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

MAYRA THAIS MENEZES

ESCORPIONISMO E EQUIDADE TERRITORIAL EM MINAS GERAIS E BAMBUÍ: BASES PARA VIGILÂNCIA AMBIENTAL

Bambuí – MG
2026

MAYRA THAIS MENEZES

ESCORPIONISMO E EQUIDADE TERRITORIAL EM MINAS GERAIS E BAMBUÍ: BASES PARA VIGILÂNCIA AMBIENTAL

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

Linha de Pesquisa: Planejamento e Gestão Ambiental

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

Orientadora: Profª. Drª. Simone Magela Moreira

Bambuí – MG

2026

FICHA CATALOGRAFICA

Catalogação na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

M543e Menezes, Mayra Thais.
Escorpionismo e equidade territorial em Minas Gerais e Bambuí: bases para vigilância ambiental. / Mayra Thais Menezes. – Bambuí, 2026.
80 f.: il.; color.

Orientadora: 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, 2026.

1. Escorpionismo. 2. Análise espacial. 3. Determinantes sociais. I. Moreira, Simone Magela. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

DD 591.69

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

FOLHA DE APROVAÇÃO

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Bambuí
Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação
Seção de Pós-Graduação
Av. Professor Mário Werneck, 2590 - Bairro Buritis - CEP 30575-180 - Belo Horizonte - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

PARECER Nº 5

FICHA DE APROVAÇÃO

Dissertação intitulada de **"Escorpionismo e equidade territorial em Minas Gerais e Bambuí: Bases para Vigilância Ambiental"**, de autoria da mestranda em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental**, Mayra Thaís Menezes,** sob a orientação da prof. **Dra. Simone Magela Moreira**, aprovada pela Banca Examinadora de Defesa, em 24/04/2026, com a média de 95,3 pontos.

Bambuí (MG), 24 de abril de 2026.

Documento assinado eletronicamente por **Flavia de Faria Siqueira**, **Professora**, em 27/04/2026, às 12:19, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **GILCINEA DE CASSIA SANTANA**, **Usuário Externo**, em 29/04/2026, às 15:59, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Mayra Thais Menezes**, **Usuário Externo**, em 06/05/2026, às 21:26, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Gabriel de Castro Jacques**, **Professor**, em 08/05/2026, às 08:48, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Simone Magela Moreira**, **Professora**, em 13/05/2026, às 08:21, 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 **2700378** e o código CRC **564E888D**.

AGRADECIMENTOS

À Professora Dra. Simone, minha orientadora, registro meu agradecimento pela orientação competente, pelo rigor científico e pela condução responsável ao longo de todo o desenvolvimento desta pesquisa. Suas contribuições técnicas, observações críticas e acompanhamento sistemático foram fundamentais para a qualidade e consolidação deste trabalho.

À minha pessoa no mundo, Ana Pfister, expresso minha gratidão pelo apoio constante e pela presença firme durante esta trajetória acadêmica. A compreensão, o incentivo e a confiança demonstrados ao longo desse período foram essenciais para que este percurso fosse conduzido com equilíbrio e determinação.

Aos meus pais, agradeço pelo suporte permanente e pela formação pautada em valores como responsabilidade, ética e perseverança. O incentivo ao estudo e o apoio oferecido ao longo de minha trajetória foram determinantes para a realização deste objetivo.

Aos amigos, manifesto meu reconhecimento pela compreensão nas ausências e pelo apoio durante as etapas mais exigentes deste processo.

Este trabalho é resultado de um esforço que, embora individual na execução, foi sustentado pelo apoio e pela colaboração de pessoas fundamentais ao longo dessa caminhada. A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a sua realização, deixo meu sincero agradecimento.

RESUMO

O escorpionismo configura-se como agravo emergente e territorializado, associado a condições socioambientais que favorecem sua manutenção em áreas urbanas, com impacto crescente sobre os serviços de saúde. Esta dissertação analisou, de forma integrada, a distribuição temporal e espacial dos acidentes escorpiônicos e sua relação com determinantes territoriais, articulando dados de notificações e evidência entomológica primária. Em escala estadual (Minas Gerais, 2019–2023), foram estimadas taxas de incidência com suavização bayesiana e aplicada análise de autocorrelação espacial bivariada, identificando padrão heterogêneo com concentração de maiores taxas no norte e nordeste do estado; no período, registraram-se 182.318 notificações e 201 óbitos atribuídos ao agravo, com correlação espacial direta entre incidência e indicadores de vulnerabilidade (proporção de pobres, analfabetismo e desigualdade de renda) e correlação inversa com indicadores de infraestrutura/urbanização (rede de esgoto, coleta de lixo, desenvolvimento humano, densidade demográfica e urbanização). Em escala municipal (Bambuí, 2013–2023), foram examinadas tendências temporais e padrões intraurbanos, evidenciando 423 acidentes e tendência crescente significativa, com maior concentração em bairros específicos; adicionalmente, a coleta ativa de escorpiões realizada no território urbano (2025), com georreferenciamento e análise de densidade, permitiu qualificar a correspondência entre áreas de maior ocorrência de acidentes e presença do vetor. Os achados reforçam o escorpionismo como agravo socialmente determinado e operacionalmente sensível à vigilância territorial, subsidiando ações focalizadas de prevenção e controle no SUS e o desenvolvimento do EscorpMap® para monitoramento georreferenciado e participativo.

Palavras-chave: escorpionismo; análise espacial; determinantes sociais; vigilância territorial; saúde pública.

ABSTRACT

Scorpion envenomation has emerged as a territorialized public health problem, closely linked to socioenvironmental conditions that sustain its persistence in urban settings and increasingly burden health services. This dissertation analyzed, in an integrated manner, the temporal and spatial distribution of scorpion sting accidents and their relationship with territorial determinants by combining notification data with primary entomological evidence. At the state level (Minas Gerais, 2019–2023), incidence rates were estimated using Bayesian smoothing and bivariate spatial autocorrelation analysis, revealing a heterogeneous pattern with higher rates concentrated in the northern and northeastern regions; during the period, 182,318 notifications and 201 deaths attributed to the event were recorded, with positive spatial correlation between incidence and vulnerability indicators (poverty proportion, illiteracy, and income inequality) and negative spatial correlation with infrastructure/urbanization indicators (sewerage coverage, solid waste collection, human development, population density, and urbanization). At the municipal level (Bambuí, 2013–2023), temporal trends and intra-urban patterns were examined, showing 423 accidents and a significant increasing trend, with higher concentration in specific neighborhoods; additionally, active scorpion sampling conducted in the urban territory (2025), with georeferencing and kernel density analysis, helped qualify the correspondence between areas with higher accident occurrence and vector presence. Overall, the findings reinforce scorpionism as a socially determined condition and highlight the operational value of territorial surveillance to support targeted prevention and control actions within the Brazilian Unified Health System (SUS), as well as the development of EscorpMap® for georeferenced and participatory monitoring.

Keywords: scorpionism; spatial analysis; social determinants; territorial surveillance; public health.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO 1

Quadro 1- Indicadores utilizados para correlação entre incidência de acidentes escorpiônicos 19
Tabela 1 - Índices Globais de Moran bivariados da correlação entre incidência de acidentes escorpiônicos com os determinantes sociais em Minas Gerais, 2019-2023....22
Tabela 2 - Distribuição dos desfechos dos acidentes escorpiônicos segundo faixa etária em Minas Gerais, 2019–2023 25
Figura 1 - Distribuição espacial das taxas bayesianas de incidência de acidentes escorpiônicos no estado de Minas Gerais, 2019-2023.....21
Figura 2 - Correlação espacial das taxas bayesianas incidência de acidentes escorpiônicos com coleta de lixo, densidade demográfica, rede de esgoto e índice de Gini no estado de Minas Gerais, 2019-2023 22
Figura 3 - Correlação espacial das taxas bayesianas incidência de acidentes escorpiônicos com desenvolvimento humano, proporção de pobres, taxa de analfabetismo e urbanização no estado de Minas Gerais, 2019-2023. 24

ARTIGO 2

Tabela 1 – Tendência temporal do número de acidentes escorpiônicos no município de Bambuí e seus bairros.....42
Tabela 2– Correlação de Pearson dos indicadores com o número de escorpiões e número de acidentes escorpiônicos, segundo bairro de Bambuí, Minas Gerais.....45
Tabela 3 – Número de casos e taxa de incidência por 10 mil habitantes de acidentes escorpiônicos segundo sexo em Bambuí-MG, 2013-2023.....47
Figura 1 – Série temporal dos números de casos de acidentes escorpiônicos e o limiar epidêmico ao longo de 2013 – 2023 no Município de Bambuí/MG.....42
Figura 2 – Distribuição espacial do número de escorpiões (2025) e acidentes escorpiônicos (2013-2023) nos bairros de Bambuí, Minas Gerais.....50
Figura 3 – Mapa de calor da concentração de escorpiões encontrados nos bairros de Bambuí, Minas Gerais, 2025.....51

PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO (PTT)

Tela 1 - *Login*: informe E-mail e Senha e toque em ENTRAR. Você pode criar uma nova conta ou continuar com a conta da Google. Para recuperar acesso, use 'Esqueceu a senha?'.....64
Tela 2 - *Home*: escolha um card - Emergência! Registro de avistamento, Mapa de casos ou Como me proteger?.....65

Tela 3 - Emergência (1/3): escolha a parte do corpo picada, informe se procurou assistência médica e selecione um ponto de referência. Toque em 'Registrar Emergência'.....66
Tela 4 - Emergência (2/3): lista da parte do corpo (ex.: Mão, Braço, Perna, Pé, Cabeça, etc) 67
Tela 5 - Emergência (3/3): pontos de referência (Lote Vago, Cemitério, Depósito de Entulho, Linha de Trem, Ferro Velho, Área de Mata, Rio, etc.). Atalhos: 'Ligar para Emergência' e 'Mostrar UBS mais próximas'.....68
Tela 6 - Avistamento (1/*2*): anexe a Foto do local e selecione a imagem que se assemelha ao escorpião observado.....69
Tela 7 - Avistamento (2/2): escolha o ponto de referência (Lote Vago, Cemitério, Depósito de Entulho, Linha de Trem, etc.) em seguida selecione qual escorpião mais parece com o visualizado e envie.....70
Tela 8 - Avistamentos, acidentes e UBS em tempo real no mapa.....71
Tela 9: Demonstração de teste de avistamento realizado no aplicativo e sua visualização no mapa. 72
Tabela 1 - Funcionalidades, módulos e públicos-alvo do aplicativo EscorpMap®.....74
Tabela 2 - Principais fontes de dados do aplicativo EscorpMap®.....75

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CNS – Conselho Nacional de Saúde

DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

D-W – Estatística de Durbin-Watson

GeoDa – Software para Análise Espacial

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC95% – Intervalo de Confiança de 95%

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

IGM – Índice Global de Moran

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IPEADATA – Base de Dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

LISA – Local Indicators of Spatial Association

MG – Minas Gerais

QGIS – Quantum Geographic Information System

RECORD – Reporting of Studies Conducted Using Observational Routinely Collected Health Data

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática

SINAN – Sistema de Informação de Agravos de Notificação

SIRGAS 2000 – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SISBIO – Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade

Stata – Software Estatístico Stata

SUS – Sistema Único de Saúde

TABNET – Sistema de Tabulação de Dados do DATASUS

UTM – Universal Transversa de Mercator

VPA – Variação Percentual Anual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL 13

2 ARTIGO 1 15

PANORAMA DO ESCORPIONISMO EM MINAS GERAIS (2019–2023): TENDÊNCIA TEMPORAL E CARACTERIZAÇÃO DOS ÓBITOS NOTIFICADOS NO ESTADO 15

3 INTRODUÇÃO 16

4 MATERIAL E MÉTODOS 17

4.1 Delineamento 17

4.2 Fonte e obtenção dos dados 18

4.4 Variáveis 18

4.5 Cálculo das taxas e suavização bayesiana 19

4.6 Análise dos dados 19

4.7 Considerações éticas 20

5 RESULTADOS 20

6 DISCUSSÃO 25

7 CONCLUSÃO 28

3 ARTIGO 2 33

ESCORPIONISMO EM CONTEXTO URBANO: ANÁLISE TEMPORAL, ESPACIAL E AMBIENTAL DOS ACIDENTES EM BAMBUÍ, MG (2013–2023) E PRESENÇA ATUAL DO VETOR (2025) 33

4 INTRODUÇÃO 34

5 MATERIAL E MÉTODOS 35

5.1 Tipo de estudo e contexto 35

5.2 Fonte de dados e critérios de inclusão 36

5.3 Coleta ativa de escorpiões 36

5.4 Variáveis investigadas 37

5.5 Limitações 37

5.6 Procedimentos analíticos 38

5.7 Ferramentas estatísticas 39

5.8 Aspectos éticos 39

6 RESULTADOS 39

6.1 Caracterização geral dos acidentes escorpiônicos 39
6.2 Taxas de incidência e tendência temporal 40
6.3 Associação entre acidentes escorpiônicos e variáveis ambientais 42
6.4 Distribuição por sexo e faixa etária 44
6.5 Escolaridade dos indivíduos acidentados 45
6.6 Características do acidente 46
6.7 Distribuição espacial dos acidentes escorpiônicos 47
6.8 Relação entre a presença de escorpiões e a ocorrência de acidentes escorpiônicos 48
7 DISCUSSÃO 50
8 CONCLUSÃO 53
FORMULÁRIO DE DESCRIÇÃO DO(S) PRODUTO(S) TÉCNICO(S)/TECNOLÓGICO(S) 56
1.3 Funcionalidades do aplicativo 68
1.**4 Descrição dos dados que alimentam o aplicativo** 69
ANEXO 1: CERTIFICADO DE REGISTRO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR 78
ANEXO 2: TERMO DE PARCERIA DA PESQUISA COM A PREFEITURA DE BAMBUÍ/MG. 79

1 INTRODUÇÃO GERAL

O escorpionismo é reconhecido como um agravo de crescente relevância para a saúde pública, especialmente em países tropicais e subtropicais. Sua expansão tem sido associada a transformações ambientais e sociais decorrentes da urbanização acelerada, da deficiência nos serviços de saneamento básico, do acúmulo inadequado de resíduos sólidos e das desigualdades socioeconômicas, fatores que favorecem a adaptação e proliferação de escorpiões em ambientes urbanos densamente ocupados (SILVA et al 2021; PUCCA et al., 2025; VASCONEZ-GONZALEZ et al., 2025).

No Brasil, o escorpionismo apresenta tendência crescente nas últimas décadas, consolidando-se como um importante problema de saúde pública. Entre os estados brasileiros, Minas Gerais destaca-se por registrar elevados números absolutos de acidentes e por apresentar crescimento contínuo das notificações, cenário que reflete a interação entre vulnerabilidades estruturais, expansão urbana desordenada e condições ambientais favoráveis à manutenção do vetor (BARBOSA et al 2011; OLIVEIRA et al., 2022; SANTOS et al 2023).

Nesse contexto, os acidentes escorpiônicos têm sido considerados importantes indicadores indiretos das desigualdades sociais e territoriais, uma vez que sua ocorrência está frequentemente associada a áreas caracterizadas por infraestrutura urbana insuficiente, baixa escolaridade, limitações de acesso a serviços públicos e condições ambientais propícias à presença do vetor. Dessa forma, a distribuição do agravo ultrapassa a dimensão biológica e passa a refletir aspectos sociais, econômicos e territoriais que influenciam diretamente a exposição e a vulnerabilidade das populações (ALMEIDA et al, 2020; HARA et al., 2025).

Apesar dos avanços metodológicos observados nas análises espaciais aplicadas à epidemiologia, ainda persistem lacunas relacionadas à compreensão integrada dos determinantes territoriais do escorpionismo, especialmente em municípios de pequeno e médio porte, nos quais as ações de vigilância e controle são implementadas diretamente no território. Além disso, são limitados os estudos que associam simultaneamente informações epidemiológicas, indicadores socioeconômicos e evidências entomológicas primárias, permitindo compreender a dinâmica espacial entre a ocorrência dos acidentes e a presença do vetor em ambientes urbanos (GARDIM et al., 2023).

Diante desse cenário, a presente dissertação teve como objetivo analisar a distribuição espacial dos acidentes escorpiônicos e sua relação com determinantes socioambientais em diferentes escalas territoriais no estado de Minas Gerais, com ênfase no município de Bambuí, buscando identificar áreas de maior vulnerabilidade, compreender fatores associados à

ocorrência dos acidentes e fornecer subsídios técnico-científicos para estratégias de vigilância, prevenção e controle do escorpionismo.

Para alcançar esse propósito, a pesquisa integrou análises em escala estadual e municipal, permitindo compreender tanto os padrões macrorregionais quanto a dinâmica intraurbana do agravo. Foram utilizadas séries históricas de notificações de acidentes escorpiônicos em Minas Gerais (2019–2023) e no município de Bambuí (2013–2023), associadas à análise de indicadores socioeconômicos, ambientais e estruturais. Adicionalmente, incorporou-se evidência entomológica contemporânea obtida por meio da coleta ativa e georreferenciada de escorpiões em áreas urbanas de Bambuí, possibilitando uma abordagem integrada entre a ocorrência dos acidentes, a presença do vetor e as condições socioambientais do território.

A relevância desta pesquisa também se expressa por sua contribuição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas. O estudo relaciona-se diretamente à ODS 3: Saúde e Bem-Estar, ao produzir evidências voltadas para a prevenção de agravos e fortalecimento das ações de vigilância em saúde; à ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura, por incorporar ferramentas de geoprocessamento, análise espacial e desenvolvimento tecnológico aplicados à gestão em saúde pública; e à ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis, ao investigar como características da organização urbana e das vulnerabilidades territoriais influenciam a distribuição do escorpionismo e o risco de exposição da população.

Por fim, a abordagem adotada busca gerar subsídios operacionais para o planejamento de ações de vigilância ambiental e epidemiológica, contribuindo para a formulação de políticas públicas mais eficientes e territorialmente orientadas. Os resultados obtidos também fornecem suporte ao desenvolvimento do aplicativo EscorpMap®, ferramenta destinada ao monitoramento participativo, georreferenciado e preventivo do escorpionismo, alinhada às diretrizes da Política Nacional de Vigilância em Saúde e às demandas do Sistema Único de Saúde em contextos municipais.

