INVESTIGAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DO VÍRUS CHIKUNGUNYA NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL, ENTRE 2023 E 2025.

Autores: Arthur Bolonese[1], Agata Rossi[1], Lucas André Silva Bonela[1], Jéssica Graça Sant'Anna[2], Suwellen Sardinha Dias de Azevedo[2], Anna Clara Gregório Có[2], Rodrigo Ribeiro-Rodrigues[1,2], Edson Delatorre[1].

[1]Laboratório de Genômica e Ecologia Viral, Departamento de Patologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória – ES.
[2]Laboratório Central de Saúde Pública do Estado do Espírito Santo (LACEN), Vitória – ES

Resumo

O vírus Chikungunya (CHIKV) é um relevante problema de saúde pública, potencializado por condições ecológicas favoráveis à transmissão vetorial. No Espírito Santo, foram registrados 20.005 casos confirmados entre 2023 e 2025. Este estudo analisou o comportamento epidemiológico no estado durante este período, integrando variáveis epidemiológicas, ambientais e sociodemográficas. Observou-se atraso entre os picos de incidência de casos e a taxa de transmissão, compatível ao ciclo de amplificação vetorial. Municípios ao norte do estado apresentaram maior incidência, temperaturas e potencial de transmissão, associados a vulnerabilidade social, enquanto a região metropolitana também concentrou alta incidência. A sazonalidade marcou característica na transmissão, com aumento da taxa de transmissão em meses de maior temperatura. A população feminina de 40 a além de 60 anos sofreram maior carga de infecções. Os resultados obtidos podem subsidiar estratégias de controle e mitigação do impacto de arboviroses ao integrar fatores epidemiológicos, ambientais e sociodemográficos.

Palavras-chave: Chikungunya. Epidemiologia. Incidência. Transmissão. Sazonalidade.

Área do Conhecimento: Ciências Biológicas.

Introdução

O vírus Chikungunya (CHIKV) é um arbovírus envelopado, de RNA de fita simples e sentido positivo, pertencente ao gênero *Alphavirus*, família *Togaviridae*. Seu genoma apresenta um cap com resíduo de N7-metil-guanilato na extremidade 5', e cauda poliadenilada na extremidade 3' de genoma viral de dois quadros de leitura aberta (Moreira *et al*., 2023). A infecção por CHIKV caracteriza resposta inflamatória aguda com alta probabilidade de cronificação e morbidade (Freppel *et al*., 2024).

O vírus foi inicialmente descrito em 1953 na Tanzânia e desde então três genótipos principais foram identificados, com respectivas distribuições geográficas, sendo assim, a linhagem Oeste Africana (WA) disseminou-se menos, permanecendo endêmica em países subsaarianos através de eventos de transbordamento entre ciclos enzoóticos e urbanos, restrita ao continente Africano (Sharif *et al*., 2021 Ramphal *et al*., 2024). A linhagem Asiática gerou epidemias persistentes em países Sul Asiáticos, com grande predominância em áreas urbanizadas, além de ter demonstrado maior divergência genética entre as demais linhagens (Ramphal *et al*., 2024; Zhang *et al*., 2025). A linhagem Sul, Centro e Leste Africana (ECSA) teve ampla disseminação e adaptação a variadas condições geográficas, originando inclusive a sublinhagem do Oceano Índico na Ilha de Reunião a partir de um surto originado no Quênia, essa linhagem trouxe grande vantagem evolutiva pela adaptação ao vetor *Aedes albopictus* (Sharif *et al*., 2021; Ramphal *et al*., 2024; Zhang *et al*., 2025). O CHIKV foi introduzido no Brasil em 2014, com cocirculação da linhagem ECSA, introduzida na Bahia e Asiática, introduzida no Amapá (Naveca *et al.,* 2019; Moreira *et al.,* 2023). Desde então o Brasil vem experimentando epidemias rápidas e localizadas, com alta taxa de transmissão, seguidos de períodos de baixa incidência devido a imunização da população pré-exposta. A transmissão apresenta alta heterogeneidade devido a grande variância entre clima local, população vetorial, e condições sociodemográficas (De Jesus *et al*., 2024; De Souza *et al*., 2024). Sendo assim, o Espírito Santo sofreu uma grande onda epidêmica de casos de CHIKV, devido

à população suscetível, alta presença vetorial e proximidade ao Rio de Janeiro, que enfrentou epidemias em anos posteriores (Clipes *et al.,* 2024). Durante o período analisado, foram confirmados 17 mil casos prováveis e 7 óbitos confirmados no estado (Brasil, 2026).

