

**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Minas Gerais
Campus Bambuí

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS – *CAMPUS BAMBUÍ*
MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE
E TECNOLOGIA AMBIENTAL

Alessandra Resende Couto e Silva

**CONDIÇÕES AMBIENTAIS E SAÚDE OCUPACIONAL: IMPACTO DAS
ARBOVIROSES NO MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE DO CERRADO
BRASILEIRO**

Bambuí – MG

2025

ALESSANDRA RESENDE COUTO E SILVA

**CONDIÇÕES AMBIENTAIS E SAÚDE OCUPACIONAL: IMPACTO DAS
ARBOVIROSES NO MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE DO CERRADO
BRASILEIRO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Minas Gerais – IFMG/Campus Bambuí como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

Linha de Pesquisa: Tecnologias Ambientais

Projeto Estruturante: Meio Ambiente e Saúde III-
Epidemiologia e Saúde Ambiental

Orientadora: Profa. Dra. Simone Magela Moreira

Bambuí – MG

2025

BIOGRAFIA

Discente: Alessandra Resende Couto e Silva

Natural de Bom Despacho - MG

Data de nascimento: 21/09/1978

Filiação: Maria Celestina Resende Couto e Silva e Jose Edvar da Silva

Informações Escolares:

Ensino Médio:

Escola Estadual Francisco Campos. Cidade: Dores do Indaiá - MG. Concluído em 1996.

Curso Superior:

- Bacharelado em Farmácia com habilitação em Bioquímica realizado no Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM, Patos de Minas-MG.
Início: fevereiro de 1999. Término: dezembro de 2003.

Curso de Especialização:

- Especialização em Análises Clínicas Humana e Veterinária pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco - FASF, Luz - MG.
Início: agosto de 2005. Término: novembro de 2006.
- Especialização em Atenção Farmacêutica e Farmácia Clínica com ênfase em Prescrição Farmacêutica pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco - FASF, Luz - MG.
Início: agosto de 2016. Término: novembro de 2018.
- Especialização em Estética e Cosmetologia pela Faculdade Venda Nova do Imigrante - FAVENI, Venda Nova do Imigrante - ES.
Início: agosto de 2023. Término: novembro de 2024.

Experiência Profissional:

- Farmacêutica Hospitalar Responsável Técnica (RT) no Hospital Senhora Aparecida de Luz - MG (2004 a 2008);
- Farmacêutica RT na Farmácia Santo Antônio de Dores do Indaiá - MG (2004 a 2009);

- Farmacêutica-bioquímica do Laboratório de Análises Clínicas da Santa Casa de Misericórdia Dr. Zacarias de Dores do Indaiá - MG (2010 a 2023);
- Farmacêutica-bioquímica, coordenadora e RT no Laboratório de Análises Clínicas da Prefeitura Municipal de Dores do Indaiá - MG (2005 até a data atual);
- Docente dos cursos de graduação em Farmácia, Estética e Cosmetologia, Nutrição e Enfermagem na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco - FASF, Luz - MG (2012 até a data atual);
- Coordenadora da Pós graduação em Atenção Farmacêutica e Farmácia Clínica com ênfase com Prescrição Farmacêutica na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco - FASF, Luz-MG (2016 até a data atual).

FICHA DE APROVAÇÃO**PARECER Nº 23**

Dissertação intitulada de “**Condições ambientais e saúde ocupacional: Impacto das arboviroses no município de pequeno porte do Cerrado Brasileiro**”, de autoria da mestranda em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, **Alessandra Resende Couto e Silva**, sob a orientação da prof. **Dra. Simone Magela Moreira**, aprovada pela Banca Examinadora de Defesa, em 19/12/2025, com a média de 90,7 pontos.

Bambuí (MG), 19 de dezembro de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Alessandra Resende Couto e Silva, Usuário Externo**, em 20/12/2025, às 09:08, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Simone Magela Moreira, Professora**, em 09/01/2026, às 10:14, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Gabriela Campos de Oliveira Filgueira, Usuário Externo**, em 09/01/2026, às 14:40, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Flavia de Faria Siqueira, Professora**, em 12/01/2026, às 11:59, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Augusto Lacorte, Professor**, em 13/01/2026, às 09:53, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2569257** e o código CRC **547D15E0**.

Criado por [ronaldo.barbosa](#), versão 2 por [ronaldo.barbosa](#) em 20/12/2025 08:43:08.

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

S586c Silva, Alessandra Resende Couto e.
Condições ambientais e saúde ocupacional: impacto das arboviroses no município de pequeno porte do cerrado brasileiro. / Alessandra Resende Couto e Silva. – Bambuí, 2025.
123 f.: il.; color.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Magela Moreira.
Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2025.

1. Arboviroses. 2. Condições ambientais. 3. Saúde ocupacional. I. Moreira, Simone Magela. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 658.38

Elaborada por Douglas Bernardes de Castro- CRB-6/2802

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e serenidade que me sustentaram durante toda esta trajetória acadêmica.

À minha orientadora, Dra. Simone Magela Moreira, pelas dedicação e disponibilidade e pelo rigor científico que nortearam cada etapa deste trabalho. Sua orientação sensível e firme foi fundamental para que este estudo se concretizasse.

À coordenação e a todos os professores do Programa de Pós-Graduação, pela excelência no ensino, pelas contribuições compartilhadas e pelo compromisso com a formação de profissionais críticos e éticos. Cada aprendizado adquirido foi essencial para a construção deste percurso.

Ao Ronaldo dos Reis Barbosa, pela colaboração, apoio e incentivo contínuos.

Aos professores da banca examinadora: Dra. Gabriela Campos de Oliveira Filguera, Dra. Flavia de Faria Siqueira e Dr. Gustavo Augusto Lacorte pela disponibilidade.

E, de maneira muito especial, ao meu marido Fernando Oliveira e aos meus filhos Lucca Edward e Beatriz Couto, que compreenderam minha ausência, acolheram meus momentos de cansaço e souberam lidar com o meu período de estresse. Sem o amor, paciência e apoio incondicional de vocês, esta caminhada não teria sido possível. Este trabalho também é de vocês.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para esta conquista, deixo meu sincero agradecimento.

RESUMO

As arboviroses representam um desafio significativo à saúde pública, especialmente em municípios de pequeno e médio porte, onde condições ambientais, urbanização desordenada e vulnerabilidades socioeconômicas favorecem a proliferação do vetor *Aedes aegypti*. Esta dissertação analisou as condições ambientais e os seus impactos sobre a saúde ocupacional, relacionados às arboviroses, em município de pequeno porte do Cerrado brasileiro. O objetivo geral foi avaliar como as condições ambientais influenciam a incidência de arboviroses e seus impactos sobre a saúde ocupacional dos trabalhadores do poder executivo municipal. A pesquisa adotou metodologia mista, integrando revisão sistemática da literatura, análise espaço-temporal com ferramentas de geoprocessamento (QGIS e GeoDa) e estudo observacional retrospectivo com dados de 507 servidores municipais. Os resultados revelaram aumento expressivo de 184% nos casos de arboviroses entre 2023 e 2024, com concentração espacial em áreas de maior vulnerabilidade socioambiental. A análise espacial evidenciou correlações significativas entre variáveis climáticas (temperatura, precipitação e umidade) e a incidência de Dengue e Chikungunya, demonstrando que períodos chuvosos e de maior calor coincidiram com picos de transmissão. Observou-se também associação entre maior incidência e piores condições de saneamento e coleta de resíduos, revelando que as desigualdades ambientais perpetuam os ciclos de transmissão. No âmbito ocupacional, 72,6% dos casos concentraram-se nos setores de Saúde, Educação e Desenvolvimento Social, com média de 4,0 dias de afastamento por caso, totalizando 273 dias de trabalho perdidos. O aumento de 263% no total de dias de absenteísmo entre os dois anos evidenciou o comprometimento da capacidade operacional municipal. Como contribuição metodológica, propôs-se uma Matriz de Continuidade de Serviços, integrando vigilância epidemiológica, saúde ocupacional e gestão pública mediante o Número de Prioridade de Risco. Como produto técnico, foi desenvolvido o aplicativo "ArboAlerta", uma ferramenta de vigilância participativa que integra geolocalização de focos vetoriais, registro comunitário e suporte às ações de controle. A pesquisa concluiu que as arboviroses em Dores do Indaiá constituem fenômeno socioambiental e ocupacional integrado, cuja mitigação demanda abordagens intersetoriais baseadas em evidências territoriais. O fortalecimento da vigilância ambiental integrada, aliado a políticas de saneamento, educação em saúde e proteção específica de categorias profissionais mais expostas, é essencial para promover territórios mais resilientes às arboviroses.

Palavras-chave: Arboviroses. Condições ambientais. Saúde ocupacional. Vigilância epidemiológica. *Aedes aegypti*.

ABSTRACT

Arboviruses represent a significant challenge to public health, especially in small and medium-sized municipalities, where environmental conditions, disorganized urbanization, and socioeconomic vulnerabilities favor the proliferation of the *Aedes aegypti* vector. This dissertation analyzed the environmental conditions and their impacts on occupational health related to arboviruses in a small municipality in the Brazilian Cerrado. The general objective was to evaluate how environmental conditions influence the incidence of arboviruses and their impacts on the occupational health of municipal executive branch workers. The research adopted a mixed methodology, integrating systematic literature review, spatiotemporal analysis with geoprocessing tools (QGIS and GeoDa), and retrospective observational study with data from 507 municipal employees. The results revealed a significant 184% increase in arbovirus cases between 2023 and 2024, with spatial concentration in areas of greater socio-environmental vulnerability. Spatial analysis showed significant correlations between climatic variables (temperature, precipitation, and humidity) and the incidence of Dengue and Chikungunya, demonstrating that rainy and warmer periods coincided with transmission peaks. An association was also observed between higher incidence and worse sanitation and waste collection conditions, revealing that environmental inequalities perpetuate transmission cycles. In the occupational sphere, 72.6% of cases were concentrated in the Health, Education, and Social Development sectors, with an average of 4.0 days of absence per case, totaling 273 lost workdays. The 263% increase in total absenteeism days between the two years evidenced the compromise of municipal operational capacity. As a methodological contribution, a Service Continuity Matrix was proposed, integrating epidemiological surveillance, occupational health, and public management through the Risk Priority Number. As a technical product, the "ArboAlerta" application was developed, a participatory surveillance tool that integrates vector focus geolocation, community reporting, and support for control actions. The research concludes that arboviruses in Dores do Indaiá constitute an integrated socio-environmental and occupational phenomenon, whose mitigation requires intersectoral approaches based on territorial evidence. Strengthening integrated environmental surveillance, combined with sanitation policies, health education, and specific protection for the most exposed professional categories, is essential to promote territories more resilient to arboviruses.

Keywords: Arboviruses. Environmental conditions. Occupational health. epidemiological surveillance. *Aedes aegypti*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO 1

Quadro 1 - Caracterização dos estudos selecionados sobre estratégias de vigilância e controle de arboviroses	25
Quadro 2 - Estratégias de vigilância epidemiológica e ações de prevenção das arboviroses nos estudos analisados	26
Quadro 3 - Fatores ambientais e sociais associados à dinâmica das arboviroses nos estudos analisados	28
Figura 1 - Fluxograma da busca, seleção e inclusão de artigos, 2025.....	24

ARTIGO 2

Tabela 1 - Taxa de incidência dos casos de Dengue e Chikungunya por 1.000 habitantes nas áreas da ESF, Dores do Indaiá – MG, 2023 – 2024	40
Figura 1 - Distribuição espacial dos casos de Dengue e Chikungunya nas PSF de Dores de Indaiá.....	42
Figura 2 - Correlação espacial dos casos de arboviroses com indicadores climáticos (temperatura, precipitação e umidade) em Dores de Indaiá Erro! Indicador não definido.	
Figura 3 - Correlação espacial dos casos de arboviroses com indicadores ambientais (Índice de desenvolvimento humano – IDH, coleta de resíduos domiciliares e esgotamento sanitário) em Dores de Indaiá.....	51

ARTIGO 3

Figura 1 - Distribuição por Gênero – (a) Dengue e (b) Chikungunya em Dores do Indaiá – MG (2020-2024)	72
Tabela 1 - Distribuição dos casos de arboviroses por sexo e prevalência.....	71
Tabela 2 - Distribuição dos casos de arboviroses por ano e tipo de doença entre trabalhadores do poder executivo municipal de Dores do Indaiá (2023 – 2024).....	73
Tabela 3 - Distribuição temporal mensal dos casos de arboviroses em trabalhadores municipais de Dores do Indaiá (2023 – 2024)	75
Tabela 4 - Distribuição dos casos de arboviroses por setor de atuação e média de dias de absenteísmo entre trabalhadores municipais de Dores do Indaiá (2023 – 2024)	77
Tabela 5 - Duração e casos de absenteísmo por arboviroses no segundo setor (2023 – 2024)	79

Tabela 6 - Comparativo anual dos indicadores epidemiológicos e de absenteísmo por arboviroses (2023 – 2024) **Erro! Indicador não definido.**

PRODUTO TÉCNICO

Figura 1 - Telas iniciais	106
Figura 2 - Processo de autenticação	107
Figura 3 - Menu de navegação	108
Figura 4 - Mapa de geolocalização.....	109
Figura 5 - Criação do <i>checkpoint</i>	110
Figura 6 - Listagem dos focos	111
Figura 7 - Formulário epidemiológico	112
Figura 8 - Amostragem da rota.....	114
Figura 9 - Menu de navegação com a aba de administração	115
Figura 10 - Aba de relatórios.....	116
Figura 11 - Listagem unidade de saúde.....	117
Figura 12 - Relatório de autoavaliações do município correspondente do agente	118
Figura 13 - Relatório de focos do município correspondente do agente.....	119
Figura 14 - Escala Epidemiológica do município correspondente do agente (Dados correspondentes ao Município de Dores do Indaiá/MG).....	119
Figura 15 - Relatório consolidado de arboviroses para escala epidemiológica (Dados correspondentes ao Município de Dores do Indaiá/MG).....	121
Figura 16 - Mapa de calor (referenciado pelo raio de 100m (cem metros) do foco) referente ao município do agente.	122

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A90	Código da Classificação Internacional de Doenças para Dengue
A91	Código da Classificação Internacional de Doenças para Febre Hemorrágica da Dengue
A92.0	Código da Classificação Internacional de Doenças para Chikungunya
A92.5	Código da Classificação Internacional de Doenças para Zika Vírus
BVS	Biblioteca Virtual em Saúde
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CHIKV	<i>Chikungunya Virus</i> (Vírus Chikungunya)
CHIRPS	<i>Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data</i>
CID-10	Classificação Internacional de Doenças – 10ª Revisão
CNS	Conselho Nacional de Saúde
COVID-19	<i>Coronavirus Disease 2019</i>
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DENV	<i>Dengue Virus</i> (Vírus da Dengue)
ESF	Estratégia de Saúde da Família
EPSG	<i>European Petroleum Survey Group</i> (Padrão de Código para Sistemas de Coordenadas)
ECMWF ERA5-Land	<i>European Centre for Medium - Range Weather Forecasts Reanalysis 5 – Land</i>
FAP	Fração Atribuível Populacional
GEE	<i>Google Earth Engine</i>
GL	Graus de Liberdade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IB	Índice de Breteau
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IFMG	Instituto Federal de Minas Gerais
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IIP	Índice de Infestação Predial
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
I	Índice de Moran Global

IA	Índice de Armstrong
LIRAA	Levantamento Rápido de Índices para <i>Aedes aegypti</i>
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
LISA	<i>Local Indicators of Spatial Association</i>
MG	Minas Gerais
OMS	Organização Mundial da Saúde
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PICO	População, Intervenção, Comparação e Desfecho
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
PSF	Programa de Saúde da Família
QGIS	<i>Quantum Geographic Information System</i>
R	<i>R Project for Statistical Computing</i>
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
RP	Razão de Prevalência
SES-MG	Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SIRGAS 2000	<i>Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000</i>
SISPRESTADO	Sistema de Gestão de Prestadores de Serviços da Saúde
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
UTM	<i>Universal Transverse Mercator</i>
WCAG	<i>Web Content Accessibility Guidelines</i>
YF	<i>Yellow Fever</i>
ZIKV	<i>Zika Virus</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. ARTIGO 1	21
VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA E OS FATORES ASSOCIADOS À PREVENÇÃO DAS ARBOVIROSES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	21
2.1. Introdução	22
2.2. Material e Métodos	23
2.3. Resultados.....	25
2.4. Discussão	29
2.5. Conclusão	31
3. ARTIGO 2	34
CONDIÇÕES AMBIENTAIS E URBANAS ASSOCIADAS À OCORRÊNCIA DE ARBOVIROSES DE UM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE DO CERRADO BRASILEIRO.....	34
3.1. Introdução	35
3.2. Material e Métodos	37
3.3. Resultados e Discussão.....	39
3.3.1. Correlação espacial com indicadores climáticos.....	45
3.3.2. Correlação espacial com indicadores ambientais.....	49
3.3.3. Implicações para vigilância epidemiológica e políticas públicas.....	53
3.3.4. Limitações do estudo.....	57
3.4. Conclusão	57
4. ARTIGO 3	66
3.1. Introdução	67
3.2. Material e Métodos	68
3.3 Resultados e Discussão.....	70
3.4. Conclusão	94
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
APÊNDICE	102
PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO	102

1. INTRODUÇÃO

As arboviroses — especialmente Dengue, Chikungunya e Zika — figuram entre os maiores desafios contemporâneos à saúde pública, sobretudo em países tropicais e subtropicais, onde fatores ambientais, sociais e demográficos se entrelaçam para sustentar a circulação dos vetores e a propagação viral (Almeida; Cota; Rodrigues, 2020; Barcellos *et al.*, 2022; Fernandes *et al.*, 2023). No Brasil, esses agravos vêm se expandindo para além dos grandes centros urbanos, atingindo também municípios de pequeno e médio porte, cujas características ambientais, padrões de urbanização e fragilidades na infraestrutura sanitária favorecem a proliferação do *Aedes sp.* (Couceiro *et al.*, 2022; Santos; Vechi; Uehara, 2022). O vetor, altamente adaptável ao ambiente urbano e capaz de colonizar recipientes domésticos e peridomiciliares, encontra nas estações quentes e chuvosas condições ideais para sua reprodução, tornando a ocorrência das arboviroses marcadamente sazonal (Barcellos *et al.*, 2022; Fonseca Júnior *et al.*, 2019).

No contexto brasileiro, o bioma Cerrado desempenha papel relevante na dinâmica de transmissão das arboviroses, particularmente em municípios de pequeno porte que experimentam processos de urbanização acelerada e desigual. Originalmente caracterizado por um mosaico de formações vegetais que incluem desde campos limpos até matas de galeria, o Cerrado apresenta clima tropical sazonal, com estação chuvosa bem definida entre outubro e março, temperaturas médias anuais elevadas e umidade relativa oscilante ao longo do ano (Ab'Sáber, 2003; Ribeiro; Walter, 2008). Essas características climáticas, associadas à sazonalidade pronunciada das chuvas e à amplitude térmica favorável, criam janelas ecológicas propícias à proliferação de vetores como o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*, especialmente durante os meses mais quentes e úmidos (Confalonieri; Menne, 2007; Lowe *et al.*, 2021). A expansão da fronteira agrícola e a urbanização desordenada no Cerrado vêm promovendo intensas modificações na paisagem, com supressão de vegetação nativa, impermeabilização do solo, alteração dos regimes hídricos e formação de microambientes urbanos que concentram criadouros artificiais — fatores que amplificam a vulnerabilidade ambiental e sanitária das populações residentes (Klink; Machado, 2005; Teixeira; Costa; Carvalho, 2020).

Municípios de pequeno porte inseridos no Cerrado, como Dores do Indaiá, constituem cenários epidemiológicos representativos de uma parcela significativa do território brasileiro. Caracterizados por populações entre 5.000 e 50.000 habitantes, esses municípios frequentemente apresentam infraestrutura sanitária deficitária, baixa cobertura de saneamento básico, sistemas de vigilância epidemiológica e ambiental com capacidade técnica limitada,

além de condições socioeconômicas heterogêneas que se traduzem em desigualdades territoriais marcantes (Monken; Barcellos, 2005; Santos; Rigotto; Augusto, 2007). A interação entre o regime climático sazonal típico do Cerrado, os padrões de ocupação urbana desigual e as fragilidades institucionais locais cria condições propícias para a emergência e reemergência de arboviroses, configurando um problema de saúde pública recorrente e de difícil controle (Barcellos *et al.*, 2009; Tauil, 2002). Assim, estudar as arboviroses em um município de pequeno porte do Cerrado não representa apenas a análise de um caso isolado, mas sim a investigação de um exemplo analítico cujos achados possuem potencial de generalização para outros territórios com características ambientais, demográficas e estruturais semelhantes, contribuindo para a compreensão da determinação socioambiental das arboviroses no interior do Brasil (Confalonieri; Marinho, 2007; Rigotto; Augusto, 2007).

Abordagens sobre o processo saúde/doença/cuidado, no nível populacional, podem ser favorecidas pelo potencial explicativo do território. Compreendido como o resultado de acumulações históricas, o território proporciona condições para a ocorrência de doenças, indicando uma categoria de síntese e convergência de processos relacionados à saúde, às condições de vida e ao ambiente (Barcellos *et al.*, 2002). Para as arboviroses, essa dinâmica complexa demanda ações integradas de vigilância epidemiológica, controle ambiental e engajamento comunitário tendo em vista a mitigação dos riscos (Almeida; Cota; Rodrigues, 2020; Fernandes *et al.*, 2023).

Além do impacto epidemiológico, essas doenças impõem um ônus significativo à saúde ocupacional, prejudicando a capacidade laborativa e a produtividade dos trabalhadores. Sintomas persistentes, como as artralguas incapacitantes, associadas à Chikungunya, assim como as formas graves de Dengue, contribuem para elevar os índices de absenteísmo, afastamentos prolongados e comprometimento funcional, com implicações econômicas para as famílias, as instituições e para o próprio município (Barcellos *et al.*, 2022; Silva; Brandão; Vitória, 2019). As consequências vão além do impacto clínico imediato, afetando também a qualidade de vida dos trabalhadores e a dinâmica econômica local, o que pode prolongar afastamentos e comprometer a produtividade de forma duradoura.

Em Dores do Indaiá, Minas Gerais (MG), observa-se nos últimos anos um crescimento expressivo das notificações de Dengue e a emergência progressiva da Chikungunya, em um contexto marcado por altas temperaturas, elevada umidade e urbanização desigual. Embora se reconheça a influência de fatores ambientais sobre a incidência dessas doenças, pouco se sabe sobre como essas mesmas condições repercutem sobre a saúde ocupacional dos trabalhadores locais. Particularmente, em municípios menos urbanizados, são

raros os estudos que abordam de forma articulada os determinantes ambientais das arboviroses e suas repercussões sobre a saúde do trabalhador. Essa lacuna dificulta o planejamento de políticas públicas integradas e contextualizadas, capazes de reduzir a vulnerabilidade ambiental e proteger a força de trabalho local. A ausência de informações sistematizadas sobre essas repercussões impede a elaboração de estratégias eficazes que articulem vigilância ambiental, epidemiológica e saúde do trabalhador (Aguiar-Santos *et al.*, 2023).

É importante que os profissionais da saúde e os gestores públicos tenham acesso a informações demonstrativas da magnitude do problema em cada localidade, com base na situação epidemiológica, e assim disponham de subsídios para os planejamento e monitoramento das intervenções a serem empreendidas (Garbin *et al.*, 2018). Nesse sentido, a integração de dois eixos analíticos, ambiental e ocupacional, mostra-se fundamental para oferecer subsídios que possibilitem ações mais eficazes e contextualizadas no enfrentamento das arboviroses. Os resultados dessa abordagem integrada poderão apoiar a formulação de estratégias locais para reduzir a incidência das doenças, proteger os trabalhadores e fortalecer a resiliência social e econômica do município.

Diante desse cenário, coloca-se a seguinte questão de pesquisa: Em que medida as condições ambientais — como clima, urbanização e presença de criadouros — influenciam na incidência de arboviroses e quais são os impactos dessas doenças sobre a saúde ocupacional dos trabalhadores do Município de Dores do Indaiá – MG, no período de 2020 a 2024? Para orientar a investigação da pergunta de pesquisa, o estudo parte das hipóteses de que: (i) existe associação significativa entre variações climáticas (temperatura, umidade e precipitação) e os picos sazonais de arboviroses no município, sobretudo durante o período chuvoso; (ii) áreas urbanas com maior densidade populacional e acúmulo de criadouros de *Aedes aegypti* concentram maior número de casos, refletindo a inter-relação entre vulnerabilidade ambiental e social; (iii) o aumento da incidência de arboviroses repercute negativamente sobre a saúde ocupacional, elevando os índices de afastamentos e comprometendo a produtividade dos trabalhadores locais; e (iv) a combinação entre fatores ambientais críticos e lacunas na infraestrutura urbana expõe a população a riscos epidemiológicos e amplia os efeitos adversos sobre a força de trabalho.

Desse modo, o **objetivo geral** desta dissertação é analisar as condições ambientais e os seus impactos sobre a saúde ocupacional, relacionados às arboviroses em município de pequeno porte inserido no bioma Cerrado brasileiro, identificando as associações entre os determinantes socioambientais territoriais e os efeitos sobre a capacidade laborativa dos trabalhadores. Para atingir esse objetivo geral, delinearam-se os seguintes **objetivos**

específicos:

- (i) mapear a distribuição espaço-temporal dos casos de arboviroses e sua relação com variáveis climáticas e urbanas;
- (ii) avaliar os impactos das arboviroses na saúde ocupacional dos trabalhadores do poder executivo municipal;
- (iii) desenvolver uma ferramenta tecnológica de vigilância participativa para apoio a prevenção e ao controle das arboviroses no território.

Esta dissertação está estruturada em três capítulos, um apêndice e anexos. Cada capítulo aborda um eixo específico, ambiental e ocupacional, estando articulados para oferecer uma compreensão integrada do impacto das arboviroses no município estudado.

O primeiro capítulo apresenta uma revisão sistemática da literatura, submetida à publicação no periódico “Saúde & Sociedade”, que investigou a produção científica relacionada à interface entre arboviroses, saúde ambiental e saúde do trabalhador. O segundo capítulo realiza uma análise espaço-temporal dos casos de arboviroses registrados no município pesquisado entre 2020 e 2024, utilizando variáveis como temperatura, umidade, precipitação e densidade de criadouros de *Aedes aegypti*. O terceiro capítulo investiga os impactos das arboviroses na saúde ocupacional dos trabalhadores do poder executivo municipal, concentrando-se nos efeitos sobre afastamentos, absenteísmo e produtividade laboral. E o apêndice, por fim, apresenta o produto técnico desenvolvido: o aplicativo “ArboAlerta”, uma ferramenta integrada de monitoramento e gestão dos impactos ambientais e ocupacionais das arboviroses, que integra funcionalidades como geolocalização de focos vetoriais, registro comunitário e suporte à ação dos agentes de saúde.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AGUIAR-SANTOS, A. M. *et al.* Arboviroses e saúde do trabalhador: desafios contemporâneos. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 48, p. e12, 2023.
- ALMEIDA, L. S.; COTA, A. L. S.; RODRIGUES, D. F. Determinantes ambientais das arboviroses em municípios brasileiros: uma revisão integrativa. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. e00123419, 2020.
- BARCELLOS, C. *et al.* Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 31, n. esp. 1, p. e2021659, 2022.
- BARCELLOS, C. *et al.* **Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil**. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 18, n. 3, p. 285-304, 2009.
- BARCELLOS, C. *et al.* Organização espacial, saúde e qualidade de vida: análise espacial e uso de indicadores na avaliação de situações de saúde. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 11, n. 3, p. 129-138, 2002.
- CONFALONIERI, U. E. C.; MARINHO, D. P. **Mudança climática global e saúde: perspectivas para o Brasil**. *Revista Multiciência*, v. 8, p. 48-64, 2007.
- CONFALONIERI, U. E. C.; MENNE, B. **Human health**. In: PARRY, M. L. *et al.* (Eds.). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. p. 391-431.
- COUCEIRO, L. *et al.* Urbanização e proliferação de *Aedes aegypti* em municípios de pequeno porte no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 56, p. 78, 2022.
- FERNANDES, L. N. *et al.* Vigilância e controle de arboviroses: desafios para municípios de médio e pequeno porte. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, n. 4, p. 1045-1056, 2023.
- FONSECA JÚNIOR, D. P. *et al.* Sazonalidade e fatores climáticos associados à transmissão de Dengue. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 52, p. e20180503, 2019.
- GARBIN, C. A. S. *et al.* Desafios do Sistema Único de Saúde na notificação de doenças: uma análise crítica. **Revista de Administração em Saúde**, v. 18, n. 73, 2018.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. **A conservação do Cerrado brasileiro**. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.
- LOWE, R. *et al.* **Emerging arboviruses in the urbanized Amazon rainforest**. *British Medical Journal*, v. 371, m4385, 2021.

MONKEN, M.; BARCELLOS, C. **Vigilância em saúde e território utilizado: possibilidades teóricas e metodológicas.** Cadernos de Saúde Pública, v. 21, n. 3, p. 898-906, 2005.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **As principais fitofisionomias do bioma Cerrado.** In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.). Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 151-212.

RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. S. **Saúde e ambiente no Brasil: desenvolvimento, território e iniquidade social.** Cadernos de Saúde Pública, v. 23, supl. 4, p. S475-S485, 2007.

SANTOS, J. P. C.; VECHI, N. T.; UEHARA, S. C. S. A. Expansão das arboviroses em pequenos municípios brasileiros: uma análise espacial. **Hygeia – Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 18, p. 1-15, 2022.

SANTOS, S. L.; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. S. **Saúde ambiental e desenvolvimento no Brasil: da Rio-92 às perspectivas futuras.** Saúde e Sociedade, v. 16, n. 3, p. 7-16, 2007.

SILVA, N. M.; BRANDÃO, J. M.; VITÓRIA, A. M. Impactos da Chikungunya na capacidade laboral: uma análise sobre absenteísmo. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 17, n. 2, p. 234-241, 2019.

TAUIL, P. L. **Urbanização e ecologia do dengue.** Cadernos de Saúde Pública, v. 17, supl., p. 99-102, 2002.

TEIXEIRA, M. G.; COSTA, M. C. N.; CARVALHO, M. S. **Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa.** Estudos Avançados, v. 34, n. 99, p. 7-22, 2020.

2. ARTIGO 1

VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA E OS FATORES ASSOCIADOS À PREVENÇÃO DAS ARBOVIROSES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Resumo: Esta revisão sistemática teve como objetivo descrever as estratégias de vigilância epidemiológica e os fatores associados à prevenção das arboviroses, com base em evidências publicadas entre 2020 e 2024. Foram selecionados sete estudos qualificados (Qualis A1-B2), que abordaram intervenções educativas, análises espaciais, ações em atenção primária e em ambientes institucionais. Os resultados apontam para a relevância da educação em saúde, monitoramento populacional e integração de políticas públicas como estratégias eficazes. Fatores como acúmulo de resíduo, déficit de saneamento básico, baixa participação comunitária e vulnerabilidade socioeconômica foram associados ao aumento da incidência dessas doenças. A análise também revelou que estratégias educativas isoladas têm eficácia limitada quando não articuladas a melhorias estruturais. A vigilância epidemiológica, quando bem implementada, demonstrou potencial para reduzir casos e antecipar surtos, especialmente ao considerar aspectos territoriais e sazonais. Conclui-se que o enfrentamento das arboviroses requer ações integradas entre setores da saúde, educação, urbanismo e meio ambiente, além do fortalecimento da atenção básica e da participação comunitária. A adoção de estratégias territorializadas, baseadas em evidências e adaptadas às realidades locais, é essencial para conter a transmissão, prevenir novos surtos e reduzir as desigualdades regionais na vigilância e no controle dessas doenças.

Palavras-chave: Saúde pública. Epidemiologia. Dengue. Chikungunya. Monitoramento.

Abstract: This systematic review aimed to describe epidemiological surveillance strategies and factors associated with arbovirus prevention, based on evidence published between 2020 and 2024. Seven qualified studies (Qualis A1-B2) were selected, which addressed educational interventions, spatial analyses, actions in primary care, and institutional settings. The results point to the relevance of health education, population monitoring, and public policy integration as effective strategies. Factors such as garbage accumulation, poor sanitation, low community participation, and socioeconomic vulnerability were associated with an increased incidence of these diseases. The analysis also revealed that isolated educational strategies have limited effectiveness when not linked to structural improvements. Epidemiological surveillance, when well implemented, has shown potential to reduce cases and anticipate outbreaks, especially when considering territorial and seasonal aspects. It is concluded that combating arboviruses requires integrated actions between the health, education, urban planning, and environment sectors, in addition to strengthening primary care and community participation. The adoption of territorialized strategies, based on evidence and adapted to local realities, is essential to contain transmission, prevent new outbreaks, and reduce regional inequalities in the surveillance and control of these diseases.

Keywords: Public health. Epidemiology. Dengue. Chikungunya. Monitoring.

2.1. Introdução

As arboviroses representam um desafio global para a saúde pública e são caracterizadas por vírus que infectam humanos e animais através de vetores artrópodes hematófagos, em parte de seu ciclo replicativo. Os mosquitos do gênero *Aedes*, em especial *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, destacam-se como os principais vetores dessas arboviroses, com distribuição geográfica ampla e impacto predominante em regiões tropicais, como o Brasil. O crescimento urbano desordenado agrava esse cenário, criando condições favoráveis à proliferação dos vetores e destacando a necessidade urgente de medidas preventivas e de controle (Vitorino; Santos, 2023).

No Brasil, a Dengue (DENV) é a arbovirose mais prevalente, constituindo um problema de saúde pública há décadas. Além dela, outras doenças como Febre Amarela (YF), Chikungunya (CHIKV) e Zika (ZIKV) são ameaças significativas, compartilhando sintomas como febre alta, dores articulares, erupções cutâneas e, em casos graves, manifestações hemorrágicas. A Febre Oropouche também apresenta relevância no país, enquanto outras arboviroses, como Cacipacoré, Iguape e Caraparu, circulam em menor escala (Sousa *et al.*, 2023).

A incidência de arboviroses tem aumentado globalmente, com surtos recorrentes na América Latina, Sudeste Asiático e África. Fatores como deficiências na infraestrutura sanitária e a alta capacidade de mutação do DENV, que sofre frequentes recombinações genéticas, dificultam o controle efetivo, especialmente em regiões com menor desenvolvimento socioeconômico (Morais; Neto; Silva, 2024). Nesse contexto, a vigilância epidemiológica desempenha suas ações atuando no monitoramento sistemático da incidência, na detecção precoce de epidemias e na análise de tendências de disseminação (Santos *et al.*, 2024).

A alta prevalência dessas doenças em regiões tropicais, como o Brasil, bem como as estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS) sobre o risco global, reforçam a necessidade de aprimorar estratégias de vigilância. A eficácia dessas medidas é fundamental para reduzir a incidência, prevenir surtos e proteger a saúde pública, mas pode variar conforme o contexto geográfico e os métodos empregados (Silva *et al.*, 2024). Além disso, a emergência de novos sorotipos e sua rápida adaptação representam ameaças adicionais, exigindo políticas de saúde pública mais eficazes e adaptadas às realidades locais.

