologia

2.1 Dados

Trata-se de um estudo epidemiológico do tipo ecológico para analisar a distribuição espaço-temporal da incidência de febre Chikungunya no estado de Pernambuco em 2018, levando-se em consideração todos os seus 185 municípios. A base de dados foi composta pelos registros epidemiológicos (em frequência relativa) sobre incidência de febre Chikungunya em 2018, disponibilizado através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) da Secretaria de Estado de Saúde Pública do Estado de Pernambuco.

Para a análise estatística dos dados, foram utilizados *softwares* estatísticos RStudio (R Team, 2015) e o IBM SPSS Statistics 20 (SPSS, 2011). Para análise espacial, foram empregados os *softwares* QGIS e TerraView.

2.2 Análise espacial

A análise espacial permite identificar aspectos específicos da dinâmica territorial que facilitam o entendimento do fenômeno em estudo, reconhecer situações atípicas, descobrir padrões de associação espacial e agrupamento de valores semelhantes (*clusters*). Neste trabalho, foi realizado a análise exploratória dos dados e, em seguida, o estudo da autocorrelação espacial através do Índice de Moran Global e Local.

O Índice de Moran é um indicador de autocorrelação espacial, definido da seguinte forma:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (z_i - \bar{z})(z_j - \bar{z})}{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2} \quad (1)$$

em que, n representa o número de áreas; z_i denota os valores do atributo considerado na área i ; \bar{z} representa o valor médio do atributo da região de estudo, e w_{ij} os elementos da matriz normalizada de proximidade espacial (Anselin, 1995).

A variação deste índice está entre -1 e 1. Valores próximos de zero indicam a inexistência de autocorrelação espacial; valores positivos indicam correlação positiva, ou seja, locais com atributos semelhantes aos de sua vizinhança; já a autocorrelação negativa é representada quando o índice apresentar valores negativos. Logo, a interpretação desses resultados define se o comportamento dos atributos para o território analisado se distingue da sua vizinhança (Baracho et al., 2014).

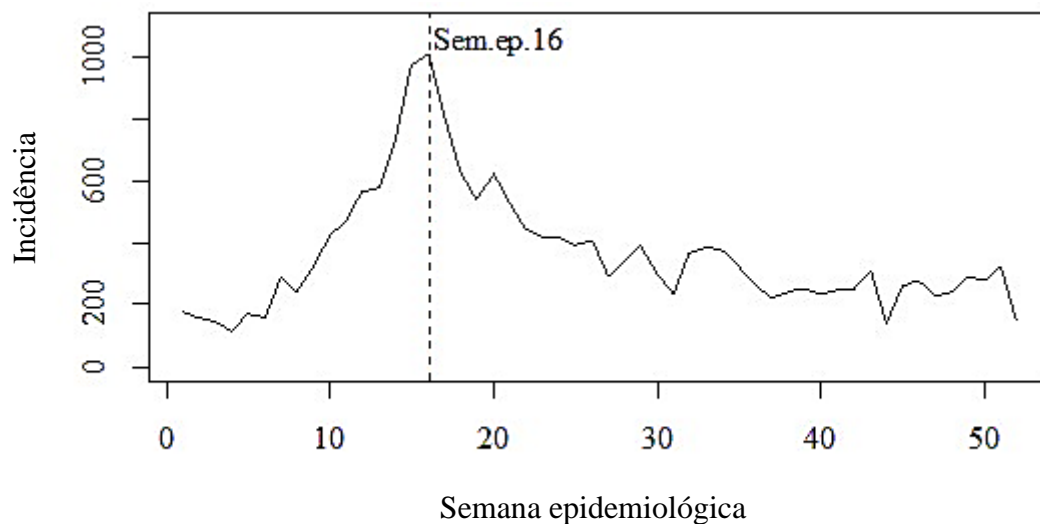
De acordo com Monteiro et al. (2004), o Q1, designado como *high-high* (HH), indica regiões com altos valores para a variável, e cuja vizinhança também possui valores altos. O Q2, denominado *low-low* (LL), expressa localidades com baixos valores em relação aos atributos analisados, acompanhados por vizinhos com o mesmo comportamento. O Q3, *high-low* (HL), é formado por regiões com altos valores para as variáveis em análise, de entorno com regiões com baixos valores. O Q4, *low-high* (LH), contempla locais com valores dos atributos baixos, e sua vizinhança com valores elevados.

