UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

RANDYSON DA SILVA PINHEIRO

ESCORPIONISMO NO PIAUÍ: PREDITORES ANTROPOGÊNICOS E ETNOBIOLOGIA

Teresina

2026

RANDYSON DA SILVA PINHEIRO

ESCORPIONISMO NO PIAUÍ: PREDITORES ANTROPOGÊNICOS E ETNOBIOLOGIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, como requisito à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.
Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.
Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.
Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva
Coorientadores: Profa. Dra. Roseli Farias Melo de Barros
Prof. Dr. André Felipe de Araujo Lira

Teresina

2026

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Divisão de Representação da Informação

P654e Pinheiro, Randyson da Silva.
Escorpionismo no Piauí : preditores antropogênicos e etnobiologia / Randyson da Silva Pinheiro. – 2026.
93 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Teresina, 2026.
"Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva".

1. Antropização. 2. Conhecimento ecológico local. 3. Escorpiões. 4. Fatores socioambientais. I. Silva, Paulo Roberto Ramalho. II. Título.

CDD 577.27

Bibliotecária: Francisca das Chagas Dias Leite – CRB3/1004

RANDYSON DA SILVA PINHEIRO

ESCORPIONISMO NO PIAUÍ: PREDITORES ANTROPOGÊNICOS E ETNOBIOLOGIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, como requisito à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.
Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.
Linha de Pesquisa: Biodiversidade e Utilização Sustentável dos Recursos Naturais.
Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva
Coorientadores:
Profa. Dra. Roseli Farias Melo de Barros
Prof. Dr. André Felipe de Araujo Lira

Aprovado em 20 de março de 2026.

BANCA EXAMINADORA

ROSELI FARIAS MELO DE BARROS:41481151487
Assinado de forma digital por ROSELI FARIAS MELO DE BARROS:41481151487
Dados: 2026.03.30 10:41:30 -03'00'

Profa. Dra. Roseli Farias Melo de Barros (UFPI)
(Coorientadora - Presidente)

gov.br
Documento assinado digitalmente
GILBERTO GONCALVES RODRIGUES
Data: 16/04/2026 07:18:04-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Gilberto Gonçalves Rodrigues (UFPE)
Examinador Externo

gov.br
Documento assinado digitalmente
FRANCISCO SOARES SANTOS FILHO
Data: 16/04/2026 07:29:09-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Francisco Soares Santos Filho (UESPI)
Examinador Interno

Às mais de mil crianças e idosos vítimas letais do escorpionismo no Brasil nas últimas duas décadas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Piauí pelo apoio institucional, estrutural e financeiro durante a realização do trabalho.

Ao Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, sua coordenação, secretaria e professores pelo apoio e ensinamentos durante o curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento que possibilitou minha dedicação integral a pesquisa.

Ao meu comitê de orientação, Professores Paulo Ramalho, André Lira e professora Roseli Barros, que se tornaram grandes amigos, além de eternos mestres científicos.

Aos meus amigos e mestres de iniciação científica Professores Williams Filho, Marcelo Ventura e Jurecir Silva pelo conhecimento de base repassado, que tornou o processo menos complicado.

Aos colaboradores diretos e indiretos, coautores ou não dos produtos desta dissertação, que contribuíram com suas expertises para uma maior acurácia dos achados e discussões.

Ao líder comunitário e exímio profissional da atenção básica em saúde Antônio Silva, pelo suporte no dia a dia da pesquisa, além da administração da UBS Ana Nery pelo apoio institucional.

Aos amigos que fiz durante esses dois anos de curso, que proporcionaram leveza e descontração em dias ruins e confraternizaram comigo em cada conquista, especialmente Luan Santos, Pedro Sena, Augusto Neiva, Joyce Lima, Hamanda Soares, Laís Fernandes, João Pereira, Raíssa Cruz e Catarina Lima.

A amiga fiel Beatriz Borges, com quem compartilhei os dias de dedicação a esta pesquisa e que foi meu suporte indispensável para além do mundo acadêmico.

À minha amada vozinha Dudu (*in memoriam*), minha preciosa mãe Valdemira, e meus amigos e irmãos Ronielson e Ranniery pelo apoio e incentivo aos estudos de forma genuína.

A Suelen Xavier, companheira eterna que me apoiou com incentivo, suporte e dedicação durante grande parte do caminho, e a quem devo minha vida.

A minha filha amada Lavínia Pinheiro, meu combustível de vida e razão da minha motivação diária, pelo fato de existir.

RESUMO

O escorpionismo emerge como um grave e crescente problema de saúde pública em regiões tropicais e subtropicais, incluindo o Brasil, onde as condições climáticas favorecem a proliferação de escorpiões. A ordem Scorpiones demonstra notável plasticidade ecológica e adaptativa, permitindo o estabelecimento de populações tanto em ambientes naturais, quanto em áreas antropizadas e degradadas. A expansão urbana desordenada e problemas decorrentes dela, como o saneamento básico precário e a proximidade de áreas habitadas com ambientes silvestres, têm sido associados à presença de escorpiões em áreas ocupadas. Em ambientes rurais, a fragmentação e supressão da vegetação, ligadas às atividades agrícolas também parecem desempenhar papel determinante na problemática. Compreender este fenômeno complexo no Brasil, e mais especificamente no Piauí, exige uma perspectiva interdisciplinar, que vá além dos aspectos epidemiológicos e de saúde, e considere fatores ambientais e sociais. A dissertação, estruturada como coletânea de artigos, busca explorar o perfil dos estudos experimentais sobre escorpiões no Brasil; a influência de fatores socioambientais e socioeconômicos na ocorrência e gravidade do escorpionismo no Brasil, com ênfase no Piauí; e as percepções, crenças e práticas populares relacionadas à coexistência com escorpiões em comunidades rurais piauienses. Inicialmente constatou-se, por meio de uma revisão de escopo executada com base no protocolo PRISMA-ScR, um aumento expressivo de estudos sobre escorpiões nos últimos anos, com Pernambuco liderando a produção. Os métodos de coleta mais usuais foram busca ativa com luz ultravioleta, e a identificação predominante foi morfológica. As principais vertentes de pesquisa foram Ecologia e Etologia. A revisão evidencia um padrão ainda tradicional nos estudos, com uso reduzido de metodologias inovadoras. No segundo artigo, investigamos a associação entre a incidência de acidentes/internações envolvendo escorpiões e indicadores de sustentabilidade em municípios brasileiros, analisando dados secundários com Análise de Componente Principais e regressão binomial negativa. Identificamos que a vulnerabilidade socioeconômica influencia negativamente as notificações, sugerindo um cenário de subnotificação em áreas precárias, ao passo que se associa positivamente às internações, indicando maior gravidade nos desfechos clínicos registrados. No terceiro estudo, ao reduzirmos a escala para o município de União-PI em um estudo ecológico, testando a influência de variáveis preditoras sobre o escorpionismo com modelo linear generalizado de distribuição gama, observamos uma dissociação espacial relevante: enquanto os acidentes se concentram na malha urbana, a abundância de escorpiões foi significativamente maior na zona rural, marcada pela dominância da espécie generalista *Bothriurus rochai* Mello-Leitão, 1932. Esses dados indicam que o risco é modulado prioritariamente pelo ambiente construído e não apenas pela densidade populacional dos animais. Por fim, o quarto artigo registrou com uso de técnicas etnobiológicas qualitativas e quantitativas o Conhecimento Ecológico Local em comunidades rurais, revelando um sistema classificatório próprio onde escorpiões são denominados “lacraias” e classificados por cor e periculosidade. A predominância do medo e o uso frequente de tratamentos caseiros corroboram a hipótese de subnotificação levantada na análise nacional. Concluímos que a dinâmica do escorpionismo é multidimensional, demandando estratégias de Saúde Única que integrem melhorias sanitárias, planejamento urbano e educação ambiental contextualizada para mitigar efetivamente o problema.

Palavras-chave: antropização; conhecimento ecológico local; escorpiões; fatores socioambientais

ABSTRACT

Scorpionism emerges as a severe and growing public health problem in tropical and subtropical regions, including Brazil, where climatic conditions favor the proliferation of scorpions. The order Scorpiones demonstrates remarkable ecological and adaptive plasticity, allowing for the establishment of populations in both natural environments and anthropized and degraded areas. Disorderly urban expansion and resulting problems, such as precarious basic sanitation and the proximity of inhabited areas to wild environments, have been associated with the presence of scorpions in occupied areas. In rural environments, vegetation fragmentation and suppression linked to agricultural activities also seem to play a determinant role in this issue. Understanding this complex phenomenon in Brazil, and more specifically in Piauí, requires an interdisciplinary perspective that goes beyond epidemiological and health aspects, considering environmental and social factors. The dissertation, structured as a collection of articles, seeks to explore the profile of experimental studies on scorpions in Brazil; the influence of socio-environmental and socioeconomic factors on the occurrence and severity of scorpionism in Brazil, with emphasis on Piauí; and the perceptions, beliefs, and popular practices related to coexistence with scorpions in rural communities of Piauí. Initially, through a scoping review performed based on the PRISMA-ScR protocol, a significant increase in studies on scorpions in recent years was noted, with Pernambuco leading the production. The most common collection methods were active search using ultraviolet light, and the predominant identification was morphological. The main research lines were Ecology and Ethology. The review highlights a still traditional pattern in the studies, with reduced use of innovative methodologies. In the second article, we investigated the association between the incidence of accidents/hospitalizations involving scorpions and sustainability indicators in Brazilian municipalities, analyzing secondary data using Principal Component Analysis and negative binomial regression. We identified that socioeconomic vulnerability negatively influences notifications, suggesting a scenario of underreporting in precarious areas, while it is positively associated with hospitalizations, indicating greater severity in the recorded clinical outcomes. In the third study, by reducing the scale to the municipality of União-PI in an ecological study, testing the influence of predictor variables on scorpionism using a generalized linear model with gamma distribution, we observed a relevant spatial dissociation: while accidents are concentrated in the urban area, scorpion abundance was significantly higher in the rural zone, marked by the dominance of the generalist species *Bothriurus rochai* Mello-Leitão, 1932. These data indicate that the risk is primarily modulated by the built environment and not just by the population density of the animals. Finally, the fourth article recorded, using qualitative and quantitative ethnobiological techniques, the Local Ecological Knowledge in rural communities, revealing a unique classification system where scorpions are called “lacraias” and classified by color and dangerousness. The predominance of fear and the frequent use of home remedies corroborate the hypothesis of underreporting raised in the national analysis. We conclude that the dynamics of scorpionism are multidimensional, demanding One Health strategies that integrate sanitary improvements, urban planning, and contextualized environmental education to effectively mitigate the problem.

Keywords: Anthropization; Local Ecological Knowledge; Scorpions; Socio-environmental factors.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO 1

Figura 1- Resultados nas diferentes etapas de busca e triagem dos artigos que tratam da coleta ou identificação de escorpiões no Brasil 19

Figura 2 - Produção por ano dentre os artigos que tratam de coleta e/ou identificação de escorpiões no Brasil nos anos de 2013 - 2023 20

Figura 3 - Números de artigos que tratam de coleta e/ou identificação de escorpiões por unidade da federação do Brasil nos anos de 2013 - 2023 21

ARTIGO 2

Figura 1 - Distribuição de índices de sustentabilidade individual (A), notificações (B) e internações (C) por escorpionismo dos municípios do Brasil em 2023 39

Figura 2 - Sedimentação e diagrama de caminhos dos componentes principais relacionados ao escorpionismo no Brasil 40

Figura 3 - Análise de regressão binomial com componentes principais construídos com preditores do escorpionismo para variáveis resposta notificação e internação 41

ARTIGO 3

Figura 1 - Localização e domínio onde está inserido o município União – Piauí e respectivos pontos de coleta faunística..... 51

Figura 2 - Locais de coleta de escorpiões no município de União - Piauí 52

Figura 3 - Casos de escorpionismo per capita notificados (A), Supressão de vegetação (B) e Uso de terra (C) predominante no município de União por ano em 2014 - 2023 54

Figura 4 - Distribuição espacial dos casos de escorpionismo (A), Distribuição de pixels de desmatamento (B) e Mosaico de usos de terra (C e D) em 2014 e 2023, respectivamente no município de União - Piauí..... 55

ARTIGO 4

Figura 1 - Localização da localidade David Caldas em União, Piauí, Brasil..... 64

Figura 2 - Imagens de centopeia e escorpião exibidas para os respondentes no início de cada entrevista, sendo: Escorpião (*Jaguajir agamemnon* (C. L. Koch, 1839)) (A) e Centopeia (*Scolopendra viridicornis* Newport, 1844) (B e C) 66

Figura 3 – Informações sociodemográficas dos respondentes da pesquisa nas comunidades Boqueirão, Oriundo e Vila Nova - União, Piauí, Brasil: A - Faixa etária; ; B - Principais ocupações exercidas e C - Escolaridade 67

Figura 4 - Espécies com ocorrência registrada no Piauí com padrões de coloração citados pelos respondentes da pesquisa 68
Figura 5 - Preparo alcoólico usado na comunidade Oriundo para picada de animais peçonhentos que inclui um piolho de cobra, uma cobra e uma lacraia (em avançado estado de deterioração) 70

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1 - Informações extraídas dos estudos que tratam de coleta e/ou identificação de escorpiões selecionados para a revisão (2013-2023).....22

ARTIGO 2

Tabela 1 - Variáveis e componentes principais formados que possuem relação com o escorpionismo no Brasil 39

ARTIGO 3

Tabela 1 - Informações sobre os pontos de coleta e espécies de escorpiões amostradas no município de União, Piauí 56

ARTIGO 4

Tabela 1 - Etnoespécies de escorpiões citadas como mais perigosas pelos respondentes das comunidades Oriundo, Boqueirão e Vila Nova, União/PI.....68
Tabela 2 - Sentimentos citados com mais frequência pelos respondentes ao encontrar um escorpião nas comunidades Oriundo, Boqueirão e Vila Nova, União/Piauí 69

LISTA DE QUADROS

ARTIGO 2

Quadro 1 - Variáveis socioambientais e socioeconômicas do IDSC-BR utilizadas no estudo37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GLM	Modelo Linear Generalizado
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDSC-BR	Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PIB	Produto Interno Bruto
PRISMA-ScR	A Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews
SIG	Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade
SIH	Sistema de Informações Hospitalares
SINAN	Sistema Nacional de Agravos de Notificação
SUS	Sistema Único de Saúde
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO GERAL**.....3
2 **REFERENCIAL TEÓRICO**.....6
2.1 Escorpionismo: problema de saúde pública nos trópicos.....6
2.2 Preditores antropogênicos e problemática socioambiental do escorpionismo.....7
2.3 Escorpiões sob a perspectiva etnozoológica e etnoecológica.....9
REFERÊNCIAS.....12
3 **RESULTADOS**.....16
3.1 Artigo 1: **Métodos de captura e classificação biológica de escorpiões: tendências em pesquisas publicadas no Brasil (2013–2023)**.....17
INTRODUÇÃO.....17
METODOLOGIA.....18
RESULTADOS.....19
DISCUSSÃO.....27
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....29
REFERÊNCIAS.....30
3.2 Artigo 2: **Indicadores socioambientais, socioeconômicos e de gestão pública como preditores do escorpionismo no Brasil**.....35
RESUMO.....35
INTRODUÇÃO.....35
METODOLOGIA.....37
RESULTADOS.....38
DISCUSSÃO.....41
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....45
REFERÊNCIAS.....45
3.3 Artigo 3: **O avanço da urbanização e uso da terra modulam a quantidade de casos de escorpionismo em um município de pequeno porte?**.....48
RESUMO.....48
INTRODUÇÃO.....48
METODOLOGIA.....50
RESULTADOS.....53
DISCUSSÃO.....57
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....59
REFERÊNCIAS.....60
3.4 Artigo 4: **Conhecimento Ecológico Local sobre escorpiões no Cerrado nordestino**63
RESUMO.....63

INTRODUÇÃO 63
METODOLOGIA 64
RESULTADOS 67
DISCUSSÃO 70
CONSIDERAÇÕES FINAIS 71
REFERÊNCIAS 72
4 **CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS** 74
5 APÊNDICES 76

1 INTRODUÇÃO GERAL

Os escorpiões (Arachnida, Scorpiones) são considerados como um dos grupos animais de maior sucesso evolutivo dentre os invertebrados. Sua ampla distribuição e morfologia pouco modificada em comparação ao ancestral mais recente remontam a capacidade adaptativa da ordem a diferentes cenários (Lourenço, 2018). A plasticidade ecológica e amplitude predatória dos escorpiões leva a uma diversificação de possibilidades de habitat que vão desde ambientes mais específicos como florestas densas e úmidas, até regiões desérticas com médias de temperatura inviáveis para a maioria dos animais (Kotviski; Barbola, 2013; Colombo; Alencar, 2014; Santos *et al*., 2020).

A passagem do grupo ao ambiente terrestre na era Paleozoica (Carbonífero ou Devoniano) possibilitou para além da distribuição cosmopolita dos escorpiões, uma relação que se desenha de forma controversa com o ser humano a milhares de anos (Lourenço, 2016). Impulsionadas pela alta resistência inerente, ou até mesmo seu extinto voraz de caça, os escorpiões já possuíram os mais variados estigmas e simbologias nas diferentes civilizações, associados a contendas passionais, suicídio e vingança, até força mística ou proteção sobrenatural (Porto; Brazil, 2010).

Esta plasticidade adaptativa permite ainda o estabelecimento de assembleias em áreas antropizadas e degradadas no mundo moderno, de forma geral mediada pela supressão da flora e/ou diminuição populacional de predadores naturais, ou até aumento da população de suas presas, tanto em ambientes rurais quanto urbanos (Lourenço; Cuellar, 1995). No caso dos centros urbanos, a expansão com pouco planejamento espacial, acúmulo de entulho, desmatamento e moradia próxima a ambientes silvestres e periféricos têm sido frequentemente associados a presença de escorpiões (Albuquerque; Barbosa; Iannuzzi, 2009; Santos *et al*., 2020). Em ambiente rural, o principal fator é a fragmentação e supressão da vegetação, associadas às atividades agrícolas (Silva; Monteiro; Bernarde, 2018; Lisboa, Boere; Neves, 2020).

Por serem animais peçonhentos (capazes de inocular toxinas) e bem adaptados às paisagens antropizadas, os escorpiões de algumas espécies são ainda classificados como animais de importância em saúde e sinantrópicos, ocasionando acidentes com humanos e animais (escorpionismo), com quadro clínico associado à sua picada, que pode evoluir desde um simples desconforto no local, até a falência múltipla de órgãos e morte, tendo como grupos de risco crianças e idosos (Castro *et al*., 2023). No Brasil, 147 crianças com até cinco anos

morreram devido a complicações oriundas do escorpionismo entre os anos de 2019 e 2023, com destaque para o Nordeste com 25,8% dos casos (Brasil, 2024).

Para além da associação do escorpionismo com fatores antropogênicos de degradação ambiental, a epidemiologia dos acidentes no Brasil evidencia uma relação significativa entre o agravo e a vulnerabilidade social das vítimas, além da distribuição geográfica dos casos se concentrarem em áreas de periferias ou habitações irregulares, onde predomina a infraestrutura sanitária precária e descaso do poder público com problemas socioambientais recorrentes (Kotviski; Barbola, 2013; Benzaken *et al*., 2024; Siqueira *et al*., 2024).

A importância médica dos escorpiões no Brasil está oficialmente restrita a algumas espécies do gênero *Tityus* Koch, 1836 (Buthidae), responsáveis quase que exclusivamente pelas notificações de complicações médicas envolvendo humanos em todo o país (Seemann *et al*., 2023). Entre os anos de 2013 e 2023 o número de casos de acidentes sofreu um aumento preocupante em todas as regiões, com destaque para o Sudeste e Nordeste, que ocupam respectivamente a primeira e segunda posição em número de acidentes (Brasil, 2024).

O estado da Bahia foi o que mais notificou casos nos últimos dez anos (2013-2023) no Nordeste, seguido de Pernambuco, Maranhão, Rio Grande no Norte e Piauí. A mortalidade na região é comumente associada a conduta médica inadequada em relação a aplicação de soro ou demora na busca por atendimento especializado, demonstrando assim a necessidade de treinamento e divulgação científica em relação aos escorpiões (Albuquerque; Barbosa; Lannuzzi, 2009; Brasil, 2024). No estado do Piauí, os municípios de Teresina, Picos e União compõem as primeiras posições no ranking em número de acidentes, apresentando maior incidência na população masculina com faixa etária de 20 a 39 anos (Brasil, 2024).

Partindo de uma perspectiva interdisciplinar é essencial também entender que a relação e atitudes do homem frente aos animais é definida por fatores diversos que perpassam desde as crenças individuais, vivências e conhecimentos adquiridos durante a vida (Souza *et al*., 2020). Portanto, investigar como os diferentes contextos sociais e culturais reagem às interações com animais sinantrópicos como os escorpiões, e como estes grupos veem a natureza também contribui para elucidar o fenômeno do escorpionismo no estado do Piauí. A Etnozoologia aborda em seu escopo o conhecimento e interações dos homens em relação aos animais, podendo servir como ferramenta importante para a tomada de decisões frente a animais peçonhentos (Posey, 1986).

Por fim, diante do crescimento de casos de escorpionismo tanto em regiões urbanas, como rurais no estado do Piauí, só é possível explorar este fenômeno sob múltiplas perspectivas,

desde a diversidade, perpassando os fatores ambientais de estabelecimento de assembleias, até os aspectos sociais e etnozoológicos. A complexidade da questão, assim como a maioria das problemáticas da civilização contemporânea, exigem a interdisciplinaridade para alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Sotto *et al*., 2019).

A dissertação foi delimitada a partir do anseio de responder às perguntas: qual o perfil de áreas e métodos dos estudos experimentais com escorpiões publicados recentemente no Brasil?; quais fatores socioambientais e socioeconômicos influenciam sobre a ocorrência e complicações oriundas do escorpionismo no Brasil, com ênfase no estado do Piauí?; como se configuram e de que forma as percepções, crenças e práticas populares influenciam o manejo e a prevenção de acidentes com escorpiões em comunidades rurais no contexto piauiense?.

Formulou-se então para a primeira e segunda pergunta, respectivamente, as hipóteses: os estudos experimentais com escorpiões publicados no Brasil concentram-se na elucidação dos fatores determinantes para o escorpionismo e biotecnologia aplicada ao desenvolvimento de fármacos, principalmente com uso de coleta passiva e classificação morfológica; a incidência e gravidade dos casos de escorpionismo no Brasil, e especialmente no Piauí, estão associados a baixa renda, infraestrutura de moradia e sanitária, dificuldade de acesso aos serviços de saúde especializados e indicadores de degradação ambiental.

Nesta dissertação, objetivou-se de forma geral, compreender sob a perspectiva epidemiológica, ambiental, social e etnobiológica, o escorpionismo no Brasil e mais especificamente no estado do Piauí. Para tanto, delimitou-se como objetivos específicos: caracterizar o perfil das pesquisas experimentais sobre escorpiões publicadas recentemente no Brasil, considerando áreas de estudo, métodos utilizados e principais enfoques temáticos; avaliar a influência de fatores socioambientais e socioeconômicos na incidência e gravidade dos casos de escorpionismo no Brasil, com destaque para o estado do Piauí, e registrar as percepções, crenças e práticas populares relacionadas a coexistência de humanos e escorpiões em comunidades rurais do cerrado piauiense.

Os resultados da dissertação estão organizados em forma de coletânea de quatro artigos científicos, obedecendo a ordem: Métodos de Captura e Classificação Biológica de Escorpiões: Tendências em Pesquisas Publicadas no Brasil (2013–2023) (Publicação na revista Aracê – Qualis A2 (2017-2020)); Indicadores socioambientais, socioeconômicos e de gestão pública como preditores do escorpionismo no Brasil; O avanço da urbanização e uso da terra modulam a quantidade de casos de escorpionismo em um município de pequeno porte?; Conhecimento Ecológico Local sobre escorpiões no Cerrado nordestino.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Escorpionismo: problema de saúde pública nos trópicos

Presente predominantemente em países de zona tropical ou subtropical, o envenenamento por picada de escorpião, ou simplesmente escorpionismo, é um problema de saúde pública que envolve complicações sistêmicas que acometem principalmente crianças e idosos (Trinidad-Porfirio *et al*., 2023). As altas temperaturas em grande parte do ano são fator ambiental frequentemente associado a predisposição destes países para estabelecimento de populações de escorpiões, considerando a termofilia dos representantes da ordem (Chiaravalloti Neto *et al*., 2023).

Várias áreas endêmicas para o escorpionismo estão localizadas no continente americano, com destaque para o México, sudoeste dos Estados Unidos e Norte e Sudeste da América do Sul, com basicamente dois gêneros de escorpiões contendo espécies indicadas como de importância médica pelas autoridades em saúde (*Centruroides* Marx, 1890 e *Tityus* Koch, 1836) (Borges; Miranda; Pascale, 2012). Em grande parte dos países, o quadro epidemiológico é distorcido pela subnotificação de casos, e em praticamente todos, a mortalidade e morbidade nos grupos vulneráveis é sobreposta pela baixa mortalidade geral da população, desencadeando a negligência do Estado no que se refere ao combate ao agravo.

No Brasil, o agravo tem tomado proporções consideravelmente preocupantes, com aumento substancial do número de casos em todas as regiões do país a mais de 20 anos. Com epicentro de notificações inicialmente no estado de Minas Gerais, a década de 1980 foi marcante para o estabelecimento do escorpionismo como problema de saúde pública (Brites Neto, 2022), quadro que não se modificou na última década, com número de acidentes triplicando, tornando os escorpiões os animais peçonhentos com maior incidência de acidentes no país (Brasil, 2024).

Atualmente a região Sudeste do Brasil lidera em quantidade de casos, com destaque para o estado de São Paulo, principalmente com acidentes relacionados a *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922 e sua adaptação a ambientes urbanos (Chiaravalloti Neto *et al*., 2023). Em segundo lugar entre regiões se encontra o Nordeste, sendo o estado da Bahia o líder em notificações principalmente no sul do estado (Lisboa; Boere; Neves, 2020).

