



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO AMBIENTE
E DESENVOLVIMENTO REGIONAL**

SAMARA BERTIN SUGUITANI SANTELLO

**ANÁLISE TEMPORAL E PREDIÇÃO DOS ACIDENTES ESCORPIÔNICOS DAS
MACRORREGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL**

Presidente Prudente SP
2024



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO AMBIENTE
E DESENVOLVIMENTO REGIONAL

SAMARA BERTIN SUGUITANI SANTELLO

ANÁLISE TEMPORAL E PREDIÇÃO DOS ACIDENTES ESCORPIÔNICOS DAS
MACRORREGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

Tese apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor – Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional – Área de Concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional.

Orientador:
Prof.^a Dr.^a Renata Calciolari Rossi

Coorientador:
Prof. Dr. Rogério Giufrida

591.65
S234a

Santello, Samara Bertin Suguitani.
Análise temporal e predição dos acidentes
escorpiônicos das macrorregiões do estado de São
Paulo - Brasil. / Samara Bertin Suguitani Santello. –
Presidente Prudente, 2024.
95 f.: il.

Tese (Doutorado em Meio Ambiente e
Desenvolvimento Regional) - Universidade do Oeste
Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2024.
Bibliografia.

Orientadora: Dr.^a Renata Calciolari Rossi.

1. picadas de escorpião. 2. epidemias. 3.
vulnerabilidade em saúde. I. Título.

Catálogo na Fonte: Maria Leticia Silva Vila Real – CRB 8/10699

SAMARA BERTIN SUGUITANI SANTELLO

ANÁLISE TEMPORAL E PREDIÇÃO DOS ACIDENTES ESCORPIÔNICOS DAS MACRORREGIÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL

Tese apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor – Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional – Área de Concentração: Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional.

Presidente Prudente, 20 de junho de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Renata Calciolari Rossi
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE
Presidente Prudente-SP

Prof.^a Dr.^a Ana Karina Marques Salge Mendonça
Universidade Federal De Goiás
Goiânia-GO

Prof.^a Dr.^a Ana Paula Alves Favareto
Universidade do Oeste Paulista- UNOESTE
Presidente Prudente-SP

Prof.^a Dr.^a Débora Tavares de Resende e Silva
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS)
Chapecó- SC

Prof. Dr. Sérgio Marques Costa
Universidade do Oeste Paulista- UNOESTE
Presidente Prudente-SP

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo em minha vida, minha família e todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

“Medicina é a arte da incerteza e a ciência da probabilidade.”

Sir William Osler

RESUMO

Análise temporal e predição dos acidentes escorpiônicos das macrorregiões do estado de São Paulo - Brasil

O escorpionismo é o principal acidente por animal peçonhento no Brasil, das doenças tropicais negligenciadas é a que apresenta maior número crescente de notificações. Desde 1993, sua notificação é obrigatória através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). O estado de São Paulo, localizado na região sudeste do Brasil, está incluído neste número crescente de casos notificados, no ano de 2022 foi o estado que apresentou maior número de casos notificados no Brasil. Os tipos de escorpiões mais frequentes no estado de São Paulo são *Tityus serrulatus* e *Tityus bahiensis*, como *Tityus serrulatus* predominam em centros urbanos, e seu veneno pode causar intoxicações graves, representam um problema grave de saúde pública, especialmente em crianças. O objetivo do estudo foi determinar a distribuição temporal do escorpionismo nas dezessete macrorregiões do estado de São Paulo - Brasil, e realizar predição dos casos futuros. Correlacionar as regiões de saúde com maior número de notificações no estado, possibilitando direcionar ações para as regiões que mais necessitam, tanto no setor de atendimento as vítimas, quanto no setor preventivo. Os dados foram coletados do SINAN, optou-se por iniciar do ano de 2013, pelos dados serem mais consistentes a partir desta data. Foram calculadas taxas anuais de incidência de acidentes escorpiônicos para cada 100.000 habitantes para cada uma das dezessete macrorregiões de saúde, dados da média regional. Foram utilizados modelos autorregressivos ARIMA e SARIMA. Pelo que sabemos, é o primeiro estudo com previsão de dados futuros realizado no estado de São Paulo, Brasil. Os resultados foram favoráveis para algumas regiões de saúde, sendo possível determinar sazonalidade, os acidentes foram mais frequentes no outono e após períodos de chuva, bem como realizar previsão de dados futuros, nas regiões de saúde de Barretos, Franca, Piracicaba, Registro, São João da Boa Vista e Sorocaba, nos anos de 2023, 2024 e 2025, verificou-se a tendência a continuidade de notificações de acidentes escorpiônicos elevados, demonstrando a necessidade em urgenciar reforços nas ações preventivas e curativas, uma vez que, juntamente com aumento de notificações, também ocorreram aumento de óbitos. As regiões com maior número de notificações do estado, comparando o ano de 2013 e 2022,

permaneceram dentre as mesmas macrorregiões, são elas em ordem decrescente: Registro, com maior número de casos notificados, seguido de Presidente Prudente, Piracicaba, Ribeirão Preto, São João da Boa Vista, Marília e São José do Rio Preto, o que favorece a necessidade de políticas públicas e intervenções direcionadas a estas regiões, que até o presente momento, sem medidas efetivas e previsões de controle dessa praga.

Palavras-chave: picadas de escorpião; epidemias; vulnerabilidade em saúde.

ABSTRACT

Temporal analysis and prediction of scorpion accidents in the macro-regions of the state of São Paulo - Brazil

Scorpionism is the main occurrence caused by venomous animals in Brazil; from the neglected tropical diseases it is the one which presents the most increasing number of notifications. Since 1993, its notification is mandatory through the Notifiable Diseases Information System (SINAN). São Paulo state, located in the southeast region of Brazil, is included in this growing number of notified cases. In 2022, it was the state that showed the most increasing number of notified cases in Brazil. The most frequent kinds of scorpion in São Paulo state are *Tityus serrulatus* and *Tityus bahiensis*; as the *Tityus serrulatus* species, they predominate in urban areas, and its venom may cause severe poisoning, representing a serious public health issue, especially to children. The objective of the study was to determine the temporal distribution of scorpionism in the seventeen macroregions of São Paulo estate - Brazil, and make predictions about future cases, and also to correlate health regions to with the greater number of notifications in the state. Allowing to direct actions to the regions which most need reinforcements, both in the victim care sector and in the preventive sector. Data were collected from the Notifiable Diseases Information System (SINAN), it was decided to start in the year 2013, for the data being more consistent from this period on. Annual incidence rates of scorpionic occurrences were calculated to for every 100,000 inhabitants to the seventeen health macroregions. ARIMA and SARIMA autoregressive models were used, with favorable results to some regions, being possible to determine seasonality, as well as to predict the non-stationarity of cases in the years 2023, 2024 e 2025 in the health regions of Barretos, Franca, Piracicaba, Registro, São João da Boa Vista and Sorocaba. The regions with the highest number of notifications in the state, comparing years 2013 and 2022, remained within the same macroregions, which are in descending order: Registro, the one with the highest number of reported cases, followed by Presidente Prudente, Piracicaba, Ribeirão Preto, São João da Boa Vista, Marília and São José do Rio Preto, and it highlighted the need for public policies and intervention target at these regions, which up to the present moment has no effective measures and no expectations of controlling this plague.

Keywords: scorpion bites; epidemy; health vulnerability.

LISTA DE SIGLAS

ACF	- Autocorrelação Seriada
ADF	- <i>Dickey-Fuller</i> Aumentado
AIC	- Critérios de Informação de Akaike
ARIMA	- <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i>
BIC	- Critério de informação Bayesiano
cm	- Centímetro
Coef	- Coeficiente
CPK	- Creatina Fosfoquinase
COVID-19	- <i>Coronavirus Disease</i> 2019
dL	- Decilitro
DRS	- Departamentos Regionais de Saúde
EP	- Erro Padrão
GMT	- <i>Greenwich Mean Time</i>
IDH	- Índice de Desenvolvimento Humano
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
km ²	- Quilômetro Quadrado
KPSP	- <i>Kuesioner Pra Skrining Perkembangan</i>
MAE	- Erro Absoluto Médio
MAPE	- <i>Mean Absolute Percentage Error</i>
MASE	- <i>Mean Absolute Scaled Error</i>
ME	- <i>Mean Error</i>
mg	- Miligrama
mL	- Mililitro
MPE	- <i>Mean Percentage Error</i>
OMS	- Organização Mundial da Saúde
ONG	- Organização Não Governamental
p	- Significância Estatística
PACF	- Autocorrelação Parcial dos Dados
RMSE	- <i>Root Mean Squared Error</i>
RRAS	- Redes Regionais de Atenção à Saúde
SP	- São Paulo
SARIMA	- <i>Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average</i>

SINAN - Sistema de Informação de Agravos de Notificação
UTI - Unidade de Terapia Intensiva
Z - Estatística z