2 ARTIGO 1

PANORAMA DO ESCORPIONISMO EM MINAS GERAIS (2019–2023): TENDÊNCIA TEMPORAL E CARACTERIZAÇÃO DOS ÓBITOS NOTIFICADOS NO ESTADO

RESUMO

O escorpionismo constitui um importante problema de saúde pública no Brasil, com destaque para o estado de Minas Gerais, que apresenta elevada incidência e ampla distribuição territorial dos acidentes. Este estudo teve como objetivo analisar a distribuição espacial dos acidentes escorpiônicos em Minas Gerais entre 2019 e 2023 e verificar sua correlação com determinantes sociais e estruturais. Trata-se de um estudo ecológico, utilizando dados secundários do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e indicadores socioeconômicos obtidos de bases oficiais. Foram calculadas taxas de incidência municipais, aplicadas técnicas de suavização bayesiana e realizadas análises de autocorrelação espacial global e local por meio dos Índices de Moran Global e Local (LISA). No período analisado, foram registrados 182.318 acidentes escorpiônicos e 201 óbitos no estado. Observou-se correlação espacial positiva entre a incidência do agravo e indicadores de pobreza, analfabetismo e desigualdade de renda, bem como correlação negativa com coleta de resíduos sólidos, cobertura de rede de esgoto e urbanização. Os aglomerados espaciais de maior risco concentraram-se principalmente nas regiões norte e nordeste do estado. Embora os maiores números absolutos de óbitos tenham ocorrido entre adultos de 20 a 59 anos, as maiores letalidades foram observadas em crianças de 1 a 4 anos (0,44%) e de 5 a 9 anos (0,30%). Os resultados demonstram que o escorpionismo apresenta distribuição territorial associada a vulnerabilidades socioeconômicas e deficiências estruturais, evidenciando a importância da análise espacial para subsidiar ações de vigilância, prevenção e controle direcionadas às áreas prioritárias.

Palavras-chave: escorpionismo; análise espacial; determinantes sociais da saúde; vigilância epidemiológica; saúde pública.

ABSTRACT

Scorpionism represents an important public health problem in Brazil, particularly in the state of Minas Gerais, which presents high incidence rates and a wide territorial distribution of cases. This study aimed to analyze the spatial distribution of scorpion stings in Minas Gerais, Brazil, from 2019 to 2023 and to investigate their correlation with social and structural determinants. An ecological study was conducted using secondary data from the Notifiable Diseases Information System (SINAN) and socioeconomic indicators obtained from official databases. Municipal incidence rates were calculated, Bayesian smoothing techniques were applied, and global and local spatial autocorrelation analyses were performed using the Global and Local

Moran's Index (LISA). During the study period, 182,318 scorpion sting cases and 201 deaths were reported in the state. Positive spatial correlations were observed between incidence rates and indicators of poverty, illiteracy, and income inequality, whereas negative correlations were found with solid waste collection, sewage network coverage, and urbanization. High-risk spatial clusters were mainly concentrated in the northern and northeastern regions of the state. Although the highest absolute numbers of deaths occurred among adults aged 20–59 years, the highest case-fatality rates were observed among children aged 1–4 years (0.44%) and 5–9 years (0.30%). These findings demonstrate that scorpionism is strongly associated with socioeconomic vulnerability and structural deficiencies, highlighting the relevance of spatial analysis as a tool to support surveillance, prevention, and control strategies in priority areas.

Keywords: scorpionism; spatial analysis; social determinants of health; epidemiological surveillance; public health.

3 INTRODUÇÃO

Minas Gerais destaca-se entre os estados brasileiros com maior número de notificações de acidentes escorpiônicos, apresentando ocorrência persistente e ampla distribuição territorial do agravo. A diversidade socioeconômica, ambiental e demográfica existente entre seus municípios favorece a formação de diferentes cenários epidemiológicos, tornando o estado um importante território para investigação dos fatores associados à ocorrência do escorpionismo (BARBOSA; CAMPOLINA; FRANÇA, 2011; OLIVEIRA et al., 2024). Além disso, estudo recente conduzido em Minas Gerais evidenciou a relevância epidemiológica do agravo no estado, destacando a necessidade de monitoramento contínuo e de estratégias direcionadas para populações e territórios mais vulneráveis (ORNELAS et al., 2023).

Embora o aumento das notificações de acidentes por escorpiões seja observado em diferentes regiões do país, sua distribuição não ocorre de forma homogênea. Estudos têm demonstrado que a ocorrência do agravo está relacionada a condições socioeconômicas e estruturais específicas, incluindo desigualdade de renda, pobreza, baixa escolaridade e limitações de infraestrutura urbana e sanitária. Tais fatores influenciam a organização do espaço urbano e podem favorecer a manutenção de ambientes propícios à presença de escorpiões e à exposição humana ao risco de acidentes (ALMEIDA et al., 2021; HARA et al., 2025; PUCCA et al., 2025). Adicionalmente, investigações recentes têm demonstrado que áreas caracterizadas por maior vulnerabilidade social tendem a apresentar maior persistência do escorpionismo e

maior dificuldade na implementação de medidas efetivas de controle ambiental e vigilância em saúde (VASCONEZ-GONZALEZ et al., 2025).

Nesse contexto, a análise espacial constitui uma importante ferramenta para compreensão da dinâmica territorial do escorpionismo, permitindo identificar padrões de distribuição geográfica, aglomerados de risco e áreas prioritárias para intervenção. Técnicas de autocorrelação espacial, como os Índices Global e Local de Moran, têm sido amplamente utilizadas na epidemiologia para investigar a dependência espacial entre agravos à saúde e determinantes territoriais, contribuindo para o planejamento de ações mais direcionadas de vigilância e controle (CÂMARA et al., 2004; LUZARDO; FILHO; RUBIM, 2017; LACERDA et al., 2022).

Em estudo recente de abrangência nacional, Lacerda et al. (2025) identificaram a persistência de áreas de alto risco para escorpionismo em diferentes regiões brasileiras por meio de análises espaço-temporais, reforçando a importância da incorporação de ferramentas geoespaciais para subsidiar políticas públicas e ações territorializadas de prevenção e controle.

Apesar dos avanços observados na literatura, ainda são limitadas as investigações que avaliam, em escala estadual, a correlação espacial entre a incidência de acidentes escorpiônicos e indicadores socioeconômicos e estruturais em Minas Gerais. Embora estudos recentes tenham contribuído para a compreensão do perfil epidemiológico do escorpionismo no estado permanecem escassas as abordagens que integrem análises espaciais e determinantes sociais em todos os municípios mineiros (ORNELAS et al., 2023). A identificação desses padrões pode contribuir para o reconhecimento de áreas prioritárias e para o fortalecimento de estratégias intersetoriais voltadas à redução das desigualdades territoriais relacionadas ao agravo.

Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo analisar a distribuição espacial dos acidentes escorpiônicos no estado de Minas Gerais entre 2019 e 2023 e verificar sua correlação com determinantes sociais e estruturais, buscando identificar áreas prioritárias para vigilância e subsidiar políticas públicas voltadas à prevenção, ao controle do escorpionismo e à redução das desigualdades socioeconômicas associadas ao agravo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento

Trata-se de um estudo ecológico, exploratório e analítico, de abordagem quantitativa, conduzido em conformidade com as diretrizes do *Reporting of Studies Conducted Using Observational Routinely Collected Health Data* (RECORD) (BENCHIMOL et al., 2015).

4.2 Fonte e obtenção dos dados

Foram utilizados dados públicos do estado de Minas Gerais, no período de janeiro de 2019 a dezembro de 2023. Foram incluídas todas as notificações de acidentes por animais peçonhentos registradas no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e classificadas como "tipo de picada: escorpião", no período de 2019 a 2023. Já os registros com informações classificadas como "ignoradas" ou não preenchidas em campos essenciais para a análise, especialmente aqueles referentes ao município de ocorrência e à classificação do tipo de picada, foram excluídos, por comprometerem a acurácia das estimativas e a interpretação dos resultados.

Minas Gerais situa-se na região Sudeste do Brasil, possui área territorial de 586.513,984 km², é composto por 853 municípios e apresentou densidade demográfica de 35,02 habitantes/km² em 2022. O estado é organizado em regiões de saúde para fins de gestão no SUS; entretanto, a unidade de análise adotada foi o município, por ser a unidade territorial de registro e consolidação das notificações e dos indicadores socioeconômicos empregados, possibilitando estimativas comparáveis e a avaliação de autocorrelação espacial.

4.4 Variáveis

As variáveis provenientes do SINAN utilizadas para a análise foram: Ano de notificação (2019–2023); Município de ocorrência e Tipo de picada (escorpião).

Como variáveis explicativas (determinantes sociais e estruturais), foram utilizados os indicadores obtidos no repositório/portal de séries e indicadores socioeconômicos disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA) e na plataforma para consulta/extração de tabelas e indicadores do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE/SIDRA), considerando-se fonte e ano de referência informados: Rede de esgoto, Indice de Gini, IDHM, Proporção de pobres, Taxa de analfabetismo, Coleta de lixo, Densidade demográfica e Urbanização (Quadro 1).

Quadro 1- Indicadores utilizados para correlação entre incidência de acidentes escorpiônicos

Indicador	Título resumido	Fonte/ano
População que vive em domicílios com instalações sanitárias não compartilhadas com outro domicílio e com escoamento de rede geral de esgoto	Rede de esgoto	IPEADATA (2022)
Índice de Gini	Índice de Gini	IPEADATA (2010)
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)	Desenvolvimento humano	IPEADATA (2010)
Proporção dos indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R$ 140,00 mensais	Proporção de pobres	IPEADATA (2010)
Razão entre a população de 15 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever um bilhete simples	Taxa de analfabetismo	IBGE (2022)
Domicílios particulares permanentes ocupados, por destino do lixo coletado	Coleta de lixo	IBGE (2022)
Densidade demográfica (Habitante por quilômetro quadrado)	Densidade demográfica	IBGE (2022)
Total de áreas urbanizadas (Quilômetros quadrados)	Urbanização	IBGE (2022)

Nota: *SIDRA: Sistema de Recuperação Automática do IBGE.*

4.5 Cálculo das taxas e suavização bayesiana

As taxas de incidência dos acidentes foram calculadas por município por 100.000 habitantes, utilizando-se como população de referência, as estimativas municipais do IBGE para o período de 2019 a 2023.

Considerando-se a distribuição desigual de casos entre os municípios, a possível ausência de ocorrências em parte do território e a instabilidade associada a pequenos números, os dados foram agregados no quinquênio de 2019 a 2023, a fim de minimizar flutuações aleatórias nas estimativas, especialmente em municípios com pequena população.

E, para reduzir a variabilidade aleatória das taxas brutas e obter estimativas mais estáveis para a análise espacial, foi aplicado o estimador bayesiano empírico local.

4.6 Análise dos dados

A distribuição espacial das taxas bayesianas de incidência foi representada por mapas coropléticos, utilizando classificação por Quebras Naturais (Jenks). Na análise inferencial, empregou-se o Índice de Moran bivariado para identificar a correlação espacial entre as taxas bayesianas de incidência e os determinantes sociais/estruturais (LUZARDO et al, 2017). A autocorrelação espacial foi estimada a partir de uma matriz de pesos espaciais por contiguidade

entre municípios (queen de 1ª ordem), com padronização por linha (row-standardization), conforme implementado no GeoDa.

Os municípios que não apresentaram ocorrências no período analisado foram removidos da análise, por não contribuírem para a variabilidade das taxas no recorte considerado, reconhecendo-se que essa decisão pode restringir a interpretação aos municípios com registro de casos.

O Índice Global de Moran (IGM) foi utilizado para verificar a dependência espacial no estado, enquanto o Índice Local avaliou a dependência em cada município. Os aglomerados foram classificados em autocorrelação direta (alto-alto e baixo-baixo) e correlação inversa (alto-baixo e baixo-alto), sendo a demonstração cartográfica realizada por meio do Local Indicators of Spatial Association (LISA).

O teste de pseudo-significância com 99.999 permutações e nível de significância de 1% foi adotado como critério mais conservador para inferência espacial (CÂMARA et al., 2004). As análises foram realizadas no software GeoDa versão 1.20.

A base cartográfica foi obtida no IBGE, versão 2021 (IBGE, 2022). Utilizou-se o sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), por meio do Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000). Todos os mapas foram diagramados no QGIS versão 3.40 (QGIS, 2022).

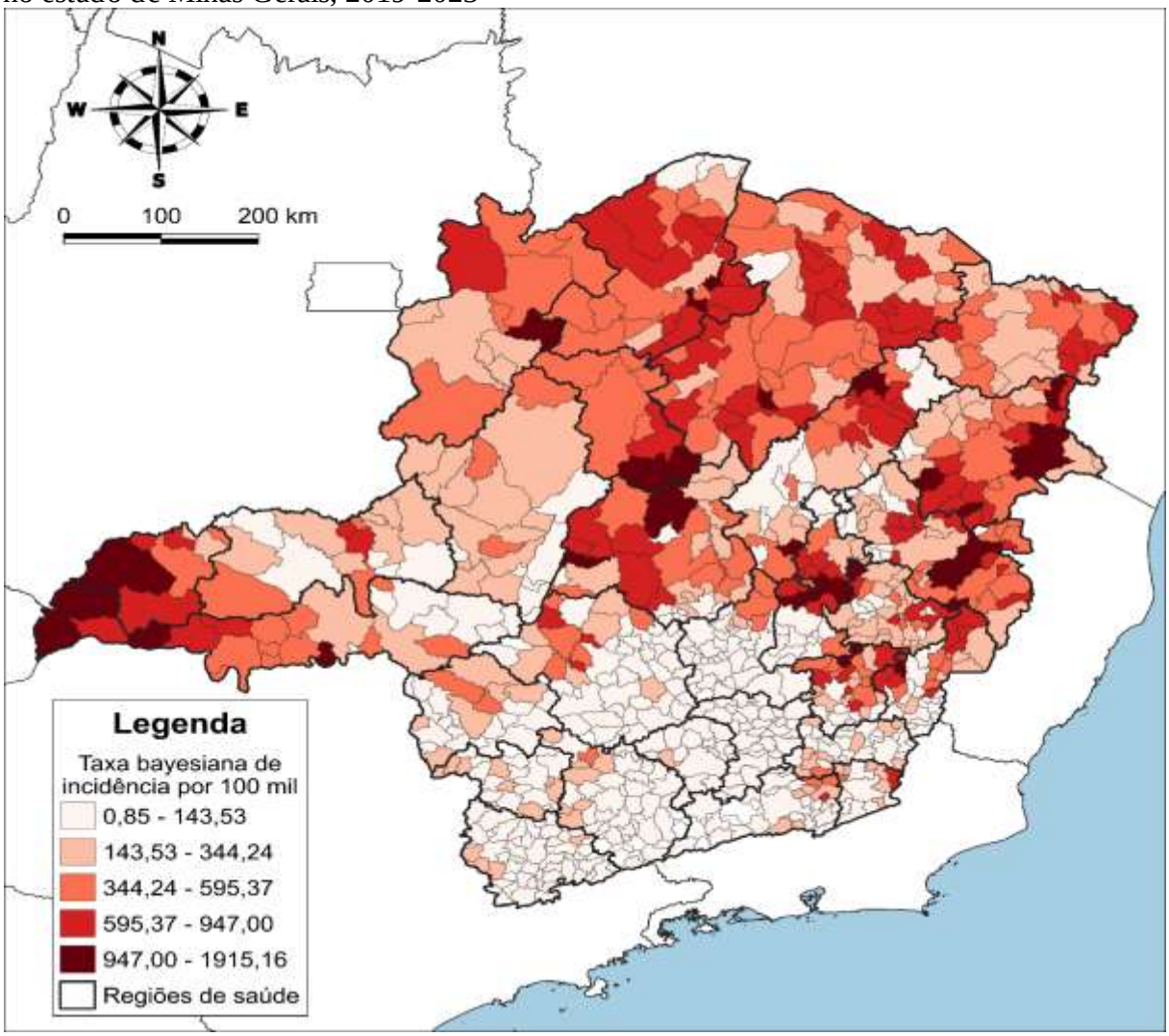
4.7 Considerações éticas

Os dados utilizados neste estudo são de acesso público, livres e não permitem a identificação pessoal dos indivíduos, dispensando a necessidade de apreciação por Comitê de Ética em Pesquisa, conforme previsto na Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) nº 510/2016, que regulamenta pesquisas com dados secundários no Brasil.

5 RESULTADOS

Na análise da distribuição espacial dos acidentes entre 2019 e 2023 (Figura 1), observam-se maiores taxas de incidência nos agrupamentos municipais situados no norte e nordeste do estado, enquanto municípios do sul e sudeste concentraram-se nas classes inferiores. Municípios sem registro no período foram excluídos da etapa inferencial.

Figura 1 - Distribuição espacial das taxas bayesianas de incidência de acidentes escorpiônicos no estado de Minas Gerais, 2019-2023



Fonte: Autora (2026)

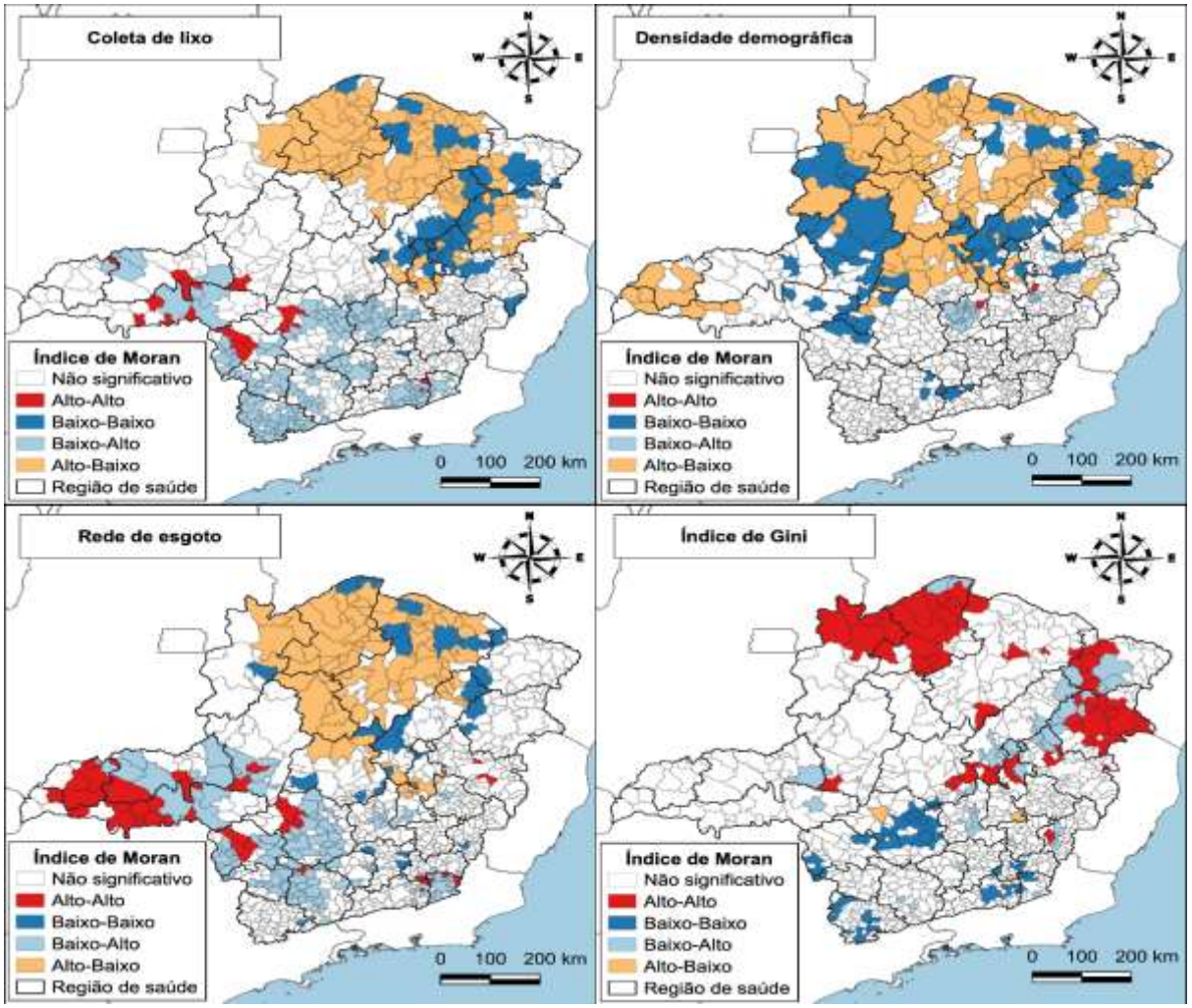
A Tabela 1 apresenta os índices globais de Moran bivariados, estimando a associação espacial entre as taxas bayesianas de incidência de acidentes escorpiônicos e os indicadores sociais e estruturais avaliados. Observou-se correlação espacial positiva e estatisticamente significativa com a proporção de pobres (I=0,314; p<0,001), a taxa de analfabetismo (I=0,401; p<0,001) e o índice de Gini (I=0,127; p<0,001), indicando maior incidência em áreas caracterizadas por maior vulnerabilidade socioeconômica e desigualdade. Em contrapartida, verificaram-se correlações negativas com coleta de lixo (I=-0,344; p<0,001), rede de esgoto (I=-0,192; p<0,001), densidade demográfica (I=-0,114; p<0,001), desenvolvimento humano (I=-0,280; p<0,001) e urbanização (I=-0,092; p<0,001), evidenciando padrão inverso entre a incidência e indicadores de infraestrutura/urbanização e desenvolvimento.