3. Resultados e Discussão

Com base na Figura 1, observa-se que os municípios demonstram uma periodicidade semanal. Esse resultado já era esperado, uma vez que a incidência da febre Chikungunya

apresenta um ciclo sazonal semanal, de maior incidência no verão em comparação aos índices encontrados durante o inverno. Resultado corroborado por Costa e Calado (2016) no qual o efeito sazonal possui relevância na influência da expansão geográfica do vetor. Ademais, observa-se que entre as semanas 10 a 24 houve aumento da incidência nos municípios, caracterizando período de transição da estação verão para outono. Neste primeiro semestre são registradas variações de temperaturas, influenciando no ciclo biológico do *Ae. aegypti* (Costa et al., 2019).

Figura 1. Taxa de incidência da febre Chikungunya nas 52 semanas epidemiológicas, no estado de Pernambuco no ano de 2018.

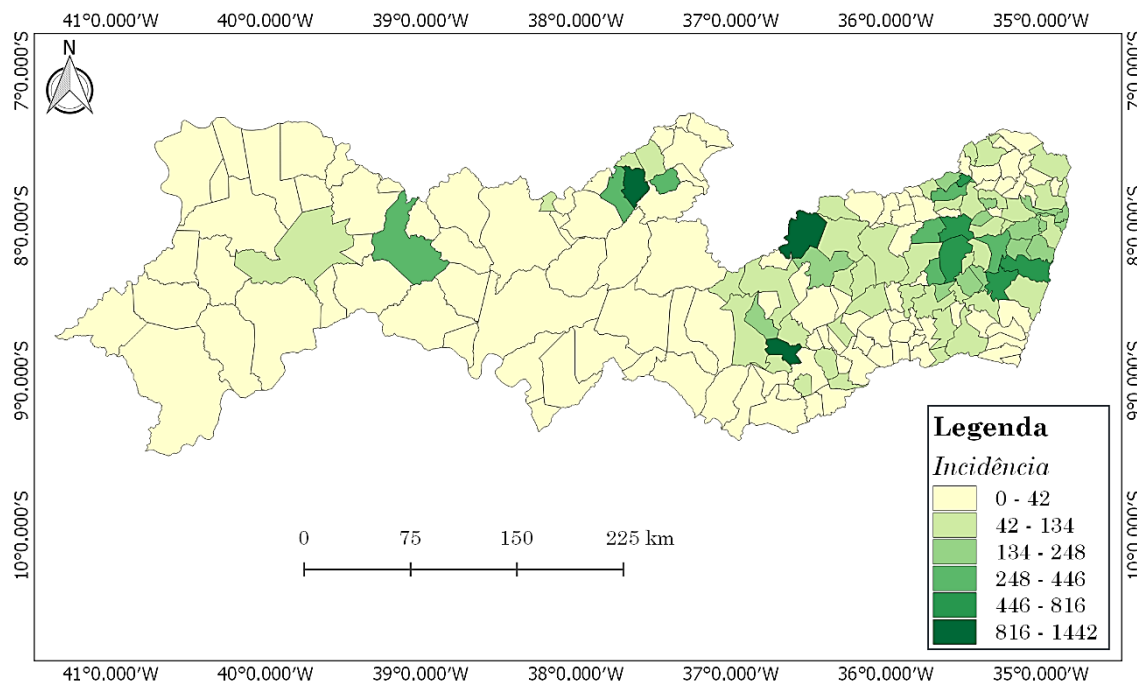


Fonte: Elaborada pelos Autores (2020).

A distribuição espacial da taxa de incidência anual de febre Chikungunya (Figura 2) indicou a Mesorregião Metropolitana do Recife como localidade mais atingida, seguida da Mata Pernambucana e Agreste Pernambucano. Por outro lado, ao se distanciar do litoral, é observado diminuição gradativa da doença, isto é, municípios localizados na Mesorregião do Sertão Pernambucano e Mesorregião do São Francisco Pernambucano apresentaram menores amplitudes (0 a 42), com exceção de Afogados da Ingazeira, que demonstrou incidência de aproximadamente 1217,967 casos. Este resultado pode estar relacionado com distribuição irregular das chuvas na região, além de apresentar clima semiárido, ocasionando menores

índices pluviométricos e comprometendo a eclosão dos ovos do mosquito (Baracho et al., 2014).