O estado do Piauí segue os padrões nacionais quanto a incidência do escorpionismo, com aumento considerável de notificações nos últimos anos. De acordo com o Sistema de Notificações e Agravos do Ministério da Saúde (2024), no ano de 2018, 2.459 acidentes foram notificados, contra 3.874 casos no ano de 2022. A distribuição de casos *per capita* nos

municípios de cada macrorregião do estado é praticamente uniforme, com a antropização como fator em comum entre as áreas, seja por expansão de áreas urbanas ou de agricultura (Brasil, 2024).

A presença de escorpiões em áreas urbanas é associada ao acúmulo de entulho e lixo, abandono de imóveis, saneamento básico precário e fatores relacionados ao estabelecimento de presas naturais destes, como insetos (Seemann *et al*., 2023). Em paralelo, a degradação de ambientes naturais, assim como a diminuição de populações de presas naturais nestas áreas pode levar a mudança de padrões de forrageio dos escorpiões, promovendo a aproximação com áreas ocupadas por humanos, principalmente próximas a zonas de agricultura (Kotviski; Barbola, 2013). Levando em conta estes dois aspectos, o levantamento da ocorrência destes animais pode representar indicadores de mudanças e/ou degradação e desequilíbrio de áreas naturais, bem como aspectos de saneamento e ocupação indevida em territórios urbanos.

Os esforços de exploração dos fatores determinantes do escorpionismo no Brasil ainda são insuficientes se considerada a extensão territorial e respectiva variabilidade de ecossistemas no país, com grande parte dos trabalhos concentrados no estado de São Paulo. Vulnerabilidade social, habitações periféricas e urbanização são apontados como preditores de incidência no estado, sendo a maioria dos trabalhos executadas com métodos baseados em dados secundários e modelagem (Lacerda *et al*., 2022; Brites Neto; Ducas; Figueiredo, 2023; Chiaravalloti Neto *et al*., 2023).

2.2 Preditores antropogênicos e problemática socioambiental do escorpionismo

A Organização Mundial da Saúde destaca que do global ao regional, a adoção da ideia de saúde única, ou seja, da visualização do ambiente em todos os seus aspectos, contribui significativamente para dentre outras vantagens, a prevenção, detecção e resposta com relação as doenças e problemas na integridade dos ecossistemas (OMS, 2023). Um dos fatos-chave levantados é a atividade humana e estresse de ecossistemas decorrente dela, potencializadora de problemas de saúde pública multifatoriais, como o escorpionismo.

Para além das peculiaridades climáticas do país, os principais preditores para o aumento do escorpionismo no Brasil são a urbanização desordenada, supressão vegetal, fragmentação florestal, saneamento básico precário e plasticidade adaptativa de determinadas espécies quanto as modificações antropogênicas da paisagem (Guerra-Duarte *et al*., 2023). Além disso, estudos têm apontado que o perfil socioeconômico do agravo que se modificou nos últimos anos, destacando a renda, acesso ao saneamento básico e ocupação, como fatores associados a maiores riscos de picada de escorpião (Almeida *et al*., 2021).

A urbanização desordenada decorrente do êxodo rural em diversas cidades do país desencadeou consequências permanentes nas esferas sociais e ambientais de centros urbanos (Stanganini; Lollo, 2018). Atualmente, a problemática persiste como fator decisivo para construção de um padrão de crescimento da maioria das cidades, levando ao distanciamento da população das áreas centrais, além da constante degradação de espaços naturais (Campos; Branco, 2021).

Com o desenvolvimento de comunidades em áreas antes preservadas, a perda de biodiversidade e supressão de mata nativa são apenas alguns dos problemas ambientais decorrentes, levando ao aumento da interação entre animais e pessoas nestes espaços. A urbanização destas áreas pode ainda desencadear o surgimento de fatores ideais para o estabelecimento de populações animais, incluindo espécies que possuem importância médica como serpentes, aranhas e escorpiões (Seemann *et al*., 2023).

O padrão marginalizado do escorpionismo remonta a um conceito bem estabelecido das Ciências Ambientais que aponta a indissociação entre a degradação ambiental e a desigualdade social (Silva; Gennari, 2020). Este fenômeno é claramente documentado pelo perfil epidemiológico de diversas comorbidades classificadas como problemas de saúde pública, indo desde a ocorrência de parasitoses intestinais de baixa morbidade em trabalhadores do campo, até a morte de crianças da periferia de grandes centros urbanos por acidentes escorpiônicos.

Dois estudos ecológicos em nível nacional buscaram testar fatores determinantes para o escorpionismo a partir da notificação de casos. Almeida *et al*. (2021) selecionaram como variáveis independentes, descritores municipais de ocupação, indicadores socioeconômicos e de infraestrutura/saneamento. Associação diretamente proporcional por regressão foi encontrada entre o escorpionismo e o percentual de domicílios com lixo no entorno, desemprego e ocupação de mulheres, além de proporcionalidade inversa com os domicílios com coleta de lixo e ocupação dos homens.

No mesmo sentido, a vulnerabilidade social e o saneamento foi correlacionada ao escorpionismo por Siqueira *et al*. (2024), que usaram além do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, os quatro domínios do Índice de Vulnerabilidade Social, dados de coleta de lixo e de acesso ao saneamento básico. Os autores constataram uma maior concentração de áreas de alto risco de escorpionismo nas regiões Sudeste e Nordeste, influência direta da vulnerabilidade social sobre o aumento de casos e curiosamente, mais casos em municípios com melhor saneamento.

De forma mais específica, fatores ambientais e de origem antropogênica como preditores do escorpionismo foram testados no estado de Minas Gerais por Vilarinho e coautores (2023). Os autores demonstraram a clara sobreposição geográfica (reforçada por modelos de equações de estimativa generalizada) entre maiores temperaturas médias anuais, uso de terra para pastagem e agricultura e maior incidência de casos de escorpionismo por 100 mil habitantes, além de não encontrarem associação do agravo com indicadores de densidade demográfica, PIB e IDH.

No Norte do país em estudo recente na região metropolitana de Manaus, estado do Amazonas, Benzaken *et al*. (2024) testaram e comprovaram a sobreposição de casos de picada de escorpião com manchas de urbanização desordenada da capital, além disso, as regiões com maior incidência também foram as zonas com maior concentração de populações de menor poder aquisitivo, padrão sociogeográfico observado em todos os conglomerados urbanos do país.

2.3 Escorpiões sob a perspectiva etnozoológica e etnoecológica

Pautadas no conhecimento da realidade a partir da perspectiva tradicional e contribuindo para a valorização de saberes não científicos, mas práticos, as Etnociências têm tomado destaque nas últimas décadas como área do conhecimento inclusiva e alinhada com a agenda de valorização de povos e culturas, com suas experiências e relações nos mais diversos segmentos do mundo natural (Strachulski, 2017).

Especificamente com relação aos animais, o acesso ao conhecimento tradicional é mediado por uma ciência nascida da repartição de objetos de estudo semelhante ao que ocorre na biologia clássica, onde grupos de seres vivos são alocados em disciplinas específicas, sendo feita a adição do prefixo "etno" (a exemplo da Etnobotânica, Etnomicrobiologia, Etnomicologia e finalmente Etnozoologia). No lugar do hábito, comportamento, fisiologia ou qualquer outro aspecto potencialmente esmiuçado em seu escopo tradicional, a Etnozoologia se propõe a avaliar estes mesmos aspectos sob a visão do indivíduo ou grupo em que está focada, além de evidenciar os significados e usos destes animais nestas comunidades (Santos-Fita; Costa Neto, 2007).

A relação entre animais e humanos historicamente ocupa um espaço relevante nas mais diversas culturas, principalmente relacionados ao simbolismo, rituais ou mitos, além de alimentação e medicina tradicional. Os estudos que objetivam elucidar estas relações e juntamente com a criação do termo Etnozoologia remontam a década de 1890, estando inicialmente voltadas a classificação tradicional (parataxonomia) ou caça de povos indígenas e

vinculada a uma área diferente da que está atualmente associada (Santos-Fita; Costa Neto, 2007).

Mais recentemente, no período conhecido como pós-clássico da Etnozoologia as pesquisas têm promovido a integração do conhecimento tradicional com conceitos mais recentes e intrincados em nosso modelo ocidental de vida, a exemplo de trabalhos que tratam do manejo de recursos biológicos e direitos sobre recursos genéticos e conhecimento tradicional associado. Tornou-se então mais comum a partir desta perspectiva pesquisas etnozoológicas voltadas para grupos ou sociedades mais próximas de nossa cultura, considerando agora, por exemplo, comunidades locais, grupos religiosos específicos e até mesmo populações residentes em áreas urbanas (Santos-Fita; Costa Neto, 2007; Albuquerque *et al*., 2023).

Equivalente a Etnobiologia em hierarquia, voltada a um complexo composto por crenças, conhecimentos e práticas e entendida como a sistematização da apropriação da natureza pelo homem, a Etnoecologia se propõe a entender mais do que as percepções e ações de comunidades sobre um grupo zoológico ou botânico, em vez disso, parte de uma abordagem interdisciplinar sobre a integração homem-ambiente (este último em seu sentido ecológico de lugar ou casa) (Toledo; Barrera-Bassols, 2009).

Independente do objeto de estudo, a disciplina se propõe a entender como os grupos humanos se utilizam do conhecimento tradicional, portanto transgeracional, para viver em seus territórios, considerando os diversos fatores naturais que permeiam sua existência como o clima, a precipitação, o solo, o modo de vida e interação de animais e plantas e outros fatores ambientais que influenciam direta ou indiretamente em suas vidas (Toledo; Barrera-Bassols, 2009). Destaca-se, portanto, como o ramo das Etnociências mais pautado na interdisciplinaridade, sendo influenciada por disciplinas que vão desde as Ciências Humanas até as Naturais, de forma sutil, mas indispensável (Strachulski, 2017).

Considerando a percepção do natural pelo homem como espectro relacionado intimamente com a dinâmica cultural em que está inserido, torna-se indispensável investigar o contexto cognitivo e comportamental de comunidades locais frente a animais como os escorpiões, além de elucidar o conhecimento sobre a relação destes com outros animais e o ambiente, fatores decisivos para a coexistência homem-escorpião, homem-ambiente e/ou ambiente-escorpião.

Ao longo da história, escorpiões têm sido recorrentes em representações simbólicas desde a expansão das civilizações do Oriente Médio e da região mediterrânea, bem como na mitologia grega. Essas representações abarcam uma ampla gama de significados, incluindo

associações com conflitos de natureza emocional, atos autodestrutivos e de retaliação, além de atributos relacionados à força mística e à proteção sobrenatural (Thompson, 1990; Porto; Brazil, 2010). Tais atribuições simbólicas podem estar relacionadas às características biológicas únicas desses aracnídeos, especialmente sua notável resistência a condições ambientais adversas, um traço pouco comum entre outros grupos zoológicos.

Em revisão histórica abrangente que compôs uma das obras mais importantes da aracnologia, Thompson (1990) destrincha o folclore de diversas culturas antigas relacionado aos escorpiões, a exemplo da mitologia grega e egípcia, simbolizando a força dos animais e a morte. O autor aponta ainda o uso do animal como amuleto de proteção na cultura egípcia e o uso do veneno na medicina tradicional espanhola, como forma de tratamento para picadas do próprio escorpião.

Poucos estudos que tratam do conhecimento tradicional ou local associado abordam escorpiões de forma direta, enfocando na grande maioria das vezes nos usos de plantas medicinais para a picada ou alimentação. Costa Neto e Grabowski (2021), em revisão que trata do consumo de aracnídeos ou miriápodes em todo o mundo, reuniram 10 estudos com abrangência de 1932 a 2019 que reportaram alguma forma de alimentação a base de escorpiões, principalmente na Ásia (Índia, China, Malásia, Camboja e Laos), mas também na América (México).

Butt e colaboradores (2015) elencaram 37 espécies vegetais indicadas pelos informantes do Paquistão como formas de tratamento para o escorpionismo, principalmente representantes da família Asteraceae. González e Vallejo (2013) levantaram em revisão de literatura mais de 110 remédios para esta finalidade na Espanha, incluindo desde espécies botânicas, lama e água. Os autores apontam ainda o uso de diversos animais incluindo escorpiões, com uso de técnicas de maceração e até a fritura e aplicação de "óleo de escorpião" sobre o local da picada, além do uso de fluidos corporais humanos, como sêmen ou urina, aliados a rituais de cura.

No México, especificamente no estado de Durango, a relação dos locais com os escorpiões é apontada por González-Ponce e coautores (2022) como incomum. Na cidade de Victoria, por exemplo, os escorpiões são parte da vida cotidiana da comunidade, diretamente associados a cultura, folclore e simbologia. Chaveiros, sorvetes, doces e bebidas alcoólicas são apenas alguns dos itens produzidos a partir dos aracnídeos.

No contexto brasileiro, a Etnoaracnologia ainda é incipiente, com parcela considerável dos estudos desenvolvidos sob a nomenclatura da área, mas sem considerar seus pressupostos, principalmente no que se refere ao Conhecimento Local ou Tradicional como objeto de estudo.

As obras que tratam verdadeiramente do etnoconhecimento não enfocam especificamente nos escorpiões, mas sim partem de uma abordagem mais generalista quanto aos aracnídeos ou "insetos", este último no sentido popular do termo (Costa Neto, 2003). Mais recentemente o primeiro estudo que enfocou o Conhecimento Ecológico Tradicional com relação aos escorpiões de forma específica foi publicado por Gonzaga e colaboradores (2025), que registraram em três comunidades de diferentes municípios do semiárido pernambucano, os detalhes quanto a relação entre humanos e esses aracnídeos.

No Piauí, dois estudos abrangeram de alguma forma o etnoconhecimento sobre escorpiões de comunidades locais. Em comunidades da Serra Passa-Tempo, município de Campo Maior, os escorpiões foram apontados como insetos por aproximadamente 66,6% dos entrevistados, além de serem associados a prejuízos ao indivíduo ou a comunidade (Almeida Neto *et al*., 2015). Em trabalho realizado em comunidades locais da Área de Proteção Delta do Parnaíba, Cunha (2019) aponta o uso medicinal de escorpiões, aranhas e cobras na formulação de contraveneno a base de cachaça.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. M. R.; BARBOSA, M. O.; IANNUZZI, L. *Tityus stigmurus* (Thorell, 1876) (Scorpiones; Buthidae): response to chemical control and understanding of scorpionism among the population. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 3, p. 255–259, 2009.

ALBUQUERQUE, U. *et al*. Exploring biocultural diversity in urban ecosystems: an ethnobiological perspective. **Ethnobiology and Conservation**, Campina Grande, v. 12, p. 1-12, 2023.

ALMEIDA NETO, J. R.; COSTA NETO, E. M.; SILVA, P. R. R.; BARROS, R. F. M. Percepções sobre insetos em duas comunidades rurais da Serra do Passa-Tempo, Nordeste do Brasil. **Espacios**, Caracas, v. 36, n. 11, p. 1-13, 2015.

ALMEIDA, A.; MISE, Y.; CARVALHO, F.; SILVA, R. Ecological association between socioeconomic, occupational and sanitation factors and the occurrence of scorpionism in Brazil, 2007-2019. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 1-11, 2021.

BENZAKEN, Z. *et al*. Urbanization and scorpion stings in Manaus, the largest metropolis in the Brazilian Amazon. **Toxicon**, [*S. l.*], v. 247, p. 1-4, 2024.

BORGES, A.; MIRANDA, R.; PASCALE, J. Scorpionism in Central America, with special reference to the case of Panama. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, [*S. l.*], v. 18, n. 2, p. 130–143, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação - BRASIL**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2024.

BRITES NETO, J. Controle químico de escorpiões em áreas de risco para acidentes escorpiônicos. **Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, Goiânia, v. 49, p. 1-14, 2022.

BRITES-NETO, J.; DELL DUCAS, V.; FIGUEIREDO, F. S. Análise espacial em áreas com alta ocorrência de acidentes causados por *Tityus serrulatus* e *Tityus bahiensis* (Scorpiones: Buthidae) no Brasil. **Medicina Selvagem e Ambiental**, Washington, v. 34, p. 63-71, 2023.

BUTT, M. A. *et al*. Ethnomedicinal uses of plants for the treatment of snake and scorpion bite in Northern Pakistan. **Journal of Ethnopharmacology**, [*S. l.*] v. 168, p. 164–181, 2015.

CAMPOS, R. J.; BRANCO, P. Ocupação desordenada dos espaços urbanos e suas consequências socioambientais. **Revista Thêma et Scientia**, Cascavel, v. 11, n. 2E, p. 216-227, 2021.

CASTRO, P. H. C.; PAIVA, A. L.; PEIXOTO, G. V. M.; OLIVEIRA-MENDES, B. B. R.; MATAVEL, A. Epidemiology of arthropods envenomation in Brazil: a public health issue. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 95, p. 1-12, 2023.

CHIARAVALLOTI-NETO, F. *et al*. Spatiotemporal Bayesian modelling of scorpionism and its risk factors in the state of São Paulo, Brazil. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, [*S. l.*], v. 17, n. 6, p. 1-17, 2023.

COLOMBO, W. D.; ALENCAR, I. C. C. de. Etograma do escorpião amarelo *Tityus serrulatus* Lutz & Mello 1922 (Scorpiones: Buthidae), em cativeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 576-581, 2014.

COSTA NETO, E. M. Etnoentomologia no povoado de Pedra Branca, município de Santa Branca. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 42, p. 123-130, 2018.

COSTA NETO, E. M.; GRABOWSKI, N. T. Edible arachnids and myriapods worldwide – updated list, nutritional profile and food hygiene implications, **Journal of Insects as Food and Feed**, Leiden, v. 7, n. 3, p. 261-279, 2021.

CUNHA, J. A. S. **Padrões etnobiológicos de aracnídeos (*Arachnida*, *Araneae*) do Delta do Parnaíba – Brasil**. 2019. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

GONZAGA, L. E. A. *et al*. Traditional ecological knowledge of scorpions in human communities in a Brazilian semiarid region. **International Journal of Tropical Insect Science**, [s. l.], v. 45, n 6, p. 1-11, 2025.

GONZÁLEZ, J. A.; VALLEJO, J. R. The scorpion in Spanish folk medicine: A review of traditional remedies for stings and its use as a therapeutic resource. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 146, n. 1, p. 62–74, 2013.

GONZALEZ-PONCE, E. *et al*. Scorpions, science and folklore in Durango City. **Diversity**, [*S. l.*], v. 15, n. 6, p. 1-16, 2023.

GUERRA-DUARTE, C. *et al*. Scorpion envenomation in Brazil: Current scenario and perspectives for containing an increasing health problem. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, [*S. l.*], v. 17, p. 1-29, 2023.

KOTVISKI, B. M.; BARBOLA, I. F. Aspectos espaciais do escorpionismo em Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 9, p. 1843–1858, 2013.

LACERDA, A. B. *et al*. Detection of areas vulnerable to scorpionism and its association with environmental factors in São Paulo, Brazil. **Acta Tropica**, [*S. l.*] v. 230, p. 1-5, 2022.

LISBOA, N. S.; BOERE, V.; NEVES, F. M. Escorpionismo no Extremo Sul da Bahia, 2010-2017: perfil dos casos e fatores associados à gravidade. **Epidemiologia e Serviços De Saúde**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 1-12, 2020.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **One Health**. **Fact Sheets**, 23 out. 2023. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/one-health. Acesso em: 15 mai. 2024.

PORTO, T. J.; BRAZIL, T. K. Quem são os escorpiões?. *In*: BRASIL, T. K; PORTO, T. J. (Org.). **Os escorpiões**. Salvador: EDUFBA, p. 33-45,2010.

SANTOS, A. M. L. *et al*. Epidemiological aspects of scorpionic accidents in a municipality in Brazil's northeastern. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 82, p. 1-10, 2020.

SANTOS-FITA, D.; COSTA NETO, E. M. As interações entre os seres humanos e os animais: a contribuição da etnozoologia. **Biotemas**, Florianópolis, v. 20, n. 4, p. 99-110, 2007.

SILVA, A. C. A. B.; GENNARI, A. M. Destruição ambiental e desigualdade social: dois lados do mesmo processo de desenvolvimento capitalista. **Revista Fim do Mundo**, Marília, n. 2, p. 19-40, 2020.

SILVA, E P.; MONTEIRO, W. M.; BERNARDE, P. S. Scorpion stings and spider bites in the Upper Juruá, Acre - Brazil. **Journal of Human Growth and Development**, Santo André, v. 28, n. 3, p. 290-297, 2018.

SIQUEIRA, T. S. *et al*. Scorpion envenomation in Brazil and its relationship with the social determinants of health: A population-based ecological study. **Acta Tropica**, v. 253, p. 1-7, 2024.

SOTTO, D.; RIBEIRO, D. G.; ABIKO, A. K.; SAMPAIO, C. A. C.; NAVAS, C. A.; MARINS, K. R. C.; SOBRAL, M. C. M.; PHILLIPI JR, A.; BUCKERIDGE, M. S. Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 33, n. 97, p. 61-80, 2019.

SOUZA, I. A.V.; PEDERSOLI, N. R. N. B.; DOS ANJOS, M. R.; PEDERSOLI, M. A.; LIMA, R. A. Percepção dos alunos sobre serpentes em uma escola pública no sudoeste da Amazônia. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 42, e. 13, p. 1-12, 2020.

STANGANINI, F. N. LOLLO, J. A. O crescimento da área urbana da cidade de São Carlos/SP entre os anos de 2010 e 2015: o avanço da degradação ambiental. **Urbe. Revista Brasileira De Gestão Urbana**, Curitiba, v. 10, p. 118–128, 2018.

STRACHULSKI, J. *et al*. Etnociências e teoria da complexidade: aproximando referênciais para compreender os conhecimentos tradicionais, **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, 2017.

THOMPSON, J. L. C. Scorpions in mythology, folklore, and history. *In*: POLIS, G. A. (org.). **The biology of scorpions**. Stanford: Stanford University Press, 1990. p. 222-233.

TOLEDO, V. M. M.; BARRERA-BASSOLS, N. A etnoecologia: uma ciência pós-normal que estuda as sabedorias tradicionais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 20, p. 31-45, 2009.

TRINIDAD-PORFIRIO, B. E. *et al*. Occurrence of scorpion sting and associated factors in a highly marginalized municipality in Guerrero, Mexico: A cross-sectional study. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, [*S. l.*], v. 17, n. 5, p. 1-13, 2023.

VILARINHO, A. C. *et al*. Scorpion envenomation in the neotropical savannah: Environmental predictors and years of lost life. **Toxicon**, [*S. l.*], v. 234, p. 1-7, 2023.

Revista ARACÊ
ISSN: 2358-2472

CAPTURE METHODS AND BIOLOGICAL CLASSIFICATION OF SCORPIONS: TRENDS IN RESEARCH PUBLISHED IN BRAZIL (2013-2023)

https://doi.org/10.56238/arev7n3-112

Date of submission: 13/02/2025 **Date of publication:** 13/03/2025

Randyson da Silva Pinheiro[1], Bruno Sousa Costa[2], Marcos Vinicius Costa Santos[3], Marcelo Cardoso da Silva Ventura[4], Roseli Farias Melo de Barros[5] and Paulo Roberto Ramalho Silva[6]

3 RESULTADOS

3.1 Artigo 1: Métodos de captura e classificação biológica de escorpiões: tendências em pesquisas publicadas no Brasil (2013–2023)

RESUMO

O contexto mundial e brasileiro quanto a pesquisa envolvendo escorpiões é tomado por desafios quanto a identificação de espécimes em diferentes níveis taxonômicos. Predominantemente, os estudos das diferentes áreas do conhecimento exigem a coleta e identificação de escorpiões para atingir os objetivos. Na presente revisão de escopo objetivamos identificar os métodos de coleta *in situ* e classificação biológica de escorpiões mais usuais em artigos científicos publicados entre os anos de 2013 e 2023, além de construir um panorama das principais vertentes de pesquisa envolvendo o manejo destes animais. Para tanto, realizou-se uma pesquisa abrangente nas bases de dados Web of Science, Science Direct e PubMed, submetendo os resultados a uma análise de elegibilidade minuciosa de quatro etapas. Os resultados mostraram que a quantidade de pesquisas envolvendo a coleta e/ou identificação de escorpiões teve aumento expressivo nos anos de 2018 e 2022, além de que o estado líder em produções destes estudos foi Pernambuco. No que se refere ao método de coleta, as pesquisas usaram predominantemente a busca ativa usando luz ultravioleta, além da identificação morfológica ser dominante nestas produções. Com relação as vertentes de pesquisa, predominaram os estudos voltados a Ecologia e Etologia dos escorpiões. O levantamento evidencia que os estudos destes animais se mantem em um padrão ainda tradicional, com pouca expressividade de métodos como a taxonomia integrativa. A revisão pode contribuir expressivamente para a formação de pesquisadores iniciantes, principalmente voltados a questões ligadas ao escorpionismo.

Palavras-chave: Aracnologia; Pesquisa Zoológica; Scorpiones; Taxonomia de escorpiões

INTRODUÇÃO

A partir do final do século XVIII as pesquisas com escorpiões objetivavam primordialmente a classificação taxonômica, anatomia e distribuição de espécies (Lourenço, 2016). No século passado, movida principalmente por problemas de saúde pública relacionados ao escorpionismo, a área de estudo passou a diversificar seu enfoque, com estudos ecológicos, epidemiológicos e bioquímicos envolvendo esses animais.

O conhecimento sobre a biodiversidade de escorpiões em qualquer território é primordial para a tomada de decisões quanto à prevenção de acidentes e complicações oriundas desse grupo faunístico, se tornando uma estratégia importante de saúde pública. Além disso, estes animais e seu quantitativo podem servir de indicador biológico de degradação ambiental tanto em áreas urbanas, já que algumas espécies são sinantrópicas, quanto em áreas ainda naturais, considerando outros grupos com maior especificidade de *habitat* (Lourenço; Cuellar, 1995; Colombo; Alencar, 2014; Lira *et al*., 2020). Independentemente do objetivo, a grande maioria dos estudos experimentais envolvendo os escorpiões exige a captura de espécimes, e praticamente todos envolvem a identificação.