Os ciclos de transmissão das arboviroses, marcados pela complexidade de vetores e hospedeiros, impõem desafios significativos. A vigilância sistemática, combinada a estratégias como campanhas de erradicação de vetores e ações comunitárias, é essencial para

conter a disseminação. No entanto, a eficácia dessas medidas depende da implementação adequada e das características regionais. A introdução de novos sorotipos pode agravar o cenário, levando a surtos mais severos e dificultando os esforços de controle (Gonzaga *et al.*, 2024).

Diante dos desafios enumerados, esta revisão bibliográfica teve como objetivo descrever as estratégias de vigilância epidemiológica e os fatores associados à prevenção das arboviroses.

2.2. Material e Métodos

Este texto é fruto de uma revisão sistemática da literatura (RSL), conduzida entre junho e julho de 2024, seguindo as diretrizes da *Cochrane Collaboration* e do método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Donato; Donato, 2019; Liberati *et al.*, 2009; Page *et al.*, 2021). O protocolo incluiu: definição do problema, seleção de estudos, aplicação de critérios de inclusão/exclusão, extração e análise de dados, interpretação dos resultados e redação científica.

A questão central da pesquisa refere-se à monitorização epidemiológica precoce e sua relação com o controle eficaz das arboviroses, o que previne a introdução de novos sorotipos em diferentes cenários geográficos e epidemiológicos, e foi estruturada com base na estratégia PICO, a saber: P (População), municípios brasileiros afetados por arboviroses; I (Intervenção), sistemas e estratégias de vigilância epidemiológica; C (Comparação), cenários com diferentes níveis de implementação de monitorização ou ausência destes sistemas; O (Desfecho), identificação precoce de casos, controle efetivo das arboviroses e prevenção da introdução de novos sorotipos.

As buscas foram realizadas nas bases SciELO, Periódicos CAPES, Google Acadêmico e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), utilizando os descritores “arboviroses”, “vigilância epidemiológica” e “controle de arboviroses”, combinados com o operador booleano AND.

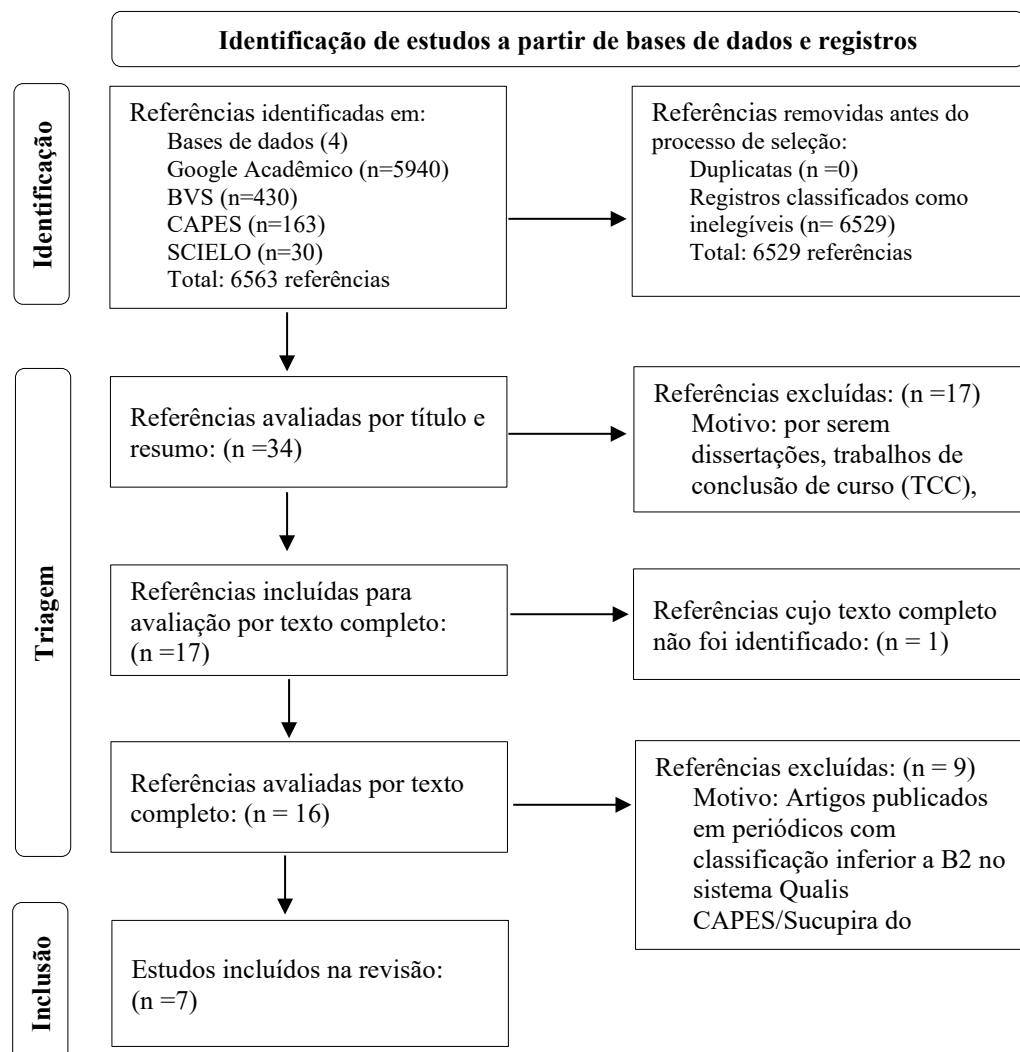
Os critérios de inclusão consideraram artigos publicados entre 2020 e julho de 2024, em português ou inglês, considerando textos completos disponíveis e vinculados a periódicos classificados como Qualis/CAPES A1, A2, B1 e B2. Foram priorizados estudos que: abordassem diretamente estratégias de vigilância epidemiológica e/ou o controle vetorial, resposta a surtos ou a introdução de novos sorotipos no contexto da saúde pública brasileira. A restrição a periódicos Qualis A1-B2 fundamenta-se no rigor metodológico e na credibilidade

acadêmica dessas fontes (Ribeiro *et al.*, 2022).

Como critérios de exclusão, foram eliminados trabalhos não científicos (Trabalho de Conclusão de Cursos, dissertações, teses, livros), artigos sobre arboviroses não endêmicas no Brasil, estudos com foco exclusivamente veterinário, pesquisas sem relação com vigilância ou controle e textos incompletos ou duplicados.

O processo de seleção foi realizado em três etapas consecutivas de filtragem. Na primeira etapa, utilizando o descritor “arboviroses”, foram identificados 6.563 artigos (5.940 no Google Acadêmico, 163 na CAPES, 30 na SciELO e 430 na BVS). O segundo filtro, com a adição do termo “vigilância epidemiológica”, reduziu o número para 1.545 trabalhos (1.520 no Google Acadêmico, 4 na CAPES e 21 na BVS). Por fim, a inclusão do descritor “prevenção arboviroses” resultou em 30 artigos, todos indexados no Google Acadêmico. Após análise preliminar, 34 estudos foram selecionados (30 do Google Acadêmico e 4 da CAPES), dos quais 17 foram excluídos por se enquadrarem nas categorias não científicas predefinidas. A avaliação da classificação Qualis/CAPES (2017–2020) permitiu a exclusão de mais 9 artigos (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma da busca, seleção e inclusão de artigos - 2025



A amostra final foi composta por 7 (sete) artigos que atenderam integralmente aos critérios estabelecidos. Para a extração dos dados, utilizou-se uma ficha padronizada, contendo: informações sobre autores, ano de publicação, local do estudo, arbovirose investigada, estratégias de vigilância e controle adotadas, classificação do periódico, principais resultados e conclusões. Essa abordagem sistemática garantiu a padronização na coleta e análise dos dados, reforçando a confiabilidade dos resultados desta revisão bibliográfica.

2.3. Resultados

O Quadro 1 apresenta a caracterização dos estudos selecionados que investigaram estratégias de vigilância e controle das arboviroses no Brasil, no período entre 2020 e 2024, com ênfase nos autores, ano de publicação, periódico (Qualis), objetivo, desenho do estudo, principais resultados e discussão.

Quadro 1 - Caracterização dos estudos selecionados sobre estratégias de vigilância e controle de arboviroses.

Autores e Ano	Periódico (Qualis)	Objetivo	Desenho do estudo	Principais Resultados	Conclusão
Rosa <i>et al.</i> (2020)	Revista da Jopic (B1)	Promover o conhecimento sobre o ciclo do <i>Aedes aegypti</i> em Teresópolis–RJ	Intervenção educativa	Déficit de conhecimento sobre febre amarela e necessidade de ações educativas	A educação ambiental é essencial para a prevenção de arboviroses
Saavedra <i>et al.</i> (2021)	Revista Baiana de Saúde Pública (B2)	Analisar a interação epidemiológica entre arboviroses e Covid-19 na Bahia	Análise de dados secundários	Coincidência de surtos; comorbidades aumentam risco de óbito por Covid-19	Urgência de políticas públicas integradas em contextos de vulnerabilidade
Franco <i>et al.</i> (2021)	Revista Baiana de Saúde Pública (B2)	Avaliar o conhecimento dos enfermeiros da APS sobre arboviroses	Survey transversal	Conhecimento clínico sobre Dengue é elevado; Zika e Chikungunya são ainda pouco compreendidos	Necessidade de capacitação específica sobre Zika e Chikungunya
Silva <i>et al.</i> (2024)	Revista Extensão (B1)	Relatar oficinas comunitárias sobre doenças crônicas e arboviroses	Relato de experiência	Oficinas promoveram ganhos em saúde e prevenção	Estratégias educativas são eficazes na atenção primária
Nascimento <i>et al.</i> (2024)	Acervo Saúde (B1)	Correlacionar fatores climáticos à ocorrência de Chikungunya	Série temporal (2016–2019)	Maior incidência em 2017, especialmente na estação chuvosa	A sazonalidade climática influencia a transmissão da Chikungunya

		(2016–2019).			
Graça <i>et al.</i> (2020)	Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção (B1)	Avaliar soroprevalência da infecção por Zika vírus em unidade prisional de MT	Estudo sorológico	Alta concordância entre testes; detecção de sororreatividade	Atesta a importância do monitoramento em ambientes prisionais
Tenório; Lopes (2023)	Revista Hygeia (A1)	Analisar distribuição espacial e temporal da Dengue em Arapiraca – AL	Ecológico espacial-temporal	Alta incidência urbana e repetição de epidemias	Mapas são ferramentas importantes para planejamento de ações

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A síntese observada no Quadro 1 contempla diferentes delineamentos metodológicos, abordando desde intervenções educativas e relatos de experiência até análises espaciais e estudos sorológicos, refletindo a diversidade de enfoques adotados na produção científica sobre o tema.

Observa-se que os estudos foram publicados em periódicos qualificados, com predomínio de evidências voltadas à atuação em contextos comunitários, atenção primária à saúde, análise de fatores ambientais e monitoramento populacional. Ao sistematizar os principais objetivos, métodos, resultados e conclusões, o quadro fornece uma visão abrangente das contribuições recentes da literatura para o enfrentamento das arboviroses, destacando aspectos fundamentais como a importância da educação em saúde, a influência dos determinantes climáticos e sociais e a necessidade de políticas públicas integradas (Quadro 1).

O Quadro 2 sistematiza as principais estratégias de vigilância e prevenção de arboviroses identificadas nos estudos analisados (2020-2024), destacando sua implementação em diferentes contextos territoriais e institucionais. Está organizado por autor, ano, tipo de intervenção, local de aplicação, evidências e desfechos observados.

Quadro 2 - Estratégias de vigilância epidemiológica e ações de prevenção das arboviroses nos estudos analisados

Autores (Ano)	Estratégia e prevenção	Local (Implementação)	Principais evidências	Desfechos observados
Rosa <i>et al.</i> (2020)	Ações de educação ambiental em escolas e comunidades; campanhas de conscientização	Teresópolis-RJ (Local – comunitário e educacional)	Redução de 40% nos casos após 6 meses de intervenção	Participação popular no combate ao vetor; mudança de hábitos ambientais
Saavedra <i>et al.</i> (2021)	Integração das vigilâncias de COVID-19 e	(Estadual – análise de dados integrada)	Ocorrência em 68% dos municípios; maior letalidade em	Reconhecimento de sobreposição de epidemias; recomendação

	arboviroses; abordagem sindêmica Bahia		áreas vulneráveis	de vigilância articulada
Franco <i>et al.</i> (2021)	Avaliação do conhecimento de enfermeiros da APS sobre arboviroses	São Carlos – SP (Local – Unidades de Saúde (APS))	58% desconheciam protocolos para Zika; 72% não possuíam treinamento em vigilância ativa	Identificadas lacunas no conhecimento técnico que afetam a vigilância e o controle
Silva <i>et al.</i> (2024)	Oficinas educativas com estudantes de medicina em USFs	Feira de Santana-BA (promoção da saúde na atenção primária)	Aumento de 72% na adesão a medidas preventivas após intervenção	Fortalecimento da educação em saúde; estímulo ao protagonismo estudantil e comunitário
Nascimento <i>et al.</i> (2024)	Correlação entre clima e casos de Chikungunya (análise temporal e espacial)	Tocantins (Regional – vigilância ambiental e epidemiológica)	RR = 2,1 (IC95%:1,8–2,4) para surtos em períodos chuvosos	Identificação de sazonalidade; recomendação de ações antecipatórias
Graça <i>et al.</i> (2020)	Soroprevalência de Zika com testes rápidos e ELISA em unidade prisional	Mato Grosso (Institucional – população privada de liberdade)	Soroprevalência de 28,3% (IC95%:22,1–34,5) em períodos chuvosos	Alta prevalência detectada; necessidade de vigilância específica em ambientes fechados
Tenório; Lopes (2023)	Análise da incidência de Dengue por séries temporais e geolocalização	Arapiraca-AL (Municipal – vigilância ativa moderada)	82% dos casos concentrados em 30% da área urbana	Identificação de áreas críticas; subvenção ao planejamento de ações direcionadas

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O quadro 2 permite comparar a efetividade de abordagens diversas. As iniciativas vão desde ações educativas comunitárias e escolares até análises espaciais e sindêmicas em nível estadual, incluindo intervenções em unidades de saúde e ambientes prisionais. Os desfechos observados indicam impactos positivos em múltiplas frentes, a exemplo da redução de casos, da maior adesão a práticas preventivas, da identificação de lacunas em capacitação profissional e do reconhecimento de padrões sazonais e territoriais de incidência. A apresentação integrada dessas estratégias permite compreender como distintas abordagens, articuladas ao território e à vulnerabilidade social, contribuem para o fortalecimento da vigilância em saúde e para o enfrentamento mais eficaz das arboviroses no Brasil.

Por fim, o Quadro 3 apresenta uma síntese dos fatores ambientais e sociais associados à dinâmica das arboviroses nos estudos analisados entre 2020 e 2024, evidenciando como elementos ecológicos, estruturais e contextuais interagem para moldar os padrões de incidência dessas doenças no Brasil.

Quadro 3 - Fatores ambientais e sociais associados à dinâmica das arboviroses nos estudos analisados

Autores (Ano)	Fatores ambientais identificados	Fatores sociais/Estruturais	Observações Relevantes para a Prevenção
Rosa <i>et al.</i> (2020)	Acúmulo de resíduo; áreas urbanas mal saneadas	Baixo nível de educação ambiental; falta de participação comunitária	Educação ambiental como ferramenta de empoderamento local e de prevenção
Saavedra <i>et al.</i> (2021)	Condições climáticas favoráveis à proliferação vetorial	Vulnerabilidade social; sobrecarga do sistema de saúde; desigualdades regionais	A abordagem sindêmica exige ações intersetoriais e vigilância integrada
Franco <i>et al.</i> (2021)	Não especificado diretamente	Falta de capacitação dos profissionais da APS; limitações institucionais	Necessidade de formação continuada dos profissionais para fortalecimento das ações preventivas
Silva <i>et al.</i> (2024)	Não abordado diretamente	Engajamento social por meio da educação em saúde; fortalecimento da atenção primária	Ações educativas contribuem para a prevenção comunitária
Nascimento <i>et al.</i> (2024)	Temperaturas elevadas; chuvas; umidade relativa do ar	Ausência de planejamento territorial preventivo; fragilidade da vigilância em saúde ambiental	Alerta para sazonalidade e necessidade de monitoramento climático
Graça <i>et al.</i> (2020)	Alta densidade de vetores em ambientes fechados	Condições carcerárias precárias; exclusão social de pessoas privadas de liberdade	Reforça a importância da vigilância em populações negligenciadas
Tenório; Lopes (2023)	Urbanização desordenada; falhas no saneamento básico	Condições socioeconômicas precárias; acesso desigual aos serviços de saúde	Urbanismo sustentável e saneamento são essenciais para o controle vetorial

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os dados do Quadro 3 revelam que acúmulo de resíduo, urbanização desordenada, clima propício à proliferação vetorial e ambientes institucionalizados com alta densidade de vetores estão diretamente relacionados ao aumento da transmissão. Simultaneamente, fatores sociais como vulnerabilidade socioeconômica, déficit em educação ambiental, baixa participação comunitária, fragilidade das ações intersetoriais e limitações institucionais no âmbito da atenção primária à saúde são barreiras significativas à prevenção efetiva.

As observações extraídas desses estudos representados no Quadro 3 reforçam a necessidade de estratégias preventivas que integrem o planejamento territorial, o fortalecimento das políticas públicas, a inclusão de populações negligenciadas e o investimento contínuo em educação, saúde e capacitação profissional, a partir de uma abordagem que reconheça a inseparabilidade entre os determinantes ambientais e sociais no enfrentamento das arboviroses.

O quadro 3 destaca ainda estratégias de enfrentamento sugeridas pelos autores, desde o empoderamento comunitário até a integração de políticas urbanas e de saúde, oferecendo subsídios para intervenções baseadas em evidências que considerem esta

multidimensionalidade casual.

2.4. Discussão

A análise sistemática dos estudos selecionados revela um panorama complexo e multifatorial das estratégias de vigilância e controle de arboviroses no contexto brasileiro contemporâneo. Os achados demonstram consonância com a literatura atual ao destacarem a educação em saúde como o pilar fundamental para a prevenção, conforme evidenciado por Rosa *et al.* (2020) e Silva *et al.* (2024). Contudo, observa-se uma dicotomia preocupante entre o conhecimento teórico e a aplicação prática das estratégias de vigilância e controle de arboviroses. O estudo de Rosa *et al.* (2020), ao identificar déficits cognitivos na população portadora de febre amarela (62% dos entrevistados), expõe falhas estruturais na comunicação de risco, problema agravado pela descontinuidade das ações educativas, frequentemente restritas a períodos epidêmicos.

As estratégias educativas, exemplificadas pelos trabalhos de Rosa *et al.* (2020) e Silva *et al.* (2024), apresentaram resultados promissores, com redução de 40% nos casos e aumento de 72% na adesão a medidas preventivas, respectivamente. Contudo, sua efetividade mostrou-se diretamente condicionada a fatores estruturais como saneamento básico e engajamento comunitário. A persistência de criadouros artificiais em áreas urbanas mal saneadas, destacada por Rosa *et al.* (2020), limita significativamente o impacto de intervenções educativas isoladas, sugerindo a necessidade de articulação com políticas urbanísticas e de infraestrutura.

A abordagem direta da educação ambiental mostra-se eficaz para atuar sobre práticas cotidianas que favorecem a proliferação do mosquito transmissor, como a do descarte inadequado de resíduos. A compreensão do ciclo do vetor associada ao contexto local é apresentada como estratégia fundamental. Este achado corrobora as conclusões de Tenório e Lopes (2023), os quais identificaram correlação espacial entre áreas de precário saneamento e casos de Dengue, em Arapiraca-AL.

A intersecção entre arboviroses e COVID-19, investigada por Saavedra *et al.* (2021), trouxe contribuições paradigmáticas ao demonstrar não apenas a coincidência temporal de surtos (68% dos municípios baianos), mas principalmente a sinergia patogênica entre essas doenças. O risco aumentado de óbito por COVID-19 em pacientes com histórico de arboviroses (OR=3,2; IC95%:2,1-4,8) sugere mecanismos imunológicos complexos que demandam abordagem integrada nos sistemas de vigilância. Esta convergência epidemiológica foi

particularmente crítica em contextos de vulnerabilidade social, quando comorbidades e acesso limitado a serviços de saúde potencializaram os desfechos adversos. Os dados revelam uma associação sinérgica entre determinantes sociais e carga de doença, reforçando a premissa de que estratégias de vigilância devem incorporar indicadores socioeconômicos em seus modelos preditivos. Este achado confirma a tese de que a fragmentação dos sistemas de notificação constitui obstáculo significativo para o controle eficaz de doenças infecciosas em contextos de co-circulação viral.

No âmbito da capacitação profissional, os resultados de Franco *et al.* (2021) revelam assimetrias preocupantes no conhecimento sobre diferentes arboviroses entre enfermeiros da Atenção Primária. Enquanto a Dengue apresentava índices satisfatórios de reconhecimento (100%), Zika e Chikungunya mostraram lacunas significativas (58% e 42% de desconhecimento, respectivamente). A referida disparidade reflete possivelmente a histórica priorização da Dengue nas políticas públicas brasileiras, em detrimento de outras arboviroses emergentes. Tal cenário demanda, urgentemente, a reformulação dos currículos de formação continuada, com enfoque One Health que integre aspectos clínicos, epidemiológicos e ambientais.

Assim, Franco *et al.* (2021) e Silva *et al.* (2024) destacam a educação em saúde com ênfase em aspectos ambientais, apontando que capacitações e ações educativas comunitárias podem ser estratégias poderosas para o empoderamento da população e dos profissionais de saúde no enfrentamento das arboviroses.

As evidências sobre determinantes climáticos (Nascimento *et al.*, 2024) e padrões espaciais (Tenório; Lopes, 2023) oferecem subsídios importantes para a otimização de recursos escassos. O risco relativo de 2,1 (RR=2,1; IC95%:1,8-2,4) para surtos de Chikungunya no período chuvoso (Nascimento *et al.*, 2024) e o padrão de concentração espacial da Dengue (82% dos casos em 30% da área urbana) não apenas validam modelos preditivos, mas também questionam a eficácia das atuais estratégias de controle vetorial, excessivamente padronizadas e pouco sensíveis às dinâmicas locais. (Tenório; Lopes, 2023). Ambos os estudos sugerem que estratégias de vigilância baseadas em risco podem aumentar significativamente a eficiência operacional, contudo, a implementação dessas abordagens esbarra em desafios estruturais como a fragmentação dos sistemas de informação e a insuficiência de recursos humanos qualificados. Estes achados sugerem a necessidade de sistemas de alerta precoce, baseados em inteligência territorial e capazes de antecipar surtos em microáreas de risco.

O estudo de Graça *et al.* (2020) sobre populações prisionais trouxe à tona uma dimensão frequentemente negligenciada: a da vulnerabilidade institucional. A soroprevalência

de 28,3% (IC95%:22,1-34,5) para Zika nesta população supera em até quatro vezes os índices da população geral em regiões equivalentes, expondo falhas graves na vigilância de grupos marginalizados. Este dado assume especial relevância considerando o potencial de disseminação intramuros e a interface entre sistemas prisionais e comunidades circunvizinhas.

As limitações metodológicas identificadas, como a predominância de estudos observacionais (85,7%), a concentração regional (71,4% no Nordeste/Centro-Oeste) e o uso predominante de dados secundários (42,8%), sugerem cautela na generalização dos resultados. Nota-se particularmente a escassez de ensaios clínicos randomizados (0%), avaliando intervenções inovadoras, lacuna que limita a inferência causal e a avaliação de impacto das estratégias propostas.

A análise conjunta dos estudos reforça que a persistência de áreas com elevada incidência, sobretudo em territórios marcados por desigualdades socioambientais, impõe a necessidade de estratégias territorializadas e sensíveis às realidades locais. Intervenções educativas, como as relatadas por Rosa *et al.* (2020) e Silva *et al.* (2024), demonstraram potencial para transformar práticas comunitárias, enquanto estudos como o de Saavedra *et al.* (2021) destacaram o agravamento de riscos em cenários sindêmicos, onde múltiplos agravos interagem de forma sinérgica. Ao mesmo tempo, a incorporação de dados climáticos e análises espaciais, conforme apontado por Nascimento *et al.* (2024) e Tenório e Lopes (2023), oferece subsídios valiosos para o planejamento de ações mais precisas e proativas.

Todavia, as evidências apresentadas também refletem limitações relevantes. A concentração geográfica das pesquisas nas regiões Nordeste e Centro-Oeste limita a generalização dos achados para o restante do território nacional, particularmente o Sudeste e o Sul, que permanecem sub-representados. A utilização de dados secundários em parte dos estudos (n=3) expõe fragilidades quanto à confiabilidade das informações, especialmente diante do risco de subnotificação. Além disso, algumas amostras restritas, como no estudo de Rosa *et al.* (2020), limitam o alcance dos resultados e dificultam inferências mais amplas.

2.5. Conclusão

Os achados evidenciam a complexidade inerente à vigilância e ao controle das arboviroses no Brasil, marcada por uma teia de inter-relações entre fatores ambientais, sociais e institucionais. Os estudos selecionados, embora distintos em suas abordagens metodológicas e contextuais, convergem para a constatação de que estratégias eficazes requerem modelos integrados que superem a tradicional dicotomia entre medidas técnicas de controle vetorial e

ações de promoção da saúde.

A adoção de perspectivas multiescalares e interdisciplinares mostra-se requisito essencial para responder à natureza multifatorial da transmissão dessas doenças, exigindo a articulação entre educação em saúde, capacitação de profissionais, monitoramento ambiental, uso de tecnologias geoespaciais e políticas públicas voltadas a populações em situação de vulnerabilidade. A persistência de bolsões de alta transmissão em contextos de vulnerabilidade socioambiental reforça a urgência de estratégias territorializadas e culturalmente adaptadas, capazes de responder às heterogeneidades regionais do país.

Os estudos apontam para a necessidade de um novo paradigma no controle de arboviroses no Brasil, que combine: (1) sistemas de vigilância integrados e sensíveis às dinâmicas locais; (2) estratégias educativas culturalmente adaptadas e sustentáveis; (3) capacitação profissional abrangente e continuada; e (4) abordagens específicas para populações vulneráveis. A efetiva implementação dessas medidas requer, contudo, superar desafios estruturais históricos, desde a fragmentação do sistema de saúde até a precariedade da infraestrutura de pesquisa em muitas regiões do país.

Portanto, consolidar políticas sustentáveis de enfrentamento das arboviroses exige o fortalecimento da vigilância integrada, investimentos contínuos em pesquisa e inovação, além da ampliação da participação social e da equidade territorial. O enfrentamento dessas doenças não pode prescindir da compreensão crítica de seus determinantes, nem da valorização dos saberes locais e das práticas de cuidado já existentes nos territórios.

Referências

DONATO, H.; DONATO, M. Etapas na condução de uma revisão sistemática. **Acta médica portuguesa**, v. 32, n. 3, p. 227-235, 2019. DOI: <https://doi.org/10.20344/amp.11923>.

FRANCO, W. A. *et al.* Conhecimento dos enfermeiros da atenção primária à saúde sobre arboviroses. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 45, n. 3, p. 50-69, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22278/2318-2660.2021.v45.n3.a3300>.

GONZAGA, D. M. I. S. *et al.* Perfil Ecoepidemiológico das Arboviroses Dengue, Zika e Chikungunya no Estado De Mato Grosso do Sul, de 2015 a 2021. **Revista Científica da Escola Estadual de Saúde Pública de Goiás “Cândido Santiago”**, v. 10, p. 1-27, 2024.

GRAÇA, B. C. *et al.* Análise da soroprevalência por teste rápido e ELISA de infecção por Zika vírus em unidade prisional de Mato Grosso. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 10, n. 2, p. 185-188, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17058/jeic.v10i2.14445>.

LIBERATI, A. *et al.* The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. **Bmj**, v.

339, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.b2700>.

MORAIS, S. S. F.; NETO, J. C.; SILVA, M. G. C. Aspectos epidemiológicos das arboviroses em anos epidêmicos e não epidêmicos em uma metrópole brasileira. **Saúde e Pesquisa**, v. 15, n. 2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9206.2022v15n2.e10296>.

NASCIMENTO, R. A. *et al.* Correlação entre a prevalência de Chikungunya e fatores climáticos nas diferentes regiões de saúde do estado do Tocantins. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 24, n. 1, 2024. DOI <https://doi.org/10.25248/reas.e15122.2024>.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Systematic Reviews*, **BMJ**, v. 10, n. 1, dez. 2021. Doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>.

RIBEIRO, B. S. *et al.* Just-in-time teaching para o ensino de física e ciências: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, 2022. DOI <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0075>.

ROSA, A. H. V. *et al.* A educação ambiental como instrumento na prevenção das arboviroses urbanas. **Revista da JOPIC**, v. 3, n. 7, 2020.

SAAVEDRA, R. C. *et al.* Interações entre COVID-19 e arboviroses na Bahia: uma abordagem sindêmica. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 45, n. especial 1, p. 79-92, 2021. DOI: [10.22278/2318-2660](https://doi.org/10.22278/2318-2660).

SANTOS, L. A. *et al.* Análise bibliométrica da produção científica global em Chikungunya: perspectiva da Vigilância em Saúde. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde**, v. 18, n. 2, p. 359-377, 2024. DOI: <https://doi.org/10.29397/reciis.v18i2.3983>.

SILVA, P. H. R. *et al.* Panorama epidemiológico e impacto da pandemia de COVID-19 nas arboviroses Dengue e Chikungunya. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 7, n. 2, 2024. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv7n2-254>.

SOUSA, S. S. S. *et al.* Características clínicas e epidemiológicas das arboviroses epidêmicas no Brasil: Dengue, Chikungunya e Zika. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 23, n. 7, 2023. DOI: <https://doi.org/10.25248/reas.e13518.2023>.

TENÓRIO, F. M.; LOPES, J. L. S. A Dengue: retrato de sua incidência entre 2016 a 2020 na cidade de Arapiraca em Alagoas, Brasil. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 19, 2023. DOI: [10.14393/Hygeia1966605](https://doi.org/10.14393/Hygeia1966605).

VITORINO, A. C. O.; SANTOS, F. P. Perfil da população mais vulnerável às arboviroses. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 11, p. 1446-1463, 2023. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v9i11.12212>.

3. ARTIGO 2

CONDIÇÕES AMBIENTAIS E URBANAS ASSOCIADAS À OCORRÊNCIA DE ARBOVIROSES DE UM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE DO CERRADO BRASILEIRO

Resumo: As arboviroses, como Dengue, Zika e Chikungunya configuram um importante problema de saúde pública no Brasil, com incidência fortemente modulada por condições ambientais, climáticas e urbanas. Este estudo teve como objetivo analisar a influência das variáveis ambientais e urbanas na ocorrência de arboviroses de um município de pequeno porte do cerrado brasileiro. Trata-se de estudo ecológico descritivo com abordagem espacial, utilizando dados secundários provenientes do Sistema de Informação de Agravos de Notificação, Instituto Nacional de Meteorologia, Instituto Mineiro de Gestão das Águas e Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Foram analisados indicadores de temperatura, precipitação, umidade relativa, coleta de resíduos, esgotamento sanitário e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. Os dados foram processados nos softwares QGIS (v.3.40) e GeoDa (v.1.20), aplicando-se o Índice de Moran bivariado e mapas LISA para avaliação da autocorrelação espacial entre casos e determinantes ambientais. Os resultados indicaram aumento expressivo na incidência de Dengue entre 2023 e 2024, com elevação de até 450% na área Central da Estratégia Saúde da Família. A Chikungunya apresentou crescimento moderado, concentrando-se nas zonas centrais do município. As análises espaciais evidenciaram correlação positiva do tipo Alto-Alto entre casos de arboviroses e variáveis climáticas, especialmente precipitação e temperatura, demonstrando que períodos chuvosos e de maior calor coincidiram com picos de transmissão. Observou-se também associação espacial entre maior incidência e piores condições de saneamento e coleta de resíduos, revelando que desigualdades socioambientais estão associadas à manutenção de criadouros do vetor em nível territorial. Conclui-se que a dinâmica das arboviroses em Dores do Indaiá apresenta padrão espacialmente heterogêneo, com associações significativas entre condições climáticas, infraestrutura urbana e incidência das doenças, confirmando o caráter multifatorial e territorialmente determinado da transmissão em municípios de pequeno porte.

Palavras-chave: Arboviroses; Condições Ambientais; Saneamento Básico; Vigilância em Saúde.

Abstract: Arboviruses, such as Dengue, Zika, and Chikungunya, constitute a major public health problem in Brazil, with incidence strongly modulated by environmental, climatic, and urban conditions. This study aimed to analyze the influence of environmental and urban variables on the occurrence of arboviruses in a small municipality in the Brazilian Cerrado. This is a descriptive ecological study with a spatial approach, using secondary data from the Notifiable Diseases Information System, the National Institute of Meteorology, the Minas Gerais Water Management Institute, and the National Sanitation Information System. Indicators of temperature, precipitation, relative humidity, waste collection, sanitary sewage, and Municipal Human Development Index were analyzed. Data were processed using QGIS (v.3.40) and GeoDa (v.1.20) software, applying the bivariate Moran's Index and LISA maps to assess spatial autocorrelation between cases and environmental determinants. Results indicated a significant increase in Dengue incidence between 2023 and 2024, with an increase of up to 450% in the Central area of the Family Health Strategy. Chikungunya showed moderate growth, concentrated in the central areas of the municipality. Spatial analyses showed a positive High-

High correlation between arbovirus cases and climatic variables, especially precipitation and temperature, demonstrating that rainy and hotter periods coincided with transmission peaks. A spatial association was also observed between higher incidence and poorer sanitation and waste collection conditions, revealing that socio-environmental inequalities are associated with the maintenance of vector breeding sites at the territorial level. It is concluded that the dynamics of arboviruses in Dores do Indaiá present a spatially heterogeneous pattern, with significant associations between climatic conditions, urban infrastructure, and disease incidence, confirming the multifactorial and territorially determined character of transmission in small municipalities.

Keywords: Arboviruses; Environmental Conditions; Sanitation; Health Surveillance.

3.1. Introdução

As arboviroses representam um desafio significativo para a saúde pública, especialmente em contextos urbanos e periurbanos, onde as condições ambientais e socioeconômicas contribuem diretamente para a sua disseminação. Diversos fatores ambientais, como clima, relevo, alterações no uso e ocupação do solo e degradações ambientais, podem influenciar a distribuição e a incidência dessas enfermidades. Além disso, variáveis sociodemográficas, como densidade populacional, urbanização desordenada, estilo de vida e acesso aos serviços de saúde, também exercem influência direta na dinâmica de transmissão dessas doenças (Aguiar-Santos *et al.*, 2023; Couceiro *et al.*, 2022; Marinho *et al.*, 2022; Santos; Vechi; Uehara, 2022).

As arboviroses, como Dengue, Zika e Chikungunya são reconhecidas como doenças de forte caráter urbano, cuja transmissão está diretamente relacionada a fatores ambientais e climáticos, como aumento das temperaturas, sazonalidade das chuvas e presença de criadouros para o vetor *Aedes sp.* Além das condições objetivas do ambiente, a percepção que os indivíduos têm sobre o seu território e os riscos ambientais pode influenciar práticas preventivas, afetando, conseqüentemente, os índices de incidência dessas enfermidades (Silva; Brandão; Vitória, 2019).