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- <i>Tityus serrulatus</i>	34
Figura 2- <i>Tityus bahiensis</i>	34
Figura 3- <i>Tityus stigmurus</i>	35
Figura 4- Mapa das macrorregiões de saúde do estado de São Paulo	36
Figura 5- Séries temporais para os registros mensais de acidentes escorpionicos nas RRAS 1 a 4 para os anos de 2013 a 2022.	38
Figura 6- Séries temporais para os registros mensais de acidentes escorpionicos nas RRAS 5 a 8 para os anos de 2013 a 2022.	39
Figura 7- Séries temporais para os registros mensais de acidentes escorpionicos nas RRAS 9 a 12 para os anos de 2013 a 2022.	40
Figura 8- Séries temporais para os registros mensais de acidentes escorpionicos nas RRAS 13 a 17 para os anos de 2013 a 2022.	41
Figura 9- Séries temporais para os registros mensais de acidentes escorpionicos nas RRAS 1 a 17 para os anos de 2013 a 2022.	42
Figura 10- Gráficos dos componentes sazonais (linhas azuis) para os dados mensais agrupados por mês dos registros de acidentes escorpionicos nas RRAS 1 a 4 para os anos de 2013 a 2022.	42
Figura 11- Gráficos dos componentes sazonais (linhas azuis) para os dados mensais agrupados por mês dos registros de acidentes escorpionicos nas RRAS 5 a 8 para os anos de 2013 a 2022.	43
Figura 12- Gráficos dos componentes sazonais (linhas azuis) para os dados mensais agrupados por mês dos registros de acidentes escorpionicos nas RRAS 9 a 12 para os anos de 2013 a 2022.	43
Figura 13- Gráficos dos componentes sazonais (linhas azuis) para os dados mensais agrupados por mês dos registros de acidentes escorpionicos nas RRAS 13 a 17 para os anos de 2013 a 2022.	44
Figura 14- Série temporal de ordem ARIMA (0,1,2) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 1. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.....	45
Figura 15- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal (ARIMA(0,1,2)) para notificações de acidentes por picada escorpião na	

RRAS 1. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.	46
Figura 16- Série temporal de ordem ARIMA(1,1,2) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 2. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.....	47
Figura 17- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal (ARIMA(1,1,2)) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 2. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.	47
Figura 18- Série temporal de ordem ARIMA(0,1,2) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 3. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.....	48
Figura 19- Série temporal (ARIMA(0,1,2)) proposto para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 3. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.....	49
Figura 20- Série temporal de ordem ARIMA(1,0,2) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 4. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.....	50
Figura 21- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal (ARIMA(1,0,2)) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 4. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.	50
Figura 22- Série temporal de ordem SARIMA(2,1,3)(2,0,1)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 5. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.	52
Figura 23- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal SARIMA(2,1,3)(2,0,1)[12] para notificações de acidentes por picada de escorpião na RRAS 5. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.....	52
Figura 24- Série temporal de ordem ARIMA(1,1,1) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 6. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.....	53
Figura 25- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal (ARIMA(1,1,1)) para notificações de acidentes por picada escorpião na	

RRAS 6. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.	54
Figura 26- Série temporal (ARIMA(0,0,0)) proposto para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 7. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.....	54
Figura 27- Série temporal de ordem SARIMA(1,1,1)(0,0,2)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 8. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.	56
Figura 28- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal SARIMA(1,1,1)(0,0,2)[12]para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 8. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.....	56
Figura 29- Série temporal de ordem ARIMA(0,1,0) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 9. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.....	57
Figura 30- Série temporal de ordem SARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 10. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.	58
Figura 31- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal SARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 10. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.....	58
Figura 32- Série temporal de ordem ARIMA(1,1,1) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 11. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.....	59
Figura 33- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal ARIMA(1,1,1) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 11. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.	60
Figura 34- Série temporal de ordem ARIMA(1,1,1) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 12. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.....	61
Figura 35- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal ARIMA(1,1,1) para notificações de acidentes por picada de escorpião na	

RRAS 12. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.	61
Figura 36- Série temporal de ordem SARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 13. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.	62
Figura 37- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal SARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 13 As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.....	63
Figura 38- Série temporal de ordem SARIMA(0,1,2)(2,0,0)[12] para notificações de acidentes por picada de escorpião na RRAS 14. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.	64
Figura 39- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal SARIMA(0,1,2)(2,0,0)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 14. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.....	64
Figura 40- Série temporal de ordem ARIMA(1,1,1), para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 15. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.....	65
Figura 41- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal ARIMA(1,1,1), para notificações de acidentes por picada de escorpião na RRAS 15. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.	66
Figura 42- Série temporal de ordem SARIMA(2,1,2)(1,0,0)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 16. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.	67
Figura 43- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal SARIMA(2,1,2)(1,0,0)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 16. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.....	67
Figura 44- Série temporal de ordem ARIMA(0,1,2) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 17. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.....	68

Figura 45- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal ARIMA(0,1,2) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 17. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Taxas anuais (casos para cada 100 mil habitantes) de acidentes escorpiônicos registrados no estado de São Paulo entre os anos de 2013 e 2022, segundo Rede de Atenção à Saúde (RRAS).....	37
---	----

SUMÁRIO

	PRÓLOGO	19
1	INTRODUÇÃO	21
1.1	Objetivos	22
1.1.1	Objetivo geral	22
1.1.2	Objetivos específicos.....	22
1.2	Metodologia	23
1.2.1	Origem dos dados e estatísticas gerais.....	23
1.2.2	Séries temporais.....	23
1.2.3	Modelos ARIMA e SARIMA.....	23
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
3	RESULTADOS	36
3.1	Mapa das macrorregiões de saúde do estado de São Paulo.....	36
3.2	Incidência	36
3.3	Séries temporais.....	38
4	DISCUSSÃO	70
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
	REFERÊNCIAS.....	80
	ANEXO A- TABELAS DOS PARÂMETROS DETERMINADOS PARA OS MODELOS ARIMA E SARIMA PROPOSTOS PARA AS RRAS ESTUDADAS	87

PRÓLOGO

Médica, residência em Pediatria e Terapia Intensiva Pediátrica.

Título de Especialista em Pediatria e Terapia Intensiva Pediátrica.

Mestre em Ciências da Saúde pela UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista de Presidente Prudente.

Docente da Faculdade de Medicina da Universidade do Oeste Paulista, no Departamento de Pediatria e Departamento de Emergência, responsável pela Pós-Graduação em Terapia Intensiva Pediátrica do Hospital Regional de Presidente Prudente (UNOESTE) e pela Residência médica em Emergências Pediátricas do Hospital Regional de Presidente Prudente.

Médica coordenadora e diarista da Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica do Hospital Regional de Presidente Prudente.

Médica diarista (período vespertino) da Enfermaria de Pediatria do Hospital Regional de Presidente Prudente.

Médica Auditora da Divisão Regional de Saúde de Presidente Prudente.

Instrutora do Programa de Reanimação Neonatal da Sociedade Brasileira de Pediatria.

Membro do Departamento Científico de Emergência da Sociedade de Pediatria de São Paulo.

Comecei a estudar escorpionismo no ano de 2012, após meu primeiro contato com este tipo de acidente, caso gravíssimo, com edema agudo de pulmão, choque cardiogênico, parada cardiorrespiratória e muitas sequelas. Desde então, vários outros acidentes escorpiônicos apareceram em nosso serviço, uma vez que somos referência na região. Percebemos o quanto pode ser grave, o quanto pode ser difícil, e o quanto precisamos ser rápidos e hábeis, devido às manifestações clínicas que o escorpionismo grave pode ocasionar em crianças. Também percebemos a importância dos encaminhamentos adequados de crianças de outros municípios pertencentes a nossa região (RRAS XI), pois podem mudar o desfecho, como administração de soro antiescorpiônico e cuidados com a volemia, uma vez que o escorpionismo grave pode exigir habilidade médica, especialmente na sequência rápida de intubação. Em 2016, realizamos nosso primeiro protocolo institucional, visando também abranger os 45 municípios pertencentes a nossa região, para que juntos possamos aprimorar o melhor atendimento as vítimas de escorpionismo.

Também procuro desde então disseminar o protocolo através de aulas para acadêmicos de medicina, futuros médicos de nossa região. Espero com este trabalho, alertar todos, sobre este problema de saúde pública que, até o momento não tem previsão de controle.

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que cerca de 2,5 bilhões de pessoas no mundo moram em áreas de risco para acidentes escorpiônicos, que resultam em pelo menos 3.250 mortes ao ano (Kumar, 2022). Os acidentes escorpiônicos são importante problema de saúde pública em muitos países no mundo (Parlak; Öz; Küçükkelepçe, 2024).

Vários estudos no Mundo e no Brasil mostram-se preocupados com o escorpionismo, uma revisão literária ressalta que mesmo com todo conhecimento científico em relação aos escorpiões, o número de acidentes aumentou, apontando que os esforços dos pesquisadores não estão sendo suficientes para resolver esse problema. Com as mudanças climáticas e o desmatamento, esse aumento pode ter um boom ainda pior (Guerra-Duarte *et al.*, 2023).

Os adultos sofrem mais acidentes escorpiônicos, porém os envenenamentos mais graves ocorrem nas crianças, que constituem a maioria das vítimas hospitalizadas e acidentes fatais. A maioria dos acidentes nas crianças ocorre enquanto estão brincando ou enquanto estão dormindo. A demora na procura pelo atendimento médico é uma das razões da alta morbimortalidade. Crianças que receberam tratamento após 6 horas do acidente têm maior risco de complicações e óbito. Devido à gravidade menor em adultos, má organização dos serviços de saúde, falta de habilidades dos profissionais e qualificação para reconhecer e gerenciar o envenenamento por escorpião, ocorre escassez de dados epidemiológicos. Somado à falta de diretrizes de manejo e ausência de um programa nacional sobre mordidas ou picadas de animais, a situação fica ainda mais agravada (Kumar, 2022).

