

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

DALMO ABRANTES FIGUEIREDO JÚNIOR

**DETERMINANTES REGIONAIS DO ESCORPIONISMO NO BRASIL**

JUIZ DE FORA

2019

DALMO ABRANTES FIGUEIREDO JÚNIOR

**DETERMINANTES REGIONAIS DO ESCORPIONISMO NO BRASIL**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Simões de Almeida

JUIZ DE FORA

2019

DALMO ABRANTES FIGUEIREDO JÚNIOR

**DETERMINANTES REGIONAIS DO ESCORPIONISMO NO BRASIL**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciências Econômicas.

Juiz de Fora, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Eduardo Simões de Almeida  
Orientador

---

Prof. (Nome do professor avaliador)  
Avaliador

---

Prof. (Nome do professor avaliador)  
Avaliador

Dedico esta monografia a todos que me apoiaram e estiveram ao meu lado, que me incentivaram a seguir meus sonhos e a não temer em desbravar novos caminhos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos que me auxiliaram a seguir o caminho que trilhara até aqui. Pessoas que estão presentes cotidianamente na minha vida ou que, apenas por um pequeno período de tempo, me deram o prazer de conhecê-las e desfrutar de sua companhia.

Em especial, agradeço aos meus pais, Noely e Dalmo que sempre me apoiam em minhas decisões, além de proporcionar amor, carinho e atenção.

Agradeço ao meu orientador Eduardo Almeida, com quem tenho o privilégio de aprender desde os meus primeiros passos como universitário.

Agradeço a todos os professores, servidores e funcionários da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, pelo compartilhamento de conhecimento, boas conversas e vivências.

Agradeço aos meus amigos, com quem pude contar em vários momentos ao longo dessa trajetória.

Sou grato a Angelino, Daniel, José, Marcelo, Marcos, Maria Isabel, Matheus, Raquel e a várias outras pessoas que me acompanharam até aqui. Obrigado a todos!

## RESUMO

O escorpionismo é um problema de saúde pública em ascensão no Brasil, sendo causador de mortes prematuras, absenteísmo no trabalho e nas escolas, além da possibilidade de deixar sequelas cardiopulmonares nos casos graves, o que reduz a expectativa de vida dos acidentados. Apenas em 2017, foram notificados no país 123.964 casos de acidentes com escorpiões, apresentando um aumento de 232% em relação a 2007. Este trabalho busca investigar de forma quantitativa os determinantes do escorpionismo brasileiro, considerando como a sua principal causa o espriamento espacial de espécimes, em especial do escorpião amarelo (*Tityus serrulatus*). Utilizando um painel de dados espaciais para o período de 2008 a 2017, estimou-se um modelo SAR com efeitos fixos, detectando um efeito de transbordamento espacial do escorpionismo. Os resultados revelam também que existe um efeito dissuasor do número de visitantes sanitários sobre o número de acidentes escorpiônicos, apontando nesta variável um possível caminho para a elaboração de políticas públicas.

**PALAVRAS-CHAVES:** Escorpionismo; Saúde Pública; Transbordamento Espacial; *Tityus serrulatus*.

## ABSTRACT

Scorpionism is a rising public health problem in Brazil, causing premature deaths, absenteeism at work and in schools, and the possibility of leaving cardiopulmonary sequelae in severe cases, which reduces the life expectancy of the injured. Only 2017, 123.964 cases of scorpion accidents were reported in the country, representing an increase of 232% in comparison to 2007. This work is aimed at investigating quantitatively the determinants of Brazilian scorpionism, regarding as its main cause the spatial spreading of specimens, notably the yellow scorpion (*Tityus serrulatus*). Using a spatial data panel for the period 2008 to 2017, a SAR model with fixed effects was estimated, detecting spatial spillover effect of scorpionism. The findings reveal also that there is a deterrent effect of the number of health visitors on the number of scorpionic accidents, pointing out in this variable a possible way for the elaboration of public policies.

**KEYWORDS:** Scorpionism; Public Health; Spatial spillover; *Tityus serrulatus*.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1: Número de acidentes por tipo animal peçonhento no Brasil de 2007 a 2017 .....	11
Figura 2.1: Número de Acidentes Escorpiônicos segundo Gênero de 2007 a 2017 .....	16
Figura 3.1: Variação do escorpionismo entre 2007 e 2017.....	22
Figura 3.2: Mapas de Desvio Padrão de Acidentes com Escorpiões .....	26
Figura 4.1: Diagrama de Dispersão de Moran para o ano de 2017.....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Resumo das Variáveis .....	25
Tabela 3.2: Estatísticas Descritiva das Variáveis, período de 2008 a 2017 .....	25
Tabela 3.3: Correlação Entre as Variáveis, período de 2008 a 2017 .....	25
Tabela 4.1: Resultados da Estatística <i>I</i> de Moran para Diferentes Matrizes <i>W</i> .....	30
Tabela 4.2: Resultados da Estimação do Modelo Espacial SAR .....	31
Tabela 4.3: Resultados comparados para os modelos SAC, SLX e SAR.....	33



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	AVANÇOS HISTÓRICOS NO ESTUDO DO ESCORPIONISMO.....	12
3	ESTRATÉGIA EMPÍRICA .....	18
3.1	MODELO ECONOMÉTRICO .....	18
3.2	DADOS .....	21
3.3	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS.....	26
3.3.1	ESTATÍSTICA I DE MORAN.....	27
3.3.2	DIAGRAMA DE DISPERSÃO DE MORAN.....	28
4	RESULTADOS .....	29
4.1	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS .....	29
4.2	ANÁLISE ECONOMÉTRICA .....	31
4.3	ANÁLISE DE ROBUSTEZ .....	33
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	35
	REFERÊNCIAS .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

O escorpionismo é um problema de saúde pública em ascensão no Brasil, revelando-se ser uma questão complexa por transitar entre áreas de escopo social, econômico e da saúde. Do ponto de vista social e econômico, os acidentes com escorpiões<sup>1</sup> impactam de forma considerável o bem-estar da população, ceifando vidas de forma prematura, principalmente de crianças, reduzindo a sensação de segurança dentro do próprio lar e/ou ambiente de trabalho, além de diminuir a produtividade dos indivíduos acidentados de forma temporária ou permanente. Por outro lado, figura como problema de saúde coletiva no âmbito epidemiológico e saúde individual na intervenção médico-paciente, normalmente classificados como casos de urgência e emergência, considerando a possibilidade de evolução para casos graves que seriam caracterizados principalmente por disfunções cardiopulmonares e nervosas.

No mundo, ainda existem poucos estudos epidemiológicos acerca do escorpionismo. Apesar de não ser recente o seu reconhecimento como problema de saúde pública, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), ele é um problema negligenciado e, por vezes, associado à pobreza (RECKZIEGEL; PINTO JÚNIOR, 2014). São mais de 1.500 espécies de escorpiões existentes, das quais, cerca de trinta são reconhecidas pela periculosidade aos seres humanos, todas essas pertencentes à família *Buthidae*. Todavia, a distribuição geográfica é bastante heterogênea, sendo as áreas da África do Norte-Saara, África do Sahel, África do Sul, Oriente Médio, Sul da Índia, México e Sul da América Latina (a leste dos Andes) identificadas como as de maior risco (CHIPPAUX; GOYFFON, 2008).

Nas Américas, México e Brasil lideram os números de acidentes com escorpiões. No ano de 2000, o número de notificações do México já ultrapassava duzentos mil ao ano, atingindo mais de trezentas mil notificações em 2012. Apesar de os números serem elevados, provavelmente são apenas uma fração da observação real, dado que a subnotificação é alta nesse país, aproximadamente em torno de 50%, principalmente em casos leves de envenenamento (CHÁVEZ-HARO; ORTIZ, 2013). No Brasil, por sua vez, a expansão dos acidentes com escorpiões começou a atrair atenção a partir do final da década de 1980 e início de 1990. Em novembro de 1994, o jornal Folha de São Paulo publicou reportagem com o

---

<sup>1</sup> “O escorpião é um artrópode quelicerado, pertencente ao Filo Arthropoda (*arthro*: articuladas/*podós*: pés), classe Arachnida (por terem oito pernas) e ordem Scorpiones. A denominação escorpião é derivada do latim *scorpio/scorpionis*. Em certas regiões do Brasil, também é chamado de lacrau.” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

título “Cresce o número de acidentes com escorpiões”, narrando a “invasão de escorpiões” no estado de São Paulo em 1993, com especial atenção ao crescimento de acidentes causados pelo *Tityus serrulatus*<sup>2</sup>. Em agosto de 2003, ou seja, quase dez anos depois o mesmo jornal trazia a notícia intitulada: “Bairros de Campinas viram zona de risco por causa de escorpiões”. Nessa reportagem foi relatada a formação de colônias do escorpião amarelo (*T. serrulatus*) em bairros de Campinas no estado de São Paulo e também foi destacada a adaptação desses aracnídeos ao sistema de esgoto<sup>3</sup>.

A adaptação de algumas espécies de escorpiões ao meio urbano é o fator primordial da escalada do escorpionismo. Devido à estratégia de vida e nicho dos escorpiões, permite-se que esses sejam subdivididos em duas categorias ecológicas: os que vivem em equilíbrio em um ambiente específico ou os que se acostumam a novos ambientes desequilibrados, também chamados de oportunistas (LOURENÇO *et al.*, 1996; LOURENÇO; CUELLAR, 1995). Como apontado por Lourenço *et al.* (1996), o impacto da ação humana é fator de desequilíbrio de sistemas previamente habitados por escorpiões, o que atua como processo de seleção artificial, favorecendo a espécie oportunista. Além disso, a dispersão desses animais para novos ambientes está diretamente associada aos fluxos humanos, como em relação à colonização escorpiônica de Brasília que foi concomitante à construção da capital. A facilidade de espraiamento e colonização de novas áreas é um elemento chave na compreensão da escalada do escorpionismo brasileiro nos últimos anos.