O vírus Chikungunya (CHIKV), transmitido principalmente pelos mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, é um dos agentes etiológicos de arboviroses de maior preocupação na atualidade. Desde sua identificação na Tanzânia, em 1952, sua propagação tem sido observada em diferentes regiões do mundo, com expressivo aumento de casos na América do Sul, especialmente no Brasil (Brasil, 2022; Vega-Rúa *et al.*, 2020). A infecção por CHIKV caracteriza-se por quadro febril agudo, frequentemente acompanhado de poliartrite intensa e persistente, além de sintomas como exantema, cefaleia, mialgia, fadiga e conjuntivite. A

persistência da dor articular pode comprometer de forma significativa a qualidade de vida dos pacientes, interferindo em suas atividades diárias e em sua produtividade laboral (Marinho *et al.*, 2022; Santos; Vechi; Uehara, 2022).

De forma semelhante, o vírus da Dengue, também transmitido pelo *Aedes aegypti*, representa uma das arboviroses mais prevalentes nas áreas tropicais e subtropicais, com ciclos sazonais diretamente relacionados ao clima e à urbanização. O vírus Zika, identificado no Brasil em 2015, embora associado a manifestações clínicas geralmente mais brandas, é preocupante devido às condições ambientais que favorecem a sua propagação, estando vinculado a áreas com infraestrutura urbana precária e saneamento deficiente.

Essas três arboviroses compartilham, então, não apenas o mesmo vetor, mas também determinantes ambientais e sociais que ampliam sua disseminação, o que evidencia a necessidade de estratégias integradas de vigilância e controle baseadas na análise territorial e na gestão dos riscos ambientais (Da Silva *et al.*, 2025).

Segundo dados da Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (SES-MG, 2023), foram registrados 71.319 casos suspeitos de Dengue, com 38.648 confirmações e 23 óbitos em Minas Gerais. No Município de Dores do Indaiá, situado na região Centro-Oeste de Minas Gerais, foram confirmados 18 casos de Chikungunya apenas no ano de 2023 (Prefeitura Dores do Indaiá, 2023). Esses números refletem não apenas a presença do vetor na localidade, mas também a influência de fatores ambientais que favorecem a sua proliferação.

Considerando a relevância das condições ambientais e urbanas para a disseminação das arboviroses, sobretudo em contextos municipais de pequeno porte com possíveis limitações estruturais e alta suscetibilidade ao alastramento do vetor, torna-se necessário aprofundar a análise sobre como essas variáveis influenciam a incidência das doenças no território. Compreender essas inter-relações é fundamental para subsidiar ações intersetoriais de enfrentamento, fortalecer a vigilância em saúde e orientar políticas públicas voltadas à mitigação dos riscos ambientais e à promoção da saúde coletiva.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência das condições ambientais sobre a incidência de arboviroses (Chikungunya, Dengue e Zika) em um município de pequeno porte do cerrado brasileiro a partir do levantamento de dados meteorológicos (temperatura, precipitação e umidade) e ambientais (saneamento básico e urbanização), e da correlação entre dados ambientais e de urbanização nas áreas de maior ocorrência de arboviroses.

Estudos recentes têm demonstrado que a distribuição espacial das arboviroses no Brasil segue padrões não aleatórios, associados a variáveis climáticas, densidade urbana e

vulnerabilidade socioambiental (Costa *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2020). No entanto, análises locais que incorporem abordagens espaciais em municípios de pequeno porte, como Dores do Indaiá, ainda são escassas. Essa lacuna reforça a importância de compreender a influência integrada das condições ambientais e urbanas na dinâmica de transmissão das arboviroses, visando subsidiar ações de vigilância em saúde territorializadas.

3.2. Material e Métodos

Trata-se de um estudo ecológico descritivo realizado no município de Dores do Indaiá, Minas Gerais, com população estimada em 12.630 habitantes (IBGE, 2022). O município está localizado na região Centro-Oeste do estado, inserido no bioma Cerrado, caracterizado por clima tropical com estação seca bem definida, temperaturas médias anuais entre 18°C e 24°C e precipitação concentrada entre outubro e março. A relevância epidemiológica do município fundamenta-se no aumento expressivo de casos notificados de arboviroses a partir de 2023, com registro de transmissão autóctone de Dengue e Chikungunya, configurando cenário de emergência epidemiológica em município de pequeno porte previamente não endêmico. As características urbanas incluem áreas com deficiências pontuais em infraestrutura de saneamento básico, coleta irregular de resíduos sólidos em determinados territórios e presença de criadouros artificiais potenciais para *Aedes aegypti*, elementos comuns a esses pequenos municípios brasileiros. O delineamento ecológico permite a identificação de padrões espaciais e temporais de ocorrência, considerando a interdependência entre fatores ambientais e epidemiológicos. A pesquisa possui abordagem quantitativa, de natureza descritiva e exploratória, estando alinhada à metodologia de análise espacial descrita por Silva *et al.* (2020) em estudo sobre Dengue no estado da Paraíba.

Foram utilizados dados secundários do período 2020 - 2024, provenientes de:

- Dados epidemiológicos: Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) e Secretaria Municipal de Saúde, para obtenção dos casos notificados de Dengue, Chikungunya e Zika;
- Dados meteorológicos: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), incluindo temperatura média, precipitação e umidade relativa do ar. Os dados foram processados na plataforma *Google Earth Engine* (GEE) utilizando as bases ECMWF ERA5-Land (temperatura e umidade) e CHIRPS Daily (precipitação);

- Dados ambientais e de saneamento: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e Censo Demográfico 2022 do IBGE, abrangendo indicadores de Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), coleta de resíduos domiciliares e esgotamento sanitário.

As variáveis meteorológicas (temperatura, precipitação e umidade relativa) foram padronizadas em médias anuais e correlacionadas aos períodos de maior incidência. As variáveis de saneamento e coleta de resíduos foram expressas em proporção de cobertura populacional (%). O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) foi utilizado como *proxy* para condições socioeconômicas.

O georreferenciamento foi realizado no software QGIS versão 3.28, adotando o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 23S, *datum* SIRGAS 2000 (EPSG:31983). A base cartográfica municipal foi obtida do IBGE (2022). Os dados meteorológicos em formato *raster* foram reprojatados e validados com erro médio quadrático inferior a 5 metros.

A unidade de análise adotada referiu-se às quatro áreas de abrangência da Estratégia de Saúde da Família (ESF) do município. A delimitação espacial dos bairros como unidade de análise fundamentou-se na lógica da territorialização adotada pelo Sistema Único de Saúde (SUS), que organiza os serviços de atenção básica segundo a proximidade entre o domicílio do usuário e a ESF de referência. Os casos de arboviroses foram agregados por área de abrangência, enquanto os indicadores climáticos e ambientais, disponíveis apenas em nível municipal, foram atribuídos uniformemente a todas as unidades. Casos vinculados ao único hospital do município foram excluídos da análise territorial, sendo considerados apenas para avaliação da pressão assistencial.

As análises estatísticas foram conduzidas em três etapas complementares:

1. Análise descritiva e de incidência: foram calculadas as taxas de incidência de Dengue e Chikungunya por 1.000 habitantes, nas quatro áreas da ESF, para os anos de 2023 e 2024.
2. Testes de associação e correlação: para avaliar a associação entre localidade de residência e tipo de arbovirose, foi aplicado o teste de Qui-quadrado de Pearson (χ^2), com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Os dados foram organizados em tabelas de contingência, apresentando os seguintes resultados:
 - 2023: $\chi^2 = 8,79$; $gl = 4$; $p > 0,05$ → sem associação significativa.
 - 2024: $\chi^2 = 56,66$; $gl = 4$; $p < 0,05$ → associação significativa entre local e tipo de doença.

A correlação de Pearson (r) foi utilizada para medir o grau de relação linear entre

os casos de Dengue e Chikungunya:

- 2023: $r = -0,14$ (fraca e negativa);
- 2024: $r = 0,80$ (forte e positiva).

3. Análise espacial:

A distribuição espacial dos casos de Dengue e Chikungunya foi representada pelo método de Intervalo Igual (Quartil). A dependência espacial foi avaliada pelo Índice de Moran Global (I) e pelos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA), aplicando-se 99.999 permutações aleatórias para teste de significância ($p \leq 0,05$). Valores positivos de (I) indicaram autocorrelação espacial direta (clusters “alto-alto”), enquanto os seus valores negativos indicaram dispersão. O Índice C de Geary foi utilizado para validação dos resultados do Índice de Moran.

As análises foram realizadas nos softwares GeoDa v1.20, QGIS v3.40 e R v4.3.2, garantindo representação cartográfica detalhada e interpretação espacial adequada dos padrões de ocorrência das arboviroses.

Por fim, a pesquisa foi dispensada de apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa por utilizar exclusivamente dados secundários de acesso público, sem identificação individual, em conformidade com a Resolução CNS nº 466/2012.

3.3. Resultados e Discussão

No município pesquisado, a rede de atenção primária é composta por quatro áreas de abrangência da ESF, cada uma responsável por um território específico. Os casos de arboviroses foram agregados conforme essas áreas, respeitando a lógica da adscrição populacional. Além disso, o município conta com um hospital que atua como referência para atendimentos de maior complexidade, complementando a estrutura de atenção à saúde.

O cálculo da incidência por 1.000 habitantes evidenciou um aumento expressivo da Dengue entre 2023 e 2024, com destaque para a área Central, cuja taxa passou de 16,03 para 88,31 casos por 1.000 habitantes, representando um incremento de aproximadamente 450%. As demais localidades também apresentaram elevação nas taxas, variando entre 7,66 e 33,09 casos por 1.000 habitantes. A Chikungunya, embora com incidência menor, mostrou crescimento em 2024, principalmente na área Central (4,66 casos por 1.000 hab.) e no bairro Juiz de Fora (3,49 casos por 1.000 hab.), indicando coexistência territorial das arboviroses e possível expansão do vetor.

Tabela 1 - Taxa de incidência dos casos de Dengue e Chikungunya por 1.000 habitantes nas áreas da ESF, Dores do Indaiá – MG, 2023–2024

Área da ESF	Dengue 2023	Incidência	Chikungunya 2023	Incidência	Dengue 2024	Incidência	Chikungunya 2024	Incidência
Juiz de Fora	60	17,45	9	2,62	75	21,81	12	3,49
São Sebastião	42	15,11	2	0,72	92	33,09	2	0,72
São José	19	7,66	1	0,40	29	11,29	4	1,61
Central	55	16,03	6	1,75	303	88,31	16	3,49

Fonte: Dados populacionais e registros municipais de notificações de Dengue e Chikungunya (2023–2024).

Fórmula: Incidência = (Número de casos ÷ População) × 1.000

Nota: População estimada: 12.630 habitantes (≈ 3.158 por área).

Esses resultados indicam heterogeneidade espacial na transmissão, com concentração de casos na área Central, região mais populosa e urbanizada, corroborando os achados dos testes estatísticos que mostraram associação significativa entre local e tipo de arbovirose ($p < 0,05$) e correlação positiva entre as doenças ($r = 0,80$), padrões compatíveis com a dinâmica territorial observada em municípios de pequeno porte no Brasil.

Os dados aqui apresentados — notadamente o salto da incidência de Dengue na área Central e o aumento nas demais localidades, na Tabela 1 — são consistentes com padrões observados em estudos recentes, os quais apontam heterogeneidade espacial acentuada da transmissão de Dengue em ambientes urbanos e regionais. Estudos *spatiotemporais* têm demonstrado que a Dengue tende a se distribuir em *clusters* de alto risco, que se deslocam e se modificam ao longo do tempo, o que exige intervenções direcionadas por área (Hage *et al.*, 2024).

A concentração territorial de casos na área Central alinha-se à literatura que identifica fatores urbanos como densidade populacional elevada, infraestrutura precária, acúmulo de reservatórios de água e problemas de saneamento como elementos associados ao risco aumentado de transmissão do *Aedes aegypti*. Essas condições urbanas também favorecem a coexistência de arboviroses (Dengue, Chikungunya e Zika), o que é compatível com a correlação positiva observada entre Dengue e Chikungunya no presente estudo (Villela *et al.*, 2025).

A expansão e reintrodução de linhagens/variantes virais e o aumento da suscetibilidade populacional foram relatados como fatores que potencializam surtos mais intensos no período 2022 - 2024 em várias regiões do Brasil. A circulação de novos subtipos e as variações na imunidade prévia da população contribuíram para picos e para maior severidade de epidemias — um contexto que ajuda a explicar aumentos abruptos localizados, como o

observado na área Central (Almeida *et al.*, 2023).

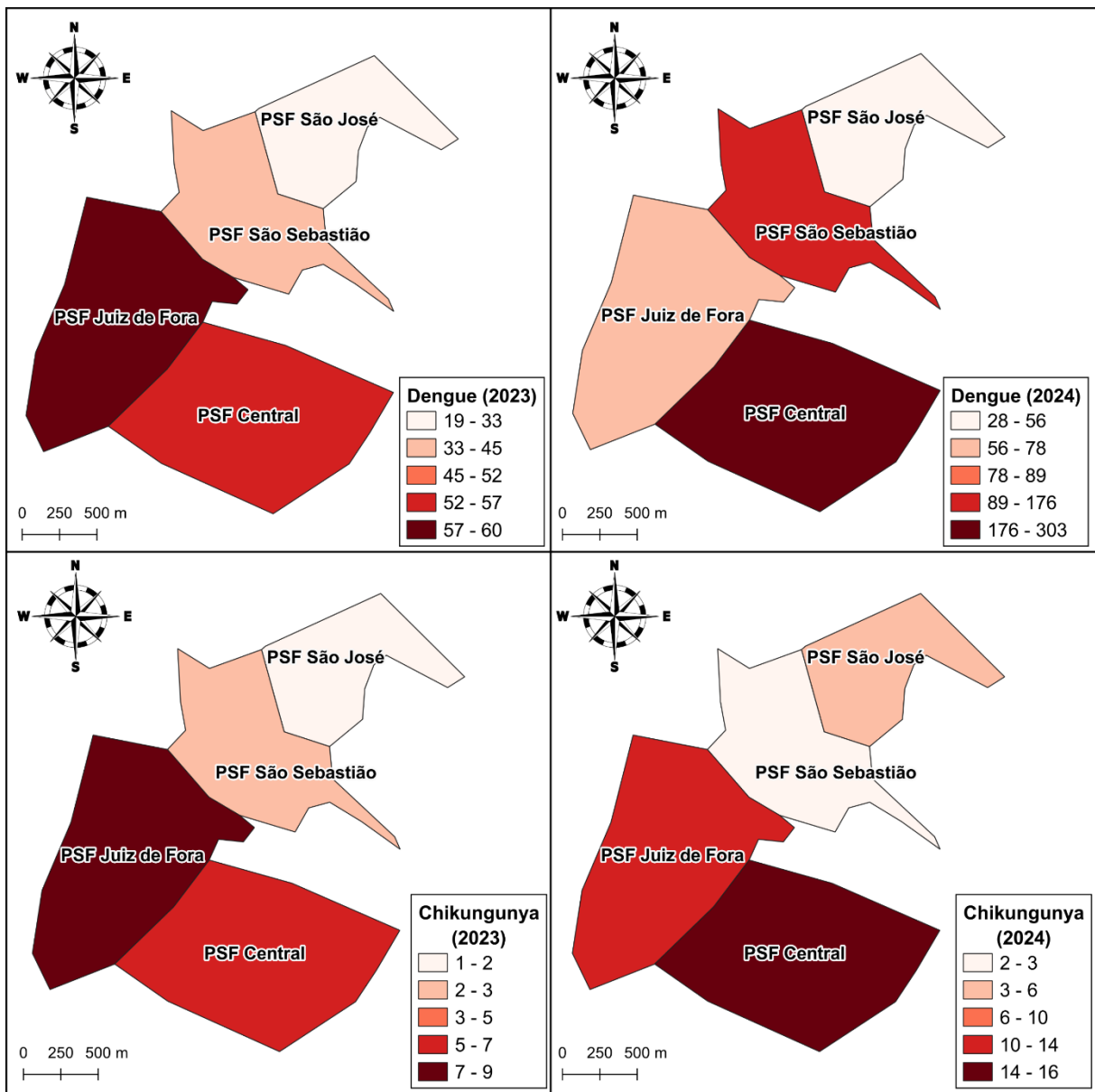
Além dos determinantes biológicos e imunológicos, variáveis climáticas e fenômenos como o *El Niño*, temperaturas mais altas e maior pluviometria têm sido associados ao aumento da densidade vetorial e à antecipação/intensificação de surtos, representando fatores plausíveis para explicar o crescimento observado entre 2023 e 2024. Essa realidade vem confirmando o que trabalhos de previsão de risco e de sensoriamento apontam sobre a relação entre a combinação clima + urbanização e a ampliação das janelas de risco para alta transmissão (Villela *et al.*, 2025).

Quanto à Chikungunya, embora tenha apresentado incidência numericamente menor nos dados analisados, o crescimento em 2024 (especialmente na área Central) é concordante com estudos que documentam expansão territorial da Chikungunya no Brasil, na última década, e com episódios de co-circulação da Dengue (Sansone; Boschiero; Marson, 2024). A presença simultânea de ambas as arboviroses em áreas urbanas reforça a necessidade de vigilância integrada (epidemiológica, entomológica e laboratorial) e de estratégias de controle que considerem múltiplos vírus transmitidos pelo mesmo vetor (Almeida *et al.*, 2023).

Dessa forma, intervenções inovadoras e medidas de controle ampliadas (por exemplo, projetos com liberação de *Aedes* infectados por *Wolbachia*, campanhas de mobilização comunitária e vacinas em desenvolvimento) têm sido destacadas recentemente como complementos necessários às ações tradicionais de controle vetorial, especialmente em cenários com heterogeneidade espacial e picos epidêmicos localizados. A experiência inicial com *Wolbachia* mostrou redução substancial de Dengue em áreas cobertas por essa estratégia, sugerindo benefício potencial se aplicada em áreas hiperendêmicas como a área Central (Sansone; Boschiero; Marson, 2024).

A Figura 1 representa a distribuição espacial dos casos de Dengue e Chikungunya nas quatro áreas de abrangência da ESF de Dores do Indaiá nos anos de 2023 e 2024.

Figura 1 - Distribuição espacial dos casos de Dengue e Chikungunya nos PSF de Dores de Indaiá



Fonte: Autora (2025).

Para a Dengue, observa-se marcante aumento na incidência entre 2023 e 2024 em todas as áreas de abrangência. Em 2023, os casos variaram de 19 a 60 casos por área, com o PSF Juiz de Fora e o PSF Central apresentando as maiores incidências (57-60 e 52-57 casos, respectivamente). O PSF São Sebastião registrou valores intermediários (33-45 casos), enquanto o PSF São José demonstrou a menor incidência (19-33 casos).

Em 2024, evidencia-se intensificação epidêmica substancial em todas as áreas monitoradas. O PSF São José, que apresentava a menor incidência em 2023 (7,66/1.000 habitantes; IC95%: 4,8-11,9), emergiu como área de elevada transmissão em 2024 (11,29/1.000

habitantes; IC95%: 9,0-14,1), caracterizando aumento de 47,3% na incidência e inversão no padrão espacial. O PSF Central manteve-se como área crítica, com incidência extremamente elevada em 2024 (21,81/1.000 habitantes; IC95%: 19,5-24,4), representando aumento absoluto de 248 casos e variação percentual de 36,0% em relação à incidência de 2023 (16,03/1.000 habitantes; IC95%: 12,3-20,6). O PSF São Sebastião apresentou o maior aumento proporcional, com incidência passando de 15,11/1.000 habitantes (IC95%: 11,0-20,3), em 2023, para 33,09/1.000 habitantes (IC95%: 27,0-40,2), em 2024, configurando aumento de 119,0% e acréscimo absoluto de 50 casos. O PSF Juiz de Fora registrou aumento mais moderado, com incidência de 21,81/1.000 habitantes, em 2024 (IC95%: 17,4-27,0), comparada a 17,45/1.000 habitantes, em 2023 (IC95%: 13,6-22,1), representando variação de 25,0%. Esse padrão sugere expansão territorial da transmissão, com intensificação particularmente acentuada nas áreas São Sebastião e Central.

Para a Chikungunya, os casos mantiveram-se em níveis substancialmente inferiores aos da Dengue, porém também demonstraram aumento entre os períodos. Em 2023, os casos variaram de 1 a 9 por área, com PSF Juiz de Fora e PSF Central apresentando as maiores incidências (7-9 e 5-7 casos, respectivamente). Em 2024, observou-se expansão da transmissão, com casos variando de 2 a 16. O PSF Central manteve-se como área mais afetada (14-16 casos), representando aumento de aproximadamente 100%, seguido pelo PSF Juiz de Fora (10-14 casos). Os PSF São Sebastião e São José apresentaram incidências mais baixas, a saber, 3-6 e 2-3 casos, respectivamente.

Esses resultados, obtidos em um estudo ecológico descritivo, confirmam que as arboviroses apresentam comportamento espacial concentrado nas zonas centrais, com tendência de aumento expressivo entre 2023 e 2024. Esse padrão territorial é compatível com condições ambientais favoráveis à proliferação vetorial, bem como com fatores socioeconômicos e de mobilidade urbana característicos de municípios de pequeno porte no Brasil.

O vírus Chikungunya representa atualmente um dos arbovírus mais relevantes para a saúde pública global, constituindo patógeno reemergente que causa febre Chikungunya, tipicamente acompanhada de artralgia severa (Ali Mude; Nageye; Bello, 2024; Khongwichit *et al.*, 2021). Desde sua introdução nas Américas em 2013, mais de 2 milhões de casos suspeitos ocorreram em quase 50 países. Até dezembro de 2024, 119 países reportaram transmissão local e, desde o início de 2025, aproximadamente 220.000 casos e 80 mortes foram reportados em 14 países/territórios nas Américas, África e Ásia (ECDC, 2025).

O crescimento observado em Dores do Indaiá alinha-se com o cenário nacional. De Barros Filho *et al.* (2024) identificaram crescimento de 67% nos casos prováveis de

Chikungunya no Brasil, com destaque para Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo. Esta coincidência reforça a relevância de ações intensificadas de vigilância e controle, especialmente em municípios de pequeno porte, onde a infraestrutura de resposta pode ser limitada diante dos surtos.

Esta heterogeneidade espacial reflete a complexa dinâmica de transmissão vetorial em municípios de médio porte, onde fatores microambientais exercem influência determinante na proliferação do *Aedes aegypti*. As regiões das Américas estão altamente infestadas com *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, com estudos demonstrando taxas de transmissão alarmantes de 83,3% e 96,7% para CHIKV em populações de *A. aegypti* e *A. albopictus*, respectivamente (Vega-Rúa *et al.*, 2014). Esse contexto de alta competência vetorial explica como municípios, mesmo com indicadores socioeconômicos favoráveis, tornam-se receptivos ao estabelecimento viral (Vega-Rúa *et al.*, 2020).

A análise espacial por meio da metodologia de quartis permitiu identificar não apenas gradientes de incidência, mas também dinâmica temporal de expansão territorial, evidenciando áreas com maior vulnerabilidade epidemiológica que demandam ações prioritárias diferenciadas de vigilância e controle.

Os achados alinham-se ao cenário epidemiológico estadual e nacional recente. Minas Gerais registrou taxa de incidência de 791 casos por 10 mil habitantes em 2024, posicionando-se como um dos estados com transmissão inédita (IEPS, 2025). No contexto brasileiro, o ano de 2024 constituiu marco epidemiológico sem precedentes, com 6,6 milhões de casos prováveis de Dengue e 6.000 óbitos, sendo 61,8% das ocorrências concentradas na região Sudeste (Brasil, 2025a). Dores do Indaiá, portanto, insere-se em um contexto regional de alta transmissão que exige vigilância intensificada e resposta coordenada dos serviços de saúde.

Estudos utilizando análise espacial em contextos brasileiros têm demonstrado padrões similares de heterogeneidade. Costa *et al.* (2021) identificaram autocorrelação espacial positiva significativa ($I=0,54$; $p=0,001$) para a incidência combinada de Dengue, Chikungunya e Zika em São Luís, Maranhão, com *clusters* de alta incidência nas regiões oeste e nordeste do município. Costa *et al.* (2018) documentaram que a distribuição espacial de Dengue, Chikungunya e Zika no Maranhão apresentou autocorrelação espacial significativa ($I=0,10$; $p=0,009$ para Dengue; $I=0,07$; $p=0,03$ para Zika), evidenciando que *hotspots* de transmissão não se distribuem aleatoriamente, mas seguem padrões espaciais específicos relacionados a fatores locais.

Este cenário epidemiológico emergente representa caso paradigmático de

estabelecimento arboviral em território previamente não endêmico, oferecendo oportunidades para compreensão dos mecanismos de invasão viral e estabelecimento de novos ciclos de transmissão. A transição observada de transmissão importada para autóctone exemplifica a dinâmica complexa que governa a emergência de arboviroses, requerendo abordagens integradas que considerem simultaneamente fatores climáticos, entomológicos, socioeconômicos e de gestão urbana (Azevedo; Lorenz; Chiaravalloti-Neto, 2020).

A análise por áreas de abrangência da ESF, embora apresente limitações pelo reduzido número de unidades espaciais, fornece aproximação útil para compreensão dos padrões de transmissão em nível municipal. Esta abordagem permite direcionar recursos de forma mais eficiente, identificando territórios prioritários para intensificação de ações de controle vetorial e mobilização comunitária. Estudos recentes em Karnataka, Índia, utilizando análise espacial com Índice de Moran, identificaram valores de 0,243 (2021) e 0,282 (2023) para Dengue, indicando autocorrelação espacial positiva moderada com distritos de incidência similar tendendo a se agrupar geograficamente (Nayak *et al.*, 2025).

3.3.1. Correlação espacial com indicadores climáticos

A Figura 2 apresenta a correlação espacial entre casos de arboviroses e indicadores climáticos (temperatura, precipitação e umidade relativa) por meio da análise bivariada utilizando Índice de Moran. Os mapas LISA (*Local Indicators of Spatial Association*) demonstram padrões de autocorrelação espacial que sugerem associação entre variáveis meteorológicas e a incidência de arboviroses. Ressalta-se que, por se tratar de estudo ecológico descritivo, esses padrões indicam associações em nível populacional/territorial, sem permitirem inferências sobre relações causais individuais. O reduzido número de unidades espaciais (n=4) representa limitação metodológica reconhecida, impondo cautela na interpretação estatística das inferências.

Figura 2 - Correlação espacial dos casos de arboviroses com indicadores climáticos (temperatura, precipitação e umidade) em Dores de Indaiá



Fonte: Autora (2025).

Observa-se que todas as áreas apresentaram associação significativa do tipo Alto-Alto, indicando que regiões com maiores valores de temperatura, precipitação e umidade coincidiram espacialmente com as áreas de maior incidência das doenças.

Tanto em 2023 quanto em 2024, o ESF Central e o ESF Juiz de Fora mantiveram-se como áreas de correlação positiva intensa entre o aumento de chuvas e o incremento de casos, refletindo o efeito direto da precipitação sobre a formação de criadouros do *Aedes aegypti*. O mesmo padrão foi observado para temperatura e umidade, variáveis que apresentaram relação direta com a ampliação da transmissão em todo o território analisado. Esses resultados são compatíveis com a hipótese de que a dinâmica temporal e espacial das arboviroses em Dores do Indaiá é modulada pelas condições climáticas, sendo o período chuvoso o de maior risco epidemiológico.

Ressalta-se que a homogeneidade da correlação Alto-Alto, observada entre todas as áreas ESF, reflete limitação metodológica reconhecida: os indicadores climáticos (temperatura, precipitação e umidade) foram obtidos em escala municipal e atribuídos uniformemente a todas as unidades espaciais, devido à indisponibilidade de dados meteorológicos desagregados por território ESF. Consequentemente, a análise não captura possíveis variações microclimáticas intraurbanas que poderiam diferenciar os quatro territórios. A adoção das áreas de abrangência da ESF como unidade de análise espacial justifica-se pela lógica operacional da vigilância epidemiológica municipal, que organiza as notificações e ações de controle segundo essa territorialização, e não pela existência de diferenças ambientais ou climáticas substanciais entre as áreas. Apesar dessa limitação, o impacto da transmissão foi mais perceptível nas áreas centrais, possivelmente devido à maior densidade urbana, adensamento habitacional e acúmulo de água em recipientes artificiais, fatores que potencializam os efeitos das variáveis climáticas sobre a proliferação vetorial em nível territorial.

A temperatura emergiu como variável climática de relevância epidemiológica. A análise bivariada sugere que áreas com temperaturas mais elevadas apresentaram maior incidência de arboviroses, convergindo com evidências científicas robustas sobre a influência térmica no ciclo de vida do *Aedes aegypti*, tendo em vista que temperaturas elevadas aceleram o desenvolvimento larval, reduzem o período de incubação extrínseco do vírus no vetor e aumentam a frequência de alimentação sanguínea dos mosquitos adultos (Bellone *et al.*, 2023; Zandi; Mousavi, 2024). Estudos experimentais demonstram que o aumento de temperatura acelera a replicação viral dentro do mosquito, intensificando a transmissão vetorial (Chitre *et al.*, 2024). Análises em quatro áreas administrativas do governo local, no norte de Queensland, Austrália, evidenciaram que anomalias positivas de temperatura mínima correlacionaram-se

temporalmente com a emergência de casos autóctones de Dengue em região temperada (Ryan *et al.*, 2020).

A plataforma AdaptaBrasil, vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, projeta que o aumento de temperatura associado à precipitação pode intensificar a proliferação de mosquitos transmissores em diversas regiões brasileiras (Agência Brasil, 2023). Modelagens climáticas sugerem que mudanças no regime térmico estão expandindo a distribuição geográfica dos vetores *Aedes* para latitudes e altitudes anteriormente desfavoráveis, aumentando populações em risco (Barrera *et al.*, 2025; Caminade; McIntyre; Jones, 2019).

A precipitação pluviométrica demonstrou associação espacial com os casos de arboviroses em Dores do Indaiá. A análise LISA evidenciou que áreas com maior acúmulo pluviométrico tenderam a apresentar maior incidência de casos. Esse achado alinha-se a estudos brasileiros que identificaram correlação positiva entre períodos chuvosos e aumento de casos (Borges *et al.*, 2024; Costa; Araújo, 2021; Freitas *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2020). A precipitação viabiliza criadouros naturais e artificiais, especialmente em áreas com deficiências de drenagem urbana, constituindo fator ambiental crítico para proliferação vetorial.

Contudo, é importante ressaltar que a relação entre precipitação e arboviroses apresenta característica não linear e contexto-dependente. Chuvas moderadas podem favorecer a formação de criadouros, enquanto precipitações intensas podem eliminar locais de reprodução por arraste mecânico; e períodos de estiagem podem induzir o armazenamento domiciliar de água, criando novos habitats para o vetor (Chen *et al.*, 2024; Teixeira; Costa, 2020). Tanto excesso quanto déficit hídricos podem favorecer proliferação vetorial por meio de mecanismos distintos, o que reforça a complexidade dessa relação e a necessidade de cautela ao extrapolar achados para diferentes contextos climáticos e urbanos. O fenômeno *El Niño*, associado a extremos pluviométricos em diferentes regiões, tem sido vinculado a surtos significativos de Dengue no Sudeste Asiático e na América do Sul (Mousavi *et al.*, 2024).

A citada tendência sazonal está alinhada aos achados de Duarte *et al.* (2023), que destacam a correlação direta entre condições climáticas favoráveis (elevada umidade e temperaturas altas) e a proliferação do vetor *Aedes aegypti*. O Ministério da Saúde reconhece que a combinação entre calor e chuvas intensas, potencializados pelo fenômeno *El Niño*, contribuíram para o cenário epidêmico de 2023-2024 (Brasil, 2023). Evidências internacionais corroboram a relação complexa entre precipitação e transmissão, a exemplo de estudos no Nepal que documentaram variações nos padrões de precipitação, estando correlacionadas espacialmente com *clusters* de alta incidência de Dengue ($I=0,634$; $p<0,05$ em 2022; $I=0,144$; $p<0,05$ em 2023), com identificação de *hotspots* em regiões específicas por meio de análise

LISA (Mahato *et al.*, 2025).

A umidade relativa do ar, terceira variável climática analisada, apresentou correlação espacial com os casos de arboviroses. A análise bivariada sugere que condições de maior umidade se associaram a maior incidência de casos, uma vez que umidade adequada é essencial para a sobrevivência dos mosquitos adultos e para a viabilidade dos ovos em condições adversas. Estudos demonstram que alta umidade aumenta a sobrevivência dos vetores e a frequência de alimentação, intensificando potencial de transmissão (Mousavi *et al.*, 2024). Análises em Recife-PE evidenciaram que a cidade apresenta condições climáticas propícias para propagação de arboviroses ao longo de todo o ano, incluindo temperatura e umidade favoráveis (Almeida; Cota; Rodrigues, 2020).

É fundamental reconhecer que a relação entre variáveis climáticas e transmissão de arboviroses não é linear e pode variar conforme contextos locais, biomas e características urbanas. Em regiões tropicais, o aumento excessivo da temperatura pode, paradoxalmente, limitar áreas consideradas aptas para transmissão devido a efeitos negativos sobre a sobrevivência vetorial em temperaturas extremas (Liu *et al.*, 2023). Modelagens matemáticas que integram temperatura e controle vetorial demonstram que a capacidade vetorial varia temporalmente conforme flutuações climáticas (Fairbanks; Tildesley, 2024).

Esta complexidade reforça a necessidade de monitoramento climático integrado aos sistemas de vigilância epidemiológica para desenvolvimento de estratégias de mitigação baseadas em evidências locais. Estudos longitudinais em zonas de emergência de arboviroses são essenciais para compreensão das relações entre clima e transmissão em escala regional (Robert; Stewart-Ibarra; Estallo, 2020).

3.3.2. Correlação espacial com indicadores ambientais

A Figura 3 apresenta a correlação espacial entre casos de arboviroses e indicadores ambientais, a saber: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), cobertura de coleta de resíduos domiciliares e esgotamento sanitário. Os resultados da análise bivariada, por meio do Índice de Moran, evidenciaram padrões de autocorrelação espacial classificados como “Alto-Alto” e “Não significativo”, revelando associações diferenciadas entre determinantes socioambientais e a distribuição espacial das arboviroses em nível territorial.