Tabela 1 - Índices Globais de Moran bivariados da correlação entre incidência de acidentes escorpiônicos com os determinantes sociais em Minas Gerais, 2019-2023

Indicador	Índice de Moran	p-valor
Coleta de lixo	-0,344	<0,001
Densidade demográfica	-0,114	<0,001
Rede de esgoto	-0,192	<0,001
Índice de Gini	0,127	<0,001
Desenvolvimento humano	-0,280	<0,001
Proporção de pobres	0,314	<0,001
Taxa de analfabetismo	0,401	<0,001
Urbanização	-0,092	<0,001

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial da associação entre as taxas bayesianas empíricas locais de incidência de acidentes escorpiônicos e os indicadores de coleta de lixo, densidade demográfica, rede de esgoto e índice de Gini. A figura permite visualizar a organização territorial dessas associações em aglomerados locais. Com isso, observa-se padrão de associação espacial negativa entre a incidência e os indicadores de infraestrutura (coleta de lixo e rede de esgoto) e negativa com a densidade demográfica, enquanto o índice de Gini apresenta associação espacial positiva, evidenciando maior incidência em áreas com maior desigualdade de renda.

Figura 2 - Correlação espacial das taxas bayesianas incidência de acidentes escorpiônicos com coleta de lixo, densidade demográfica, rede de esgoto e índice de Gini no estado de Minas Gerais, 2019-2023

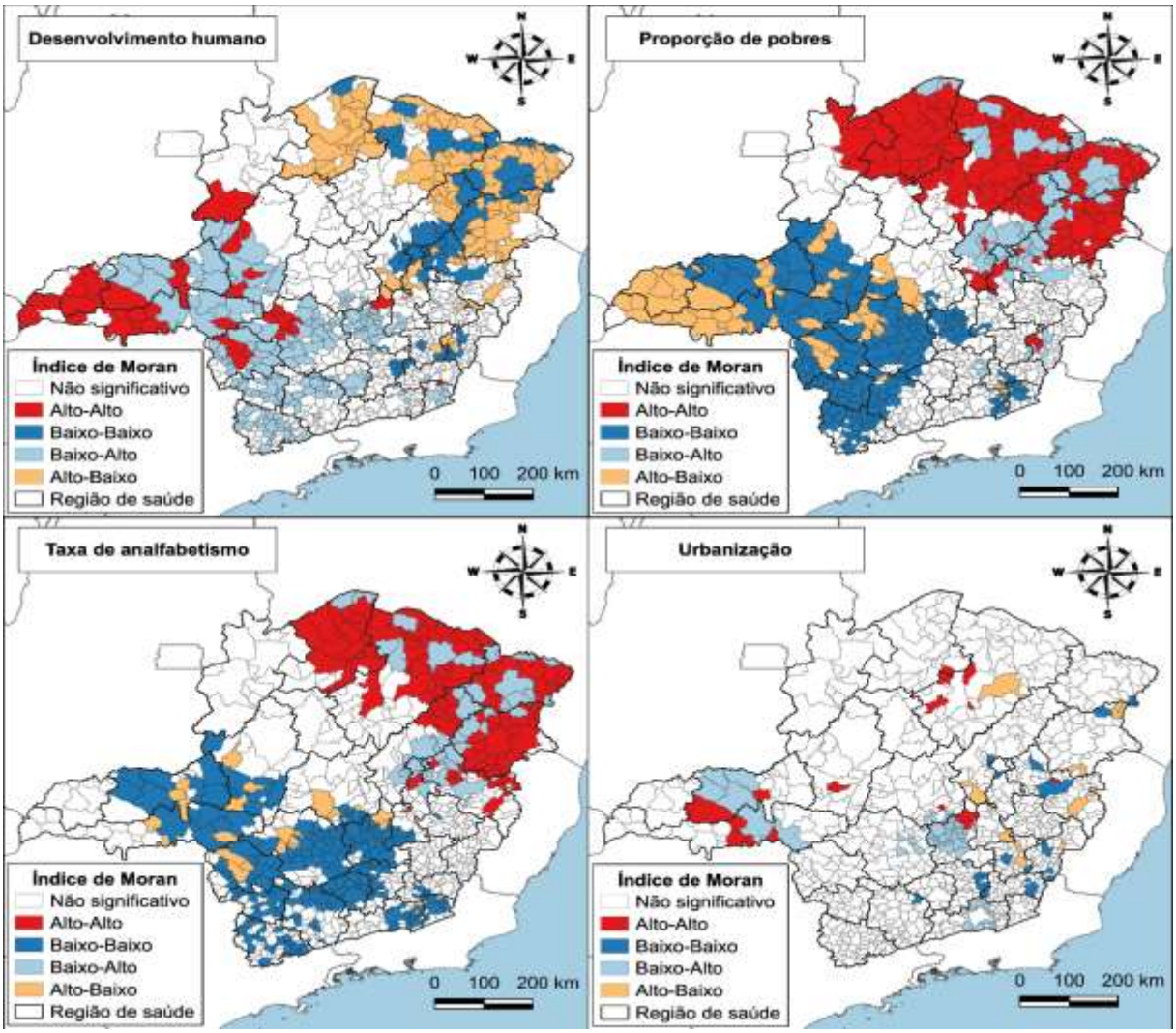


Fonte: Autora (2026)

A Figura 3 apresenta a associação espacial entre as taxas locais de incidência dos acidentes e os indicadores de urbanização e desenvolvimento humano (IDHM). Observa-se uma associação espacial negativa entre a incidência e a urbanização, bem como entre a incidência e o IDHM, indicando maior incidência em municípios com menores níveis de urbanização e menor desenvolvimento humanos.

Tal representação cartográfica permite visualizar a organização territorial dessas associações em padrões locais.

Figura 2 - Correlação espacial das taxas bayesianas incidência de acidentes escorpiônicos com desenvolvimento humano, proporção de pobres, taxa de analfabetismo e urbanização no estado de Minas Gerais, 2019-2023



Fonte: Autora (2026)

A seguir, são apresentadas as distribuições dos desfechos dos acidentes notificados em Minas Gerais entre 2019 e 2023, segundo as faixas etárias (Tabela 2). No período, foram registradas 182.318 notificações, das quais a maioria evoluiu para cura, com 201 registros classificados como óbito pelo agravo notificado, além de 10 óbitos por outra causa e 7.033 registros com desfecho ignorado. Os óbitos pelo agravo ocorreram em diferentes faixas etárias, com maiores números absolutos entre adultos de 20 a 59 anos, seguidos pelas faixas de 1 a 9 anos, e ocorrência também entre indivíduos com 60 anos ou mais, abrangendo todas as faixas etárias idosas.

Tabela 2 - Distribuição dos desfechos dos acidentes escorpiônicos segundo faixa etária em Minas Gerais, 2019–2023

Faixa etária	Cura (%)	Óbito pelo agravo (%)	Óbito por outra causa (%)	Ignorado (%)	Total (%)
<1	2.102 (1,2)	4 (2,0)	(-)	146 (2,1)	2.252 (1,2)
1-4	7.099 (4.1)	33 (16,4)	2 (20,0)	358 (5,1)	7.492 (4,1)
5-9	9.312 (5,3)	29 (14,4)	1 (10,0)	488 (6,9)	9.830 (5,4)
10-14	10.115 (5,8)	12 (6,0)	1 (10,0)	414 (5,9)	10.542 (5,8)
15-19	12.191 (7,0)	11 (5,5)	(-)	443 (6,3)	12.645 (6,9)
20-39	49.472 (28,3)	38 (18,9)	2 (20,0)	1924 (27,4)	51.436 (28,2)
40-59	50.042 (28,6)	44 (21,9)	1 (10,0)	1908 (27,1)	51.995 (28,5)
60-64	10.905 (6,2)	12 (6,0)	(-)	421 (6,0)	11.338 (6,2)
65-69	8.812 (5,0)	4 (2,0)	(-)	354 (5,0)	9.170 (5,0)
70-79	10.637 (6,1)	11 (5,5)	2 (20,0)	404 (5,7)	11.054 (6,1)
80 e +	4.387 (2,5)	3 (1,5)	1 (10,0)	173 (2,5)	4.564 (2,5)
Total	**175.074 (100)**	**201 (100)**	**10 (100)**	**7.033 (100)**	**182.318 (100)**

Os percentuais referem-se à distribuição dentro de cada coluna

6 DISCUSSÃO

Os achados deste estudo indicam que a distribuição espacial dos acidentes escorpiônicos em Minas Gerais, entre 2019 e 2023, apresentou associação estatisticamente significativa com determinantes socioeconômicos e indicadores estruturais do território. A aplicação do Índice de Moran bivariado evidenciou associação espacial positiva entre maior incidência e maior proporção de pobreza, maior taxa de analfabetismo e maior desigualdade de renda. Em sentido inverso, observaram-se associações espaciais negativas entre a incidência e indicadores de infraestrutura (coleta de lixo e rede de esgoto), bem como com urbanização, sugerindo que municípios com piores condições estruturais e maior vulnerabilidade concentram maior incidência do agravo. Esses resultados são consistentes com estudos prévios que relacionam o escorpionismo a contextos marcados por desigualdade e insuficiência de infraestrutura, especialmente em países tropicais e subtropicais (SILVA et al., 2021; HARA et al., 2025).

Para além da elevada incidência e dos padrões espaciais identificados, a análise dos desfechos reforça que o escorpionismo permanece como agravo potencialmente letal em Minas Gerais. Entre 2019 e 2023, embora a maioria das notificações tenha evoluído para cura, registraram-se óbitos classificados como decorrentes do envenenamento, distribuídos em diferentes faixas etárias. Os maiores números absolutos de óbitos concentraram-se entre adultos de 20 a 59 anos e tendo sido também observados em crianças, especialmente na faixa de 1 a 9 anos, grupo reconhecidamente mais vulnerável aos efeitos sistêmicos do veneno em função da menor massa corporal e maior susceptibilidade fisiológica (BIZ et al., 2021; FREITAS et al., 2023). Entre idosos, a ocorrência de óbitos em todas as faixas acima de 60 anos pode relacionar

essa maior vulnerabilidade clínica às comorbidades e menor reserva fisiológica (SILVA et al., 2024). A literatura aponta que parte desses óbitos é potencialmente evitável mediante acesso oportuno à assistência e à soroterapia adequada, sobretudo em territórios marcados por vulnerabilidade social e fragilidades na organização da rede de atenção, o que reforça a sensibilidade do escorpionismo às desigualdades estruturais e sua caracterização como agravo frequentemente negligenciado (ELOY, 2023; PUCCA et al., 2025).

Embora os maiores números absolutos de óbitos tenham ocorrido entre adultos de 20 a 59 anos, a análise da letalidade evidencia maior risco proporcional entre crianças, especialmente na faixa de 1 a 4 anos (0,44%), seguida por crianças de 5 a 9 anos (0,30%), corroborando a maior vulnerabilidade pediátrica aos efeitos sistêmicos do envenenamento escorpiônicos.

A análise espacial permitiu caracterizar a distribuição geográfica dos acidentes em Minas Gerais no período estudado e avaliar a dependência espacial e a correlação entre a incidência e indicadores territoriais, socioeconômicos e estruturais. A aplicação dos índices de Moran possibilitou interpretar a direção das associações espaciais observadas, de modo que valores positivos indicaram autocorrelação direta entre maior incidência e maior vulnerabilidade (por exemplo, pobreza e analfabetismo), enquanto valores negativos indicaram padrão inverso entre incidência e indicadores de melhores condições estruturais, como saneamento e urbanização. A significância estatística sugere que os padrões identificados não são aleatórios e se organizam territorialmente, refletindo heterogeneidades estruturais entre municípios quanto ao acesso à infraestrutura básica e às condições socioeconômicas predominantes.

A associação entre vulnerabilidade socioeconômica e maior incidência dos acidentes pode ser compreendida à luz de fatores interligados que envolvem informação, condições de moradia e organização do ambiente urbano. Territórios com baixa renda e maior analfabetismo tendem a apresentar barreiras para acesso a informações preventivas e para adoção de práticas de controle ambiental, ao mesmo tempo em que convivem com infraestrutura precária, o que favorece a manutenção de ambientes propícios ao abrigo de escorpiões e ao aumento de presas, como insetos atraídos pelo acúmulo de resíduos sólidos (VASONEZ-GONZALEZ et al., 2025; PUCCA et al., 2025; SANTOS et al., 2023).

Achados semelhantes foram observados por Santos (2025) em Uberlândia (MG), onde a distribuição territorial das demandas relacionadas ao escorpionismo apresentou concentração em bairros periféricos caracterizados por maior vulnerabilidade socioambiental, reforçando a influência das desigualdades urbanas na manutenção do agravo. Em consonância com essa interpretação, OLIVEIRA et al. (2022) observaram, em estados do Nordeste brasileiro,

associação entre precariedade sanitária, ocupação desordenada e aumento da incidência de envenenamentos por escorpiões. De forma complementar, o Boletim Epidemiológico (2025) destaca que, em contextos urbanos, a ausência de planejamento e de manejo ambiental efetivo pode intensificar a presença desses aracnídeos e ampliar o risco de acidentes.

Os padrões identificados sugerem que melhores condições de infraestrutura urbana e saneamento associam-se a menor incidência de casos, compatível com a redução de ambientes favoráveis ao abrigo e à permanência desses animais em áreas mais estruturadas. No período analisado, observaram-se maiores taxas concentradas nas porções norte e nordeste de Minas Gerais, indicando organização territorial do agravo nessas localidades. Esse padrão é combinado com contextos marcados por maior proporção de domicílios sem acesso ao saneamento básico e por fragilidades na gestão de resíduos sólidos, que ampliam a disponibilidade de abrigos e a oferta alimentar para escorpiões. Do ponto de vista biológico, esses animais apresentam elevada plasticidade ecológica e comportamento sinantrópico, utilizando entulhos, resíduos domiciliares, redes de esgoto e ambientes com acúmulo de matéria orgânica como locais de abrigo, além de se beneficiarem da maior abundância de insetos, especialmente baratas, que constituem fonte alimentar relevante (BRAZIL; PORTO, 2010).

Assim, a precariedade do saneamento e o manejo inadequado de resíduos sólidos contribuem para a manutenção de condições ambientais propícias à permanência de escorpiões em áreas urbanas, conforme descrito em estudos epidemiológicos e ambientais sobre a dinâmica do escorpionismo em contextos de urbanização precária (MORAES et al., 2021; PUCCA et al., 2025).

A presença de aglomerados espaciais alto-alto reforça a organização do escorpionismo em áreas onde a incidência se concentra territorialmente, conforme descrito por Almeida et al. (2020) no estado de São Paulo. Além disso, a correlação negativa observada entre densidade demográfica e incidência ($I = -0{,}114$; $p < 0{,}001$) deve ser interpretada como padrão espacial inverso, em consonância com o conjunto de associações negativas observado para infraestrutura e urbanização. Em municípios de menor densidade, a menor cobertura de infraestrutura e de serviços, associada a condições ambientais propícias ao abrigo de escorpiões (como acúmulo de resíduos, entulhos e manejo inadequado do esgoto), pode contribuir para a manutenção do agravo, especialmente em territórios com urbanização precária e em zonas de transição urbano-rural (BRAZIL; PORTO, 2010; MORAES et al., 2021; LACERDA, 2022; ROSA et al., 2022).

A relação entre densidade populacional e escorpionismo, entretanto, não é uniforme entre os diferentes contextos territoriais. Moroni et al. (2023), ao analisarem áreas urbanas de Uberlândia por meio de modelagem espacial, identificaram associação entre ocorrência de

acidentes, densidade populacional e características ambientais locais, evidenciando que fatores como cobertura vegetal, ocupação do solo e sazonalidade podem modular a distribuição do risco e influenciar a dinâmica espacial do agravo. Diante desse cenário, os achados reforçam a necessidade de estratégias intersetoriais voltadas ao controle ambiental, ao manejo adequado de resíduos sólidos e à ampliação do acesso à informação, medidas apontadas como capazes de reduzir a ocorrência de acidentes (SOUZA et al., 2022).

Programas de vigilância epidemiológica e ambiental com foco em áreas prioritárias, incluindo monitoramento territorial e ações preventivas, podem contribuir para reduzir a exposição da população, e a associação com desigualdade de renda reforça a relevância de políticas públicas orientadas à redução de desigualdades e à ampliação do acesso a serviços básicos, com potencial impacto na mitigação do escorpionismo (HARA et al., 2025; VASCONEZ-GONZALEZ et al., 2025).