A classificação biológica da ordem Scorpiones é apontada como um desafio considerável para pesquisadores de uma forma geral, com destaque para os que se debruçam sobre aspectos que envolvem seres humanos e o escorpionismo (Lourenço, 2016). A classificação confusa empregada em grande parte dos estudos pode levar a conclusões prejudiciais para a própria área, como por exemplo o crescente número de espécies de importância médica no mundo e as possíveis implicações disso (Lourenço, 2020).Quanto à captura de espécimes, uma grande quantidade de estudos se beneficia basicamente de duas metodologias, muitas vezes desconsiderando a subjetividade de cada ambiente onde se realiza a pesquisa, atitude que pode influenciar significativamente os resultados principalmente em estudos de caráter ecológico (Dehghani *et al*., 2019).

No Brasil, a última década foi marcada pelo crescimento em larga escala de acidentes envolvendo escorpiões em todas as regiões, impulsionando no mesmo sentido a produção científica na área. Visando o fornecimento de informações úteis para a prática do estudo destes artrópodes e diante da inexistência de literatura semelhante, na presente revisão de escopo objetivamos identificar os métodos de coleta *in situ* e classificação biológica de escorpiões mais usuais em artigos científicos publicados entre os anos de 2013 e 2023 nas bases de dados selecionadas, além de construir um panorama das principais vertentes de pesquisa envolvendo o manejo destes animais.

METODOLOGIA

A *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR) foi utilizada como parâmetro para o desenho do presente estudo. As buscas nas bases de dados *Web of Science*, *Science Direct* e *PubMed* foram realizadas no período de janeiro a maio de 2024, onde utilizaram-se os termos: “brazil”; “catch”; “collect”; “identification”; “classification”; “scorpion” e “scorpiones”, bem como suas flexões verbais, variações de sentido semelhante e operadores booleanos necessários. As buscas foram realizadas originalmente em inglês, sem a exclusão de trabalhos que se apresentassem na íntegra em um idioma diferente.

Todas as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e leitura completa foram realizadas por dois autores de forma independente, com divergências de decisão resolvidas em consenso completo (4 artigos) ou por voto de desempate de um terceiro autor (1). Os resultados das bases foram reunidos inicialmente em tabela Excel, e a exclusão de duplicados entre as

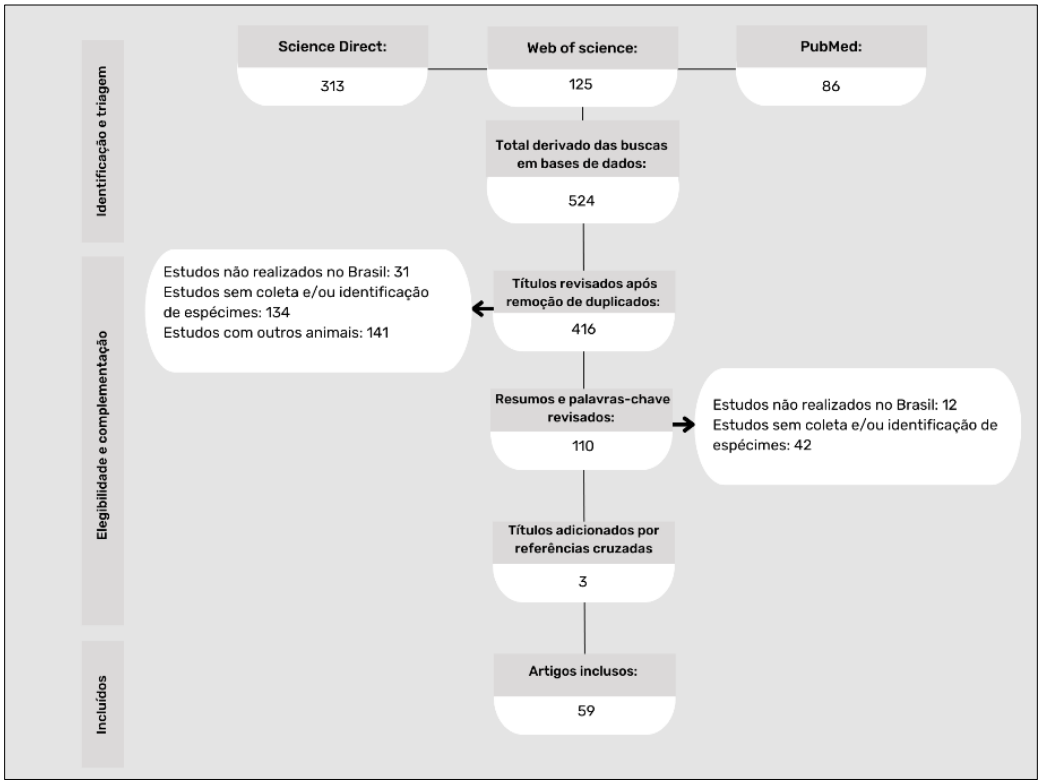
bases foi feita em duas camadas, sendo a primeira pela ferramenta Endnote – Clarivate e a segunda por conferência manual em Excel.

Literatura adicional foi integrada à revisão de acordo com autores recorrentes nas referências de artigos incluídos e busca ativa por um dos autores na plataforma *Research Rabbit*. A triagem e elegibilidade dos estudos foi realizada em duas etapas: Leitura do título e resumo e leitura completa, tendo como base os critérios de exclusão: 1) Capítulo de livro, publicações de eventos, artigos no prelo; 2) Realizados fora do Brasil; 3) Não realiza coleta ou identificação de escorpiões. Por fim, dos artigos elegíveis para integrar a revisão foram extraídas as informações: ano de publicação, estado do Brasil onde o estudo foi realizado, periódico de publicação, vertente de investigação do estudo, objeto de pesquisa, tipo de coleta método de identificação, quantidade de espécies e quantidade de espécimes incluídos.

RESULTADOS

A busca inicial de trabalhos retornou um número significativo de produções, que após serem submetidas às etapas de triagem se reduziram a 59 artigos científicos elegíveis para adoção no presente estudo (Figura 1).

Figura 1- Resultados nas diferentes etapas de busca e triagem dos artigos que tratam da coleta ou identificação de escorpiões no Brasil



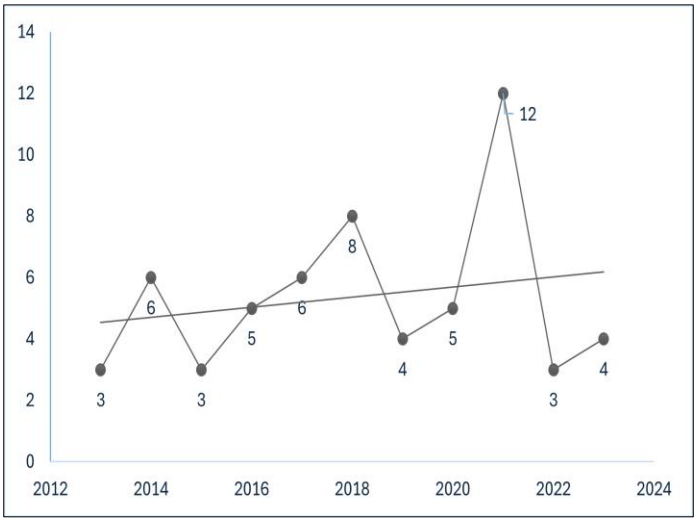
Fonte: elaborado pelo autor

Grande parte dos estudos não incluídos tratavam de pesquisas voltadas para a classificação e bioprospecção de compostos químicos presentes no veneno dos animais, com o processo de coleta e identificação feito anteriormente por instituições que doaram o material biológico para a pesquisa. Outros, descartados durante a etapa de elegibilidade, não apresentavam informações suficientes sobre o método usado para a captura e classificação dos animais. Mesmo com o uso de termo que especifica a área de estudo como Brasil, e restringe as buscas à ordem Scorpiones, trabalhos fora deste escopo também foram avaliados e descartados durante a triagem.

A produção científica encontrada indica uma tendência de crescimento na área de estudo (Figura 2), com destaque para os anos de 2018 (8) e 2021 (12), que apresentaram maior quantidade de produção no período. Quanto aos assuntos mais abordados, o comportamento animal e a análise de influência de fatores ambientais sobre a diversidade de escorpiões foram destaques na produção.

Os estudos analisados abrangeram diversas vertentes do conhecimento, sendo a Ecologia a mais representativa (n = 20), com destaque para a descrição de microhabitats e de efeitos de variações ambientais sobre assembleias de escorpiões. A segunda vertente em número de trabalhos foi a Etologia (n = 11), com investigações voltadas principalmente ao comportamento reprodutivo, defensivo e predatório. Em terceiro lugar a Biotecnologia (n = 10), destacou-se quanto a caracterização do veneno e prospecção de biomoléculas e em quarto a Taxonomia (n = 7), com predominância de descrições de novas espécies.

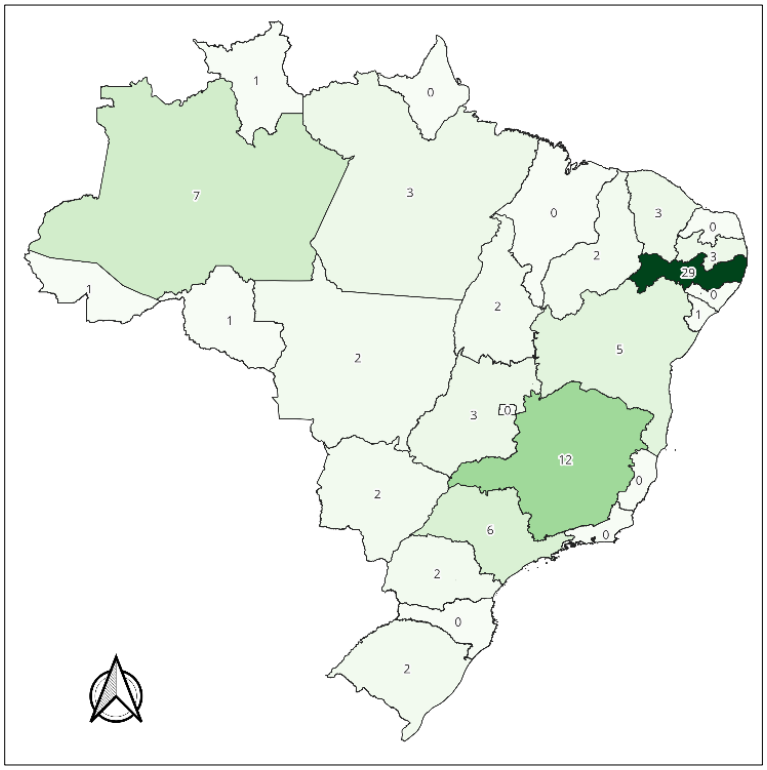
Figura 2 - Produção por ano dentre os artigos que tratam de coleta e/ou identificação de escorpiões no Brasil nos anos de 2013 - 2023



Fonte: elaborado pelo autor

Por fim, a literatura estudada se concentrou principalmente no Nordeste do Brasil (Figura 3), com destaque para o estado de Pernambuco (29). Foi possível constatar também um número significativo de trabalhos (8), realizados em parceria entre pesquisadores de diferentes Estados, com foco principalmente em estudos de diversidade de padrões bioquímicos e/ou moleculares.

Figura 3 - Números de artigos que tratam de coleta e/ou identificação de escorpiões por unidade da federação do Brasil nos anos de 2013 - 2023



Fonte: elaborado pelo autor

O método de coleta *in situ* mais utilizado nos estudos foi o de busca ativa com uso de iluminação ultravioleta (22), além deste, a captura por meio de armadilhas de queda (*pitfall traps*) foi citada em dois artigos. A identificação por meio de observação de características morfológicas e encaixe de chaves dicotômicas foi a técnica de classificação taxonômica mais utilizada dentre os estudos (37), apenas um estudo fez uso de classificação integrativa, considerando também análise molecular para a definição de grupos biológicos. Nossos resultados estão expostos na tabela 1.

Tabela 1 - Informações extraídas dos estudos que tratam de coleta e/ou identificação de escorpiões selecionados para a revisão (2013-2023)

Autoria	Periódico	Estado	Vertente	Objeto de estudo	Tipo de coleta	Método de identificação	Quant. de espécies	Quant. de espécimes
Lourenço et al., 2013	Anais da acad. Brasileira de Ciências	BA, MG	Taxonomia	Novas espécies	Não informado	Morfológica	3	8
Mattos et al., 2013	Chromosome Research	BA, SP, TO, PI, PR, MG, CE	Citogenética	Estrutura cromossômica	Não informado	Morfológica	11	78
Schwartz et al., 2013	Peptides	TO	Biotecnologia	Prospecção de peptídeos	Não informado	Não informado	1	Não informado
Lira e Albuquerque, 2014	Check List	PE	Ecologia	Caracterização da assembleia de escorpiões	Ativa - UV	Morfológica	5	1.125
Lira e Sousa, 2014	Revista Ibérica de Aracnologia	PE	Ecologia	Microhabitat de escorpiões	Ativa - UV	Morfológica	3	23
Ott e Ott, 2014	Iheringia	RS	Ecologia	Variação populacional vegetação-dependente	Passiva- Queda	Morfológica	1	165
Santos et al., 2014	Zookeys	BA	Taxonomia	Descrição morfológica	Não informado	Morfológica	3	2.264
Carmo et al., 2014	Toxicon	MG	Biotecnologia	Perfil de proteases de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922	Não informado	Não informado	1	500
Horta et al., 2014	Plos One	MG	Citogenética	Variabilidade cromossômica intraespecífica	Não informado	Não informado	1	Não informado
Martins et al., 2014	Mitochondrial DNA	MG	Biotecnologia	Genoma mitocondrial de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922	Não informado	Morfológica	1	1
Mattoni et al., 2015	Plos One	MT, MS, MG, SP, AM	Etologia	Autotomia em escorpiões	Ativa- UV, Rolamento	Não informado	10	150
Souza et al., 2016	Acta Scientiarum	PE	Ontogenética	Ontogenia de *Tityus stigmurus* (Thorell, 1876)	Não informado	Não informado	1	Não informado
Santos et al., 2016	Chemico-biological interactions	RS	Toxicologia	Envenenamento de *Bothriurus bonariensis* (C. L. Koch, 1842)	Não informado	Não informado	1	Não informado

Albuquerque e Lira, 2016	Comptes Rendus Biologies	PE	Ecologia	Ontogenia de *Tityus pusillus* Pocock, 1893	Não informado	Morfológica	1	16
Lira et al., 2016	J. of Arachnology	PE	Morfologia/Ecologia	Leucismo em *Tityus pusillus* Pocock, 1893	Não informado	Morfológica	1	1
Costa et al., 2016	Revista da Soc. Brasileira de M. Tropical	AM	Epidemiologia	Escorpionismo no Amazonas	Não informado	Morfológica	Não informado	Não informado
Lira et al., 2017a	Arachnida Aracnologica Italiana	PB	Ecologia	Assembleia de escorpiões de uma Área de Proteção	Ativa-UV	Morfológica	4	272
Lourenço, 2017	Zookeys	PA	Taxonomia	Nova espécie	Não informado	Morfológica	1	Não informado
Chantall-Rocha e Japyassú, 2017	Behavioural Processes	SE, BA, MG	Etologia	Comportamento reprodutivo	Ativa- UV, Rolagem das rochas	Morfológica	1	65
Lira et al., 2017b	Studies on neotrop. fauna and environment	PE	Ecologia	Particularidades de habitat	Ativa- UV	Morfológica	5	353
Silva et al., 2017	Toxicon	AM	Biotecnologia	Efeito farmacológico do veneno	Não Informado	Não Informado	1	Não informado
Lira et al., 2017c	Acta ethologica	PE	Etologia	Nível de ameaça ao escorpião	Não informado	Não informado	1	60
Bertani et al., 2018	Bioinvasions records	SP	Taxonomia	Ocorrência e estabelecimento de espécies invasoras	Não informado	Morfológica	1	180
Silva et al., 2018	Zoology	PE	Etologia/Ecologia	Comportamento e efeito de borda sobre duas espécies de escorpião	Ativa- UV	Morfológica	2	1.497
Lira et al., 2018a	Canadian J. of Zoology	PE	Etologia	Comportamento de *T. pusillus* Pocock, 1893 em diferentes florestas brasileiras neotropicais	Ativa- UV	Morfológica	12	2.681
Mattos et al., 2018	Plos One	AM, CE, GO, MG, MS, PI, PR, RR, PE	Citogenética	Rearranjo molecular do subgênero *Archaeotityus*	Não informado	Morfológica	6	137

Dias et al., 2018	J. of Proteomics	AM	Biotecnologia	Novo peptídeo do veneno de *Tityus obscurus* (Gervais, 1843)	Não informado	Não informado	1	Não informado
Santos et al., 2018	European j. of entomology	PE	Ecologia	Particularidades de habitat	Ativa- UV	Morfológica	2	501
Lira et al., 2018b	Invertebrate biology	PE	Etologia	Dimorfismo sexual e o comportamento reprodutivo de *T. pusillus* Pocock, 1893	Não informado	Morfológica	1	634
Batista et al., 2018	Toxicon	AM	Biotecnologia	Caracterização do veneno de *T. metuendus* Pocock, 1897	Não informado	Morfológica	1	Não informado
Pordeus et al., 2019	Canadian J. of Zoology	PE	Etologia	Comportamento de *T. pusillus* Pocock, 1893	Não informado	Não informado	1	100
Silva et al., 2019	Acta ethologica	PE	Etologia	Comportamento predatório de *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910)	Não informado	Não informado	1	60
Lira et al., 2019a	Acta Oecologica	PE	Etologia	Variação comportamental frente a variações ambientais	Ativa- UV	Morfológica	12	2.653
Lira et al., 2019b	International J. of Tropical Insect Science	PB, PE	Ecologia	Influência do uso de terra sobre assembleia	Ativa- UV	Morfológica	9	461
Foerster et al., 2020	Neotrop. Biology and Conservation	PE	Ecologia	Influência do uso de terra sobre assembleia	Ativa- UV	Morfológica	6	269
Lira et al., 2020a	J. of Ethology	PE	Etologia	Comportamento defensivo de *T. pusillus* Pocock, 1893	Não informado	Não informado	1	248
Yamazaki et al., 2020	Revista Colombiana de Entomología	MG	Ecologia	Artrópodes associados a *Callisthene fasciculata* (Vochysiaceae)	Nebulização de dossel	Não informado	1	3
Lira et al., 2020b	Studies on neotrop. fauna and environment	PE	Ecologia	Variação sazonal do padrão de forrageamento	Ativa- UV	Morfológica	7	96
Borges et al., 2020	Acta Tropica	PA, SP	Biotecnologia	Diversidade de composição do veneno em *Tityus* Koch, 1836	Não informado	Não informado	15	Não informado
Lira et al., 2021a	Acta amazônica	AC	Ecologia	Checklist de espécies do estado	Não informado	Morfológica	7	31

Brite-Neto et al., 2021	J. of Invertebrate Pathology	SP	Biotecnologia	Atividade anti escorpiônica de isolados fúngicos	Ativa- UV	Morfológica	1	1500
Albuquerque e Lira, 2021	The J. of Arachnology	PE	Etologia	Comportamento de defesa *T. pusillus* Pocock, 1893	Não informado	Não informado	1	54
Braga-Pereira e Santos, 2021	The J. of Arachnology	MG	Etologia	Comportamento reprodutivo de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922	Ativa- UV, Rolamento	Morfológica	1	174
Lira et al., 2021b	Zoology	PE	Ecologia	Variação morfológica de acordo com vegetação na assembleia	Ativa- UV	Morfológica	11	368
Lira et al., 2021c	The J. of Arachnology	PE	Ecologia	Variação morfológica de acordo com vegetação *Tityus pusillus* Pocock, 1893	Ativa- UV	Morfológica	1	353
Magalhães et al., 2021	J. of Proteomics	GO	Biotecnologia	Veneno de *Rhopalurus agamemnon* (Koch, 1839)	Não informado	Não informado	1	Não informado
Lira et al., 2021d	J. of Arid Environments	PE	Ecologia	Influência da heterogeneidade de habitat sobre assembleias	Ativa- UV	Não informado	10	782
Lira et al., 2021e	International J. of Tropical Insect Science	PE	Ecologia	Influência do efeito de borda sobre assembleias	Armadilha de queda	Morfológica	5	864
Kalapothakis et al., 2021	Toxicon	MG	Biotecnologia	Novos peptídeos no veneno de *Tityus serrulatus* Lutz & Mello, 1922	Não informado	Não informado	1	40
Lira et al., 2022	J. of Insect Conservation	PE	Ecologia	Influência da perturbação antropogência sobre a assembleia	Ativa-UV	Morfológica	13	3.781
Lourenço et al., 2021	Zootaxa	GO	Taxonomia	Nova espécie de *Ananteris* Thorell, 1891	Não informado	Morfológica	1	Não informado
Pessoa et al., 2022	Neotropical Biodiversity	PE	Ecologia	Comportamento de *Ananteris mauryi* Lourenço, 1982 sob risco de predação	Ativa- UV	Não informado	2	380
Lima et al., 2022	Acta Scientiarum	PE	Ecologia	Efeito do fotoperíodo no ganho de biomassa em *Jaguajir rochae* (Borelli, 1910)	Não informado	Não informado	1	71
Cunha et al., 2022	Acta Ethologica	PE	Ecologia/Etologia	Influência do habitat sobre o padrão de predação	Ativa- UV	Morfológica	4	30

Lima et al., 2023	Animal Genetics	AM, RO, MG, BA, MT, SP	Citogenética	Descrição citogenética de Buthidae e Chactidae	Não informado	Morfológica	8	40
Alberto et al., 2023	Revista bras. de Paleontologia	CE	Taxonomia	Nova espécie fóssil	Fóssil	Morfológica	1	1
Silva et al., 2023	Mutation Research	PE, PB	Genética toxicológica	Efeitos genotóxicos de poluição em *Tityus pusillus* Pocock, 1893	Ativa- UV	Não informado	1	30
Pardal et al., 2023	Acta Amazonica	PA	Genética populacional	Efeito da diversidade genética sobre desfecho clínico do escorpionismo	Não informado	Morfológica	2	10

Fonte: Própria

DISCUSSÃO

Revisões de escopo têm o objetivo de compilar a literatura e evidenciar tendências sobre uma determinada área, método ou tópico específico, partindo de uma análise descritiva dos materiais extraídos de bases selecionadas. No presente estudo, focamos em explorar as tendências e práticas de pesquisas que envolvem a coleta e/ou identificação de escorpiões em diversas temáticas dentro da área, com objetivo de fornecer subsídio a pesquisadores iniciantes no estudo da ordem Scorpiones. O comportamento sinantrópico, evidenciado nas últimas três décadas no país pelo aumento no número de acidentes com humanos, as potencialidades farmacológicas exploradas por diversos grupos de pesquisa e o estudo de comportamento e adaptação destes animais são algumas das principais motivações para um aumento expressivo de produções científicas na área.

A bioquímica dos venenos e a identificação de seus compostos foram temas recorrentes nos artigos selecionados, cujos estudos têm potencial para contribuir com o desenvolvimento de áreas relacionadas à saúde, considerando a utilização secundária de alguns compostos extraídos dos venenos desses aracnídeos. No entanto, é importante notar que ainda não há uma grande quantidade de trabalhos específicos voltados para a identificação dos próprios escorpiões. A pesquisa nesse campo pode fornecer contribuições valiosas para a compreensão e aplicação desses venenos na saúde humana.

Dentre os artigos encontrados que trazem a identificação e coleta como parte da metodologia, o estado brasileiro de Pernambuco destacou-se pela quantidade de trabalhos realizados. Nota-se nessas produções um enfoque na análise da biodiversidade escorpiônica com levantamento de informações relativas ao *habitat* e micro*habitat* natural das espécies, principalmente em regiões florestais, bem como na análise comportamental desses aracnídeos em espaço natural ou artificial, sobretudo das questões reprodutivas.

Nossos resultados indicaram que a grande maioria dos estudos se concentrou na elucidação de questões ecológicas envolvendo os escorpiões, a exemplo de estudos voltados para o levantamento de informações sobre o *habitat* de alguma espécie, a comparação de diversidade ou comportamento dos animais em diferentes ambientes e análise do comportamento reprodutivo. Podemos associar os resultados com a integração obrigatória da coleta dos animais em estudos *in situ*, garantindo a observação de aspectos para além do comportamento natural, como medidas e padrões morfológicos. Para além disso, alguns estudos

analisaram o comportamento dos animais em ambiente artificial, possibilitando a observação por longos períodos e maior acurácia dos dados levantados.

Nossos resultados demonstraram que a coleta dos animais *in situ* tem sido realizada predominantemente por meio da busca ativa com uso de luz ultravioleta (UV), sendo citadas em número significativamente menor os métodos de armadilhas de queda e rolagem de rochas. A integração de métodos ocorreu em três estudos, com a combinação de ativa e passiva, independentemente da combinação entre os métodos. É importante reforçar que o método de busca ativa com luz ultravioleta de fato proporciona uma amostragem mais satisfatória em relação aos outros métodos, mas exige maior capital humano e se apresenta com um risco relativamente maior, considerando a possibilidade de encontros indesejados com outros animais não fluorescentes sob luz UV.

O registro de novas espécies também foi objeto de foco em vários estudos. Considerando a ascensão do estudo da ordem Scorpiones nas últimas décadas, é esperado que novas espécies sejam catalogadas, e considerando o Brasil como mega diverso, não se espera um padrão diferente. No entanto, Lourenço (2020) aponta que esta tendência pode ser preocupante, já que muitas classificações (ou reclassificações) não seguem princípios importantes para a proposição de novas espécies. Entende-se como essencial para a notificação de novos táxons considerar aspectos ecológicos, de quantidade de espécimes avaliados ou outras informações que indiquem a especiação de fato, evitando o apontamento precoce com base em poucas diferenciações morfológicas.