No Brasil, a coleta e a disseminação de dados ecológicos sobre acidentes por animais peçonhentos são realizadas, desde 1997, pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Contudo, a maior frequência de dados é observada a partir de 2007, ano que o sistema sofreu uma atualização estrutural e tecnológica, levando à descontinuidade da série histórica de dados, sendo, por isso, adotado 2007 como ano inicial na construção da base de dados deste trabalho. Entre 2007 e 2017 foram notificados 770.604 casos de escorpionismo no Brasil, dos quais 123.964 casos apenas no ano de 2017, apresentando um crescimento de 231,7% em relação ao total registrado em 2007. Frente à possibilidade de que a escalada do escorpionismo no Brasil seja apenas resultado da redução da subnotificação, dadas as incorporações de novas tecnologias de informação, tem-se, concomitantemente, baixa variação da notificação de acidentes por outros tipos de animais peçonhentos, coletados

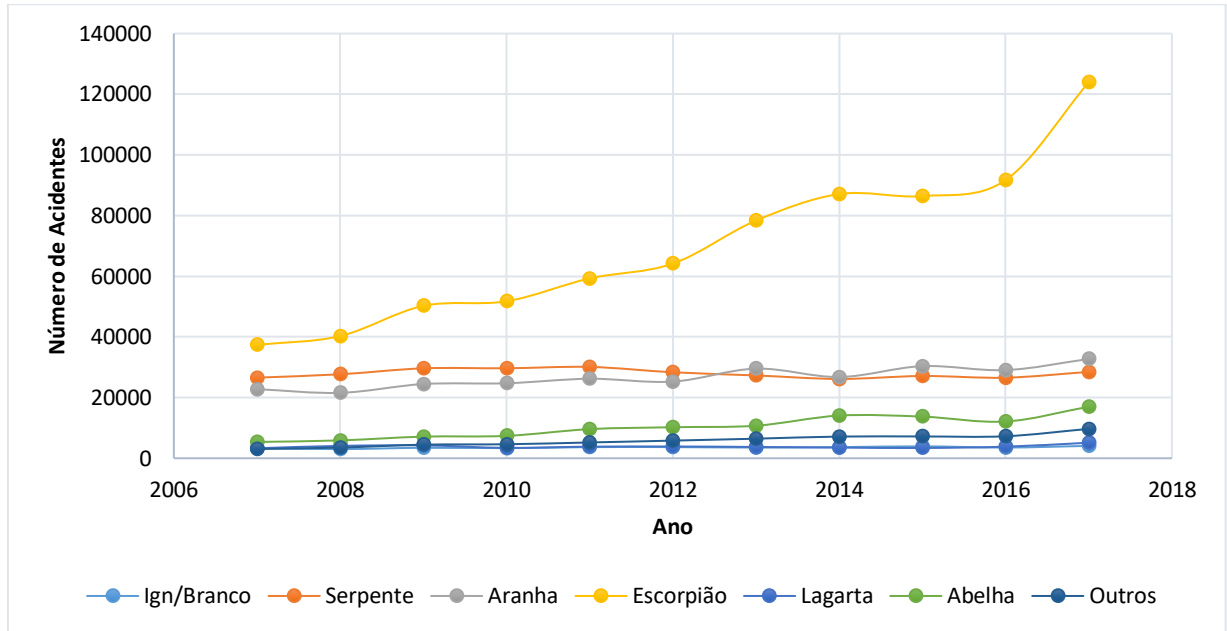
---

<sup>2</sup> Acesso em 01/03/2019, <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/1994/11/28/cotidiano/22.html>.

<sup>3</sup> Acesso em 01/03/2019, <https://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u79550.shtml>.

e organizados analogamente pelo mesmo SINAN, reforçando a validação desse comportamento ascendente dos ataques escorpiônicos, como se pode observar na Figura 1.1.

**Figura 1.1: Número de acidentes por tipo animal peçonhento no Brasil de 2007 a 2017**



Fonte: Elaborado pelo autor, dados disponibilizados pelo SINAN/Ministério da Saúde.

A Figura 1.1 apresenta o comportamento diferencial do escorpionismo de forma mais clara, gerando questionamentos a respeito de tal divergência em relação a outros peçonhentos e os possíveis fatores responsáveis por ela.

Partindo da interdisciplinaridade estrutural do estudo do escorpionismo brasileiro e a fim de contribuir para o entendimento das relações causais desse problema em ascensão, o presente trabalho tem por objetivos avançar na compreensão dos determinantes dos acidentes com escorpiões e, ao mesmo tempo, delinear de forma quantitativa os diferentes impactos desses fatores. Para tal, será desenvolvido um modelo de painel de dados com controle tanto para efeitos fixos quanto para a dependência espacial inerente a este fenômeno.

Além dessa parte introdutória, esse estudo é dividido em quatro outras partes, sendo o capítulo seguinte destinado tanto à revisão de trabalhos que guiaram a seleção de variáveis quanto à descrição dos resultados encontrados por eles. O capítulo 3 apresenta a estratégia empírica de investigação do escorpionismo, especificando o modelo econométrico-empírico e descrevendo os dados. O quarto capítulo discute os resultados e checka a sua robustez. Por fim, o capítulo 5 reúne as considerações finais sobre o tema com foco na possibilidade de formulação de políticas públicas voltadas à solução desse problema.

## 2 AVANÇOS HISTÓRICOS NO ESTUDO DO ESCORPIONISMO

Até onde é de conhecimento, o escorpionismo brasileiro, apesar de sua relevância econômica, não foi anteriormente investigado por essa área, sendo abordado preferencialmente nos campos da Saúde Pública, Medicina e Entomologia, sem considerar, todavia, de forma quantitativa, os determinantes associados à intensidade e abrangência de sua ocorrência. Contudo, sabe-se que o escorpionismo está associado a mortes prematuras e a diversas sequelas, que causam incapacitação temporária para o trabalho e/ou atividade habituais, impactando na produtividade do trabalhador. Do mesmo modo, sua propagação tem se tornado algo preocupante, demandando novas formas de avaliação, que permitam a elaboração de políticas públicas voltadas a esse problema. Essa seção tem por objetivo concatenar e revisar alguns trabalhos relevantes sobre o escorpionismo no âmbito nacional e internacional, conectando elementos relevantes à abordagem econômica do tema.

Segundo Lourenço e Cuellar (1995), o escorpionismo pode ser entendido como uma consequência das ações humanas. Apesar da adaptabilidade de algumas espécies às cidades, a grande maioria das variedades vive em ecossistemas específicos, mantendo suas populações estáveis ao longo do tempo. Entretanto, a capacidade humana de gerar desequilíbrios ambientais sistêmicos atua como mecanismo de pressão seletiva sobre populações de diferentes estratégias reprodutivas, toxicidades da peçonha e estilos de vida. Portanto, segundo os autores, os escorpiões podem ser divididos em dois grupos: os que vivem em equilíbrio e os oportunistas. Compreender as características do grupo de oportunistas permite delinear fatores que atuam na pressão seletiva sobre essas espécies, que se caracterizam como citadinas e hoje estão associadas ao maior número de acidentes com humanos.

Lourenço (2015) considera as características de distribuição espacial das espécies *Tityus sp.*<sup>4</sup> considerando-as como as principais responsáveis por acidentes com humanos, em especial o *Tityus serrulatus* – o escorpião amarelo. A história dessa espécie, que, atualmente corresponde à maior parte das picadas no Brasil, distingue-se consideravelmente dos demais *Tityus sp.*, começando pela descoberta e catalogação tardia<sup>5</sup> e a ausência de machos da espécie. Originário de Minas Gerais (MG), o escorpião amarelo é catalogado no primeiro quartel do século XX, contando com uma presença discreta até então. A hipótese da perturbação humana responsável pelo desequilíbrio da espécie remonta à seleção de subgrupos partenogênicos

---

<sup>4</sup> Espécies pertencentes ao gênero *Tityus*.

<sup>5</sup> O escorpião amarelo – *Tityus serrulatus* – é identificado apenas em 1922 por Lutz e Mello.

ainda durante o processo de mineração na porção central do estado no período colonial. O oportunismo do *Tityus serrulatus* se dá tanto pela adaptação ao meio urbano quanto pela capacidade de colonização de novos ambientes de forma solitária. Ao contrário de espécies em equilíbrio, cuja densidade populacional é fator chave no sucesso reprodutivo, a partenogênese<sup>6</sup> permite que um único indivíduo adulto do escorpião amarelo inicie a ocupação de novos ambientes favoráveis sem a necessidade de um macho. Entende-se por ambientes favoráveis locais que propiciem abrigo e alimento, ou seja, disponibilidade de detritos (lixo e entulho) e a presença de baratas, alimento preferencial dos escorpiões. O potencial reprodutivo na ocupação de novas áreas somado à facilidade de transporte de espécimes para novas regiões por meio da boleia de caminhões explicam a crescente expansão da abrangência geográfica do *Tityus serrulatus*.

Ainda sobre a pressão de seleção decorrente da alteração ambiental, Lourenço (1995) ressalta que, não necessariamente, as espécies mais venenosas serão favorecidas. O elemento primordial nesse caso é a intensidade da ação humana na modificação ambiental: crescimento rápido da população urbana e desaparecimento de espécies de escorpiões em equilíbrio, reduzindo a concorrência pelo habitat. O resultado de uma sobreposição de uma grande população humana e uma grande população de escorpiões é o crescimento de encontros acidentais e a aceleração dos casos de escorpionismo.

Partindo da hipótese de disseminação do escorpião amarelo a partir da região de ocupação colonial do estado de Minas Gerais e caracterizando-o como responsável majoritário pelo crescimento do escorpionismo no Brasil atual, os trabalhos de Soares *et al.* (2002) e Barbosa *et al.* (2012) mostram-se relevantes ao analisar o escorpionismo em Belo Horizonte. A capital mineira localiza-se no quadrilátero ferrífero, epicentro da propagação do *Tityus serrulatus*.

O trabalho de Soares *et al.* (2002) busca relatar a ocorrência de acidentes escorpiônicos em Belo Horizonte para o período de 1990 a 1997. Os dados são provenientes do Centro de Toxicologia do Hospital João XXIII, único hospital que administrava soro antiescorpiônico na capital mineira. No período, ocorreram na cidade 3.265 casos de escorpionismo, sendo que todos foram causados pelo escorpião amarelo, segundo as fichas de atendimento. A maior ocorrência correspondia a pacientes do sexo masculino (55,2%); 88,5% das picadas atingiram

---

<sup>6</sup> Partenogênese é o desenvolvimento de um ser vivo a partir de um óvulo não fecundado.

membros superiores ou inferiores, concentrando-se o maior número de mortalidade para a faixa etária de pessoas com menos de 15 anos. Os autores caracterizam o problema no período analisado como predominantemente sociocultural e econômico, apontando como solução mudanças no comportamento que reflitam sobre o número de acidentes e infestação, paralelo à manutenção de um programa de controle epidemiológico continuado.