Este estudo apresenta limitações inerentes ao delineamento ecológico e ao uso de dados secundários, incluindo potencial subnotificação e variações na completude das informações, o que pode subestimar a incidência em municípios com menor acesso aos serviços de saúde. Além disso, a natureza agregada dos dados limita a inclusão de variáveis individuais e impede inferências em níveis individuais. Ainda assim, a aplicação de procedimentos para obtenção de estimativas mais estáveis (agregação quinquenal e suavização bayesiana) e o uso de métodos de análise espacial com teste de pseudo-significância contribuem para a consistência dos padrões identificados e para a interpretação das associações espaciais com determinantes socioeconômicos e estruturais.

Apesar dessas limitações assumidas, os resultados oferecem base epidemiológica relevante para subsidiar estratégias de vigilância, prevenção e controle do escorpionismo no Estado. A identificação de aglomerados espaciais de maior incidência pode apoiar a priorização territorial de ações de vigilância e controle ambiental em municípios prioritários, favorecendo a alocação mais eficiente de recursos. Estudos futuros podem aprofundar a investigação em escalas mais finas e com inclusão de variáveis adicionais, explorando variações sazonais e padrões climáticos, bem como o acesso à assistência, de modo a qualificar a compreensão dos determinantes do agravo e apoiar a construção de sistemas de monitoramento e alerta direcionados a áreas de maior ocorrência.

7 CONCLUSÃO

Os acidentes escorpiônicos em Minas Gerais apresentaram distribuição espacial heterogênea no período de 2019 a 2023, com concentração em municípios caracterizados por maiores níveis de vulnerabilidade socioeconômica e menor cobertura de infraestrutura urbana e sanitária. A análise espacial evidenciou associação significativa entre a incidência do agravo e indicadores como pobreza, analfabetismo, desigualdade de renda, coleta de resíduos sólidos, rede de esgoto e urbanização, demonstrando que o escorpionismo está fortemente relacionado às condições sociais e estruturais do território.

Além da elevada incidência observada, a ocorrência de óbitos e a maior letalidade entre crianças reforçam a relevância do agravo para a saúde pública estadual. A identificação de áreas prioritárias por meio de técnicas de análise espacial constitui ferramenta importante para o direcionamento de ações de vigilância, prevenção e controle, contribuindo para o planejamento de políticas públicas voltadas à redução das desigualdades territoriais e ao enfrentamento do escorpionismo em Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. C. C. de et al. Associação ecológica entre fatores socioeconômicos, ocupacionais e de saneamento e a ocorrência de escorpionismo no Brasil, 2007-2019. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, v. 30, n. 4, e2021009, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1679-49742021000400021. Acesso em: 15 set. 2024.

ALMEIDA, F. A.; COSTA, D. S.; NOGUEIRA, R. J. Distribuição espacial dos acidentes escorpiônicos e fatores associados no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, São Paulo, v. 23, p. 1–15, 2020. Disponível em: <link>. Acesso em: 20 dez. 2024.

BARBOSA, A. D.; CAMPOLINA, D.; FRANÇA, C. M. Distribuição espacial de acidentes escorpiônicos em Belo Horizonte, Minas Gerais, 2005 a 2009. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 63, n. 6, p. 1474-1482, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/j/abmvz/a/npwWCLrx6y3f5rqjgFr4xhm/. Acesso em: 12 fev. 2025.

BIZ, M. E. Z., Azeredo, G. C. C., Junior, J. F., Panhoca, H. D., de Cássia Souza, T. M., Crovador, M. C., ... & Reis, B. C. C. (2021). Perfil epidemiológico em território brasileiro dos acidentes causados por animais peçonhentos: retrato dos últimos 14 anos. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, *13*(11), e9210-e9210.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Situação epidemiológica das zoonoses de interesse para a saúde pública. *Boletim eletrônico epidemioógico*, ano 10, n. 2, 2010. Disponível em: <www.saude.gov.br/svs>. Acesso em: 27 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Acidentes escorpiônicos no Brasil: panorama 2023. *Boletim Epidemiológico*, Brasília, 2025. Disponível em: <link>. Acesso em: 24 set. 2024.

CÂMARA, G. et al. Análise de dados de área. In: ANÁLISE ESPACIAL DE DADOS GEOGRÁFICOS. 1. ed. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 44.

CARVALHO, A. X. Y. de et al. Taxas bayesianas para o mapeamento de homicídios nos municípios brasileiros. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 28, p. 1249-1262, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/j/csp/a/zw9hkPGwyWkDKV34FsDyKFL/abstract/?lang=pt. Acesso em: 20 jul. 2024.

ELOY, Luciano José. Acidentes por animais peçonhentos. **BEPA, Bol. epidemiol. paul. (Impr.)**, p. 1-10, 2023.

FREITAS, J. G. T., Coelho, J. V. F., Rodrigues, A. T., & dos Santos, A. D. O. R. (2024). Perfil Epidemiológico Dos Acidentes Escorpiônicos No Estado De São Paulo No Período De 2013 A 2022. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, *6*(5), 1812-1826.

HARA, T. et al. Determinantes socioeconômicos do escorpionismo urbano no município de Maringá (2016–2022): estudo transversal retrospectivo. *Revista de Saúde Pública*, 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação. [S. l.], 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads. Acesso em: 16 abr. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal de mapas do IBGE. [S. l.], 2022. Disponível em: https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa223147. Acesso em: 24 ago. 2024.

LACERDA, A. B. et al. *Scorpionism in Brazil: Space-time approach and risk areas in 2012 to 2024*. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 19, n. 10, e0013602, 2025.

LUZARDO, A. J. R.; FILHO, R. M. C.; RUBIM, I. B. Análise espacial exploratória com o emprego do índice de Moran. *GEOgraphia*, v. 19, n. 40, p. 161-179, 2017. Disponível em: https://periodicos.uff.br/geographia/article/view/13807. Acesso em: 25 jun. 2024.

DE MORAES, Francisco Cezar Aquino et al. Relação dos biomas nos acidentes peçonhentos no Brasil. **Journal Health NPEPS**, v. 6, n. 1, 2021.

MORONI, Fábio Tonissi et al. Aplicação do diagrama de Voronoi para avaliar do risco de ocorrência de acidentes escorpiônicos em humanos na cidade de Uberlândia (MG). **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 15, n. 01, p. 20-38, 2023.

NUNES, C. S.; BEVILACQUA, P. D.; JARDIM, C. C. G. Aspectos demográficos e espaciais dos acidentes escorpiônicos no Distrito Sanitário Noroeste, Município de Belo Horizonte, Minas Gerais, 1993 a 1996. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 16, n. 1, p. 213-223, 2000. Disponível em: https://www.scielosp.org/article/csp/2000.v16n1/213-223/. Acesso em: 12 fev. 2025.

OLIVEIRA, A. J.; ANDRADE, E. A.; SANTOS, R. C. S.; SANTOS, A. A. Escorpionismo no Brasil: uma análise espacial e temporal da ocorrência de acidentes e óbitos. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 18, n. 10, p. 1-26, 2024. Disponível em: https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/article/download/8606/4418/31584. Acesso em: 18 fev. 2025.

OLIVEIRA, R. C.; MENDES, A. B.; FERREIRA, L. M. Análise espacial dos acidentes escorpiônicos e fatores socioeconômicos no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Medicina Tropical*, v. 55, e0264, 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/journal/abcd/article/view/56789. Acesso em: 10 jan. 2025.

ORNELAS, R. C. et al. *Scorpion Stings in Minas Gerais (Brazil): A Monocentric Retrospective Study Evaluating All Envenoming Cases of Local Scorpionism*. **Wilderness & Environmental Medicine**, v. 34, n. 4, p. 442–450, 2023.

QGIS. QGIS: um sistema de informação geográfica livre e aberto. [S. l.], 2022. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/. Acesso em: 4 abr. 2024.

SANTOS, A. M. L. et al. Epidemiological aspects of scorpionic accidents in a municipality in Brazil's northeastern. *Brazilian Journal of Biology*, v. 82, e238110, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1519-6984.238110. Acesso em: 24 set. 2024.

SILVA, G. V. et al. Escorpionismo no estado de São Paulo: um problema de saúde pública em ascensão (2012–2022). *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 26973-26982, nov./dez. 2023. DOI: 10.34119/bjhrv6n6-034. Disponível em: <link>. Acesso em: 24 mai. 2024.

SANTOS, L. P. *Escorpionismo na área urbana de Uberlândia-MG: estudo das características epidemiológicas e das ações de vigilância*. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2025

SILVA, J. A.; SOUZA, C. F.; LIMA, M. M. Spatial distribution and epidemiological aspects of scorpionism in Brazil: a systematic review. *Parasites & Vectors*, v. 14, p. 1-19, 2021. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12345678. Acesso em: 10 fev. 2025.

SILVA TOMAZ, M. V., Barreto, C. M., Pimentel, F. G., & Sangenis, L. H. C. (2024, July). Abordagens terapêuticas do acidente grave por escorpiões do gênero Tityus: um estudo de revisão de literatura. In *Congresso Médico Acadêmico UniFOA* (Vol. 10).

SOUZA, Tiago Cruz de et al. Tendência temporal e perfil epidemiológico dos acidentes por animais peçonhentos no Brasil, 2007-2019. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 31, p. e2022025, 2022.

ROSA, J. R. et al. Escorpionismo em áreas de urbanização precária: análise espacial no interior paulista. *Brazilian Journal of Biology*, v. 82, e238110, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1519-6984.238110. Acesso em: 24 ago. 2025.

VASCONEZ-GONZALEZ, J. et al. Scorpionism: a neglected tropical disease with global public health implications. *Frontiers in Public Health*, v. 13, 2025. DOI: 10.3389/fpubh.2025.1603857. Disponível em: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2025.1603857/full. Acesso em: 14 ago. 2025.

PUCCA, E. et al. Fatores socioambientais e escorpionismo no Brasil: desafios e perspectivas. *Frontiers in Public Health*, 2025.

SANTOS, A. M. L. et al. Aspectos epidemiológicos dos acidentes escorpiônicos em um município do nordeste brasileiro (2008–2018). *Brazilian Journal of Biology*, v. 82, e238110, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1519-6984.238110. Acesso em: 12 abr. 2025.

QGIS. QGIS: um sistema de informação geográfica livre e aberto. [S. l.], 2022. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/. Acesso em: 4 abr. 2024.

3 ARTIGO 2

ESCORPIONISMO EM CONTEXTO URBANO: ANÁLISE TEMPORAL, ESPACIAL E AMBIENTAL DOS ACIDENTES EM BAMBUÍ, MG (2013–2023) E PRESENÇA ATUAL DO VETOR (2025)

RESUMO

Os acidentes escorpiônicos constituem um importante problema de saúde pública no Brasil, especialmente em municípios que apresentam condições ambientais e urbanas favoráveis à manutenção do vetor. Este estudo teve como objetivo analisar a distribuição temporal, espacial e ambiental dos acidentes escorpiônicos no município de Bambuí, Minas Gerais, entre 2013 e 2023, incorporando evidências entomológicas contemporâneas sobre a presença de escorpiões no território urbano. Trata-se de um estudo ecológico, descritivo e analítico, de abordagem quantitativa, realizado com dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), complementados por variáveis ambientais e por coleta ativa de escorpiões realizada entre fevereiro e maio de 2025. Foram realizadas análises descritivas, cálculo de taxas de incidência, regressão de Prais-Winsten para tendência temporal, correlação de Pearson para variáveis ambientais e socioambientais e análise espacial por estimador de densidade Kernel. No período estudado, foram registrados 423 acidentes escorpiônicos, com tendência crescente significativa no município (VPA=16,0%; $p<0,001$) e nos bairros Lavapés, Sagrado Coração de Jesus e Açudes. A distribuição espacial revelou concentração de casos em áreas específicas do território urbano, com sobreposição parcial entre os bairros de maior incidência e aqueles com maior número de escorpiões coletados. Observou-se correlação positiva entre a ocorrência de acidentes e a presença do vetor, bem como associação com indicadores de vulnerabilidade socioambiental. Os resultados demonstram que o escorpionismo em Bambuí apresenta distribuição territorial heterogênea e está relacionado à interação entre fatores ambientais, sociais e ecológicos. A integração entre vigilância epidemiológica e ambiental mostrou-se relevante para a identificação de áreas prioritárias e para o planejamento de estratégias de prevenção e controle do agravo.

Palavras-chave: escorpionismo; análise espacial; série temporal; vigilância epidemiológica; saúde ambiental.

ABSTRACT

Scorpion stings represent an important public health problem in Brazil, particularly in municipalities where environmental and urban conditions favor the maintenance of the vector. This study aimed to analyze the temporal, spatial, and environmental distribution of scorpion sting incidents in the municipality of Bambuí, Minas Gerais, Brazil, from 2013 to 2023, incorporating contemporary entomological evidence on scorpion presence in the urban territory. This ecological, descriptive, and analytical study employed a quantitative approach using data from the Notifiable Diseases Information System

(SINAN), complemented by environmental variables and active scorpion sampling conducted between February and May 2025. Descriptive analyses, incidence rate calculations, Prais-Winsten regression for temporal trend analysis, Pearson correlation tests, and Kernel density spatial analysis were performed. A total of 423 scorpion sting incidents were recorded during the study period, with a significant increasing trend in the municipality (APC=16.0%; p<0.001) and in the neighborhoods of Lavapés, Sagrado Coração de Jesus, and Açudes. Spatial analysis revealed a heterogeneous distribution pattern, with concentration of cases in specific urban areas and partial overlap between neighborhoods with higher incidence rates and those with greater numbers of collected scorpions. Positive correlations were observed between accident occurrence, vector presence, and indicators of socioenvironmental vulnerability. The findings demonstrate that scorpionism in Bambuí is territorially heterogeneous and results from the interaction between environmental, social, and ecological factors. The integration of epidemiological and environmental surveillance proved useful for identifying priority areas and supporting targeted prevention and control strategies.

Keywords: scorpionism; spatial analysis; time series analysis; epidemiological surveillance; environmental health.

4 INTRODUÇÃO

O escorpionismo apresenta crescimento expressivo em Minas Gerais nas últimas décadas, com expansão dos registros para municípios de diferentes portes e perfis socioambientais. Embora os grandes centros urbanos concentrem parte importante das notificações, estudos recentes indicam que cidades de pequeno e médio porte também vêm registrando aumento consistente dos acidentes, evidenciando a necessidade de investigações que considerem as particularidades territoriais e ambientais desses contextos (BARBOSA et al., 2014; MOTA et al., 2022).

A compreensão da dinâmica do escorpionismo tem se baseado predominantemente em sistemas de vigilância epidemiológica fundamentados nas notificações de acidentes. Embora essenciais para o monitoramento do agravo, esses sistemas apresentam limitações relacionadas à subnotificação, à ausência de informações detalhadas sobre o ambiente de ocorrência e à dificuldade de avaliar diretamente a distribuição do vetor no território (BENCHIMOL et al., 2015; MORAES et al., 2021).

Dessa forma, análises baseadas exclusivamente nos casos notificados podem não captar integralmente os fatores que sustentam a persistência do agravo em escala local.

Nesse contexto, a integração entre dados epidemiológicos, indicadores ambientais, análises espaciais e informações entomológicas tem sido apontada como estratégia promissora para compreender a organização territorial do escorpionismo e subsidiar ações mais efetivas de vigilância e controle. Ferramentas de análise espacial permitem identificar áreas prioritárias, reconhecer padrões de concentração do agravo e explorar sua relação com características ambientais e urbanas, contribuindo para o planejamento de intervenções territorialmente direcionadas (BAILEY; GATRELL, 1995; CÂMARA et al., 2004; GARDIM et al., 2023).

Apesar dos avanços observados na literatura, permanecem escassos os estudos que integram, em escala intraurbana, análises temporais dos acidentes, avaliação de fatores ambientais e evidências diretas da presença do vetor obtidas por meio de levantamentos de campo. Essa lacuna é particularmente relevante em municípios de pequeno porte, onde a proximidade entre vigilância, gestão ambiental e território pode favorecer a implementação de ações direcionadas de prevenção e controle.

O município de Bambuí, localizado na região Centro-Oeste de Minas Gerais, apresenta registros de acidentes escorpiônicos ao longo dos últimos anos e heterogeneidade socioambiental entre seus bairros, constituindo cenário oportuno para investigações integradas sobre a dinâmica do agravo. Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a distribuição temporal, espacial e ambiental dos acidentes escorpiônicos em Bambuí, Minas Gerais, no período de 2013 a 2023, incorporando evidência entomológica contemporânea sobre a presença de escorpiões no território urbano por meio de coleta ativa realizada em 2025.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Tipo de estudo e contexto

Trata-se de um estudo ecológico, descritivo e analítico, de abordagem quantitativa, voltado à caracterização temporal, demográfica, ambiental e territorial dos acidentes escorpiônicos no município de Bambuí, Minas Gerais, entre janeiro de 2013 e dezembro de 2023. O estudo integrou duas estratégias complementares: (i) análise de

registros rotineiramente coletados de notificações de acidentes escorpiônicos e (ii) levantamento de campo contemporâneo da presença de escorpiões no território urbano.

A pesquisa seguiu as diretrizes do *Reporting of studies Conducted using Observational Routinely-collected health Data* (RECORD), conforme Benchimol et al. (2015), assegurando transparência e rigor na utilização de dados observacionais provenientes de fontes secundárias e de campo.

5.2 Fonte de dados e critérios de inclusão

Foram utilizados dados secundários do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), disponibilizados pelo DATASUS e acessados via TABNET em janeiro de 2025, complementados por registros obtidos junto ao Setor de Vigilância Epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde de Bambuí. Foram incorporadas variáveis ambientais provenientes de fontes oficiais (INMET e IBGE). Foram incluídos todos os casos notificados com local de ocorrência ou residência em Bambuí no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2023.

Para as análises estratificadas (sexo, faixa etária, zona, evolução clínica e variáveis ambientais), considerou-se os registros com informação disponível em cada variável, mantendo-se a categoria "ignorado" quando aplicável e descrevendo-se a completude dos campos analisados.

5.3 Coleta ativa de escorpiões

No que se refere à presença de escorpiões no território urbano, foi realizada coleta ativa de espécimes entre fevereiro e maio de 2025, no período noturno (18h às 22h), totalizando 33 dias de campo. Em cada dia de amostragem, foram visitados dez pontos de coleta previamente definidos, com permanência média de 30 a 40 minutos por ponto.

Os locais foram selecionados com base em critérios ambientais compatíveis com abrigo e ocorrência de escorpiões, incluindo vegetação rasteira, acúmulo de entulhos, resíduos da construção civil, materiais descartados e outros microambientes associados à fauna sinantrópica. Foram contemplados lotes vagos, áreas públicas e locais com histórico de avistamentos ou relatos da população.