A predominância de estudos nas áreas de Ecologia e Etologia pode estar relacionada à sua relevância para a compreensão da dinâmica populacional, das interações ecológicas e das estratégias comportamentais dos escorpiões, aspectos essenciais para a conservação e manejo dessas espécies. Além disso, essas vertentes representam áreas do conhecimento ainda pouco exploradas no Brasil, o que justifica o interesse crescente por tais investigações. A expressiva quantidade de pesquisas nesses campos também reflete a atuação de um grupo de pesquisa consolidado em Pernambuco, que tem se dedicado amplamente ao estudo da ecologia e comportamento de aracnídeos. Esse grupo tem desenvolvido investigações detalhadas sobre a composição de assembleias, a influência de fatores ambientais e os padrões comportamentais dos escorpiões em diferentes habitats, contribuindo significativamente para o avanço do conhecimento sobre esses organismos.

Dentre os trabalhos selecionados em nosso estudo que citam a forma de identificação de espécimes, a classificação morfológica se destacou significativamente, e apenas um estudo apontou o uso de taxonomia integrativa como método classificatório. A literatura especializada de Lourenço (2002), que aborda a escorpiofauna brasileira em diferentes frentes, foi a mais citada pelos autores como base para as identificações, mesmo que em alguns casos espécies notificadas nestes trabalhos tivessem sua morfologia mais explorada em obras posteriores. O conservadorismo quanto a diversificação de literatura de base parece ser predominante dentro das redes de colaboração que estudam escorpiões.

O debate sobre as técnicas de classificação taxonômica perpassa a academia desde os primórdios do estudo da vida, e a tendência mais popular entre os zoólogos mudou diversas vezes durante o período. Enquanto a tradicional análise morfológica continua dominante, grupos de pesquisadores emergem com a defesa da biologia molecular como centro das classificações biológicas, inclusive com a adoção de um código de barras universal (Daglio; Dawson, 2019). Toma força neste contexto a abordagem da taxonomia integrativa, que busca o melhor das duas áreas para definir grupos biológicos, além de incluir outros fatores como comportamento ou individualidades ecológicas. Apenas um dos estudos incluídos nesta revisão adotou a classificação molecular (Martins *et al.*, 2015), e todos os outros o método morfológico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração de diferentes disciplinas, conceitos e profissionais tem sido cada vez mais necessária para a elucidação de problemas emergentes em todo o mundo, e principalmente em países tropicais. Torna-se necessária uma produção científica cada vez mais acessível, possibilitando a comunicação entre pesquisadores para o alcance de objetivos maiores, a exemplo de metas da agenda 2030 ou combate a doenças tropicais negligenciadas.

Visamos demonstrar, de forma sucinta, os métodos mais usuais em pesquisas com escorpiões, grupo animal que tem sido cada vez mais destacado dentre os invertebrados, seja por suas particularidades biológicas ou por sua potencial periculosidade para os humanos. Esperamos que as contribuições aqui elencadas sirvam de base conceitual para a construção de planos e projetos científicos em diferentes âmbitos da pesquisa científica ou ações de saúde pública voltadas para o controle populacional do táxon. Destacamos como limitação do estudo a não integração de artigos publicados fora do escopo das bases de dados selecionadas.

REFERÊNCIAS

ALBERTO, G. M. *et al*. A new specimen of whip scorpion (Arachnida; Thelyphonida) from the Crato Formation, Lower Cretaceous of Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, Porto Alegre, v. 26, n. 3, p. 147–155, 2023.

ALBUQUERQUE, C. M. R.; LIRA, A. F. A. Insights into reproductive strategies of *Tityus* (*Archaeotityus*) *pusillus Pocock,* 1893 (Scorpiones, Buthidae). **Comptes Rendus Biologies**, Paris, v. 339, n. 5-6, p. 179–184, 2016.

ALBUQUERQUE, K. B. C.; LIRA, A. F. A. Sex-based defensive behavior influenced by threat level in the scorpion Tityus pusillus (Scorpiones: Buthidae). **The Journal of Arachnology**, Lubbock, v. 49, n. 3, 2021.

BATISTA, C. V. F. *et al.* Venom characterization of the Amazonian scorpion Tityus metuendus. **Toxicon**, Oxford, v. 143, p. 51–58, 2018.

BERTANI, R. *et al.* Alien scorpions in the Municipality of São Paulo, Brazil: evidence of successful establishment of Tityus stigmurus (Thorell, 1876) and first records of Broteochactas parvulus Pocock, 1897, and Jaguajir rochae (Borelli, 1910). **Bioinvasions Rec.**, Helsinki, v. 7, n. 1, p. 89-94, 2018.

BORGES, A. *et al.* Venom diversity in the Neotropical scorpion genus Tityus: implications for antivenom design emerging from molecular and immunochemical analyses across endemic areas of scorpionism. **Acta Tropica**, Amsterdam, v. 204, p. 105346, 2020.

PEREIRA, G. F. B.; SANTOS, A. J. Asexual reproduction in a sexual population of the Brazilian yellow scorpion (*Tityus serrulatus*, Buthidae) as evidence of facultative parthenogenesis. **The Journal of Arachnology**, Lubbock, v. 49, n. 2, p. 1-12. 2021.

BRITES-NETO, J. *et al.* Scorpionicidal activity of secondary metabolites from Paecilomyces sp. CMAA1686 against Tityus serrulatus. **Journal of Invertebrate Pathology**, San Diego, v. 179, p. 107541, 2021.

CARMO, A.O. *et al.* Molecular and functional characterization of metalloserrulases, new metalloproteases from the Tityus serrulatus venom gland. **Toxicon**, Oxford, v. 90, p. 45–55, 2014.

ROCHA, S. C.; JAPYASSÚ, H. F. Diffuse resistance courtship in the scorpion Rhopalurus rochai (Scorpiones: Buthidae). **Behavioural processes**, Amsterdam,v. 135, p. 45–55, 2017.

COLOMBO, W. D.; ALENCAR, I. C. C. Etograma do escorpião amarelo *Tityus serrulatus* Lutz & Mello 1922 (*Scorpiones: Buthidae*), em cativeiro**. Bioscience Journal**, Uberlândia,v. 30, n. 2, p. 576-581, 2014.

COSTA, C.L.S.O. *et al.* A profile of scorpionism, including the species of scorpions involved, in the State of Amazonas, Brazil. **Rev Da Soc Brasil De Medicina Tropical**, Brasília, v. 49, n. 3, 376–379, 2016.

CUNHA, H.P. *et al.* Can contrasting habitats influence predatory behavior in tropical forest scorpions?. **acta ethol**, Heidelberg, v. 25, p. 107–113, 2022.

DAGLIO, L. G.; DAWSON, M.N. Integrative taxonomy: ghosts of past, present and future. **Journal of the Marine Biological**, Cambridge, v 99, n.6, p.1237–46, 2019.

DEHGHANI, R.; KASSIRI, H.; MOHAMMADZADEH, N. Comparison of Various Methods of Collecting Scorpions (Arachnida, Scorpiones) in Khuzestan Province, Southwestern Iran. **Arch Clin Infect Dis**, Tehran, v. 14, n. 4, p. 1-13, 2019.

DIAS, N. B. *et al.* Profiling the short, linear, non-disulfide bond-containing peptidome from the venom of the scorpion Tityus obscurus. **Journal of proteomics**, Amsterdam, v. 170, p. 70–79, 2018.

FOERSTER, S. A. I.; LIRA, A. F. A.; ALMEIDA, C. G. Vegetation structure as the main source of variability in scorpion assemblages at small spatial scales and further considerations for the conservation of Caatinga landscapes. **Neotropical Biology and Conservation**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 533-550, 2020.

HORTA, C. C. R. *et al.* Molecular, Immunological, and Biological Characterization of Tityus serrulatus Venom Hyaluronidase: New Insights into Its Role in Envenomation. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, San Francisco, v. 8, n. 2, p. 1-20, 2014.

KALAPOTHAKIS, Y. *et al.* Novel components of Tityus serrulatus venom: A transcriptomic approach. **Toxicon**, Oxford, v. 189, p. 91-104, 2021.

LIMA , J. F. *et al.* Chromosome diversity in Buthidae and Chactidae scorpions from Brazilian fauna: Diploid number and distribution of repetitive DNA sequences. **Genetics and Molecular Biology**, São Paulo, v. 46, n. 2, p. 1-17, 2023.

LIMA, J. R. *et al.* Effect of photoperiod on the biomass and survivorship of juvenile scorpions Jaguajir rochae (Scorpiones, Buthidae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 44, n. 1, p. 1-16, 2022.

LIRA, A. F. A. *et al.* Potential distribution patterns of scorpions in north-eastern Brazil under scenarios of future climate change. **Austral Ecology**, Melbourne, v. 45, p. 215-228, 2020.

LIRA, A. F. A.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Diversity of scorpions (Chelicerata: Arachnida) in the Atlantic Forest in Pernambuco, northeastern Brazil. **Check List**, São Paulo, v. 10, n. 6, p. 1331-35, 2014.

LIRA, A. F. A.; ALMEIDA, F. M. F.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Reaction under the risk of predation: effects of age and sexual plasticity on defensive behavior in scorpion Tityus pusillus (Scorpiones: Buthidae). **J Ethol**, Tokyo, v. 38, p. 13–19, 2020a.

LIRA, A. F. A. *et al.* Habitat heterogeneity shapes and shifts scorpion assemblages in a Brazilian seasonal dry tropical forest. **Journal of Arid Environments**, Abingdon, v. 186, p. 1–7, 2021d.

LIRA, A. F. A. *et al.* Linking scorpion (Arachnida: Scorpiones) assemblage with fragment restoration in the Brazilian Atlantic Forest. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 53, n. 2, p. 107–112, 2017b.

LIRA, A. F. A. *et al.* Contrasting patterns at interspecific and intraspecific levels in scorpion body size across a climatic gradient from rainforest to dryland vegetation. **Zoology**, Jena, v. 146, p. 1-6, jun. 2021b.

LIRA, A. F. A. *et al.* Understanding the effects of human disturbance on scorpion diversity in Brazilian tropical forests. **J Insect Conserv**, Basel, v. 25, p. 147–158, 2021.

LIRA, A. F. A. *et al.* Scorpions (Arachnida, Scorpiones) from the state of Acre, southwestern Brazilian Amazon. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 51, n. 1, p. 58-62, 2021a.

LIRA, A. F. A.; OLIVEIRA, R. F.; DIONISIO-DA-SILVA, W. Moura GJB. Influence of the edge-core gradient on the scorpion assemblage (Arachnida, Scorpiones) in a Brazilian Atlantic forest. **Int J Trop Insect Sci**, Heidelberg, v. 41, p. 447–454, 2021e.

LIRA, A. F. A.; PORDEUS, L.M.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Leucism in Tityus pusillus (Scorpiones: Buthidae): Report of a rare event in scorpions. **Journal of Arachnology**, Lubbock, v. 44, n. 2, p. 245–246, 2016.

LIRA, A. F. A. *et al.* Sexual dimorphism and reproductive behavior in the Brazilian scorpion Tityus pusillus (Scorpiones, Buthidae). **Invertebrate Biology**, Hoboken, v. 137, n. 3, p. 221–230, 2018b.

LIRA, A. F. A. *et al.* Effects of anthropogenic land-use on scorpions (Arachnida: Scorpiones) in Neotropical forests. **Int J Trop Insect Sci**, Heidelberg, v. 39, p. 211–218, 2019b.

LIRA, A. F. A. *et al.* Effects of habitat quality on body size of the litter dwelling scorpion Tityus pusillus in fragmented rainforests of Brazil. **Journal of Arachnology**, Lubbock, v. 48, n. 3, 2021c.

LIRA, A. F. A.; SALOMÃO, R. P.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Pattern of scorpion diversity across a bioclimatic dry-wet gradient in Neotropical forests. **Acta Oecologica**, Montrouge, v. 96, p. 10–17, 2019a.

LIRA, A. F. A. *et al.* Threat level influences the use of venom in a scorpion species, *Tityus stigmurus* (Scorpiones, Buthidae). **acta ethologica**, Heidelberg, v. 20, n. 3, p. 291–295, 2017c.

LIRA, A. F. A.; SOUZA, A. M.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Environmental variation and seasonal changes as determinants of the spatial distribution of scorpions (Arachnida: Scorpiones) in Neotropical forests. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 96, n. 9, p. 963–972, 2018a

LIRA, A. F. A.; SOUZA A. M. Microhabitat use by scorpion species (Arachnida: Scorpiones) in the montane Atlantic Rain Forest, Brazil. **Revista Ibérica de Aracnologia**, Zaragoza, n. 24, p. 107-108, 2014.

LIRA, A. F. A; VIEIRA, A. G. T.; OLIVEIRA, R. F. Seasonal influence on foraging activity of scorpion species (Arachnida: Scorpiones) in a seasonal tropical dry forest remnant in Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Abingdon, v. 55, n. 3, p. 226–232, 2020b.

LIRA, A. F. A. *et al.* Scorpions (Arachnida, Scorpiones) of an Atlantic forest fragment in the coastalnortheastern Brazil: Barra of Mamanguape river protected área. Arachnida – **Rivista Aracnologica Italiana**, Torino, v. 13, p. 22-30, 2017.

LOURENÇO, W. R.; CUELLAR, O. Scorpions, Scorpionism, Life History Strategies And Parthenogenesis. **J Venom Anim Toxins**, Botucatu, v. 1, n. 2, p. 51–62, 1995.

LOURENÇO, W. R.; GIUPPONI, A. P. L.; LEGUIN, E. A. Description of three more new species of the genus Ananteris. **An Acad Bras Ciênc**, Rio de Janeiro, v. 85, n. 2, p. 709–25, 2013.

LOURENÇO, W. R. A new species of Physoctonus Mello-Leitão, 1934 (Scorpiones: Buthidae) from the ‘Campos formations’ of southern Amazonia. **ZooKeys**, Sofia, v. 711, p. 67-80, 2017.

LOURENÇO, W. R. Scorpion incidents, misidentification cases and possible implications for the final interpretation of results. **J Venom Anim Toxins**, Botucatu, v. 22, n. 21, p. 1-13, 2016.

LOURENÇO, W. R. Some additional comments on the Ananterinae or'Ananteris group'and description of a new species of Ananteris Thorell, 1891 from Central Brazil (Scorpiones: Buthidae). **Zootaxa**, Auckland, v. 4984, n. 1, p. 347-356, 2021.

LOURENÇO, W. R. Why does the number of dangerous species of scorpions increase? The particular case of the genus Leiurus Ehrenberg (Buthidae) in Africa. **J Venom Anim Toxins,** Botucatu, v. 26, p. 1-15, 2020.

LOURENÇO, W. R. 2002. **Scorpions of Brazil Les Édition de I'lf**, Paris, 308p.

MAGALHÃES, A. C. M. *et al.* Exploring the biological activities and proteome of Brazilian scorpion Rhopalurus agamemnon venom. **Journal Of Proteomics**, Amsterdam, v. 237, p. 1-11, 2021.

MARTINS, A. P. V. *et al.* Many unique characteristics revealed by the complete mitochondrial genome of the scorpion Tityus serrulatus (Lutz e Mello 1922) (Chelicerata; Arachnida). **Mitochondrial DNA**, Abingdon, v. 27, n. 5, p. 3628–29, 2015.

MATTONI, C. I. *et al.* Scorpion Sheds "Tail" to Escape: Consequences and Implications of Autotomy in Scorpions (Buthidae: Ananteris). **PLoS ONE**, San Francisco, v. 10, n. 1, p. 1-10, 2015.

MATTOS, V. F. *et al.* Insights into the origin of the high variability of multivalent-meiotic associations in holocentric chromosomes of Tityus (Archaeotityus) scorpions. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 13, n. 2, p. 1-11, 2018.

MATTOS, V. F. *et al.* High chromosome variability and the presence of multivalent associations in buthid scorpions. **Chromosome Research**, Dordrecht, v. 21, n. 2, p. 121–136, 2013.

OTT, R.; OTT A. P. Abundance and seasonality of Bothriurus signatus (Arachnida, Scorpiones) in different vegetal formations in Sao Francisco de Paula, RS, Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 104, n. 1, p. 92–98, 2014.

PARDAL, P. P. D. O. *et al.* Interpopulational genetic diversity in the medically important scorpion Tityus obscurus (Scorpiones: Buthidae) from northeastern Brazilian Amazonia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 53, n. 3, p. 215-22, 2023.

PESSOA, V. B.; MOURA, G. J. B.; LIRA, A. F. A. Influence of predator density in foraging behavior and microhabitat choice on litter-dwelling scorpions. **Neotropical Biodiversity**, Abingdon, v. 8, n. 1, 297–300, 2022.

PORDEUS, L. M.; LIRA, A. F. A.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Male courtship behavior is triggered by female chemical cues in the scorpion Tityus pusillus (Scorpiones: Buthidae). **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 97, n. 12, p. 1122–1125, 2019.

SANTOS, D. S. *et al.* Bothriurus bonariensis scorpion venom activates voltage-dependent sodium channels in insect and mammalian nervous systems. **Chemico-Biological Interactions**, Amsterdam, v. 258, p. 1–9, 2016.

SANTOS G. C. S. G. *et al.* Random or clumped: How litter dwelling scorpions are distributed in a fragment of Brazilian Atlantic forest. **European Journal of Entomology**, České Budějovice, v. 115, p. 445–449, 2018.

SANTOS, M. D. S. *et al.* Description of the male of Tityus kuryi Lourenço, 1997 and notes about males of Tityus stigmurus (Thorell, 1877) and Tityus serrulatus Lutz & Mello, 1922 (Scorpiones, Buthidae). **ZooKeys**, Sofia, v. 435, p. 49–61, 2014.

SCHWARTZ, E. F. *et al.* OcyKTx2, a new K+-channel toxin characterized from the venom of the scorpion Opisthacanthus cayaporum. **Peptides**, Amsterdam, v. 46, p. 40–46, 2013.

SILVA, A. A. D. *et al.* Genotoxic effects of anthropogenic environments in the leaf litter-dwelling scorpion Tityus pusillus Pocock, 1893 (Scorpiones; Buthidae). **Mutation research**, Amsterdam, v. 887, n. 503585, p. 1-13, 2023.

SILVA, A. P. S. *et al.* Some pharmacological effects of Tityus obscurus venom in rats and mice. **Toxicon**, Oxford, v.126, p. 51–58, 2017.

SILVA, M. A. *et al.* Role of venom quantity in the feeding behavior of Jaguajir rochae (Scorpiones: Buthidae). **acta ethologica**, Heidelberg, v. 22, n. 2, p. 99–104, 2019.

SILVA, W. D.; LIRA, A. F. A.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Distinct edge effects and reproductive periods of sympatric litter-dwelling scorpions (Arachnida: Scorpiones) in a Brazilian Atlantic forest. **Zoology**, Jena, v. 129, p. 17–24, 2018.

SOUZA, A. M. *et al.* Growth and developmental time in the parthenogenetic scorpion Tityus stigmurus (Thorell, 1876) (Scorpiones: Buthidae). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 38, n. 1, p. 85–90, 2016.

YAMAZAKI, L. *et al.* Arthropods associated with Callisthene fasciculata (Vochysiaceae) canopy in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. **Revista Colombiana de Entomologia**, Bogotá, v. 46, n. 1, p. 1-7, 2020.

3.2 Artigo 2: Indicadores socioambientais, socioeconômicos e de gestão pública como preditores do escorpionismo no Brasil

RESUMO

O escorpionismo é um agravo negligenciado de crescente relevância em saúde pública, especialmente em países tropicais onde a degradação ambiental e a desigualdade social se sobrepõem. Neste estudo, investigamos a associação entre indicadores de sustentabilidade e a incidência de acidentes e internações por escorpiões nos 5.570 municípios brasileiros. Utilizamos dados secundários de 2023 provenientes do Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil, do Sistema de Informação de Agravos de Notificação e do Sistema de Informações Hospitalares, aplicando Análise de Componentes Principais e regressão binomial negativa para modelar os preditores. Identificamos que mais de 70% dos municípios apresentam índices de sustentabilidade baixos ou muito baixos, com concentração crítica nas regiões Norte e Nordeste. A Análise de Componentes Principais definiu quatro conjuntos explicativos: socioeconômico, socioambiental, investimento público e ambiental. Observamos que o componente socioeconômico influenciou negativamente as notificações, mas positivamente as internações, sugerindo um cenário onde a vulnerabilidade social mascara a incidência real principalmente por subnotificação de casos leves, mas agrava os desfechos clínicos, com maior frequência de casos graves. Concluímos que a dinâmica do escorpionismo no Brasil é fortemente modulada por determinantes sociais e ambientais, demandando políticas públicas integradas que transcendam o setor saúde e foquem na redução das desigualdades estruturais e melhoria do saneamento básico.

Palavras-chave: Determinantes Sociais de Saúde; Epidemiologia; Escorpiões; Saúde Única; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O encerramento do século XX foi marcado pela preocupação com a manutenção da vida humana no planeta, considerando o modelo predatório de crescimento adotado historicamente por países desenvolvidos (Redclift, 2006). Problemas de cunho ambiental, social e econômico despertaram discussões variadas em sentido, mas que convergiam para a preocupação com o um futuro cada vez mais próximo: a possibilidade de um colapso (Melo; Picanço Júnior; Espindola, 2024). Neste sentido surge uma mobilização internacional para definição das principais problemáticas inerentes a sustentabilidade e os passos necessários para a superação destes, culminando na construção de uma agenda comum aos países signatários (agenda 2030), com metas organizadas em objetivos maiores que enfocam nos três pilares da sustentabilidade: o ambiental, o social e o econômico (ONU - Brasil, 2025).

O escorpionismo representa um problema crescente de saúde pública, particularmente em países tropicais e subtropicais, onde condições ambientais favorecem a proliferação desses animais (Chiaravalloti Neto *et al.*, 2023; Muñoz *et al.*, 2025; Vasconez-Gonzalez *et al.*, 2025). No Brasil, a incidência de acidentes escorpiônicos tem aumentado de forma alarmante nas últimas décadas, tornando os escorpiões os principais causadores de envenenamentos por

animais peçonhentos no país (Brasil, 2025). Apesar da gravidade do quadro, a subnotificação e a baixa letalidade geral mascaram a vulnerabilidade de grupos de risco, como crianças e idosos, contribuindo para a negligência do problema por parte do poder público. Por exemplo, em 2023, dos mais de 202.000 casos registrados, 131 levaram a morte, sendo as crianças o grupo mais vulnerável (Brasil, 2025).

A expansão urbana desordenada, configura um dos principais fatores para a disseminação do escorpionismo no Brasil (Guerra-Duarte *et al.*, 2023). A destruição e fragmentação de habitats naturais alteram o equilíbrio ecológico e modificam a dinâmica das populações de escorpiões, favorecendo sua presença em áreas antropizadas(Guerra-Duarte *et al.*, 2023; Feitosa *et al.*, 2025). Além disso, a precariedade do saneamento básico, o acúmulo de resíduos e a proliferação de insetos – suas presas naturais – criam condições ideais para o estabelecimento dessas espécies nos centros urbanos, ampliando os riscos de acidentes (Seemann *et al.*, 2023).

Diante desse cenário, a associação entre degradação ambiental e incidência do escorpionismo evidencia um padrão já consolidado nas Ciências Ambientais: a interdependência entre desigualdade social e impactos ecológicos (Silva; Gennari, 2020). Populações em situação de vulnerabilidade, frequentemente expostas a condições precárias de moradia e infraestrutura, estão desproporcionalmente sujeitas ao risco de envenenamentos (Almeida *et al.*, 2021). Assim, compreender os fatores ambientais e sociais que determinam a ocorrência do escorpionismo é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e controle, reforçando a necessidade de uma abordagem integrada que considere tanto os aspectos ecológicos quanto os determinantes socioeconômicos do agravo.

É imprescindível acompanhar os esforços para o desenvolvimento sustentável em todos os níveis de organização estatal, possibilitando ações direcionadas às fragilidades de cada unidade da federação. Surge assim os Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade (SIG), ferramentas que monitoram a dinâmica da sustentabilidade em nível municipal considerando diferentes estimativas (Melo; Picanço Júnior; Espindola, 2024). O Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil (IDSC-BR) é um SIG que considera como *corpus* de análise 100 indicadores retirados predominantemente de fontes estatais, dando origem a um escore individual robusto e que considera os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (IDSC - BR, [*s. d.*]).

Visando contribuir com a delimitação de preditores sólidos para o escorpionismo em países tropicais, exploramos aqui a associação entre a incidência de acidentes e internações por

picada de escorpião e indicadores socioeconômicos, socioambientais e de gestão pública associados a sustentabilidade nos 5570 municípios do Brasil.

METODOLOGIA

Variáveis, fontes e coleta de dados

A pesquisa possui caráter retrospectivo, transversal e inferencial a partir de dados secundários, com recorte por município para todo o Brasil em 2023. As variáveis preditoras foram extraídas do banco de dados do Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC-BR), ferramenta operacionalizada pelo Instituto Cidades Sustentáveis com financiamento estatal do Brasil e União Europeia. As variáveis preliminares utilizadas no estudo, foram definidas a partir de indicadores relacionados na literatura a ocorrência de escorpionismo, e estão elencados no quadro 1.

Quadro 1 - Variáveis socioambientais e socioeconômicas do IDSC-BR utilizadas no estudo

Variável	**Fonte**	**Código - IDSC**
Famílias inscritas no Cadastro Único para programas sociais (%)	MDS/Ministério da Cidadania	SDG1_1_P_F_CU
Percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único que recebem Bolsa Família	Atlas Brasil	SDG1_3_COBBF
Percentual de pessoas abaixo da linha da pobreza no Cadastro Único pós Bolsa Família	Atlas Brasil/Renda/Programas Sociais	SDG1_4_PBF
Pessoas com renda de até 1/4 do salário-mínimo (%)	Atlas Brasil	SDG1_4_R_1_4_SM
Orçamento municipal para a saúde (em reais, per capita)	DataSUS/SICONFI	SDG3_27_DSP_SAU
Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (100 mil habitantes)	DataSUS/SIH	SDG6_1_IN_DRSAI
População atendida com esgotamento sanitário (%)	SNIS	SDG6_7_ESG_SAN
Investimento público em infraestrutura urbana por habitante (R$ per capita)	SICONFI/IBGE PIB MUNICIPAL	SDG9_1_INFRA
População residente em aglomerados subnormais (%)	IBGE/Censo Demográfico	SDG11_4_P_P_SUBN
Domicílios em favelas (%)	IBGE/Aglomerados Subnormais	SDG11_5_DMC_FVL
Resíduos sólidos domiciliares coletados per capita (kg/ dia/ hab)	SNIS	SDG12_2_RSD_SLD
Concentração de focos de calor	Atlas Brasil	SDG13_3_FCCLR
Percentual do município desflorestado (%)	MapBiomas	SDG13_6_TRNS_SL
Taxa de áreas florestadas e naturais	MapBiomas	SDG15_2_FLOR

Fonte: Própria

O número de acidentes notificados envolvendo escorpiões foi retirado do Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN), e o número de internações por contato com escorpiões foi extraído do Sistema de Informações Hospitalares (SIH), a busca foi feita com uso da ferramenta TABNET. Os valores foram padronizados em incidência por mil habitantes com ano de referência 2022 (IBGE, 2023).