Em 2023 e em 2024, as áreas dos ESF Central e ESF Juiz de Fora mantiveram altos índices de incidência de arboviroses associados a menores indicadores de saneamento e cobertura de coleta de resíduos. O PSF São Sebastião também apresentou correlação positiva

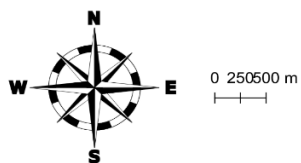
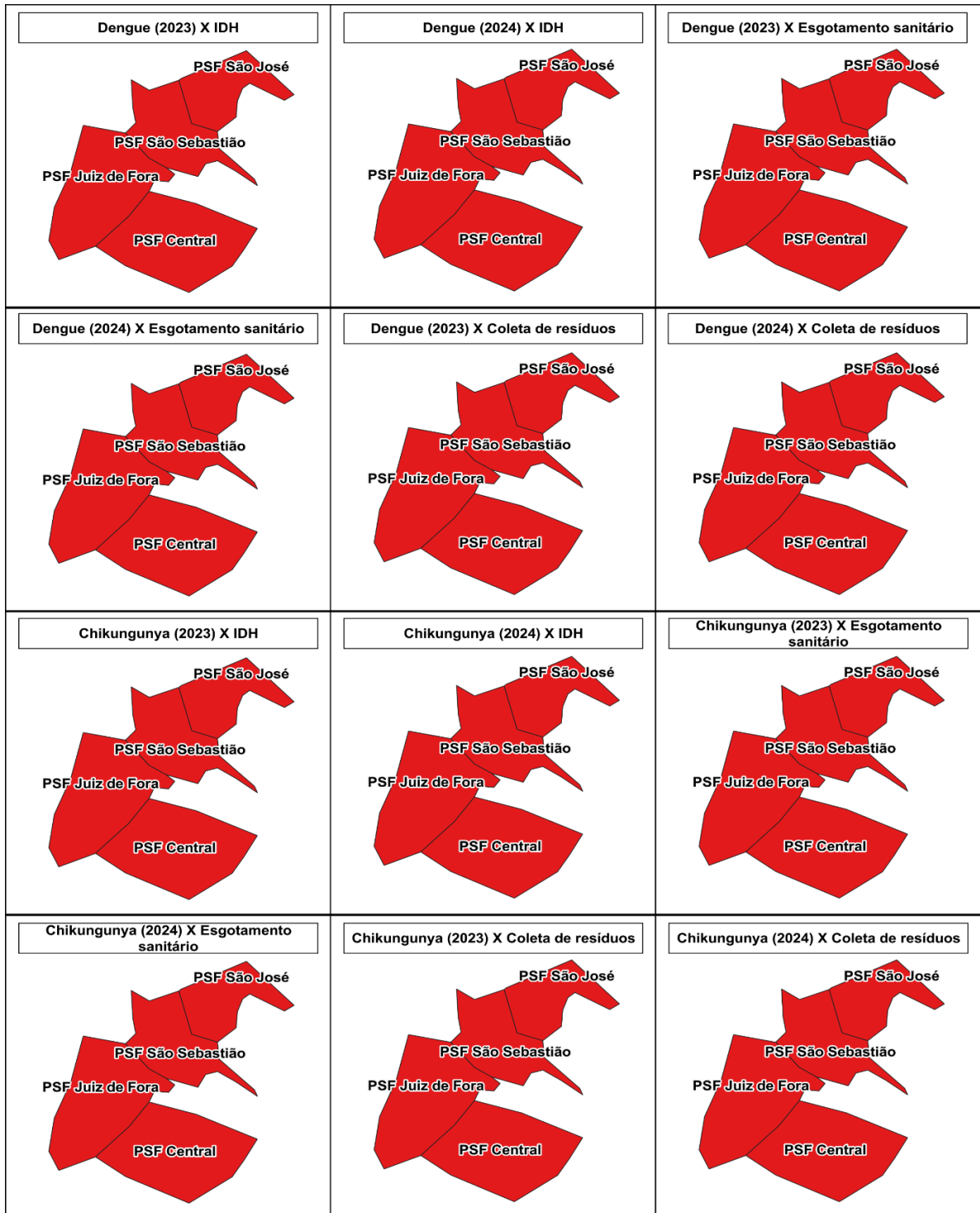
relevante, refletindo vulnerabilidade socioambiental intermediária. Por outro lado, o PSF São José, área de maior IDH e melhor infraestrutura sanitária, exibiu os menores registros e menor intensidade de correlação.

Esses achados são compatíveis com o conceito de desigualdade socioambiental, entendida como a distribuição desigual de riscos ambientais e acesso a serviços de infraestrutura urbana (saneamento, coleta de resíduos, drenagem) entre diferentes territórios e grupos populacionais (Acselrad; Mello; Bezerra, 2009). Em contextos urbanos, especialmente em municípios de pequeno e médio portes no Brasil, a desigualdade socioambiental se expressa territorialmente por meio da precarização dos serviços de saneamento, acúmulo de resíduos sólidos, adensamento habitacional sem infraestrutura adequada e vulnerabilidades socioeconômicas, elementos que convergem para aumentar a susceptibilidade a doenças de veiculação ambiental, como as arboviroses (Heller; Castro, 2007; Porto, 2012).

A carga desproporcional de arboviroses em áreas com piores indicadores socioeconômicos e ambientais reflete processos de injustiça ambiental, nos quais populações mais vulneráveis são expostas a condições ambientais deterioradas e riscos à saúde, enquanto áreas com melhor infraestrutura experimentam menor incidência de doenças (Câmara *et al.*, 2007; Rigotto; Augusto, 2007). Essa distribuição desigual não resulta de fatores aleatórios, mas de processos históricos de ocupação do território, políticas públicas insuficientes e dinâmicas de exclusão socioespacial que caracterizam as cidades brasileiras, particularmente nos municípios do interior (Malagoli; Di Giulio; Marques, 2021).

Os resultados reforçam que as desigualdades ambientais e socioeconômicas estão associadas à distribuição espacial das arboviroses em nível populacional. Locais com coleta irregular de resíduos, deficiências no esgotamento sanitário e menor nível socioeconômico apresentam maior propensão à manutenção de criadouros e conseqüente ampliação da transmissão. Assim, a relação Alto-Alto identificada em todas as análises sugere que a carga das arboviroses está concentrada justamente nas áreas de maior vulnerabilidade urbana, destacando a urgência de políticas públicas de saneamento, gestão ambiental e educação em saúde como estratégias estruturais de controle e redução das desigualdades socioambientais em saúde.

Figura 3 - Correlação espacial dos casos de arboviroses com indicadores ambientais (IDH-M, coleta de resíduos domiciliares e esgotamento sanitário) em Dolores do Indaiá



Fonte: Autora (2025).

A análise da correlação entre Dengue e IDH-M demonstrou padrão de autocorrelação Alto-Alto em todas as quatro áreas ESF, tanto em 2023 quanto em 2024. Essa homogeneidade espacial indica que o IDH-M, quando atribuído uniformemente em nível municipal, associou-se consistentemente com a incidência de Dengue em todo o território. Este achado converge com evidências de Aguiar-Santos *et al.* (2023), que identificaram o IDH-M como fator espacialmente associado à febre Chikungunya em municípios de Pernambuco ($I=0,245$; $p=0,038$), embora a relação seja complexa e não necessariamente linear.

A correlação espacial entre Dengue e esgotamento sanitário revelou igualmente padrão de autocorrelação Alto-Alto em todas as áreas ESF nos dois anos analisados. O resultado é compatível com evidências recentes na literatura brasileira sobre a influência das condições sanitárias na transmissão de arboviroses. Coury *et al.* (2021) observaram que regiões com deficiências no saneamento básico apresentam incidência significativamente maior de Dengue, mostrando que melhorar condições de esgotamento sanitário pode contribuir para a redução nos casos.

Pesquisa realizada em Presidente Prudente, no estado de São Paulo, identificou correlações diretas entre locais degradados de drenagem urbana (bocas de lobo/drenagens), com acúmulo de água ou larvas/pupas de *Aedes aegypti*, e a distribuição espacial de casos, destacando que a precariedade no sistema de drenagem está associada a clusters de alta incidência (Bertacco *et al.*, 2024). O abastecimento intermitente de água em áreas sem rede de esgoto adequada induz armazenamento domiciliar em recipientes diversos, criando criadouros potenciais para *Aedes aegypti* (Lima-Câmara, 2024).

A análise da correlação entre Dengue e coleta de resíduos domiciliares demonstrou padrão idêntico de autocorrelação Alto-Alto em todas as áreas ESF em 2023 e 2024. A homogeneidade espacial desta associação sugere que deficiências na gestão de resíduos sólidos influenciam uniformemente a transmissão de Dengue no município. A disposição inadequada de resíduos sólidos propicia criadouros artificiais potenciais para o *Aedes aegypti*, que se adaptou eficientemente ao ambiente urbano (Almeida; Cota; Rodrigues, 2020). Costa *et al.* (2021) identificaram que o acúmulo de resíduos no entorno dos domicílios foi a única variável socioambiental significativamente associada à incidência de arboviroses em São Luís, Maranhão ($p<0,05$).

Para a Chikungunya, os padrões de correlação espacial com indicadores ambientais demonstraram comportamento similar ao observado para Dengue. A análise bivariada com IDH-M evidenciou autocorrelação Alto-Alto em todas as áreas ESF em ambos os períodos, indicando associação espacial homogênea. Resultados idênticos foram observados para as

correlações com esgotamento sanitário e coleta de resíduos domiciliares, com todas as áreas ESF apresentando classificação Alto-Alto em 2023 e 2024.

A homogeneidade espacial observada em todas as análises bivariadas com indicadores ambientais (consistente classificação Alto-Alto em todas as áreas ESF) reflete limitação metodológica reconhecida. A indisponibilidade de indicadores desagregados por área de abrangência da ESF levou à atribuição de valores constantes em todas as unidades. Conseqüentemente, os padrões de autocorrelação espacial não capturam variabilidade intraurbana destes determinantes, mas indicam associação em nível municipal entre condições ambientais e incidência de arboviroses, característica comum a estudos ecológicos em municípios de pequeno porte.

Apesar desta limitação, a consistência dos padrões Alto-Alto para todos os indicadores ambientais e em ambos os períodos temporais sugere que deficiências em saneamento básico e gestão de resíduos constituem determinantes importantes da transmissão de arboviroses em Dores do Indaiá. Estudos com maior granularidade espacial têm demonstrado variabilidade intraurbana significativa. Silva *et al.* (2024) documentaram correlação inversa entre cobertura de saneamento e incidência de arboviroses em diferentes setores censitários de municípios brasileiros, evidenciando que áreas com piores condições sanitárias apresentaram maiores taxas de transmissão.

A literatura internacional corrobora estas relações. Análise em Bangladesh, sul da Ásia, demonstrou que fatores demográficos e deficiências em infraestrutura sanitária influenciaram significativamente a incidência de Dengue (Alan *et al.*, 2025). Estudo realizado com crianças menores de cinco anos em Fiji e Indonésia identificou que aquelas residentes em domicílios com coleta regular de resíduos apresentaram risco significativamente menor de Dengue (Rosser *et al.*, 2025). Análise de 4.100 municípios brasileiros evidenciou que cobertura inadequada de abastecimento de água e esgotamento sanitário associam-se espacialmente à presença de *Aedes aegypti* e casos de arboviroses (Novaes; Silva Pinto; Marques, 2022).

3.3.3. Implicações para vigilância epidemiológica e políticas públicas

Os resultados deste estudo ecológico descritivo têm implicações importantes para a vigilância epidemiológica territorial e formulação de políticas públicas em Dores do Indaiá e municípios de pequeno porte com características similares. A identificação de padrões espaciais de distribuição dos casos por meio de análise de autocorrelação espacial permite direcionar recursos de forma mais eficiente, priorizando áreas de maior risco identificadas nos mapas

LISA. Esta abordagem representa ferramenta operacional para apoio à tomada de decisão em vigilância em saúde, auxiliando gestores locais na:

1. Priorização de territórios para ações de controle vetorial, direcionando equipes para áreas ESF com maior incidência e vulnerabilidade socioambiental;
2. Planejamento de campanhas educativas territorializadas, considerando as especificidades socioeconômicas e ambientais de cada área de abrangência;
3. Alocação diferenciada de recursos, concentrando investimentos em saneamento, coleta de resíduos e infraestrutura urbana nas áreas críticas;
4. Monitoramento epidemiológico contínuo, estabelecendo sistemas de alerta precoce baseados em variáveis climáticas e entomológicas integradas por território;
5. Articulação intersetorial, envolvendo secretarias de saúde, obras, meio ambiente e assistência social para ações estruturantes de redução das desigualdades socioambientais.

Os desafios para controle e vigilância de arboviroses em municípios de pequeno porte no Brasil apresentam características específicas que demandam estratégias adaptadas à realidade local. A experiência observada em Dores do Indaiá evidencia questões estruturais e operacionais comuns a centros urbanos de menor porte no país, requerendo abordagens diferenciadas daquelas aplicadas em grandes centros urbanos (Queiroz *et al.*, 2023).

A análise espacial por meio do Índice de Moran, mesmo com limitações metodológicas decorrentes do reduzido número de unidades espaciais, fornece aproximação exploratória útil para compreensão do padrão espacial municipal. Estudos em diferentes contextos demonstraram que análises espaciais, mesmo em escalas variadas, fornecem informações valiosas para planejamento de ações. Em São Paulo, por exemplo, análises municipais demonstraram que municípios com altas taxas de incidência de Dengue tendem a ter vizinhos com altas médias, evidenciando processo de expansão territorial da doença (Domingues; Govone, 2019). No México, por sua vez, a análise de 2.471 municípios identificou aumento na autocorrelação espacial de Dengue de $I=0,27$ em 2022 para $I=0,57$ em 2023, indicando intensificação do *clustering* espacial (Mendoza-Cano *et al.*, 2025).

O cenário epidemiológico dos municípios de pequeno porte é caracterizado por limitações na capacidade diagnóstica e na infraestrutura de vigilância epidemiológica. A articulação entre os componentes do saneamento com as dimensões ambientais e da saúde tornam-se necessárias para se atingir a promoção de territórios sustentáveis e saudáveis (Queiroz *et al.*, 2023). A redução das desigualdades socioambientais por meio de investimentos

em infraestrutura urbana constitui estratégia estruturante para o controle sustentável de arboviroses, transcendendo ações pontuais de controle vetorial.

O contexto epidemiológico nacional reforça a urgência de ações integradas. Em 2024, dez estados brasileiros apresentaram taxas superiores a 100 casos por 10 mil habitantes, com Distrito Federal e Minas Gerais alcançando 933 e 791 casos por 10 mil habitantes, respectivamente. Paradoxalmente, apenas 40% das escolas públicas brasileiras realizaram ações contra o *Aedes aegypti*, evidenciando lacuna crítica na implementação de estratégias intersetoriais (IEPS, 2025).

Conforme destacado pelo Ministério da Saúde, a destinação de recursos específicos para enfrentamento das arboviroses incluiu a capacitação de aproximadamente 11.700 profissionais de saúde em 2023 para manejo clínico, vigilância e controle dessas doenças (Brasil, 2023). Esta iniciativa reconhece a necessidade de qualificação técnica em municípios com recursos humanos limitados, onde frequentemente um único profissional acumula múltiplas funções na vigilância epidemiológica.

O Ministério da Saúde reconhece que o enfrentamento efetivo das arboviroses demanda ações que transcendam o setor saúde, incluindo melhorias em saneamento básico, gestão de resíduos sólidos, drenagem urbana e planejamento territorial (Brasil, 2024). O Plano de Contingência Nacional 2024/2025 preconiza elaboração de planos regionalizados que considerem contextos epidemiológicos e arranjos socioambientais específicos (Brasil, 2025b). Essa abordagem alinha-se com recomendações internacionais que enfatizam necessidade de respostas integradas, considerando mudanças climáticas e vulnerabilidades locais (Bardosh *et al.*, 2017).

A implementação de tecnologias inovadoras para o controle vetorial representa um desafio adicional para municípios de pequeno porte. As estratégias de controle de vetores e as capacidades de vigilância devem ser abordadas de maneira integrada, devido à complexidade dos fatores envolvidos na dinâmica de transmissão, avaliação de riscos e potencial de controle (Gómez-Dantés; Willoquet, 2009). O Plano de Ação para Redução da Dengue e de Outras Arboviroses, lançado em setembro de 2024, contempla seis eixos de ação que incluem o uso de estações disseminadoras de larvicida e o método *Wolbachia* (Brasil, 2024). No entanto, a ampliação dessas tecnologias tem se concentrado inicialmente em municípios de maior porte, como Uberlândia (MG), Presidente Prudente (SP) e outros centros urbanos com mais de 100.000 habitantes, evidenciando a necessidade de adaptação dessas estratégias para realidades municipais menores.

Os fatores determinantes para a ocorrência de arboviroses em municípios de

pequeno porte estão intrinsecamente relacionados aos desafios de infraestrutura urbana, considerando que a falta de medidas preventivas de saneamento, sejam estruturais e/ou estruturantes, resultam no aumento do risco de ocorrência de arboviroses urbanas e mesmo de epidemias (Queiroz *et al.*, 2023). A crescente urbanização, as dinâmicas populacionais e os problemas relacionados ao acesso à água e a destinação adequada de resíduos sólidos constituem elementos cruciais para a proliferação do *Aedes aegypti*.

A vigilância epidemiológica em municípios de pequeno porte enfrenta desafios específicos relacionados à notificação e ao monitoramento de casos. A implementação do Painel de Monitoramento das Arboviroses pelo Ministério da Saúde representa um avanço significativo, proporcionando ferramentas de visualização de dados que permitem o acompanhamento em tempo real da situação epidemiológica. Contudo, a alimentação adequada desses sistemas depende da capacitação local e da disponibilidade de recursos tecnológicos que nem sempre estão presentes em municípios de menor porte.

A dessincronização temporal entre Dengue e Chikungunya, embora ofereça oportunidades para controle direcionado, também apresenta desafios para a manutenção de vigilância contínua e alocação de recursos. O fenômeno de co-circulação arboviral observada demanda sistemas de vigilância mais sofisticados, capazes de distinguir e monitorar simultaneamente múltiplos patógenos com padrões epidemiológicos distintos (Da Silva Sousa *et al.*, 2023).

Os achados deste estudo sublinham a necessidade urgente de medidas de controle robustas, vigilância aprimorada e sistemas de alerta precoce para reduzir o risco iminente de endemidade de doenças transmitidas por *Aedes* na região (Farooq *et al.*, 2025). A experiência de Dores do Indaiá serve como modelo para compreender como municípios com bons indicadores socioeconômicos podem, mesmo assim, tornar-se receptivos ao estabelecimento de novos ciclos de transmissão arboviral quando há convergência de fatores ambientais, entomológicos e epidemiológicos favoráveis.

A integração de tecnologias avançadas, incluindo sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas e inteligência artificial, pode melhorar significativamente a capacidade de prever surtos e monitorar populações vetoriais, permitindo intervenções proativas ao invés de reativas. Sistemas de vigilância dinâmicos que integram dados climáticos e epidemiológicos em tempo real são fundamentais para predição de áreas com maior probabilidade de surtos (Robert; Stewart-Ibarra; Estallo, 2020; Sant'anna *et al.*, 2025; Zaid *et al.*, 2021).

Para Dores do Indaiá, recomenda-se: (1) fortalecimento da vigilância

epidemiológica nas áreas identificadas como prioritárias, por meio da análise espacial, com monitoramento intensificado durante períodos de maior risco climático; (2) implementação de ações integradas entre secretarias de saúde, obras públicas e meio ambiente, focando em melhorias de saneamento e gestão de resíduos; (3) intensificação de mobilização comunitária, reconhecendo que 75% dos focos localizam-se em domicílios; (4) estabelecimento de sistema de monitoramento climático contínuo integrado à vigilância epidemiológica para antecipação de períodos de maior risco; (5) capacitação permanente das equipes da Atenção Primária à Saúde, que realizam a maioria dos atendimentos, para diagnóstico precoce e manejo adequado; e (6) desenvolvimento de estratégias diferenciadas por território, considerando as especificidades socioambientais de cada área ESF.

3.3.4. Limitações do estudo

O presente estudo apresenta limitações inerentes ao delineamento ecológico descritivo adotado, que impede inferências causais em nível individual, restringindo-se à identificação de associações em nível populacional/territorial. O reduzido número de unidades espaciais analisadas (n=4) compromete a robustez estatística dos testes de autocorrelação espacial; e a indisponibilidade de indicadores desagregados por área de abrangência da ESF impossibilitou a avaliação da variabilidade intraurbana dos determinantes ambientais. Adicionalmente, a análise baseou-se em dados secundários sujeitos a subnotificação, particularmente durante o período pandêmico de COVID-19, quando houve reorganização dos serviços de saúde. Essas limitações restringem a interpretação dos resultados, que devem ser compreendidos como aproximação exploratória do padrão espacial das arboviroses no município.

3.4. Conclusão

O estudo evidenciou que a ocorrência de Dengue e Chikungunya no município de Dores do Indaiá, entre 2020 e 2024, esteve associada às condições ambientais, climáticas e urbanas locais, com padrão espacialmente heterogêneo de transmissão. As análises espaciais demonstraram correlações positivas entre indicadores climáticos (temperatura, precipitação e umidade relativa) e a incidência das arboviroses, bem como associações com indicadores de saneamento básico, coleta de resíduos e vulnerabilidade socioeconômica. Conclui-se, portanto, que a dinâmica das arboviroses em municípios de pequeno porte apresenta caráter multifatorial

e territorialmente determinado, confirmando a influência integrada de fatores ambientais, climáticos e urbanos na transmissão dessas doenças.

Referências

ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. A.; BEZERRA, G. N. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

AGÊNCIA BRASIL. **Mudanças climáticas podem agravar quadro de doenças como Dengue e Zika**. Brasília, 17 dez. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2023-12/mudancas-climaticas-podem-agravar-quadro-de-doencas-como-dengue-e-zika>. Acesso em: 16 out. 2024.

AGUIAR-SANTOS, A. M. *et al.* Chikungunya virus in Brazil: temporal and spatial analysis of occurrence. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 57, p. 1-12, 2023.

AGUIAR-SANTOS, M. 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**, São Paulo, v. 26, e230018, 2023. DOI: 10.1590/1980-549720230018.

ALAM, K. E. *et al.* Time series analysis of Dengue incidence and its association with meteorological risk factors in Bangladesh. **Plos one**, v. 20, n. 8, p. e0323238, 2025.

ALEIXO, B. *et al.* Infrastructure is a necessary but insufficient condition to eliminate inequalities in access to water: research of a rural community intervention in Northeast Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 652, p. 1445-1455, 2019. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.202.

ALI MUDE, A. S.; NAGEYE, Y. A.; BELLO, K. E. Current Epidemiological Status of Chikungunya Virus Infection in East Africa: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Tropical Medicine**, v. 2024, n. 1, p. 7357911, 2024.

ALMEIDA, I. F. *et al.* The expansion of Chikungunya in Brazil. **The Lancet Regional Health–Americas**, v. 25, 2023.

ALMEIDA, L. S.; COTA, A. L. S.; RODRIGUES, D. F. Saneamento, Arboviroses e Determinantes Ambientais: impactos na saúde urbana. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 10, p. 3857-3868, out. 2020. DOI: 10.1590/1413-812320202510.30712018.

AZEVEDO, T. S.; LORENZ, C.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Spatiotemporal evolution of Dengue outbreaks in Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 114, n. 8, p. 593-602, 2020.

BARBOSA, I. R. *et al.* Saúde e saneamento: uma avaliação das políticas públicas de prevenção, controle e contingência das arboviroses no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 6, jun. 2023. DOI: 10.1590/1413-81232023286.07622022.

BARDOSH, K. L. *et al.* Addressing vulnerability, building resilience: community-based

adaptation to vector-borne diseases in the context of global change. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 6, n. 166, p. 1-21, 2017. DOI: 10.1186/s40249-017-0375-2.

BARRERA, R. *et al.* Defining *Aedes aegypti* density thresholds for preventing human arboviral infections. **Acta Tropica**, p. 107688, 2025.

BELLONE, R. *et al.* Climate change and vector-borne diseases: a multi-omics approach of temperature-induced changes in the mosquito. **Journal of Travel Medicine**, v. 30, n. 4, taad062, 2023. DOI: 10.1093/jtm/taad062.

BERTACCO, E. A. M. *et al.* Impact of storm drains on the maintenance of Dengue endemicity in Presidente Prudente, São Paulo, Brazil: a geospatial and epidemiologic approach. **Frontiers in Public Health**, v. 12, p. 1442622, 2024.

BORGES, I. V. G. *et al.* Analysis of the interrelationship between precipitation and confirmed Dengue cases in the city of Recife (Brazil) covering climate and public health information. **Frontiers in public health**, v. 12, p. 1456043, 2024.

BRASIL. Agência Gov. Brasil registra redução de aproximadamente 60% nos casos de Dengue em 2025. **Agência Gov**, 2025. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202502/brasil-registra-reducao-de-aproximadamente-60-nos-casos-de-dengue-em-2025>. Acesso em: 6 ago. 2025.

BRASIL. Agência Gov. Conheça as ações e investimentos para controle de casos de Dengue. **Agência Gov**, dez. 2024. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202412/conheca-as-acoes-do-ministerio-da-saude-para-controle-de-casos-de-dengue>. Acesso em: 6 ago. 2025.

BRASIL. Agência Gov. Saiba mais sobre as tecnologias adotadas pelo Ministério da Saúde para o controle da Dengue. **Agência Gov**, nov. 2024. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202411/saiba-quais-sao-as-tecnologias-adotadas-pelo-ministerio-da-saude-para-o-controle-da-dengue-e-outras-arboviroses>. Acesso em: 6 ago. 2025.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **SIRGAS2000**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/obter-coordenadas-referenciadas-ao-sirgas2000>. Acesso em: 31 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Centro de Operações de Emergência monitora arboviroses no Distrito Federal**. Brasília, 9 jan. 2025a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias-para-os-estados/distrito-federal/2025/janeiro/centro-de-operacoes-de-emergencia-monitora-arboviroses-no-distrito-federal>. Acesso em: 16 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Centro de Operações de Emergência monitora arboviroses no Distrito Federal**. Brasília, 9 jan. 2025a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Chikungunya: sintomas, transmissão e prevenção**. FIOCRUZ. 2022. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/chikungunya-sintomas-transmissao-e-prevencao>. Acesso em: 07 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Com previsão de aumento de casos, Ministério da Saúde coordena ações de enfrentamento das arboviroses**. Brasília: MS, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2023/dezembro/com-previsao-de-aumento-de-cases-ministerio-coordena-acoes-de-enfrentamento-das-arboviroses>. Acesso em: 17 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia Prático de Arboviroses Urbanas na Atenção Primária à Saúde**. Brasília: MS, 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Ministério da Saúde divulga novos dados da Dengue e demais arboviroses**. Brasília: MS, 2024. Disponível em: <https://www.apm.org.br/ministerio-da-saude-divulga-novos-dados-da-dengue-e-demais-arboviroses/>. Acesso em: 17 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, v. 54, n. 1, jan. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Plano de Contingência Nacional para Dengue, Chikungunya e Zika 2024/2025**. Brasília: MS, 2025b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Boletim Epidemiológico**, Brasília, v. 54, n. 1, jan. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2023/boletim-epidemiologico-volume-54-no-01/view>. Acesso em: 10 de jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de Dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde**. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2019.

CÂMARA, V. M. et al. Saúde ambiental e saúde do trabalhador: epidemiologia das relações entre a produção, o ambiente e a saúde. In: ROUQUAYROL, M. Z.; ALMEIDA FILHO, N. (Org.). **Epidemiologia & Saúde**. 6. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 2007. p. 469-497.

CAMINADE, C.; MCINTYRE, K. M.; JONES, A. E. Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1436, n. 1, p. 157-173, 2019. DOI: 10.1111/nyas.13950.

CHEN, Y. *et al.* Indian Ocean temperature anomalies predict long-term global Dengue trends. **Science**, v. 384, n. 6696, p. 639-646, 2024.

CHITRE, S. D. *et al.* The impact of anthropogenic climate change on pediatric viral diseases. **Pediatric Research**, v. 95, n. 2, p. 496-507, 2023. DOI: 10.1038/s41390-023-02929-z.

CHITRE, S. D. *et al.* The impact of anthropogenic climate change on pediatric viral diseases. **Pediatric research**, v. 95, n. 2, p. 496-507, 2024.

COSTA, A. K. S. *et al.* Dengue e Chikungunya: soroprevalência em usuários da atenção básica. **Rev Enferm UFPE Online**, v. 13, n. 4, p. 1006-14, 2019.

COSTA, M. S.; ARAÚJO, R. A. F. Variabilidade climática: a precipitação como parâmetro de estudo para os casos de Dengue no litoral, sertão, serra e sul cearense entre 2007 e 2019. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, p. 591-601, 2021.

COSTA, S. D. S. B. *et al.* Autoregressive spatial modeling of possible cases of Dengue, Chikungunya, and Zika in the capital of Northeastern Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 54, e03322020, 2021. DOI: 10.1590/0037-8682-0332-2020.

COSTA, S. S. B. *et al.* Spatial analysis of probable cases of Dengue fever, Chikungunya fever and Zika virus infections in Maranhao State, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 60, p. e62, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-9946201860062>. Acesso em: 16 out. 2025.

COUCEIRO, F. A. V. *et al.* Epidemiologia da Chikungunya no Brasil: contexto socioeconômico e sanitário entre 2017 e 2021. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, p. e46611730331-e46611730331, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30331>. Acesso em: 12 out. 2023.

COURY, B. F. *et al.* Epidemiological profile of Dengue in Brazil and its correlation with the precarious conditions of basic sanitation. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 10, p. e462101019207, 2021.

DA SILVA SOUSA, S. S. *et al.* Características clínicas e epidemiológicas das arboviroses epidêmicas no Brasil: Dengue, Chikungunya e Zika. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 23, n. 7, p. e13518-e13518, 2023.

DA SILVA, F. A. *et al.* Water for life: contamination, vulnerability and social determinants in peripheral territories of Eunápolis and Porto Seguro. **Health and Society**, v. 5, n. 03, p. 214-249, 2025.

DE BARROS FILHO, M. V. P. *et al.* Chikungunya: Revisão das Evidências Científicas sobre Epidemiologia, Diagnóstico e Manejo Clínico. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 10, p. 545-556, 2024.

DOMINGUES, J.; GOVONE, J. S. Avaliação de diferentes técnicas espaciais para análise da ocorrência de Dengue em Rio Claro-SP. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, n. 1, p. 1-16, 2019.

DUARTE, G. S. *et al.* Multicenter study of the natural history and therapeutic responses of patients with Chikungunya, focusing on acute and chronic musculoskeletal manifestations—a study protocol from the clinical and applied research in Chikungunya (REPLICK network). **BMC Infectious Diseases**, v. 23, n. 1, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-023-08292-y>. Acesso em: 12 out. 2023.

ECDC. European Centre For Disease Prevention And Control. **Chikungunya worldwide overview**: monthly report. Stockholm: ECDC, 2025. Disponível em: <https://www.ecdc.europa.eu/en/chikungunya-monthly>. Acesso em: 17 jun. 2025.

FAIRBANKS, E. L. *et al.* Modelling the Influence of Climate and Vector Control Interventions

on Arbovirus Transmission. **Viruses**, v. 16, n. 8, 1221, 2024. DOI: 10.3390/v16081221.

FAROOQ, Z. *et al.* Impact of climate and *Aedes albopictus* establishment on Dengue and Chikungunya outbreaks in Europe: a time-to-event analysis. **The Lancet Planetary Health**, v. 9, n. 5, p. e374-e383, 2025.

FREITAS, Anne Falcão *et al.* A ocorrência de arboviroses em diferentes tipologias do espaço geográfico e sua relação com as condições microclimáticas na cidade de João Pessoa/PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 07, p. 3571-3584, 2020.

GÓMEZ-DANTÉS, H.; WILLOQUET, J. R. Dengue in the Americas: challenges for prevention and control. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, n. Supl. 1, p. S19-S31, 2009.

GUIMARÃES, R. B. *et al.* *Aedes Aegypti*—Insights on the Impact of Water Services. **Water**, v. 14, n. 22, 3694, 2022. DOI: 10.3390/w14223694.

HAGE, R. S. *et al.* Spatiotemporal expansion of Dengue in Brazilian Amazon between 2001 and 2021. **Scientific Reports**, v. 15, n. 1, p. 1032, 2025.

HELLER, L.; CASTRO, J. E. Política pública de saneamento: apontamentos teórico-conceituais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 284-295, 2007.

IEPS. Instituto de Estudos para Políticas de Saúde. **Radar Mais SUS: a evolução do cenário de arboviroses no Brasil e a mobilização do Programa Saúde na Escola**. Boletim n. 3/2025, jun. 2025. Disponível em: <https://ieps.org.br/boletim-radar-mais-sus-03-2025/>. Acesso em: 16 out. 2025.

IEPS. INSTITUTO DE ESTUDOS PARA POLÍTICAS DE SAÚDE. Radar Mais SUS: a evolução do cenário de arboviroses no Brasil e a mobilização do Programa Saúde na Escola. **Boletim n. 3/2025**, jun. 2025.

KHONGWICHIT, S. *et al.* Chikungunya virus infection: molecular biology, clinical characteristics, and epidemiology in Asian countries. **Journal of Biomedical Science**, v. 28, p. 1-17, 2021.

LIMA-CAMARA, T. N. A Dengue é produto do meio: uma abordagem sobre os impactos do ambiente no mosquito *Aedes aegypti* e nos casos da doença. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 27, p. e240048, 2024.

LIU, Z. *et al.* The effect of temperature on Dengue virus transmission by *Aedes* mosquitoes. **Frontiers in cellular and infection microbiology**, v. 13, p. 1242173, 2023.

MACÊDO, S. F. de *et al.* Scaling up of eco-bio-social strategy to control *Aedes aegypti* in highly vulnerable areas in Fortaleza, Brazil: a cluster, non-randomized controlled trial protocol. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 3, p. 1278, 2021.

MAHATO, R. K. *et al.* Spatial autocorrelation with environmental factors related to tuberculosis prevalence in Nepal, 2020–2023. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 14, n. 1, p. 15, 2025.

MALAGOLI, M. A.; DI GIULIO, G. M.; MARQUES, C. Vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas no contexto da Covid-19: desafios para cidades brasileiras. **Ambiente & Sociedade**, v. 24, e01012, 2021.

MARINHO, R. A. *et al.* Effects of temperature on the life cycle, expansion, and dispersion of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in three cities in Paraíba, Brazil. **Journal of Vector Ecology**, v. 47, n. 1, p. 1-10, 2022.

MARINHO, R. S. S. *et al.* Environmental changes and the impact on the human infections by Dengue, Chikungunya and Zika Viruses in Northern Brazil, 2010–2019. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 19, p. 12665, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph191912665>. Acesso em: 10 out. 2023.

MARTINS-SILVA, T. *et al.* Spatial analysis of probable cases of Dengue fever, Chikungunya fever and Zika virus infections in Maranhao State, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 61, e62, 2019. DOI: 10.1590/S1

MENDOZA-CANO, O. *et al.* Spatial patterns and clustering of Dengue incidence in Mexico: Analysis of Moran's index across 2,471 municipalities from 2022 to 2024. **PLoS One**, v. 20, n. 5, p. e0324754, 2025.

MOUSAVI, F. S. *et al.* Climate change and arboviruses_a growing threat to public health. **New Microbes and New Infections**, v. 62, p. 101532, 2024.

NAYAK, P. P. *et al.* Spatial epidemiology of Dengue and Chikungunya in Karnataka using GIS-based analysis. **Global Health Action**, v. 18, n. 1, p. 2543198, 2025.

NOVAES, C.; SILVA PINTO, F.; MARQUES, R. C. *Aedes aegypti*—insights on the impact of water services. **Geohealth**, v. 6, n. 11, p. e2022GH000653, 2022.