A definição dos pontos considerou a diversidade dos bairros urbanos e a presença dos elementos ambientais descritos, buscando ampliar a representatividade territorial da

amostragem. Para minimizar possíveis vieses e permitir comparações entre as diferentes áreas investigadas, foi adotado esforço amostral padronizado em todos os bairros avaliados, mantendo-se o mesmo número de pontos de coleta, período de busca e tempo médio de inspeção por ponto ao longo de toda a campanha amostral.

A detecção dos espécimes foi realizada com auxílio de lanterna de luz ultravioleta (UV), enquanto a captura ocorreu mediante utilização de pinça metálica de 20 cm, com uso obrigatório de equipamentos de proteção individual. As atividades de captura, manuseio e transporte foram realizadas sob autorização SISBIO/ICMBio nº 98131-1.

Todos os espécimes coletados foram acondicionados individualmente e identificados quanto à data, local e bairro de ocorrência. Posteriormente, os exemplares serão encaminhados ao Laboratório Especial de Coleções Zoológicas do Instituto Butantan, São Paulo, para identificação taxonômica especializada, catalogação e incorporação à coleção científica da instituição, contribuindo para o registro da fauna escorpiônica do município e para futuras investigações epidemiológicas, ecológicas e ambientais.

5.4 Variáveis investigadas

As variáveis do estudo foram organizadas em categorias. As variáveis demográficas e clínicas incluíram sexo, faixa etária (classes decenais), zona de ocorrência (urbana/rural) e evolução clínica (cura/óbito/ignorado). As variáveis temporais corresponderam ao ano e ao mês da notificação, utilizadas nas análises de tendência e sazonalidade. As variáveis ambientais incluíram temperatura média mensal (°C), precipitação mensal acumulada (mm) e umidade relativa do ar (%), obtidas a partir de estações meteorológicas oficiais mais próximas da área de estudo. Além disso, para as análises em escala intraurbana, foram consideradas como variáveis dependentes o número de acidentes notificados e o número de escorpiões encontrados por bairro, permitindo a análise integrada da ocorrência do agravo e da presença de escorpiões no território urbano.

5.5 Limitações

Este estudo está sujeito a possíveis vieses relacionados ao método de coleta e à natureza dos dados utilizados. A busca ativa por escorpiões foi realizada por uma única

pesquisadora, o que pode ter introduzido viés de observação. Também é importante considerar a possibilidade de subnotificação nas bases secundárias do SINAN, bem como o risco de falácia ecológica, inerente a estudos com unidades de análise agregadas.

Também deve ser considerado o descompasso temporal entre a série histórica de notificações (2013–2023) e a coleta ativa de escorpiões (2025), de modo que os achados entomológicos representam evidência contemporânea da presença do animal no território, utilizada como suporte interpretativo para a análise intraurbana.

5.6 Procedimentos analíticos

a) Estatística descritiva: Foram calculadas frequências absolutas e relativas e medidas de tendência central e dispersão das variáveis demográficas, clínicas e ambientais, com auxílio do Microsoft Excel 365®.

As taxas de incidência anuais foram calculadas pela razão entre o número de acidentes em um local e ano e a população residente no mesmo local e ano, multiplicada por 10.000 habitantes. As estimativas populacionais foram obtidas das estimativas intercensitárias e do Censo 2022 do IBGE.

b) Análise de tendência temporal: A tendência temporal dos acidentes escorpiônicos foi avaliada por regressão de Prais–Winsten, considerando autocorrelação serial de primeira ordem nos resíduos (ANTUNES; CARDOSO, 2015). As análises por bairro foram realizadas apenas para aqueles com, no mínimo, oito anos consecutivos com notificações registradas, como critério de estabilidade mínima da série. O número de casos foi a variável dependente e o ano a variável independente; os valores foram transformados em logaritmo de base 10 e a variação percentual anual (VPA) e seus intervalos de confiança de 95% (IC95%) foram estimados conforme (ANTUNES; CARDOSO, 2015), adotando-se significância estatística de $p<0,05$:

$$Variação\ percentual = [-1 + 10^{b1}] \times 100\%$$
$$IC95\%_{inferior} = \left[-1 + 10^{IC\ inf.\ de\ b1}\right] \times 100\%$$
$$IC95\%_{superior} = [-1 + 10^{IC\ sup.\ de\ b1}] \times 100\%$$

c) Correlação com variáveis ambientais: Para explorar associações lineares entre a ocorrência de acidentes e variáveis meteorológicas, foi aplicado o teste de

correlação de Pearson (r) entre os totais mensais de casos e temperatura, precipitação e umidade, incluindo apenas meses com dados completos em todas as variáveis. A sazonalidade foi avaliada na série mensal por meio de modelo de Prais–Winsten com a inclusão de componentes harmônicos (seno e cosseno); adicionalmente, foi estimado o limiar epidêmico da série para identificar períodos com excedente de casos em relação ao esperado, conforme descrito por Antunes e Cardoso (2015)

5.7 Ferramentas estatísticas

As análises inferenciais foram realizadas no Stata® versão 14.0. A organização dos dados, tabulações descritivas e a elaboração de gráficos exploratórios foram conduzidas no Microsoft Excel®, e os gráficos finais foram produzidos no GraphPad Prism® versão 9.0.

5.8 Aspectos éticos

Por tratar-se de pesquisa com dados secundários, públicos e anonimizados, o estudo está dispensado de apreciação por Comitê de Ética em Pesquisa, conforme a Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 510/2016. Os dados do SINAN são de acesso público e foram utilizados de forma responsável, preservando-se a confidencialidade e a integridade das informações, em conformidade com as normas aplicáveis do Ministério da Saúde. Para a coleta de dados notificados a respeito de acidentes causados por escorpiões, bem como sua coleta ativa, foi realizada uma parceria do Programa de Mestrado do Instituto Federal de Minas Gerais *campus* Bambuí com a Prefeitura de Bambuí - setor de Vigilância Epidemiológica (Anexo 2).

6 RESULTADOS

6.1 Caracterização geral dos acidentes escorpiônicos

No período de janeiro de 2013 a dezembro de 2023, foram registrados 423 acidentes no município de Bambuí, Minas Gerais, conforme dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). As ocorrências foram registradas de

forma contínua ao longo da série histórica, evidenciando a persistência do agravo como relevante no município.

A distribuição por sexo, considerando o conjunto do período e as taxas de incidência anuais por 10.000 habitantes, evidenciou predomínio no sexo masculino (Tabela 3). A análise por faixa etária indicou maior concentração de registros em adultos, especialmente entre 20 e 59 anos, com participação expressiva também entre 60 anos ou mais nos anos mais recentes. Quanto à zona de ocorrência, as notificações concentraram-se predominantemente na zona urbana.

Em relação à evolução clínica, a maioria dos registros evoluiu para cura, sem óbitos no período analisado, com pequena proporção de classificações "não se aplica". Esses achados delineiam o perfil geral do escorpionismo no município e fundamentam as análises temporal, ambiental e espacial apresentadas a seguir.

6.2 Taxas de incidência e tendência temporal

As taxas de incidência variaram ao longo do período, com padrão geral de crescimento no município. A análise da série temporal por regressão de Prais–Winsten indicou tendência crescente estatisticamente significativa para Bambuí como um todo (VPA=16,0%; IC95%: 10,2–22,2; p<0,001; D-W=1,733). A análise por bairro, restrita àqueles com pelo menos oito anos consecutivos de notificações, evidenciou comportamentos distintos (Tabela 1).

Observou-se tendência crescente nos bairros Lavapés (VPA=19,6%; IC95%: 14,9–24,6; p<0,001; D-W=1,973), Sagrado Coração de Jesus (VPA=16,1%; IC95%: 8,1–24,6; p=0,002; D-W=2,306) e Açudes (VPA=15,6%; IC95%: 10,9–20,4; p<0,001; D-W=1,834). Os bairros Candola, Centro, Cerrado e Nossa Senhora de Fátima apresentaram tendência estacionária, com valores de p≥0,05 e intervalos de confiança incluindo o valor nulo.

Tabela 1 – Tendência temporal do número de acidentes escorpiônicos no município de Bambuí e seus bairros

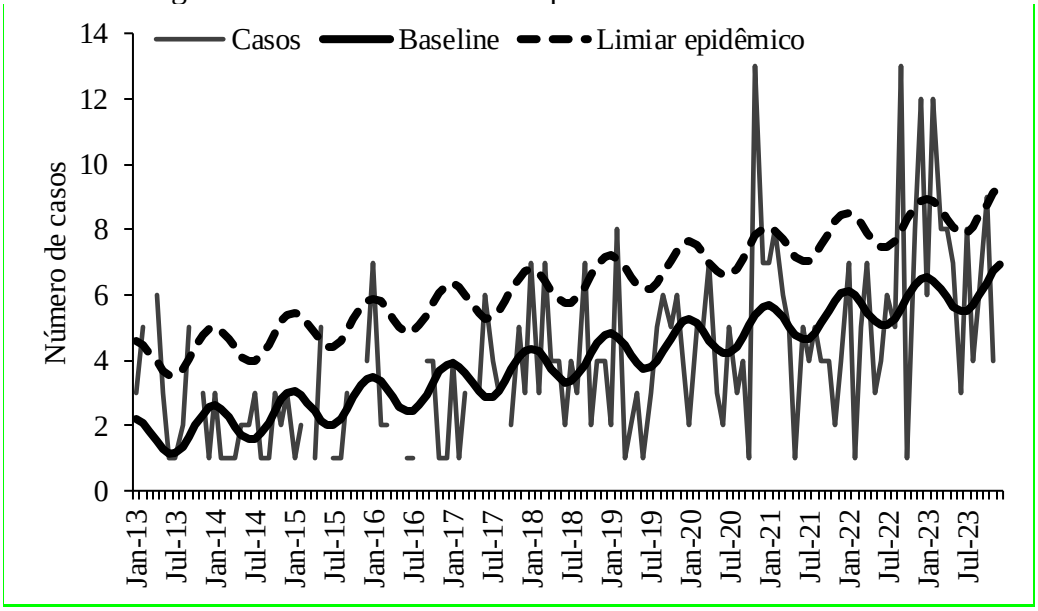
Bairro	VPA (IC95%)	p-valor	D-W	Interpretação
Açudes	15,6 (10,9; 20,4)	<0,001	1,834	**Crescimento**
Candola	7,0 (-2,6; 17,5)	0,132	1,407	Estacionária
Centro	2,6 (-5,4; 11,2)	0,474	0,948	Estacionária
Cerrado	-0,8 (-6,5; 5,2)	0,744	1,329	Estacionária

Lavapés	19,6 (14,9; 24,6)	<0,001	1,973	**Crescimento**
NS Fatima	5,9 (-3,3; 15,9)	0,165	1,105	Estacionária
Sagrado Coração de Jesus	16,1 (8,1; 24,6)	0,002	2,306	**Crescimento**
Bambui	16,0 (10,2; 22,2)	<0,001	1,733	**Crescimento**

Fonte: Autora (2025)

A avaliação da série temporal mensal evidenciou flutuações ao longo do ano, sendo identificados períodos em que o número de casos ultrapassou o limiar epidêmico, conforme apresentado na Figura 1. A análise de sazonalidade, baseada na incorporação de componentes seno e cosseno ao modelo de regressão, indicou variação periódica na ocorrência dos acidentes escorpiônicos ao longo da série histórica.

Figura 1 – Série temporal dos números de casos de acidentes escorpiônicos e o limiar epidêmico ao longo de 2013 – 2023 no Município de Bambuí/MG



Fonte: Autora (2026)

Esses resultados demonstram que o aumento dos acidentes escorpiônicos no município não ocorreu de forma homogênea, com comportamento temporal distinto entre os bairros analisados. Adicionalmente, a análise do limiar epidêmico evidenciou períodos em que o número de casos mensais ultrapassou o esperado para a série histórica, caracterizando episódios de aumento pontual na ocorrência dos acidentes.

Em conjunto, esses achados indicam que o aumento do escorpionismo no município ocorreu de forma não homogênea, com bairros que configuram subterritórios com crescimento sustentado e outros com comportamento estacionário.

6.3 Associação entre acidentes escorpiônicos e variáveis ambientais

A associação entre a ocorrência de acidentes escorpiônicos e variáveis ambientais foi avaliada por correlação de Pearson, considerando os totais mensais de casos e as variáveis meteorológicas correspondentes ao período analisado, incluindo apenas meses com dados completos para todas as variáveis.

Observou-se associação estatisticamente significativa entre o número de acidentes e a temperatura média mensal, com correlação positiva ao longo da série. Para precipitação mensal acumulada e umidade relativa do ar, observaram-se correlações de menor magnitude, com variação entre os meses avaliados.

A avaliação da sazonalidade dos acidentes escorpiônicos foi realizada por meio da regressão de Prais–Winsten com a inclusão de componentes seno e cosseno. Os resultados indicaram variação periódica na ocorrência dos acidentes ao longo do ano, evidenciando comportamento sazonal da série temporal mensal. Adicionalmente, a análise do limiar epidêmico permitiu identificar períodos em que o número de casos mensais ultrapassou o esperado para a série histórica, caracterizando episódios de aumento pontual da ocorrência de acidentes escorpiônicos, conforme já apresentado na Figura 1.

Coube a seguir, analisar os coeficientes de correlação de Pearson obtidos a partir da análise de indicadores socioambientais e epidemiológicos relacionados ao escorpionismo nos bairros do município (Tabela 2). Observou-se correlação positiva e estatisticamente significativa entre taxa de crescimento populacional (F1) e taxa de urbanização (F2) ($r=0,773$; $p<0,05$), evidenciando associação entre expansão demográfica e intensificação do processo de urbanização.

Tabela 2– Correlação de Pearson dos indicadores com o número de escorpiões e número de acidentes escorpiônicos, segundo bairro de Bambuí, Minas Gerais

Indicador	F1	F2	F3	F4	P1	P3	S1	S2	EX1	EX2	E1	E2	E3	NE	NA
F1	**1**														
F2	0,773*	**1,000**													
F3	0,604	0,519	**1,000**												
F4	0,211	-0,127	-0,138	**1,000**											
P1	-0,401	-0,556	-0,743*	-0,155	**1,000**										
P3	-0,735*	-0,772*	-0,806*	-0,204	0,904*	**1,000**									
S1	-0,340	-0,505	-0,645	-0,043	0,787*	0,748*	**1,000**								
S2	-0,795*	-0,717*	-0,676	-0,269	0,731*	0,889*	0,792*	**1,000**							
EX1	-0,431	-0,490	-0,783*	-0,140	0,830*	0,875*	0,876*	0,792*	**1,000**						
EX2	-0,720*	-0,822*	-0,624	-0,177	0,847*	0,921*	0,642	0,869*	0,701	**1,000**					
E1	-0,116	0,163	-0,262	-0,199	-0,028	0,105	-0,179	-0,098	0,216	-0,207	**1,000**				
E2	-0,087	0,227	-0,209	-0,287	-0,046	0,079	-0,173	-0,091	0,214	-0,230	0,992*	**1,000**			
E3	-0,197	-0,238	0,067	-0,142	-0,026	0,119	0,543	0,447	0,243	0,084	-0,271	-0,222	**1,000**		
NE	-0,284	0,154	0,168	-0,777*	0,015	0,071	-0,093	0,302	-0,066	0,220	-0,159	-0,072	0,063	**1,000**	
NA	0,134	0,450	0,284	-0,811*	0,073	-0,050	-0,015	0,107	0,025	0,030	-0,080	0,031	0,042	0,859*	**1,000**

Nota: * p<0,05

Legenda: Taxa de crescimento populacional (F1), Taxa de urbanização (F2), Renda familiar per capita (F3), Nível de escolaridade (F4), Coleta de esgoto sanitário (P1), Instalações inadequadas e esgotamento (P3), Saneamento simultâneo inadequado (S1), Coleta de lixo irregular (S2), Família sem água tratada (EX1), Domicílios sem água encanada (EX2), Taxa de mortalidade infantil (E1), Taxa de mortalidade bruta (E2), Internação por diarréia (E3), Número de escorpiões encontrados (NE), Acidentes por picada de escorpião (NA).

No domínio dos indicadores de infraestrutura e saneamento, verificaram-se correlações estatisticamente significativas entre instalações inadequadas e esgotamento (P3) e coleta de esgoto sanitário (P1), saneamento simultâneo inadequado (S1), coleta de lixo irregular (S2) e famílias sem água tratada (EX1), denotando coexistência e sobreposição de vulnerabilidades socioambientais nos territórios analisados. A coleta de lixo irregular (S2) correlacionou-se com famílias sem água tratada (EX1) e domicílios sem água encanada (EX2), e famílias sem água tratada (EX1) correlacionaram-se com domicílios sem água encanada (EX2) e com taxa de mortalidade bruta (E2). Também se observou correlação entre domicílios sem água encanada (EX2) e taxa de mortalidade bruta (E2), e correlação elevada entre taxa de mortalidade bruta (E2) e internação por diarreia (E3).

No que tange às variáveis diretamente relacionadas, verificou-se correlação positiva significativa entre número de escorpiões encontrados (NE) e acidentes por picada de escorpião (NA) ($r=0,859$; $p<0,05$). Também se observou correlação negativa significativa entre número de escorpiões encontrados (NE) e nível de escolaridade (F4) ($r=-0,777$; $p<0,05$), bem como entre acidentes por picada de escorpião (NA) e nível de escolaridade (F4) ($r=-0,811$; $p<0,05$).

Esses resultados indicam que, no nível agregado por bairro, maior ocorrência do agravo se associa a maior registro do escorpião e a piores indicadores sociais selecionados.

6.4 Distribuição por sexo e faixa etária

A análise da distribuição dos acidentes segundo sexo, ao longo do período de 2013 a 2023, evidenciou predomínio do sexo masculino tanto em número absoluto de casos quanto na taxa de incidência padronizada por população. Observou-se média anual de taxa de incidência de 23,65 casos por 10.000 habitantes entre os homens, em comparação a 15,77 entre as mulheres, com destaque para o período de 2020 a 2023, quando se registraram os maiores valores para ambos os sexos (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de casos e taxa de incidência por 10 mil habitantes de acidentes escorpiônicos segundo sexo em Bambuí-MG, 2013-2023

Ano	Feminino		Masculino		Total	
	Casos	Taxa	Casos	Taxa	Casos	Taxa
2013	18	14,99	9	7,80	27	14,99
2014	7	5,83	16	13,87	23	9,85
2015	10	8,33	8	6,93	18	7,63
2016	5	4,16	18	15,6	23	9,88
2017	13	10,82	21	18,2	34	14,51
2018	24	19,99	27	23,39	51	21,69
2019	22	18,32	24	20,8	46	19,56
2020	25	20,81	41	35,54	66	28,18
2021	19	15,82	32	27,74	51	21,78
2022	31	25,81	51	44,2	82	35,01
2023	35	28,64	52	46,08	87	37,36
Média	**19**	**15,77**	**27**	**25,24**	**46**	**20,04**
Desvio padrão	**9**	**7,57**	**15**	**12,39**	**23**	**9,60**

Fonte: Dados da pesquisa, 2025

A distribuição etária dos casos registrados entre 2013 e 2023 evidenciou predomínio consistente de ocorrências em adultos jovens e de meia-idade, particularmente nas faixas etárias de 20 a 59 anos, que concentraram a maior proporção dos registros ao longo da série histórica.