Mudanças climáticas vêm abrangendo as fronteiras vetoriais para localizações historicamente inertes. Fatores climáticos exercem influência direta no ciclo de vida vetorial, verifica-se proporcionalidade entre aumento de temperatura e taxa metabólica e período de incubação extrínseco, promovendo o potencial de infecção. Chuvas podem exercer efeito positivo quando níveis moderados disponibilizam mais criadouros para o desenvolvimento dos vetores, no entanto chuvas muito intensas arrastam tais criadouros. Efeitos antrópicos de armazenamento de água em reservatórios artificiais durante períodos de seca levam ao desenvolvimento de vetores em proximidade domiciliar (Bartlett *et al*., 2025; Caminade; McIntyre; Jones, 2019; Semenza; Rocklöv; Ebi, 2022).

Dessa forma, compreender a dinâmica epidemiológica do CHIKV no Espírito Santo é relevante para o planejamento de medidas de vigilância e controle. Este estudo teve como objetivo analisar a distribuição temporal e espacial dos casos de CHIKV no estado entre 2023 e 2025 e avaliar sua relação com indicadores de transmissão, condições climáticas e características sociodemográficas.

Metodologia

Trata-se de estudo descritivo, retrospectivo e ecológico sobre a transmissão de CHIKV no Espírito Santo entre 2023 e 2025, utilizando dados secundários, agregados e anônimos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Vila Velha (CAAE: 84698324.7.0000.5064). Os dados epidemiológicos (data de notificação, município de residência, sexo, idade, classificação final e evolução dos casos) foram obtidos através do Ambiente de Gerenciamento Laboratorial (GAL). Variáveis climáticas (precipitação, temperatura e ponto de orvalho a 2m) foram obtidas da base de dados ERA5/ECMFW, dados demográficos foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

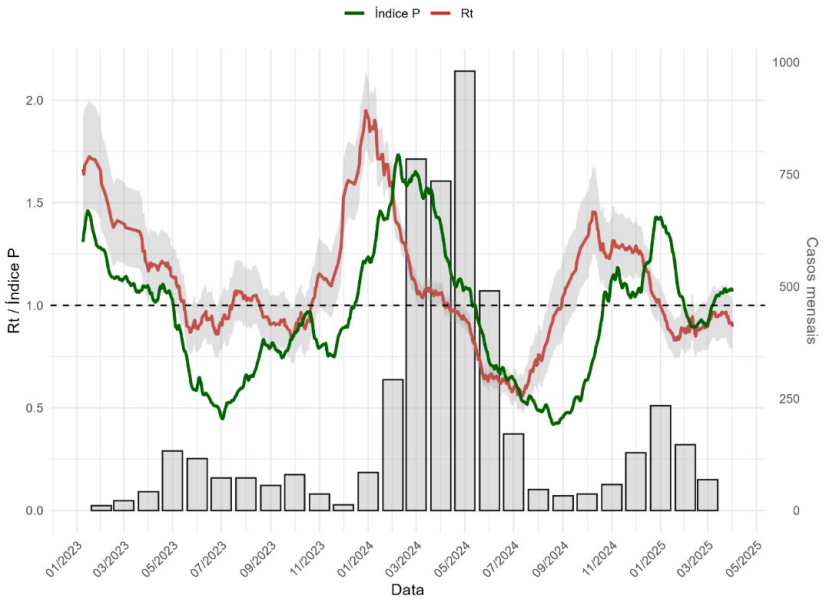
As análises foram realizadas no ambiente R (v 4.5.0), indicadores como incidência municipal (razão entre casos positivos e população municipal, normalizada por 100 mil habitantes), número reprodutivo efetivo (Rt) utilizaram o pacote EpiEstim (janelas temporais móveis de 8 semanas e intervalos seriais de 14 dias), que determinaram o comportamento de transmissão de CHIKV. A estimativa do potencial de transmissão vetorial pelo Índice P, foi realizado utilizando o pacote Mosquito-borne Viral Suitability Estimator (MVSE), como parâmetro de adequação climática à transmissão de CHIKV.