Por sua vez, Barbosa *et al.* (2012) realiza um estudo epidemiológico observacional dos casos de escorpionismo de Belo Horizonte para o período de 2005 a 2009, cuja base de dados contou com as notificações do Sistema de Informação de Agravos de Notificações (SINAN), Sistema de Vigilância Epidemiológica (SISVE) e dados de atendimento da Unidade de Toxicologia do Hospital João XXIII. O diferencial da utilização das fichas de atendimento é que elas contam com a identificação da espécie de escorpião responsável pelo acidente. Tal identificação é feita por um profissional biólogo encarregado pelo tombamento dos animais peçonhentos levados pelos pacientes no momento do atendimento, informação que não é encontrada nos dados do SINAN e SISVE. Apesar de apenas 39% das fichas estarem com essa informação completa, identificou-se que 99,42% dos acidentes foram causados pelo *Tityus serrulatus*, em consonância com as características apontadas por Soares *et al.* (2002). Além disso, os autores identificaram que 70% dos acidentes ocorreram no ambiente residencial ou de trabalho, reforçando a noção de alta capacidade adaptativa desses aracnídeos oportunistas.

Reckziegel e Pinto Júnior (2014) realizam um estudo epidemiológico analítico do escorpionismo no Brasil de 2000 a 2012, utilizando-se de estatísticas descritivas por Regiões e Unidades da Federação com base nos dados do SINAN. Os autores observam um crescimento de 323% na incidência de acidentes com escorpiões entre 2000 e 2012, com variação positiva de 475% no número de mortes no mesmo período, cuja taxa de mortalidade calculada foi de 0,16%. Identificou-se que a maior parte dos acidentes acontecia com homens, sendo que 44,7% eram negros, que também apresentaram maior mortalidade. Apesar de a maior parte dos acidentes ocorrer no ambiente urbano, a maior taxa de mortalidade provém de acidentes ocorridos na zona rural, principalmente, com indivíduos de baixa escolaridade. A maior incidência ocorre no Nordeste e Sudeste, respectivamente, para o período estudado, sendo que Minas Gerais ocupa o primeiro lugar, seguido por Bahia, São Paulo, Pernambuco e Alagoas.

Apesar da relevante toxicidade e expansão populacional, o escorpião amarelo não é o único causador de acidentes no país. Segundo Pucca *et al.* (2014), a distribuição regional das espécies é bem delineada, e excetuando o meio urbano, é recorrente o isolamento geográfico das populações de diferentes espécies. Partindo das macrorregiões brasileiras segundo a divisão feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), é possível indicar as principais espécies de importância médica por área de ocorrência. Mesmo tratando-se da mesma espécie, pode-se encontrar também variações na toxicidade da peçonha em grupos geograficamente distintos. O estado da Bahia concentra a maior variedade de espécies de escorpião do país, abrigando treze espécies no total. Apesar da diversidade desses aracnídeos no território baiano, o *Tityus serrulatus* corresponde ao maior número de notificações. Essa espécie, por sinal, encontra a maior disseminação pelo Brasil, estando até o ano de 2014 presente em dezesseis estados (Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Pernambuco, Piauí, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rondônia, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Sergipe e São Paulo) e no Distrito Federal. Além do *Tityus serrulatus*, o *Tityus stigmurus* e o *Tityus bahiensis* respondem por grande número de acidentes no país, sendo encontrados nas regiões Nordeste e Sudeste, respectivamente.

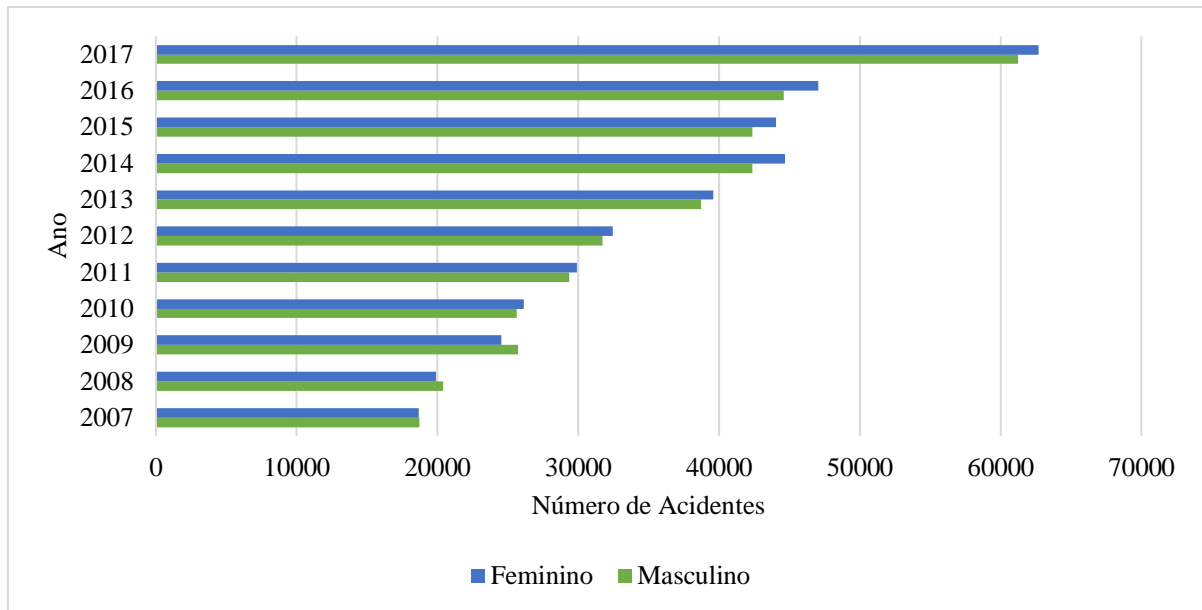
Na região Norte, que compreende a maior parte da floresta amazônica, encontra-se a espécie *T. obscurus*, responsável pelo maior número de acidentes na região, além das espécies *T. metuendus*, *T. silvestris* e outras menos relevantes. Essa região apresenta a segunda menor incidência de acidentes com escorpiões do país, atrás apenas da região Sul, apesar de a relativa conservação de áreas florestais proporcionar abrigo a esses aracnídeos. O reduzido número de acidentes dessa região em comparação ao resto do Brasil é consequência da baixa densidade demográfica somada à possibilidade de subnotificações, dadas as dificuldades de acesso aos centros de atenção médica, normalmente distantes.

Apesar do predomínio de acidentes escorpiônicos com indivíduos do sexo masculino, como relatados por trabalhos na literatura nacional (BARBOSA *et al.*, 2012; RECKZIEGEL; PINTO JÚNIOR, 2014; SANTOS *et al.*, 2002) e internacional (CHOWELL *et al.*, 2005; DE ROODT *et al.*, 2003; KASSIRI *et al.*, 2014), nos últimos anos os padrões de acidentes com escorpiões no Brasil vêm apresentando mudanças na composição de gênero, como revelam os dados disponibilizados pelo SINAN (Figura 2.1). A partir de 2010 o número de acidentes com indivíduos do sexo feminino supera o número de ocorrências com indivíduos do sexo masculino. Logo, além de se tratar de um problema de saúde pública tipicamente urbano, o escorpionismo vem adquirindo novos padrões de ocorrência, tornando-se mais comum os casos



de acidentes em ambientes residenciais. A aquisição de novos nichos por espécies oportunistas como o escorpião amarelo pode potencializar a taxa de letalidade dos acidentes à medida que vai de encontro a grupos de maior vulnerabilidade como crianças e idosos, que permanecem a maior parte do tempo no ambiente domiciliar. A Figura 2.1 apresenta o número de acidentes com escorpiões segundo o gênero dos pacientes no período de 2007 a 2017.

**Figura 2.1: Número de Acidentes Escorpiônicos segundo Gênero de 2007 a 2017**



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados do SINAN/Ministério da Saúde.

Na literatura internacional, o trabalho de Chowell *et al.* (2005) é relevante não apenas pela importância dada às variáveis climáticas, mas também pela abordagem metodológica focada na previsão do escorpionismo para o estado de Colima no México. Os autores utilizam dados de escorpionismo em Colima no período de 2000 e 2001, associando-os a variáveis climáticas com a finalidade de obter um modelo preditivo dos acidentes. O estado de Colima se localiza no litoral Pacífico do México, sendo composto por dez municípios de clima tropical, onde a maior incidência de acidentes é observada nos meses de maior precipitação e temperatura. Os dados climáticos usados foram precipitação (mm), temperatura média (°C), temperatura máxima e mínima e evaporação (mm), essas variáveis foram coletadas em oito estações meteorológicas localizadas em oito dos dez municípios que compõem o estado, correspondendo ao período de 24 meses (janeiro de 2000 a dezembro de 2001). Como resultado, observou-se baixo número de picadas quando a temperatura ultrapassava o limite inferior de 16°C, concomitantemente, o número de picadas se mostra independente da precipitação quando essa é inferior a 30 mm/mensais (360 mm anuais). Além disso, a evaporação não foi estatisticamente significativa para explicar o número de picadas.

Na Argentina, De Roodt *et al.* (2003), considerando os casos de 511 pacientes para o período de 1993 a 1999, elaboram um estudo descritivo dos aspectos epidemiológicos e clínicos das picadas causadas pelo escorpião *Tityus trivittatus*. Do total de casos, a maioria ocorreu entre os meses de novembro e abril, coincidindo com os períodos mais quentes no hemisfério sul, sendo que 52% dos acidentes ocorreram com homens. Os sintomas mais severos apresentaram-se com mais frequência entre crianças de até 10 anos, incluindo distúrbios cardiorrespiratórios e gástricos. Do total de casos, 90% foram tratados em até duas horas após a picada, administrando-se soro antiescorpiônico específico. Em consequência, houve uma taxa de mortalidade de 0,006, ou seja, 6 mortes em cada 1.000 acidentes. Os autores ressaltam a importância de administrar o soro antiescorpiônico tão rápido quanto possível, visto que o veneno dos escorpiões se distribui rapidamente, tratando-se de uma questão de aumento da expectativa de vida.

Kassiri *et al.* (2014) buscam compreender e caracterizar o escorpionismo no condado de Masjed Soleyman, localizado na província de Khuzitão no Irã. A partir de dados coletados nos centros de saúde do condado, os autores contabilizaram 11.169 acidentes com escorpiões para os anos de 2006 e 2007. Do total de acidentes notificados, a maioria ocorreu com homens (54,4%), concentrando-se durante o período de primavera (36,8%) e verão (33,8%). A predominância do escorpionismo urbano também é marcante, 79,6% dos casos ocorreram no meio urbano, atingindo majoritariamente jovens e adultos com idade entre 15 e 44 anos, que corresponderam a 77,4% dos casos, sendo a *Hemiscorpius lepturus* a principal espécie de importância médica, cuja incidência é relatada ao longo dos séculos, estando presentes até em textos religiosos antigos (DEHGHANI *et al.*, 2018).