Nos anos mais recentes, especialmente em 2022 e 2023, quando se registraram os maiores totais anuais, manteve-se a concentração dos casos em adultos, com presença expressiva também entre indivíduos com 60 anos ou mais, sobretudo nas faixas de 60–69 e 70–79 anos.

As faixas etárias pediátricas (1–4, 5–9 e 10–14 anos) apresentaram menor frequência de registros ao longo do período.

6.5 Escolaridade dos indivíduos acidentados

Foi avaliado perfil de escolaridade dos indivíduos acidentados, este revelou um padrão heterogêneo, com predominância de vítimas com escolaridade até o ensino médio.

Notou-se que nenhum dos acidentados relatou ser completamente analfabeto até o ano de 2019. No entanto, a partir de 2020, surgiram registros de indivíduos sem qualquer nível de escolarização, ainda que em baixa proporção.

O maior grupo acometido pelo escorpionismo compreende indivíduos com ensino fundamental incompleto e completo, abrangendo da 1ª à 8ª série. O percentual de acidentados com escolaridade entre a 5ª e 8ª série incompleta do ensino fundamental variou ao longo dos anos, mas se manteve significativo, atingindo picos em anos como 2019 (21,7%) e 2022 (13,4%).

Indivíduos com ensino médio completo também figuram entre os mais acometidos, com um aumento progressivo a partir de 2018. Em 2023, essa categoria representou 17,2% dos casos, consolidando-se como um dos grupos de maior incidência ao longo do período analisado.

A presença de indivíduos com ensino superior incompleto e completo foi registrada em menor proporção, embora tenha havido um leve aumento ao longo dos anos. Em 2017, 11,7% dos acidentados tinham ensino superior completo, mas essa participação diminuiu nos anos seguintes.

Outro ponto relevante é a alta proporção de registros classificados como "Ignorado" ao longo dos anos. Em 2013, essa categoria representou 51,8% dos casos, aumentando para 74% em 2014. Esse dado evidencia dificuldades na obtenção ou no preenchimento dos dados de escolaridade, o que pode comprometer a precisão da análise epidemiológica.

6.6 Características do acidente

As manifestações locais estiveram presentes na maioria dos acidentes registrados ao longo do período analisado, enquanto os registros sem manifestação local corresponderam a pequena parcela dos casos. Também foram observadas baixas proporções de registros classificados como ignorados ou não aplicáveis, indicando elevada frequência de sintomas locais entre os indivíduos atendidos.

Em relação à circunstância do acidente, verificou-se predomínio de ocorrências não relacionadas ao trabalho, enquanto os acidentes associados ao contexto laboral representaram pequena proporção das notificações. Os registros classificados como ignorados ou não aplicáveis também apresentaram frequência reduzida.

Quanto ao local anatômico da picada, observou-se maior frequência de acidentes envolvendo as extremidades corporais, com destaque para dedo da mão, mão, pé e dedo do pé. Em contrapartida, segmentos como perna, braço, tronco, coxa, cabeça e antebraço

apresentaram menor ocorrência de picadas. Os registros classificados como ignorados ou não aplicáveis permaneceram pouco frequentes.

A classificação clínica dos casos evidenciou predomínio de acidentes leves durante todo o período estudado. Os casos moderados corresponderam a uma parcela significativamente menor das notificações, enquanto os casos graves foram raramente observados. Registros classificados como ignorados ou não aplicáveis representaram pequena proporção dos casos.

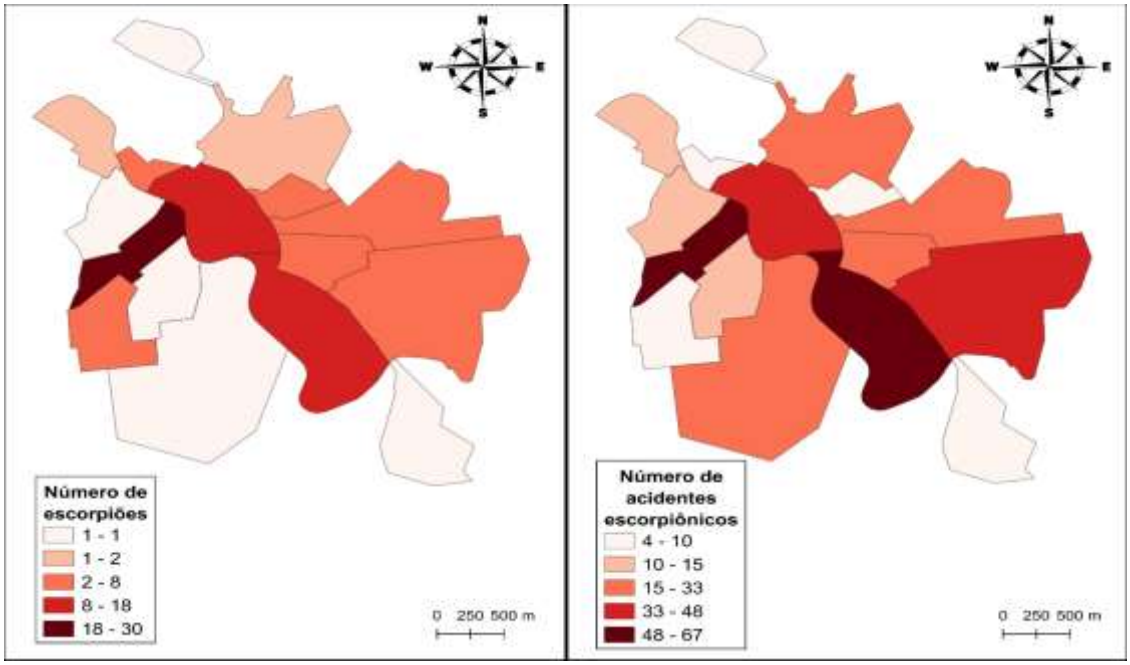
O intervalo de tempo entre a picada e o atendimento indicou predominância de assistência realizada entre zero e uma hora após o acidente, demonstrando acesso relativamente rápido aos serviços de saúde na maioria das ocorrências. Os demais intervalos de tempo apresentaram frequências inferiores, sendo observada pequena proporção de registros ignorados. Destaca-se, entretanto, aumento relativo da participação dos atendimentos realizados após 24 horas nos anos de 2022 e 2023, em comparação aos anos anteriores.

A evolução clínica demonstrou predominância de cura em todo o período analisado, com percentuais elevados e ausência de óbitos entre os casos notificados. Os registros classificados como não aplicáveis corresponderam a pequena parcela das notificações.

6.7 Distribuição espacial dos acidentes escorpiônicos

A análise da distribuição espacial evidenciou padrão heterogêneo entre os bairros ao longo do período de 2013 a 2023, com concentração em áreas específicas do território urbano (Figura 2). Os mapas temáticos por bairro demonstraram maior concentração de acidentes nos bairros Açudes, Lavapés e Centro, enquanto bairros localizados nas porções norte e sul do município apresentaram menores registros.

Figura 2 – Distribuição espacial do número de escorpiões (2025) e acidentes escorpiônicos (2013-2023) nos bairros de Bambuí, Minas Gerais.



Fonte: Autora (2026)

6.8 Relação entre a presença de escorpiões e a ocorrência de acidentes escorpiônicos

A relação entre a presença de escorpiões e a ocorrência de acidentes foi avaliada por meio da análise integrada dos dados de coleta ativa de espécimes e das notificações de acidentes, considerando a distribuição por bairros do município de Bambuí. As análises evidenciaram correspondência espacial entre bairros com maior número de escorpiões coletados e aqueles que apresentaram maior frequência de acidentes ao longo do período estudado.

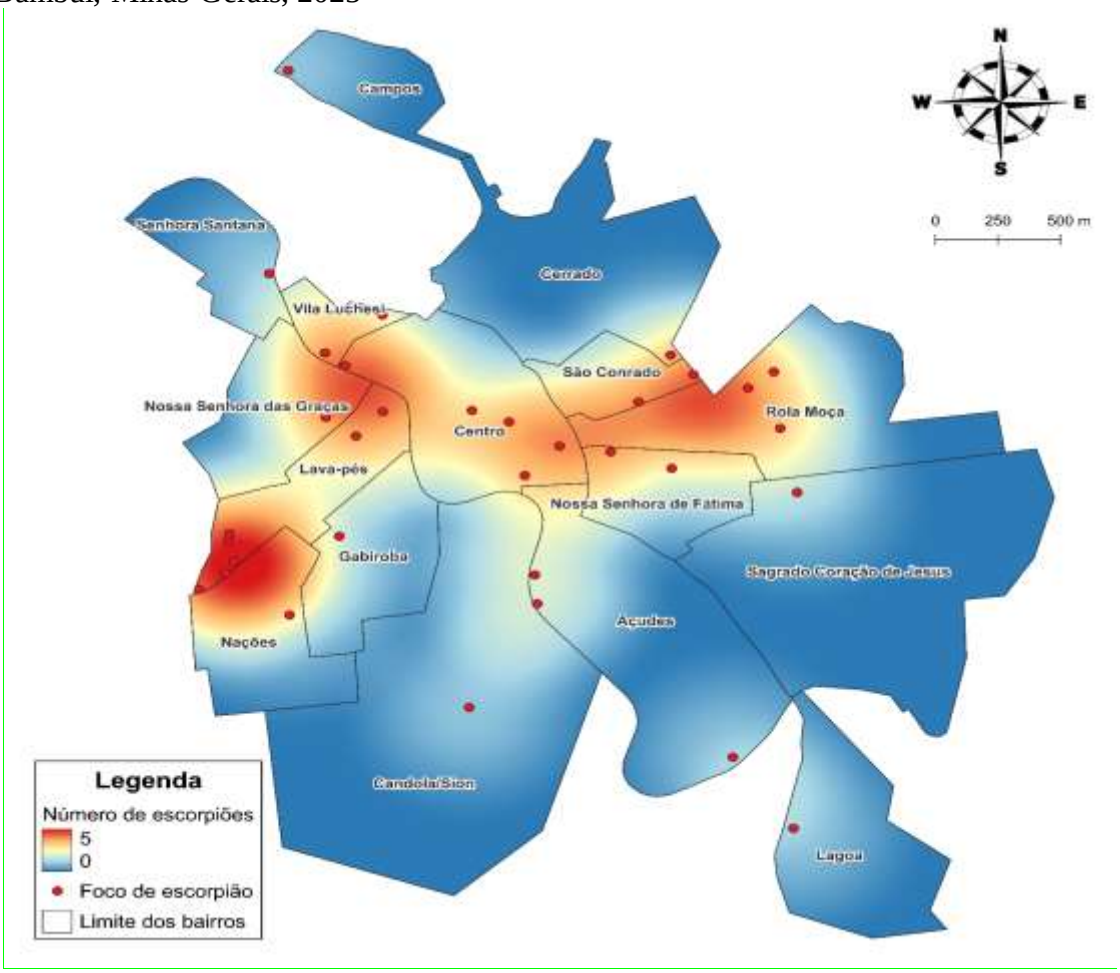
Os resultados espaciais indicaram maior concentração simultânea de escorpiões e de notificações de acidentes nos bairros Açudes, Lavapés e Centro, enquanto bairros situados nas porções norte e sul do município apresentaram menores registros relativos de acidentes e menor número de espécimes coletados. Esse padrão reforça a heterogeneidade intraurbana da distribuição do vetor e do agravo.

A sobreposição das representações espaciais demonstrou concordância entre as áreas de maior densidade de escorpiões e as áreas com maior número de acidentes notificados. Esses padrões estão representados nas Figuras 2 e 3, que ilustram de forma complementar a distribuição espacial dos dois fenômenos:

A Figura 2, anteriormente apresentada, retrata a distribuição espacial dos acidentes e do número de escorpiões por bairro, enquanto a Figura 3, abaixo, evidencia

as áreas de maior concentração de escorpiões identificadas pelo estimador de densidade de Kernel, destacando núcleos espaciais mais intensos nos bairros com maior carga de registros.

Figura 3 – Mapa de calor da concentração de escorpiões encontrados nos bairros de Bambuí, Minas Gerais, 2025



Fonte: Autora (2026)

Adicionalmente, a análise quantitativa agregada por bairro indicou associação estatisticamente significativa entre o número de escorpiões encontrados e o número de ocorrências, conforme já apresentado na Tabela 2. Esse resultado sustenta quantitativamente o padrão observado nos mapas, indicando que a maior presença do vetor se associa a maior ocorrência do agravo no território urbano.

A análise conjunta dos mapas de distribuição dos acidentes escorpiônicos e dos espécimes coletados demonstrou sobreposição parcial entre áreas de maior incidência e locais com registro do vetor. Embora não tenha sido observada correspondência espacial completa, alguns dos bairros com maior concentração de escorpiões coincidiram com

áreas de elevada ocorrência de acidentes, sugerindo influência da presença do vetor na dinâmica local do agravo.

7 DISCUSSÃO

Os resultados reunidos neste estudo sustentam que o escorpionismo em Bambuí deve ser interpretado como um agravo urbano cuja dinâmica se organiza pela interação entre território, ecologia do vetor e vulnerabilidades socioambientais. Essa leitura se apoia em três eixos convergentes apresentados nos Resultados: (i) comportamento temporal com incremento municipal e heterogeneidade intraurbana, (ii) estrutura espacial com concentração de casos em bairros específicos e evidência de aglomerados, e (iii) presença observada de escorpiões no território urbano, com padrão de concentração compatível com as áreas de maior ocorrência do agravo.

A ecologia sinantrópica do *Tityus serrulatus* oferece um enquadramento explicativo consistente para esses padrões. Lourenço (2018; 2022) descreve uma espécie de alta plasticidade ecológica, reprodução partenogenética e capacidade de colonização de *micro-habitats* urbanos. Dessa forma, a presença do escorpião em todos os bairros e a concentração em áreas específicas do espaço urbano, identificada pela coleta ativa e pela densidade estimada, são compatíveis com uma espécie que se beneficia de abrigos, descontinuidades estruturais, acúmulo de materiais e disponibilidade de presas elementos cuja distribuição costuma ser territorialmente desigual dentro das cidades.

A heterogeneidade entre bairros observada na análise temporal, com crescimento em parte do território e comportamento estacionário em outros, reforça que a dinâmica do agravo não pode ser atribuída apenas à variabilidade aleatória. Em contextos urbanos, diferenças locais de infraestrutura, organização do peridomicílio e manejo de resíduos tendem a produzir microambientes com condições muito distintas para abrigo e circulação do vetor. Essa interpretação se alinha às evidências descritas em análises municipais e estaduais realizadas em Minas Gerais, que apontam incremento das notificações, expansão territorial do escorpionismo e importante heterogeneidade na distribuição do agravo (MOTA et al., 2022; ORNELAS et al., 2023). Importa observar que a identificação de bairros com comportamento temporal distinto indica que o risco é "produzido" de forma diferenciada no território, o que, do ponto de vista epidemiológico, dá suporte a abordagens mais finas de vigilância.

A análise espacial agrega densidade interpretativa ao evidenciar que a distribuição não é aleatória e que há persistência territorial do agravo. Em termos conceituais, mapear não é apenas "mostrar onde ocorre", mas reconhecer padrões e produzir hipóteses plausíveis sobre processos subjacentes fundamento clássico da análise espacial em saúde (CÂMARA, 2004; BAILEY; GATRELL, 1995). A coincidência entre áreas com maior ocorrência de acidentes e áreas com maior concentração de escorpiões, observada pela leitura integrada dos mapas (incluindo Kernel) e pelos resultados da coleta ativa, aproxima o fenômeno notificado do fenômeno ecológico, reduzindo a dependência exclusiva do sistema de notificação como indicador indireto de presença do vetor. Achados cartográficos dessa natureza são coerentes com a literatura recente que aplica abordagens espaciais das ocorrências e ressalta o valor operacional de *hotspots* para vigilância e controle (GARDIM et al., 2023).

A dimensão climática aparece no estudo como componente de modulação temporal, e a redação deve manter essa natureza: nos resultados, há indicação de variação periódica em análise que incorpora seno e cosseno, além de correlação estatisticamente significativa com temperatura. Isso é suficiente para discutir sazonalidade como padrão compatível com flutuação cíclica, sem transformá-la em determinante único. A literatura sustenta biologicamente a plausibilidade desse achado, ao relacionar períodos mais quentes ao aumento da atividade locomotora, alimentar e reprodutiva de T. serrulatus (LUZARDO et al., 2017; HARA et al., 2025). Achados semelhantes foram observados por Guerra et al. (2008), que identificaram maior ocorrência de acidentes escorpiônicos nos meses mais quentes e úmidos em Minas Gerais, associando esse padrão ao aumento da atividade da espécie em períodos favoráveis à reprodução e dispersão. Ainda assim, os resultados do presente estudo reforçam que a sazonalidade tende a se expressar sobre um território previamente favorável à manutenção do vetor, remetendo novamente aos componentes estruturais do ambiente urbano (LOURENÇO, 2018; 2022).

As correlações socioambientais por bairro aprofundam a compreensão do território como produtor de risco ao indicar sobreposição de variáveis de urbanização e de fragilidades estruturais (saneamento, água e resíduos). A presença de correlações entre indicadores de precariedade sugere que as vulnerabilidades não se distribuem de forma isolada. Achados semelhantes foram observados por Santos (2025) em Uberlândia (MG), onde a distribuição territorial das ocorrências relacionadas ao escorpionismo apresentou concentração em áreas caracterizadas por maior vulnerabilidade socioambiental, reforçando a influência das desigualdades urbanas na manutenção do agravo. Essa

interpretação é coerente com trabalhos que discutem a ligação entre infraestrutura urbana deficiente, microambientes favoráveis ao escorpião e manutenção do agravo (ALMEIDA et al., 2021; LACERDA et al., 2022). No mesmo plano, a associação entre número de escorpiões encontrados e número de acidentes por bairro, apresentada nos resultados como correlação, deve ser discutida como evidência de coerência ecológica e espacial, evitando extrapolações causais que o desenho do estudo não se propõe a testar.