A taxa de amostragem foi calculada pelo número de testes totais dividido pela população municipal, normalizado em 100 mil habitantes. A nível estadual e municipal, a temperatura foi definida pela média, a precipitação pela soma acumulada e a umidade relativa definida através da temperatura de orvalho utilizando a aproximação de August-Roche-Magnus. O índice P utilizou parâmetros dependentes de temperatura (período de vida do mosquito, período de incubação extrínseco, taxa de picada diária e probabilidade de transmissão por picada em humano) e parâmetros independentes de temperatura (expectativa de vida em humanos, probabilidade de infecção de humano para mosquito por picada, período infeccioso humano e período de incubação humano) associados às variáveis climáticas. Análises de correlação entre os indicadores epidemiológicos, climáticos, ecológicos e sociodemográficos foram realizados pelo método de Spearman no R, utilizando significância de $p < 0,05$, expressos em correlograma.

Resultados

Entre 2023 e 2025, verificaram-se 5.153 casos confirmados laboratorialmente. Em 2023, 665 (13%) casos foram registrados. Em 2024 houve um aumento significativo de casos, caracterizando a maior onda epidêmica entre os anos, com 3.841 casos (74.5%). Em 2025 verifica-se a menor onda dentre os anos, registrando 647 (12%) dos casos. Os maiores valores de Rt ocorreram nos meses de janeiro nos três anos observados (1,71 em 2023, 1,91 em 2024, 1,31 em 2025) adotando um comportamento similar ao potencial de transmissão vetorial representado pelo índice P.

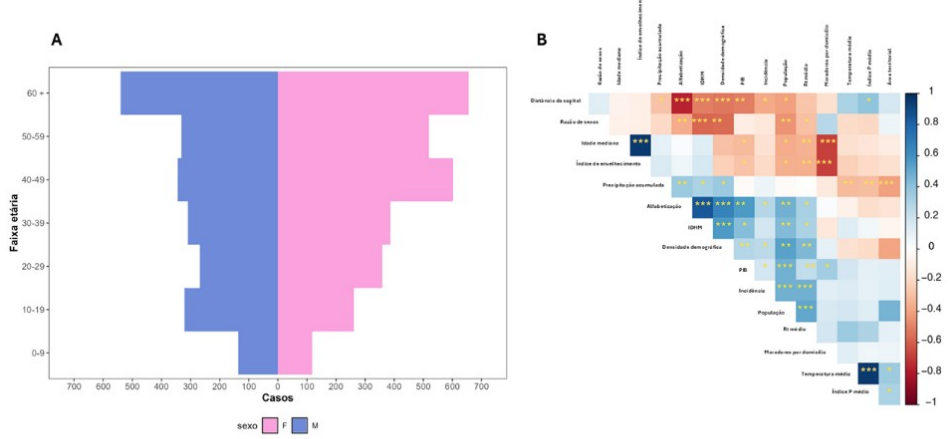
Figura 1 – Indicadores ecológicos e epidemiológicos e casos mensais de CHIKV entre 2023 e 2025. Número reprodutivo efetivo (Rt) (linha vermelha), potencial de transmissão (índice P) (linha verde) e casos mensais (barras cinzas).



Fonte: autoria própria

A análise demográfica (figura 2A) demonstra predominância de casos na população feminina numa razão de 1,3 entre mulheres (n = 2.903, 56,33%) e homens (2.250 casos, 43,67%). Mulheres de 60 anos ou mais (22,6% dos casos femininos) e entre 40 e 49 anos (20,73% dos casos femininos) foram a faixa etária mais afetadas. O padrão etário se mantém para a população masculina homens de 60 anos ou mais (24% dos casos masculinos) e entre 40 e 49 anos (15,3% dos casos masculinos) foram os mais afetados. A análise de correlação (Figura 2B) exibe correlações positivas relevantes entre temperatura média e índice P médio, população municipal e R_t, população municipal e incidência, densidade demográfica e incidência, densidade demográfica e R_t, PIB e incidência, PIB e taxa de transmissão. As correlações negativas de maior relevância correspondem a distância da capital e alfabetização, IDHM e PIB, entre idade mediana e idade de envelhecimento e taxa de transmissão.