Figura 2. Espacialização da taxa de incidência anual da febre Chikungunya nas 52 semanas epidemiológicas, no estado de Pernambuco no ano de 2018.



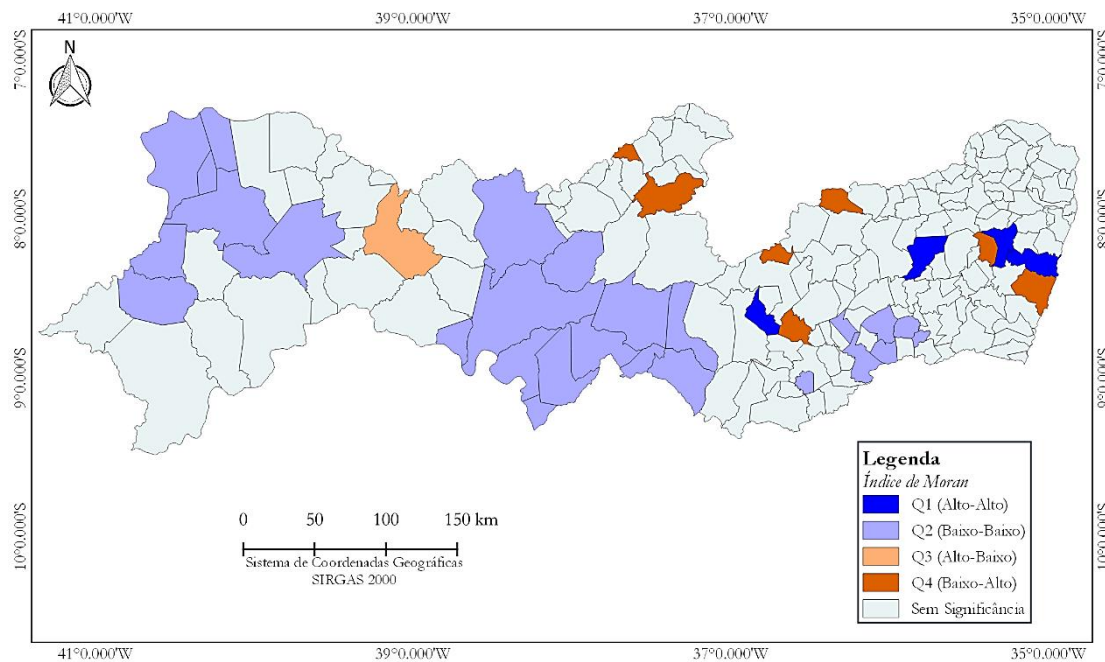
Fonte: Elaborada pelos Autores (2020).

Uma vez analisada a taxa de incidência de dengue na Metropolitana do Recife (Figura 3), encontrou-se correlação espacial de 11,79% (p -valor = 0,015). Apesar baixa correlação nesta análise é importante identificar agrupamentos estatisticamente significativos para realização de ações mais eficazes nos territórios críticos.

A respeito da distribuição espacial dos *clusters*, a disposição dos municípios segundo resultados observados no MoranMap indica que 2,16% ($n = 4$) dos municípios compõem as localidades com alta incidência de Chikungunya, além de vizinhança também com incidência elevada. No segundo quadrante, reúnem-se 14,05% ($n = 26$) dos municípios, destacados em azul claro no mapa, principalmente nas Microrregiões de Araripina, Sertão do Moxotó, Itaparica e Garanhuns. Esses territórios são caracterizados como *clusters* de baixa incidência da arbovirose, apresentando vizinhança com mesmo comportamento. O terceiro e o quarto

quadrante contemplam 4,32% (n = 8) dos municípios, caracterizados por áreas com vizinhança com comportamento antagônico em relação a incidência da Chikungunya. Por fim, 79,46% (n = 147) dos municípios não apresentaram significância estatística (Figura 3). Estudo extensivo realizado por Cavalcante et al. (2020), demonstram que o uso da autocorrelação espaço temporal fornece informações detalhas às autoridades de saúde pública pontos quentes ou bairros que deveriam ser considerados prioritários a ações preventivas da vigilância entomológicas.

Figura 3. Distribuição espacial dos *clusters* significativos (MoranMap) da incidência anual de febre Chikungunya, no estado de Pernambuco no ano de 2018.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2020).