A maioria destas picadas e dos óbitos decorrentes poderiam ser evitadas com conscientização, precauções de segurança e tratamento correto. Acidose metabólica, miocardite, priapismo, encefalopatia e edema agudo de pulmão foram os principais fatores associados ao mau prognóstico (Kumar, 2022).

O estado de São Paulo, devido à sua grande população e diversidade climática, apresenta uma alta incidência de acidentes escorpiônicos, com variações significativas entre suas macrorregiões. Este estudo é vital para entender as tendências demográficas e temporais dos acidentes escorpiônicos, identificando áreas de maior risco e períodos do ano em que os acidentes são mais frequentes. Tal compreensão é crucial para o desenvolvimento de estratégias de saúde pública

direcionadas, incluindo ações de educação comunitária, medidas preventivas e protocolos de tratamento melhorados.

Além de preencher lacunas no conhecimento, este estudo poderá guiar políticas públicas e alocação de recursos para treinamento médico, distribuição de antídotos e melhorias na infraestrutura de saúde nas regiões identificadas como mais vulneráveis.

O impacto deste estudo transcende o acadêmico, contribuindo diretamente para o bem-estar e segurança da população, minimizando os riscos e as consequências dos acidentes escorpionicos em uma das áreas mais populosas e economicamente importantes do Brasil. Devido à ocorrência de vários acidentes escorpionicos todos os anos em nossos serviços de saúde, região de Presidente Prudente (RRAS XI), cada vez mais, observamos o quanto pode ser grave, o quanto pode ser difícil, escorpionismo de classificação grave e afirmamos o quanto é importante a prevenção, pois, sabemos que as vezes, a morte pode ser inevitável.

A população precisa ser mais esclarecida sobre o escorpionismo. Vários estudos na literatura descrevem a importância da conscientização e prevenção, poucos em relação à previsão. Com a antecipação de dados, metas poderão ser projetadas, e quem sabe, interferir e modificar o futuro em relação ao escorpionismo. Por isso a necessidade de estudos como este, que corroboram para alertar em relação a este grave problema de saúde pública, sem previsão de controle.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Determinar a distribuição temporal do escorpionismo nas dezessete macrorregiões do estado de São Paulo - Brasil.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar a predição dos casos futuros de escorpionismo;
- Correlacionar as macrorregiões com o maior número de notificações do escorpionismo.

1.2 Metodologia

1.2.1 Origem dos dados e estatísticas gerais

Os dados foram recuperados do sistema TABNET (DATASUS, [s.d.]) e padronizados para taxas de acidentes para cada 100 mil habitantes, utilizando-se o método direto, separadamente para cada uma das 17 macrorregiões do Estado (RRAS). A base populacional utilizada para calcular as taxas foram as projeções populacionais para cada RRAS, geradas pelo Ministério da Saúde. Especificamente para o ano de 2022, as estimativas das populações dos RRAS não estavam disponíveis. Desta forma, utilizou-se a mesma base populacional descrita para 2021.

1.2.2 Séries temporais

Os modelos temporais foram construídos a partir das taxas mensais padronizadas de acidentes escorpionicos no estado de São Paulo entre os anos de 2013 e 2022, separadamente para cada RRAS. Considerando-se que os acidentes escorpionicos são eventos fortemente influenciados pelo clima, procedeu-se a elaboração de modelos temporais capazes de incorporar componentes sazonais (Lacerda *et al.*, 2022a).

Inicialmente, foram construídos a partir dos dados, gráficos de linhas temporais univariadas para verificar visualmente o comportamento dos dados ao longo dos meses dos anos. Para verificar a existência de sazonalidade, procedeu-se a construção de gráficos com os componentes sazonais isolados agrupando-se os dados mensais. Utilizou-se o pacote *forecast* implementado no Programa R para consecução das análises (Hyndman; Khandakar, 2008).

1.2.3 Modelos ARIMA e SARIMA

Considerando-se que na maioria das RRAS observou-se ciclos sazonais na ocorrência de acidentes, optou-se preliminarmente por modelar os dados com a técnica baseada em médias móveis integradas autorregressivas (*Autoregressive Integrated Moving Average* - ARIMA), um algoritmo capaz de capturar as estruturas temporais padrão no conjunto de dados de entrada. Estes modelos são considerados

adequados para a questão abordada, visto que médias móveis autorregressivas foram consideradas relativamente precisas em estudos epidemiológicos para modelagem temporal de acidentes por picadas de escorpiões (Ebrahimi *et al.*, 2017; Selmane; L'hadj, 2016; Vaucel *et al.*, 2020).

O modelo ARIMA é capaz de lidar com dados autocorrelacionados, ou seja, dados em séries nos quais uma observação é correlacionada à anterior. Este fenômeno é comumente observado em dados epidemiológicos (Bhaskaran *et al.*, 2013). Contudo, antes de implementar o modelo ARIMA há necessidade de confirmar-se se a série temporal apresentar estacionaridade, ou seja, se as propriedades estatísticas da série de dados, como média, variância e autocorrelação, são constantes ao longo do tempo. Este pressuposto pode ser comprovado com testes estatísticos como o Dickey-Fuller aumentado (ADF) teste de KPSP e teste de Phillips & Perron, para determinar se os dados são estacionários (Dickey; Fuller, 1979; Phillips; Perron, 1988; Xiao, 2001). No caso utilizamos o teste ADF para confirmar este pressuposto. Nos casos em os dados não foram considerados estacionários procedeu-se sua diferenciação matemática para estabilizar a variância.

Além da estacionaridade, foram construídos gráficos de autocorrelação seriada (ACF) e a autocorrelação parcial dos dados (PACF) como indicativos da dependência seriada dos dados (Peiris, 2019).

Após adequar-se a estacionaridade dos dados, procedeu-se a modelagem pelo algoritmo ARIMA. Para cada RRAS construiu-se um modelo no qual foram determinados três hiperparâmetros: p = número de termos autorregressivos; d = número de diferenciações não sazonais necessárias para obter-se a estacionariedade, e, q = número de erros de previsão defasados. Comumente, este modelo é representado pelo anagrama “ARIMA (p, d, q)” (Latorre; Cardoso, 2001).

Além do modelo ARIMA tradicional, foram construídos modelos que incorporaram termos autorregressivos para modelar a sazonalidade dos registros e explicar como os dados variam dentro de ciclos intra-anuais. Estes modelos são denominados de SARIMA e além dos termos p, d e q , possuem termos adicionais denominados de P, D , e Q relacionados à sazonalidade. Neste caso, o modelo é descrito pelo anagrama “SARIMA (p, d, q) (P, D, Q) [12]”, onde o número 12 indica as unidades de tempo dentro do ano (Nobre *et al.*, 2001).

Considerando-se as questões acima abordadas, procedeu-se a modelagem dos dados utilizando-se o algoritmo “auto.arima” do pacote “forecast” implementado

no Programa R para selecionar os parâmetros dos modelos. Para cada RRAS foram testados dois modelos: ARIMA não sazonal (especificando no algoritmo “season=FALSE”) e SARIMA no qual incluiu-se a sazonalidade (especificando no algoritmo “season=TRUE”). Os dois modelos foram comparados com relação ao desempenho preditivo. Nas RRAS em que o modelo ARIMA foi considerado mais preciso do que o SARIMA, considerou-se que os acidentes por picadas de escorpião são eventos não sazonais. Quando o modelo SARIMA apresentou melhor desempenho, considerou-se que este evento é sazonal.

A acurácia dos modelos foi comparada por validação cruzada. Para cada RRAS, os dados foram separados em dois blocos: um mais amplo contendo 80% dos dados (dados de treinamento), utilizados para estimar parâmetros do modelo, e outro de menor dimensão com 20% dos dados (dados de teste), utilizados para verificar a precisão do modelo de treino. Após implementar o modelo com os dados de treino, verificamos qual a sua capacidade de predizer os de teste. O melhor modelo foi que apresentou menores erros de predição mensurados. Mais de uma medida foi calculada, incluindo erros dependentes de escala (MAE = Erro absoluto médio, RMSE = Raiz do erro quadrático médio), erros percentuais (MAPE = Erro percentual médio absoluto) e erros escalonados (MASE = Erro escalar absoluto médio). A escolha do melhor modelo (ARIMA ou SARIMA).

Além dos erros, foi utilizado o escore F1, uma medida de acurácia que leva em conta resultados falso-positivos e falso-negativos. Neste caso, quanto maior o escore, melhor o modelo.

Finalmente, foram considerados os critérios de Informação de Akaike (AIC) e Critério de informação Bayesiano (BIC) dos modelos ARIMA e SARIMA para decidir qual modelo é mais preciso. Os menores valores indicaram modelos com previsão mais robusta (Lyhagen, 1999).

Foram elaboradas séries temporais nos quais no eixo X os meses do ano para cada 100.000 habitantes, para facilitar a visualização permitindo observar picos de ocorrência e oscilações os limites do eixo Y foram ajustados para o intervalo entre o limite mínimo e máximo de casos para cada 100.000 habitantes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Escorpiões habitam regiões quentes e secas, presentes em toda a Índia, a maioria das picadas ocorrem acidentalmente, membros das famílias Buthus e Scorpionidae podem causar acidentes fatais em humanos. Segundo estudo de Mahadevan (2000), as mortes em crianças estão principalmente relacionadas ao edema pulmonar e a falta de habilidade dos profissionais em manejá-lo. Como as crianças têm, em geral, um miocárdio saudável, tendem a se recuperar rapidamente da tempestade autonômica provocada pelo envenenamento, se receberem o tratamento adequado e em tempo hábil. Neste estudo indiano, a prazosina mostrou-se eficaz na prevenção da mortalidade por complicações cardiovasculares.