A caracterização epidemiológica dos casos foi consistente com o padrão descrito na literatura nacional e estadual, marcado pelo predomínio de acidentes de baixa gravidade, ocorrência em área urbana, acometimento de extremidades corporais, baixa relação com atividade laboral e elevada proporção de cura (MOTA et al., 2022; NUNES et al., 2022). Em Patrocínio (MG), Ferreira et al. (2020) também observaram predomínio de casos leves, elevada frequência de cura e crescimento das notificações ao longo do tempo, reforçando a persistência do escorpionismo como importante problema de saúde pública em municípios do interior mineiro. De forma complementar, Guerra et al. (2008) demonstraram que, embora a maioria dos casos apresente evolução favorável, o atraso no atendimento está associado ao aumento do risco de desfechos graves, ressaltando a importância do acesso oportuno aos serviços de saúde.

Esse perfil não diminui a relevância dos acidentes; ao contrário, o que se destaca é seu potencial de gerar demanda contínua aos serviços, requerer vigilância constante e produzir pressão intersetorial por medidas ambientais sustentadas. Nesse ponto, a interpretação do escorpionismo como agravo urbano persistente é convergente com orientações de saúde pública enfatizadas em documentos recentes do Ministério da Saúde (BRASIL, 2025).

As limitações relativas a variáveis classificadas como “ignorado” no SINAN devem ser explicitadas como característica do dado secundário, especialmente quando se pretende relacionar perfil sociodemográfico e elementos do atendimento. Entretanto, a presença de uma dimensão ecológica observacional (coleta ativa) e a convergência entre padrões temporais e espaciais oferecem uma base interpretativa sólida, desde que se mantenha prudência sobre causalidade e sobre generalizações para além do território estudado.

Por fim, reforçamos uma implicação central: o enfrentamento depende de um adequado conhecimento territorial e uma efetiva integração intersetorial, porque o fenômeno se ancora em microambientes urbanos. Mais do que uma resposta centrada no evento clínico, os achados dialogam com a necessidade de ações coordenadas entre

vigilância, saneamento, manejo de resíduos e educação em saúde, pontos já bem consolidados na literatura e nas diretrizes nacionais (BRASIL, 2025). O valor do estudo, nesse sentido, está em mostrar como esses elementos se articulam em uma cidade desse porte, com evidências empíricas que aproximam vetor e ocorrência do agravo no mesmo território.

8 CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que o escorpionismo em Bambuí constitui um agravo crescente e territorialmente heterogêneo, com concentração de casos em bairros específicos e distribuição espacial compatível com a presença do vetor no ambiente urbano. A tendência temporal ascendente observada no município, associada à identificação de áreas prioritárias e à correlação entre ocorrência de acidentes, presença de escorpiões e indicadores socioambientais, evidencia a influência das condições territoriais na manutenção do agravo.

A integração entre análises temporais, espaciais, ambientais e entomológicas permitiu ampliar a compreensão da dinâmica local do escorpionismo, demonstrando que sua ocorrência não se distribui de forma aleatória no território. Esses achados reforçam a importância da articulação entre vigilância epidemiológica e ambiental para o planejamento de ações preventivas e estratégias de controle direcionadas às áreas de maior risco.

Por fim, o estudo fornece subsídios para o fortalecimento das políticas locais de vigilância e controle, contribuindo para a identificação de territórios prioritários e para a adoção de intervenções mais eficientes na redução da exposição da população ao risco escorpiônico.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. S. et al. Indicadores de saneamento básico e sua relação com o escorpionismo em Minas Gerais. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 55, 2021.

BAILEY, Trevor C.; GATRELL, Anthony C. *Interactive spatial data analysis*. Harlow: Longman, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Boletim epidemiológico: acidentes por animais peçonhentos no Brasil*. Brasília: Ministério da Saúde, 2025.

CÂMARA, Gilberto; CARVALHO, Marilia Sá; DRUCK, Suzana; MONTEIRO, Antonio Miguel. *Análise espacial de dados geográficos*. Brasília: EMBRAPA, 2004.

FERREIRA, Isadora Caixeta da Silveira; BORGES, Guilherme Henrique. PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DOS ACIDENTES CAUSADOS POR ANIMAIS PEÇONHENTOS NO MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO, MINAS GERAIS: RETRATO DE UMA DÉCADA. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, *[S. l.]*, v. 10, n. 4, 2020. DOI: 10.17058/reci.v10i4.14694. Disponível em: https://seer.unisc.br/index.php/epidemiologia/article/view/14694. Acesso em: 22 fev. 2026.

GARDIM, S. et al. Spatial analysis of scorpion accidents and environmental determinants in Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Basel, v. 20, 2023.

GUERRA, Cláudia MN et al. Análise de variáveis relacionadas à evolução letal do escorpionismo em crianças e adolescentes no estado de Minas Gerais no período de 2001 a 2005. **Jornal de Pediatria**, v. 84, n. 6, p. 509-515, 2008.

HARA, A. T. et al. Seasonal and temperature influence on scorpion activity and envenomation in tropical regions. *Acta Tropica*, Amsterdam, v. 250, 2025.

LACERDA, A. C. et al. Indicadores socioambientais associados ao escorpionismo em áreas urbanas de Minas Gerais. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 38, n. 9, 2022.

LOURENÇO, Wilson R. *Scorpions of Brazil*. Paris: IRD Éditions, 2018.

LOURENÇO, Wilson R. Ecological notes on Brazilian scorpions with emphasis on urban species. *Zoosystema*, Paris, v. 44, 2022.

LUZARDO, F. et al. Climatic factors influencing scorpion activity and envenomation in Brazil. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 50, n. 3, 2017.

MOTA, Ana Laíza Ferreira et al. Análise epidemiológica dos acidentes por escorpiões em um município do Triângulo Mineiro. *Revista de Medicina de Ribeirão Preto*, Ribeirão Preto, v. 55, 2022.

NUNES, Márcia Luana Correia et al. Acidentes com animais peçonhentos no Brasil: uma revisão integrativa. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, Umuarama, v. 26, n. 2, p. 147-157, 2022.

ORNELAS, R. C. et al. *Scorpion Stings in Minas Gerais (Brazil): A Monocentric Retrospective Study Evaluating All Envenoming Cases of Local Scorpionism*. **Wilderness & Environmental Medicine**, v. 34, n. 4, p. 442–450, 2023.

SANTOS, L. P. *Escorpionismo na área urbana de Uberlândia-MG: estudo das características epidemiológicas e das ações de vigilância*. Dissertação (Mestrado Profissional em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2025

FORMULÁRIO DE DESCRIÇÃO DO(S) PRODUTO(S) TÉCNICO(S)/TECNOLÓGICO(S)

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.

GESTORES DO IFMG:

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 INOVAÇÃO, PESQUISA 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

COORDENADORA DO MPSTA/IFMG BAMBUÍ – Prof. Dra. Ana Cardoso Clemente Ferreira Filha de Paula

AUTORES

Mayra Thais Menezes (Aluno/a)

Simone Magela Moreira (orientador/a)

IMAGENS

Catalogação - Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

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

1. APRESENTAÇÃO

O produto desenvolvido trata-se de um aplicativo, concebido como parte do produto técnico do Programa de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental do IFMG – Campus Bambuí, pertencente 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" (MAMEDE, 2023).

O desenvolvimento partiu de um estudo aprofundado no SINAN – ANIM (Acidentes por Animais Peçonhentos) sobre os fluxos de notificação de acidentes escorpiônicos no município de Bambuí, aliado à identificação da necessidade de uma ferramenta prática para ampliar a participação da população na vigilância ambiental. As funcionalidades foram definidas de forma colaborativa, visando tanto à eficiência do registro dos dados quanto à facilidade de acesso por usuários não especializados.

Durante o processo, foram considerados princípios de sustentabilidade tecnológica, segurança da informação e acessibilidade. O aplicativo foi pensado não apenas como um meio de coleta de dados, mas também como uma ferramenta educativa para conscientizar a população sobre a importância do controle de escorpiões no ambiente urbano.

Sua criação envolveu a utilização da plataforma Flutter, uma tecnologia moderna para o desenvolvimento de aplicativos móveis multiplataforma (Android e iOS), com programação na linguagem JavaScript. O projeto foi estruturado para garantir usabilidade intuitiva e integração com serviços de geolocalização e armazenamento em nuvem, utilizando o Firebase como backend.

O aplicativo, denominado EscorpMap®, registrado no INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial pelo nº de processo BR512025000641-1 (Anexo 1), funciona de maneira simples e prática, visando facilitar o processo de notificação de escorpiões e acidentes escorpiônicos pela população. Ao acessar o aplicativo, o usuário realiza um cadastro rápido, podendo também utilizar o login via Google. Essa etapa é importante para garantir a autenticidade e a segurança dos dados enviados. Após o login, o usuário é direcionado à tela inicial, onde encontra as principais opções para notificar avistamentos de escorpiões, reportar acidentes e consultar orientações preventivas.

Para registrar uma notificação, o usuário preenche um formulário que coleta informações essenciais, como a localização automática via GPS, uma descrição do evento, a possibilidade de enviar uma fotografia do escorpião ou do local do acidente, além de dados adicionais como horário e gravidade do evento. As informações são registradas em tempo real e associadas a um mapa interativo, permitindo a visualização das áreas com maior incidência de ocorrências.

O aplicativo também oferece uma seção educativa, onde o usuário pode acessar informações importantes sobre prevenção de acidentes, primeiros socorros e cuidados com o ambiente domiciliar, fortalecendo a conscientização da população sobre o tema.

As notificações enviadas pelos usuários são armazenadas em um banco de dados seguro e ficam disponíveis para acesso pela equipe da Secretaria Municipal de Saúde, possibilitando ações de controle vetorial mais rápidas e direcionadas, além do desenvolvimento de campanhas de educação em saúde pública.

Os testes do aplicativo foram conduzidos em uma fase de validação inicial, com foco na verificação da funcionalidade, usabilidade e integração dos dados enviados pelos usuários com o banco de dados gerenciado pela equipe de desenvolvimento. Durante essa etapa, utilizou-se um grupo piloto composto por voluntários, que simularam tanto avistamentos quanto acidentes escorpiônicos, preenchendo os formulários, enviando fotos e utilizando o recurso de geolocalização.

O aplicativo demonstrou um desempenho satisfatório, com envio de informações em tempo real, precisão na identificação da localização dos eventos e facilidade de uso relatada pelos participantes. Os testes também permitiram ajustes finos na interface para torná-la ainda mais intuitiva e acessível, especialmente para usuários que não têm familiaridade com tecnologia.

Na prática, o sistema se mostrou eficaz como ferramenta de apoio à vigilância epidemiológica, permitindo que os dados coletados fossem organizados de forma estruturada e visualizados em mapas de calor, o que facilita a tomada de decisão pelas autoridades de saúde. A expectativa é que, com o lançamento oficial e a adesão da população, a eficácia do aplicativo seja ainda mais fortalecida, promovendo uma resposta mais rápida às ocorrências e contribuindo para estratégias mais eficientes de controle de escorpiões no município.

O desenvolvimento deste aplicativo representa uma importante inovação no campo da vigilância ambiental e da promoção da saúde pública no município de Bambuí-MG. O projeto surgiu da necessidade de criar uma ponte entre a população, a Secretaria

Municipal de Saúde e o setor de Epidemiologia, oferecendo uma ferramenta tecnológica que permite o registro rápido e seguro dos avistamentos e acidentes causados por escorpiões. Ao reunir essas informações de forma estruturada e georreferenciada, o aplicativo possibilita que o município tome decisões mais assertivas, implemente medidas de controle mais eficazes e promova campanhas educativas direcionadas à realidade local.

Levando em consideração que a notificação constitui uma medida adotada para "sistematizar alguns dados de modo a possibilitar o reconhecimento de cenários, o resultado de medidas implementadas ao longo de um determinado período de tempo e outras análises que geram informação e conhecimento" (BRASIL, 2015), propõe-se, como Produto Técnico do Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, a elaboração de um instrumento que utilize notificações padronizadas para subsidiar a análise e o planejamento de ações ambientais e de saúde pública: a) Desenvolvimento e registro de um aplicativo para dispositivos móveis que auxilie na notificação de ocorrências e na difusão do conhecimento sobre manejo ambiental e estratégias de prevenção, contribuindo para a redução da presença de escorpiões e da incidência de acidentes escorpiônicos no município de Bambuí.

Mais do que um produto tecnológico, o aplicativo materializa a proposta de aproximar o conhecimento científico da prática social, fomentando a participação ativa da comunidade no enfrentamento de um problema de saúde pública que afeta muitas cidades brasileiras. Trata-se de uma iniciativa que integra tecnologia, ciência cidadã e responsabilidade socioambiental, em consonância com os princípios da sustentabilidade.

1.1 Introdução ao manual do usuário do aplicativo EscorpMap®

O EscorpMap® é um aplicativo desenvolvido como produto técnico do Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, com o objetivo de integrar tecnologia e vigilância ambiental no enfrentamento dos acidentes escorpiônicos. Seu design privilegia a usabilidade, a simplicidade e a educação em saúde, permitindo que qualquer cidadão possa registrar avistamentos de escorpiões, notificar acidentes em tempo real e acessar informações preventivas.

Este manual foi elaborado para orientar os usuários no passo a passo do aplicativo, apresentando de forma ilustrada cada tela e funcionalidade. Nele, é possível compreender desde o acesso inicial e criação de conta, passando pelos fluxos de emergência e registro de avistamentos, até a visualização do mapa de casos e a consulta ao conteúdo educativo.

A utilização correta do aplicativo contribui para fortalecer a vigilância epidemiológica, possibilitar respostas mais rápidas das autoridades de saúde, ampliar a participação comunitária e, consequentemente, reduzir os riscos à saúde pública. Este guia, portanto, é um instrumento de apoio fundamental para usuários e profissionais interessados em compreender e aplicar as funcionalidades do EscorpMap®.

1.2 Guia do Usuário - (EscorpMap)

Após divulgação nas plataformas de download da Google Play Store e em breve na *Apple Store*, o usuário poderá fazer o download do aplicativo, através do link: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.escorpmap.escorpmapandroid, e em seguida efetuar seu cadastro conforme tela 1, após cadastrado será apresentado a tela inicial, onde haverá as opções de "Emergência", "Registro de avistamento, "Mapas de casos e "Como se proteger" demonstrado na Tela 2.

Tela 1: Login: informe E-mail e Senha e toque em ENTRAR. Você pode criar uma nova conta ou continuar com a conta da Google. Para recuperar acesso, use 'Esqueceu a senha?'



Tela 2: Home: escolha um card - Emergência! Registro de avistamento, Mapa de casos ou Como me proteger?



Em caso de emergências, ou seja, se houver a picada pelo escorpião, no aplicativo o usuário poderá selecionar o local de picada apresentado na tela 3 e tela 4, se procurou assistência médica e quais possíveis locais há perto de onde ele mora conforme tela 5, em seguida, após registrar a ocorrência, o usuário pode selecionar a opção “Ligar para emergência” ou “Mostrar UBS mais próximas” de seu local no mapa.

Tela 3: Emergência (1/3): escolha a parte do corpo picada, informe se procurou assistência médica e selecione um ponto de referência. Toque em 'Registrar Emergência'



Tela 4: Emergência (2/3): lista da parte do corpo (ex.: Mão, Braço, Perna, Pé, Cabeça, etc.)



:

Tela 5: Emergência (3/3): pontos de referência (Lote Vago, Cemitério, Depósito de Entulho, Linha de Trem, Ferro Velho, Área de Mata, Rio, etc.). Atalhos: 'Ligar para Emergência' e 'Mostrar UBS mais próximas'.



Para casos de apenas avistamentos, o usuário pode anexar uma imagem de onde o escorpião foi visto como mostra na Tela 6, em seguida selecionar mais uma vez locais próximos da sua residência demonstrado na tela 7, após isso, ele deverá selecionar no aplicativo o escorpião que mais se parece com o que ele viu e em seguida finalizar o avistamento,

Tela 6: Avistamento (1/2): anexe a Foto do local e selecione a imagem que se assemelha ao escorpião observado.

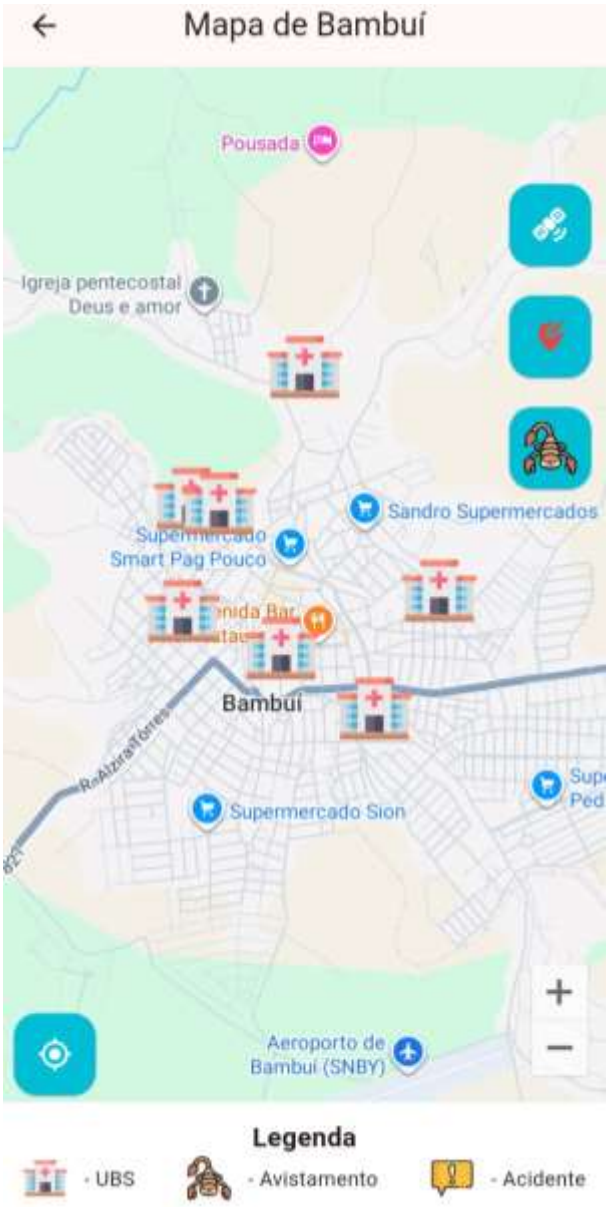


Tela 7*:* Avistamento (2/2): escolha o ponto de referência (Lote Vago, Cemitério, Depósito de Entulho, Linha de Trem, etc.) em seguida selecione qual escorpião mais parece com o visualizado e envie.