4. Considerações Finais

A análise da distribuição espacial da incidência de febre Chikungunya no estado de Pernambuco possibilitou a visualização dos municípios que apresentam autocorrelação espacial positiva. Sendo assim, demonstrou que 2,16% dos municípios compõem as localidades com alta incidência de Chikungunya, além de vizinhança também com incidência elevada.

Neste sentido, o geoprocessamento, sendo conjunto de técnicas voltadas para coleta e tratamento de informações espaciais numa determinada finalidade, pode ser aplicado como ferramenta eficiente em estudos de saúde pública. Portanto, seu uso beneficia profissionais de saúde responsáveis pela vigilância epidemiológica, que carecem de informações que orientem ao planejamento das políticas públicas de saúde e intervenções.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); ao Programa de Pós-Graduação em Biometria e Estatística Aplicada (PPGBEA) e Secretaria de Informação e Comunicação (SIC).

Referências

- Althouse, B. M., Guerbois, M., Cummings, D. A., Diop, O. M., Faye, O., Faye, A., ... & Sall, A. A. (2018). Role of monkeys in the sylvatic cycle of Chikungunya virus in Senegal. *Nature communications*, 9(1), 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03332-7>
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical analysis*, 27(2), 93-115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Baracho, R. C. M., Ismael Filho, A., Gonçalves, A., Nunes, S. D. T. S., & BORGES, P. D. F. (2014). A influência climática na proliferação da dengue na cidade de Areia, Paraíba. *Revista Gaia Scientia*, 8(1), 65-73.
- Cavalcante, A. C. P., de Olinda, R. A., Gomes, A., Traxler, J., Smith, M., & Santos, S. (2020). Spatial modelling of the infestation indices of *Aedes aegypti*: an innovative strategy for vector control actions in developing countries. *Parasites & vectors*, 13, 1-13. <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04070-w>.
- Cardoso, A. C. A., de Castro Alencar, V. M., Soares, L. C., Terto, T. F., Porto, W. L., de Andrade, A. R. O., ... & Araújo, T. D. S. L. (2019). Associação entre a infecção por

Chikungunya Vírus e o desenvolvimento de formas graves da doença: uma revisão sistemática. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 11(15), e1066-e1066. <https://doi.org/10.25248/reas.e1066.2019>.

Costa, A. K. S., da Silva Nina, L. N., Carvalho, A. C., Quaresma, M. R., & Bomfim, I. M. A. F. (2019). Dengue e Chikungunya: soroprevalência em usuários da atenção básica. *Rev. enferm. UFPE online*, 1006-1014. <https://doi.org/10.5205/1981-8963-v13i04a238828p1006-1014-2019>.

Costa, I. M. P., & Calado, D. C. (2016). Incidence of dengue cases (2007-2013) and seasonal distribution of mosquitoes (Diptera: Culicidae) (2012-2013) in Barreiras, Bahia, Brazil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 25, 735-744. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000400007>.

Eastwood, G., Sang, R. C., Guerbois, M., Taracha, E. L., & Weaver, S. C. (2017). Enzootic circulation of Chikungunya virus in East Africa: Serological evidence in non-human Kenyan primates. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, 97(5), 1399-1404. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.17-0126>.

Higgs, S., & Vanlandingham, D. (2015). Chikungunya virus and its mosquito vectors. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 15(4), 231-240. <https://doi.org/10.1089/vbz.2014.1745>.

Honório, N. A., Câmara, D. C. P., Calvet, G. A., & Brasil, P. (2015). Chikungunya: uma arbovirose em estabelecimento e expansão no Brasil. *Cadernos de saúde pública*, 31, 906-908. <https://doi.org/10.1590/0102-311XPE020515>.

Honório, N. A., Castro, M. G., Barros, F. S. M. D., Magalhães, M. D. A. F. M., & Sabroza, P. C. (2009). The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, 25, 1203-1214.

Kohler, L. I. A., de Azevedo, J., Lima, M. A., Marinho, R. A., & de Souza, L. J. (2018). Perfil epidemiológico dos pacientes com evolução subaguda e crônica de infecção por Chikungunya. *Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica*, 16(1), 13-17.

Leparc-Goffart, I., Nougairede, A., Cassadou, S., Prat, C., & De Lamballerie, X. (2014). Chikungunya in the Americas. *The Lancet*, 383(9916), 514.