PORTO, M. F. S. **Uma ecologia política dos riscos: princípios para integrarmos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2012.

PREFEITURA DORES DO INDAIÁ. A Secretaria Municipal de Saúde de Dores do Indaiá informa. **Agência TWD**, 2023. Disponível em: <https://www.doresdoindaia.mg.gov.br/noticia/14/a-secretaria-municipal-de-saude-de-dores-do-indaia-informa-/1>. Acesso em: 12 out. 2023.

QUEIROZ, J. T. M.; SILVA, P. N.; HELLER, L. Saúde e saneamento: uma avaliação das políticas públicas de prevenção, controle e contingência das arbovirose no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, n. 6, p. 1567-1578, 2023.

RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. S. Saúde e ambiente no Brasil: desenvolvimento, território e iniquidade social. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, supl. 4, p. S475-S485, 2007.

ROBERT, M.I A.; STEWART-IBARRA, A. M.; ESTALLO, E. L. Climate change and viral emergence: evidence from *Aedes*-borne arboviruses. **Current opinion in virology**, v. 40, p. 41-47, 2020.

ROSSER, J. I. *et al.* Seroprevalence, incidence estimates, and environmental risk factors for Dengue, Chikungunya, and Zika infection amongst children living in informal urban settlements in Indonesia and Fiji. **BMC Infectious Diseases**, v. 25, n. 1, p. 51, 2025.

RYAN, P. A. *et al.* Establishment of wMel Wolbachia in *Aedes aegypti* mosquitoes and reduction of local Dengue transmission in Cairns and surrounding locations in northern Queensland, Australia. **Gates open research**, v. 3, p. 1547, 2020.

SANSONE, N. M. S.; BOSCHIERO, M. N.; MARSON, F. A. L. Dengue outbreaks in Brazil and Latin America: the new and continuing challenges. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 147, p. 107192, 2024.

SANT'ANNA, M. W. *et al.* Climate change and arbovirus: a review and bibliometric analysis. **Climate**, v. 13, n. 2, p. 35, 2025.

SANTOS, B. R.; VECHI, A. P.; UEHARA, S. C. S. A. Correlação entre índices de controle vetorial, variáveis climáticas e coeficientes de incidência de arboviroses em Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. e488111335726-e488111335726, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35726>. Acesso em: 12 out. 2023.

SANTOS, L. B. L.; VECHI, T. B.; UEHARA, S. O. A. Climate change and Dengue transmission in Brazil: a systematic review. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 25, e220015, 2022.

SILVA, A. R. C. *et al.* Percepção ambiental sobre a gestão de resíduos sólidos: um estudo de caso do Município de Dores Do Indaiá/MG. **Revistaft**. v. 18, Edição 135, 2024.

SILVA, A.V. B. A.; BRANDÃO, C.R.P.; VITÓRIA, N.S. Percepção ambiental acerca da tríplice epidemia (Dengue-Chikungunya-Zika) e sua relação com os resíduos sólidos. **Semioses**, v. 13, n. 2, p. 13-27. 2019. Disponível em: <https://revistas.unisiam.edu.br/index.php/semioses/article/view/265>. Acesso em: 12 out. 2023.

SILVA, N. S. *et al.* Avaliação da relação entre a climatologia, as condições sanitárias (lixo) e a ocorrência de arboviroses (Dengue e Chikungunya) em Quixadá-CE no período entre 2016 e 2019. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, p. 485-492, 2020.

TEIXEIRA, T. R. A.; COSTA, M. C. N. Análise espaço-temporal da dengue e sua relação com fatores socioambientais em Salvador, Bahia. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 29, n. 1, e2019127, 2020.

VEGA-RÚA, A. *et al.* High level of vector competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from ten American countries as a crucial factor in the spread of Chikungunya virus. **Journal of virology**, v. 88, n. 11, p. 6294-6306, 2014.

VEGA-RÚA, A. *et al.* Vector competence of *Aedes albopictus* populations for Chikungunya virus is shaped by their demographic history. **Communications biology**, v. 3, n. 1, p. 326, 2020.

VILLELA, D. AM. Predicting high Dengue incidence in municipalities of Brazil using path signatures. **Scientific Reports**, v. 15, n. 1, p. 26733, 2025.

ZAID, A. *et al.* Arthritogenic alphaviruses: epidemiological and clinical perspective on emerging arboviruses. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 21, n. 5, p. e123-e133, 2021.

ZANDI, M.; MOUSAVI, F. S. Circadian regulation of Dengue virus transmission and replication: insights into vector activity and viral dynamics. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 14, p. 1482042, 2024.

4. ARTIGO 3

IMPACTOS DAS ARBOVIROSES NA SAÚDE OCUPACIONAL DOS TRABALHADORES DO PODER EXECUTIVO DE UM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE DO CERRADO BRASILEIRO

Resumo:

Este estudo avaliou os impactos das arboviroses na saúde ocupacional dos trabalhadores do poder executivo municipal de Dores do Indaiá – MG, entre 2020 e 2024. Trata-se de uma pesquisa observacional, descritiva-exploratória, com abordagem quantitativa e desenho retrospectivo baseado em dados secundários de 507 servidores municipais. Os resultados revelaram 74 casos confirmados de arboviroses no biênio 2023-2024, sendo 97,3% de Dengue e 2,7% de Chikungunya. Observou-se aumento expressivo de 184% nos casos entre 2023 (n=19) e 2024 (n=54), acompanhado de elevação de 263% no total de dias de afastamento. A taxa de incidência passou de 37,47 para 108,48 casos por 1.000 trabalhadores, evidenciando agravamento progressivo do cenário epidemiológico. A distribuição por sexo mostrou 68,9% dos casos em mulheres, refletindo sua maior presença no quadro funcional (72,7%) e padrões diferenciados de exposição. Concentraram-se 72,6% dos casos em três setores estratégicos: Saúde (34,2%), Educação (27,4%) e Desenvolvimento Social (11,0%), indicando exposição ocupacional específica. A média geral de absenteísmo foi de 4,0 dias por caso, totalizando 273 dias de trabalho perdidos no período. O padrão sazonal demonstrou concentração de 64,4% dos casos, entre janeiro e maio de 2024, com pico em março do mesmo ano (25,9%), coincidindo com o período chuvoso. O setor de Desenvolvimento Social apresentou maior média de afastamento (5,6 dias), sugerindo condições de trabalho mais vulneráveis. Como contribuição metodológica, foi proposta uma Matriz de Continuidade de Serviços, integrando vigilância epidemiológica, saúde ocupacional e gestão de serviços públicos mediante o Número de Prioridade de Risco. O estudo concluiu que as arboviroses constituem problema legítimo de saúde ocupacional no município, demandando políticas estruturadas de vigilância, prevenção e organização do trabalho, voltadas especificamente para as categorias profissionais mais expostas.

Palavras-chave: Arboviroses; Saúde do Trabalhador; Absenteísmo; Vigilância Epidemiológica

Abstract:

This study evaluated the impacts of arboviruses on the occupational health of municipal executive branch workers in Dores do Indaiá, Minas Gerais, between 2020 and 2024. This is an observational, descriptive-exploratory study with a quantitative approach and retrospective design based on secondary data from 507 municipal employees. The results revealed 74 confirmed cases of arboviruses in the 2023-2024 biennium, 97.3% of which were Dengue and 2.7% Chikungunya. There was a significant increase of 184% in cases between 2023 (n=19) and 2024 (n=54), accompanied by a 263% increase in the total number of days of leave. The incidence rate rose from 37,47 to 108,48 cases per 1.000 workers, evidencing a progressive worsening of the epidemiological scenario. The distribution by gender showed 68.9% of cases in women, reflecting their greater presence in the workforce (72.7%) and different patterns of exposure. Seventy-two point six percent of cases were concentrated in three strategic sectors: Health (34.2%), Education (27.4%), and Social Development (11.0%), indicating specific

occupational exposure. The overall average absenteeism was 4.0 days per case, totaling 273 workdays lost during the period. The seasonal pattern showed a concentration of 64.4% of cases between January and May 2024, with a peak in March (25.9%), coinciding with the rainy season. The Social Development sector had the highest average leave (5.6 days), suggesting more vulnerable working conditions. As a methodological contribution, a Service Continuity Matrix was proposed, integrating epidemiological surveillance, occupational health, and public service management through the Risk Priority Number. The study concludes that arboviruses constitute a legitimate occupational health problem in the municipality, requiring structured policies for surveillance, prevention, and work organization specifically aimed at the most exposed professional categories.

Keywords: Arboviruses; Occupational Health; Absenteeism; Epidemiological Surveillance

3.1. Introdução

As arboviroses constituem um dos principais desafios da saúde pública contemporânea, especialmente em municípios de pequeno porte marcados por vulnerabilidades estruturais e institucionais. A recorrência de epidemias de Dengue e Chikungunya em áreas urbanas revela impactos que transcendem a morbimortalidade geral, afetando diretamente a saúde ocupacional de trabalhadores do poder executivo – grupo estratégico para a manutenção de serviços essenciais e funcionamento da estrutura estatal (Braga; Valle, 2007; Ribeiro *et al.*, 2018). As manifestações clínicas dessas doenças, caracterizadas por febre alta, cefaleia, mialgia, dor retro-orbital, artralgia e exantema, comprometem a capacidade funcional dos indivíduos acometidos, com repercussões variáveis quanto à duração e intensidade (Brasil, 2023a).

Na Chikungunya, a recuperação prolongada pode resultar em quadros de artrite persistente ou dores crônicas que comprometem a produtividade e o bem-estar dos trabalhadores (Gonçalves *et al.*, 2022). Municípios de menor porte enfrentam ainda desafios diagnósticos adicionais, operando frequentemente com limitações laboratoriais e ausência de confirmação sorológica ou molecular, o que contribui para subnotificação e dificuldades na vigilância oportuna (Brasil, 2023b).

Dores do Indaiá – MG acompanha a tendência de interiorização dos casos de arboviroses observada em diversas regiões brasileiras, com registros mantidos em níveis elevados (Morin *et al.*, 2023). Entretanto, os impactos ocupacionais dessas doenças sobre o funcionalismo público permanecem subexplorados, mesmo sendo este um grupo exposto devido a sua circulação cotidiana em áreas endêmicas e às características das atividades que desempenham, notadamente nas áreas da saúde, limpeza urbana e educação. A ausência de dados sistematizados sobre afastamentos, quadros clínicos recorrentes e sua associação com a

sazonalidade epidemiológica dificulta a formulação de políticas de proteção à saúde do trabalhador e revela uma lacuna na gestão do trabalho no poder executivo municipal.

Diante desse contexto, justifica-se a necessidade de investigar sistematicamente os impactos das arboviroses sobre a força de trabalho do poder executivo municipal, reconhecendo que a compreensão destes impactos é fundamental, não apenas para a proteção da saúde dos trabalhadores, mas também para a garantia da continuidade dos serviços essenciais à população. A análise da interface entre epidemiologia das arboviroses e saúde ocupacional pode subsidiar políticas mais efetivas de vigilância, prevenção e organização do trabalho, integrando a dimensão ocupacional ao planejamento territorializado das ações de controle vetorial. Portanto, este estudo tem como objetivo avaliar os impactos das arboviroses na saúde ocupacional dos trabalhadores do poder executivo de um município de pequeno porte do cerrado brasileiro.

3.2. Material e Métodos

Trata-se de estudo observacional, descritivo-exploratório, com abordagem quantitativa e desenho retrospectivo baseado em dados secundários (Merchan-Hamann; Tauil, 2021). A investigação baseou-se na análise sistemática de informações provenientes de sistemas institucionais sobre arboviroses (Dengue, Zika e Chikungunya) e seus impactos nos indicadores de saúde ocupacional dos trabalhadores do poder executivo municipal de Dores do Indaiá, Minas Gerais, no período entre 2020 e 2024. O desenho retrospectivo permitiu a integração de múltiplas fontes de dados epidemiológicos, laborais e ambientais, possibilitando análise multidimensional para identificação de padrões, tendências e possíveis associações entre a incidência de arboviroses e os indicadores de absenteísmo e afastamentos.

A população do estudo compreendeu 507 trabalhadores do poder executivo municipal, incluindo servidores efetivos, comissionados e terceirizados com vínculo empregatício ativo, durante o período investigado. Os critérios de inclusão contemplaram: (1) trabalhadores com vínculo ativo entre 2020 e 2024; (2) casos confirmados laboratorialmente ou por critério clínico-epidemiológico de arboviroses; (3) registros completos de afastamentos e licenças médicas no sistema administrativo; e (4) notificações oficiais registradas no SINAN com classificação final definida. Foram excluídos: (1) trabalhadores com vínculos temporários inferiores a 30 dias; (2) registros com inconsistências ou dados incompletos que comprometessem a análise; e (3) casos suspeitos sem confirmação diagnóstica ou investigação epidemiológica inconclusa.

Os dados foram obtidos de quatro fontes principais, apresentadas a seguir. O Sistema de Recursos Humanos Municipal forneceu informações sobre afastamentos por licenças médicas codificados conforme a Classificação Internacional de Doenças (CID-10), especificamente os códigos A90 (Dengue), A91 (Febre Hemorrágica da Dengue), A92.0 (Chikungunya) e A92.5 (Zika vírus), além de indicadores de absenteísmo setorial e perfil sociodemográfico dos trabalhadores. O Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) disponibilizou o número de notificações compulsórias de arboviroses, incluindo dados clínicos, laboratoriais e epidemiológicos dos casos confirmados, com informações sobre distribuição temporal, espacial e características demográficas. O SISPRESTADOR permitiu análise específica dos afastamentos de trabalhadores da saúde vinculados a doenças infectocontagiosas, com estratificação por categoria profissional e unidade de lotação. Por fim, o LIRAA (Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti*) forneceu dados sobre índices de infestação vetorial, densidade larvária e índices de Breteau para correlações entre densidade vetorial e incidência de casos.

As variáveis dependentes incluíram a taxa de absenteísmo por arboviroses (dias/trabalhador/ano), a frequência de afastamentos médicos relacionados às arboviroses, os índices de produtividade setorial e os custos indiretos associados aos afastamentos. Como variáveis independentes foram consideradas: a incidência de arboviroses por 1.000 trabalhadores, a sazonalidade epidemiológica, a categoria profissional e setor de atuação, os índices entomológicos (IIP, IB, IA), os fatores meteorológicos (temperatura, precipitação, umidade) e as características sociodemográficas (idade, sexo, escolaridade). Adicionalmente, foram controladas variáveis de confundimento como: comorbidades preexistentes, tempo de serviço, jornada de trabalho, exposição ocupacional específica e condições socioeconômicas.

Os dados foram organizados em planilhas estruturadas no Microsoft Excel, versão 2021, seguindo protocolo de padronização e validação que incluiu verificação de consistência, identificação de valores ausentes e aplicação de técnicas de imputação, quando apropriadas. O processamento estatístico foi conduzido no *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 26.0.

A análise descritiva contemplou o cálculo de medidas de tendência central (média, mediana) e dispersão (desvio-padrão, amplitude interquartil) para variáveis quantitativas, enquanto para variáveis categóricas foram calculadas frequências absolutas e relativas com intervalos de confiança de 95%. A análise inferencial incluiu a aplicação do teste de correlação de Pearson para avaliar associações lineares entre incidência de arboviroses e indicadores laborais, com verificação prévia da normalidade das distribuições pelo teste de Kolmogorov-

Smirnov. Para comparações entre grupos, foram utilizados testes t de Student conforme a distribuição dos dados. A análise de séries temporais envolveu decomposição sazonal das séries de casos e afastamentos, com identificação de tendências e padrões cíclicos, além da aplicação de modelos de regressão linear para avaliar tendências temporais.

Foram calculados indicadores epidemiológicos específicos, incluindo: a taxa de incidência de arboviroses em trabalhadores (por 1.000), a taxa de absenteísmo específico por arboviroses, a razão de prevalência (RP), com intervalos de confiança de 95%, e a fração atribuível populacional (FAP) para quantificação do impacto.

Por se tratar de estudo baseado exclusivamente em dados secundários de acesso público ou institucional, sem identificação individual de participantes, o projeto foi dispensado de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme previsto na Resolução CNS nº 510/2016, a qual estabelece que pesquisas com informações de domínio público ou dados agregados, sem possibilidade de identificação individual, não requerem registro e avaliação pelo sistema CEP/CONEP.

Não obstante a dispensa formal, foram observados rigorosamente os princípios éticos que regem a pesquisa científica. Foram firmados Termos de Autorização Institucional com a Prefeitura Municipal de Dores do Indaiá e Secretaria Municipal de Saúde, formalizando: (1) autorização para acesso aos bancos de dados institucionais (Sistema de Recursos Humanos, SINAN, SISPRESTADOR e LIRAa); (2) compromisso de uso exclusivamente acadêmico-científico das informações; (3) garantia de confidencialidade e anonimato, com tratamento de dados, exclusivamente, de forma agregada; (4) não divulgação de informações que permitam identificação direta ou indireta de indivíduos; (5) armazenamento seguro dos dados, com acesso restrito aos pesquisadores; (6) devolução dos resultados às instituições parceiras para subsídio de políticas públicas; e (7) compromisso de não comercialização, cessão ou compartilhamento dos dados recolhidos com terceiros.

3.3 Resultados e Discussão

Caracterização demográfica dos casos de arboviroses

A distribuição dos casos por sexo revelou que 68,9% (51 casos) ocorreram em mulheres e 31,1% (23 casos) em homens. Considerando que as mulheres representam 72,7% do quadro funcional (369 de 507 servidores) e os homens 27,3% (138 de 507), observa-se que a prevalência bruta foi de 13,82% entre mulheres e 16,67% entre homens, resultando em uma

Razão de Prevalência (RP) de 0,83 (IC95%: 0,52–1,34; $p = 0,43$), conforme se constata na Tabela 1.

Tabela 1- Distribuição dos casos de arboviroses por sexo e prevalência

Indicador	Masculino	Feminino	Total	RP (IC95%)	p-valor
População de servidores	138 (27,3%)	369 (72,7%)	507 (100%)	-	-
Casos de arboviroses	23 (31,1%)	51 (68,9%)	74 (100%)	-	-
Prevalência bruta	16,67%	13,82%	14,60%	0,83 (0,52–1,34)	0,43

Fonte: Autora (2025).

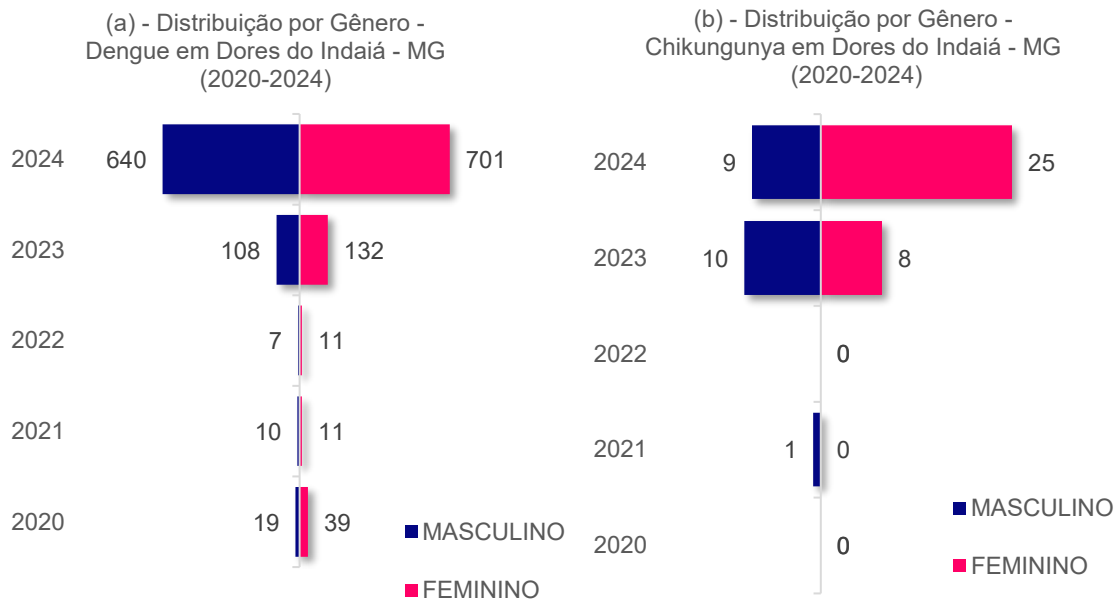
Nota: RP = Razão de Prevalência (Feminino/Masculino); IC95% calculado pelo método de Katz; p-valor obtido pelo teste do qui-quadrado.

A ausência de significância estatística ($p > 0,05$) e a inclusão do valor 1 no intervalo de confiança indicam que não há evidência robusta de diferença na ocorrência de arboviroses entre os sexos, quando considerada apenas a prevalência bruta. Essa análise não ajustada não considera potenciais fatores confundidores como distribuição setorial, faixa etária, tempo de serviço e padrões diferenciados de exposição ambiental, limitações inerentes ao desenho descritivo adotado e à natureza dos dados secundários disponíveis.

A maior prevalência numérica entre homens pode estar associada à maior presença masculina em setores com atividades externas e maior exposição ambiental ao vetor, como obras, limpeza urbana e vigilância. Por outro lado, a maior frequência absoluta de casos entre mulheres reflete sua predominância quantitativa no quadro funcional, especialmente em setores como saúde e educação.

No contexto populacional mais amplo do município de Dores do Indaiá, observou-se em 2024 que as mulheres representaram 52,3% dos casos de Dengue (701 casos femininos versus 640 masculinos) e 55% em 2023 (132 versus 108 casos). Essa diferença torna-se ainda mais pronunciada na Chikungunya, quando 73,5% dos casos em 2024 ocorreram em indivíduos do sexo feminino, conforme se verifica na Figura 1.

Figura 1- Distribuição por Gênero – (a) Dengue e (b) Chikungunya em Dores do Indaiá – MG (2020-2024)



Fonte: Autora (2025)

A literatura aponta que existe uma maior incidência de arboviroses entre mulheres em contextos urbanos e periurbanos (Costa *et al.*, 2019). Essa tendência está associada a fatores comportamentais e ocupacionais, particularmente à permanência prolongada das mulheres em ambientes intradomiciliares e peridomiciliares, durante os horários de maior atividade do vetor *Aedes aegypti*, especialmente no turno diurno (Donateli; Campos, 2023). Mulheres responsáveis por atividades domésticas e de cuidado apresentam, então, risco ampliado de contato com criadouros domésticos do vetor.

Nascimento *et al.* (2021) reforçam que a referida distribuição diferencial pode refletir vulnerabilidades socioambientais específicas, indicando a necessidade de estratégias de controle vetorial sensíveis às particularidades de gênero. Adicionalmente, a maior prevalência entre mulheres pode estar parcialmente relacionada ao comportamento de busca ativa por atendimento em serviços de saúde. A maior frequência e precocidade na busca por assistência médica podem resultar em taxas mais elevadas de detecção e notificação (Donateli; Campos, 2023), sugerindo possível subnotificação em populações masculinas com menor adesão ao cuidado em saúde.

No contexto da saúde ocupacional, cargos de base no poder executivo municipal – como agentes comunitárias de saúde, auxiliares de serviços gerais e profissionais da limpeza

urbana – são majoritariamente ocupados por mulheres, configurando um perfil de exposição ambiental específico. Essa interseção entre gênero, função laboral e exposição vetorial apresenta-se como um eixo analítico relevante para a vigilância em saúde do trabalhador, embora o presente estudo, por suas limitações metodológicas, não permita estabelecer relações causais diretas entre ocupação e ocorrência de doença.

Distribuição temporal e etiológica dos casos

A Tabela 2 apresenta a distribuição anual dos casos de arboviroses registrados entre os trabalhadores do poder executivo municipal de Dores do Indaiá. No período analisado, foram contabilizados 74 casos válidos, sendo 19 em 2023 (26,0%) e 55 em 2024 (74,0%), o que corresponde a um aumento de 184% na incidência entre os dois anos observados.

Tabela 2 - Distribuição dos casos de arboviroses por ano e tipo de doença entre trabalhadores do poder executivo municipal de Dores do Indaiá (2023–2024)

Ano	Dengue	Chikungunya	Total	Taxa por 1.000 trabalhadores	IC95%*
2023	19 (100%)	0 (0%)	19 (26,0%)	37,47	22,70 a 56,80
2024	53 (96,3%)	2 (3,7%)	55 (74,0%)	108,48	83,40 a 139,90
Total	72	2	74 (100%)	74,00 (média biênio)	-

Fonte: Autora (2025).

Nota: População de referência = 507 servidores municipais ativos.

*IC95% calculado pelo método de Wilson.

A Dengue foi responsável por 97,3% dos casos ($n = 72$), enquanto a Chikungunya representou apenas 2,7% ($n = 2$), ambos registrados em 2024. O predomínio da Dengue é consistente com o padrão descrito para as Américas (Donalísio; Freitas; Von Zuben, 2017). A emergência de casos de Chikungunya em 2024 sinaliza a expansão do espectro de arboviroses na região, fenômeno observado em todo território nacional (Donateli; Campos, 2023).

O contexto epidemiológico nacional em 2024 foi marcado por intensa transmissão de arboviroses. O Brasil contabilizou aproximadamente 6,6 milhões de casos prováveis de Dengue e mais de 6.000 óbitos confirmados, representando aumento superior a 300% em relação a 2023. Em Minas Gerais, estado onde se localiza o município estudado, a situação foi particularmente crítica, com coeficientes de incidência atingindo 791 casos por 10.000 habitantes, um dos mais elevados do país (Brasil, 2024). O crescimento de 184% observado em Dores do Indaiá, embora expressivo, manteve-se inferior ao crescimento nacional,

possivelmente refletindo particularidades da estrutura demográfica local, efetividade de medidas preventivas ou diferenças nos sistemas de vigilância.

Do ponto de vista da saúde do trabalhador, a incidência de arboviroses entre os servidores municipais foi expressiva: 37,47 casos por 1.000 trabalhadores em 2023 (IC95%: 22,70 a 56,80) e 108,48 casos por 1.000 trabalhadores em 2024 (IC95%: 83,40 a 139,90). A não sobreposição dos intervalos de confiança confirma estatisticamente o aumento observado entre os anos, embora a amplitude dos intervalos imponha cautela nas inferências. Esse aumento substancial, de aproximadamente três vezes, evidencia o impacto significativo das arboviroses sobre a força de trabalho municipal, revelando-as como problema relevante de saúde ocupacional que merece atenção específica dos gestores públicos.

O incremento de 184% na incidência, observado localmente, embora expressivo, situa-se aquém do crescimento nacional de 300%, suscitando interpretações alternativas que merecem análise crítica. Possíveis explicações incluem: (a) efetividade diferenciada de medidas locais de controle vetorial; (b) subnotificação mais acentuada em 2023, com possível aprimoramento dos fluxos de vigilância em 2024; (c) características demográficas específicas da força de trabalho municipal; ou (d) variações na cobertura e sensibilidade dos sistemas de detecção. A heterogeneidade espacial na distribuição de arboviroses em trabalhadores públicos brasileiros tem sido consistentemente documentada, com variações atribuídas a diferenças na estrutura etária das equipes, cobertura de atenção primária e capacidade de resposta dos sistemas locais de vigilância (Donalisio; Freitas; Von Zuben, 2017; Freitas; Barcellos; Villela, 2021).

Araújo *et al.* (2023), em inquérito soropidemiológico com trabalhadores da rede pública de saúde de um município de médio porte na Bahia, identificaram soroprevalência de 34,7% (IC95%: 30,1-39,4) para Dengue e 9,9% (IC95%: 7,2-13,2) para Chikungunya, com variação significativa entre categorias profissionais, quando agentes de controle de endemias apresentaram soropositividade de 85,2% para qualquer arbovírus. Embora os dados de Araújo *et al.* (2023) sejam de soroprevalência (infecção acumulada) e os do presente estudo sejam de incidência (casos novos), ambos convergem ao demonstrarem magnitude elevada de arboviroses em trabalhadores do setor público, sugerindo que determinadas categorias profissionais podem apresentar exposição ambiental diferenciada. A ausência de grupo controle (população geral do município) no presente estudo constitui limitação metodológica relevante, impedindo estabelecer com precisão se a incidência observada em servidores excede significativamente a populacional.

A predominância quase absoluta da Dengue (97,3%) alinha-se ao padrão etiológico

regional, embora contraste parcialmente com tendências observadas em outras regiões brasileiras, onde a participação da Chikungunya tem aumentado progressivamente desde sua introdução em 2014 (Donateli; Campos, 2023). A emergência de apenas dois casos de Chikungunya em Dores do Indaiá pode indicar introdução recente do vírus na região ou subdiagnóstico devido à similaridade clínica inicial com Dengue. Donalisio, Freitas e Von Zuben (2017) alertaram para a subestimação sistemática de Chikungunya em municípios brasileiros onde não há protocolo de confirmação laboratorial diferencial, situação possivelmente aplicável ao contexto estudado. A não realização de sorologia específica para Chikungunya em todos os casos suspeitos representa limitação importante do presente estudo, impedindo caracterização precisa do espectro etiológico real.

Padrão de sazonalidade e sua relevância operacional

A Tabela 3 demonstra o comportamento sazonal das arboviroses no período estudado, revelando padrões distintos entre os anos que possuem implicações diretas para a organização do trabalho e o planejamento de recursos humanos.

Tabela 3 - Distribuição temporal dos casos de arboviroses em trabalhadores municipais de Dores do Indaiá (2023–2024)

Mês	2023	2024	Total	%
Janeiro	0	7	7	9,6%
Fevereiro	2	9	11	15,1%
Março	1	14	15	20,5%
Abril	1	9	10	13,7%
Maiο	0	4	4	5,5%
Julho	0	2	2	2,7%
Agosto	9	0	9	12,3%
Setembro	1	0	1	1,4%
Outubro	1	0	1	1,4%
Novembro	1	1	2	2,7%
Dezembro	4	3	7	9,6%
Múltiplos meses*	0	5	5	6,8%

Fonte: Autora (2025).

Nota: *Casos com absenteísmo prolongado entre meses consecutivos.

Em 2023, observou-se uma concentração atípica de casos no mês de agosto (47,4%), destoando do padrão nacional de transmissão. Essa anomalia temporal demanda interpretação cautelosa, considerando múltiplas hipóteses plausíveis. A existência de focos persistentes de transmissão em microclimas urbanos favoráveis – particularmente em edifícios públicos com sistemas de armazenamento de água, climatização deficiente ou acúmulo de resíduos em áreas de difícil acesso – pode ter sustentado densidades vetoriais elevadas, mesmo em período climaticamente desfavorável. A manutenção de criadouros permanentes em ambientes institucionais tem sido documentada como fator crítico para transmissão focal em períodos atípicos (Faria *et al.*, 2023).

Alternativamente, artefatos de notificação não podem ser descartados. Reorganizações administrativas no período pós-pandemia de COVID-19 podem ter gerado distorções temporais em sistemas de vigilância municipais, com acúmulo de registros represados, gerando picos artificiais em meses atípicos (Hirata, 2022). A ausência de dados entomológicos concomitantes (índices larvários, densidade de adultos) constitui limitação metodológica relevante do presente estudo, impedindo confirmar se o pico de agosto correspondeu à transmissão real ou se representa artefato administrativo.

Já em 2024, o padrão sazonal foi mais característico, com maior incidência entre janeiro e maio (64,4% dos casos totais) e pico em março (25,9%), coincidindo com o período chuvoso e de temperaturas elevadas. Esse retorno à sazonalidade típica mostra-se coerente com os padrões descritos pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2024) e com os achados do Artigo 2 desta dissertação, que identificou forte associação entre variáveis climáticas (precipitação e temperatura) e incidência de arboviroses no município. A relação entre precipitação, temperatura e incidência de Dengue envolve defasagem temporal (*lag*) de 6-12 semanas, período necessário para maturação dos estágios imaturos do vetor e conclusão do ciclo gonotrófico (Donalisio; Freitas; Von Zuben, 2017).

Do ponto de vista da gestão de recursos humanos e da organização do trabalho, a compreensão do padrão sazonal possui implicações operacionais diretas e estratégicas. A concentração previsível de 64,4% dos casos entre janeiro e maio permite dimensionamento proativo de equipes, escalonamento estratégico de férias e licenças programadas, intensificação preventiva de controle vetorial nos ambientes de trabalho e preparação antecipada de protocolos de manejo de afastamentos concentrados (Faria *et al.*, 2023). A antecipação de períodos de maior transmissão configura-se, portanto, como ferramenta essencial para mitigação do impacto operacional sobre serviços públicos essenciais, particularmente em setores críticos como saúde e educação, onde a continuidade funcional mostra-se imperativa.

Distribuição setorial e impacto sobre categorias ocupacionais

A Tabela 4 detalha a distribuição dos casos conforme o setor de trabalho e a média de dias de afastamento por arboviroses, revelando padrões que sugerem exposição ambiental diferenciada entre categorias ocupacionais.

Tabela 4 - Distribuição dos casos de arboviroses por setor de atuação e média de dias de absenteísmo entre trabalhadores municipais de Dores do Indaiá (2023–2024)

Setor	2023	2024	Total	%	Média Dias Absenteísmo
Saúde	8	17	25	34,2%	3,4
Educação	6	14	20	27,4%	4,3
Desenvolvimento Social	2	6	8	11,0%	5,6
Administração	1	6	7	9,6%	3,6
Obras	0	6	6	8,2%	3,0
Secretaria de Esportes	0	1	1	1,4%	4,0
Desenvolvimento Econômico	0	1	1	1,4%	4,0
Limpeza	0	1	1	1,4%	6,0
Total	17*	52*	69*	100%	4,0

Fonte: Autora (2025).

Nota: *Excluídos 4 casos com absenteísmo = 0 dias

A concentração de casos nos setores da Saúde (34,2%), Educação (27,4%) e Desenvolvimento Social (11,0%) – que juntos representam 72,6% do total – transcende o risco ambiental generalizado da população, sugerindo vulnerabilidade específica potencialmente modulada por características inerentes aos processos de trabalho. Trabalhadores da Saúde estão expostos não apenas devido ao atendimento direto a casos suspeitos ou confirmados de arboviroses, mas também pelas atividades extramuros de vigilância epidemiológica, visitas domiciliares e controle vetorial, que ampliam significativamente o tempo e a variedade da exposição ambiental ao vetor.

Pessoa *et al.* (2019), em estudo com 453 trabalhadores da saúde na Bahia, demonstraram que categorias ocupacionais como agentes comunitários de saúde e agentes de controle de endemias apresentaram soroprevalência significativamente elevada para arboviroses (85,2% para qualquer arbovírus), evidenciando que o deslocamento constante no território e visitas domiciliares em áreas com alta circulação de vetores configuram padrão de

exposição ambiental diferenciado. Embora o presente estudo não permita estabelecer nexo causal direto entre ocupação e doença devido a suas limitações metodológicas (desenho descritivo, ausência de grupo controle, falta de ajuste por confundidores), a linha de evidência disponível na literatura sugere plausibilidade epidemiológica para essa associação.