Análise dos dados

Inicialmente, realizamos à análise da distribuição espacial das variáveis no território brasileiro, onde associamos os dados de índice de sustentabilidade, número de notificações e de internações com os limites políticos-geográficos de cada município. Os resultados foram compilados em planilhas excel e posteriormente utilizados para confecção de mapas temáticos no *software* QGIS v3.4.

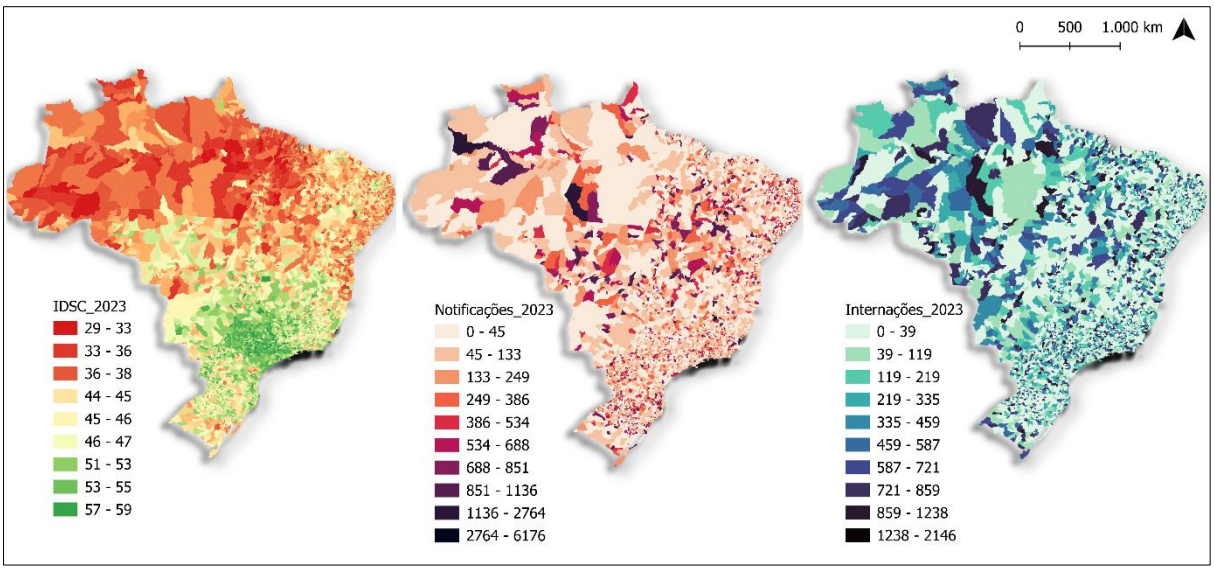
Executamos a seguir a prospecção das principais variáveis do modelo proposto, por meio do método não supervisionado de análise de componentes principais, que a partir de um conjunto de variáveis define agrupamentos destas que acumulem uma variabilidade significativa dos dados (Hotelling, 1933). Julgamos relevante para inclusão da análise de regressão o agrupamento das variáveis que compuseram os quatro primeiros componentes resultantes, que apresentaram maior influência (57%) sobre a conformação geral de variância (Figura 2).

Em seguida testamos o ajuste dos diferentes modelos lineares generalizados em relação aos dados, definindo como método mais parcimonioso a regressão binomial negativa, tendo por base o Critério de Informação de Akaike (Poisson: 405.481 X Binomial: 40.999) e teste de superdispersão do modelo de Poisson (110,7784). Ajustamos a variável resposta considerando sua natureza (taxa em relação a população) e proporção de zeros usando respectivamente as funções offset e zeroinfl, já que tanto para notificações quanto para internações, uma grande quantidade de municípios apresentou zero registros. Consideramos significante estatisticamente resultados com valor-p menor que 0,05, e todas as análises foram realizadas por meio dos *softwares* Rstudio (pacotes Metrics, randomForest e glmnet) e JASP.

RESULTADOS

Ao avaliarmos as cidades quanto ao Índice de Sustentabilidade encontramos 71,26% dos municípios com pontuação baixa (40-49 pontos) ou muito baixa (igual ou menor que 39 pontos), com a maioria destes municípios localizados na região Norte e Nordeste (figura 1A). O mesmo padrão de distribuição, desta vez de forma menos acentuada, foi encontrado no caso das notificações (figura 1B) e internações (figura 1C) por escorpionismo.

Figura 1 - Distribuição de índices de sustentabilidade individual (A), notificações (B) e internações (C) por escorpionismo dos municípios do Brasil em 2023



Fonte: Própria

A análise de componentes principais retornou um conjunto de variáveis com pesos satisfatórios (0.73 ± 0.19) para o desenho dos fenômenos investigados (tabela 1 e figura 2). A partir do resultado definimos quatro grupos de variáveis preditoras para o escorpionismo, de acordo com a relação destas com os eixos aqui abordados: I) socioeconômico: famílias inscritas no Cadastro Único para programas sociais; percentual de pessoas inscritas no Cadastro Único que recebem Bolsa Família; percentual de pessoas abaixo da linha da pobreza e pessoas com renda de até ¼ do salário-mínimo; II) socioambiental: população atendida com esgotamento sanitário; domicílios em favelas; doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado e população residente em aglomerados subnormais; III) investimento público: investimento público em infraestrutura urbana por habitante orçamento municipal para a saúde; IV) ambiental: taxa de áreas florestadas e naturais e Concentração de focos de calor.

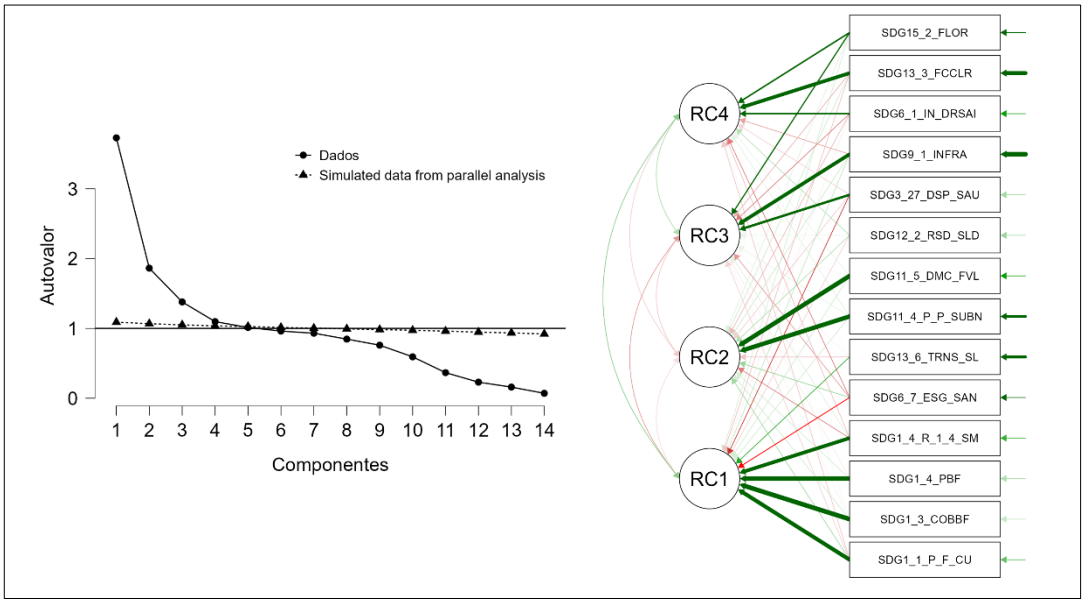
Tabela 1 - Variáveis e componentes principais formados que possuem relação com o escorpionismo no Brasil

Variável	RC1	RC2	RC3	RC4	Singularidade
Benef_BF	0.952				0.086
Pob_PosBF	0.931				0.127
Fam_CadUnico	0.861				0.243
Renda_1_4SM	0.814				0.312
Cob_Esgoto	-0.423				0.687
Dom_Favela		0.929			0.144
Pop_Subnorm		0.921			0.161
Inv_Infra			0.803		0.390

Orc_Saude	0.643		0.400
Area_Flor	0.469	0.514	0.451
Focos_Calor		0.809	0.382
Doenc_Sanit		0.506	0.716

Fonte: Própria

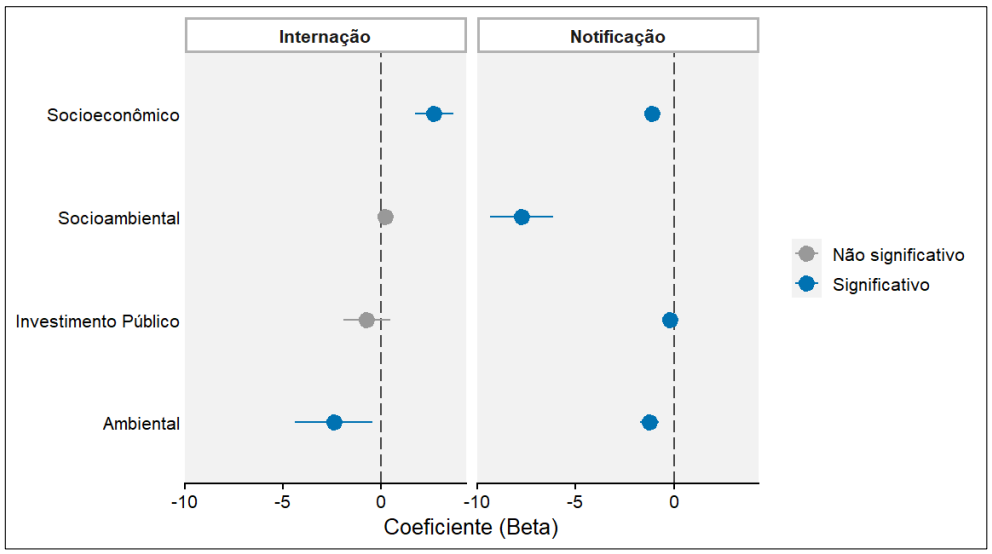
Figura 2 - Sedimentação e diagrama de caminhos dos componentes principais relacionados ao escorpionismo no Brasil



Fonte: Própria

A testagem dos componentes no modelo de regressão binomial revelou resultados intrigantes (Figura 3). Os resultados da regressão binomial negativa indicaram que as notificações foram negativamente influenciadas pelos componentes socioeconômico, socioambiental, de investimento público e ambiental. Em contraste, as internações foram positivamente afetadas apenas pelo componente socioeconômico.

Figura 3 - Análise de regressão binomial com componentes principais construídos com preditores do escorpionismo para variáveis resposta notificação e internação no Brasil



Fonte: Própria

DISCUSSÃO

A análise dos resultados revelou que mais de 70% dos municípios brasileiros apresentam baixos índices de sustentabilidade, com uma concentração especialmente relevante nas regiões Norte e Nordeste. Esse cenário evidencia não apenas disparidades regionais históricas, mas também um ambiente propício à proliferação de agravos negligenciados como o escorpionismo. Tais áreas, marcadas por maior vulnerabilidade econômica e socioambiental, refletem limitações de saneamento, infraestrutura e acesso a atendimento médico, elementos que criam o conjunto ideal de fatores para a ocorrência de acidentes e complicações oriundas do escorpionismo.

A sobreposição geográfica entre baixos índices de sustentabilidade e maior notificação de casos e internações no Nordeste reforça a necessidade de políticas públicas cada vez mais especializadas, mas com esforços integrados entre agentes públicos de diferentes esferas. No Brasil, o combate ao escorpionismo tem tomado força especialmente nos estados que historicamente enfrentam problemas com o agravo, a exemplo de Minas Gerais, São Paulo e Bahia (Reckziegel; Pinto, 2014). Assim como em outros agravos tropicais como as arboviroses, a atuação do Ministério da Saúde (MS) pode contribuir para esta integração entre unidades federativas, visando a redução das desigualdades e o fortalecimento dos determinantes ambientais e sociais de saúde.

Além disso, a espacialização dos dados de notificações e internações por escorpionismo mostrou um padrão que, embora menos acentuado que os índices de sustentabilidade, segue a mesma tendência regional. Esse resultado é consistente com outros trabalhos que apontam a

expansão urbana desordenada (concentrada especialmente em regiões em desenvolvimento) e a precarização de serviços básicos como determinantes para o aumento de acidentes escorpiônicos, sobretudo em zonas periféricas urbanas e municípios rurais desassistidos (Lisboa; Boere; Neves, 2020; Almeida *et al.*, 2021). Guerra-Duarte *et al.* (2023) já haviam alertado para esta associação entre urbanização, intensa fragmentação de habitats naturais e a adaptação desses animais ao ambiente antrópico, fatores que contribuem para o padrão observado neste estudo.

A análise de componentes principais permitiu a identificação de quatro grupos de variáveis preditoras relevantes para o fenômeno do escorpionismo: componentes socioeconômico e socioambiental, um relacionado a investimento público e outro de natureza especificamente ambiental. A influência negativa dos componentes sobre as notificações parece evidenciar que a deterioração desses eixos teóricos se associa a menores taxas de registros formais de acidentes por escorpiões em todo o país. Já no caso das internações, os coeficientes positivos sugerem que contextos de maior vulnerabilidade social apresentam maior frequência de casos que evoluem para desfechos que demandam hospitalização.

Esses achados podem refletir, limitações estruturais de vigilância e de oferta de serviços básicos em territórios social e ambientalmente mais degradados, que tenderiam a reduzir a captação e o registro oportuno dos acidentes leves ou moderados. Por outro lado, a associação positiva entre vulnerabilidade socioeconômica e internações pode indicar maior exposição a situações de risco, maior atraso na procura por atendimento e menor acesso a cuidados resolutivos em tempo oportuno, aumentando a probabilidade de evolução para formas graves que exigem cuidado hospitalar.

O componente socioeconômico apresentou associação significativa tanto com as notificações, quanto com internações, apontando para o papel central da pobreza e da exclusão social na determinação da vulnerabilidade ao escorpionismo. Resultados similares podem ser observados no estudo de Almeida *et al.* (2021), que demonstraram a correlação positiva entre baixos indicadores socioeconômicos e a incidência de acidentes escorpiônicos em todo o Brasil. Associamos os resultados discrepantes entre notificações e internações com relação a este componente específico, ao fenômeno de subnotificação, amplamente documentado na literatura e especialmente agravado quando trata-se de acidentes com animais peçonhentos.

A interpretação é reforçada pelo fato de que, embora haja subnotificação de casos menos graves, os registros que são captados tendem a envolver eventos mais severos (internações), refletindo barreiras no atendimento precoce ou atrasos na procura por serviços de saúde, o que

pode agravar o quadro clínico dos pacientes. Dados etnobiológicos coletados recentemente em três comunidades rurais do Nordeste brasileiro pelos autores deste trabalho (ainda não publicado), revelam que grande parte das pessoas picadas por escorpiões em suas residências ou durante suas atividades diárias de agricultura ou extrativismo vegetal, não buscaram atendimento médico, recorrendo a métodos caseiros tradicionais de tratamento.

Quanto ao componente socioambiental, formado por indicadores como acesso ao esgotamento sanitário, domicílios em favelas, população residente em aglomerados subnormais e doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado, explicita uma forma de analisar agravos em saúde pública de forma menos isolada, associando diretamente as condições de moradia das pessoas ao risco de acometimento de doenças. Embora seu efeito tenha sido mais marcante para notificações do que para internações no presente estudo, a literatura também evidencia a importância desse componente, destacando que falhas em saneamento são decisivas tanto para proliferação de escorpiões, quanto para a potencialização de outros agravos negligenciados (Queiroz; Silva; Heller, 2020; Ferreira *et al.*, 2021).

Quando avaliada de forma mais específica e localizada, a dinâmica socioambiental do escorpionismo parece se apresentar de forma mais evidente. No Norte do país, em estudo recente na região metropolitana de Manaus, estado do Amazonas, Benzaken *et al.* (2024) testaram e comprovaram a sobreposição de casos de picada de escorpião com manchas de urbanização desordenada da capital, além disso, as regiões com maior incidência também foram as zonas com maior concentração de populações de menor poder aquisitivo, padrão sociogeográfico observado em todos os conglomerados urbanos do país.

Curiosamente, o efeito negativo e pouco significativo do componente ambiental sobre as notificações indica numericamente que municípios com piores indicadores ambientais (menor proporção de área natural, mais focos de calor), também apresentam menor número de notificações, indicando pouca representatividade das variáveis preditoras sobre o desfecho mensurado. De forma mais específica, fatores ambientais e de origem antropogênica como preditores do escorpionismo foram testados no estado de Minas Gerais por Vilarinho e coautores (2023). Os autores demonstraram a clara sobreposição geográfica (reforçada por modelos de equações de estimativa generalizada) entre maiores temperaturas médias anuais, uso de terra para pastagem e agricultura e maior incidência de casos de escorpionismo por 100 mil habitantes, além de não encontrarem associação do agravo com indicadores de densidade demográfica, Produto Interno Bruto (PIB) e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

Em relação ao componente de investimento público, não foram observados efeitos estatisticamente significativos sobre as notificações ou internações por escorpionismo. Essa ausência de associação robusta sugere que os recursos agregados de investimentos municipais, considerados nesse estudo, podem não refletir diretamente a eficácia ou a capacidade das políticas públicas em alterar a frequência desses desfechos. Tal resultado pode apontar para limitações no escopo ou na mensuração dos indicadores selecionados, bem como para a possibilidade de que investimentos isolados, sem articulação intersetorial adequada, não sejam suficientes para impactar diretamente a ocorrência e a gravidade do escorpionismo.

Siqueira e colaboradores (2024) construíram um modelo de avaliação de risco relativo para o escorpionismo que considera além do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), os quatro domínios do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), dados de coleta de lixo e de acesso ao saneamento básico. Os autores constataram uma maior concentração de áreas de alto risco de escorpionismo nas regiões Sudeste e Nordeste, influência direta da vulnerabilidade social sobre o aumento de casos e curiosamente, mais casos em municípios com melhor saneamento.

Em nosso estudo, o modelo de regressão binomial ajustado evidenciou que os componentes socioeconômico e ambiental exerceram efeito significativo tanto sobre a taxa de notificações, quanto sobre internações causadas pelo escorpionismo. O componente socioeconômico, especificamente, apresentou associação negativa com notificações, mas positiva com o risco de internação, o que sugere que populações mais vulneráveis, embora possam subnotificar casos leves, tendem a apresentar maior gravidade clínica nos eventos notificados. Essa discrepância revela tanto limitações no acesso aos serviços de saúde, quanto possíveis falhas nos processos de vigilância epidemiológica em territórios menos favorecidos ou em contexto rural.

A análise do papel dos investimentos públicos, embora não tenha se mostrado um preditor significativo para a ocorrência do escorpionismo, indica que variáveis relacionadas à gestão municipal (como orçamento em saúde) podem estar mais diretamente associadas à capacidade de resposta do sistema de saúde do que à prevenção do agravo. Isso ressalta a importância do fortalecimento do Sistema Único de Saúde em todas as esferas administrativas para melhorar a estrutura de atendimento e vigilância, sobretudo em localidades de maior vulnerabilidade.

Finalmente, ressalta-se que a compreensão integrada dos determinantes do escorpionismo, conforme proposto neste estudo, apresenta subsídios importantes para

formulação de políticas públicas mais eficazes, que atravessam não só aspectos relacionados à saúde, mas também de planejamento urbano, assistência social e fatores ambientais. Intervenções em larga escala, fundamentadas em diagnósticos territoriais precisos, são essenciais para conter o avanço do escorpionismo e minimizar suas consequências mais severas, especialmente entre os grupos populacionais mais expostos e que correm maior risco de vida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Exploramos aqui como indicadores quantitativos de diferentes temáticas podem contribuir para um melhor entendimento do escorpionismo em um país tão grande e megadiverso como o Brasil. Nossos resultados indicaram uma forte relação entre um problema antigo do nosso sistema de saúde, que impacta diretamente sobre o planejamento de ações e melhor entendimento de agravos negligenciados como o escorpionismo, a subnotificação.

Destacamos que mesmo com lacunas significativas e determinadas por diversos fatores, a execução deste estudo só foi possível graças a compilação e disponibilidade de dados organizados para todo o país realizada pela coordenação de vigilância epidemiológica do MS do Brasil. Possuímos um sistema de acompanhamento epidemiológico singular de vários agravos, mesmo enfrentando desafios substanciais como a extensão territorial continental do país e descentralização da alimentação de dados para os municípios.

Reconhecemos como limitação desta pesquisa a possibilidade de subnotificação de casos, a subjetividade de avaliação do IDSC e o recorte temporal limitado, definido com base em critérios operacionais e considerando a grande quantidade de variáveis incluídas no modelo. Por fim, é importante destacar a necessidade de potencialização de análises como essa, principalmente em recortes geográficos menores, e integrando dados mais especializados e fidedignos a realidade de cada unidade federativa brasileira.

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**, [*s. l.*], v. 30, p. e2021009, 2021.

BENZAKEN, Z. *et al.* Urbanization and scorpion stings in Manaus, the largest metropolis in the Brazilian Amazon. **Toxicon**, [*s. l.*], v. 247, p. 107823, 2024.

BRASIL. **Doenças e Agravos de Notificação – 2007 em diante (SINAN) – DATASUS**. [*S. l.*], 2025. Disponível em: https://datasus.saude.gov.br/acesso-a-informacao/doencas-e-agravos-de-notificacao-de-2007-em-diante-sinan/. Acesso em: 5 fev. 2025a.

BRASIL, M. da S. **Epidemiologia dos acidentes escorpiônicos no Brasil em 2023**. Brasília: Ministério da Saúde do Brasil, 2025b. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-

br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/edicoes/2025/boletim-epidemiologico-no-5-vol-56-15-de-abr.pdf. .

CHIARAVALLOTI-NETO, F. *et al.* Spatiotemporal bayesian modelling of scorpionism and its risk factors in the state of São Paulo, Brazil. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, [*s. l.*], v. 17, n. 6, p. e0011435, 2023.

FEITOSA, M. L. B. *et al.* Functional traits as an indicator of urbanization impact on the scorpion assemblage in Neotropical forest. **Canadian Journal of Zoology**, [*s. l.*], v. 103, p. 1–7, 2025.

FERREIRA, D. C. *et al.* Investment in drinking water and sanitation infrastructure and its impact on waterborne diseases dissemination: The Brazilian case. **Science of The Total Environment**, [*s. l.*], v. 779, p. 146279, 2021.

GUERRA-DUARTE, C. *et al.* Scorpion envenomation in Brazil: Current scenario and perspectives for containing an increasing health problem. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, [*s. l.*], v. 17, n. 2, p. e0011069, 2023.

HOTELLING, H. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. **Journal of Educational Psychology**, US, v. 24, n. 6, p. 417–441, 1933.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2022 | IBGE**. [*S. l.*], 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=37225&t=resultados. Acesso em: 3 fev. 2025.

IDSC - BR. Indice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades. **Metodologia - Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil**. [*S. l.*], [*s. d.*]. Disponível em: https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/methodology/. Acesso em: 3 fev. 2025.

LISBOA, N. S.; BOERE, V.; NEVES, F. M. Escorpionismo no Extremo Sul da Bahia, 2010-2017: perfil dos casos e fatores associados à gravidade. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [*s. l.*], v. 29, p. e2019345, 2020.

MELO, L. F. de S.; PICANÇO JÚNIOR, P. L.; ESPINDOLA, G. M. de. Os caminhos da sustentabilidade no Brasil: estudo de caso baseado em indicadores de sustentabilidade. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, [*s. l.*], v. 22, n. 1, p. 3287–3308, 2024.

MUÑOZ, E. A. H. *et al.* Scorpion sting envenomation: a neglected tropical disease in the shadow of global health priorities: an urgent call to action. **BMJ Global Health**, [*s. l.*], v. 10, n. 11, 2025. Disponível em: https://gh.bmj.com/content/10/11/e020682. Acesso em: 5 jan. 2026.

ONU - Organização das Nações Unidas. BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil**. [*S. l.*], 2025. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 3 fev. 2025.

QUEIROZ, J. T. M. de; SILVA, P. N.; HELLER, L. New premises for sanitation in arbovirus infections control in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, [*s. l.*], v. 36, p. e00223719, 2020.

RECKZIEGEL, G. C.; PINTO, V. L. Scorpionism in Brazil in the years 2000 to 2012. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, [*s. l.*], v. 20, n. 1, p. 46, 2014.

REDCLIFT, M. R. SUSTAINABLE DEVELOPMENT (1987-2005) – AN OXYMORON COMES OF AGE. **Horizontes Antropológicos**, [*s. l.*], n. 25, 2006.

SEEMANN, T. M. da S. *et al.* Evolution of the occurrence of *Tityus serrulatus* (LUTZ & MELLO, 1992) in the state of Santa Catarina. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, [*s. l.*], v. 56, p. e0434, 2023.

SILVA, A. C. A. B. da; GENNARI, A. M. Destruição ambiental e desigualdade social: dois lados do mesmo processo de desenvolvimento capitalista. **Revista Fim do Mundo**, [*s. l.*], n. 02, p. 19–40, 2020.