Mesmo com uma certa extensão, a literatura que compreende o escorpionismo está restrita em grande parte a análises descritivas que, embora sejam indispensáveis, não permitem fazer inferência causal. Do mesmo modo, a utilização do instrumental geográfico limita-se à representação dos dados de forma mapeada sem, contudo, incorporar elementos estatísticos espaciais que considerem os efeitos de vizinhança, causalidade, concentração, espraiamento e dispersão relevantes ao problema em questão. Além disso, apesar da observação de variações sazonais, variáveis climáticas são, notadamente, omitidas na análise padrão, excetuando o trabalho de Chowell *et al.* (2005). Portanto, como conclui Reckziegel e Pinto Júnior (2014), o problema do escorpionismo, principalmente, no Brasil, ainda requer atenção especial, demandando novas abordagens, que levem em conta as distinções regionais, e relacione a incidência de ocorrências a fatores de risco ambientais.

### 3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

#### 3.1 MODELO ECONOMÉTRICO

Este trabalho tem por objetivo quantificar não apenas os determinantes de variáveis climáticas, fito-edáficas<sup>7</sup> e de vigilância epidemiológica no escorpionismo, mas também identificar a composição espacial de sua variação no território brasileiro. Partindo desse objetivo e conhecendo os dados disponíveis, a escolha de um modelo econométrico-empírico adequado torna-se uma tarefa essencial a fim de obter uma estimativa consistente dos determinantes do escorpionismo. No caso brasileiro, o fato de o grande crescimento do número de acidentes nos últimos anos estar relacionado, principalmente, ao escorpião amarelo é um importante ponto de partida na elaboração do modelo econométrico, uma vez que é alta a capacidade de ocupação de novas áreas dessa espécie.

Apesar de as características fitogeográficas serem fundamentais no sucesso ecológico de algumas espécies de escorpião, estas estão relacionadas ao clima da região e apresentam poucas alterações ao longo do tempo. Em virtude disso, são agrupadas juntamente a outros efeitos não observáveis, cuja mensuração seria imprecisa, como padrões comportamentais de acomodação de resíduos e materiais, grau de limpeza no arredor das residências, presença de predadores naturais de escorpiões, entre outros.

Entretanto, variações ocasionais nas médias de chuva e temperatura impactam os padrões rotineiros de habitantes soturnos como os aracnídeos, que são desabrigados de seus refúgios pela água e acabam adentrando as residências e/ou apresentam mudanças comportamentais, como no caso do aumento das médias térmicas. Concomitantemente, como apresentado por Lourenço *et al.* (1995) e Lourenço e Cuellar (1996), a expansão urbana é fator de perturbação ecológica que impacta diretamente sobre o número de incidentes com escorpiões. Além disso, as características sanitárias e de vigilância populacional da região são essenciais para o sucesso reprodutivo e aquisição de alimentos pelos escorpiões, sendo que a negligência com a destinação adequada do lixo contribui com ambientes propícios à instalação e habitação de escorpiões. Do mesmo modo, tais características também se associam aos casos de dengue (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2002), distinguindo-se, porém, no período reprodutivo dos dois artrópodes. Portanto, buscar-se-á associar o número passado dos casos de

---

<sup>7</sup> Características fito-edáficas são características da cobertura vegetal e do solo, especialmente físicas e químicas. *Fito* - vegetal, planta; *édafos* – base, solo.

dengue ao número presente dos casos de escorpionismo, de modo que as condições ambientais e de negligência humana no ano anterior impactam no número de escorpiões atuais que vivem em dada região.

De forma oposta, a presença de um sistema epidemiológico ativo pode atuar de forma a frear a expansão populacional dos escorpiões. Contudo, tratando-se de um problema de saúde pública negligenciado, a contratação de serviço epidemiológico, normalmente, não está relacionada ao escorpionismo, garantindo, desse modo, o pressuposto de exogeneidade dessa variável. Espera-se encontrar um impacto redutor do número de visitantes sanitários sobre a incidência de acidentes escorpiônicos.

Por fim, a defasagem espacial dos casos de escorpionismo busca explicar a propagação geográfica desse aracnídeo. O número de casos de escorpionismo na vizinhança impacta positivamente o número de acidentes de cada região, supondo-se que espécimes, em especial de escorpiões amarelos, sejam transportados juntamente com cargas em caminhões ou mesmo escondido nos automóveis, e soltos em novas áreas com alta probabilidade de iniciar um processo de colonização propiciado pela alta capacidade reprodutiva partenogenética.

Partindo dessas considerações, o modelo proposto é um painel de 560 microrregiões observadas em dez anos, ou seja, o período de análise compreende os anos de 2008<sup>8</sup> a 2017, perfazendo 5.600 observações. A especificação geral do modelo empírico é dada por:

$$\ln(\text{Scorp})_{it} = \beta_0 + \alpha_i + \rho W \ln(\text{Scorp})_{it} + \beta_1 \ln(\text{Visitador})_{it} + \beta_2 \ln(\text{Urbano})_{it} + \beta_3 \ln(\text{Dengue})_{it-1} + \beta_4 \ln(\text{Temp})_{it} + \beta_5 \ln(\text{Chuva})_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Em que *Scorp* representa o número de acidentes com escorpiões por 100 mil habitantes; *WScorp* denota o número de acidentes com escorpiões por 100 mil habitantes defasado espacialmente<sup>9</sup>; *Visitador* refere-se ao número médio anual de visitantes sanitários por mil habitantes; *Urbano* simboliza a proporção da população urbana na população total de cada microrregião em cada ano; *Dengue<sub>t-1</sub>* é o número de casos de dengue por 100 mil habitantes defasado em um ano; *Temp* indica a temperatura média anual (em graus centígrados); *Chuva* é a média mensal de precipitação no ano (mm). Por fim, *u* é um termo de erro aleatório, ao passo que  $\alpha_i$  representa fatores não observáveis invariantes no tempo (efeitos fixos), que incluem

<sup>8</sup> Foram considerados dados a partir de 2007, perdendo-se um ano pela defasagem temporal da variável *Dengue*.

<sup>9</sup> A defasagem espacial do número de acidentes com escorpiões (*WScorp*) pode ser interpretada como sendo a média ponderada do número de acidentes com escorpiões observada nas microrregiões vizinhas.

características fitogeográficas, relevo, altitude, entre outras<sup>10</sup>. As variáveis do modelo são subscriptas por “*i*”, que indica microrregião, e “*t*”, que identifica período de tempo, que, neste caso, refere-se a ano.

A fim de que os coeficientes estimados sejam interpretados como elasticidades constantes, em todas as variáveis foi aplicado o logaritmo natural (*ln*). Devido à presença de alguns zeros na base, as variáveis *Scorp*, *Visitador* e *Dengue<sub>t-1</sub>* foram acrescidas de uma unidade, de modo que  $0 + 1 = 1$ , sendo  $\ln(1) = 0$ . Tal abordagem não muda as interpretações dos coeficientes  $\beta$  e contorna o problema de inexistência de  $\ln(0)$  (WOOLDRIDGE, 2015).

O modelo descrito se caracteriza por um processo espacial do tipo autorregressivo (SAR)<sup>11</sup> com a inclusão da defasagem espacial da variável dependente para capturar o espraiamento da população de escorpiões por meio de cargas transportadas por caminhões em rodovias ou até escondidos em automóveis. Essa defasagem espacial do número de acidentes com escorpiões (*WScorp*) sofre de simultaneidade (causalidade reversa)<sup>12</sup>, sendo, com isso, endógena. Tendo em mente isso, o modelo espacial SAR em painel foi estimado por máxima verossimilhança, de acordo com o estimador proposto por Elhorst (2014) a fim de que a simultaneidade espacial pudesse ser corrigida na regressão (1).

Segundo ainda Elhorst (2014), a estimação de um modelo de painel de dados espaciais com a presença de variáveis não observáveis pode se dar pelo método de estimação de efeitos fixos ou efeitos aleatórios, sendo que o mesmo é possível para modelos espaciais. Após a realização de um teste de Hausman, descartou-se a hipótese nula, apontando, com isso, a melhor adequação do estimador de efeitos fixos para o modelo em questão. A estimação do modelo de efeitos fixos elimina tudo que é constante e não observável, denotado por  $\alpha_i$  no modelo empírico (1). Além disso, a hipótese de identificação do modelo proposto é de que todas as demais variáveis explicativas (*Visitador*, *Urbano*, *Dengue<sub>t-1</sub>*, *Temp* e *Chuva*) são estritamente exógenas, pois elas são não correlacionadas com o termo de erro *u* em qualquer período de tempo. Formalmente, esse pressuposto pode ser estabelecido como o valor esperado de termo de erro condicional a essas variáveis explicativas citadas sendo nulo:

<sup>10</sup> Note ainda que os efeitos fixos  $\alpha_i$  não são subscriptos por “*t*”, considerando-os, assim, constantes ao longo do tempo.

<sup>11</sup> SAR é a sigla para o termo em inglês *Spatial Auto Regressive*.

<sup>12</sup> Ou seja, não apenas o escorpionismo existente nas microrregiões vizinhas afeta o número de acidentes escorpiônicos notificados numa certa microrregião, mas também o escorpionismo desta última microrregião afeta o número de acidentes com escorpiões daquelas microrregiões vizinhas, implicando, assim, causalidade reversa.

$$E(u|Visitador, Urbano, Dengue_{t-1}, Temp, Chuva) = 0 \quad (2)$$

Esse pressuposto é válido por uma série de razões. Em primeiro lugar, isso ocorre porque a motivação para a contratação de serviço epidemiológico (*Visitador*) não está relacionada com escorpionismo. Em segundo lugar, a proporção de população urbana (*Urbano*) não é influenciada pelo número de incidentes com escorpiões.<sup>13</sup> Em terceiro lugar, a variável defasada temporalmente  $Dengue_{t-1}$  também não é afetada pelo escorpionismo, uma vez que o mosquito causador da dengue, *Aedes aegypti*, não serve de alimento nem depende da existência de escorpiões para o seu desenvolvimento e proliferação. Finalmente, as variáveis de temperatura (*Temp*) e de precipitação pluviométrica (*Chuva*) são consideradas choques puros da natureza e, com isso, exógenos.

### 3.2 DADOS

Os dados utilizados na elaboração deste trabalho são provenientes do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) disponibilizados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Foram coletadas também informações no *The Natural Environment Research Council's Data Repository for Atmospheric Science and Earth Observation* (CEDA) e no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) ligado ao Ministério do Desenvolvimento Regional, além de dados de área geográfica disponibilizados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

O número de acidentes causados por escorpiões é disponibilizado pelo Sistema de Informações de Agravos de Notificações (SINAN) por meio da plataforma *online* DATASUS<sup>14</sup>. Este trabalho irá focar nos dados microrregionais, visto que para dados em nível municipal existem outros padrões espaciais associados ao funcionamento em rede dos sistemas de saúde. Assim, considerando que a variável dependente é o número de notificações, encontra-se um maior número de notificações em municípios com melhor sistema de saúde, portanto, a utilização de microrregiões busca minimizar esse erro de mensuração na variável dependente.