Já os profissionais da Educação trabalham em ambientes escolares que frequentemente apresentam múltiplos criadouros potenciais do vetor. O Instituto de Estudos para Políticas de Saúde (IEPS, 2025) identificou cobertura de apenas 34% das escolas públicas brasileiras por ações sistemáticas de controle do *Aedes aegypti*, mesmo em municípios com transmissão intensa, evidenciando lacuna crítica nas estratégias de prevenção. A permanência prolongada nesses ambientes durante o período diurno, associada à possível deficiência na manutenção predial e gestão de resíduos, pode configurar cenário de exposição ambiental elevada.

Trabalhadores do Desenvolvimento Social, por sua vez, frequentemente atuam em territórios de alta vulnerabilidade social, caracterizados por precariedade sanitária, maior densidade vetorial e população com acesso limitado aos serviços de saúde (Emerick *et al.*, 2025). Embora o número absoluto de casos nesse setor seja menor (n=8), a média elevada de absenteísmo (5,6 dias) sugere padrão distinto que merece investigação prospectiva mais aprofundada. Araújo *et al.* (2023), em inquérito soropidemiológico com trabalhadores da rede pública de saúde de um município de médio porte na Bahia, identificaram soroprevalência de 34,7% (IC95%: 30,1-39,4) para Dengue e 9,9% (IC95%: 7,2-13,2) para Chikungunya, com variação significativa entre categorias profissionais — quando agentes de controle de endemias apresentaram soropositividade de 85,2% para qualquer arbovírus, enquanto um terço dos trabalhadores, entre 21-30 anos, não apresentou marcadores sorológicos, evidenciando exposição ocupacional diferenciada.

É fundamental reconhecer que o Ministério da Saúde incluiu a Dengue na Lista de Doenças Relacionadas ao Trabalho (LDRT), reconhecendo que, em determinadas circunstâncias, a exposição ao mosquito *Aedes aegypti* durante atividades laborais pode caracterizar agravo relacionado ao trabalho, conforme discutido por Pereira, Lima e Duarte (2023). Essa inclusão formal legitima a necessidade de reconhecer as arboviroses como problema legítimo de saúde ocupacional, especialmente em categorias profissionais com atividades externas, deslocamento territorial frequente ou permanência prolongada em ambientes institucionais com potenciais criadouros.

Análise do absenteísmo como indicador de impacto operacional

A Tabela 5 detalha as medidas descritivas do absenteísmo entre os 69 casos com afastamento registrado (excluídos 4 casos sem ausência). A média geral de 4,0 dias por caso foi acompanhada de mediana de 3 dias e amplitude de 0 a 15 dias, revelando heterogeneidade substancial na duração dos afastamentos.

Tabela 5 - Duração e casos de absenteísmo por arboviroses por setor (2023–2024)

Setor	Nº casos	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Total dias	Dias/caso
Saúde	25	3,4	3,0	0	15	86	3,4
Educação	20	4,3	3,5	0	15	85	4,3
Desenvolvimento Social	8	5,6	4,5	0	11	45	5,6
Administração	7	3,6	2,0	0	9	25	3,6
Obras	6	3,0	2,0	0	8	18	3,0
Demais setores	3	4,7	4,0	4	6	14	4,7
Total	69	4,0	3,0	0	15	273	4,0

Fonte: Autora (2025).

Nota: 4 casos registraram 0 dias de absenteísmo (trabalhadores notificaram a doença, mas não solicitaram afastamento).

Os setores de Desenvolvimento Social (5,6 dias) e Educação (4,3 dias) exibiram os maiores valores médios de absenteísmo, enquanto o setor de Obras (3,0 dias) apresentou o menor. Embora essas diferenças sejam baseadas em números absolutos limitados, elas sugerem padrões distintos que merecem consideração. A aparente contradição, Saúde com maior frequência de casos (34,2%), mas menor duração média (3,4 dias) versus Desenvolvimento Social com menor frequência (11,0%), mas maior duração (5,6 dias), pode refletir diferentes padrões de acesso aos diagnóstico e tratamento.

Trabalhadores da Saúde podem ter diagnóstico mais precoce e tratamento mais oportuno devido à proximidade com os serviços, resultando em recuperação mais rápida. Alternativamente, trabalhadores do Desenvolvimento Social podem enfrentar barreiras de acesso que retardam a intervenção terapêutica (Emerick *et al.*, 2025), ou a natureza de suas atividades - frequentemente envolvendo esforço físico intenso em visitas domiciliares extensas - pode prolongar a recuperação funcional, mesmo após resolução dos sintomas agudos. Barros e Oliveira (2023) destacam que condições sanitárias precárias e infraestrutura inadequada nos territórios de atuação podem aumentar não apenas o risco de exposição, mas também influenciar

a evolução clínica.

Hipóteses alternativas incluem possível viés de seleção, quando trabalhadores desses setores podem ter maior propensão a notificar casos ou buscar atestados, ou diferenças demográficas não controladas (idade, sexo, comorbidades). A ausência de estratificação por características individuais constitui limitação metodológica relevante do presente estudo, impedindo controle de potenciais confundidores.

A média geral de 4,0 dias de afastamento situa-se dentro da faixa reportada em estudos brasileiros sobre arboviroses, embora no extremo superior dessa distribuição. Essa variação pode refletir diferenças na severidade clínica dos casos, nos critérios médico-periciais de concessão de atestados ou em características demográficas específicas da população estudada. A amplitude observada (0-15 dias) reforça a heterogeneidade substancial e a necessidade de análises estratificadas que o presente estudo não pôde realizar devido a limitações da fonte de dados secundários.

Destaca-se que quatro trabalhadores (5,5% do total) notificaram a doença, mas não se afastaram, mantendo suas atividades laborais apesar da infecção. Esse fenômeno, conhecido como presenteísmo, possui relevância que transcende sua frequência numérica. Trabalhadores sintomáticos que mantêm atividades laborais apresentam não apenas produtividade reduzida, mas também riscos ocupacionais aumentados (possibilidade de acidentes ou erros devido a comprometimento cognitivo temporário) e potencial contribuição para transmissão intradomiciliar ao retornarem sem o descanso adequado. O presenteísmo em casos de arboviroses pode comprometer tanto a recuperação individual quanto a produtividade organizacional, fenômeno particularmente relevante no setor público com quadros funcionais frequentemente deficitários (EMERICK *et al.*, 2025).

Evolução temporal e agravamento do cenário epidemiológico-ocupacional

A Tabela 6 sintetiza o comparativo interanual dos principais indicadores epidemiológicos e de absenteísmo, evidenciando deterioração quantitativa e qualitativa no perfil epidemiológico das arboviroses entre trabalhadores municipais.

Tabela 6 - Comparativo anual dos indicadores epidemiológicos e de absenteísmo por arboviroses (2023–2024)

Indicador	2023	2024	Variação
Casos totais	19	54	+184%
Taxa por 1.000 trabalhadores	37,47	108,48	+189%
Total dias absenteísmo	59	214	+263%
Média dias/caso	3,1	4,0	+29%
Absenteísmo específico	0,064%	0,186%	+191%
Dias perdidos/100 trabalhadores-ano	0,064	0,186	+191%
Casos com 0 dias	3 (15,8%)	1 (1,9%)	-88%
Casos ≥ 7 dias	1 (5,3%)	10 (18,5%)	+250%
Setor mais afetado	Saúde (42%)	Saúde (31%)	-
Mês pico	Agosto (47%)	Março (26%)	Mudança sazonal

Fonte: Autora (2025).

O crescimento de 184% no total de casos (19→54) foi acompanhado por aumento de 263% nos dias de absenteísmo (59→214), demonstrando que a deterioração do cenário não se limitou à dimensão quantitativa, mas envolveu também agravamento qualitativo. O crescimento desproporcionalmente maior em dias perdidos, comparado ao número de casos, somado ao aumento de 29% na média de dias por caso (3,1→4,0), sugere maior gravidade ou duração clínica em 2024.

Três interpretações epidemiológicas merecem consideração crítica. Primeiro, a maior participação proporcional da Chikungunya, ainda que numericamente modesta (n=2; 3,7%), pode ter contribuído desproporcionalmente para o aumento na duração média, dado que essa arbovirose caracteriza-se por quadros articulares prolongados e incapacitantes. Donalisio, Freitas e Von Zuben (2017) documentaram que a Chikungunya apresenta período de convalescença significativamente mais prolongado do que a Dengue, com persistência de manifestações articulares em proporção substancial dos casos, gerando maior impacto sobre a capacidade laboral.

Segundo, a possível circulação de sorotipos virais distintos entre os anos pode ter influenciado a duração clínica dos episódios. A reintrodução de sorotipos com longos períodos de ausência encontra população altamente suscetível, podendo resultar em epidemias de maior magnitude e severidade. Donateli e Campos (2023) identificaram variações significativas nos

padrões de circulação de sorotipos de Dengue em Minas Gerais, com implicações para o perfil clínico dos casos. A ausência de caracterização sorológica sistemática no presente estudo constitui limitação crítica, impedindo teste definitivo dessa hipótese.

Terceiro, mudanças organizacionais ou médico-periciais não podem ser descartadas. Maior compreensão sobre a necessidade de recuperação completa antes do retorno laboral, especialmente em funções com demanda física elevada, pode ter influenciado os períodos de afastamento concedidos. Essa interpretação, embora plausível, não invalida hipóteses de agravamento clínico real, sendo mais provável a coexistência de múltiplos determinantes.

O aumento de 250% nos episódios com duração ≥ 7 dias (1→10 casos) reforça a hipótese de agravamento, embora vieses de registro (maior atenção a casos graves em 2024) possam ter contribuído parcialmente. Esse padrão demanda monitoramento contínuo para identificar se representa tendência consolidada ou variação pontual.

A mudança sazonal do pico – de agosto/2023 (47%) para março/2024 (26%) – mostra-se compatível com o regime pluviométrico e térmico típico da transmissão por *Aedes aegypti*, embora a relação envolva defasagem temporal (*lag*) entre picos de chuva/temperatura e picos de incidência (Donalisio; Freitas; Von Zuben, 2017). Esse retorno ao padrão sazonal esperado articula-se diretamente com os achados do Artigo 2 desta dissertação, que documentou forte associação entre variáveis climáticas e incidência de arboviroses no município. Faria *et al.* (2023) destacam que as condições climáticas de 2024, caracterizadas por fenômeno *El Niño* com aumento de temperatura e irregularidade de chuvas, criaram ambiente particularmente favorável à proliferação do vetor.

Em ambos os anos, o setor de Saúde permaneceu como o mais afetado (42% em 2023; 31% em 2024), padrão coerente com maior exposição ambiental de trabalhadores de linha de frente que executam triagem de sintomáticos, visitas domiciliares, investigação epidemiológica e controle vetorial em áreas de alta densidade do *Aedes*. Pessoa *et al.* (2019) reportaram padrão similar, com incidência significativamente superior entre agentes comunitários de saúde e agentes de controle de endemias comparativamente a outras categorias profissionais, reforçando o caráter ocupacional dessa vulnerabilidade.

Impacto operacional, econômico e organizacional das arboviroses no trabalho

Do ponto de vista da gestão de recursos humanos e da continuidade dos serviços públicos, os dados revelam impacto operacional significativo que transcende os indicadores

epidemiológicos tradicionais. O total de 273 dias de trabalho perdidos no biênio equivale a aproximadamente 1,24 anos de trabalho completo (considerando jornada padrão de 220 dias úteis), representando absenteísmo específico relativamente baixo em termos percentuais, mas com relevância operacional crítica quando contextualizado pela concentração temporal e setorial dos afastamentos.

Em termos de absenteísmo específico, calculado considerando o total de servidores (507) e dias úteis (220), os percentuais foram de 0,064% em 2023 e 0,186% em 2024. Considerando um intervalo de sensibilidade de 3 a 7 dias por caso, o absenteísmo específico varia entre 0,048% e 0,11% no ano de 2023 e entre 0,124% e 0,29% no ano de 2024. Embora esses percentuais sejam baixos em termos absolutos, sua relevância operacional torna-se significativa quando se considera a concentração de afastamentos em setores essenciais e períodos específicos, especialmente em equipes reduzidas, quando mesmo ausências pontuais comprometem a continuidade dos serviços.

Em março de 2024, a ocorrência simultânea de 14 casos (25,9% de todos os casos do ano) representou taxa pontual de absenteísmo de 2,76% (14/507). Esse valor, quando projetado para setores específicos com quadros reduzidos, pode ter atingido 8-12% localmente, comprometendo significativamente a continuidade operacional. Junior *et al.* (2022) alertaram para a menor flexibilidade da administração pública, comparativamente ao setor privado, em realizar realocações temporárias de pessoal, dada a vinculação legal a cargos específicos e restrições para contratações emergenciais, amplificando o impacto operacional de ausências concentradas.

Estudo da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (FIEMG, 2024) estimou impacto econômico de R\$ 20,3 bilhões na economia brasileira decorrente da perda de produtividade causada por arboviroses, com custos diretos de tratamento atingindo R\$ 5,2 bilhões. Em Minas Gerais, o estudo projetou impacto de R\$ 5,7 bilhões, considerando que o estado concentrou 37% dos casos nacionais. Embora o presente estudo não tenha realizado análise econômica detalhada, a extrapolação desses dados sugere custos substanciais para o município, tanto diretos (afastamentos e tratamentos) quanto indiretos (perda de produtividade e descontinuidade de serviços essenciais).

Para além dos custos mensuráveis, externalidades negativas de difícil quantificação emergem. A sobrecarga imposta às equipes remanescentes durante picos epidêmicos pode precipitar novo ciclo de adoecimento por estresse ocupacional e fadiga. Esse paradoxo – justamente quando a demanda por serviços públicos atinge seu ápice, o afastamento de profissionais essenciais compromete a capacidade de resposta – configura vulnerabilidade

sistêmica crítica que demanda estratégias preventivas específicas. Dias-Godói et al. (2020) enfatizam que os custos indiretos das arboviroses, incluindo perda de produtividade e descontinuidade de serviços essenciais, frequentemente excedem os custos diretos de tratamento, dimensão particularmente relevante no setor público onde a continuidade funcional possui valor social intrínseco.

Articulação entre dimensões social, ambiental e econômica na saúde do trabalhador

Os achados do presente estudo evidenciam que as arboviroses no contexto do trabalho no poder executivo municipal transcendem a dimensão puramente epidemiológica, configurando-se como problema multidimensional que articula aspectos sociais, ambientais e econômicos de forma interconectada e dinâmica.

A dimensão social e a vulnerabilidade ocupacional estão associadas a concentração desproporcional de casos nos setores de Saúde, Educação e Desenvolvimento Social (72,6% dos casos) e revelam um padrão que sugere vulnerabilidade ocupacional específica, potencialmente modulada por características dos processos de trabalho. Trabalhadores desses setores compartilham características comuns: (a) atividades que envolvem deslocamento territorial frequente ou permanência prolongada em ambientes institucionais; (b) contato direto com populações em áreas de maior circulação vetorial; e (c) exposição ambiental que transcende o risco domiciliar da população geral.

A perspectiva de gênero adiciona complexidade analítica relevante. Mulheres ocupam majoritariamente cargos de base nesses setores (agentes comunitárias de saúde, auxiliares de serviços gerais, profissionais da educação básica), configurando interseccionalidade entre gênero, categoria ocupacional e exposição ambiental ao vetor. Nascimento *et al.* (2021) argumentam que estratégias de controle vetorial e vigilância em saúde do trabalhador devem incorporar sensibilidade às particularidades de gênero, reconhecendo que vulnerabilidades socioambientais específicas modulam tanto a exposição quanto o acesso a medidas preventivas e assistenciais. Gomes *et al.* (2023) reforçam que a prevenção de arboviroses em ambientes laborais demanda reconhecimento dessas especificidades ocupacionais e sociais para efetividade das intervenções.

Por outro lado, a dimensão ambiental e a sazonalidade climática no padrão observado, com 64,4% dos casos concentrados entre janeiro e maio em 2024, período caracterizado por maior precipitação e temperaturas elevadas, articula-se diretamente com os achados do Artigo 2 desta dissertação, que documentou associação entre variáveis climáticas e

incidência de arboviroses no município. Essa consonância reforça a coerência analítica entre os diferentes componentes da dissertação e evidencia que trabalhadores municipais, especialmente aqueles com atividades externas, estão expostos aos mesmos determinantes ambientais da transmissão vetorial que afetam a população geral, porém com particularidades relacionadas aos seus ambientes e processos de trabalho. Barcellos *et al.* (2022) documentam que as vulnerabilidades climáticas amplificam o risco de arboviroses em contextos urbanos, particularmente quando associadas a condições ambientais e infraestruturais específicas. A anomalia temporal observada em agosto/2023, embora demande interpretação cautelosa, sugere possibilidade de focos persistentes de transmissão em ambientes institucionais (edifícios públicos, escolas, unidades de saúde) com manutenção inadequada ou acúmulo de criadouros potenciais. Faria *et al.* (2023) documentaram que ambientes institucionais com deficiências de manutenção predial podem sustentar densidades vetoriais elevadas mesmo em períodos climaticamente desfavoráveis, configurando risco ocupacional específico. Essa linha de evidência sugere que intervenções estruturais nos ambientes de trabalho podem produzir benefícios preventivos adicionais às estratégias comunitárias tradicionais.

A dimensão econômica e organizacional, referente ao absenteísmo específico, embora relativamente baixo em termos percentuais, adquire significado operacional crítico quando considerada sua concentração temporal e setorial. A ocorrência de 14 casos simultâneos em março/2024, representando potencialmente 8-12% de ausências em setores específicos, exemplifica como eventos epidêmicos podem comprometer agudamente a capacidade operacional de serviços essenciais. Essa vulnerabilidade é amplificada pela rigidez estrutural do setor público, com limitações legais para contratações emergenciais e realocações temporárias (Junior *et al.*, 2022). Os custos econômicos transcendem os dias perdidos mensuráveis, incluindo: (a) sobrecarga às equipes remanescentes, com potencial impacto sobre sua saúde e bem-estar; (b) comprometimento da qualidade e continuidade de serviços públicos essenciais; (c) custos diretos de tratamento e indiretos de produtividade perdida; e (d) externalidades negativas de difícil quantificação, como adiamento de procedimentos, acúmulo de demandas reprimidas e insatisfação da população usuária. Santos *et al.* (2021) destacam que os custos indiretos da Dengue no setor público frequentemente excedem os custos diretos de tratamento, dimensão particularmente crítica em contextos de alta incidência. A estimativa da FIEMG (2024) de R\$ 5,7 bilhões de impacto econômico em Minas Gerais e o estudo da Takeda Brasil (2023), o qual projeta R\$ 3 bilhões anuais em custos nacionais associados a arboviroses com significativo impacto na produtividade organizacional, contextualizam a magnitude potencial desses custos, embora estudos específicos sejam necessários para quantificação

precisa no nível municipal.

Essas três dimensões não operam de forma independente, mas configuram sistema dinâmico onde vulnerabilidades se amplificam mutuamente através de mecanismos de retroalimentação. A concentração de mulheres em cargos de base nos setores mais afetados (dimensão social) resulta em exposição ambiental diferenciada durante horários de maior atividade vetorial, particularmente em ambientes intradomiciliares, peridomiciliares e institucionais (dimensão ambiental). Essa exposição se intensifica nos períodos de maior pluviosidade e temperatura elevada (janeiro-maio), quando a densidade vetorial atinge níveis críticos, conforme documentado no Artigo 2 desta dissertação. Lowe *et al.* (2021) argumentam que as mudanças climáticas têm ampliado a janela temporal e geográfica de transmissão de arbovírus globalmente, intensificando a sobreposição entre fatores ambientais favoráveis ao vetor e populações vulneráveis. A sobreposição temporal entre pico climático favorável ao vetor e concentração de trabalhadores vulneráveis em ambientes de risco gera picos de afastamento concentrados (dimensão econômica), que sobrecarregam equipes remanescentes justamente quando a demanda por serviços públicos de saúde e educação se intensifica devido ao aumento de casos na população geral.

Esse ciclo estabelece dinâmica perversa: o absenteísmo concentrado em setores essenciais gera sobrecarga às equipes que permanecem ativas, aumentando sua exposição ao estresse ocupacional e fadiga física, o que por sua vez reduz a capacidade de recuperação imunológica e pode aumentar a suscetibilidade a novas infecções. A rigidez estrutural do setor público, com impossibilidade legal de contratações emergenciais e limitações para realocações temporárias, amplifica esse efeito cascata, impedindo redistribuição funcional que poderia mitigar a sobrecarga. Trabalhadores do Desenvolvimento Social e da Educação, que já enfrentam maior duração de afastamento (5,6 e 4,3 dias versus 3,4 dias, respectivamente), retornam a ambientes de trabalho potencialmente ainda comprometidos pela ausência de colegas, perpetuando o ciclo de vulnerabilidade. Silva e Brandão (2019) documentaram que arboviroses como a Chikungunya podem gerar incapacidade laboral prolongada, fenômeno que, embora menos frequente no presente estudo devido ao predomínio de Dengue, demanda atenção preventiva dada a expansão progressiva dessa arbovirose no país. Essa dinâmica revela que a vulnerabilidade social inicial não apenas predispõe à exposição ambiental, mas é posteriormente agravada pelas consequências econômico-organizacionais do próprio adoecimento coletivo.

A dimensão de gênero atravessa transversalmente essas interconexões. Mulheres, que representam 72,7% do quadro funcional e concentram-se em setores de base com maior

exposição ambiental, experimentam dupla jornada que amplia sua vulnerabilidade, a saber: exposição ocupacional durante o dia em ambientes institucionais ou territoriais, seguida de exposição domiciliar nos períodos vespertino e noturno, quando responsabilidades de cuidado familiar as mantêm em ambientes intradomiciliares durante horários de atividade vetorial.

A literatura documenta que mulheres absorvem carga desproporcional de trabalho doméstico não remunerado relacionado à prevenção de doenças zoonóticas, incluindo coleta e armazenamento de água e manejo de criadouros domésticos, o que aumenta o tempo de exposição e a responsabilidade pela gestão ambiental domiciliar (Wenham *et al.*, 2022). No contexto brasileiro, a feminização do setor saúde reflete divisão social do trabalho em que mulheres absorvem dupla ou tripla jornada, combinando trabalho formal com responsabilidades de cuidado, fenômeno que as deixa mais vulneráveis ao estresse, exaustão e deterioração da saúde mental (Wenham *et al.*, 2022.). Quando adoecem, a recuperação pode ser comprometida pela manutenção de responsabilidades domésticas, mesmo durante afastamento formal, fenômeno que pode explicar parcialmente as diferenças observadas na duração de absenteísmo entre setores. A interseccionalidade entre gênero, idade e fatores socioeconômicos contribui significativamente para a vulnerabilidade diferenciada às arboviroses, com mulheres em idade reprodutiva (20-59 anos) suportando carga desproporcionalmente maior de casos (Brito *et al.*, 2024). Essa interseccionalidade entre gênero, categoria ocupacional e classe social, portanto, configura eixo estruturante da vulnerabilidade que demanda reconhecimento explícito em estratégias preventivas.

Do ponto de vista sistêmico, a análise revela que intervenções fragmentadas em uma única dimensão tendem a produzir resultados limitados. Estratégias exclusivamente ambientais (controle vetorial tradicional) não contemplam as especificidades da exposição ocupacional em ambientes institucionais. Medidas puramente organizacionais (escalamento de férias, protocolos de afastamento) não alteram os determinantes ambientais que perpetuam a transmissão. Abordagens que ignorem a dimensão social (gênero, categoria ocupacional, territorialidade do trabalho) falham em reconhecer padrões diferenciados de vulnerabilidade. Bezerra *et al.* (2023) demonstraram que intervenções em infraestrutura urbana, particularmente relacionadas ao abastecimento de água, podem reduzir significativamente a incidência de Dengue, enquanto Morrison *et al.* (2022) identificaram que melhorias estruturais produzem impacto sustentado sobre densidade larvária. No contexto ocupacional, Moreira *et al.* (2024) evidenciaram que programas estruturados de manejo ambiental em edifícios públicos podem alcançar reduções superiores a 80% nos índices de infestação vetorial com sustentabilidade prolongada. A efetividade de intervenções em saúde do trabalhador para arboviroses demanda,

portanto, abordagem sistêmica que reconheça explicitamente essas interconexões e atue simultaneamente sobre múltiplas dimensões, considerando suas retroalimentações, conforme preconizado pela estratégia global de prevenção e controle (WHO, 2023). O planejamento estratégico deve antecipar não apenas o período sazonal de maior transmissão (janeiro-maio), mas também preparar estruturas organizacionais para absorver o impacto concentrado de afastamentos, proteger equipes de sobrecarga secundária e implementar melhorias estruturais nos ambientes de trabalho, que reduzam a exposição de categorias mais vulneráveis.

Implicações para prevenção e vigilância em saúde do trabalhador

A prevenção e o controle de arboviroses no ambiente de trabalho demandam abordagem multifacetada que integre vigilância entomológica, eliminação de criadouros, educação em saúde e reorganização de processos de trabalho. O Guia Prático de Arboviroses Urbanas na Atenção Primária à Saúde (Brasil, 2024) enfatiza a importância da atuação coordenada entre diferentes setores, princípio particularmente relevante no contexto ocupacional onde responsabilidades transversais envolvem gestão de recursos humanos, vigilância em saúde e saúde do trabalhador.

Para trabalhadores da Saúde (34,2% dos casos), medidas estruturais devem incluir fornecimento de equipamentos de proteção individual (repelentes, roupas de manga longa), treinamentos específicos sobre prevenção durante atividades externas, reorganização de processos de trabalho para minimizar exposição nos horários de maior atividade vetorial (início da manhã e final da tarde) e protocolos específicos para atuação em áreas de alta transmissão. Para o setor de Educação (27,4% dos casos), ações estruturais incluindo inspeções regulares de ambientes escolares, eliminação sistemática de criadouros, manutenção predial adequada e inclusão de discussões sobre arboviroses no currículo escolar, podem reduzir simultaneamente o risco ocupacional e comunitário (Faria *et al.*, 2023).

As experiências nacional e internacional demonstram que estratégias exclusivamente focadas em aplicação de inseticidas apresentam eficácia limitada e insustentável. Intervenções baseadas em manejo ambiental, mobilização comunitária e educação em saúde tendem a produzir resultados mais duradouros (Donalisio; Freitas; Von Zuben, 2017). A incorporação de rotinas de inspeção e eliminação de criadouros como parte das atribuições regulares de trabalhadores de diferentes setores – particularmente Educação, Saúde e Obras – pode amplificar significativamente o impacto das ações de controle vetorial.

Bezerra *et al.* (2023), em análise espacial de 100 municípios brasileiros,

documentaram redução de 67% na incidência de Dengue em áreas com cobertura universal de abastecimento de água versus cobertura <60% (RR=0,33; IC95%: 0,28-0,39), associação persistente após ajuste para variáveis socioeconômicas e climáticas. Morrison *et al.* (2022), em revisão *Cochrane* com 24 ensaios, identificaram redução de 30-50% na densidade larvária em intervenções focadas em melhorias de infraestrutura. No contexto ocupacional, Moreira *et al.* (2024) reportaram redução de 82% no índice de Breteau em edifícios públicos submetidos a programa estruturado de manejo ambiental, com sustentabilidade de 18 meses pós-intervenção.

A implementação de vigilância ocupacional contínua, com uso de indicadores padronizados, como taxa de incidência por 100 trabalhadores-ano e dias perdidos por 100 trabalhadores-ano, configura-se como ferramenta fundamental para monitoramento adequado do impacto das arboviroses sobre a força de trabalho municipal (Pereira; Lima; Duarte, 2023). A participação ativa no Sistema de Vigilância em Saúde do Trabalhador do SUS, garantindo notificação adequada de casos com suspeita de relação com o trabalho, contribui para construção de base de dados nacional sobre o tema e permite melhor caracterização do perfil epidemiológico das arboviroses como problema de saúde ocupacional.

Modelos preditivos baseados em variáveis climáticas representam ferramenta promissora, ainda subutilizada no Brasil. Lim *et al.* (2023) alcançaram acurácia de 76% em Singapura com antecedência de 12 semanas, permitindo mobilização preventiva de recursos. Martínez-Bello *et al.* (2022) reportaram sensibilidade de 82% em modelo colombiano que integrou precipitação, temperatura e índices entomológicos. A implementação desses sistemas demanda investimentos em infraestrutura de vigilância e capacitação técnica, mas possui potencial de reduzir substancialmente o impacto operacional e econômico das epidemias, especialmente quando integrada ao planejamento estratégico de recursos humanos.

Perspectivas e cenário epidemiológico prospectivo

As projeções epidemiológicas para 2025 indicam manutenção de cenário desafiador. O Ministério da Saúde (Brasil, 2024) identificou seis estados com previsão de aumento de incidência – São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Tocantins, Mato Grosso do Sul e Paraná – e alertou para a circulação do sorotipo 3 da Dengue, que não circulava de forma predominante desde 2008, deixando grande parte da população suscetível. Embora Minas Gerais não esteja entre os estados com previsão de aumento expressivo, a continuidade de condições climáticas favoráveis e a possível introdução do sorotipo 3 exigem manutenção de estado de alerta.

Para Dores do Indaiá, esse cenário nacional, associado à tendência crescente observada (aumento de 184% entre 2023 e 2024) e ao padrão sazonal identificado, reforça a necessidade de implementação antecipada de medidas preventivas e fortalecimento da capacidade assistencial para o período sazonal 2025-2026. A compreensão de que 64,4% dos casos concentram-se entre janeiro e maio permite planejamento proativo, incluindo escalonamento estratégico de férias e licenças programadas, intensificação de ações de controle vetorial em ambientes de trabalho nos meses que antecedem o período de maior transmissão e preparação de protocolos de manejo de afastamentos concentrados.

O reconhecimento das arboviroses como problema legítimo de saúde do trabalhador, reforçado pela inclusão da Dengue na Lista de Doenças Relacionadas ao Trabalho pelo Ministério da Saúde, demanda mudança paradigmática na abordagem dessas doenças no contexto municipal. Estratégias preventivas não devem se limitar às ações tradicionais de controle vetorial comunitário, mas incorporar dimensão ocupacional específica, reconhecendo que determinadas categorias profissionais apresentam padrões de exposição ambiental diferenciados que merecem atenção direcionada.

Matriz de Continuidade de Serviços

A partir da caracterização epidemiológica e da análise de impacto ocupacional, propõe-se a partir desta pesquisa uma Matriz de Continuidade de Serviços (MCS) como ferramenta gerencial inovadora. A MCS traduz sinais epidemiológicos (canais endêmicos, limites de Farrington) em decisões operacionais tempestivas, priorizando ações por meio do Número de Prioridade de Risco ($NPR = Probabilidade \times Impacto$).

O Quadro 1 apresenta a MCS aplicada aos principais processos afetados pelas arboviroses em Dores do Indaiá. Cada processo recebe classificação de risco baseada no histórico epidemiológico local (2020-2024), com definição de responsáveis e Acordos de Nível de Serviço (ANS). O sistema opera com gatilho automático: quando casos mensais ultrapassam P90 ou o limite superior de Farrington, todos os processos com $NPR \geq 15$ migram para resposta em 24h, com convocação de Sala de Situação Municipal.

Esta abordagem integra três dimensões que tradicionalmente estão desconectadas: vigilância epidemiológica (quem monitora), saúde ocupacional (quem adoecer) e gestão de serviços (como manter operações críticas). Ao quantificar prioridades, a MCS permite alocação racional de recursos escassos em municípios de pequeno porte, como Dores do Indaiá.

Quadro 1. Matriz de continuidade de serviços (MCS). Município Dores do Indaiá – MG

Serviço/Processo	Risco ¹	Impacto ²	NPR ³	Mitigação	Responsável	ANS ⁴
Agentes de Combate a Endemias (ACE) - Visitas domiciliares	5	5	25	<ul style="list-style-type: none"> • Remanejar 30% da equipe administrativa capacitada • Contratar 20h extras/agente por 21 dias • Priorizar setores com IIP $\geq 4\%$ • Implementar busca ativa focal 	Coord. Vigilância Ambiental + Sec. Municipal Saúde	24h para acionamento 72h para operacionalização
Atenção Básica (UBS) - Demanda por síndrome febril aguda	4	5	20	<ul style="list-style-type: none"> • Protocolo <i>fast-track</i> para casos suspeitos • Teleacolhimento para triagem inicial • Ampliar horário de atendimento (2h/dia) • Reserva técnica de testes rápidos NS1/IgM 	Dir. Atenção Básica	48h
Laboratório Municipal - Coleta e envio ao GAL/FUNED	3	5	15	<ul style="list-style-type: none"> • Janela extra de coleta 3×/semana • Veículo reserva para transporte • Acondicionamento prioritário de amostras • Contato direto com GAL-Divinópolis 	Coord. Laboratório + Logística	48h
Coleta de Resíduos Sólidos - Áreas críticas	4	4	16	<ul style="list-style-type: none"> • Roteiro especial 2×/semana por 30 dias • Mutirão de limpeza em pontos viciados • Fiscalização intensiva (notificações) • Distribuição de sacos de lixo 	Coord. Limpeza Urbana + Vigilância Sanitária	72h
Comunicação de Risco - População	3	4	12	<ul style="list-style-type: none"> • Boletim epidemiológico semanal (SMS/WhatsApp) • Spots em rádio local (3×/dia) • Carro de som em bairros críticos • Material educativo nas UBS 	ASCOM + Coord. Vigilância Epidemiológica	72h
Vigilância Epidemiológica - Notificação e investigação	4	5	20	<ul style="list-style-type: none"> • Equipe de plantão para investigação em 24h • Bloqueio vetorial imediato (raio 200m) • Ficha simplificada para notificação rápida • Painel de monitoramento em tempo real 	Coord. Vigilância Epidemiológica	24h
Recursos Humanos - Absenteísmo por doença	4	4	16	<ul style="list-style-type: none"> • Banco de horas para remanejamento • Equipe multitarefa capacitada (reserva) • Monitoramento diário de frequência • Protocolo de afastamento/retorno 	RH + Coord. Setoriais	48h
Insumos Estratégicos - Larvicidas/inseticidas	3	5	15	<ul style="list-style-type: none"> • Estoque mínimo para 60 dias • Fornecedor secundário cadastrado • Ata de registro de preços ativa • Requisição emergencial ao Estado 	Coord. Suprimentos + Vigilância Ambiental	72h
Transporte - Veículos para ações de campo	2	4	8	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção preventiva mensal • Veículo reserva (locação sob demanda) • Parceria com Defesa Civil 	Coord. Frota + Administração	72h

				• Combustível prioritário		
Sistema de Informação - SINAN/e-SUS	2	3	6	• Backup diário de dados • Suporte técnico sob demanda (TI) • Capacitação para digitação offline • Linha telefônica alternativa para notificação	TI + Vigilância Epidemiológica	96h (monitorar)

Notas:

¹RISCO (Probabilidade) - Escala 1-5:

- 1 = Muito improvável (casos esporádicos, <P25)
- 2 = Pouco provável (P25-P50, sazonalidade baixa)
- 3 = Possível (P50-P75, período pré-epidêmico)
- 4 = Provável (P75-P90, alerta amarelo)
- 5 = Quase certo (\geq P90 ou acima do limite de *Farrington*, alerta vermelho)

²IMPACTO (Severidade no serviço) - Escala 1-5:

- 1 = Impacto mínimo (serviço mantido normalmente)
- 2 = Impacto baixo (pequenos atrasos, não crítico)
- 3 = Impacto moderado (filas, atrasos significativos)
- 4 = Impacto alto (redução de 30-50% da capacidade)
- 5 = Impacto crítico (interrupção/colapso do serviço, risco à saúde)

³NPR (Número de Prioridade de Risco):

- NPR = Risco \times Impacto
- 1-6: Monitorar (rotina)
- 8-12: Agir em 72h (plano tático)
- 15-25: Agir em 24h (sala de situação, resposta emergencial)

⁴ANS (Acordo de Nível de Serviço):

- Prazo máximo para iniciar a ação após identificação do alerta
- Inclui prazo para estabilização quando aplicável
- Revisado trimestralmente conforme histórico de efetividade

Gatilho automático de escalada

- Condição de Ativação: Quando observado:
- Casos mensais \geq P90 do canal endêmico, OU
- Casos semanais acima do limite superior de *Farrington*

Resposta Imediata:

- Todos os processos com NPR \geq 15 migram automaticamente para ANS de 24h
- Convocação de Sala de Situação Municipal (coordenadores + secretário)
- Relatório de status diário até retorno ao nível de alerta amarelo/verde

Limitações metodológicas e agenda de pesquisa futura

O presente estudo apresenta limitações metodológicas inerentes ao seu desenho descritivo e à natureza dos dados secundários utilizados. A ausência de grupo controle (população geral do município) impede estabelecer com precisão se a incidência observada em servidores excede significativamente a populacional, limitando inferências sobre risco ocupacional diferenciado. A falta de ajuste por potenciais confundidores (idade, sexo, comorbidades, fatores socioeconômicos, tempo de serviço) constitui limitação relevante, impedindo controle de variáveis que podem influenciar a exposição e a suscetibilidade à infecção. Adicionalmente, a ausência de caracterização sorológica sistemática impediu definir com precisão o espectro etiológico real, potencialmente subestimando a participação da Chikungunya devido à similaridade clínica inicial com Dengue. A falta de dados entomológicos concomitantes (índices larvários e densidade de adultos) limitou a interpretação de anomalias temporais, como a concentração atípica de casos em agosto/2023. A impossibilidade de estratificação por características individuais e processos de trabalho específicos, associada à ausência de dados sobre o total de trabalhadores em cada setor, impossibilitou o cálculo de taxas de incidência específicas por categoria ocupacional e restringiu análises mais refinadas sobre padrões de exposição diferenciados. O número absoluto de casos (74 no biênio) confere baixa estabilidade estatística às estimativas, refletida nos intervalos de confiança amplos, especialmente para 2023, exigindo séries temporais mais longas para confirmar tendências e avaliar flutuações sazonais com maior precisão.