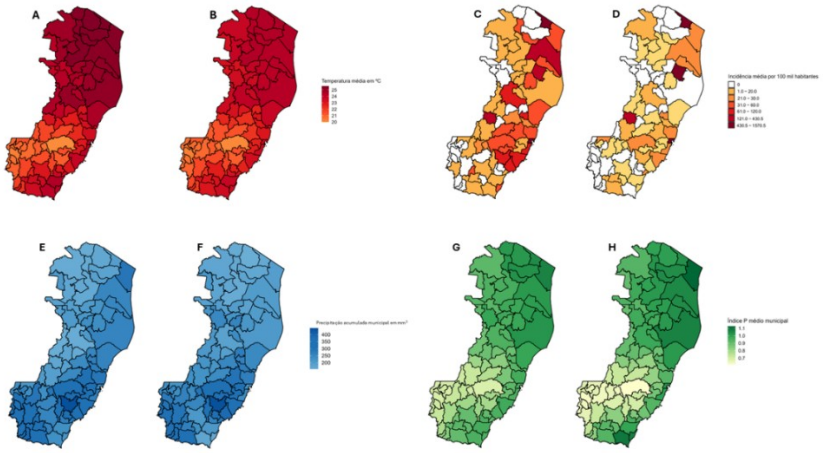
Figura 2 – Pirâmide etária e sexual de casos de CHIKV no Espírito Santo entre 2023 e 2025. A população feminina (rosa) e população masculina (azul) (A). Correlograma de variáveis sociodemográficas, climáticas, ecológicas e epidemiológicas. Correlações positivas (azul) e correlações negativas (vermelho). Asteriscos indicam correlações estatisticamente significativas: * p ≤ 0,05; ** p ≤ 0,01; *** p ≤ 0,001 (B).



Fonte: autoria própria

Os períodos sazonais foram divididos em períodos chuvosos (verão e inverno) e períodos secos (outono e primavera) (figura 3). Os municípios de temperaturas mais elevadas são os localizados no extremo norte do estado, com temperatura média maior em períodos secos (23,45 ºC) que em períodos chuvosos (22,84 ºC) (figura 3A e 3B). A pluviosidade acumulada foi maior em períodos chuvosos (1.68,20 mm) em relação a períodos de seca (1.513,94 mm), com destaque a municípios na região centro-sul do estado (Alfredo Chaves, Domingos Martins, Anchieta, Marechal Floriano e Apiacá) (figura 3E e 3F). Valores médios de índice P foram similares em ambos os períodos (0,88 em períodos chuvosos e 0,89 em períodos chuvosos), com valores superiores em municípios de elevadas temperaturas (figura 3G e 3H). A incidência de CHIKV em períodos secos (50,81 casos por 100 mil habitantes por município) imperam sobre os a incidência de períodos de chuva (27,80 casos por 100 mil habitantes por município).

Figura 3 – Mapas de indicadores epidemiológicos, climáticos e ecológicos. Temperatura média municipal nos períodos secos (A) e chuvosos (B). Incidência municipal em períodos secos (C) e chuvosos (D). Precipitação acumulada municipal em períodos secos (E) e chuvosos (F). Índice P municipal médio em períodos secos (G) e chuvosos (H).



Fonte: autoria própria

Discussão

Os casos de CHIKV observados representam uma fração de 25,76% do total de 20.005 casos positivos totais registrados no painel de monitoramento de arboviroses do Ministério da Saúde entre 2023 e 2025. No ano de maior número de casos, 2024, o Espírito Santo ocupou a posição de terceiro maior número de casos de CHIKV no Brasil (Brasil, 2026). A incidência exibiu comportamento temporal similar ao que autores como Clipes *et al* evidenciou em análises para o ES entre 2018 e 2020 e Moreira *et al* em uma análise para o Rio de Janeiro entre 2015 e 2018, onde ambos visualizaram um aumento gradual da incidência nos meses iniciais de um ano e picos em meses que abrangeram abril a junho.