SIQUEIRA, T. S. *et al.* Scorpion envenomation in Brazil and its relationship with the social determinants of health: A population-based ecological study. **Acta Tropica**, [*s. l.*], v. 253, p. 107165, 2024.

VASCONEZ-GONZALEZ, J. *et al.* Scorpionism: a neglected tropical disease with global public health implications. **Frontiers in Public Health**, [*s. l.*], v. 13, 2025.

VILARINHO, A. C. *et al.* Scorpion envenomation in the neotropical savannah: Environmental predictors and years of lost life. **Toxicon**, [*s. l.*], v. 234, p. 107277, 2023.

3.3 Artigo 3: O avanço da urbanização e uso da terra modulam a quantidade de casos de escorpionismo em um município de pequeno porte?

RESUMO

O escorpionismo representa um crescente desafio de saúde pública no Brasil, impulsionado por transformações ambientais e processos de urbanização. Objetivamos avaliar como a dinâmica dos acidentes escorpiônicos é modelada pelo nível de urbanização e aspectos do uso da terra, bem como caracterizar a assembleia de escorpiões em gradientes antropizados no município de União, Piauí, inserido no bioma Cerrado. Integramos dados epidemiológicos notificados entre 2014 e 2023, métricas de cobertura da terra via MapBiomas e coletas ativas de espécimes com luz ultravioleta em áreas urbanas, periféricas e rurais. Observamos um aumento significativo na incidência de casos entre 2020 e 2022, com distribuição espacial concentrada predominantemente na mancha urbana, contrastando com a distribuição difusa do desmatamento. Registramos baixa diversidade na fauna local, marcada pela forte dominância de *Bothriurus rochai* Mello-Leitão, 1932 (87,88%), especialmente em áreas rurais de pastagem e monocultura, enquanto *Jaguajir agamemnon* (C. L. Koch, 1839) e *Tityus maranhensis* Lourenço, Jesus Junior & Limeira-de-Oliveira, 2006, ocorreram como subdominante e comum, respectivamente. A análise estatística via modelos lineares generalizados não apontou correlação significativa entre o gradiente de uso da terra e a incidência anual. Concluímos que o risco epidemiológico no município é modulado primariamente por fatores urbanos e socioambientais, dissociado da abundância absoluta de animais em áreas rurais, onde predominam espécies generalistas tolerantes à simplificação ambiental.
Palavras-chave: Escorpiões; Urbanização; Ecoepidemiologia; Cerrado; *Bothriurus rochai*.

INTRODUÇÃO

As quatro últimas décadas têm sido marcadas pela ascensão de discussões sobre os impactos da expansão da atividade, população e consumo humanos em todo o mundo. Desordens de natureza social, econômica, humanitária e ambiental são dominantes em um contexto de crescente do consumo, em detrimento de recursos naturais finitos. Acidentes envolvendo animais peçonhentos representam uma das diversas problemáticas nesse contexto, especialmente em países tropicais como o Brasil (Brasil, 2024). O escorpionismo, principal agravo dentro do grupo, tem registrado um aumento significativo em todo o país, resultando em quadros clínicos severos e, em alguns casos, fatais. Este fenômeno caracteriza-se como uma questão urgente, que requer atenção especial por parte das autoridades de saúde (Silva *et al.*, 2020; Chiaravalloti Neto *et al.*, 2023).

Essa preocupação crescente se reflete tanto em nível nacional, quanto mundial. Em uma avaliação global sobre o escorpionismo realizada por Chippaux e Goyffon (2008), os autores destacam que a prevalência é particularmente alta em países com climas quentes e secos, com taxa de incidência elevada na América Latina, especialmente no Brasil, México e Colômbia.

Em contraste, a incidência é relativamente baixa em regiões com temperaturas amenas, onde os escorpiões são menos comuns.

Ecologicamente, o aumento dos casos de escorpionismo é amplamente atribuído ao clima quente, que predomina em grande parte do país, o que favorece a proliferação de escorpiões, especialmente em áreas urbanas. Além disso, os baixos níveis de saneamento básico e a urbanização inadequada contribuem para a criação de condições ideais para a ocorrência de acidentes escorpiônicos (Zanetta *et al.*, 2020). Esses fatores resultam na alta prevalência de escorpiões e na adequação das condições favoráveis para a sua proliferação.

O Ministério da Saúde (MS) do Brasil reconhece quatro espécies de escorpiões como responsáveis por acidentes graves, todas pertencentes à família Buthidae e ao gênero *Tityus* Koch, 1836. As espécies de maior relevância médica incluem *T. serrulatus* Lutz & Mello, 1922, *T. bahiensis* (Perty, 1833), *T. stigmurus* (Thorell, 1876) *e T. obscurus* (Gervais, 1843) (Bertani; Giupponi; Moreno-Gonzáles, 2024). Esses escorpiões possuem veneno potente, capaz de provocar desde reações locais leves, até manifestações sistêmicas graves, como alterações cardiovasculares e respiratórias, com risco de óbito, especialmente em crianças e idosos (Guerra-Duarte *et al.*, 2023).

As pesquisas voltadas à influência de fatores ambientais diversos sobre a ecologia, comportamento e morfologia de escorpiões têm crescido significativamente no Brasil, principalmente relacionadas a escorpiões com distribuição nos domínios vegetacionais da caatinga e mata atlântica (Pinheiro *et al.*, 2025). Variáveis como efeito de borda, uso de terra, classificação da vegetação em seca ou úmida, nativa ou secundária, densidade de serrapilheira e fragmentação florestal têm se mostrado influentes sobre a biologia dos escorpiões no domínio costeiro (Silva; Lira; Albuquerque, 2018; Lira *et al.*, 2019; Lira *et al.*, 2021 a e b), no entanto, ainda existe uma lacuna de conhecimento sobre como a dinâmica de expansão de ocupação humana em diferentes ambientes pode influenciar sobre o escorpionismo.

No contexto epidemiológico do escorpionismo, o Nordeste brasileiro apresenta um cenário alarmante, com 76.516 casos registrados apenas em 2023, sendo 4.010 casos no estado do Piauí. Embora o estado não integre a lista tríplice da região em número de casos *per capita*, enfrenta um desafio significativo na sua gestão e controle, que se agrava pela urbanização crescente em diversas microrregiões e pelas condições socioeconômicas e socioambientais comumente associadas ao agravo (Almeida *et al.*, 2021).

A partir desta realidade, definimos as perguntas de pesquisa: I) Existem diferenças significativas de diversidade, densidade populacional e dominância dentro da assembleia de

escorpiões e de registros de casos de escorpionismo, se comparadas diferentes áreas de um mesmo município (núcleo urbano, periferia e zona rural)? II) Fatores ambientais como uso da terra e desmatamento influenciam significativamente sobre o número de casos de escorpionismo e distribuição de espécimes em uma cidade? Partimos das hipóteses: I) Em regiões periféricas a diversidade é baixa, com dominância considerável de espécies bem adaptadas ao meio, com número de casos significativamente maior que as áreas centrais e rurais; II) Áreas com menor densidade vegetal e utilizadas para plantio ou criação de gado possuem mais registros de acidentes e dominância de espécies bem adaptadas às atividades.

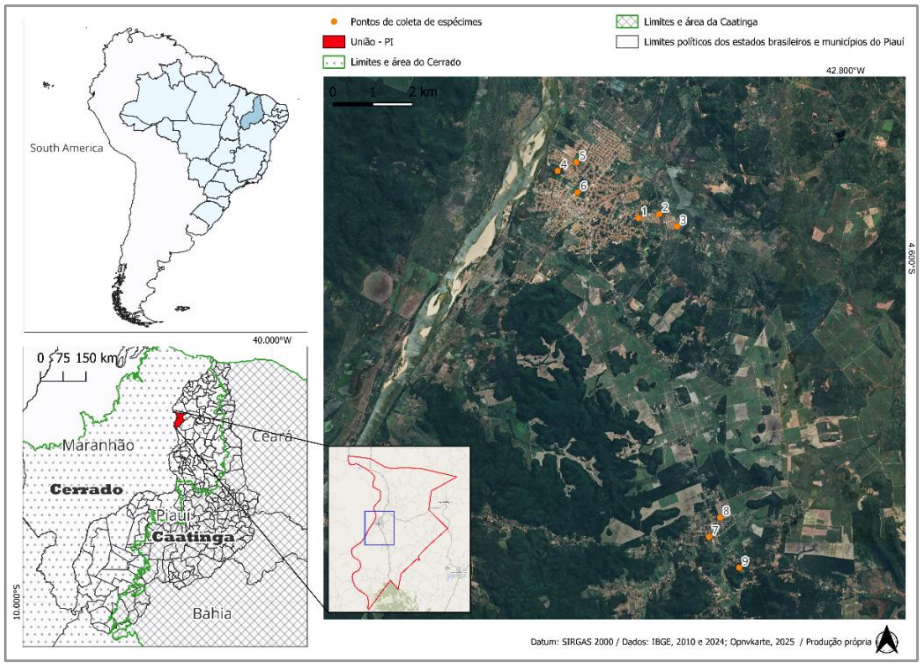
Nesse contexto, objetivamos avaliar como a dinâmica do escorpionismo pode ser modelada por nível de urbanização e aspectos ambientais mensuráveis (uso de terra e desmatamento), além de definir quais as espécies mais adaptadas a espaços antropizados em um município piauiense localizado em área de Cerrado.

METODOLOGIA

Área de estudo

União é município do centro-norte piauiense (-4.6038371880374465, -42.81845922446881) integrante do cerrado (Figura 1) e possui como principais atividades econômicas a monocultura de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e criação de gado bovino (PMU, 2025). As temperaturas variam entre 21º e 39º e a umidade relativa do ar se mantém predominantemente acima de 50%, com chuvas concentradas no período entre dezembro e abril (Lima, 2020). Os pontos de coleta faunística (Figura 1) foram definidos de forma a proporcionar a maior representatividade de cada ambiente focado no estudo (núcleo urbano, periferia em expansão e zona rural).

Figura 1 - Localização e domínio onde está inserido o município União – Piauí e respectivos pontos de coleta faunística



Fonte: Própria

Coleta de dados

As notificações de acidentes envolvendo escorpiões foram recuperadas por consulta ao banco de dados epidemiológico da Secretaria Estadual de Saúde do Piauí (SESAPI), que por meio do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), compila os dados de cada acidente individualmente. Recrutamos mais especificamente as variáveis de município, zona, bairro e logradouro de ocorrência, considerando o recorte temporal dos anos de 2014 a 2023.

Os dados de uso e cobertura da terra e desmatamento foram recrutados a partir de dados secundários disponíveis na plataforma MapBiomas (Souza *et al.*, 2020), que disponibiliza acessar classificação supervisionada de imagens de sensoriamento remoto processadas em diferentes resoluções para todo o território brasileiro. Foram extraídas as classificações e áreas de vegetação suprimida em hectares da coleção 9 e 10 do projeto, bem como as imagens georreferenciadas referentes para os ano de 2014 a 2023.

Os espécimes foram coletados por meio de busca ativa com lanternas de luz ultravioleta em três bairros com maior incidência de acidentes e que representassem os três tipos de ambiente estudados (núcleo urbano, periferia em expansão e zona rural). Foram explorados os pontos propícios para manutenção de escorpiões como tijolos empilhados, entulho, madeiras, muros sem reboco e similares (Brazil; Porto, 2010; Lira; Souza; Albuquerque, 2018). As buscas foram realizadas por quatro coletores durante uma hora em cada ponto de amostragem (Figura 2), distribuídos igualitariamente nos bairros, durante o mês de setembro de 2025. A

identificação em nível infragenérico foi realizada com chaves dicotômicas fornecidas por Lourenço (2002).

Figura 2 - Locais de coleta de escorpiões no município de União - Piauí



Fonte: Própria

Análise de dados

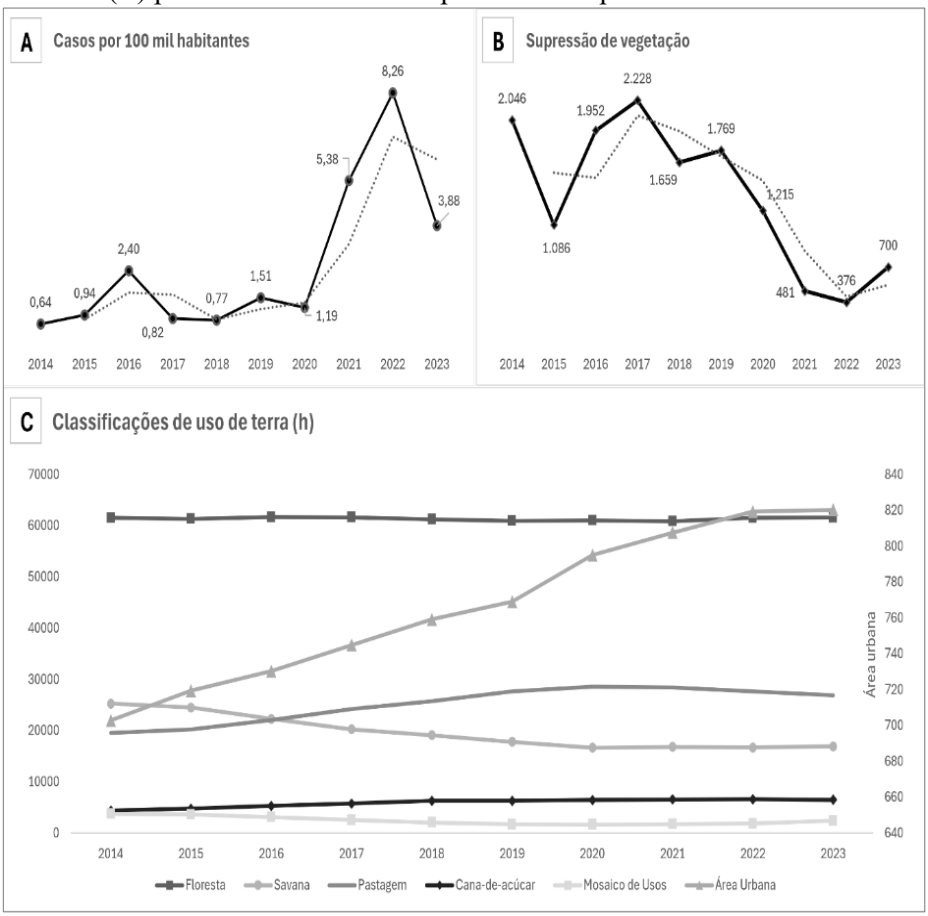
Os dados epidemiológicos foram classificados e agrupados em formato de pontos distribuídos aleatoriamente no perímetro de cada bairro da cidade, organizados para formação de mapa temático de densidade de Kernel. Quanto ao uso e cobertura da terra e desmatamento, as classificações recrutadas do MapBiomas foram sobrepostas em relação aos casos. As imagens disponibilizadas com resolução de 30m foram baixadas, recortadas por camada máscara e reclassificadas quanto a simbologia de paleta de cores disponibilizada pela organização como padrão para os anos de estudo. Os dados foram compilados em um mosaico de mapas para visualização dos indicadores, todos os procedimentos foram realizados com uso do software QGIS versão 3.40.

A diversidade, equitabilidade e dominância de espécies foram definidas com os índices de Shannon-Weiner (1949), Pielou (1966) e Sakagami e Laroca (1971), respectivamente. Testamos a normalidade de distribuição dos dados e resíduos usando o teste de Shapiro-Wilk (Shapiro; Wilk, 1965). Para reduzir a multicolinearidade entre as variáveis ambientais de uso e cobertura da terra (floresta, savana, pastagem, cana-de-açúcar, mosaico de usos, área urbana e supressão de vegetação), aplicou-se uma análise de componentes principais (ACP) sobre a matriz de correlações padronizadas, após avaliação da adequação dos dados pelos testes de Kaiser–Meyer–Olkin, esfericidade de Bartlett e normalidade multivariada de Mardia. O primeiro componente extraído (RC1), interpretado como gradiente de uso antrópico da paisagem, foi utilizado como preditor sintético nos modelos de regressão. Em seguida, ajustou-se um modelo linear generalizado (GLM), com distribuição Gamma e função de ligação log, tendo a incidência anual de escorpionismo como variável-resposta e o ano de observação e RC1 como covariáveis contínuas. Todos os procedimentos foram realizados no *software* JASP versão 19.3.

RESULTADOS

A análise temporal dos casos *per capita* demonstrou uma tendência conservadora da incidência anual no município avaliado, com uma incomum crescente significativa nos anos de 2020, 2021 e 2022 (Figura 3).

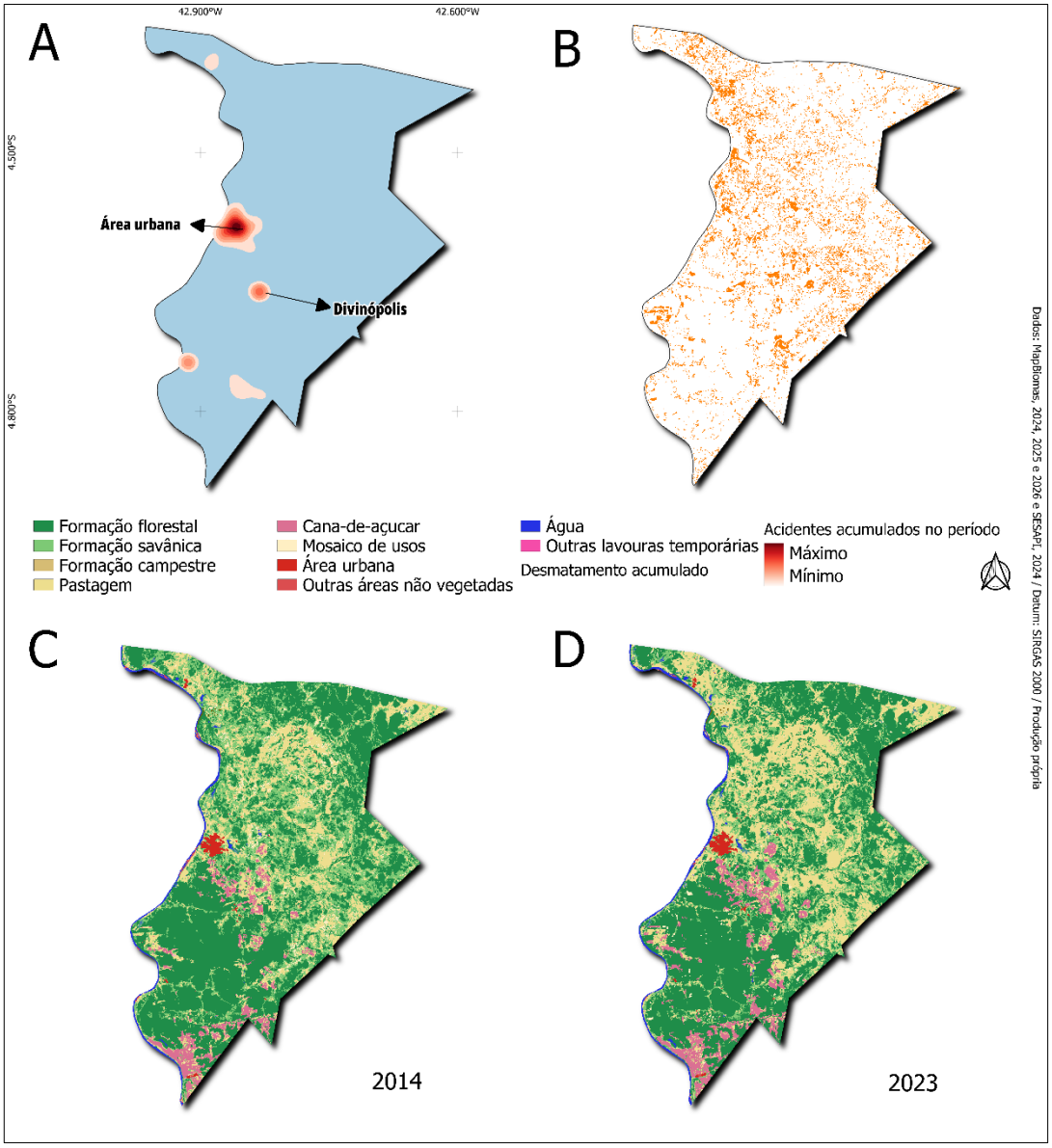
Figura 3 Casos de escorpionismo per capita notificados (A), Supressão de vegetação (B) e Uso de terra (C) predominante no município de União por ano em 2014 - 2023



Fonte: Própria

A distribuição espacial das notificações acumuladas no período por bairro em União demonstrou que a zona urbana registrou mais casos, com distribuição parcialmente heterogênea nos bairros dentro do núcleo e com uma concentração mais leve na região rural centro-sul e sul do município (Figura 4).

Figura 4 - Distribuição espacial dos casos de escorpionismo (A), Distribuição de pixels de desmatamento (B) e Mosaico de usos de terra (C e D) em 2014 e 2023, respectivamente no município de União - Piauí



Fonte: Própria

A análise de uso de terra no município revelou um destaque para as classes de plantação de cana-de-açúcar e pastagem, com segmento de área urbana significativamente menor. Ao longo do tempo a proporção entre os tipos de uso não sofreu grandes modificações, apesar do aumento significativo de todos os tipos de ações antrópicas sobre o município (Figura 3). O desmatamento acumulado no período no município não seguiu o mesmo padrão de distribuição espacial dos casos, com ocorrências dispersas dentro do perímetro amostrado (Figura 4).

A assembleia de escorpiões amostrada apresentou forte variação no número de indivíduos entre os pontos de coleta e tipos de área, com registros concentrados principalmente

na zona rural e, em menor escala, em trechos específicos da periferia urbana. Nos pontos localizados no núcleo urbano, a ocorrência foi esparsa, com apenas um indivíduo registrado, enquanto três dos quatro pontos rurais concentraram a maior parte dos espécimes capturados (Tabela 1).

Tabela 1 - Informações sobre os pontos de coleta e espécies de escorpiões amostradas no município de União, Piauí: A- *Jaguajir agamemnon* (C. L. Koch, 1839); B- *Bothriurus rochai* Mello-Leitão, 1932; C - *Tityus maranhensis* Lourenço, Jesus Junior & Limeira-de-Oliveira, 2006

Pontos de coleta	Tipo de área	Área aprox. m²	Espécimes	*A*	*B*	*C*
1	Periferica_urbana	5.831,59	0	0	0	0
2	Periferica_urbana	4.343,86	0	0	0	0
3	Periferica_urbana	3.827,43	4	1	3	0
4	Central_urbana	4.041,05	1	1	0	0
5	Central_urbana	3.943,79	0	0	0	0
6	Central_urbana	3.046,03	0	0	0	0
7	Rural	2.701,79	7	1	5	1
8	Rural	1.604,38	21	0	21	0
9	Rural	4.355,22	0	0	0	0

Fonte: própria

Ao avaliarmos indicadores ecológicos da assembleia de escorpiões nas áreas amostradas, *B. rochai* foi a mais representativa, correspondendo a 87,88% dos indivíduos amostrados, sendo, portanto, classificada como espécie dominante segundo os critérios propostos por Sakagami e Laroca (1971). A espécie *J. agamemnon* apresentou 9,09% de abundância relativa, enquadrando-se como subdominante, enquanto *T maranhensis*, com 3,03%, foi considerada espécie comum.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener evidenciou variações entre os ambientes amostrados, apresentando valores de H’ = 0,437 para o conjunto geral dos animais, H’ = 0,324 na periferia urbana, H’ = 0,399 na área rural e H’ = 0,106 no núcleo urbano, indicando baixa diversidade específica em todos os ambientes, com predominância de poucas espécies, amplamente distribuídas e tolerantes às condições ambientais locais.

A equitabilidade de Pielou também refletiu uma distribuição desigual de indivíduos entre as espécies, com valores variando de 0,36 (periferia urbana) a 0,46 (rural), sendo que no núcleo urbano, a ocorrência de apenas uma espécie impossibilitou o cálculo da equitabilidade. De modo geral, os baixos valores indicam reduzida uniformidade na distribuição dos indivíduos, reforçando o padrão de alta dominância e baixa equitabilidade.

A partir das séries anuais (Figura 1), foi ajustado um modelo linear generalizado com distribuição Gamma e Link log para avaliar se a incidência de escorpionismo poderia ser explicada simultaneamente pelo ano de observação e por um gradiente de uso da terra, derivado de análise de componentes principais. O modelo completo apresentou tendência de melhor ajuste em relação ao modelo nulo ($\chi^2 = 3,17$; gl = 2; p = 0,082), porém, nem o ano ($\beta = 0,316$;

IC 95% 0,012–0,672; p = 0,121), nem o gradiente de uso (β = 0,456; IC 95% −0,308–1,209; p = 0,290) atingiram significância estatística.

DISCUSSÃO

A análise histórica mostra incidência relativamente estável de escorpionismo em União - PI até 2019, seguida por um aumento marcado entre 2020 e 2022, em paralelo ao avanço de uso antrópico da paisagem para estabelecimento de áreas urbanas. No mesmo sentido, a distribuição espacial dos casos por bairro mostrou uma concentração de ocorrências nos bairros da zona urbana da cidade. Esse padrão é compatível com o observado por Zanetta *et al*. (2020), que analisando cidades brasileiras de diferentes portes, relataram maior incidência de escorpionismo em áreas urbanizadas com saneamento precário, acúmulo de resíduos e crescimento urbano pouco planejado.

A concentração de notificações na zona urbana, com núcleos heterogêneos de casos e menor intensidade relativa em porções rurais, indica que o risco de escorpionismo em União é fortemente modulado pelo ambiente construído e pelas condições socioambientais intraurbanas. Esse padrão é compatível com a seleção de abrigos artificiais, presença de resíduos sólidos e microclimas quentes e secos, frequentemente descritos como fatores que favorecem espécies sinantrópicas em áreas urbanas, como também referido por Seemann *et al.*(2023).

Em escala nacional, Almeida *et al*. (2021) e Siqueira *et al*. (2024) mostraram que indicadores de vulnerabilidade social, ocupação periférica e saneamento inadequado se associam diretamente à ocorrência de acidentes escorpiônicos, o que, somado aos resultados de Vilarinho *et al*. (2023) e Benzaken *et al*. (2024) sobre a influência de uso da terra e urbanização desordenada, sustenta a interpretação de que o aumento recente de casos em União está inserido em um padrão mais amplo que conecta antropização da paisagem e desigualdade socioambiental à intensificação do escorpionismo no Brasil.