---

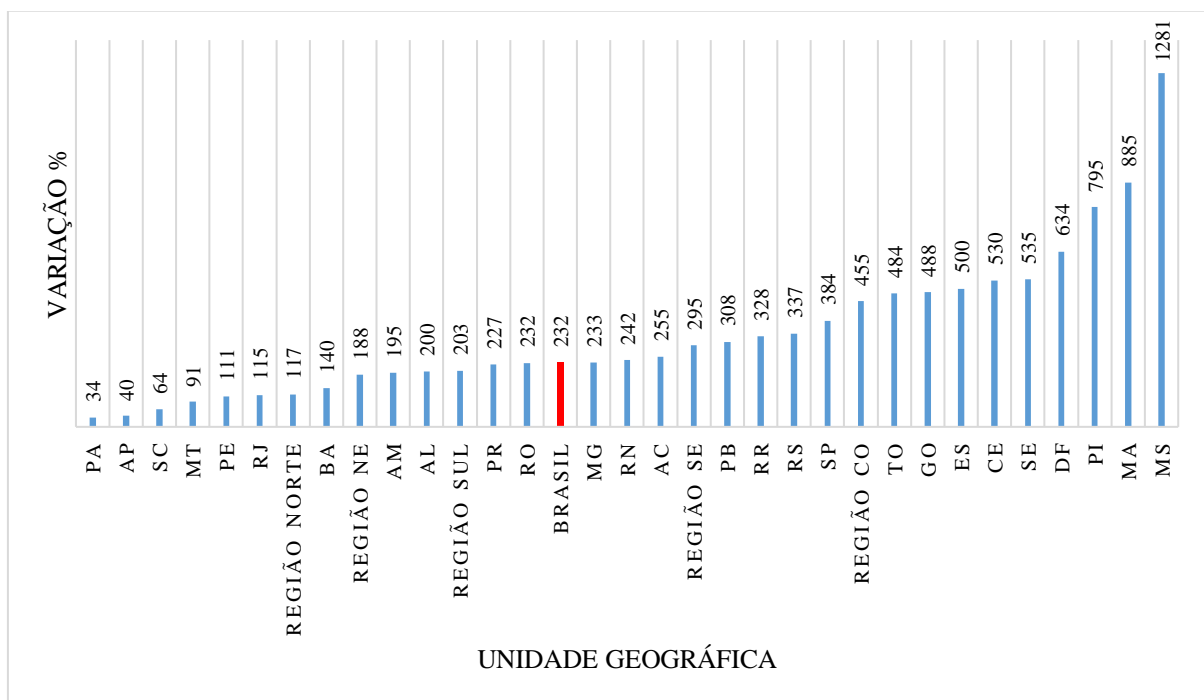
<sup>13</sup> O escorpionismo afetaria essas variáveis se o número de acidentes com escorpiões levasse a um grande número de óbitos de pessoas residentes na microrregião ou à emigração de pessoas preocupadas em serem picadas por esses aracnídeos, afetando, com isso, o seu tamanho populacional. Entretanto, isso não ocorre, uma vez que a taxa de mortalidade provocada pelo escorpionismo é baixa e não se verifica registro de emigrações por aquele motivo.

<sup>14</sup> Dados atualizados em 28/01/2019, <http://datasus.saude.gov.br/>.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) define a divisão para 560 unidades microrregionais em todo o país.

A Figura 3.1 apresenta a variação percentual de 2007 para 2017 do escorpionismo no Brasil a nível geográfico nacional, grandes regiões e unidades da federação. Observa-se que os dez estados que apresentaram a maior variação, com exceção de Maranhão e Ceará, são vizinhos diretos dos estados de Minas Gerais e Bahia, onde historicamente há predomínio de acidentes com o escorpião amarelo. Nota-se que nos estados de Minas Gerais e Bahia, campeões nacionais em acidentes escorpiônicos, as variações entre 2007 e 2017 não foram muito distantes da variação nacional. Cabe destacar o estado de Mato Grosso do Sul, com uma variação de 1.281% do número de notificações de acidentes com escorpiões, partindo de um total de 115 acidentes em 2007 para 1.588 casos em 2017, enquanto que a segunda maior variação do período analisado foi observada no estado do Maranhão, 885%.

**Figura 3.1: Variação do escorpionismo entre 2007 e 2017.**



Fonte: Elaboração Própria a partir de dados do SINAN/Ministério da Saúde.

Em relação ao número total de notificações, Minas Gerais ocupa o primeiro lugar, sendo que, no período de 2007 a 2017, foram notificados mais de 176 mil acidentes com escorpiões no estado, dos quais, 27.940 casos foram notificados em 2017. Em segundo lugar encontra-se São Paulo, com 116.998 acidentes, Bahia em terceiro com 105.752 casos e Pernambuco em quarto, com 84.647 casos no mesmo período. É interessante notar que, até 2012, a Bahia

ocupava o segundo lugar em acidentes escorpiônicos no Brasil, mas a partir daquele ano, São Paulo assume essa posição, ultrapassando o número anual de casos baianos. Movimento semelhante é apresentado por Pernambuco a partir de 2016, ocupando o terceiro lugar em número de acidentes anuais.

O número de notificações de escorpionismo nos estados onde Pucca *et al.* (2014) identificam a presença do *Tityus serrulatus* correspondem a 90,8% dos casos notificados em 2017, algo que se mantém em relação a 2007, quando essa razão era da ordem de 91,3%. Tal fato confirma a percepção de que essa espécie se relaciona não apenas com o maior número de acidentes com escorpiões no Brasil, mas que também responde pela maior parte da expansão do número de acidentes nos últimos anos.

São provenientes do CEDA os dados climáticos<sup>15</sup>, disponíveis em formato de *raster*, ou seja, malhas de pixels quantizados, para todo o Planisfério. A extração dos dados foi realizada com a utilização do *software* QGIS<sup>16</sup>, a partir do qual foram calculadas as temperaturas médias anuais (°C) e a precipitação mensal média (mm) para cada polígono de microrregião. Apesar da possibilidade de encontrar dados mensais de temperatura média, precipitação e notificações de acidentes escorpiônicos, os dados demográficos não são disponibilizados com a mesma frequência, por isso, optou-se pela utilização de dados anuais.

Os dados demográficos foram obtidos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), órgão ligado ao Ministério do Desenvolvimento Regional, em sua página *online*<sup>17</sup>. Dessa plataforma foram extraídas as informações sobre população residente total e população residente urbana do período de 2007 a 2017 para todas as cidades brasileiras, tendo como fonte primária o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esses dados foram agregados para os níveis geográficos de microrregiões. A partir dos dados calculou-se a proporção da população urbana, dado pela razão entre a população urbana e a população total para cada ano e para cada microrregião.

Por último, do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES)<sup>18</sup> foram coletadas informações sobre o agregado microrregional de Visitadores Sanitários<sup>19</sup> segundo a

---

<sup>15</sup> Disponível em <http://data.ceda.ac.uk>.

<sup>16</sup> QGIS é um *software* livre, que está disponibilizado gratuitamente na página *online* [https://www.qgis.org/pt\\_BR/site/forusers/download.html](https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html).

<sup>17</sup> Disponível em <http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/#>.

<sup>18</sup> Disponível em <http://datasus.saude.gov.br/>.

<sup>19</sup> Código da profissão CBO2002- 5151-20, segundo a descrição sumária do cargo, as funções profissionais são: “visitar domicílios periodicamente; assistir pacientes, dispensando-lhes cuidados simples de saúde, sob orientação e supervisão de profissionais da saúde; orientar a comunidade para promoção da saúde; rastrear focos de doenças



classificação profissional de CBO de 2002. De posse dessas informações e com os dados de população de cada microrregião, foi possível calcular o número de visitantes sanitários por mil habitantes. Apesar de se tratar de uma praga urbana, o escorpionismo ainda é alvo de poucas políticas públicas, sendo que a definição do número desses profissionais é determinada de forma exógena, apresentando baixa correlação com o número de notificações de acidentes com escorpiões e até mesmo com o histórico de dengue, como pode ser observado na Tabela 3.3. Contudo, várias formas de se combater diferentes pragas urbanas são comuns entre si, como a manutenção da limpeza urbana, a fiscalização e orientação rotineira por visitantes sanitários, etc. Desse modo, os efeitos de um maior efetivo de visitantes sanitários que, normalmente, concentra sua atuação nos casos de epidemias de dengue, pode gerar externalidades sobre o número de escorpiões, sendo uma possível via de redução dos casos de escorpionismo.

Apesar de não ser possível conhecer a população de escorpiões de determinada área, a presença dessa variável não observável seria de extrema valia na construção dos determinantes do escorpionismo no Brasil. A fim de contornar esse problema, foi utilizada uma variável *proxy* com esse objetivo: o número de casos de dengue por 100 mil habitantes defasado em um ano. Tal variável busca identificar as condições de procriação e expansão dos escorpiões dentro de uma microrregião. Apesar de se tratarem de problemas distintos, escorpiões e *Aedes aegypti* tratam-se de pragas urbanas cujo sucesso depende da negligência humana, permitindo a manutenção de ambientes favoráveis à procriação e proliferação desses animais. A diferença entre as duas pragas se dá em relação ao nicho ocupado, sendo que os mosquitos dependem do acúmulo de água para a procriação e os escorpiões vivem sob amontoados de detritos e/ou áreas de limpeza precária, onde é fácil encontrar alimentos e abrigo. Os dados sobre número de notificações de dengue são disponibilizados pelo SINAN. A falta de observação de acidentes com escorpiões, dengue e visitantes sanitários para dada microrregião em um determinado ano foi considerada zero, ou seja, não houve notificação de acidentes com escorpiões, casos de dengue ou registro de visitador sanitário empregado no período.

A Tabela 3.1 retrata de forma simplificada o conjunto de variáveis que serão utilizadas neste trabalho, assim como a descrição de cada uma, também são apresentados os códigos pelos quais foram identificadas no estudo, suas respectivas unidades de medida e fonte. A Tabela 3.2 apresenta de forma agregada e resumida as estatísticas descritivas de cada variável, ao passo

---

específicas; realizar partos; promover educação sanitária e ambiental; participar de campanhas preventivas; incentivar atividades comunitárias; promover comunicação entre unidade de saúde, autoridades e comunidade; participar de reuniões profissionais. Executam tarefas administrativas, assessoram nas atividades de ensino, pesquisa e extensão.” <http://www.progep.ufes.br/descricao-de-cargo/cargo-d-visitador-sanitario>.

que a Tabela 3.3 reporta a correlação entre elas.