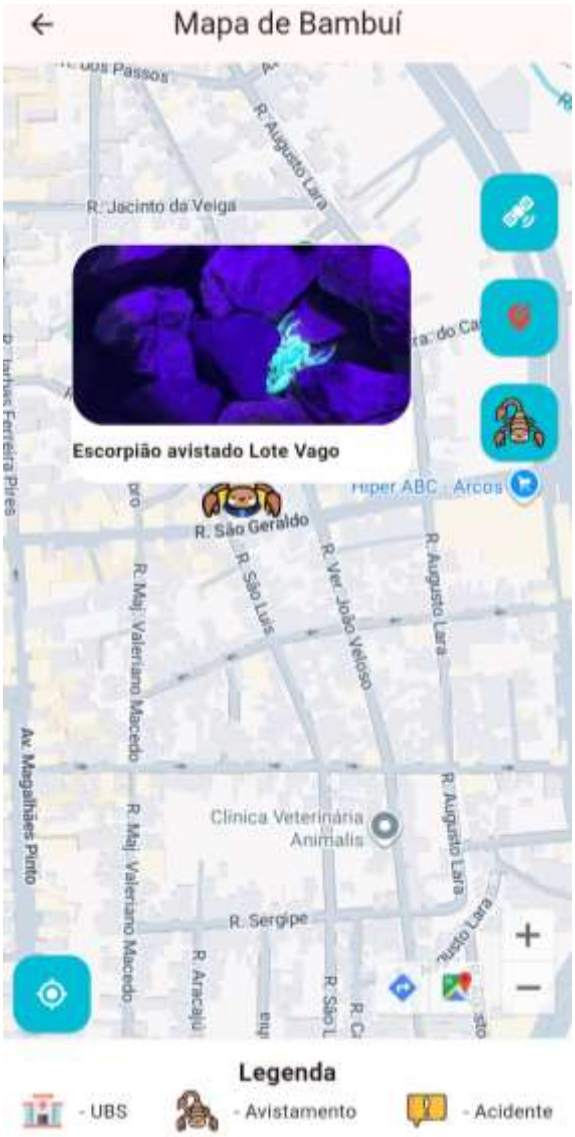


Os avistamentos, as UBS e as notificações de acidentes poderão ser visualizados em tempo real no mapa da cidade como mostra a tela 8, podendo usar o filtro para ver somente avistamentos e/ou acidentes, demonstrado no teste realizado pela figura 9.

Tela 8: Avistamentos, acidentes e UBS em tempo real no mapa.



Tela 9: Demonstração de teste de avistamento realizado no aplicativo e sua visualização no mapa.



Ainda dentro do aplicativo é possível o usuário ter acesso a informação rápida e didática de como se prevenir contra escorpiões e como proceder em casos de acidentes.

1.3 Funcionalidades do aplicativo

Dada a complexidade envolvida na concepção de produtos técnico-tecnológicos voltados à vigilância em saúde, a organização das funcionalidades esperadas em uma estrutura tabular é uma etapa estratégica fundamental. Essa sistematização permite explicitar, de forma clara e objetiva, as capacidades do aplicativo proposto, seus módulos operacionais, os perfis de usuários envolvidos e as tecnologias previstas para sua implementação. Além de facilitar a comunicação entre pesquisadores, desenvolvedores e

gestores, a tabela abaixo (Tabela 1) serve como base para futuras etapas de prototipagem, validação junto aos usuários finais e avaliação de impacto. No caso do EscorpMap®, essa abordagem é essencial para assegurar que o aplicativo atenda simultaneamente às demandas de notificação, prevenção e gestão territorial do escorpionismo em contextos urbanos vulneráveis.

Tabela 3: Funcionalidades, módulos e públicos-alvo do aplicativo EscorpMap®

Módulo	Funcionalidade	Usuário-Alvo	Tecnologia Prevista
Registro de Ocorrência	Enviar notificação de acidente escorpiônico com geolocalização	População geral / ACS	Formulário + GPS
Registro de Escorpiões	Reportar presença de escorpiões com foto e localização	População / agentes de campo	Upload + GPS + banco de imagens
Mapa Interativo	Visualizar pontos quentes de acidentes e presença do vetor	Todos	API de mapas (ex: Leaflet, MapBox)
Educação e Prevenção	Acesso a materiais educativos sobre manejo ambiental e primeiros socorros	Todos	Repositório de mídias e textos
Painel de Vigilância Técnica	Acesso restrito a dados estatísticos e alertas para gestores municipais	Vigilância em saúde	Dashboard web (BI embarcado ou nativo)
Canal de Comunicação	Suporte para dúvidas e alertas sobre riscos específicos na cidade	Todos	Chatbot / canal direto com SMS
Sistema de Notificação	Envio automático de alertas baseados em acúmulo de casos por bairro ou período	Todos / SMS / Vigilância	Gatilhos automáticos + e-mail/app push

1.4 Descrição dos dados que alimentam o aplicativo

O funcionamento eficiente de um aplicativo de vigilância territorial em saúde depende da definição prévia e sistemática das fontes de dados que o alimentarão. No caso

do EscorpMap®, a integração entre registros populacionais, bases oficiais (como o SINAN), dados ambientais e informações captadas em campo visa garantir a robustez e a atualidade das análises e visualizações georreferenciadas. A seguir, apresenta-se a tabela com a descrição das principais fontes de dados, o tipo de informação esperada, o formato de entrada e a periodicidade de atualização, compondo a estrutura informacional que sustentará o sistema (Tabela 2):

Tabela 4: Principais fontes de dados do aplicativo EscorpMap®

Origem do Dado	Tipo de Dado	Formato / Atualização
Usuário final (população)	Localização da ocorrência, data, foto (opcional), bairro, tipo de evento (picada ou visualização)	Entrada contínua via formulário
SINAN / SMS local	Dados históricos de acidentes (data, bairro, sexo, idade, classificação do caso, evolução)	Importação via planilha atualizada
Coleta ativa (pesquisadores)	Geolocalização de escorpiões capturados, espécie (se identificada), condições do local	Upload quinzenal
IBGE / Censo / GeoIFMG	Camadas de dados: densidade, IDHM, saneamento, área urbanizada, resíduos sólidos	Carga inicial, atualização anual
Meteorologia (opcional)	Temperatura, chuvas (sazonalidade dos acidentes)	API externa ou planilha integrada
Sistema de Alertas	Regras de gatilho: ≥3 casos por semana no mesmo bairro, por exemplo	Atualização automática

2. OBJETIVO(S)

Objetivo da Pesquisa

( ) Experimental

(X) Solução de um problema previamente identificado

( ) Sem foco de aplicação inicialmente definido

Demanda

(X) Espontânea
( ) Contratada
( ) Por concorrência

3. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO TÉCNICO/TECNOLÓGICO (PTT)

3.1 Complexidade, vantagens, limitações e nível de complexidade (alta, média, baixa)

A proposta apresenta complexidade média, uma vez que envolve a integração de diferentes funcionalidades, como georreferenciamento, banco de dados estruturado e uma interface amigável capaz de atender usuários com distintos níveis de familiaridade tecnológica. Entre as principais vantagens, destacam-se a facilidade de uso, a contribuição direta para a promoção da saúde pública e a possibilidade de mapeamento em tempo real de áreas de risco, favorecendo intervenções mais rápidas e direcionadas. Entretanto, algumas limitações devem ser consideradas, como a dependência de acesso à internet para pleno funcionamento, a necessidade de manutenção e atualizações periódicas do sistema e a possível resistência inicial por parte do público-alvo mais idoso ou com menor familiaridade com recursos tecnológicos.

3.2 A qual linha de pesquisa do MPSTA o produto atende?

O aplicativo atende à linha de pesquisa em saúde pública e vigilância epidemiológica, pois propõe uma solução tecnológica que contribui para a coleta de dados epidemiológicos relacionados aos acidentes escorpiônicos. Ele integra informações para conscientização da população e mapeamento de ocorrências, fortalecendo o monitoramento ambiental e a educação em saúde. A aderência ocorre ao facilitar a interação entre usuários e gestores de saúde, disponibilizando dados georreferenciados e orientações imediatas.

3.3 Qual o projeto de pesquisa o ptt pode ser vinculado?

O Produto Técnico-Tecnológico pode ser vinculado ao projeto de pesquisa da linha "Saúde Pública e Sustentabilidade", uma vez que o aplicativo proposto dialoga diretamente com os objetivos dessa linha ao integrar tecnologia, vigilância epidemiológica e educação em saúde. O PTT contribui para a produção de uma ferramenta tecnológica aplicada, voltada à prevenção, monitoramento e manejo de acidentes escorpiônicos, tema que se insere no contexto das problemáticas socioambientais e sanitárias contemporâneas.

Além disso, o aplicativo fortalece ações de vigilância em saúde ao possibilitar o registro georreferenciado de ocorrências, a sistematização de dados epidemiológicos e a disponibilização de orientações à população. Dessa forma, o PTT atua como instrumento de apoio à gestão pública e à promoção da saúde, contribuindo para a redução de riscos associados aos acidentes escorpiônicos e para o planejamento de estratégias preventivas baseadas em evidências.

A proposta também se alinha aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, especialmente ao ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), ao promover prevenção e acesso à informação qualificada; ao ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ao colaborar com o mapeamento de áreas de risco e subsidiar políticas públicas locais; e ao ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ao desenvolver uma solução tecnológica inovadora que fortalece a infraestrutura digital de apoio à vigilância epidemiológica e à gestão em saúde pública**.**

3.4 Qual o caráter inovador?

( ) **Alto -** Desenvolvimento com base em conhecimento inédito
(X) **Médio** - Combinação de conhecimentos pré-estabelecidos
( ) **Baixo** - Adaptação de conhecimento existente
( ) Sem inovação aparente

3.5 Para qual público-alvo (situação) ele é indicado? o que ele visa oferecer a este público?

O público-alvo do aplicativo compreende a população geral residente em áreas de risco para acidentes escorpiônicos, bem como profissionais de saúde e agentes comunitários envolvidos em ações de prevenção e controle. Também se destina a gestores públicos responsáveis por estratégias de vigilância e saúde. A ferramenta oferece orientações práticas à população, disponibiliza um canal para registro de avistamentos e acidentes, fornece suporte em situações emergenciais e contribui para o planejamento de políticas públicas fundamentadas em dados sistematizados.

3.6 Abrangência territorial

O aplicativo apresenta abrangência territorial ampla, onde pode ser utilizado em âmbito local, regional e nacional. Por ser desenvolvido em *Flutter* e disponibilizado na plataforma *Google Play Store* e em breve na *Apple Store*, seu acesso não depende da localização geográfica dos usuários, o que permite o seu uso em diferentes localidades do país.

3.7 Quando/onde ele poderá ou deverá ser utilizado? Caracterize se seu uso será potencial ou imediato/real.

Com base nas características apresentadas, o aplicativo poderá ser utilizado de forma contínua em municípios ou regiões com incidência de acidentes escorpiônicos, especialmente em áreas urbanas com condições ambientais favoráveis à ocorrência desses eventos. Seu uso é indicado tanto para ações preventivas, por meio da educação em saúde e orientação à população, quanto para o registro e monitoramento de casos, subsidiando a vigilância epidemiológica.

O público de aplicação inclui moradores de áreas de risco, profissionais da saúde, agentes comunitários e gestores públicos. Trata-se de uma ferramenta com potencial de uso imediato e real, desde que implementada e disponibilizada, pois sua estrutura funcional permite aplicabilidade direta na prevenção, no registro georreferenciado de ocorrências e no apoio à tomada de decisão em saúde pública.

4. IMPACTO

4.1 Qual a área impactada pela produção?

(X) Ambiental
(X) Social
( ) Econômica
(X) Saúde
(X) Ensino
( ) Cultural
(X) Científica
(X) Aprendizagem

4.2 Qual o setor da sociedade beneficiado pelo impacto? (escolha uma das opções abaixo)

( ) Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura
( ) Indústrias de transformação
( ) Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação
( ) Construção
( ) Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas
( ) Transporte, armazenamento e correio
( ) Alojamento e alimentação
(X) Informação e comunicação
( ) Atividade financeiras, de seguros e serviços relacionados
( ) Atividades imobiliárias
( ) Atividades profissionais, científicas e técnicas
( ) Atividades administrativas e serviços complementares
( ) Administração pública, defesa e seguridade social
(X) Educação
( ) Saúde humana e serviços sociais
( ) Artes, cultura, esporte e recreação
( ) Outras atividades de serviços
( ) Serviços domésticos
( ) Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais
( ) Indústrias extrativas
( ) Eletricidade e gás

4.3 Qual o tipo de impacto?

( ) Real
(X) Potencial

Apresente justificativas para sua indicação.

O EscorpMap® já está disponível na Play Store e será operado em regime piloto local, com interoperabilidade (CSV/JSON/API) para e-SUS VS/SINAN, política de anonimização e controle de perfis. Haverá manual do usuário, plano de suporte e versionamento de software. O comitê local (SMS, Vigilância, TI) acompanhará indicadores operacionais e proporá ajustes. Com isso, o aplicativo se mantém aderente às diretrizes da Vigilância em Saúde e pronto para consolidação e expansão após a fase de qualificação.

4.4 Qual o nível do impacto (alto, médio, baixo)?

( ) Alto
(X) Médio
( ) Baixo

4.5 Descrição do impacto (justificar a escolha da área mais impactada)

O impacto do Produto Técnico-Tecnológico pode ser analisado em três dimensões principais:

● Sanitária: contribui para a prevenção e redução de acidentes escorpiônicos por meio da disseminação de informações qualificadas, do registro georreferenciado de ocorrências e do apoio à vigilância epidemiológica, favorecendo intervenções mais rápidas e direcionadas.

● Social: amplia o acesso da população a orientações seguras e baseadas em evidências, fortalece a participação comunitária no monitoramento ambiental e promove maior conscientização sobre riscos e medidas preventivas, especialmente em áreas vulneráveis.

● Científica e tecnológica: estimula a produção de dados sistematizados que podem subsidiar pesquisas futuras sobre distribuição espacial, determinantes ambientais e

estratégias de controle, além de consolidar o uso de soluções digitais como instrumentos de apoio à gestão em saúde pública, em consonância com a orientação da CAPES de que o PTT deve gerar efeitos concretos e duradouros na sociedade.

4.6 Qual o estágio da tecnologia

(X) Piloto/protótipo
( ) Finalizado/implantado
( ) Em teste

5. Informe se possui registro

( ) ISBN:
(X) INPI:
( ) DOI:
( ) Outro: _____

6. PRODUTO TÉCNICO/TECNOLÓGICO

Após a descrição da ficha técnica do PTT, inclua em seguida o mesmo, acompanhado da documentação que comprova a sua existência (*prints* das telas, documento de submissão da patente, *link* de acesso, etc), parcerias, instituições financiadoras, divulgação na mídia, etc.

Em: 18/02/2026.

Mestrando: _____

Prof. Orientador: _____

REFERENCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Nota Técnica GVIMS/GGTES/ANVISA nº 01/2015: Orientações gerais para notificação, investigação e registro de eventos adversos. Brasília: ANVISA, 2015. Disponível em:https://www.saude.go.gov.br/images/imagens_migradas/upload/arquivos/2017-02/nota- tecnica-01-2015---gvims---notificaCAo-ndeg-2--Ultima-versAo.pdf. Acesso em: 26 set. 2025.

MAMEDE, Walner. O relatório técnico do grupo de trabalho de produção técnica da CAPES: uma visão crítica. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 28, p. e023022, 2023.

ANEXO 1: CERTIFICADO DE REGISTRO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS

Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512025000641-1**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1° de janeiro subsequente à data de 10/12/2024, em conformidade com o §2°, art. 2° da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: EscorpMap

Data de publicação: 10/12/2024

Data de criação: 02/08/2024

Titular(es): INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIENCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS

Autor(es): SIMONE MAGELA MOREIRA; LAURA SEMIRA SOUZA SALES; MARIA PAULA ABREU DUARTE DE OLIVEIRA; VALENTINA PARES PINTO; VALQUIRIA GABRIELLE BARROS ROCHA; JÚLIA PASSOS DE MATOS; MAYRA THAIS MENEZES; SAMIRA EMANUELA DA SILVA

Linguagem: JAVA SCRIPT

Campo de aplicação: AG-10; BL-01

Tipo de programa: AP-01

Algoritmo hash: SHA-512

Resumo digital hash:
34db83fddf996192ef4187390ca5d1febfa97c4db955ba0af28880f5637187eaa02325d46dfa9748dfd02f1afcc44ea426db4
7c28a03dcf4a2b3f5b6af490c83

Expedido em: 25/02/2025

ANEXO 2: TERMO DE PARCERIA DA PESQUISA COM A PREFEITURA DE BAMBUÍ/MG.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
MINAS GERAIS
Campus Bambuí

CARTA DE INTENÇÃO DE PARCERIA

Pelo presente Termo de Parceria, a empresa ou órgão situado (a) no endereço Avenida Armando Franco, 186, sala 46, na cidade Bambuí-MG, CEP 38900-000, Cnpj nº 20920567/0001-93 SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE, declara colaborar na execução do Pré-projeto do discente Mayra Thais Menezes, concorrente a uma vaga no "Curso de Pós- graduação Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental", do Campus Bambuí em Bambuí (MG).

Nome do Pré-projeto apresentado no Processo Seletivo do MPSTA 2024.1

ESCORPIÕES NO MUNICÍPIO DE BAMBUÍ, MG: IDENTIFICAÇÃO DE FATORES AMBIENTAIS E PROMOÇÃO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS PARA O MANEIO EFICAZ DESSE ARTRÓPODO, EM ÁREAS URBANAS

Cidade na qual será realizada a execução do Pré-projeto

Bambuí- MG

Atividade(s) na empresa/órgão:

Suporte da empresa/órgão na execução do Pré-projeto (marque as opções)

( ) infraestrutura disponível – valores estimados a R$ 00

( ) quadro de funcionários – valores estimados a R$ 00

( ) recursos financeiros – valor estimados a R$ 00

( ) outros suportes (descrever) - valores estimados a R$00

Totais de recursos financeiros estimados na parceria R$ 00

Contrapartida do discente para a empresa/órgão referente ao desenvolvimento do pré-projeto:

1)_____ - valores estimados a R$ 00

2) _____ - **valores estimados a R$ 00**

3) _____ - valores estimados a R$00

Totais de recursos financeiros estimados na contrapartida: R$ 00

Em: 23/11/23.

Mayra Thais Menezes
Nome e assinatura do candidato

Eu, CRISTIANE COIMBRA SILVA, representante da SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE BAMBUÍ, no cargo de Coordenadora da Vigilância em Saúde e Epidemiologia CNPJ 20920567/0001-93 declaro haver interesse desta empresa em contribuir com o desenvolvimento do Projeto do discente MAYRA THAIS MENEZES. Sendo assim fica firmado o compromisso da empresa nos seguintes pontos:

1- Fornecimento de dados de notificação de acidente com escorpião no município.

2- Principais pontos da cidade que ocorreram acidentes com escorpião no últimos 10 anos.

3- Principais pontos estratégicos de agente de endemias

Em: 23/11/2023.

Assinatura e carimbo do responsável

Cristiane Coimbra Silva
Coord. Vigilância em Saúde
e Epidemiologia
Sec. Municipal de Saúde de Bambuí