Os valores máximos de taxa de transmissão incidiram em janeiro para os anos observados, padrão similarmente verificado por Moreira *et al.* O atraso de 3 a 5 meses entre o pico da taxa de transmissão e incidência de casos representa o período necessário para que uma população de vetores desenvolva seu ciclo de crescimento, cresçam e se tornem infectáveis a humanos suscetíveis. A sazonalidade afeta diretamente a dinâmica de transmissão de CHIKV, meses em que há pico de taxas de transmissão coincide com meses de registro de maiores temperaturas, correspondentes ao verão, que condiciona a potencialização vetorial, permitindo o aumento de casos em meses posteriores, em abril a junho.

Os resultados evidenciam similaridade entre potencial de transmissão vetorial e taxa de transmissão, tal comportamento de similaridade entre os dois indicadores é relatado novamente por Moreira *et al.* Verifica-se proporcionalidade direta entre temperatura e índice P, uma vez que municípios com maiores temperaturas médias também exibiram maiores níveis de índice P, tal relação foi observada por Obolski *et al* e Carreto; Gutiérrez-Romero; Rodríguez. Embora os resultados deste

estudo exibirem correlação inversa entre precipitações e índice P, demais autores elaboram sobre efeitos indiretos de chuvas sobre parâmetros entomológicos que regem a dinâmica de transmissão por arboviroses, principalmente a respeito da qualidade e disponibilidade de criadouros dos vetores. Carreto; Gutiérrez-Romero; Rodríguez relatam os efeitos de intensas chuvas consequentes do Furacão Miguel que assolou a cidade de Acapulco no México, onde houve grandes aumentos de índice P e casos de arboviroses pós-furacão. O aumento de incidência em períodos de seca reflete à interseção entre o perfil climático regional, o comportamento vetorial e as práticas antrópicas de armazenamento de água. O norte e noroeste experimentam estiagens prolongadas superior a seis meses (Rosa *et al*., 2024), resultando em escassez hídrica, levando a população a armazenar água em reservatórios artificiais, que acabam funcionando como criadouros independentes de precipitação, (Carreto; Gutiérrez-Romero; Rodríguez, 2022; Newman *et al*., 2024). *Ae. Aegypti*, que predomina o Espírito Santo, domina o período seco e início das chuvas, uma vez que seus ovos são mais resistentes à dessecação e a espécie explora eficientemente criadouros artificiais intradomiciliares e peridomiciliares (Seidahmed; Eltahir, 2016; Rodrigues *et al*., 2023).

Os principais pontos obtidos a partir do correlograma, indicam relação entre baixas condições sociodemográficas e incidência de casos uma vez que, municípios como Pedro Canário, Sooretama e Laranja da Terra, todos que demonstram menores níveis de IDHM e PIB, também demonstraram elevados níveis de incidência de CHIKV. De Jesus Santos *et al.* relatam tanto uma correlação inversa entre altos índices de desenvolvimento e incidência de casos de CHIKV, quanto correlações diretas entre vulnerabilidade social e incidência de casos.

Conclusão

A transmissão de CHIKV no Espírito Santo entre 2023 e 2025 demonstrou comportamento sazonal, influenciado por fatores ecológicos, climáticos e sociodemográficos, de maior incidência em 2024, com heterogeneidade espacial de casos e predominância ao norte e região metropolitana do estado, picos de casos entre maio e junho. O número reprodutivo efetivo e índice P mostraram-se importantes indicadores para a descrição do comportamento de transmissão, voltada à associação com fatores climáticos e entomológicos. Meses que registraram maiores temperaturas, assim como municípios neste mesmo contexto incidiram maiores números de casos. Paralelamente, variáveis sociodemográficas também se correlacionaram com maiores incidências de casos em municípios que apresentam piores condições de desenvolvimento, evidenciando como a desigualdade social influencia na vulnerabilidade e suscetibilidade da população às arboviroses. Portanto, a integração das diferentes variáveis epidemiológicas, climáticas, ecológicas e socioeconômicas configura-se como uma estratégia robusta para a vigilância epidemiológica contínua e integrada, constituindo ferramenta fundamental para o delineamento de ações de controle e mitigação de impactos de arboviroses para a saúde pública.