Marques, C. D. L., Duarte, A. L. B. P., Ranzolin, A., Dantas, A. T., Cavalcanti, N. G., Gonçalves, R. S. G., Junior, L. F. R., Valadares, L. D. A., Melo, A. K. G., Freire, E. A. M., Teixeira, R., Neto, F. A. B., Medeiros, M. M. C., Carvalho, J. F., Santos, M. S. F., Océa, R. A. L. C., Levy, R. A., Andrade, C. A. F. A., Pinheiro, G. R. C., Abreu, M., M., Verztman, J. F., Merenlender, S., Ribeiro, S. L. E., Costa, I. P., Trevisani, V. F. M., Lopes, M. I. B., Brito, C., Figueiredo, E., Queiroga, F., Feitosa, T., Tenório, A. S., Siqueira, G. R., Paiva, R., Vasconcelos, J. T. S. & Christopoulos, G. (2017). Recomendações da Sociedade Brasileira de Reumatologia para diagnóstico e tratamento da febre Chikungunya. Parte 1-Diagnóstico e situações especiais. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 57, s421-s437. <https://doi.org/10.1016/j.rbre.2017.05.006>.

Matusali, G., Colavita, F., Bordi, L., Lalle, E., Ippolito, G., Capobianchi, M. R., & Castilletti, C. (2019). Tropism of the Chikungunya virus. *Viruses*, 11(2), 175. <https://doi.org/10.3390/v11020175>.

Monteiro, A. M. V., Câmara, G., Carvalho, M. S., & Druck, S. (2004). Análise espacial de dados geográficos. *Brasília: Embrapa*.

Neto, V. C., Chiari, N. S., Carvalho, I., Pisa, I. T., & Alves, D. (2014). Desenvolvimento e integração de mapas dinâmicos georreferenciados para o gerenciamento e vigilância em saúde. *Journal of health informatics*, 6(1).

Pancetti, F. G. M., Honório, N. A., Urbinatti, P. R., & Lima-Camara, T. N. (2015). Twenty-eight years of *Aedes albopictus* in Brazil: a rationale to maintain active entomological and epidemiological surveillance. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 48(1), 87-89. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0155-2014>.

Pereira, E. D. A. (2018). Análise espacial e temporal dos casos de febre de Chikungunya no Maranhão, Brasil (Doctoral dissertation). 139 p.

Rossi, S. L., Comer, J. E., Wang, E., Azar, S. R., Lawrence, W. S., Plante, J. A., ... & Weaver, S. C. (2019). Immunogenicity and efficacy of a measles virus-vectored Chikungunya vaccine in nonhuman primates. *The Journal of infectious diseases*, 220(5), 735-742. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiz202>

Silva, M. B. A., de Almeida, L. A. N., da Silva Nunes, N. P., Ferreira, G. M. D. O. G., de Macedo Quinino, L. R., de Miranda Lopes, K. A., & da Silva Brito, M. I. B. (2020). Using the fast survey of the *Aedes aegypti* rate (LIRAA) as a monitoring tool of Chikungunya virus introduction in Recife. *Brazilian Journal of Health Review*, 3(1), 936-954. <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n1-074>.

SPSS, I. (2011). IBM SPSS statistics base 20. *Chicago, IL: SPSS Inc.*

Suhana, O., Nazni, W. A., Apandi, Y., Farah, H., Lee, H. L., & Sofian-Azirun, M. (2019). Insight into the origin of Chikungunya virus in Malaysian non-human primates via sequence analysis. *Heliyon*, 5(12), e02682. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02682>.

R Team. (2015). RStudio: integrated development for R. Boston, MA: RStudio.

Tenuta, T. F., Ferreira, E., de Almeida, M. M., Matias, G., Ferreira, E., & Menolli, G. P. (2018). Complicações neurológicas por Chikungunya: relato de caso. *REVISTA COORTE*, (08).

Tsetsarkin, K. A., & Weaver, S. C. (2011). Sequential adaptive mutations enhance efficient vector switching by Chikungunya virus and its epidemic emergence. *PLoS Pathog*, 7(12), e1002412. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002412>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Jucarlos Rufino de Freitas – 20%

Gabriela Isabel Limoeiro Alves Nascimento – 20%

Denise Stéphanie de Almeida Ferreira – 20%

Edgo Jackson Pinto Santiago – 10%

Guilherme Rocha Moreira – 10%

Antonio Samuel Alves da Silva – 10%

Moacyr Cunha Filho – 10%