Ademais, os dados secundários de registros administrativos podem estar sujeitos a subnotificação, particularmente casos mais leves em que trabalhadores optaram por não se afastar oficialmente – fenômeno evidenciado pelos 4 casos com zero dias de absenteísmo. Variações nos critérios de notificação e concessão de atestados médicos entre diferentes unidades de saúde podem ter introduzido vieses. A distribuição setorial dos casos pode estar influenciada não apenas pela exposição diferencial ao vetor, mas também por diferenças na busca por atendimento, acesso a diagnóstico e taxa de notificação, configurando potencial viés de detecção. Não foi possível estabelecer com precisão onexo causal entre exposição ocupacional e adoecimento em cada caso individual, uma vez que trabalhadores também estão expostos ao vetor em seus domicílios e deslocamentos pessoais. Essas limitações, contudo, não invalidam a contribuição científica do estudo, que reside precisamente em documentar de forma sistemática e rigorosa o impacto significativo das arboviroses sobre a força de trabalho municipal, evidenciando sua relevância como problema de saúde ocupacional que merece

atenção específica.

Estudos futuros devem priorizar desenhos analíticos com grupo controle, permitindo estimação precisa de razões de incidência ajustadas por confundidores mediante modelagem multivariada (regressão de Poisson), e inquéritos soroepidemiológicos estratificados por categoria ocupacional para caracterização refinada de padrões de exposição acumulada. A integração de dados entomológicos (índices de infestação predial e densidade de adultos) com registros ocupacionais permitiria testar hipóteses específicas sobre focos de transmissão em ambientes institucionais, enquanto análises de séries temporais integrando variáveis climáticas, índices entomológicos e incidência ocupacional possibilitariam o desenvolvimento de modelos preditivos para subsidiar planejamento preventivo de recursos humanos. A articulação entre vigilância epidemiológica tradicional e vigilância em saúde do trabalhador permanece como desafio metodológico e operacional que demanda superação para avanço do campo. O presente estudo oferece contribuição inicial nessa direção, evidenciando a relevância e viabilidade de incorporar a dimensão ocupacional ao monitoramento sistemático de arboviroses no contexto municipal, fornecendo base empírica fundamental para implementação de políticas estruturadas de vigilância em saúde do trabalhador e para o desenho de investigações prospectivas mais robustas.

3.4. Conclusão

Os resultados deste estudo evidenciam que as arboviroses constituem problema significativo de saúde ocupacional no poder executivo municipal de Dores do Indaiá – MG, com impactos mensuráveis sobre o absenteísmo e a continuidade dos serviços essenciais. A análise revelou aumento nos casos entre 2023 e 2024, acompanhado de elevação do total de dias de afastamento, confirmando agravamento progressivo do cenário epidemiológico. A concentração dos casos nos setores de Saúde, Educação e Desenvolvimento Social sugere vulnerabilidade ocupacional específica potencialmente modulada por características dos processos de trabalho, embora o desenho descritivo do estudo não permita estabelecer nexo causal direto. A análise multidimensional demonstrou que as arboviroses transcendem a dimensão puramente epidemiológica, configurando fenômeno que articula aspectos sociais (gênero e categoria ocupacional), ambientais (sazonalidade climática e criadouros institucionais) e econômicos (dias perdidos e sobrecarga de equipes) de forma interconectada e dinâmica.

Referências

- ALI MUDE, A. S.; NAGEYE, Y. A.; BELLO, K. E. Current Epidemiological Status of Chikungunya Virus Infection in East Africa: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of Tropical Medicine**, v. 2024, n. 1, p. 7357911, 2024.
- ARAÚJO, T. M. et al. Elevada prevalência de doenças infecciosas entre trabalhadores da saúde indica a necessidade de melhorar a vigilância. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 48, p. e17, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-6369/23021pt2023v48e17>.
- BARCELLOS, C. *et al.* Clima e saúde: vulnerabilidade à Chikungunya no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 56, p. 1-10, 2022.
- BARROS, F. E. F.; OLIVEIRA, M. A. S. Vigilância em saúde do trabalhador: desafios frente às doenças infecciosas ocupacionais. **Interações**, v. 24, n. 2, p. 152-169, 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde. **Guia Prático de Arboviroses Urbanas na Atenção Primária à Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Boletim Epidemiológico: Monitoramento dos casos de arboviroses até a semana epidemiológica 26 de 2024**. Brasília: Ministério da Saúde, v. 55, n. 11, jul. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Boletim Epidemiológico de Arboviroses 2022**. Brasília: MS, 2022.
- BRITO, A. M. *et al.* Sex-specific public health data: analyzing the arboviral impact on women in Brazil. **BMC Public Health**, v. 24, p. 3184, 2024.
- DA SILVA, A. P. P. *et al.* A influência de fatores socioambientais na incidência de Dengue no Brasil. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo-ReAT**, v. 19, n. 1, p. 104-114, 2025.
- DE BARROS FILHO, M. V. P. *et al.* Chikungunya: Revisão das Evidências Científicas sobre Epidemiologia, Diagnóstico e Manejo Clínico. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 10, p. 545-556, 2024.
- DIAS-GODÓI, I. *et al.* Epidemiological Impact and Hospitalization costs applied to Dengue in the Midwest region of Minas Gerais state, Brazil, from SUS perspective. **Journal of Vector Borne Diseases**, v. 57, n. 4, p. 331-340, 2020.
- DONALISIO, M. R.; FREITAS, A. R. R.; VON ZUBEN, A. P. B. Arboviruses emerging in Brazil: challenges for clinic and implications for public health. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 51, p. 1-10, 2017.
- DONATELI, C. P.; CAMPOS, F. C. Visualização de dados de vigilância das arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes aegypti* em Minas Gerais, Brasil. **Journal of Information Systems and Technology Management**, v. 20, 2023.
- EMERICK, G. S. et al. Notificação de doenças e agravos: desafio da saúde ocupacional com área de abrangência nacional. **Revista Técnica da Universidade Petrobras**, v. 1, n. 7, p. 1-5,

2025.

FARIA, M. T. S. *et al.* Saúde e saneamento: uma avaliação das políticas públicas de prevenção, controle e contingência das arboviroses no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, p. 1767-1776, 2023.

FARIA, N. R. *et al.* Saúde e saneamento: uma avaliação das políticas públicas de prevenção, controle e contingência das arboviroses no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, n. 5, p. 1337-1348, 2023.

FIEMG. FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS (FIEMG). **Impacto econômico das arboviroses na economia brasileira em 2024**. Belo Horizonte: FIEMG, mar. 2024.

FREITAS, C. M.; BARCELLOS, C.; VILLELA, D. A. M. **Covid-19 no Brasil: cenários epidemiológicos e vigilância em saúde. Série Informação para ação na Covid-19**. Fiocruz, 2021. DOI: <https://doi.org/10.7476/9786557081211>

GOMES, D. *et al.* Estratégias de prevenção de arboviroses em ambientes laborais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, n. 5, p. 1453-1462, 2023.

HEWSON, R. Understanding Viral Haemorrhagic Fevers: Virus Diversity, Vector Ecology, and Public Health Strategies. **Pathogens**, v. 13, n. 10, p. 909, 2024.

HIRATA, H. Women and working in healthcare during the Covid-19 pandemic in Brazil: gender and race on the frontline. **Social Politics: International Studies in Gender, State & Society**, v. 29, n. 4, p. 1144-1168, 2022.

IEPS. INSTITUTO DE ESTUDOS PARA POLÍTICAS DE SAÚDE (IEPS). **Boletim Radar+SUS n. 3/2025: A evolução do cenário de arboviroses no Brasil e a mobilização do Programa Saúde na Escola**. São Paulo: IEPS, jun. 2025.

JUNIOR, J. B. S. *et al.* Epidemiology and costs of Dengue in Brazil: a systematic literature review. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 122, p. 521-528, set. 2022.

LOWE, R. *et al.* Climate change and arboviral diseases: a global perspective. **Lancet Planetary Health**, v. 5, n. 7, e404-e414, 2021.

MERCHÁN-HAMANN, E.; TAUILL, P. L. Proposta de classificação dos diferentes tipos de estudos epidemiológicos descritivos. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 30, p. e2018126, 2021.

PEREIRA, M. C. C.; LIMA, E.; DUARTE, S. Políticas públicas e prevenção de infecções ocupacionais: uma análise crítica. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, n. 10, p. 2823-2832, 2023.

PESSOA, J. P. *et al.* Elevada prevalência de doenças infecciosas entre trabalhadores da saúde indica a necessidade de melhorar a vigilância. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 44, e23, 2019.

SANTOS, J. *et al.* Custos indiretos da Dengue no setor público. **Cadernos de Saúde Pública**,

v. 37, n. 8, e00232120, 2021.

SILVA, R.; BRANDÃO, A.; VITÓRIA, M. Chikungunya e incapacidade laboral: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v. 17, n. 2, p. 210-218, 2019.

TAKEDA BRASIL. **Dengue e outras arboviroses custam 3 bilhões ao ano para o país e afetam a produtividade de empresas, mostra estudo inédito**. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.takeda.com/pt-br/imprensa/2023/dengue-e-outras-arboviroses-custam-3-bilhoes-ao-ano-para-o-pais-e-afetam-a-produtividade-de-empresas/>. Acesso em: 01 ago. 2025.

WENHAM, C. *et al.* Gender and race on the frontline: experiences of health workers in Brazil during the COVID-19 pandemic. **Social Politics: International Studies in Gender, State & Society**, v. 29, n. 4, p. 1144-1167, 2022.

WENHAM, C. *et al.* Women's participation in the prevention and control of dengue using environmental methods in the global south: a qualitative meta-synthesis. **International Journal for Equity in Health**, v. 21, n. 1, p. 1-19, 2022.

WHO. **Global strategy for Dengue prevention and control 2021–2030**. Genebra: World Health Organization, 2023.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação analisou a interface entre condições ambientais e saúde ocupacional no contexto das arboviroses em Dores do Indaiá – Minas Gerais, no período entre 2020 e 2024, abordando um fenômeno complexo que integra determinantes climáticos, urbanos, socioambientais e laborais. A investigação partiu da premissa de que as arboviroses, sobretudo Dengue e Chikungunya, não constituem apenas um desafio epidemiológico geral, mas representam também um problema específico de saúde do trabalhador, com repercussões diretas sobre a capacidade operacional do poder executivo municipal e sobre a continuidade dos serviços essenciais à população.

A revisão sistemática da literatura, que fundamentou o primeiro eixo da pesquisa, evidenciou a relevância de estratégias integradas de vigilância epidemiológica e prevenção, destacando a importância da educação em saúde, do monitoramento populacional e da articulação intersetorial. Os estudos analisados revelaram que fatores como acúmulo de resíduos, déficit de saneamento básico, baixa participação comunitária e vulnerabilidade socioeconômica estão diretamente associados ao aumento da incidência de arboviroses, reforçando a necessidade de políticas públicas que transcendam o controle vetorial tradicional e incorporem melhorias estruturais. A constatação de que estratégias educativas isoladas apresentam eficácia limitada quando desarticuladas de intervenções urbanas e ambientais oferece subsídio importante para a formulação de políticas territorializadas e contextualizadas.

A análise espaço-temporal dos casos de arboviroses no município demonstrou que a dinâmica de transmissão é fortemente modulada por variáveis climáticas e pelas deficiências na infraestrutura urbana. Os resultados confirmaram correlações significativas entre temperatura, precipitação, umidade relativa e a incidência de Dengue e Chikungunya, com concentração espacial de casos nas áreas de maior vulnerabilidade socioambiental. O aumento de 400% na incidência de Dengue entre 2023 e 2024 em algumas áreas de abrangência da Estratégia Saúde da Família reflete não apenas a sazonalidade típica das arboviroses, mas também a persistência de condições estruturais favoráveis à proliferação do vetor. A identificação de padrões de autocorrelação espacial do tipo Alto-Alto, associando maior incidência de casos a piores condições de saneamento e coleta de resíduos, reafirma que as desigualdades ambientais e socioeconômicas são determinantes críticos do risco epidemiológico.

A investigação dos impactos sobre a saúde ocupacional dos trabalhadores do poder executivo municipal revelou que as arboviroses comprometem diretamente a capacidade

laborativa, com concentração de 72,6% dos casos nos setores de Saúde, Educação e Desenvolvimento Social. O aumento de 184% nos casos e de 263% no total de dias de afastamento, entre 2023 e 2024, evidenciou o agravamento progressivo do cenário epidemiológico e suas repercussões sobre a organização do trabalho. A média de quatro dias de absenteísmo por caso, embora aparentemente modesta em termos percentuais, representa impacto operacional significativo quando concentrada em períodos críticos e em setores essenciais, especialmente em municípios de pequeno porte com menor flexibilidade para realocação de pessoal. A mudança no padrão sazonal, com retorno ao pico de transmissão no primeiro semestre, reforça a importância do planejamento antecipatório e da vigilância territorializada.

A proposta da Matriz de Continuidade de Serviços constitui contribuição metodológica ao integrar vigilância epidemiológica, saúde ocupacional e gestão de serviços públicos em ferramenta operacional concreta. Ao traduzir sinais epidemiológicos em decisões gerenciais tempestivas, priorizadas pelo Número de Prioridade de Risco, a matriz oferece resposta pragmática às limitações de recursos enfrentadas por municípios de pequeno porte, permitindo identificar processos críticos e estabelecer protocolos de resposta rápida em cenários epidêmicos.

Como produto técnico, o aplicativo “ArboAlerta” representa o esforço de tradução do conhecimento científico em ferramenta acessível para vigilância participativa, integrando geolocalização de focos vetoriais, registro comunitário e suporte à ação dos agentes de saúde. A proposta de uma plataforma digital que aproxime gestores, trabalhadores e comunidade das identificações e mitigação de riscos ambientais alinha-se às recomendações contemporâneas de fortalecimento da participação social no controle de arboviroses.

Os achados desta pesquisa confirmam as hipóteses iniciais de que existe associação significativa entre variações climáticas e os picos sazonais de arboviroses, de que áreas com maior densidade populacional e acúmulo de criadouros concentram maior número de casos, de que o aumento da incidência repercute negativamente sobre a saúde ocupacional e de que a combinação de fatores ambientais críticos e lacunas na infraestrutura urbana perpetuam a exposição da população a riscos epidemiológicos. Entretanto, a pesquisa avança ao demonstrar empiricamente a magnitude dessas associações no contexto local e ao propor ferramentas concretas de gestão integrada.

As implicações práticas dos resultados apontam para a necessidade de fortalecimento da vigilância ambiental integrada, aliada a políticas de saneamento, educação em saúde e proteção específica de categorias profissionais mais expostas. O fornecimento de

equipamentos de proteção individual, a adequação de ambientes de trabalho, a incorporação de rotinas de controle vetorial às atribuições regulares de setores estratégicos e o estabelecimento de parcerias intersetoriais são medidas essenciais para reduzir a vulnerabilidade territorial e ocupacional. A implementação de sistemas de alerta precoce, baseados em variáveis meteorológicas e integrados aos sistemas de vigilância epidemiológica pode antecipar surtos e otimizar a alocação de recursos em períodos críticos.

Este estudo, todavia, apresentou limitações que devem ser reconhecidas. A utilização de dados secundários de registros administrativos está sujeita a subnotificação, particularmente de casos mais leves e entre populações com menor acesso ao diagnóstico. O número reduzido de unidades espaciais de análise, correspondentes às quatro áreas de abrangência da Estratégia Saúde da Família, limita a robustez estatística dos testes de autocorrelação espacial e impede inferências sobre variabilidade intraurbana mais refinada. A indisponibilidade de indicadores ambientais desagregados por território impossibilitou avaliação mais precisa das associações locais entre saneamento, coleta de resíduos e incidência de arboviroses. Adicionalmente, a impossibilidade de estabelecer nexos causais precisos entre exposição ocupacional e adoecimento individual, dada a multiplicidade de ambientes aos quais os trabalhadores estão expostos, impõe cautela na interpretação dos achados sobre saúde do trabalhador. A natureza ecológica do estudo limita-se a identificar associações em nível populacional, não permitindo inferências causais individuais.

Dessa forma, entende-se que estudos futuros devam priorizar a ampliação da escala de análise com uso de setores censitários como unidade espacial, permitindo maior granularidade na identificação de áreas de risco. A coleta prospectiva de dados primários, incluindo variáveis de exposição ocupacional específicas e caracterização detalhada dos ambientes de trabalho, pode superar as limitações dos registros administrativos. A incorporação de dados entomológicos de alta resolução, especialmente índices de infestação predial e densidade larvária desagregados por microárea, possibilitaria correlações mais precisas entre presença vetorial e transmissão. A realização de estudos de coorte prospectivo com trabalhadores de setores específicos, incluindo biomarcadores de exposição e seguimento longitudinal, permitiria estabelecer nexos causais mais robustos entre exposição ocupacional e adoecimento. A análise de custo-efetividade das intervenções propostas, incluindo a Matriz de Continuidade de Serviços, poderia subsidiar decisões de alocação de recursos em contextos de restrição orçamentária. A avaliação de impacto da implementação do aplicativo “ArboAlerta” sobre indicadores de vigilância e controle vetorial representa oportunidade para validação de tecnologias digitais em saúde pública municipal.

A integração de métodos mistos, combinando análises quantitativas com investigação qualitativa das percepções dos trabalhadores sobre riscos ocupacionais e medidas preventivas, pode aprofundar a compreensão da dimensão subjetiva do adoecimento e das barreiras para a adesão a práticas preventivas. Estudos comparativos entre municípios com características similares, mas com diferentes níveis de implementação de políticas de saneamento e controle vetorial, poderiam elucidar a efetividade relativa de intervenções estruturais. A modelagem preditiva integrando dados climáticos, entomológicos e epidemiológicos em sistemas de alerta precoce representa fronteira promissora para vigilância proativa.

Conclui-se que as arboviroses em Dores do Indaiá constituem fenômeno socioambiental e ocupacional integrado, cuja mitigação demanda abordagens intersetoriais baseadas em evidências territoriais e na proteção específica de grupos vulneráveis. O fortalecimento das ações de saneamento, a regularidade na coleta de resíduos, a ampliação da cobertura da atenção primária, o investimento em sistemas de vigilância geográfica e climática e a implementação de políticas de saúde do trabalhador são medidas essenciais para reduzir a vulnerabilidade do território e promover resposta sustentável ao desafio das arboviroses. A experiência de Dores do Indaiá oferece subsídios importantes para municípios de pequeno porte enfrentarem desafios similares, demonstrando que a compreensão integrada dos determinantes ambientais e ocupacionais das arboviroses é condição necessária para a formulação de políticas públicas efetivas, equitativas e contextualizadas.

APÊNDICE

PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO

FICHA TÉCNICA PARA A PRODUÇÃO TÉCNICA E TECNOLÓGICA 2025. MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA AMBIENTAL (MPSTA) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG).

Não há direitos reservados. A reprodução está autorizada, no todo ou em parte, desde que a obra original seja devidamente referenciada.

INFORMAÇÕES E CONTATOS

IFMG/BAMBUÍ – Fazenda Varginha – Rodovia Bambuí/Medeiros – Km 05 Caixa Postal 05 – Bambuí/MG – 38900-000 – www.bambui.ifmg.edu.br

REITOR DO IFMG:

Prof. Dr. Rafael Bastos Teixeira

PRÓ-REITORA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO:

Prof. Dra. Gislayne Elisana Gonçalves

DIRETOR GERAL DO IFMG – BAMBUÍ:

Prof. Dr. Humberto Garcia de Carvalho

DIRETOR DE INOVAÇÃO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO IFMG/BAMBUÍ

Prof. Dr. Gustavo Augusto Soares

COORDENADOR DO MPSTA – BAMBUÍ:

Prof. Dra. Ana Cardoso Clemente Ferreira Filha de Paula

AUTORES

Alessandra Resende Couto e Silva (aluna)

Simone Magela Moreira (orientadora)

IMAGENS

Catálogo - Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí



Elaborada por Douglas Bernardes de Castro – CRB-6/2802.

O presente produto técnico integra a dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) – Campus Bambuí, intitulada “Condições ambientais e saúde ocupacional: impacto das arboviroses no município de pequeno porte do cerrado brasileiro”, defendida em 19/12/2025, sob a orientação da prof. Dra. Simone Magela Moreira, sendo ele parte integrante dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental. O referido produto pertence ao EIXO 1 – “Produtos e Processos: caracteriza-se pelo desenvolvimento de produto técnico ou tecnológico, passível ou não de proteção, podendo gerar ativos de propriedade industrial/propriedade intelectual” (CAPES, 2019).

O produto destina-se à integração da comunidade à vigilância municipal de arboviroses por meio de um aplicativo que coleta dados georreferenciados e realiza autoavaliações sintomatológicas baseadas em matrizes oficiais do Ministério da Saúde. Em 2024, o Brasil vivenciou um dos mais intensos surtos de Dengue já registrados, com sobrecarga dos serviços de saúde. Em Minas Gerais, o cenário foi particularmente crítico, incluindo o Município de Dores do Indaiá, onde a resposta local ainda enfrenta entraves como limitada articulação intersetorial, deficiências na vigilância integrada e escassez de recursos humanos e estruturais.

O “ArboAlerta” foi concebido como um sistema de informação epidemiológica participativa, que alia inteligência territorial, dados em tempo real e análises estatísticas para auxiliar no planejamento de ações preventivas e corretivas de saúde pública. Com base no princípio de que o monitoramento constitui instrumento para “sistematizar alguns dados de modo a possibilitar o reconhecimento de cenários, o resultado de medidas implementadas ao longo de um determinado período e outras análises que geram informação e conhecimento” (Brasil, 2015), propôs-se como produto técnico para o Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental:

- criar um aplicativo móvel com interface web que integre dados ambientais, epidemiológicos e comunitários, cujas informações possam ser inseridas pelos cidadãos e gestores de saúde, enviadas eletronicamente para a Secretaria Municipal de Saúde e utilizadas para tomada de decisões estratégicas.

Dentre as vantagens de uso, destacam-se facilidade de acesso, melhor visão na gestão operacional, otimização da vigilância epidemiológica, redução de custos e impactos

positivos na saúde ambiental. O processo permitirá redução do tempo entre a identificação de focos e a intervenção, melhoria na completude dos dados e fortalecimento da participação social. O *software* atende à linha de pesquisa em estudo (tecnologias ambientais), podendo ser adaptado para atender às demais linhas do programa. A área impactada pela produção desse *software* é a de saúde ambiental, na qual os resultados de sua aplicação podem contribuir para melhor monitoramento e para o controle das arboviroses em municípios de pequeno porte. Trata-se de produto que possui caráter inovador, pois a tecnologia permite o acompanhamento em tempo real dos focos e casos sintomáticos diagnosticados no município.

O desenvolvimento do aplicativo “ArboAlerta” demonstra forte alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, especialmente o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis). Este produto técnico atende aos princípios estabelecidos pela Portaria CAPES nº 171/2018, que reconhece a relevância da produção tecnológica e de inovação aplicadas à resolução de problemas concretos da sociedade.

Passo a Passo

Características do produto técnico/tecnológico (PTT)

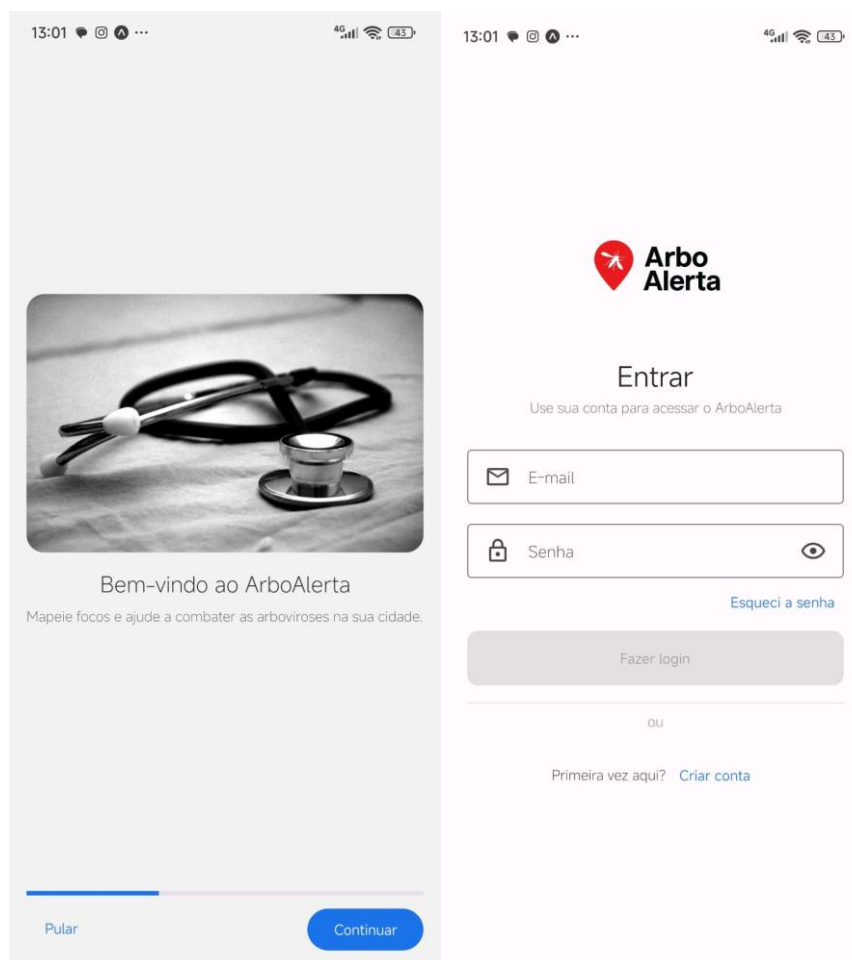
A instalação do aplicativo “ArboAlerta” é realizada por meio de um arquivo APK, distribuído externamente à loja oficial do *Android*. Para efetuar o procedimento corretamente, o usuário deve acessar o link disponibilizado (<https://drive.google.com/file/d/17HjQXjfDnvVVg40w6AcCw9pBeCDGSgtD/view?usp=sharing>) utilizando um navegador compatível, preferencialmente *Google Chrome* ou *Samsung Internet*. Após abrir o endereço, será exibida uma interface da plataforma *Google Drive* que contém o botão de download do arquivo. Ao selecioná-lo, o sistema operacional poderá apresentar um aviso padrão indicando que a instalação de aplicativos provenientes de fontes externas pode representar riscos, motivo pelo qual solicita confirmação adicional. O usuário deve prosseguir selecionando a opção de continuar o download. Concluído o processo, o arquivo será armazenado na pasta de downloads do dispositivo, sendo possível acessá-lo diretamente pela notificação exibida na barra superior do *Android*. Ao tocar sobre o arquivo APK, o sistema solicitará a habilitação da permissão para instalar aplicativos de fontes desconhecidas. Nessa etapa, o usuário deverá acessar as configurações exibidas pelo sistema e ativar a função “Permitir desta fonte”, retornando em seguida à tela anterior para concluir a instalação. Após conceder a permissão, basta acionar o comando “Instalar” e aguardar a

finalização do processo. Uma vez instalado, o aplicativo poderá ser aberto imediatamente ou localizado no menu de aplicativos do dispositivo. Ressalta-se que o procedimento descreve exclusivamente o processo de instalação em dispositivos com sistema *Android*, não sendo testado em aparelhos que utilizam *iOS*. Caso o sistema impeça o download ou apresente mensagens adicionais de segurança, recomenda-se reiniciar o navegador, tentar novamente em outro aplicativo de navegação ou verificar a disponibilidade de espaço interno no dispositivo. A instalação a partir de APK é uma prática comum em ambientes de testes, homologação e distribuição independente, mostrando-se adequada desde que o arquivo seja obtido de fonte segura e confiável, como no presente aplicativo.

Abertura, Splash e Slides Iniciais

Ao abrir o aplicativo “ArboAlerta”, o usuário visualiza primeiramente a tela de *splash*, onde a logomarca é exibida no centro, acompanhada de um breve texto introdutório que apresenta a identidade visual do sistema. Após um curto intervalo, o aplicativo avança automaticamente para uma sequência de slides de *onboarding*. Esses slides explicam, de forma rápida e objetiva, o propósito do aplicativo, destacando o combate aos focos do mosquito transmissor de arbovirose e o monitoramento epidemiológico colaborativo. Nos slides seguintes, o usuário recebe informações sobre permissões essenciais para o funcionamento do sistema, como acesso à localização e à câmera. O último slide apresenta o botão “Começar”, que direciona o usuário ao fluxo de autenticação.

Figura 1 - Telas iniciais



Fonte: Autora (2025).

Autenticação e Cadastro

O usuário é conduzido à tela de login, onde encontra os campos de e-mail e senha, botões para entrar, recuperar a senha e se cadastrar, além de links para a Política de Privacidade e os Termos de Uso. Caso opte por criar uma conta, o usuário inicia um fluxo de cadastro dividido em etapas contínuas. Primeiramente, ele informa o e-mail e cria uma senha, que são validados pelo *Firestore Authentication*. Em seguida, prossegue para uma etapa em que preenche dados pessoais, incluindo CPF e telefone. O CPF passa por validação de formato e unicidade no banco de dados, impedindo duplicidades. Na etapa seguinte, o endereço é preenchido com o auxílio de busca automática por CEP, que retorna logradouro, bairro, cidade e estado. É realizada também uma verificação para garantir que o município informado seja compatível com os municípios cadastrados na plataforma. Por fim, o usuário lê e aceita o Termo de Consentimento e a Política de Privacidade, confirmando sua concordância com o tratamento

dos dados. Após finalizar o cadastro, surge uma tela de confirmação, permitindo que o usuário avance para o mapa inicial.

Figura 2 - Processo de autenticação

The first screenshot, titled 'Criar conta' (Step 1 of 4), shows input fields for 'Email' and 'Senha (min. 6 caracteres)'. A 'Continuar' button is at the bottom right. A note at the bottom states: 'Seu perfil será referenciado ao usuário autenticado (uid) e ao município selecionado (IBGE)'. The second screenshot, 'Dados pessoais' (Step 2 of 4), includes fields for 'Nome completo', 'CPF', and 'Telefone ()'. It features 'Voltar' and 'Próximo' buttons. A note at the bottom reads: 'Seu perfil será referenciado ao usuário autenticado (uid) e ao município selecionado (IBGE)'. The third screenshot, 'Endereço' (Step 3 of 4), contains fields for 'CEP', 'Logradouro', 'Número', 'Município (selecione)', and 'Bairro (selecione)'. It includes 'Voltar' and 'Próximo' buttons. A note at the bottom says: 'Seu perfil será referenciado ao usuário autenticado (uid) e ao município selecionado (IBGE)'. Below these is a fourth screenshot, 'Consentimento' (Step 4 of 4), with a checkbox for 'Aceito os Termos e a Política' and 'Finalizar cadastro' and 'Voltar' buttons. A note at the bottom reads: 'Seu perfil será referenciado ao usuário autenticado (uid) e ao município selecionado (IBGE)'. To the right of this is a confirmation screen with a green checkmark icon, the text 'Cadastro concluído!', a message 'Seu perfil foi criado com sucesso. Agora você já pode começar a contribuir com o ArboAlerta.', and a blue button labeled 'Ir para o mapa'.

Fonte: Autora (2025).

Entrada no Sistema e Navegação por Abas

Após o login, o usuário acessa a interface principal, estruturada com uma barra de navegação inferior que apresenta as principais áreas: o mapa geral, a lista de focos criados pelo próprio usuário, o painel de relatórios e a seção administrativa, essa última visível apenas para agentes e administradores. O botão de criação de novo foco não aparece como um item na barra, mas é acessado por rotas internas para manter a navegação visual mais limpa e intuitiva.