As espécies de escorpião *Leiurus quinquestriatus* e *Androctonus crassicauda* são responsáveis pela maioria dos acidentes escorpiônicos no alto Egito. A maioria dos acidentes nesta região, as manifestações são locais, sendo que a tempestade autonômica pode ocorrer com menor frequência, como febre, sudorese, vômitos e hipertensão. Das manifestações letais, as mais encontradas são choque cardiogênico e edema agudo de pulmão. Esse trabalho demonstrou uma incidência significativamente maior de desarranjo neurológico, insuficiência cardíaca e edema pulmonar em crianças hiperglicêmicas, corroborando para associação entre hiperglicemia e desenvolvimento de falência de órgãos. Também foram encontrados níveis altos de ácidos graxos em crianças que não sobreviveram. Altos níveis de ácidos graxos se correlacionaram com a presença de insuficiência cardíaca, leucocitose, hiperglicemia e enzimas hepáticas (Abd-Elbaseer *et al.*, 2022).

Este estudo foi prospectivo, porém com pequeno tamanho amostral (62 crianças), em que os autores concluíram que a hiperglicemia e o ácido graxo elevados em crianças vítimas de escorpionismo estão associados ao aumento da gravidade e internação em Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Portanto o monitoramento da glicemia e ácidos graxos séricos podem ajudar na predição de pacientes com risco de falência de órgãos (Abd-Elbaseer *et al.*, 2022).

Na França, os escorpiões mais nocivos são do gênero *Tityus*, o *Tityus obscurus* e *Tityus silvestris*, porém não são tão ameaçadores e os acidentes não são tão frequentes, como *Tityus serrulatus*, *Tityus bahiensis* e *Tityus stigmurus* presentes na América do Sul. As ações das toxinas do veneno do escorpião podem resultar em uma tempestade adrenérgica, edema agudo de pulmão, predominantemente à direita,

insuficiência cardíaca e óbito. As complicações foram descritas para envenenamento pela família *Buthidae*, especificamente os gêneros *Tityus*, porém na França não existe soro antiescorpiônico, pois os acidentes escorpiônicos geralmente não são fatais (Vaucel *et al.*, 2022).

Estudos realizados na Argélia mostraram maior preocupação com escorpionismo, como na província de El Oued foram registrados 96.909 acidentes escorpiônicos entre 2005 a 2020, redução do número de casos comparando 2007 e 2020, inclusive redução em 81,6% da letalidade, 54% destes, crianças menores de 15 anos de idade (Zenia; L'hadj; Selmane, 2023). Altas taxas também são citados em estudos em Biskra, El Bayadh e M'Sila (Selmane *et al.*, 2016; Selmane; L'hadj, 2016; Selmane; El Hadj; Benferhat, 2014).

Na Turquia, estudo também mostrou preocupação com gravidade do escorpionismo, avaliou os efeitos do uso do antiveneno e prazosina no prognóstico de 45 crianças com envenenamento grave por escorpião internadas em UTI Pediátrica (Universidade Dicle), onde 26 foram picadas por escorpiões do gênero *Androctonus crassicauda*, sendo que na maioria dos casos, a duração entre a picada do escorpião e a admissão hospitalar foi de 4 horas e meia, variando $\pm 2,6$ horas. Os sintomas mais comuns foram extremidades frias, sudorese excessiva e taquicardia. Aos exames laboratoriais, os valores de leucócitos, glicemia, lactato e CPK (creatina fosfoquinase) estavam acima dos valores normais. A prazosina foi utilizada em todos os pacientes. Duas crianças morreram por edema pulmonar, e em ambas haviam sido usados antiveneno e prazosina. Os autores concluem que, quando a internação hospitalar é tardia, o efeito benéfico do soro antiescorpiônico e/ou da prazosina é questionável em picadas de escorpião em que os sintomas já sejam graves (Bosnak *et al.*, 2009).

No distrito de Kahta, na Turquia, a incidência de escorpionismo foi de 49,43/100.000 habitantes em crianças, entre os anos de 2017 e 2020, onde verificou-se que níveis elevados de leucócitos, aspartato transaminase e lactato desidrogenase estão associados a gravidade, como também picadas na cabeça, pescoço e extremidades superiores (Parlak; Öz; Küçükkelepçe, 2024).

No Paquistão, distrito de Hafzabad, a família *Buthidae* também é uma das mais comuns nos casos de escorpionismo, em estudo epidemiológico realizado de fevereiro de 2021 a outubro de 2023, com 1620 vítimas de escorpionismo, a idade mais frequente foi entre 16 e 47 anos, sexo feminino, maioria dos acidentes ocorreram entre as 19h e 2h, nos membros superiores e inferiores, maior incidência na zona rural

e nos meses de maio a setembro. Entre os sintomas relatados, dor, hipertensão, náusea e alergia. Na região as pessoas utilizam diferentes tipos de materiais vegetais e escorpiões mortos com óleo de mostarda como medicamento para escorpionismo (Ahsan *et al.*, 2023).

O envenenamento causado por acidentes escorpiônicos também é comum nas regiões tropicais e subtropicais entre as latitudes 50° N e 50° S; onde representam grande problema de saúde pública, como no norte do Saara, Oriente Médio, sul da Índia, México e Brasil, por apresentarem alta incidência e possíveis complicações graves, inclusive óbito (Abroug *et al.*, 2020).

A incidência e a gravidade de tais envenenamentos são notáveis em algumas regiões, além do continente africano, no Oriente Próximo e Médio, México, Brasil, Bacia amazônica e no sul da Índia (Regalado, 2010).

Na Argentina existem cerca de 45 espécies de escorpiões, *Tityus carrilloi n.sp.* é a mais importante, podendo causar vômitos, sudorese, coriza, extremidades frias, taquicardia e ou bradicardia, taquipneia, hipertensão arterial, alteração consciência, uso de musculatura acessória e comprometimento hemodinâmico. Porém a maioria dos acidentes (80-85%) são leves e o tratamento consiste em observar o paciente por 6 horas. Em estudo realizado de janeiro de 2017 a dezembro de 2018, foram incluídas 524 crianças por envenenamento por escorpião *Tityus carrilloi*, sendo que 81% (421) dos pacientes apresentava apenas dor local e 19% (103) apresentava manifestações sistêmicas, e do total, 80 casos foram moderados e 23 casos foram graves. Para cada ano de aumento na idade, a probabilidade de ter escorpionismo moderado ou grave diminuiu em 11%. A maioria dos acidentes ocorreu durante a noite ou enquanto andavam descalças. Em relação aos achados laboratoriais, níveis de leucócitos e glicemia superiores a 30.000 células/mL e 300 mg/dL, respectivamente, estiveram presentes quase exclusivamente em casos de escorpionismo grave (Suasnabar *et al.*, 2022).

Os escorpiões pertencem à classe *Arachnida* (assim como as aranhas) e são os responsáveis pela maioria dos acidentes p animais peçonhentos no Brasil, daí sua importância em saúde (São Paulo, 2017). Surgiram há mais de 350 milhões de anos no ambiente terrestre, conhecido como “Lacraus”, encontrados com maior frequência em países tropicais. São animais quase sempre solitários, com hábitos noturnos, fluorescentes à luz ultravioleta e podem se reproduzir assexuadamente (Brasil, 2009a).

Anualmente cerca de 140.000 acidentes com artrópodes ocorrem no Brasil, sendo o envenenamento por escorpiões ($67,0 \pm 1,51\%$) a maioria, com aumento da taxa média de 2% ao ano. Em relação aos óbitos, mais de 60% são causadas pelo escorpionismo (Castro *et al.*, 2023).

Em estudo realizado no Brasil também verificou-se aumento do escorpionismo em todo o país, a média nacional para 100.000 habitantes apresentou um aumento médio de 5,75 vezes em um período de 13 anos (2007-2019), alerta para os números elevados na região Sudeste e o crescimento elevado nas regiões Centro-Oeste e Sul, e coloca as regiões Norte e Nordeste com prioridade em investimentos em saúde pública. Observou-se também no estudo, o aumento dos casos leves de escorpionismo, para 90%. As crianças de 0 a 9 anos são mais vulneráveis a gravidade, porém o risco de vida do envenenamento pode ocorrer em qualquer idade. Os autores também ressaltam a carência de informações no Brasil em relação à educação e prevenção do escorpionismo (Guerra-Duarte *et al.*, 2023).

No Brasil foram registrados 1.343.224 casos de escorpionismo entre janeiro de 2012 a dezembro de 2022, média de 62,97 casos por 100.000 habitantes, sendo as regiões Sudeste e Nordeste evidenciadas como áreas de alto risco (Siqueira *et al.*, 2024).

É notório seu aumento devido à urbanização da espécie, visto que seu habitat natural foi destruído ao longo da história, o que teria forçado a procurarem as cidades. Eles podem ser encontrados em frestas de rochas, cascas de árvores, troncos em decomposição e sob pedras e entulhos, que são o habitat mais comum dos escorpiões em áreas urbanas. A umidade, a temperatura e a oferta de presas são fatores determinantes para sua proliferação, sendo mais ativos nos meses quentes e chuvosos (Brazil; Porto, 2010).