**Tabela 3.1: Resumo das Variáveis**

Variável	Código	Unidade	Fonte
Número de Notificações de Acidentes com Escorpiões por 100 mil Habitantes	<i>Scorp</i>	(Casos/hab.) x 10 <sup>5</sup>	SINAN/DATASUS
Proporção da População Urbana	<i>Urbano</i>	%	SNIS/ Ministério do Desenvolvimento
Temperatura Média Anual	<i>Temp</i>	°C	CEDA
Precipitação Média Mensal	<i>Chuva</i>	mm	CEDA
Média Anual do Número de Visitadores Sanitários (VS) por mil Habitantes	<i>Visitador</i>	(VS/hab.) x 10 <sup>3</sup>	CNES/DATASUS
Número de Notificações de Dengue por 100 mil Habitantes Defasado em um Ano	<i>Dengue<sub>t-1</sub></i>	(Casos/hab.) x 10 <sup>5</sup>	SINAN/DATASUS

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 3.2: Estatísticas Descritiva das Variáveis no período de 2008 a 2017**

Variáveis	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
<i>Scorp</i>	46,36	81,00	0	826,36
<i>Visitador</i>	0,15	0,16	0	1,3
<i>Dengue<sub>t-1</sub></i>	430,33	809,07	0	19.573,23
<i>Urbano</i>	0,72	0,17	0,22	1
<i>Temp</i>	24,17	2,86	15,54	28,84
<i>Chuva</i>	122,34	47,78	15,08	298,08

Fonte: Elaborado pelo autor, com o auxílio do *software* Stata 12.0.

**Tabela 3.3: Correlação Entre as Variáveis no período de 2008 a 2017**

	<i>Scorp</i>	<i>Visitador</i>	<i>Dengue<sub>t-1</sub></i>	<i>Urbano</i>	<i>Temp</i>	<i>Chuva</i>
<i>Scorp</i>	1,0000					
<i>Visitador</i>	0,0702	1,0000				
<i>Dengue<sub>t-1</sub></i>	0,1538	0,0451	1,0000			
<i>Urbano</i>	0,0439	-0,0614	0,1870	1,0000		
<i>Temp</i>	0,0789	0,2548	0,0941	-0,3523	1,0000	
<i>Chuva</i>	-0,2020	-0,1079	-0,0899	0,1950	-0,2174	1,0000

Fonte: Elaborado pelo autor, com o auxílio do *software* Stata 12.0.

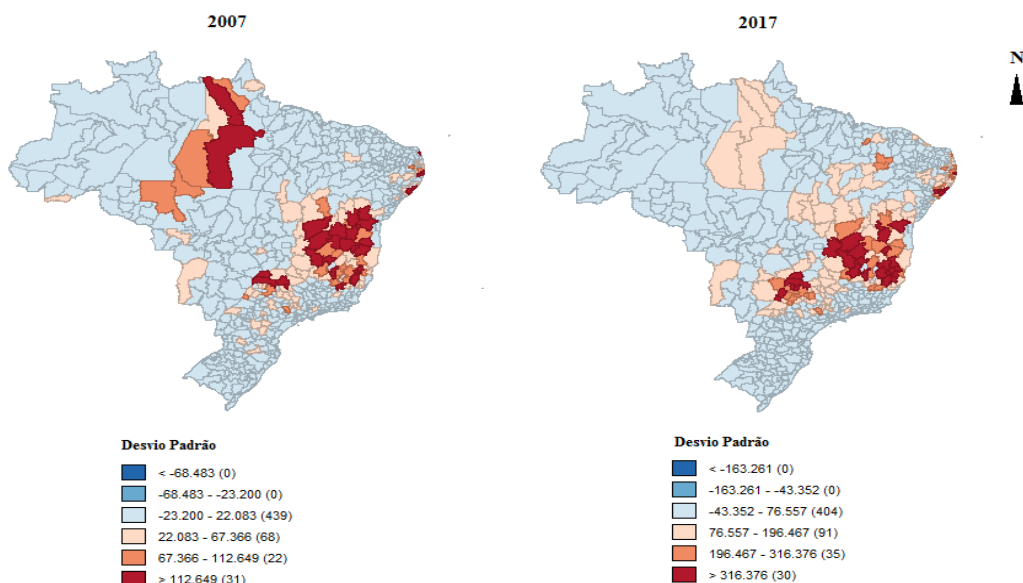
### 3.3 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS (AEDE)

A análise exploratória é um procedimento comum no tratamento dos dados, permitindo não apenas seu o melhor conhecimento descritivo, mas também servindo como guia para as melhores formas de modelagem econométrica do fenômeno em estudo. De forma análoga, a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) consiste em uma coleção de técnicas dedicadas à exploração de dados espacialmente referenciados, com a finalidade de descrever e caracterizar regimes espaciais heterogêneos, padrões de associação espacial, *outliers*, além de fornecer dicas para a construção posterior de modelos econométrico-espaciais mais apropriados (ALMEIDA, 2012).

Apesar de a observação dos mapas dar uma noção sobre determinados padrões, a realização da AEDE permite, por meio de um ferramental estatístico, obter medidas de autocorrelação espacial global e local que não dependam, exclusivamente, da arbitrariedade dos sentidos humanos e contam com a relevância da significância estatística (ANSELIN, 1998). Contudo, mesmo que o “olho humano” não seja capaz de identificar corretamente e, muito menos, medir os efeitos espaciais, a observação dos dados geograficamente distribuídos pode proporcionar *insights* sobre o problema em questão, além de orientar o pesquisador sobre as possibilidades a serem testadas.

O primeiro passo consistirá em apresentar o mapa de desvio padrão do número de acidentes com escorpiões para 100 mil habitantes medidos para as microrregiões brasileira nos anos de 2007 e 2017, como pode ser visto nas Figuras 3.2.

**Figura 3.2: Mapas de Desvio Padrão de Acidentes com Escorpiões por Microrregiões**



Fonte: Elaborado pelo autor, com o auxílio do *software* GeoDa.

A partir da Figura 3.2 pode-se visualizar três padrões. O primeiro é o deslocamento territorial indicado pela faixa de desvio padrão positivo – em cores quentes – principalmente a partir do extremo oeste do Triângulo Mineiro com alta concentração em 2007, indo em direção aos estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo e, nas mesmas condições, partindo do interior da Bahia em direção aos estados de Piauí e Maranhão. O segundo padrão consiste no crescimento de microrregiões com desvio padrão positivo durante esse período de análise. E, por último, existe o aumento da variabilidade e amplitude dos casos entre os dois períodos analisados. Mesmo que visualmente se notem esses padrões que, aparentemente, apontam concentração e propagação espacial do escorpionismo, tal constatação é puramente arbitrária e não permite afirmações categóricas confiáveis. Nesse sentido, a AEDE propriamente dita conta com uma série de estatísticas desenvolvidas com essa finalidade, das quais duas serão descritas a seguir: a estatística *I* de Moran e o diagrama de dispersão de Moran.

### 3.3.1 ESTATÍSTICA *I* DE MORAN

A elaboração de uma AEDE consiste em testar a hipótese de que os dados sejam aleatoriamente distribuídos no espaço. Por aleatoriedade espacial entende-se que os valores observados em dada área delimitada independem dos valores observados nas áreas vicinais. Uma forma de testar essa hipótese é por meio da utilização de coeficiente de autocorrelação espacial. O primeiro, e mais famoso, coeficiente de autocorrelação espacial foi proposto por Moran (1948) e adota a medida de autocovariância na forma de produtos cruzados: o *I* de Moran. Essa estatística oferece, de maneira formal, o grau de associação linear entre uma variável observada numa região *i* e a média ponderada dos valores dessa variável nas regiões *j*, vizinhas de *i* (ALMEIDA, 2012).

O *I* de Moran é dado por:

$$I = \left( \frac{n}{S_0} \right) \left( \frac{z'Wz}{z'z} \right)$$

em que *z* é o valor da variável normalizada, *W* é uma matriz *n*x*n* em que cada elemento representa a proximidade espacial entre a região *i* e as outras regiões *j*; *S*<sub>0</sub> representa o somatório de todos os elementos da matriz e *n* é o número de regiões.

Os valores dessa estatística estão contidos no intervalo entre -1 e 1, sendo que -1 representa uma correlação linear perfeita negativa e 1 uma correlação linear perfeita positiva.

A verificação de autocorrelação espacial global será dada com base no valor esperado da estatística  $I$ , sendo que valores superiores ao esperado denotam autocorrelação espacial positiva, enquanto valores menores denotam autocorrelação espacial negativa. Convém notar que o valor esperado da estatística  $I$  de Moran é dada por  $E(I) = -1/(n-1)$ .

### 3.3.2 DIAGRAMA DE DISPERSÃO DE MORAN

A autocorrelação espacial também pode ser observada a partir de um diagrama de dispersão de Moran. Esse diagrama traz no eixo horizontal a variável de interesse e no eixo vertical a variável defasada espacialmente, ou seja, no eixo das ordenadas será representado  $Wz$  e no eixo das abscissas será representado  $z$ , ambas as variáveis padronizadas, isto é, com média zero e variância unitária. Desse modo, o diagrama nada mais é que a representação de uma nuvem de pontos cuja declividade calculada por Mínimo Quadrado Ordinário (MQO) resulta num coeficiente  $\beta$  igual ao  $I$  de Moran (ALMEIDA, 2012).

Formalmente:

$$Wz = \alpha + \beta z + \varepsilon$$

em que  $\alpha$  é uma constante,  $\varepsilon$  é o termo de erro aleatório e  $\beta$  é o coeficiente igual ao  $I$  de Moran.

Logo, se o coeficiente linear for negativo, tem-se autocorrelação espacial negativa; caso o coeficiente seja positivo, há autocorrelação espacial positiva. Apesar de apresentar os mesmos resultados do  $I$  de Moran, a relevância da utilização do diagrama de dispersão de Moran consiste na identificação dos quatro quadrantes, permitindo detectar se há predomínio de associação espacial do tipo Alto-Alto (AA) – regiões de alta incidência próximo de regiões de alta incidência – ou Baixo-Baixo (BB) – regiões de baixa incidência próximo de regiões de baixa incidência – ambas caracterizam autocorrelação espacial positiva, que denota uma predominância de um padrão de concentração dos valores da variável de interesse. Ainda é possível detectar padrões do tipo Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA), que são casos de autocorrelação espacial negativa, denotando um padrão de dispersão espacial dos valores da variável de interesse (ALMEIDA, 2012).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS

Apesar de o processo de heterogeneidade espacial do escorpionismo parecer indicar logicamente um padrão de contiguidade baseada em vizinhos diretos ou de uma vizinhança baseada na distância inversa, dada a propagação com menor impacto sobre regiões mais distantes, diferentes matrizes de ponderação espacial ( $W$ ) foram testadas. Com o propósito de identificar qual captava melhor o processo de interação espacial subjacente ao fenômeno em questão, foram realizados testes de  $I$  de Moran com nove matrizes  $W$  distintas, tendo por finalidade checar a presença de autocorrelação espacial na variável dependente para cada ano. Em seguida, foram calculados a média e o desvio padrão para o valor do  $I$  de Moran, além do coeficiente de variação para cada tipo de matriz  $W$ .