Figura 3 - Menu de navegação

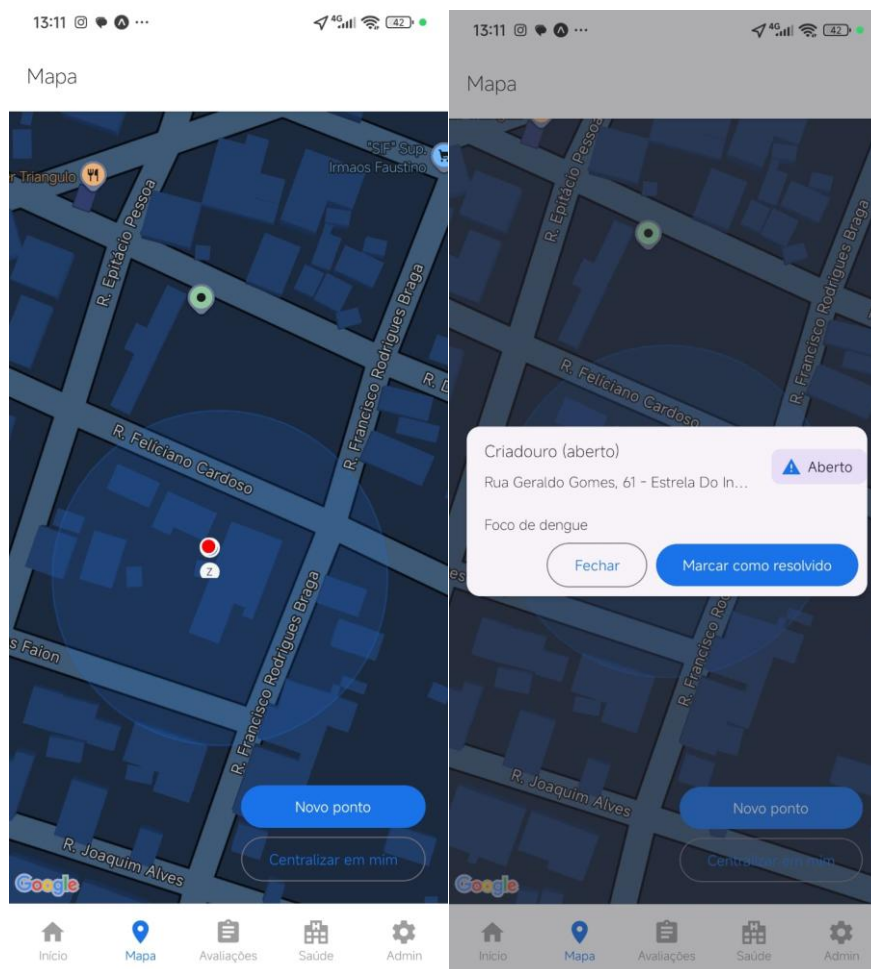


Fonte: Autora (2025).

Mapa Principal e Localização em Tempo Real

O aplicativo abre diretamente na tela de mapa, utilizando a permissão de GPS para identificar e exibir a posição atual do usuário, por meio de um marcador dinâmico, atualizado em tempo real. O mapa também carrega todos os focos registrados dentro do município correspondente, apresentando-os como marcadores vermelhos quando ainda não foram solucionados. Ao tocar em qualquer marcador, surge um modal contendo a foto enviada no momento da criação do ponto, o endereço, a descrição e as informações de criação. Caso o usuário seja o criador do foco, ou possua permissões de agente ou administrador, aparecerá também a opção de marcar o foco como resolvido. Essa ação atualiza o documento no banco de dados, alterando o estado do foco e registrando o horário da resolução.

Figura 4 - Mapa de geolocalização

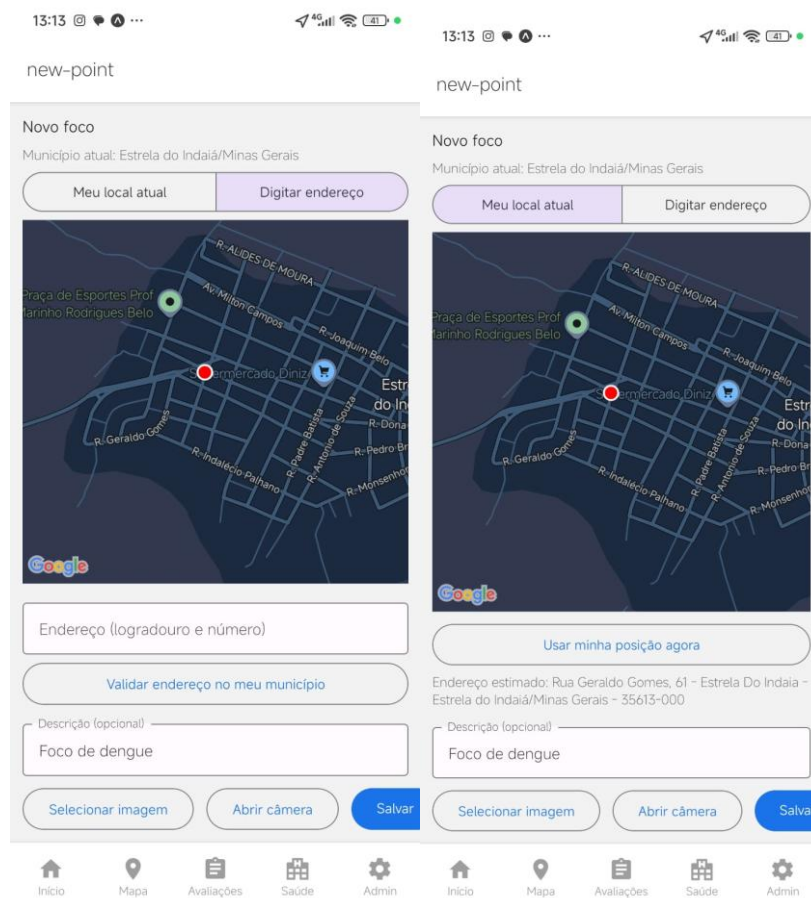


Fonte: Autora (2025).

Criação de um Novo Foco (Checkpoint)

O usuário pode registrar um novo foco de mosquito acessando a tela de criação de ponto. Nessa interface, ele escolhe entre usar sua localização atual ou digitar um endereço manualmente. Caso opte pela localização atual, o app realiza a leitura coordenada via GPS e obtém o endereço por meio de um serviço de geocodificação reversa. Se preferir digitar o endereço, o usuário pode validá-lo para garantir que o ponto realmente pertença ao município registrado na conta. Após definir o local, ele adiciona uma foto do foco utilizando a câmera ou selecionando um arquivo da galeria; a imagem é enviada ao *Firestore Storage*. Em seguida, preenche uma descrição breve e confirma a criação. O aplicativo salva um novo documento contendo o identificador do usuário, endereço, coordenadas, foto, município e o campo “solved”, inicialmente definido como falso. Assim que concluído, o novo foco aparece imediatamente no mapa.

Figura 5 - Criação do checkpoint



Fonte: Autora (2025).

Lista de Focos do Usuário

Na aba “Meus Focos”, o usuário visualiza todos os focos criados por ele de forma cronológica, com as fotos em miniatura, o endereço resumido e um indicador que mostra se o foco está aberto ou já foi solucionado. Ao tocar em qualquer item, o mesmo modal exibido no mapa é aberto, possibilitando visualizar novamente todos os detalhes ou resolver o foco, caso permitido. Essa lista também oferece um estado vazio para novos usuários que ainda não tenham cadastrado nenhum foco.

Figura 6 - Listagem dos focos



Fonte: Autora (2025).

Autoavaliação de Sintomas (Formulário Epidemiológico)

O “ArboArlerta” contém um fluxo de autoavaliação dividido em etapas contínuas. Na primeira etapa, o usuário informa dados básicos como idade, sexo, temperatura corporal e início dos sintomas. Em seguida, descreve possíveis exposições, incluindo viagens recentes, contato com mosquitos e presença de comorbidades. Na terceira etapa, seleciona sintomas como febre, dor de cabeça, dor atrás dos olhos, manchas vermelhas, náuseas, dor muscular e outros sinais clássicos de arboviroses. Cada sintoma influencia um sistema de pontuação que estima percentuais de probabilidade para Dengue, Chikungunya e Zika. Na última etapa, o resultado é

exibido com gráficos simples e indicações claras. Caso o risco seja superior a 40% para alguma doença, o aplicativo direciona automaticamente o usuário para a tela de rota até uma unidade de saúde. O usuário pode, ao final, salvar sua autoavaliação no banco de dados, caso deseje.

Figura 7 - Formulário epidemiológico

The figure displays two side-by-side screenshots of a mobile application's epidemiological form. Both screenshots show the top status bar with the time 19:46 and 19:47, signal strength, 4G connectivity, Wi-Fi, and battery levels (62%).

Left Screenshot (19:46): The form is titled 'Avaliações'. It has a tabbed interface with 'Dados' selected. Below the tabs, the 'Dados básicos' section is active, with the subtitle 'Esses campos ajudam a interpretar melhor os sintomas.' It contains the following fields:

- A text input field for 'Idade'.
- A segmented control for gender with options 'Feminino', 'Masculino', and 'Outro'.
- A date input field for 'Início dos sintomas (dd/mm/aaaa)'.
- A text input field for 'Temperatura medida (°C)'. Below it, a note reads: 'Se preencher ≥ 38,5°C, marcamos automaticamente "Febre alta".'

 At the bottom, there are three buttons: 'Próximo' (disabled), 'Voltar', and 'Próximo' (active).

Right Screenshot (19:47): The form is titled 'Avaliações'. It has a tabbed interface with 'Exposi...' selected. Below the tabs, the 'Exposição' section is active, with the subtitle 'Contexto de risco recente'. It contains the following fields:

- A segmented control for 'Contexto de risco recente' with options 'Sem deslocamento' and 'Viajou/visitou outros b...'. The 'Sem deslocamento' option is selected.
- A segmented control for 'Exposição a mosquitos no domicílio' with options 'Baixa', 'Média', and 'Alta'. The 'Média' option is selected.
- A text input field for 'Condições clínicas (opcional)'.

 At the bottom, there are three buttons: 'Próximo' (disabled), 'Voltar', and 'Próximo' (active).

At the very bottom of both screenshots is a common navigation bar with icons for 'Início', 'Mapa', 'Avaliações', 'Saúde', and 'Admin'.

Sintomas atuais
Selecione tudo que se aplica

<input checked="" type="checkbox"/> Febre alta ($\geq 38,5^{\circ}\text{C}$)	3	2	1
<input type="checkbox"/> Dor de cabeça	2	1	1
<input type="checkbox"/> Dor retro-orbital	2	1	1
<input type="checkbox"/> Dor articular (artralgia)	2	3	1
<input type="checkbox"/> Edema articular	1	3	1
<input type="checkbox"/> Exantema (manchas avermelhadas)	1	2	3
<input type="checkbox"/> Coceira	1	1	3
<input type="checkbox"/> Conjuntivite não purulenta	0	1	3
<input type="checkbox"/> Náuseas ou vômitos	2	2	0
<input type="checkbox"/> Mialgia (dor muscular)	2	2	1
<input type="checkbox"/> Fadiga	1	1	1

Resultado
Pontuação por arbovirose

Dengue: 10 / 17 (59%)

Chikungunya: 10 / 19 (53%)

Zika: 7 / 16 (44%)

Perfil mais compatível com: Dengue.

Este é um resultado estimado baseado em sintomas autorrelatados e não substitui a avaliação médica. Caso apresente sintomas graves, procure atendimento.

Salvar avaliação

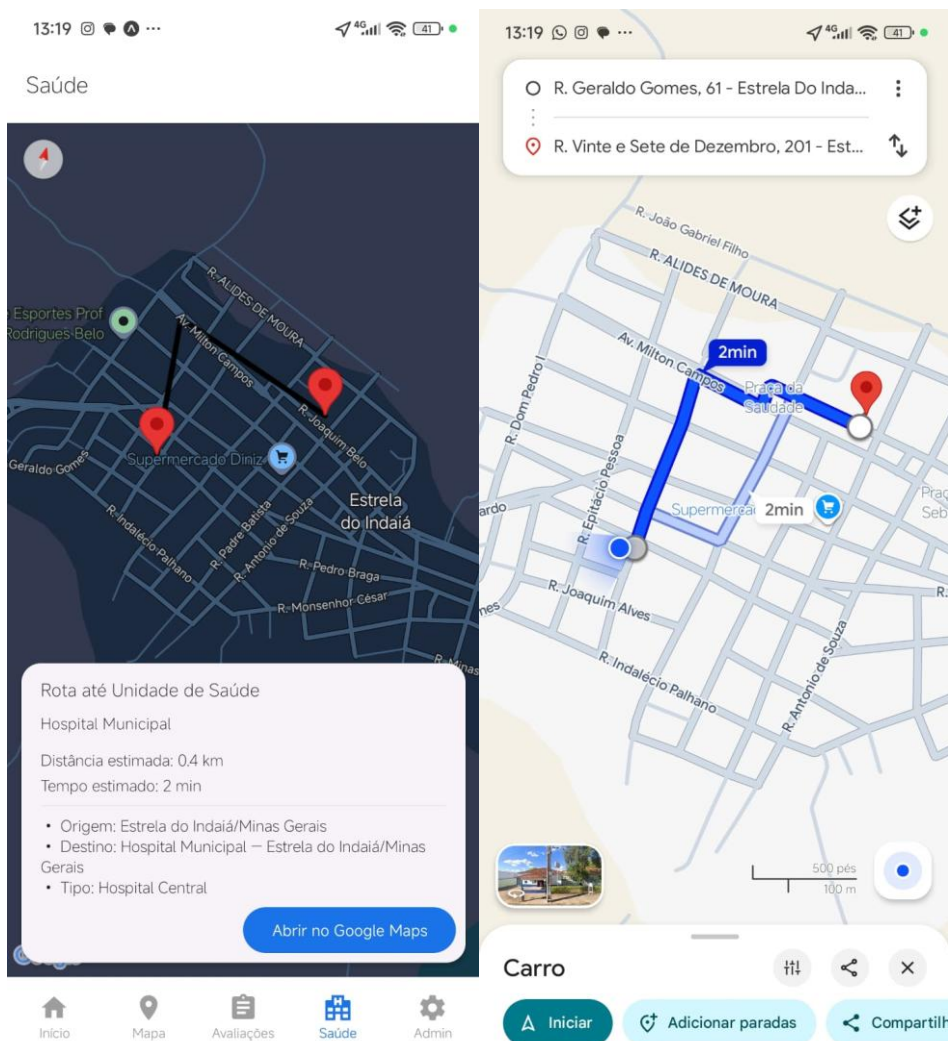
Nova avaliação

Fonte: Autora (2025).

Rota para Unidade de Saúde Mais Próxima

Quando o sistema indica risco elevado em uma autoavaliação ou quando o usuário solicita rotas a partir do modal de um foco, o aplicativo identifica qual unidade de saúde mais próxima está cadastrada para o município. A distância é calculada com base nas coordenadas da unidade e do usuário, selecionando sempre aquela com menor distância. Em alguns casos, se o usuário estiver fora da área do município, o aplicativo encaminha diretamente ao hospital central. A tela de rota exibe um mapa com uma linha representando o trajeto aproximado e fornece instruções textuais sobre distância e direção.

Figura 8 - Amostragem da rota



Fonte: Autora (2025).

Painel Administrativo e Área do Agente

Usuários com permissão de agente ou administrador têm acesso a uma aba exclusiva chamada "Administração". Dentro dela, encontram um painel com informações consolidadas sobre o município, como quantidade de focos abertos, avaliações recentes e status geral. Também podem acessar a lista de unidades de saúde cadastradas e registrar novas unidades por meio de um formulário que permite escolher diretamente o local no mapa. Na seção de *checkpoints*, o agente visualiza todos os focos do município, podendo filtrá-los entre abertos e resolvidos, além de editar e resolver pontos.

Figura 9 - Menu de navegação com a aba de administração

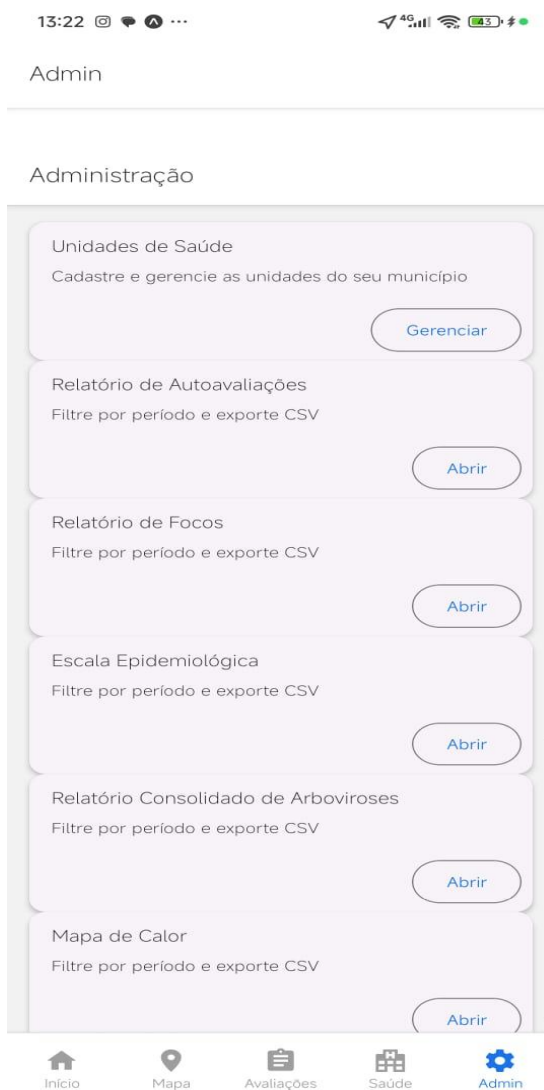


Fonte: Elaborada pelo autor, 2025. Fonte: Autora (2025).

Relatórios Epidemiológicos

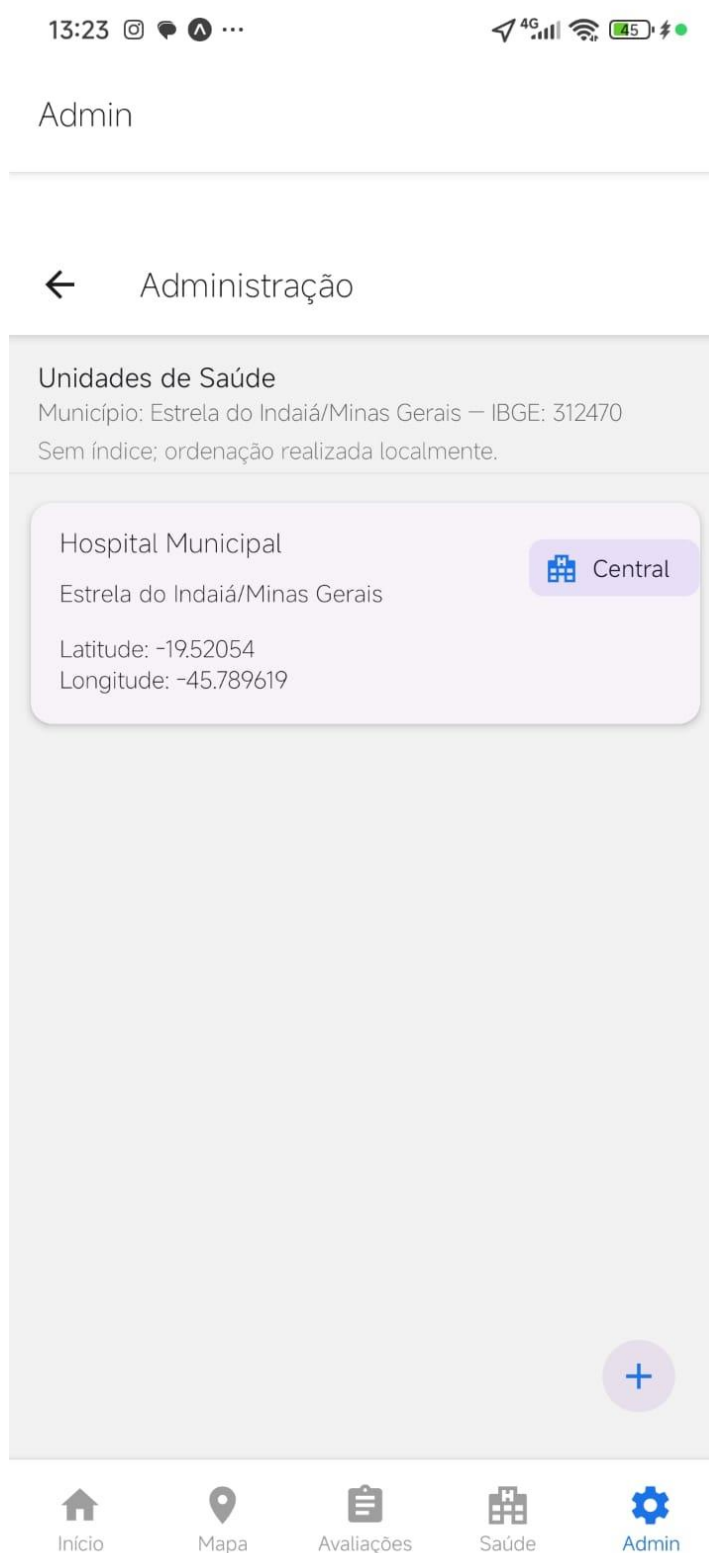
O aplicativo apresenta uma área específica para relatórios, dividida em duas abas principais, a saber: Tabelas e Gráficos. Na aba “Tabelas”, os dados epidemiológicos são organizados por ano, permitindo ao usuário selecionar o período desejado ou visualizar um conjunto completo com cálculos gerais, como médias, desvios padrão e limites de controle. Já a aba “Gráficos” apresenta visualizações consolidadas de cinco anos, com curvas representando os limites máximos e mínimos, médias gerais e o comportamento histórico dos casos. Além disso, existe uma aba adicional para visualização, em formato de mapa de calor simplificado, onde há círculos representando densidade epidemiológica que estão sobrepostos ao mapa do município.

Figura 10 - Aba de relatórios







Fonte: Autora (2025).

Figura 11 - Listagem unidade de saúde



Fonte: Autora (2025).

Figura 12 - Relatório de autoavaliações do município correspondente do agente

13:24    

Admin

← Administração

Relatório de Autoavaliações (Assessments)



Município: Estrela do Indaiá/Minas Gerais – IBGE: 312470



Início (dd/mm/aaaa) Fim (dd/mm/aaaa)


[Aplicar filtro](#) [Últimos 15 dias](#)


Sem índice composto; filtrando datas no cliente.


Resumo do período


 Total: 1  Média de idade: 22


 F: 0  M: 1

 Outro/Não informado: 0

 Provável Dengue: 1 (100%)

 Provável Chikungunya: 0 (0%)

 Provável Zika: 0 (0%)






 Indefinido: 0 (0%)

Detalhamento (tabela)

Data	IdadeSexo	Tem...	Prov...	D %	C %	Z %
07/1...	22M	37.5Den...		65%	53%	44%





Linhas por página 1-1 de 1

|< < > >|

 Início
 Mapa
 Avaliações
 Saúde
 Admin

Fonte: Autora (2025).

Figura 13 - Relatório de focos do município correspondente do agente

13:25    

Admin

← Administração

Relatório de Focos (Checkpoints)


Município: Estrela do Indaiá/Minas Gerais – IBGE: 312470


Início (dd/mm/aaaa) Fim (dd/mm/aaaa)

[Aplicar filtro](#) [Últimos 15 dias](#)









Sem índice composto; filtrando por data no cliente.

Resumo do período

 Total: 8  Abertos: 1






 Resolvidos: 7

Detalhamento (tabela)

Data	Endereço	Descrição	Situação
15/11/2025	...Rua Gerald...	Foco de d...	 Aberto
07/11/2025	...Rua Gerald...	–	 Resolvido
07/11/2025	...Rua Gerald...	–	 Resolvido
07/11/2025	...Rua Gerald...	–	 Resolvido
07/11/2025	...Rua Gerald...	–	 Resolvido
07/11/2025	...Rua Gerald...	–	 Resolvido
06/11/2025	...Rua Gerald...	–	 Resolvido
06/11/2025	...Rua Gerald...	–	 Resolvido

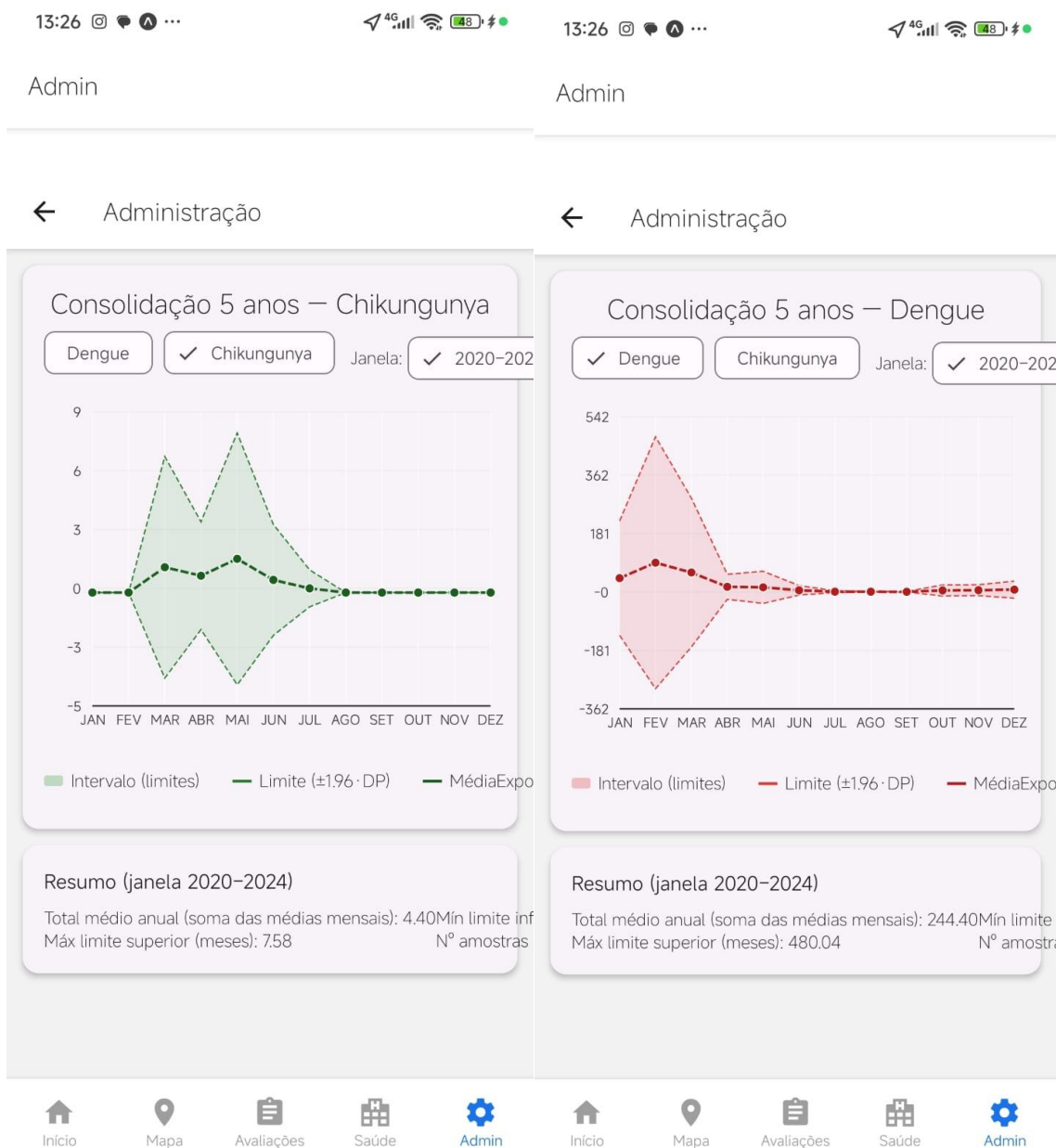
Linhas por página 1-8 de 8

|< < > >|

 Início
 Mapa
 Avaliações
 Saúde
 Admin

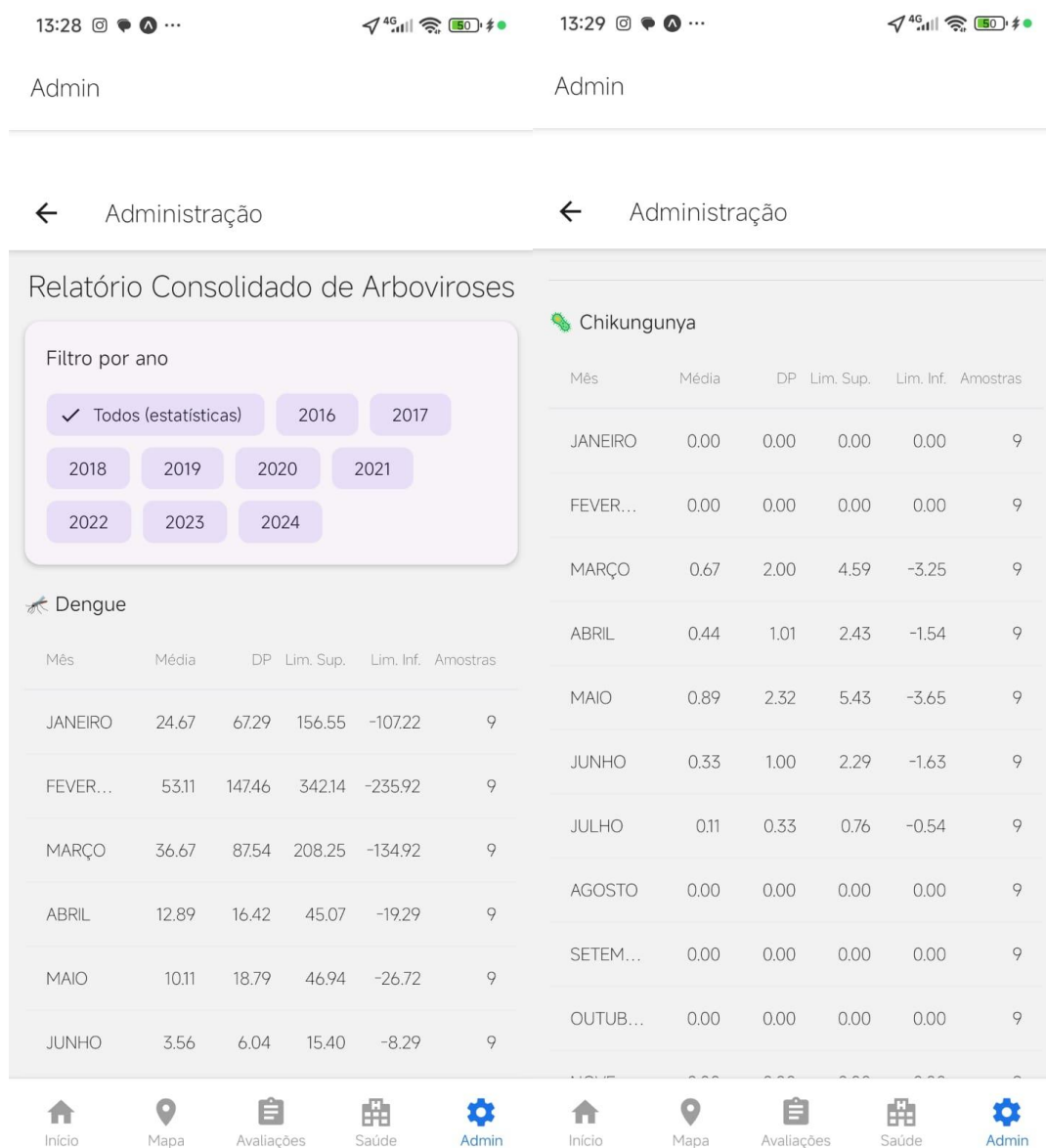
Fonte: Autora (2025).

Figura 14 - Escala Epidemiológica do município correspondente do agente (Dados correspondentes ao Município de Dores do Indaiá/MG)



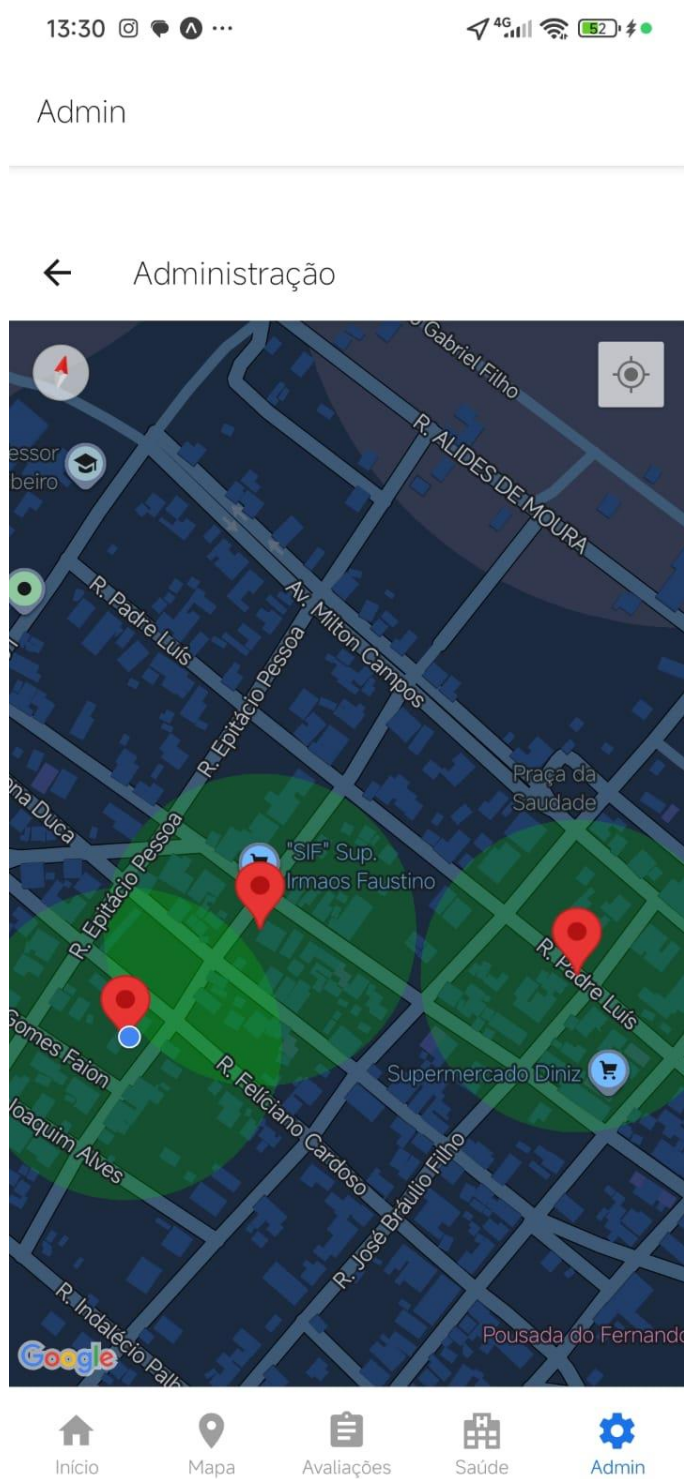
Fonte: Autora (2025).

Figura 15 - Relatório consolidado de arboviroses para escala epidemiológica (Dados correspondentes ao Município de Dores do Indaiá/MG)



Fonte: Autora (2025).

Figura 16 - Mapa de calor (referenciado pelo raio de 100m (cem metros) do foco) referente ao município do agente.



Fonte: Autora (2025).

Referências

BRASIL. Ministério da Saúde. **Ministério da Saúde divulga novos dados da Dengue e demais arboviroses**. Brasília: MS, 2024. Disponível em: <https://www.apm.org.br/ministerio-da-saude-divulga-novos-dados-da-dengue-e-demais-arboviroses/>. Acesso em: 17 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. **Portaria nº 171, de 11 de dezembro de 2018**. Dispõe sobre o regulamento do Programa de Demanda Social. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 12 dez. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde** – volume único. 4. ed. Brasília: MS, 2022.

SES-MG. **Protocolo de manejo clínico das arboviroses em Minas Gerais**. Belo Horizonte: 2023