Acredita-se que anualmente ocorram cerca de 1,5 milhão de acidentes escorpiônicos e aproximadamente 2.600 óbitos por picada de escorpião no mundo; Os casos de escorpionismo no Brasil, superam os de serpentes, sendo registrados por volta de 50 mil casos por ano, com aumento na incidência nos períodos mais quentes. Além disso, existe a importância e incidência desses eventos em áreas rurais, nas quais os acidentes com escorpiões e demais tipos de animais peçonhentos são bastante frequentes, ocasionando quadros de envenenamento e queimaduras (Carmo *et al.*, 2019).

No Brasil, a vigilância dos acidentes escorpiônicos é realizada de forma passiva, na forma de registro no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) do Ministério da Saúde. Desde 1993 é obrigatório a notificação de todos os casos de acidentes causados por animais peçonhentos, concedendo o acesso à informação de forma a monitorar os órgãos públicos da Saúde na distribuição de soro e na atenção ao acidentado (Bochner; Struchiner, 2003).

O escorpião do gênero *Tityus serrulatus* é considerado a espécie de escorpião mais importante no Brasil. As manifestações clínicas de envenenamento por escorpiões dos gêneros *Androctonus*, *Leiurus*, *Buthus*, *Centruroides* e *Tityus* são bastante semelhantes, incluindo dor, náusea persistente, vômitos, hipertensão, taquicardia, taquipnéia e prostração (Cupo, 2015).

As picadas de escorpião são as principais causas de envenenamento por animais peçonhentos. Dados do Ministério da Saúde do Brasil indicam que em todo o país houve 114.037 casos de envenenamento por animais peçonhentos em 2012, sendo 64.233 (56,3%) por picada de escorpião, com 92 óbitos; isso corresponde a uma taxa anual de 32 casos/100.000 habitantes, com mortalidade de 0,14% (Bucaretychi *et al.*, 2014).

A família *Buthidae*, qual pertence o escorpião amarelo, é a mais disseminada no Brasil, sendo a mais comum no estado de São Paulo e associada a acidentes graves, especialmente em crianças (Pereira *et al.*, 2015).

No Brasil foram descritas até o momento 160 espécies de escorpiões, de nove gêneros (*Tityus*, *Ananteris*, *Rhopalurus*, *Bothriurus*, *Thestylus*, *Ischnotelson*, *Jaguajir*, *Troglohopalurus*, e *Brotheas*), pertencentes a quatro famílias de escorpiões (*Bothriuridae*, *Buthidae*, *Chactidae* e *Hemiscorpiidae*), o gênero *Tityus* tem mais de 200 espécies descritas em toda a América Central e Sul, compreende as espécies de escorpião mais importantes do ponto de vista médico em toda a América do Sul. No Brasil, existem cerca de 22 espécies descritas para o gênero, mas apenas quatro espécies são reconhecidas como as principais responsáveis por acidentes: *Tityus serrulatus*, *Tityus stigmurus*, *Tityus bahiensis* e *Tityus obscurus* (Guerra-Duarte *et al.*, 2023).

Apesar dos conhecimentos sobre escorpionismo há mais de um século, não é uma questão resolvida, um aumento anual do número de casos supera 100.000 casos por ano desde 2017. Não foram postas em prática medidas eficazes para conter a epidemia e o número de acidentes e mortes continuam crescendo. No estudo foram

avaliados dados de 2007 a 2020, o número de acidentes foi maior nas regiões Sudeste e Nordeste desde o início, porém nos estados do Sudeste os acidentes com escorpiões são distribuídos de forma mais uniforme, nos estados do Nordeste, estão mais concentrados nas capitais dos estados. No ano de 2020 quando foi relatado número menor de acidentes do que em 2019, o número de mortes parece ter disparado. Isso pode ter se dado devido às complicações do envenenamento, uma vez que as pessoas estavam evitando ir às emergências na pandemia de COVID-19 (*Coronavirus Disease 2019*), o que, provavelmente esteve relacionado ao tempo decorrido entre o acidente e o início do tratamento. Os acidentes com escorpiões são uma das únicas condições de notificação compulsória com crescimento consistente ao longo dos anos, se comparados a outras doenças tropicais negligenciadas quanto às notificações no sistema de informação de agravos de notificação (SINAN). O escorpicionismo é a condição com maior tendência de elevação e com maior número absoluto de notificações (Guerra-Duarte *et al.*, 2023).

É possível observar que há um descompasso entre os avanços da pesquisa e a realidade do escorpionismo no Brasil, uma vez que os importantes esforços empreendidos pelos pesquisadores não estão sendo totalmente traduzidos para resolver essa questão (Guerra-Duarte *et al.*, 2023).

No Brasil entre 2007 e 2019 foram notificados 597.000 casos de acidentes com animais peçonhentos em crianças e adolescentes, em 580.231 (97%) o animal foi identificado, destes 51% foram causados por escorpiões, com predomínio nas macrorregiões nordeste, sudeste e sul. Os acidentes escorpiônicos no Brasil são predominantemente urbanos e há um aumento dos casos das macrorregiões Nordeste e Sudeste nos últimos anos. A maioria dos casos apresenta evolução benigna, mas a faixa etária pediátrica tem maior risco de manifestações clínicas graves, principalmente em acidentes causados pela espécie *T. serrulatus* (Konstantyner *et al.*, 2022).

No estado de Minas Gerais, onde também ocorrem índices elevados de escorpionismo no Brasil, nos anos de 2008 a 2021, foram notificados 317.954 acidentes escorpiônicos, com média anual de 22.711 casos. A temperatura elevada e o uso do solo em agricultura foram fatores preditores para o escorpionismo. Uma vez que o desmatamento também ocorreu neste estado (Vilarinho *et al.*, 2023).

Seemann *et al.* (2023) analisaram a ocorrência de envenenamento por *Tityus serrulatus* no período de 2014 a 2021 em Santa Catarina, atendidos pelo Centro de

Informações Toxicológicas e Assistência de Santa Catarina. Apesar de não ser endêmico no estado, houve um aumento de mais de 500% de ocorrências nos últimos vinte anos. Foram registradas 134 notificações com *T. serrulatus*, 112 com envenenamento, 89,3% ocorreram em área urbana, 94,6% foram classificados como leves, 0,9% como grave, as crianças de 1 a 9 anos foram menos incidentes 3,6% e nenhum óbito ocorreu.

Tityus serrulatus (Lutz & Mello, 1922), o escorpião amarelo, altamente sinantrópico, adaptado ao ambiente urbano, intradomiciliar (Szilagyi-Zecchin *et al.*, 2013), com reprodução partenogenética, com elevada prolificidade, longevidade máxima de quatro anos, toxicidade, mesmo com abundância de presas (especialmente baratas) tem deslocamento multidirecional, podendo percorrer uma distância de 29,34 metros, segundo estudo realizado em Americana, São Paulo, Brasil. Estudo importante para estratégias de controle e também prevenção da população que estão próximas aos focos de infestação (Brasil; Brites-Neto, 2019).

O quadro de pacientes com envenenamento grave pode progredir para a insuficiência cardíaca, edema pulmonar e choque. A maioria dos sintomas e sinais de envenenamento escorpiônico tem sido atribuída aos efeitos do veneno interagindo com os canais de sódio e de neurotransmissores liberados das terminações nervosas autônomas. Em casos graves, a lesão pulmonar é comum e, frequentemente, é a causa da morte (Abroug *et al.*, 2020).

Crianças e idosos podem apresentar manifestações sistêmicas, estimulação do sistema nervoso simpático ou parassimpático, como: taquicardia, hiperglicemia, hipertensão ou hipotensão, midríase, sudorese, piloereção, agitação, bradicardia, aumento da secreção brônquica, liberação de fezes e urina, lacrimejamento e hipersalivação. Para se definir o tratamento, são necessárias a identificação e a classificação da gravidade clínica, considerando fatores de risco como os extremos da vida (crianças e idosos), precocidade de início dos sintomas e sua intensidade (Cupo; Azevedo-Marques; Hering, 2003).

Em acidentes escorpiônicos classificados clinicamente como leves, não é necessário o tratamento soroterápico, apenas sintomático. Porém, crianças de até 9 anos (principalmente as menores de 7 anos), em acidentes causados por *T. serrulatus*, apresentam maior risco de complicações sistêmicas e de óbito. O quadro de envenenamento é dinâmico e poderá acabar evoluindo para maior gravidade em poucas horas (Brasil, 2022).

Muitos estudos vêm demonstrando que o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), tem forte influência em acidentes escorpiônicos, pois demonstra que muitas pessoas enfrentam problemas a respeito do nível educacional, longevidade e renda, principalmente dos municípios, dos estados que tem uma desigualdade social muito grande. Porém, estes índices não abordam os volumes de recursos e as políticas públicas implementadas, a sociedade tem convivido com o avanço dos meios de comunicação, associado à abertura de mercados, oferecendo inúmeras transformações em quase todos os segmentos da vida, incluindo informações de problemas de saúde que o país enfrenta (Rezende; Slomski; Corrar, 2005).

Uma grande parte da sociedade tem realizado um esforço para compreender tais mudanças, para definir estratégias que permitam aproveitar oportunidades nesse mundo de transformações rápidas; favorecendo o contexto, a gestão pública tem procurado assumir, um papel de destaque no cenário mundial, no qual sua política de divulgação de informações tem incorporado elementos de responsabilidade social das entidades (IBGE, 2011).