A notação adotada foi “Q” para matrizes do tipo *queen*, sendo Q1 uma matriz do tipo *queen* de primeira ordem de contiguidade, Q2 tipo *queen* de segunda ordem de contiguidade, incluindo também os vizinhos de primeira ordem, e Q3 que é uma matriz do tipo *queen* de terceira ordem, incluindo também os vizinhos de primeira e segunda ordem. Foram testadas, ainda, matrizes do tipo K-vizinhos, sendo denotada por  $K_n$ ,  $n = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ , em que  $n$  representa o número de vizinhos mais próximos. Além disso, foi elaborada uma matriz  $W$  de pesos espaciais baseada na distância inversa (DI).

A Tabela 4.1 reporta os valores encontrados para o  $I$  de Moran para cada matriz  $W$  utilizada e ano da amostra. Como esperado, apesar de não resultar no maior valor médio de  $I$ , a matriz *queen* de primeira ordem de contiguidade (Q1) apresentou baixa variação em relação à média e captou melhor a dependência espacial do que a matriz de distância inversa (DI). Por tais motivos, essa matriz de pesos espaciais  $W$  será utilizada no modelo econométrico a ser estimado.<sup>20</sup>

Simultaneamente ao cálculo da estatística  $I$  de Moran, o GeoDa<sup>21</sup> fornece o diagrama de dispersão de Moran. Esse diagrama permite observar a dispersão e a concentração espaciais de acordo com os quadrantes, como apresentado na Figura 4.1.

<sup>20</sup> Consultar Almeida (2012) para maiores detalhes sobre matrizes de ponderação espacial ( $W$ ).

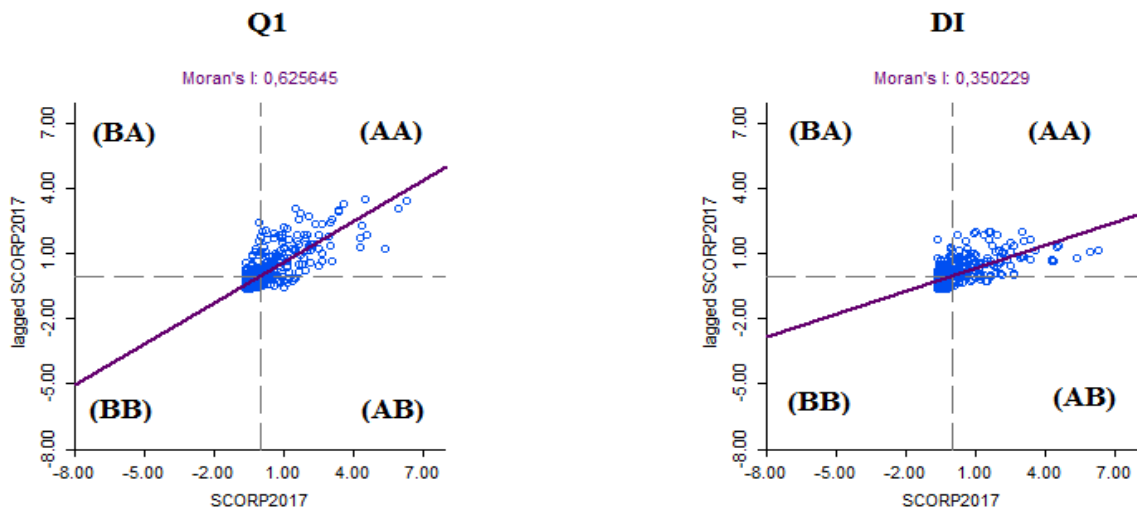
<sup>21</sup> GeoDa é um *software* livre para a análise de dados espaciais, disponível em <http://geodacenter.github.io/>.

Tabela 4.1: Resultados da Estatística *I* de Moran para Diferentes Matrizes *W*

Anos	<i>I</i> de Moran								
	Q1	Q2	Q3	K1	K2	K3	K4	K5	DI
2007	0,51	0,35	0,27	0,52	0,49	0,48	0,46	0,46	0,29
2008	0,50	0,36	0,27	0,52	0,49	0,49	0,46	0,45	0,29
2009	0,53	0,40	0,32	0,57	0,53	0,52	0,50	0,49	0,32
2010	0,50	0,37	0,29	0,50	0,49	0,50	0,49	0,47	0,29
2011	0,52	0,39	0,31	0,52	0,52	0,54	0,53	0,50	0,31
2012	0,52	0,40	0,31	0,52	0,52	0,56	0,53	0,51	0,30
2013	0,53	0,42	0,33	0,58	0,56	0,58	0,55	0,53	0,32
2014	0,57	0,45	0,36	0,64	0,62	0,64	0,61	0,58	0,34
2015	0,55	0,43	0,35	0,67	0,61	0,62	0,58	0,56	0,33
2016	0,55	0,44	0,36	0,69	0,62	0,62	0,59	0,58	0,32
2017	0,63	0,50	0,40	0,76	0,70	0,71	0,68	0,66	0,35
Média	0,54	0,41	0,32	0,59	0,56	0,57	0,54	0,53	0,31
Desvio-padrão	0,038	0,044	0,041	0,087	0,069	0,073	0,068	0,064	0,021
Coefficiente de variação (%)	7,04	10,73	12,81	14,75	12,32	12,81	12,59	12,08	6,77

Fonte: Elaborado pelo autor, com o auxílio do *software* GeoDa. Todos os *I* de Moran calculados foram significativos no nível de 1%.

Figura 4.1: Diagrama de Dispersão de Moran para o ano de 2017



Fonte: elaborado pelo autor, com o auxílio do *software* GeoDa.

Observa-se pelo diagrama da Figura 4.1 uma maior concentração dos valores de acidentes com escorpiões nos quadrantes AA e BB, apontando, com isso, autocorrelação espacial positiva. O *I* de Moran calculado com a matriz *W queen* (Q1) assume o valor de 0,63, estatisticamente significativo, ao passo que o *I* de Moran calculado com a matriz *W* de distância inversa (DI) registra 0,35, também estatisticamente significativo.

## 4.2 ANÁLISE ECONOMETRICA

O modelo econométrico (1) estimado traz como variável dependente o número de acidentes com escorpiões por 100 mil habitantes (*Scorp*), sendo regredida contra *Scorp* defasado espacialmente (*WScorp*), visitantes sanitários (*Visitador*) e outras variáveis de controle apontadas como relevantes pelos estudos prévios sobre o escorpionismo, descritas no segundo capítulo desse trabalho. A equação principal foi estimada por máxima verossimilhança, de acordo com o estimador proposto por Elhorst (2014) para modelo espacial SAR com efeitos fixos, utilizando uma matriz de pesos espaciais (W) do tipo *queen* de primeira ordem de contiguidade (Q1), padronizada na linha.

**Tabela 4.2: Resultados da Estimação do Modelo Espacial SAR**

	SAR	Impactos		
		Diretos	Indiretos	Totais
<i>W(Scorp)</i>	0,550*** (0,014)	-	-	-
<i>Visitador</i>	-0,477*** (0,100)	-0,514*** (0,107)	-0,545*** (0,114)	-1,059*** (0,219)
<i>Dengue<sub>t-1</sub></i>	0,030*** (0,006)	0,032*** (0,006)	0,034*** (0,006)	0,066*** (0,012)
<i>Urbano</i>	3,825*** (0,470)	4,119*** (0,502)	4,367*** (0,534)	8,486*** (1,011)
<i>Temp</i>	3,308*** (0,596)	3,562*** (0,639)	3,777*** (0,674)	7,339*** (1,298)
<i>Chuva</i>	-0,120*** (0,042)	-0,130*** (0,046)	-0,137*** (0,048)	-0,267*** (0,094)
Pseudo R <sup>2</sup>	0,057			
Observações	5.600			

Fonte: Elaborado pelo autor, com o auxílio do *software* Stata 15.1.

Níveis de significância: p<0,01 \*\*\*, p<0,05\*\* e p<0,1\*

Erro padrão em parênteses.

O destaque fica com as variáveis *WScorp* e *Visitador*. A variação positiva de 1% no número de visitantes sanitários por 1.000 habitantes (*Visitador*) corresponde, na média, à redução de 0,48% nos casos de escorpionismo por 100 mil habitantes. Por outro lado, o aumento de 1% do número de acidentes escorpiônicos por 100 mil habitantes nos vizinhos (*WScorp*) corresponde, na média, ao acréscimo de 0,55% de *Scorp* na região analisada. Tais resultados apontam um caminho possível de elaboração de políticas públicas com o intuito de reduzir esse



problema de saúde pública que, nos últimos anos, apresentou um grande crescimento no Brasil e corrobora com a hipótese de deslocamento espacial do escorpionismo a partir de realocação de espécimes, em especial do escorpião amarelo, com a formação de novas colônias. Uma vez que é difícil impedir o espraiamento espacial dos escorpiões pelos meios de transportes, uma variável de controle do formulador de política de saúde pública é *Visitador*. Em outros termos, para compensar o deslocamento e o espraiamento espaciais do escorpionismo é preciso contratar mais visitantes sanitários para combater os nichos que abrigam esses aracnídeos.

Além disso, a variável *Temp* também apresenta um resultado interessante no âmbito de discussões sobre mudanças climáticas. A variação de 1% na temperatura média anual resultou, em média, em um aumento de 3,3% do número de notificações de acidentes escorpiônicos. Desse modo, além dos problemas habitualmente discutidos como resultantes do aquecimento global, um incremento na média térmica pode atuar como acelerador de problemas de saúde pública, nesse caso, os acidentes com escorpiões. Considerando que a média térmica nacional calculada foi de 24,17°C, o aumento de 1°C, ou seja, a variação de 4,14% na média resultaria em um incremento de 13,69% no número de casos de escorpionismo.

O coeficiente da variável *Dengue*, defasada em um período, apresentou sinal positivo, como esperado. Tal variável captura as condições prévias de proliferação de escorpiões, como a negligência humana e a disponibilidade de locais adequados de ocupação por esses aracnídeos. Contudo, apesar de estatisticamente significativa, pode-se considerar um impacto pequeno, sendo o menor dentro do conjunto de variáveis. O coeficiente da variável *Urbano* apresentou o sinal esperado na estimação.