Em contraste, o desmatamento recente apresentou distribuição mais difusa e parcialmente dissociada das manchas de maior incidência, o que sugere que a simples remoção de cobertura vegetal não é suficiente para explicar a geografia dos casos, em linha com resultados de modelos espaço-temporais em São Paulo, nos quais variáveis urbanas e socioeconômicas superaram o desmatamento isolado como preditores de escorpionismo (Chiaravalloti Neto *et al.*, 2023).

A fauna amostrada foi marcada por forte dominância de *B. rochai*, especialmente em pontos rurais, enquanto *J. agamemnon* e *T. maranhensis* ocorreram com abundância bem menor, resultando em valores baixos de diversidade e equitabilidade em todos os ambientes.

Essa estrutura sugere que a paisagem de Cerrado antropizada de União favorece uma espécie generalista e tolerante a distúrbios, capaz de explorar tanto áreas abertas, quanto ambientes modificados, enquanto espécies com exigências mais restritas permanecem localizadas em micro-habitats específicos.

Padrões semelhantes de dominância de poucas espécies tolerantes em mosaicos florestais e antrópicos já foram descritos para escorpiões em fragmentos florestais de diferentes tipos e áreas sob forte uso humano, como no estudo de Lira *et al*. (2019), indicando que a simplificação da estrutura do habitat tende a reduzir a diversidade local, mas pode sustentar populações elevadas de poucas espécies adaptadas.

Mais recentemente, Feitosa *et al*. (2025) analisaram o impacto da urbanização em uma floresta neotropical e encontraram que a transição de áreas florestais para núcleos urbanos e áreas verdes urbanas reduziu a riqueza de espécies, alterou a composição da assembleia e diminuiu a condição corporal dos indivíduos, com predominância de espécies com traços funcionais adaptados a condições urbanas, como maior tolerância a distúrbios e menor especialização de habitat, corroborando a predominância de *B. rochai* nos pontos amostrados neste estudo como resposta à simplificação ambiental promovida pela antropização.

Especialmente no ponto de maior abundância de indivíduos de *B. rochai*, a paisagem se tratava de uma plantação de *Cenchrus* sp (capim) em estágio inicial, erva forrageira tropical, amplamente utilizada para alimentação animal e produção de biomassa. A dominância da espécie nesse ambiente pode ser explicada pela tendência de populações de *Bothriurus* spp ocuparem áreas abertas com pouca vegetação, a exemplo do constatado por Carmo, Amorim e Vasconcelos (2013).

A síntese das variáveis de uso da terra em um componente principal evidenciou um forte gradiente de paisagem, no qual aumentos em pastagens, plantações de cana-de-açúcar e área urbana se opõem a savana, floresta e mosaicos menos intensificados, refletindo a transição para sistemas produtivos mais homogêneos ou urbanizados. Contudo, a análise não retornou efeitos estatisticamente significativos, o que sugere que a associação entre o gradiente de uso da terra e a incidência anual ainda é incerta e deve ser interpretada com cautela. Essa ausência de evidência robusta é compatível com trabalhos que mostram efeitos complexos de uso da terra e urbanização sobre fenômenos determinados por tantas variáveis como o escorpionismo.

Em comunidades humanas de região semiárida brasileira, estudos recentes documentaram amplo conhecimento ecológico tradicional sobre escorpiões, incluindo identificação de espécies locais e uso predominante de medicamentos para efeitos isolados e

práticas caseiras para tratamento de picadas, o que reduz significativamente a notificação oficial de casos (Gonzaga *et al.*, 2025). De forma convergente, um trabalho ainda não publicado na própria cidade de União revelou que grande proporção dos entrevistados recorre a automedicação ou tratamentos caseiros para acidentes escorpiônicos, corroborando que as notificações hospitalares capturam apenas uma parte da dinâmica real do agravo no município.

Um outro fator que pode subestimar a precisão georreferenciada dos casos está no preenchimento das fichas de notificação realizado por profissionais da saúde durante os atendimentos, uma vez que campos como localidade exata de ocorrência e zona não são obrigatórios, resultando em dados agregados por município que limitam análises espaciais finas (Brasil, 2010). Esse problema é inerente a organização do fluxo de atendimento, onde informações mais detalhadas como bairro e logradouro dependem da iniciativa dos profissionais de saúde e frequentemente ficam vazias ou genéricas.

Como consequência, as análises de sobreposição espacial entre casos e variáveis ambientais acabam perdendo resolução e poder discriminatório, podendo mascarar associações locais relevantes entre microhabitats antrópicos e *hotspots* de risco. Para mitigar esse viés, seria essencial a adoção de protocolos locais de preenchimento obrigatório de georreferenciamento ou a integração com sistemas de vigilância ativa comunitária, prática já recomendada em manuais nacionais de controle de escorpiões (Brasil, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Objetivamos neste estudo avaliar como a dinâmica do escorpionismo em União-PI é modelada pelo nível de urbanização e fatores ambientais mensuráveis como uso da terra e desmatamento. Confirmamos diferenças qualitativas na abundância de escorpiões entre tipos de área e apontando possível associação entre mudanças no uso da terra e picos recentes de incidência, ainda que a escala temporal limitada tenha restringido conclusões causais definitivas. Assim, o estudo fornece uma base empírica inicial para compreender o escorpionismo no contexto piauiense, atendendo parcialmente as hipóteses propostas e destacando a necessidade de monitoramento contínuo para validação de padrões identificados.

Os principais resultados revelam que o escorpionismo em União apresenta incidência crescente concentrada em áreas urbanas, com assembleias de escorpiões dominadas por espécies generalistas como *Bothriurus rochai* em ambientes rurais e baixa diversidade em todos os gradientes avaliados. Este é o primeiro estudo que aborda o escorpionismo no bioma Cerrado, associando variáveis ambientais com dados epidemiológicos e coletas biológicas, demonstrando como a intensificação antrópica da paisagem pode modular tanto a composição

da fauna, quanto o risco epidemiológico em municípios de porte médio do Nordeste brasileiro. O trabalho avança a compreensão da dinâmica ambiental do escorpionismo, fornecendo evidências que podem subsidiar políticas locais de vigilância e controle, além de servir como referência para análises comparativas em outros contextos.

Entre as limitações do estudo destacam-se o tamanho reduzido da série temporal e amplitude amostral faunística, que restringiram o poder estatístico dos modelos e a detecção de diferenças significativas entre tipos de área, bem como a dependência de dados secundários do SINAN, sujeitos a subnotificação e preenchimento incompleto de campos georreferenciados.

Para pesquisas futuras, recomenda-se ampliar ou aprofundar a escala temporal das séries de incidência, intensificar o esforço amostral com coletas em mais pontos e integrar outros dados de sensoriamento remoto, permitindo testes mais robustos das hipóteses propostas e a construção de modelos preditivos para risco de escorpionismo em municípios do Cerrado. Mesmo com a tendência de associação entre a expansão urbana e concentração espacial dos casos, a ligação entre os fenômenos não se manifestou de forma clara e direta, permitindo a indagação: os preditores ambientais para o escorpionismo são mais complexos em cidades de pequeno porte?

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**, [*s. l.*], v. 30, p. e2021009, 2021b.

BENZAKEN, Z. *et al.* Urbanization and scorpion stings in Manaus, the largest metropolis in the Brazilian Amazon. **Toxicon**, [*s. l.*], v. 247, p. 107823, 2024.

BERTANI, R.; GIUPPONI, A.; MORENO-GONZÁLES, J. **Escorpiões do Brasil**. [*S. l.*], 2024. Disponível em: https://docs.google.com/spreadsheets/d/e/2PACX-1vSGoKahMOPI8pZJa1u9iXOZl1849ZF2U1jHwxj06IiwV1NRWItATq0sjDztKtxe11drYhmj10nz6OiA/pubhtml?gid=0&single=true&widget=false&headers=false&gridlines=false&chrome=false&usp=embed_facebook. Acesso em: 5 mar. 2025.

BRASIL, M. da S. **DICIONÁRIO DE DADOS – SINAN NET**. Brasília: [*s. d.*], 2010. Documento técnico. Disponível em: Acesso em: 16 nov. 2025.

BRASIL, M. da S. **Manual de Controle de Escorpiões**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. Documento técnico. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_controle_escorpioes.pdf. Acesso em: 20 out. 2024.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **GUIA DE ANIMAIS PEÇONHENTOS DO BRASIL**. Brasília: Ministério da Saúde, 2024. Documento técnico.

BRAZIL, T. K.; PORTO, T. J. **Os escorpiões**. 1. ed. Salvador: EDUFBA, 2010. v. 1 Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/5109/1/Escorpioes-web.pdf.

CARMO, R. F. R.; AMORIM, H. P.; VASCONCELOS, S. D. Scorpion diversity in two types of seasonally dry tropical forest in the semi-arid region of Northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, [*s. l.*], v. 13, p. 340–344, 2013.

CHIARAVALLOTI-NETO, F. *et al.* Spatiotemporal bayesian modelling of scorpionism and its risk factors in the state of São Paulo, Brazil. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, [*s. l.*], v. 17, n. 6, p. e0011435, 2023.

CHIPPAUX, J.-P.; GOYFFON, M. Epidemiology of scorpionism: A global appraisal. **Acta Tropica**, [*s. l.*], v. 107, n. 2, p. 71–79, 2008.

FEITOSA, M. L. *et al.* Scorpions in urbanized landscapes: influence of habitat type and landscape on body condition, diversity and functional traits in a Neotropical submontane forest. **Acta Oecologica**, [*s. l.*], v. 128, p. 104087, 2025.

GONZAGA, L. E. A. *et al.* Traditional ecological knowledge of scorpions in human communities in a Brazilian semiarid region. **International Journal of Tropical Insect Science**, [*s. l.*], 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s42690-025-01673-7. Acesso em: 17 jan. 2026.

GUERRA-DUARTE, C. *et al.* Scorpion envenomation in Brazil: Current scenario and perspectives for containing an increasing health problem. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, [*s. l.*], v. 17, n. 2, p. e0011069, 2023.

LIMA, M. G. de. Climas do estado do Piauí e suas relações com a conservação do solo. *In*: CLIMAS DO PIAUÍ: INTERAÇÕES COM O AMBIENTE. TERESINA, PI: Editora da Universidade Federal do Piauí - EDUFPI, 2020. p. 16–36.

LIRA, A. F. A. *et al.* Contrasting patterns at interspecific and intraspecific levels in scorpion body size across a climatic gradient from rainforest to dryland vegetation. **Zoology**, [*s. l.*], v. 146, p. 125908, 2021.

LIRA, A. F. A. *et al.* Effects of anthropogenic land-use on scorpions (Arachnida: Scorpiones) in Neotropical forests. **International Journal of Tropical Insect Science**, [*s. l.*], v. 39, n. 3, p. 211–218, 2019.

LIRA, A. F. A. *et al.* Effects of habitat quality on body size of the litter dwelling scorpion Tityus pusillus in fragmented rainforests of Brazil. **The Journal of Arachnology**, [*s. l.*], v. 48, n. 3, p. 295–299, 2021.

LIRA, A. F. A.; DESOUZA, A. M.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Environmental variation and seasonal changes as determinants of the spatial distribution of scorpions (Arachnida: Scorpiones) in Neotropical forests. **Canadian Journal of Zoology**, [*s. l.*], v. 96, n. 9, p. 963–972, 2018.

LOURENÇO, W. R. **Scorpions of Brazil**. 1. ed. Paris: Les Editions de L'If, 2002.

PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, [*s. l.*], v. 13, p. 131–144, 1966.

PINHEIRO, R. S. *et al.* Capture Methods And Biological Classification Of Scorpions: Trends In Research Published In Brazil (2013-2023). **ARACÊ**, [*s. l.*], v. 7, n. 3, p. 12085–12104, 2025.

PMU, P. de U. **Potencialidades - PREFEITURA MUNICIPAL DE UNIÃO**. [*S. l.*], 2025. Disponível em: https://gestaofiscal.org/uniao/informacoesgerais/municipio/?tipo=potencialidades. Acesso em: 11 mar. 2025.

SAKAGAMI, S. F. LAROCA, S. Relative Abundance, Phenology And Flower Visits Of Apid Bees In Eastern Parana, Southern Brazil (Hymenoptera, Apidae) :. **昆蟲**, [*s. l.*], v. 39, n. 3, p. 217–230, 1971.

SEEMANN, T. M. S. *et al.* Evolution of the occurrence of *Tityus serrulatus* (LUTZ & MELLO, 1992) in the state of Santa Catarina. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, [*s. l.*], v. 56, p. e0434, 2023.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The Mathematical Theory of Communication**. [*S. l.*]: University of Illinois Press, 1949.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). **Biometrika**, [*s. l.*], v. 52, n. 3/4, p. 591–611, 1965.

SILVA, W.; LIRA, A. F. de A.; ALBUQUERQUE, C. M. R. de. Distinct edge effects and reproductive periods of sympatric litter-dwelling scorpions (Arachnida: Scorpiones) in a Brazilian Atlantic forest. **Zoology**, [*s. l.*], v. 129, p. 17–24, 2018.

SIQUEIRA, T. S. *et al.* Scorpion envenomation in Brazil and its relationship with the social determinants of health: A population-based ecological study. **Acta Tropica**, [*s. l.*], v. 253, p. 107165, 2024.

SOUZA, C. M. J. *et al.* Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, [*s. l.*], v. 12, n. 17, 2020. Disponível em: https://www.mdpi.com/2072-4292/12/17/2735. Acesso em: 9 fev. 2026.

TANIELE-SILVA, J. *et al.* Retrospective clinical and epidemiological analysis of scorpionism at a referral hospital for the treatment of accidents by venomous animals in Alagoas State, Northeast Brazil, 2007-2017. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, [*s. l.*], v. 62, p. e26, 2020.

VILARINHO, A. C. *et al.* Scorpion envenomation in the neotropical savannah: Environmental predictors and years of lost life. **Toxicon**, [*s. l.*], v. 234, p. 107277, 2023.

ZANETTA, S. *et al.* Urbanization and increased cases of scorpionism in Brazilian cities. **European Journal of Public Health**, [*s. l.*], v. 30, n. Supplement_5, p. ckaa166.163, 2020.

3.4 Artigo 4: Conhecimento Ecológico Local sobre escorpiões no Cerrado nordestino

RESUMO

A Etnozoologia investiga as complexas relações entre humanos e animais, abrangendo desde percepções de risco, até usos medicinais, contudo, a literatura brasileira ainda apresenta lacunas com relação aos invertebrados, especialmente os aracnídeos. Objetivamos registrar as percepções, crenças e práticas populares relacionadas à coexistência entre humanos e escorpiões em três comunidades rurais (Boqueirão, Oriundo e Vila Nova) no município de União, Piauí, inseridas no bioma Cerrado. A metodologia envolveu a realização de 91 entrevistas semiestruturadas entre janeiro e maio de 2025. Os dados foram submetidos à análise de conteúdo e mensuração de índices etnobiológicos. Os resultados demonstraram que a maioria dos informantes (67%) utiliza o termo "lacraia" para designar escorpiões. Foram identificadas sete etnoespécies classificadas pragmaticamente pela coloração, sendo o "Preto" o de maior Valor de Importância (0,38). O sentimento predominante na relação humano-escorpião foi o medo (V.C.U. ≈ 0,25), resultando frequentemente na eliminação do animal. O Conhecimento Ecológico Local mostrou-se alinhado à literatura científica, reconhecendo a dieta generalista e a maior atividade sazonal em períodos quentes. No âmbito do escorpionismo, 57,7% dos entrevistados recorrem a tratamentos caseiros, incluindo o uso tópico de cebola e ingestão de leite ou preparos alcoólicos contendo animais peçonhentos. Conclui-se que o sistema de classificação local e percepções são guiados por critérios morfológicos e pelas experiências negativas quanto aos escorpiões, revelando um cenário de conflito, permeado por práticas tradicionais de cura.

Palavras-chave: Aracnídeos; Escorpionismo; Etnoecologia; Etnozoologia; Piauí.

INTRODUÇÃO

Diferentes áreas do conhecimento se propõem a explicar como se configura e quais são os fatores determinantes para a relação complexa entre humanos e animais nos mais variados contextos. Pragas agrícolas ou sanitárias, agentes de risco de vida, ferramentas de cura, símbolos de subsistência, amuletos espirituais e métodos de entretenimento são alguns dos vários papéis ocupados por animais a partir da perspectiva de diferentes culturas.

Essa diversidade de relações é registrada na literatura científica, se manifestando no Brasil com exemplos como papel antagônico exercido por animais em relação a agricultores no sudeste (Carvalho *et al.*, 2019), ou pela problemática em saúde pública advinda da manutenção de zoonoses no Centro-Oeste (Ramos *et al.*, 2020), no desafio do tráfico de animais silvestres na região amazônica, ou no uso de espécies selvagens como meio de garantia de segurança alimentar e medicina tradicional em regiões semiáridas (Alves *et al.*, 2016; Barboza *et al.*, 2016; Torres; Morsello; Parry, 2022). No entanto, a produção científica no país parece ainda se debruçar insuficientemente sobre animais invertebrados, principalmente no que se refere a animais fora da ordem dos insetos.

Vinculada a esta necessidade de entender a visão e relação de diferentes povos sobre os animais, a Etnozoologia surgiu no fim do século XIX, enfocando inicialmente a relação humano-animal em contexto de conhecimento tradicional, e mais tarde na valorização também de outros saberes, a exemplo de comunidades locais, grupos religiosos específicos e até mesmo populações residentes em áreas urbanas (Santos-Fita; Costa Neto, 2007). Entre várias outras contribuições científicas, a Etnozoologia tem ocupado lugar de destaque como forma de levantamento de informações que subsidiam estratégias de conservação nos mais diversos contextos.

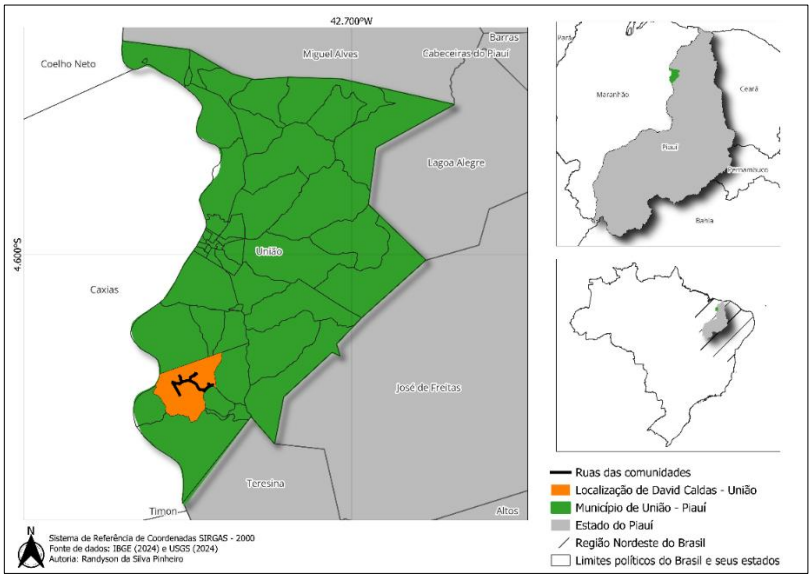
Estudos voltados diretamente aos aracnídeos sob a perspectiva etnozoológica são raros se comparados aos outros grupos animais, com menções geralmente voltadas para métodos de tratamento para o escorpionismo e araneísmo e mais raramente a alimentação destes animais, e poucas menções a outros aspectos tradicionalmente abordados nas etnociências (Butt *et al.*, 2015; Costa Neto; Grabowski, 2021). Neste sentido, objetivamos registrar as percepções, crenças e práticas populares relacionadas a coexistência de humanos e escorpiões em três comunidades rurais do cerrado piauiense, Nordeste do Brasil.

METODOLOGIA

Área, participantes do estudo e aspectos legais

As comunidades Boqueirão, Oriundo e Vila Nova integram a localidade David Caldas, na zona rural sul de União, município do centro-norte do estado do Piauí, Brasil (-4.743188946014295, -42.91070359371906), e constituinte da microrregião de Teresina, capital da unidade federativa (Figura 1).

Figura 4 - Localização do povoado David Caldas em União, Piauí, Brasil



Fonte: Própria

As três áreas estão incluídas em contexto de produção de cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.) em larga escala por empresas nacionais, e foram selecionadas a partir da indicação da direção do posto de saúde da região, considerando alcance do maior número de participantes possível. Somadas, as comunidades contam com 178 famílias, com um integrante (com idade igual ou superior a 18 anos) de cada residência sendo entrevistado.

A amostra, com base no critério de delineamento definido por Sampieri, Collado e Lucio (2013) contou com 91 entrevistas semiestruturadas (Martin, 1995) , obedecendo o critério de no mínimo 30 em cada comunidade. Para aproximação pesquisador-informante foi utilizada a técnica de *Rapport* (Bernard, 1988), por intermédio inicial da equipe de atenção básica da comunidade, visitas prévias para apresentação da pesquisa aos moradores e definição de um informante-chave.

A pesquisa foi autorizada pelo Comitê em Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Piauí (UFPI)– *campus* Ministro Petrônio Portella, sob número de parecer consubstanciado 7.172.273, e a declaração de acesso ao conhecimento da comunidade está cadastrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado sob o número AB38019. A concordância com a participação foi expressa por assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A),

Coleta e tabulação de dados

As entrevistas, conduzidas sob aplicação de formulário semiestruturado composto por três eixos, foram realizadas no período de janeiro a maio de 2025, com média de tempo de 20 minutos. Padronizamos a comunicação entre entrevistador e entrevistado quanto ao animal abordado na conversa com uso da metodologia de *checklist* entrevista (Medeiros *et al.*, 2010), mostrando imagens (Figura 2) de centopeia (*Scolopendra viridicornis* Newport, 1844) e escorpião (*Jaguajir agamemnon* (C. L. Koch, 1839), já que ambos os animais foram associados ao termo “lacraia” durante a aplicação de três entrevistas piloto.

Figura 5 - Imagens de centopeia e escorpião exibidas para os respondentes no início de cada entrevista, sendo: Escorpião (*Jaguajir agamemnon* (C. L. Koch, 1839)) (A) e Centopeia (*Scolopendra viridicornis* Newport, 1844) (B e C) Fonte: Inaturalist: A - Nicolás Pelegrin; B – Jean Martins; C - Luan Costa



Análise de dados

Para avaliação qualitativa dos dados obtidos foram adotadas as estratégias de análise de conteúdo baseado na obra de Bardin (2013) com o uso do software IRAMUTEQ e análise sistemática dos conhecimentos levantados por meio da técnica de entrevista informal do informante-chave registrados em caderno de campo (Bernard, 1988; Montenegro, 2002). Adicionalmente, comparamos as etnoespécies de escorpiões citadas durante as entrevistas com espécies com ocorrência registrada para o estado, conforme método preconizado por Gonzaga *et al.* (2025).

Quantitativamente foi calculado o Valor de Importância (VI) adaptado as etnoespécies classificadas como perigosas, medindo a proporção de informantes que citaram uma espécie como mais importante, sendo definido pela fórmula (onde: n_{is} = número de informantes que consideraram a espécie s mais importante; n = total de informantes):

$$IV = n_{is}/n$$

e Valor de Consenso de Uso (VCU), adaptado aos sentimentos associados aos escorpiões (Byg; Balslev, 2001), medindo o grau de concordância entre os informantes com

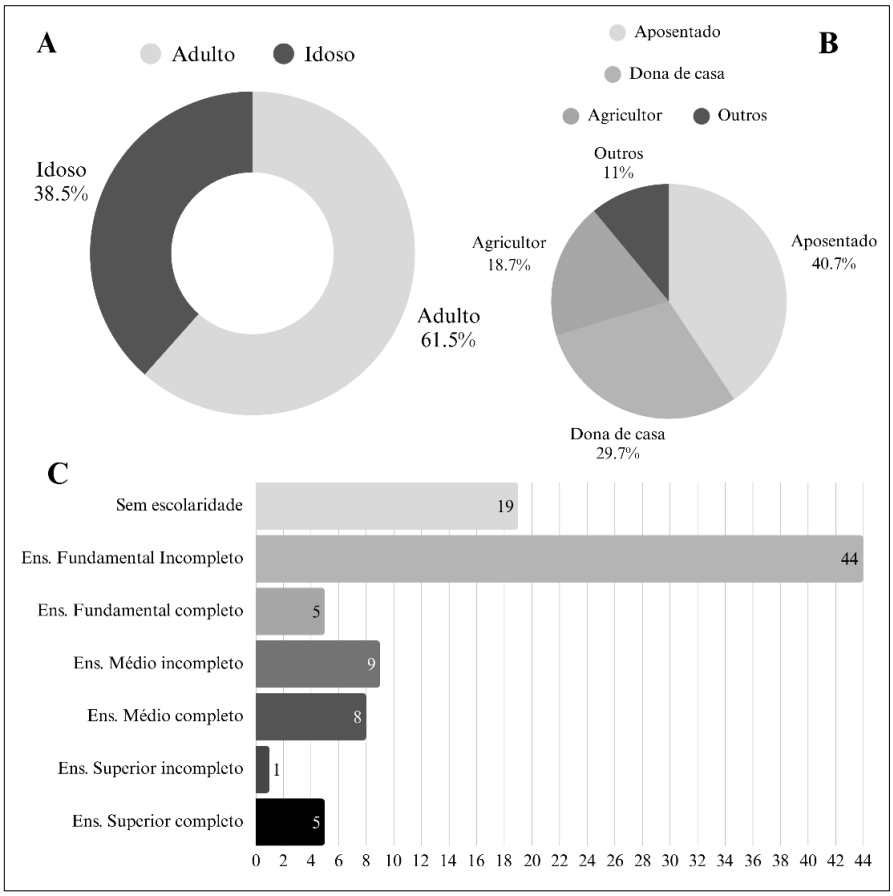
relação a um sentimento ou ação tomada ao encontrar um escorpião, sendo definido pela fórmula (onde: ns = número de pessoas que usam que reportaram determinado sentimento ou ação):

$$VCU = 2n_s/n\text{-}1$$

RESULTADOS

O perfil sociodemográfico dos respondentes está sumarizado na Figura 3, com faixa etária, escolaridade e principais ocupações exercidas.