A Região Sudeste é a segunda menor do Brasil e ocupa aproximadamente 924.620 km², 1/10 da superfície do Brasil. É formada por quatro Estados, Espírito Santo, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, apresenta limites com o Oceano Atlântico e Estados como Bahia, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal. Atualmente é a Região com o maior PIB Brasileiro e com maiores regiões portuárias de escoamento de produtos para o comércio externo (IBGE, 2011). O relevo da Região Sudeste encontra-se no predomínio de planaltos. O clima local é tropical, entre temperado e quente, facilitando a infestação de escorpiões. As áreas de vegetações em algumas regiões são pobres e rasteiras; outras são cobertas por florestas tropicais úmidas (IBGE, 2011).

Segundo (Brasil, 2009b), a distribuição espacial dos casos de escorpionismo no Brasil e no Oeste Paulista pode variar ao longo do tempo, mas geralmente está associada à presença de criadouros de escorpiões em áreas urbanas e rurais. Algumas das medidas preventivas recomendadas para reduzir o escorpionismo incluem: manter quintais e jardins limpos e livres de entulhos e detritos; evitar acúmulo de lixo, folhas secas e madeiras em áreas externas; vedar frestas e buracos em paredes, portas e janelas; realizar a limpeza regular de ralos e caixas de gordura; utilizar telas de proteção em aberturas de ventilação e entrada de ar; usar sapatos fechados e luvas ao manusear objetos em áreas potencialmente infestadas.

Atualmente, os acidentes escorpiônicos no estado de São Paulo, ocorrem em número elevado durante todo o ano, no estado são três espécies de importância médica que causam acidentes em humanos: o *Tityus serrulatus*, *Tityus bahiensis* e *Tityus stigmurus*. O *Tityus serrulatus* (escorpião amarelo) possui pernas e cauda amarelo-claras e o tronco escuro, *Tityus bahiensis* (escorpião marrom ou preto) tem tronco escuro, pernas e cauda marrons avermelhados com manchas escuras e *Tityus stigmurus* (escorpião amarelo do nordeste) o tronco é claro e amarelo, apresentando uma faixa escura longitudinal na parte superior, seguido de uma mancha triangular na região frontal da carapaça (São Paulo, 2021).

Abaixo estão ilustradas as três espécies encontradas no estado de São Paulo (Figura 1, 2 e 3):

Figura 1- *Tityus serrulatus*



Fonte: Mundo Ecologia (2019).

Figura 2- *Tityus bahiensis*



Fonte: Mundo Ecologia (2019).

Figura 3- *Tityus stigmurus*



Fonte: Mundo Ecologia (2019).

O escorpionismo é uma importante questão de saúde pública em várias regiões do Brasil, incluindo o estado de São Paulo. No Oeste Paulista, a espécie de escorpião mais comum é o *Tityus serrulatus*, que é considerado uma das espécies mais venenosas do país (Silva, 1969).

O conhecimento da análise temporal do escorpionismo, considerando as macrorregiões do estado de São Paulo nos últimos 10 anos, poderá trazer dados para aprimorar a conscientização da população das regiões de maior incidência e campanhas mais eficazes de prevenção e educação poderão surgir. Estima-se que estes eventos serão bastante afetados pelas mudanças climáticas nas próximas décadas. Se hoje estão restritos principalmente à região noroeste do estado, no futuro haverá ocorrência também em vários municípios de outras regiões (Azevedo, Lorenz; Neto, 2019).

Por meio de Decreto (DOE nº 51.433) de 28 de dezembro de 2006, o estado de São Paulo foi dividido em 17 departamentos de saúde, que representam divisões territoriais de natureza político-administrativa: Grande São Paulo, Araçatuba, Araraquara, Baixada Santista, Barretos, Bauru, Campinas, Franca, Marília, Piracicaba, Presidente Prudente, Registro, Ribeirão Preto, São João da Boa Vista, São José do Rio Preto, Sorocaba e Taubaté.

3 RESULTADOS

3.1 Mapa das macrorregiões de saúde do estado de São Paulo

No mapa abaixo, estão ilustradas as macrorregiões do estado de São Paulo (Figura 4):

Figura 4- Mapa das macrorregiões de saúde do estado de São Paulo



Fonte: São Paulo (2012).

3.2 Incidência

Na tabela 1 estão as taxas anuais de incidência de acidentes escorpionicos para cada 100 mil habitantes para cada RRAS.

Tabela 1- Taxas anuais (casos para cada 100 mil habitantes) de acidentes escorpionicos registrados no estado de São Paulo entre os anos de 2013 e 2022, segundo Rede de Atenção à Saúde (RRAS).

Região de saúde	Ano									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
RRAS 1	0,19	0,26	0,51	0,58	0,73	1,12	0,93	0,61	1,38	0,78
RRAS 2	1,02	0,87	2,17	2,18	2,30	2,63	3,53	2,51	2,88	3,43
RRAS 3	17,38	15,72	34,33	35,26	42,12	45,96	52,24	52,69	37,47	36,19
RRAS 4	0,28	0,56	1,19	1,17	1,25	1,05	1,30	1,19	1,60	0,76
RRAS 5	3,15	2,47	3,00	2,32	4,88	5,48	5,54	7,96	7,18	8,74
RRAS 6	1,28	1,28	1,65	1,88	2,08	2,96	2,69	3,42	2,86	2,86
RRAS 7	0,34	0,24	0,19	0,48	0,71	0,98	1,02	0,69	1,37	1,05
RRAS 8	15,47	14,48	12,12	14,74	20,82	26,54	30,78	30,26	22,16	37,96
RRAS 9	43,45	42,24	58,13	58,26	61,96	116,93	146,22	146,37	149,61	169,25
RRAS 10	30,41	51,00	60,06	65,86	82,41	137,13	172,13	207,86	197,41	241,29
RRAS 11	59,18	69,44	96,78	101,43	171,68	259,22	302,59	365,10	352,35	417,89
RRAS 12	131,69	153,63	182,98	217,89	293,69	409,95	430,41	483,62	436,73	574,90
RRAS 13	72,50	72,60	88,83	94,31	104,83	150,57	175,37	190,31	171,06	202,33
RRAS 14	75,76	96,26	107,50	122,53	128,24	170,93	173,52	185,92	153,80	176,84
RRAS 15	35,89	35,87	42,76	50,88	58,59	76,05	80,97	80,34	78,28	94,02
RRAS 16	23,91	23,53	30,27	37,42	37,48	45,08	43,76	40,81	35,44	43,54
RRAS 17	26,22	20,57	30,81	34,82	39,31	44,97	47,44	42,43	39,13	46,98
SP	25,90	28,00	34,30	38,72	47,10	66,23	73,00	79,14	72,40	88,96

Fonte: O autor

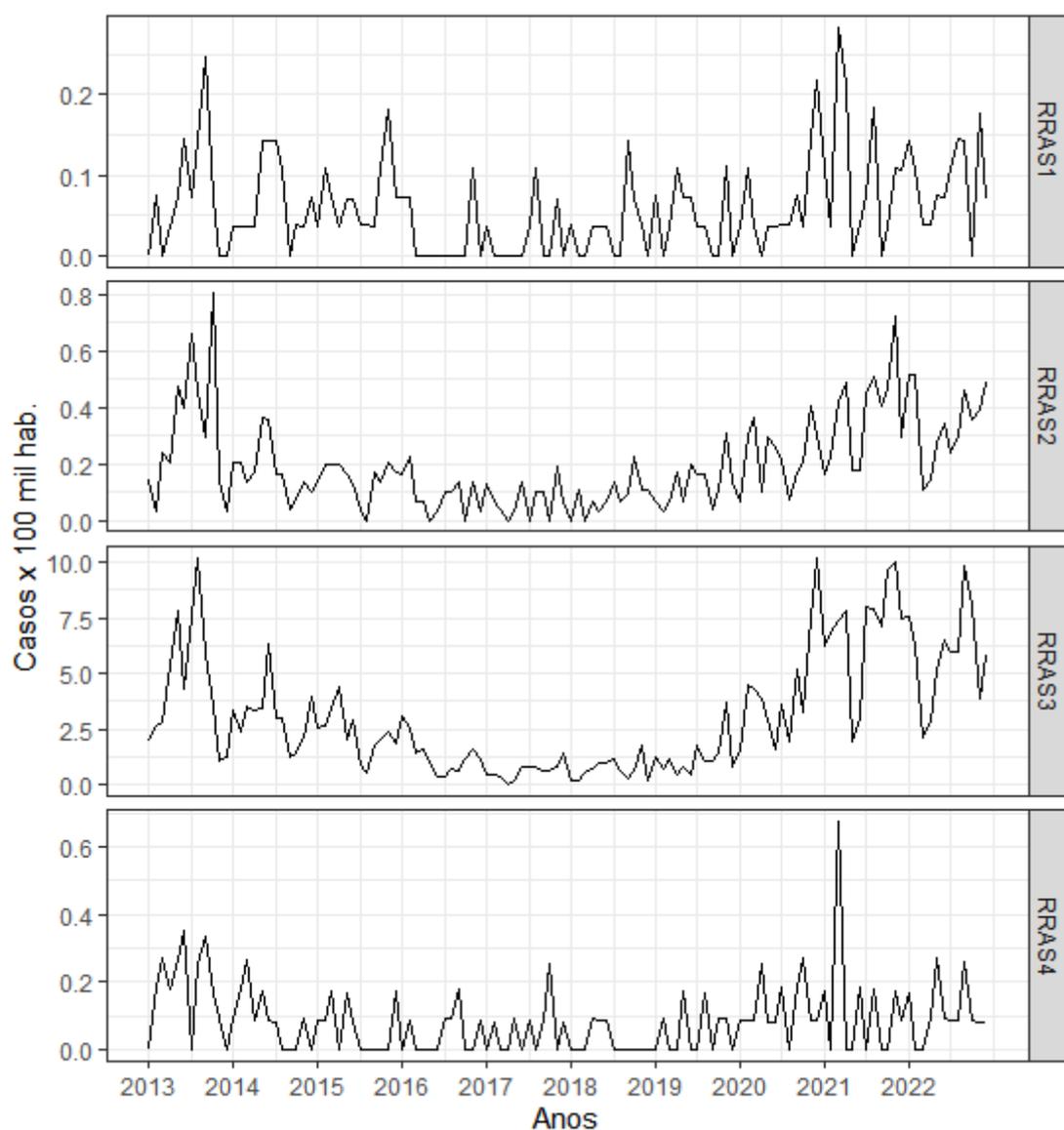
Verifica-se aumento do número de notificações de acidentes escorpionicos em todas as RRAS, inclusive na média do Estado (SP-média do Estado).