Referências

BARCELLOS MADEIRA ROSA, Yasmim et al. Climate change impacts on dengue transmission areas in Espírito Santo state, Brazil. **Oxford Open Immunology**, v. 5, n. 1, p. iqae011, 1 jan. 2024.

BARTLETT, Maggie L. et al. Arthropod-borne disease challenges from planetary warming, urbanization, and migration. **Virology Journal**, v. 22, p. 325, 10 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Painel de Monitoramento das Arboviroses. Brasília, DF: Ministério da Saúde. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-az/a/aedes-aegypti/monitoramento-das-arboviroses. Acesso em: 20 jun. 2026.

CARRETO, Constantino; GUTIÉRREZ-ROMERO, Roxana; RODRÍGUEZ, Tania. Climatedriven mosquito-borne viral suitability index: measuring risk transmission of dengue, chikungunya and Zika in Mexico. **International Journal of Health Geographics**, v. 21, n. 1, p. 15, 27 out. 2022.

CLIPES, Marcus Vinicius Salvador et al. Analysis of spatial and demographic factors associated with chikungunya in Espírito Santo state, Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 118, n. 9, p. 597–604, 2 set. 2024.

DE JESUS SANTOS, Thiago et al. Spatial and Temporal Dynamics of Chikungunya Incidence in Brazil and the Impact of Social Vulnerability: A Population-Based and Ecological Study. **Diseases**, v. 12, n. 7, p. 135, jul. 2024.

DE SOUZA, William M. et al. Chikungunya: a decade of burden in the Americas. **Lancet Regional Health - Americas**, v. 30, p. 100673, 8 jan. 2024.

FREPPEL, Wesley et al. Pathogenicity and virulence of chikungunya virus. **Virulence**, v. 15, n. 1, p. 2396484, 2024.

MOREIRA, Filipe Romero Rebello et al. Epidemiological and genomic investigation of chikungunya virus in Rio de Janeiro state, Brazil, between 2015 and 2018. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 17, n. 9, p. e0011536, 28 set. 2023.

NAVECA, Felipe Gomes et al. Genomic, epidemiological and digital surveillance of Chikungunya virus in the Brazilian Amazon. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 3, p. e0007065, 7 mar. 2019.

NEWMAN, Erica A. et al. Defining the roles of local precipitation and anthropogenic water sources in driving the abundance of Aedes aegypti, an emerging disease vector in urban, arid landscapes. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 2058, 24 jan. 2024.

QUEIROZ, Eny Regina Da Silva; MEDRONHO, Roberto De Andrade. Spatial analysis of the incidence of Dengue, Zika and Chikungunya and socioeconomic determinants in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Epidemiology and Infection**, v. 149, p. e188, 2021.

RAMPHAL, Yajna et al. Understanding the Transmission Dynamics of the Chikungunya Virus in Africa. **Pathogens**, v. 13, n. 7, p. 605, 22 jul. 2024.

SEIDAHMED, Osama M. E.; ELTAHIR, Elfatih A. B. A Sequence of Flushing and Drying of Breeding Habitats of Aedes aegypti (L.) Prior to the Low Dengue Season in Singapore. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 10, n. 7, p. e0004842, 26 jul. 2016.

ZHANG, Yi et al. Global resurgence of Chikungunya virus: outbreak drivers and emerging solutions. **Emerging Microbes & Infections**, v. 15, n. 1, p. 2603714, 2025.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), por meio do Edital FAPES nº 13/2025 – UNIVERSAL, processo FAPES nº 1472/2025 (SIAFEM nº 2025-G876J), e do Edital FAPES/CNPq/Decit-SECTICS-MS/SESA nº 17/2024 – PPSUS, processo FAPES nº 1342/2025 (SIAFEM nº 2025-3PBXS). Agradecemos ao Laboratório Central de Saúde Pública do Espírito Santo (LACEN-ES), pelo fornecimento dos dados laboratoriais e pelo suporte técnico essencial à realização das análises epidemiológicas apresentadas neste trabalho.