Figura 6 - Informações sociodemográficas dos respondentes da pesquisa nas comunidades Boqueirão, Oriundo e Vila Nova - União, Piauí, Brasil: A - Faixa etária; ; B - Principais ocupações exercidas e C - Escolaridade



Fonte: Própria

A maioria dos respondentes exerce algum tipo de atividade voltada para agricultura (61,5%), sendo os principais cultivados, feijão (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e milho (*Zea mays* L.). Além disso, a criação de galinhas e porcos é realizada por 25 dos informantes da pesquisa. Quando questionados quanto ao destino dos resíduos sólidos das residências, a maioria dos participantes (86,5%) afirmou acumular durante alguns dias e queimar em

determinado momento, enquanto uma outra parte afirmou usar o serviço de coleta pública quinzenalmente (13,5%).

Evitamos ambiguidades em relação ao animal abordado nas entrevistas quando questionamos a forma como os respondentes chamavam os animais mostrados nas imagens (Figura 2). Grande parte dos residentes das comunidades (67%) conhecem os escorpiões pelo termo "lacraia", comumente associado a centopeias em outras localidades do Nordeste brasileiro. Questionamos aos moradores, quais escorpiões existiam na região, e qual dos existentes eram considerados como mais perigosos. A tendência de agrupamento de animais por cores revelou ao menos sete variações de escorpiões na região, sendo as cores preto e amarelo as mais citadas (Tabela 1).

Tabela 1 - Etnoespécies de escorpiões citadas como mais perigosas pelos respondentes das comunidades Oriundo, Boqueirão e Vila Nova, União/PI.

Etnoespécies	**citações**	**V.I***	**Possíveis espécies científicas**
Preto	33	0,383721	*Jaguajir agamemnon* (C. L. Koch, 1839) e *Bothriurus asper* Pocock, 1893
Amarelo	17	0,197674	*Bothriurus rochai* Mello-Leitão, 1932*; Jaguajir rochae; Tityus confluens* Borelli, 1899 e *Physoctonus debilis* (C. L. Koch, 1840)
Todos	16	0,186047	
Foto (referente a *J. agamemnon*)	9	0,104651	*J. agamemnon*
Marrom	5	0,05814	*J. agamemnon* e *B. asper*
Vermelho	4	0,046512	*T. confluens*
Escuro	1	0,011628	*J. agamemnon; B. asper* e *Tityus maranhensis* Lourenço, Jesus Junior & Limeira-de-Oliveira, 2006
Roxo	1	0,011628	

Fonte: própria

Figura 7 - Espécies com ocorrência registrada no Piauí com padrões de coloração citados pelos respondentes da pesquisa. Legenda: A – *J. agamemnon*; B – *B. asper*; C – *B. rochai*; D – *J. rochae*; E

– *T. confluens*; F – *P. debilis* e G – *T. maranhensis* Fonte: A, E e G – Própria; B - José Ignacio Márquez Corro (jimarcor); C - Reuber Brandão; D e F - André Otávio da S. Júnior.



Quando perguntamos sobre sentimentos e percepções individuais sobre os escorpiões encontramos uma variedade considerável de informações, mas que convergiram na maioria dos casos para um padrão de resposta nos itens constantes na Tabela 2. O medo foi o sentimento mais citado quando questionamos "O que sente quando encontra um escorpião?", e a ação de matar o animal surgiu como resposta ao item em 24 entrevistas. O metassoma dos escorpiões foi a característica mais lembrada pelos respondentes, citado sob diferentes termos como "esporão", "ferrão" e "rabo".

Tabela 2 - Sentimentos citados com mais frequência pelos respondentes ao encontrar um escorpião nas comunidades Oriundo, Boqueirão e Vila Nova, União/Piauí

Sentimento/ação	**Citações**	**VCU***
Medo	56	0,258426966
Mata	24	-0,460674157
Indiferença	7	-0,842696629
Raiva	1	-0,97752809
Nervosismo	1	-0,97752809

Fonte: própria

Aspectos ecológicos de comportamento, predação, reprodução, dominância e preferência de *habitat*, também foram abordados sob a perspectiva dos moradores das comunidades. Grande parte dos informantes classificaram o comportamento dos escorpiões como agressivo (42,3%), apontaram insetos como presas habituais deste aracnídeos (28,8%) e

afirmaram que o mês de agosto, ou, de modo geral, o período localmente compreendido como verão, é a época do ano em que os animais aparecem com maior frequência (51,9%), principalmente por corresponder ao período reprodutivo ou por apresentarem preferência por temperaturas mais elevadas.

Finalmente, abordamos aspectos relacionados ao escorpionismo nos itens 7, 9-14 do formulário (Apêndice A), o que demonstrou que 57,7% dos respondentes realizam algum tipo de tratamento caseiro para picadas, com destaque para aplicação tópica no local de cebola (*Allium cepa* L.) em pedaços ou raspada e consumo por ingestão de preparos com limão ou leite. Algumas outras formas de tratamento foram citados com menos frequência, a exemplo de torniquete no membro afetado com uso de palha verde de babaçu (*Attalea* sp) e pele de guaxinim (*Procyon cancrivorus* (G. Cuvier, 1798), consumo de açúcar puro ou derivados como rapadura ou ingestão de preparos alcoólicos com adição de carcaças de animais peçonhentos, a exemplo do retratado na Figura 5.

Figura 8 - Preparo alcoólico usado na comunidade Oriundo para picada de animais peçonhentos que inclui um piolho de cobra ((*S. viridicornis*), uma cobra e uma lacraia (em avançado estado de deterioração)



Fonte: acervo próprio

DISCUSSÃO

A predominância do termo “lacraia” para nomear os escorpiões e a discriminação de etnoespécies com base em cor e periculosidade, revelam um sistema classificatório (etnotaxonomia) em que critérios pragmáticos como risco, experiência de encontro e contexto doméstico se articulam a atributos morfológicos mais evidentes, associados de forma assertiva pela comunidade a espécies com distribuição registrada para o estado (Figura 4). Padrão semelhante foi descrito por Gonzaga *et al*. (2025) no semiárido de Pernambuco, em que o

conhecimento ecológico tradicional sobre escorpiões se organiza em torno de categorias locais sensíveis à cor e tamanho dos animais, com boa correspondência a espécies registradas regionalmente.

O predomínio do medo, acompanhado da prática de matar o animal ao encontrá-lo, sugere que os escorpiões ocupam, no repertório simbólico local, um lugar de ameaça central, ainda que coexistam respostas de indiferença em menor frequência. Esse padrão dialoga com estudos que apontam, em diferentes contextos culturais, a presença de escorpiões como foco de atenção, evocando emoções intensas e respostas de fuga, como visto em revisões históricas e análises etnozoológicas mais amplas (Thompson, 1990). Estes resultados diferem do constatado por Gonzaga *et al*. (2025), que registraram atitudes ambíguas de temor e reconhecimento do papel ecológico dos escorpiões no semiárido.

As narrativas que descrevem escorpiões como agressivos, predadores de insetos e mais frequentes nos períodos mais quentes do ano revelam um conhecimento ecológico local alinhado a aspectos centrais da biologia do grupo. Os moradores articulam observação diária, memória de encontros e informações difundidas, para explicar padrões de atividade sazonal, preferência de microhabitat e papel trófico dos escorpiões, frequentemente vinculando maior aparição a "verão" e "reprodução". A agressividade dos escorpiões parece ser observada apenas em contexto de ameaça direta a vida ou predação de indivíduos menores, como também referidos por Polis a McCormick (1987) e Lira, Souza e Albuquerque (2017). Quanto à preferência alimentar por insetos, nesse contexto referindo-se a artrópodes de maneira geral, e maior atividade em períodos quentes ou secos são características associadas a uma grande quantidade de espécies de escorpiões (Lira; Souza; Albuquerque, 2018; Silva *et al.*, 2024).

A ampla adoção de tratamentos caseiros para picadas, incluindo o uso de plantas, produtos alimentares e preparações alcoólicas com animais peçonhentos, indica uma prática comum de medicina popular na região Nordeste. Revisões etnomedicinais e estudos etnozoológicos em diferentes países mostram repertórios semelhantes, com uso de plantas, partes de animais e rituais de cura para envenenamentos, nos quais o escorpião pode ser simultaneamente o agente do dano e um elemento terapêutico, como documentado para contextos ibéricos, asiáticos e latino-americanos (González; Vallejo, 2013; Butt *et al.*, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Caracterizamos neste estudo parte de como se dá a relação entre populações humanas e escorpiões em comunidades rurais do Cerrado piauiense. Os resultados evidenciaram a etnotaxonomia pautada em critérios parataxonômicos de coloração, ao mesmo tempo com uma

forte percepção de risco que favorece a eliminação dos animais em um possível contato. Observamos semelhanças claras entre o saber empírico registrado e dados biológicos referentes à sazonalidade e ecologia trófica dos escorpiões, além de um inventário de práticas terapêuticas, que abrange zooterapia e fitoterapia para o manejo do escorpionismo.

Assumimos como fatores limitantes para a representatividade e comparabilidade das constatações, respectivamente, a ausência de uma coleta de dados com abrangência de todas as faixas etárias e a quantidade ínfima de estudos que tratem da temática. Considera-se como perspectivas futuras análises comparativas em diferentes domínios fitogeográficos e a investigação farmacológica dos recursos terapêuticos citados. Recomenda-se, por fim, a incorporação dos dados etnobiológicos em estratégias de educação ambiental, visando a mitigação de conflitos e a conservação da fauna local.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. R. N. *et al.* Healing with animals in a semiarid northeastern area of Brazil. **Environment, Development and Sustainability**, [*s. l.*], v. 18, n. 6, p. 1733–1747, 2016.

BARBOZA, R. R. *et al.* The role of game mammals as bushmeat In the Caatinga, northeast Brazil. **Ecology and Society**, [*s. l.*], v. 21, n. 2, p. 1-11, 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, v. 5, 2013. 288 p.

BERNARD, H. R. **Research in cultural anthropology**. Newbury Park: Sage Publications, 1988. 522 p.

BUTT, M. A. *et al.* Ethnomedicinal uses of plants for the treatment of snake and scorpion bite in Northern Pakistan. **Journal of Ethnopharmacology**, [*s. l.*], v. 168, p. 164–181, 2015.

BYG, A.; BALSLEV, H. Diversity and use of palms in Zahamena, eastern Madagascar. **Biodiversity & Conservation**, [*s. l.*], v. 10, n. 6, p. 951–970, 2001.

CARVALHO, A. L. C. *et al.* Wildlife and damage to agriculture: an ethnobiological approach with rural producers in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, [*s. l.*], v. 27, n. 1, p. 17–26, 2019.

COSTA NETO, E. M.; GRABOWSKI, N. T. Edible arachnids and myriapods worldwide – updated list, nutritional profile and food hygiene implications. **Journal of Insects as Food and Feed**, [*s. l.*], v. 7, n. 3, p. 261–279, 2021.

GONZAGA, L. E. A. *et al.* Traditional ecological knowledge of scorpions in human communities in a Brazilian semiarid region. **International Journal of Tropical Insect Science**, [*s. l.*], v. 45, n.5, p. 1-11, 2025.

GONZÁLEZ, J. A.; VALLEJO, J. R. The scorpion in Spanish folk medicine: A review of traditional remedies for stings and its use as a therapeutic resource. **Journal of Ethnopharmacology**, [*s. l.*], v. 146, n. 1, p. 62–74, 2013.

LIRA, A. F. A.; DESOUZA, A. M.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Environmental variation and seasonal changes as determinants of the spatial distribution of scorpions (Arachnida: Scorpiones) in Neotropical forests. **Canadian Journal of Zoology**, [*s. l.*], v. 96, n. 9, p. 963–972, 2018.

LIRA, A. F. A.; SOUZA, A. M.; ALBUQUERQUE, C. M. R. Report of intraguild predation and cannibalism in scorpions (Scorpiones: Buthidae) in the Brazilian Atlantic forest. [*s. l.*], v. 13, n. 2, 2017.

MARTIN, G. J. **Ethnobotany**: a people and plants conservation manual. London: Chapman & Hall, 1995. 268 p.

MEDEIROS, P. *et al.* Uso de estímulos visuais na pesquisa etnobiológica. *In*: **Métodos técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica**. Recife: NUPPEA, p. 151–169, 2010.

MONTENEGRO, S. C. S. **A conexão homem/camarão (Macrobrachium carcinus e M. acanthurus no baixo São Francisco alagoano: uma abordagem etnoecológica**. 2002. 209 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

POLIS, G. A.; MCCORMICK, S. J. Intraguild Predation and Competition Among Desert Scorpions. **Ecology**, [*s. l.*], v. 68, n. 2, p. 332–343, 1987.

RAMOS, V. N. *et al.* Wild carnivores, domestic dogs and ticks: shared parasitism in the Brazilian Cerrado. **Parasitology**, [*s. l.*], v. 147, n. 6, p. 689–698, 2020.

SAMPIERI, H.; COLLADO, C.; LUCIO, M. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013. 624 p.

SANTOS-FITA, D.; COSTA NETO, E. M. As interações entre os seres humanos e os animais: a contribuição da etnozoologia. **Biotemas**, [*s. l.*], v. 20, n. 4, p. 99–110, 2007.

SILVA, W. *et al.* What's for dinner? Prey consumption by Neotropical scorpions across contrasting environments. **The Journal of Arachnology**, [*s. l.*], v. 52, n. 1, p. 26–30, 2024.

THOMPSON, J. L. C. Scorpions in mythology, folklore, and history. *In*: POLIS, G. A. **The biology of scorpions.** [*S. l.*]: Stanford University Press, 1990. p. 222–233.

TORRES, P.; MORSELLO, C.; PARRY, L. Rural–urban mobility influences wildmeat access and consumption in the Brazilian Amazon. **Oryx**, [*s. l.*], v. 56, n. 6, p. 864–876, 2022.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

A presente dissertação reúne diferentes perspectivas para compreender o escorpionismo como um fenômeno determinado e influenciado por várias interações socioambientais complexas. A análise, que abrangeu desde o panorama da produção científica nacional, até a realidade local de comunidades rurais no Piauí, evidenciou que a incidência e a gravidade dos acidentes refletem padrões de ocupação do solo, vulnerabilidade social e lacunas no conhecimento científico e popular.

A detecção da necessidade de conhecimento teórico prévio, antecedendo os estudos aplicados, a obtenção da caracterização das pesquisas experimentais no Brasil demonstrou que, apesar do crescimento da produção científica impulsionado pela demanda epidemiológica, as bases metodológicas permanecem concentradas em abordagens tradicionais de coleta e identificação. Tal constatação fundamentou as etapas de campo subsequentes, onde a aplicação de métodos consolidados, como a busca ativa com luz ultravioleta, mostrou-se essencial para o acesso à diversidade faunística local.

No campo epidemiológico, os resultados indicam que a dinâmica do escorpionismo no Brasil é indissociável dos determinantes sociais de saúde. A correlação negativa observada entre indicadores socioeconômicos e notificações, em contraste com a associação positiva para internações, sugere que a vulnerabilidade social atua simultaneamente na subnotificação de casos leves e no agravamento dos desfechos clínicos. Conclui-se que as estatísticas oficiais tendem a subestimar a real dimensão do agravo, o qual se encontra enraizado na precariedade da infraestrutura urbana e do saneamento básico, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste.

A investigação ecoepidemiológica em escala local, revelou que enquanto o risco de acidentes concentra-se na área urbana e zonas periféricas, a abundância faunística foi significativamente superior na zona rural, com dominância de espécies modulada por escalas de micropaisagem. Estes dados refutam a hipótese de correlação linear direta entre modificações antrópicas de todas as naturezas e acidentes no contexto investigado, indicando que o risco é modulado primariamente pelo ambiente construído e pela plasticidade de espécies generalistas tolerantes à simplificação ambiental, além de possibilitar discussões adicionais sobre a aplicabilidade direta de fatores de risco consolidados em municípios de pequeno porte.

Adicionalmente, a abordagem etnoecológica elucidou mecanismos comportamentais da população frente ao risco diário. O registro de um sistema classificatório parataxonômico próprio, associado à predominância de práticas de medicina popular demonstra que existem práticas e conceitos enraizados nas gerações sobre os animais, além de corroborar a hipótese de

subnotificação evidenciada na análise nacional. O predomínio de percepções de medo e aversão motiva a eliminação indiscriminada dos espécimes, em detrimento da compreensão de seu papel ecológico.

Conclui-se, portanto, que o enfrentamento do escorpionismo no Piauí e no Brasil demanda a superação de estratégias puramente emergenciais, demonstrando ser necessária a adoção da abordagem de Saúde Única, integrando o planejamento urbano, a melhoria dos indicadores de sustentabilidade e a implementação de estratégias educativas alinhadas ao saber local nos diversos contextos. O reconhecimento da interdependência entre degradação ambiental, desigualdade social e biologia dos animais envolvidos na saúde humana, constitui a base para a transição de uma política reativa para uma gestão preventiva e eficaz do escorpionismo.

5 APÊNDICES

APÊNDICE A - Formulário semiestruturado utilizado na pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE – MESTRADO (MDMA)

Roteiro de entrevista semiestruturada - Escorpionismo no Piauí: diversidade, expansão urbana e Etnobiologia

IDENTIFICAÇÃO SOCIOECONÔMICA	
Como você chama este animal? (mostrar imagens dos escorpiões e lacraias)	
Entrevista Nº:	Data de nascimento: ____/____/_____
Data da Entrevista: _____/_____/_____	Escolaridade: ( ) SE ( ) EFI ( ) EFC ( ) EMI ( ) EMC ( ) ESI ( ) ESC ( ) PGI ( ) PGC
(somente)Primeiro nome do entrevistado:	Posição do informante na família:
	Quantidade de residentes:
Qual comunidade: ( ) Boqueirão ( ) Vila Nova ( ) Oriundo	Tempo de moradia: _____ anos
Legenda: SE – sem escolaridade; EFI – ensino fundamental incompleto; EFC – ensino fundamental completo; EMI – ensino médio incompleto; EMC – ensino médio completo; ESI – ensino superior incompleto; ESC – ensino superior completo; PGI– pós-graduação incompleta; PGC – pós-graduação completa.	
Ocupação principal: Renda mensal (R$):	Atividade secundária: Renda secundária (R$):
Recebe benefícios do governo? ( ) Sim ( ) Não/ Qual e Quanto (R$)?	

SAÚDE E AMBIENTE	
Destino do lixo: ( ) Enterra ( ) Deixa a céu aberto ( ) Coleta Pública ( ) Queima ( ) Outros	Piso: ( ) Barro ( ) Cimento ( ) Cerâmica ( ) Outros _____
Situação fundiária do terreno: ( ) Próprio ( ) cedido ( ) Outra: _____	Destino das águas usadas: ( ) Céu aberto ( ) Fossa ( ) Sistema de esgoto
Casa própria? ( ) Sim ( ) Não	Paredes: ( ) Taipa ( ) Tijolo ( ) Madeira ( ) Palha ( ) Outros _____
Cobertura da casa: ( ) Telha ( ) Palha ( ) Outros_____	Realiza alguma atividade de agricultura e/ou criação de animais? ? Sim* ( ) Não ( ) *se sim, qual(is)? _____

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE – MESTRADO (MDMA)

Roteiro de entrevista semiestruturada - Escorpionismo no Piauí: diversidade, expansão urbana e Etnobiologia

DADOS ETNOZOOLÓGICOS
1. Você sabe dizer como é o comportamento (modo de vida) de um escorpião?
2. O que você sente quando encontra um escorpião?
3. Você sabe dizer o que um escorpião come?
4. Em qual época do ano eles aparecem mais? Por quê?
5. Você vê mais escorpiões durante o dia ou à noite?
6. Onde é mais fácil encontrar um escorpião?
7. O que se faz se for picado por um escorpião?
8. Quais as características dos escorpiões que você mais vê ou conhece?
9. Existem escorpiões perigosos? Sim* ( ) Não ( ) *se sim, sabe dizer quais?
10. Você já foi, ou conhece alguém que já foi picado por escorpião? Sim* ( ) Não ( ) *quem?_____ *se sim, foi feito tratamento médico ( ) caseiro ( ) ou nenhum ( ) *se médico, em qual município? _____

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE – MESTRADO (MDMA)

Roteiro de entrevista semiestruturada - Escorpionismo no Piauí: diversidade, expansão urbana e Etnobiologia

11. Além de picar, os escorpiões podem fazer alguma outra coisa? Sim* ( ) Não ( ) *se sim, o que?
12. Conhece algum tratamento caseiro para picadas de escorpião? Sim* ( ) Não Qual? Já utilizou?
13. Tem algum remédio feito com uso de escorpiões? Sim*( ) Não ( ) *se sim, qual? Que parte do escorpião é usada? Como se usa o remédio?
14. Você conhece algum outro tipo de uso (tratamento, alimento, rituais) feito com escorpiões? Sim* ( ) Não ( ) *se sim, qual? Qual parte é utilizada? Como faz o uso?
15. Como ou com quem você aprendeu sobre os escorpiões?
16. Existe alguma forma de conviver com estes animais?
17. Você tem algum cuidado para afastar esses animais? Quais?
18. O que você acha que pode atrair escorpiões?

OBSERVAÇÕES/DADOS COMPLEMENTARES:

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido da pesquisa

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA HUMANA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) Senhor(a)

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) de uma pesquisa denominada **Escorpionismo no Piauí: diversidade, expansão urbana e Etnobiologia**. Esta pesquisa está sob a responsabilidade dos pesquisadores Randyson da Silva Pinheiro, Dr. Paulo Roberto Ramalho Silva e Dra. Roseli Farias Melo de Barros e tem como objetivo conhecer os aspectos cognitivos e comportamentais de moradores de David Caldas - União em relação aos escorpiões. Neste sentido, solicitamos sua colaboração mediante a assinatura desse termo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), visa assegurar seus direitos como participante. Após seu consentimento, assine todas as páginas e ao final desse documento que está em duas vias. O mesmo, também será assinado pelo pesquisador em todas as páginas, ficando uma via com você participante da pesquisa e outra com o pesquisador. Por favor, leia com atenção e calma, aproveite para esclarecer todas as suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de indicar sua concordância, você poderá esclarecê-las com o pesquisador responsável pela pesquisa através dos canais: telefone - (86) 99535-5690; e-mail – randysonpinheiro22gmail.com. Se mesmo assim, as dúvidas ainda persistirem você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da– UFPI, que acompanha e analisa as pesquisas científicas que envolvem seres humanos, no *Campus* Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Teresina –PI, telefone (86) 3237-2332, e-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br; no horário de atendimento ao público, segunda a sexta, manhã: 08h00 às 12h00 e a tarde: 14h00 às 18h00. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Esclarecemos mais uma vez que sua participação é voluntaria, caso decida não participar ou retirar seu consentimento a qualquer momento da pesquisa, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo e os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento.

A pesquisa tem como justificativa o crescimento de casos de escorpionismo tanto em regiões urbanas como rurais, tornando-se necessário a avaliação dos acidentes sob múltiplas perspectivas, desde a diversidade, os fatores ambientais, até os aspectos comportamentais e de saúde humana. Para sua realização será realizada uma entrevista a partir de um roteiro base contendo perguntas sobre os escorpiões. A ideia principal dessa entrevista será de conhecer a relação e percepção dos moradores com estes animais. Esclareço que esta pesquisa acarreta os seguintes riscos: o desconforto e estresse ao ser convidado a participar de uma pesquisa e a possibilidade de incômodo ao responder as perguntas da entrevista, porém, eles serão contornados com o estabelecimento de uma relação saudável, respeitando os limites impostos por você, suas crenças, opiniões e pensamentos, bem como com a possibilidade de, caso se sinta lesado no decorrer da pesquisa, poderá ser ressarcido de acordo com a lei. Além disso, reforçamos que as informações obtidas pelo pesquisador durante as entrevistas serão tratadas com total sigilo e serão responsabilidade do pesquisador, que zelará pela proteção dos dados

1-2

divulgados por você. Os benefícios de participar da pesquisa são: oportunidade de divulgar seus conhecimentos sobre os escorpiões, contribuir para evitar acidentes e complicações de saúde relacionadas a picadas de escorpião. Os resultados obtidos nesta pesquisa serão utilizados para fins acadêmico-científicos (divulgação em revistas e em eventos científicos) e os pesquisadores se comprometem a manter o sigilo e identidade anônima, como estabelecem as Resoluções do Conselho Nacional de Saúde nº. 466/2012 e 510/2016 e a Norma Operacional 01 de 2013 do Conselho Nacional de Saúde, que tratam de normas regulamentadoras de pesquisas que envolvem seres humanos. E você terá livre acesso as todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo, bem como lhe é garantido acesso a seus resultados.

Esclareço ainda que você não terá nenhum custo com a pesquisa, e caso haja por qualquer motivo, asseguramos que você será devidamente ressarcido. Não haverá nenhum tipo de pagamento por sua participação, ela é voluntária. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente de sua participação neste estudo você poderá ser indenizado conforme determina a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, bem como lhe será garantido a assistência integral.

Após os devidos esclarecimentos e estando ciente de acordo com os que me foi exposto, Eu _____declaro que aceito participar desta pesquisa, dando pleno consentimento para uso das informações por mim prestadas. Para tanto, assino este consentimento em duas vias, rubrico todas as páginas e fico com a posse de uma delas.

Preencher quando necessário

( ) Autorizo a captação de imagem e voz por meio de gravação, filmagem e/ou fotos;
( ) Não autorizo a captação de imagem e voz por meio de gravação e/ou filmagem.
( ) Autorizo apenas a captação de voz por meio da gravação;

UNIÃO-PI, _____de _____de_____.

_____
Assinatura do Participante

_____
Assinatura do Pesquisador Responsável