As RRAS com maior número de notificações no ano de 2013 e ano de 2022 continuaram as mesmas, RRAS 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15, ocorreram oscilações entre elas, por exemplo, a RRAS de Presidente Prudente (RRAS XI), em 2013 ocupava a 4ª região de saúde com maior número de notificações no estado, no ano de 2022 foi para segunda região de saúde com maior número de notificações do estado, a RRAS de Registro continua liderando com o maior número de notificações nos anos de 2013 e 2022.

3.3 Séries temporais

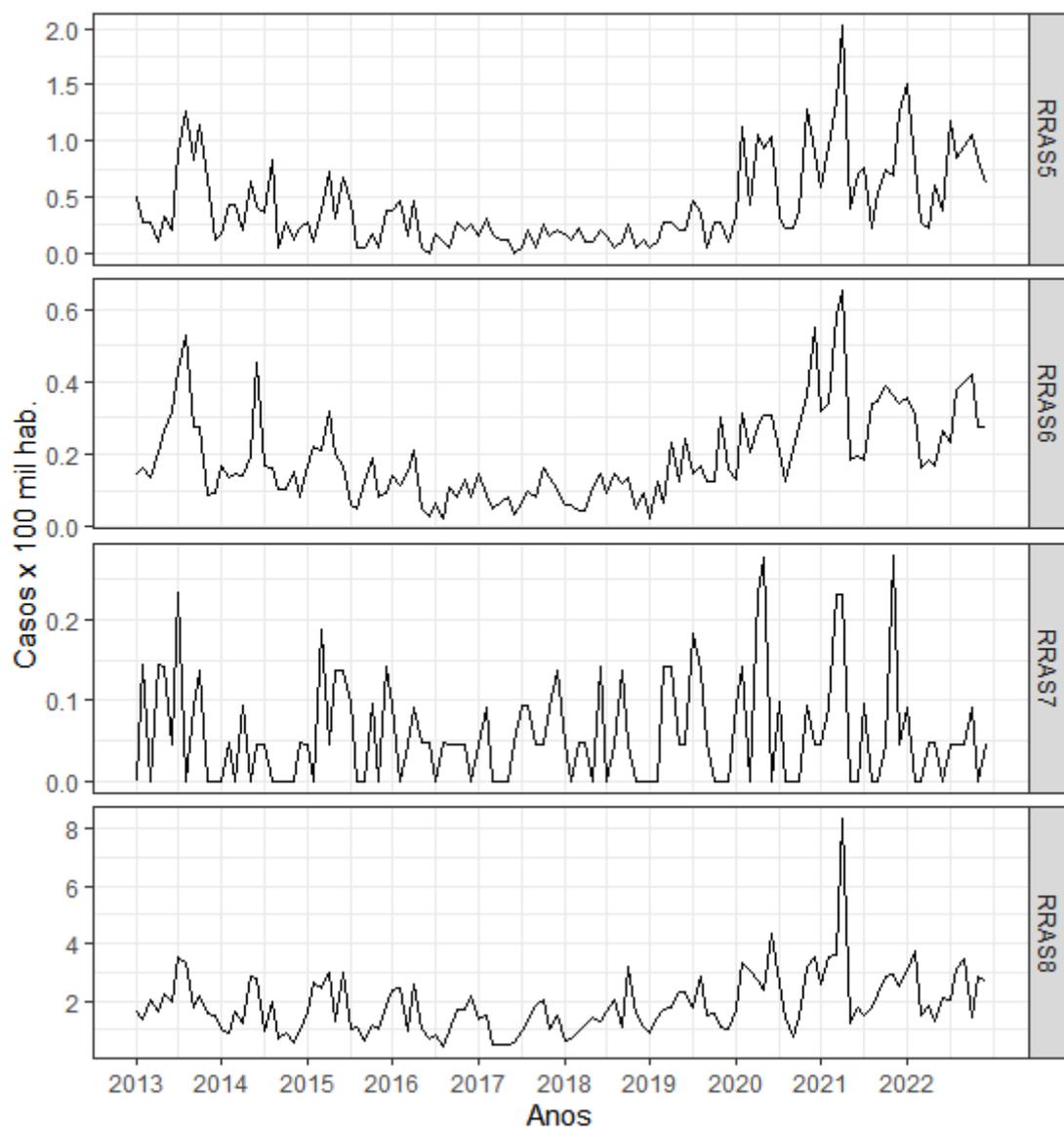
Nas figuras 5 a 8 estão representadas as séries temporais das taxas mensais de acidentes escorpionicos para as RRAS 1 a 17. Nota-se nas RRAS 1 a 4, que os dados tenderam a apresentar comportamento sazonal, com ciclos anuais de ataques de escorpiões.

Figura 5- Séries temporais para os registros mensais de acidentes escorpionicos nas RRAS 1 a 4 para os anos de 2013 a 2022.



Fonte: O autor

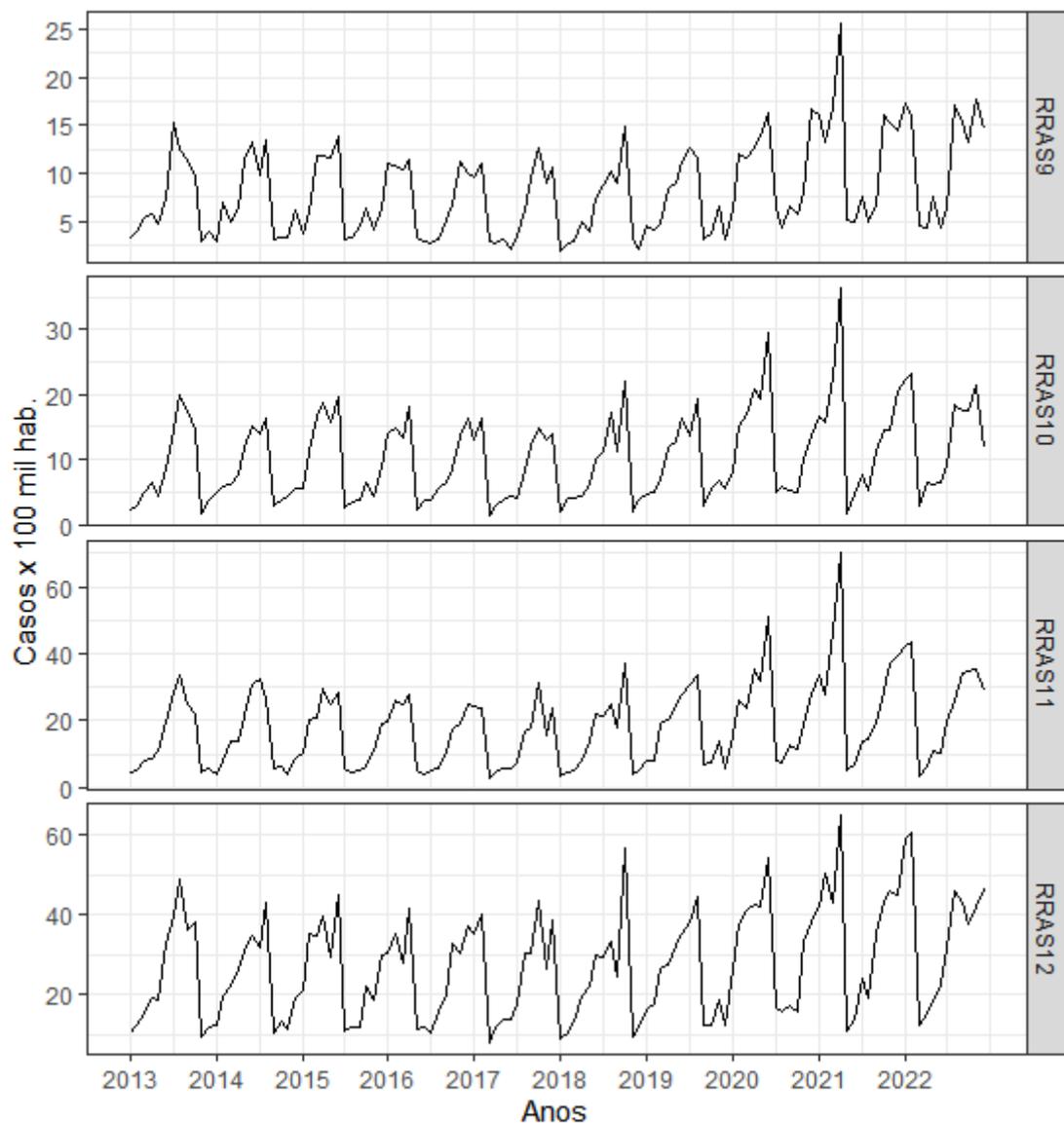
Figura 6- Séries temporais para os registros mensais de acidentes escorpiônicos nas RRAS 5 a 8 para os anos de 2013 a 2022.