Apenas o sinal do coeficiente de precipitação mensal média (*Chuva*) não está em consonância com a expectativa teórica. Entretanto, cabe ressaltar que o sinal negativo do coeficiente da variável *Chuva* pode responder, na verdade, aos padrões equatoriais de precipitação na Amazônia, onde as médias mensais são altas, mas o número de acidentes com escorpiões é baixo, se comparado à média nacional.

Além disso, podemos discernir os resultados da estimação do modelo espacial SAR em impactos diretos e indiretos, posto que, estruturalmente, a variável *WScorp* é endógena por conta da causalidade reversa, de modo que o escorpionismo da região *i* influi no escorpionismo da região *j* e vice-versa. Contudo, se o conjunto de variáveis influi sobre a dependente em *j* que, por sua vez, influi sobre o escorpionismo na região *i*, podemos dizer que indiretamente, as variáveis explicativas das regiões *j* influem na dependente da região *i* de forma sistêmica. Cabe

destacar que os impactos totais são as somas dos impactos diretos e indiretos, sendo os impactos diretos resultantes da variação dentro de uma microrregião<sup>22</sup>, enquanto os impactos indiretos são consequência dos *spillovers* espaciais.

Lembrando-se que, como todos as variáveis estão em logaritmo natural, a interpretação se dá de forma percentual, como se fossem elasticidades constantes. Destaque especial deve ser dado ao impacto da variável *Visitador*, sendo negativos tanto o impacto direto quanto o indireto. O impacto direto aponta que, na média, a variação de 1% no número de visitantes sanitários reduz em 0,51% o número de acidentes com escorpiões por 100 mil habitantes. No caso dos impactos indiretos esse percentual é maior, aproximadamente, 0,55%, que indica que um aumento de 1% de *Visitador* gera uma redução total superior a 1% sobre a taxa de escorpionismo para 100 mil habitantes.

#### 4.3 ANÁLISE DE ROBUSTEZ

Além do modelo SAR, dois outros modelos foram estimados, um modelo de defasagem espacial com erros autorregressivos (SAC) e um modelo regressivo cruzado espacial (SLX). A finalidade dessa abordagem é comparar os resultados entre os três modelos, todos estimados com uma matriz *W* do tipo *queen* de primeira ordem de contiguidade, a mesma utilizada anteriormente.

**Tabela 4.3: Resultados comparados para os modelos SAC, SLX e SAR**

	SAC	SLX	SAR
<i>W(Scorp)</i>	0,846*** (0,010)	-	0,550*** (0,014)
<i>Visitador</i>	-0,251*** (0,066)	-0,333*** (0,126)	-0,477*** (0,100)
<i>Dengue<sub>t-1</sub></i>	0,014*** (0,003)	0,005 (0,009)	0,030*** (0,006)
<i>Urbano</i>	1,976*** (0,297)	2,279*** (0,659)	3,825*** (0,470)

(*Continua*)

<sup>22</sup> É possível que nos impactos diretos sejam incluídos os chamados efeitos de retroalimentação no espaço, isto é, o impacto de uma variável explicativa *X* na região *i* na variável explicativa *X* na região vizinha *j*, e esta última volta para influenciar a mesma variável *X* na região *i* de novo.

(Continuação)

	SAC	SLX	SAR
<i>Temp</i>	0,905*** (0,303)	-1,936 (2,455)	3,308*** (0,596)
<i>Chuva</i>	-0,025 (0,021)	-0,101 (0,266)	-0,120*** (0,042)
<i>WVisitador</i>	-	-1,827*** (0,191)	-
<i>WDengue<sub>t-1</sub></i>	-	0,081*** (0,012)	-
<i>WUrbano</i>	-	12,554*** (0,881)	-
<i>WTemp</i>	-	7,051*** (2,541)	-
<i>WChuva</i>	-	0,032 (0,277)	-
<i>WErro</i>	-0,773*** (0,032)	-	-
Pseudo R <sup>2</sup>	0,030	0,010	0,057
Observações	5600		

Fonte: Elaborado pelo autor, com o auxílio do *software* Stata 15.1.

Níveis de significância:  $p < 0,01$  \*\*\*,  $p < 0,05$  \*\* e  $p < 0,1$  \*

Erro padrão em parênteses.

Conclui-se que o modelo SAR foi o que obteve o melhor ajuste e apresentou seus coeficientes estimados mais em consonância com a expectativa teórica. Com exceção da variável temperatura, todos os sinais foram comuns entre os três modelos. O modelo SAC mostrou baixo poder de explicação, assim como o modelo SLX apresentou um ajuste muito baixo.

Desse modo, confirma-se o melhor desempenho do modelo SAR na especificação do modelo geral, consolidando-o, de fato, como o modelo principal deste trabalho. Convém ressaltar que tal modelo espacial fora definido anteriormente por considerações teóricas vinculadas ao escorpionismo, a saber, o deslocamento espacial dos escorpiões por intermédio de transporte de cargas, principalmente por caminhões, mas podendo ser transportados, escondidos, por outros tipos de automóveis.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de ser um tema pouco conhecido, o escorpionismo representa um problema de saúde pública relevante no Brasil contemporâneo. O fato de nos últimos anos mais regiões sofrerem com a infestação de escorpiões gera não apenas uma questão relevante aos órgãos públicos, como também impacta negativamente a qualidade de vida da população de uma forma geral.

Essa monografia fornece evidências estatística em favor da hipótese de deslocamento espacial dos escorpiões como o principal vetor de sua expansão e espraiamento pelo território nacional, além de alertar sobre o potencial crescimento desse problema de saúde pública devido às mudanças climática. O fato de escorpiões amarelos poderem ser realocados por meio do fluxo humano, seja por meio do transporte de carga ou mesmo escondidos em frestas de outros meios de transportes, e colonizar novas áreas quando as encontrar, torna esse problema de saúde pública não apenas local, mas sistêmico com claras dimensões espaciais e regionais, exigindo uma ação conjunta no combate a uma praga que se torna cada vez mais comum nos centros urbano do país, em especial nas regiões Nordeste e Sudeste.

No entanto, os resultados encontrados para o impacto de visitantes sanitários sobre a incidência de acidentes escorpiônicos abre espaço para a proposição de políticas de contenção desses animais, mitigando um problema que em poucos anos pode atingir enormes proporções. Em média, o coeficiente encontrado para o impacto de visitantes sanitários sobre o escorpionismo indica que a variação de 1% no número de visitantes por 1.000 habitantes reduz em mais que 0,47% o número de acidentes por 100 mil habitantes. Cabe destacar que, em média, para a amostra de 2008 a 2017, cada 1.000 habitantes tinham apenas 0,15 visitantes.

Normalmente esses profissionais de saúde coletiva são dedicados ao manejo e contenção dos casos de dengue e, mesmo assim, apresentam uma baixa correlação até mesmo com a memória recente de incidência dessa doença. Portanto, além do reconhecimento do comportamento sistêmico do escorpionismo brasileiro em direção ao seu espraiamento espacial, essa monografia aponta caminhos possíveis de contenção e redução dos acidentes com esses aracnídeos. Além disso, traz para a discussão um novo tema de passível abordagem econômica e relevante na melhoria do bem-estar social.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. S. **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas: Alínea, 2012.
- ANSELIN, L. *Interactive techniques and exploratory spatial data analysis*. In: LONGLEY, P. A. et al. (Ed.). **Geographical information system: principles, techniques, management and applications**. New York: Wiley, 1998. p. 253-365.
- BARBOSA, A. D. et al. Caracterização dos acidentes escorpiônicos em Belo Horizonte , Minas Gerais , Brasil , 2005 a 2009. **Cad. Saúde Pública**, v. 28, n. 9, p. 1785–1789, 2012.
- CHÁVEZ-HARO, A. L.; ORTIZ, E. *Scorpionism and Dangerous Species of Mexico*. **Toxinology**, p. 201–213, 2013.
- CHIPPAUX, J.; GOYFFON, M. *Epidemiology of scorpionism : A global appraisal*. **Acta Tropica**, v. 107, p. 71–79, 2008.
- CHOWELL, G. et al. *Predicting scorpion sting incidence in an endemic region using climatological variables*. **International Journal of Environmental Health Research**, v. 15, n. 6, p. 425–435, 2005.
- DE ROODT, A. R. et al. *Epidemiological and clinical aspects of scorpionism by *Tityus trivittatus* in Argentina*. **Toxicon**, v. 41, n. 8, p. 971–977, 2003.
- DEHGHANI, R.; KAMIABI, F.; MOHAMMADI, M. *Scorpionism by *Hemiscorpius spp* . in Iran : a review*. p. 1–10, 2018.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Programa Nacional de Controle da DengueVigilância Epidemiológica**, 2002.
- ELHORST J. P. *Spatial Econometrics: From Cross-Section Data to Spatial Panel*. Nova Iorque: Springer, 2014.
- KASSIRI, H.; KASIRI, A.; FARDIN-MOHAMMADJANI, M. *A Cross-sectional Study on Scorpionism in Masjed Soleyman County, Southwestern Iran*. **Journal of Entomology**, p. 238–247, 2014.
- LOURENÇO, W. R. et al. *THE EVOLUTION OF SCORPIONISM IN BRAZIL IN RECENT YEARS*. **Journal of Venomous Animals and Toxins**, v. 2, n. 2, p. 121–134, 1996.

LOURENÇO, W. R. *What do we know about some of the most conspicuous scorpion species of the genus Tityus? A historical approach.* **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, p. 1–12, 2015.

LOURENÇO, W. R.; CUELLAR, O. *SCORPIONS, SCORPIONISM, LIFE HISTORY STRATEGIES AND PARTHENOGENESIS.* **Journal of Venomous Animals and Toxins**, v. 1, n. 2, p. 51–62, 1995.

MARTINS SOARES, M. R.; DE AZEVEDO, C. S.; DE MARIA, M. *Scorpionism in Belo Horizonte, MG: A retrospective study.* **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 35, n. 4, p. 359–363, 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de controle de escorpiões manual de controle de escorpiões.** 1º ed. Brasília: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde Departamento de Vigilância Epidemiológica Organização: Coordenação-Geral das Doenças Transmissíveis por Vetores e a Antropozoonoses/CGDT/Devep/SVS/MS, 2009.

MORAN, P. A. P. *The interpretation of statistical maps.* **Journal of Royal Statistical Society, series B**, vol. 10, n. 2, p. 243-251, 1948.

PUCCA, M. B. et al. *Scorpionism and dangerous species of Brazil Epidemiology of Scorpionism in Brazil.* **Toxinology**, p. 1–24, 2014.

RECKZIEGEL, G. C.; PINTO JR, V. L. *Scorpionism in Brazil in the years 2000 to 2012.* **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, p. 1–8, 2014.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à Econometria - Uma Abordagem Moderna.** São Paulo: CENGAGE Learning, 2015. v. 2nd