Fonte: O autor

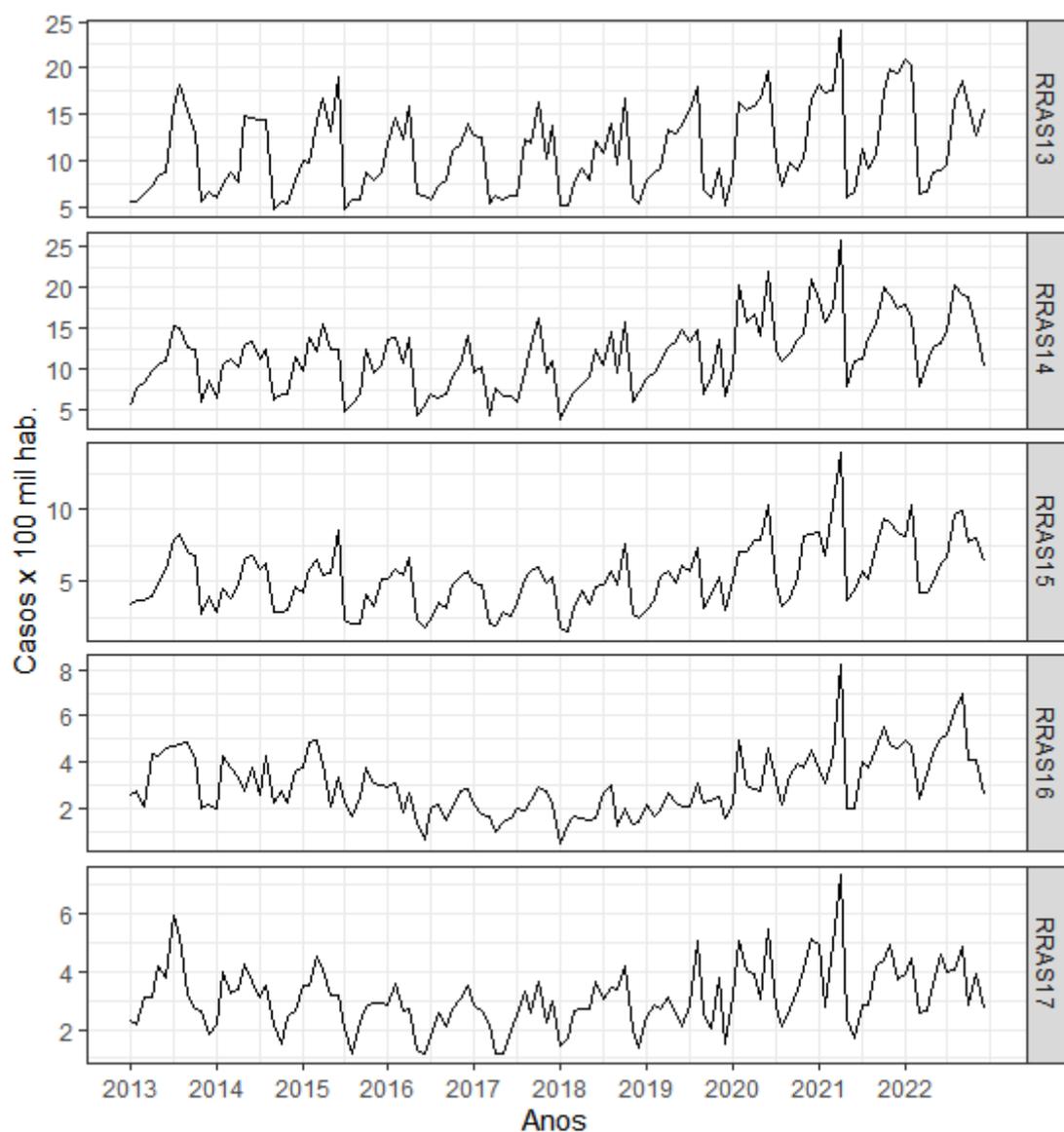
Nota-se também que nas RRAS 2, 5 e 6, a partir do ano de 2017 há uma tendência à redução no número de notificações com retomada do crescimento a partir de 2020.

Figura 7- Séries temporais para os registros mensais de acidentes escorpiônicos nas RRAS 9 a 12 para os anos de 2013 a 2022.



Fonte: O autor

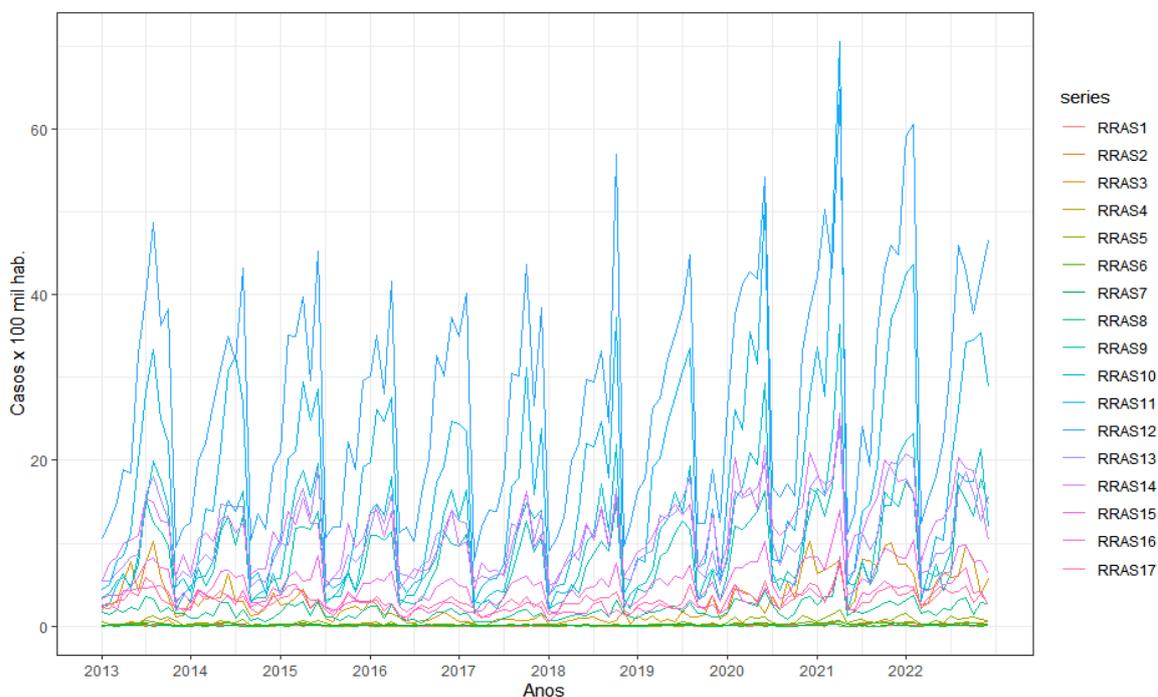
Figura 8- Séries temporais para os registros mensais de acidentes escorpiônicos nas RRAS 13 a 17 para os anos de 2013 a 2022.



Fonte: O autor

Próximo ao início do ano de 2021, em quase todas as RRAS nota-se claramente um pico nas notificações de acidentes escorpiônicos.

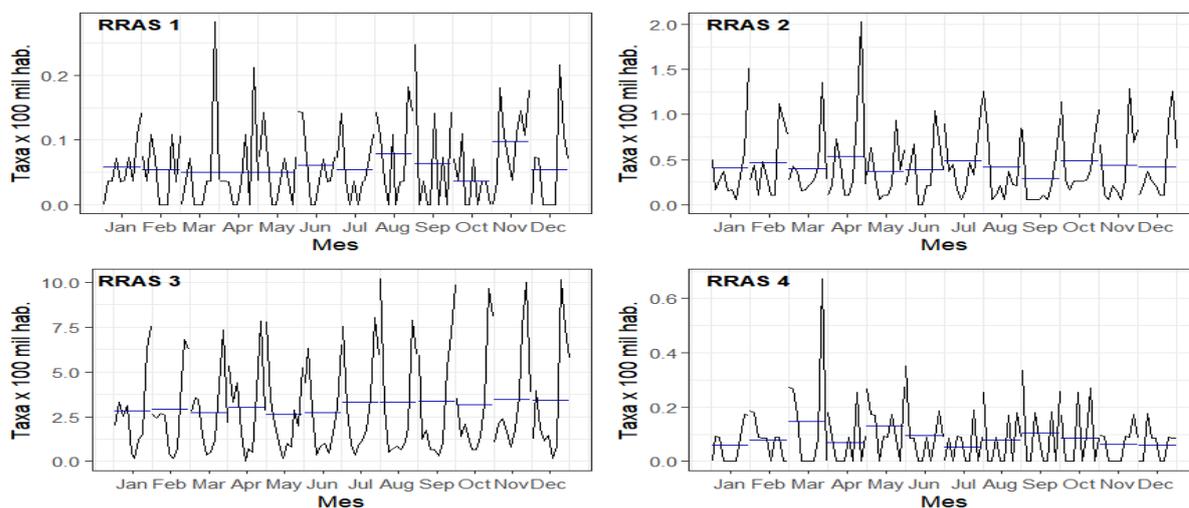
Figura 9- Séries temporais para os registros mensais de acidentes escorpionicos nas RRAS 1 a 17 para os anos de 2013 a 2022.



Fonte: O autor

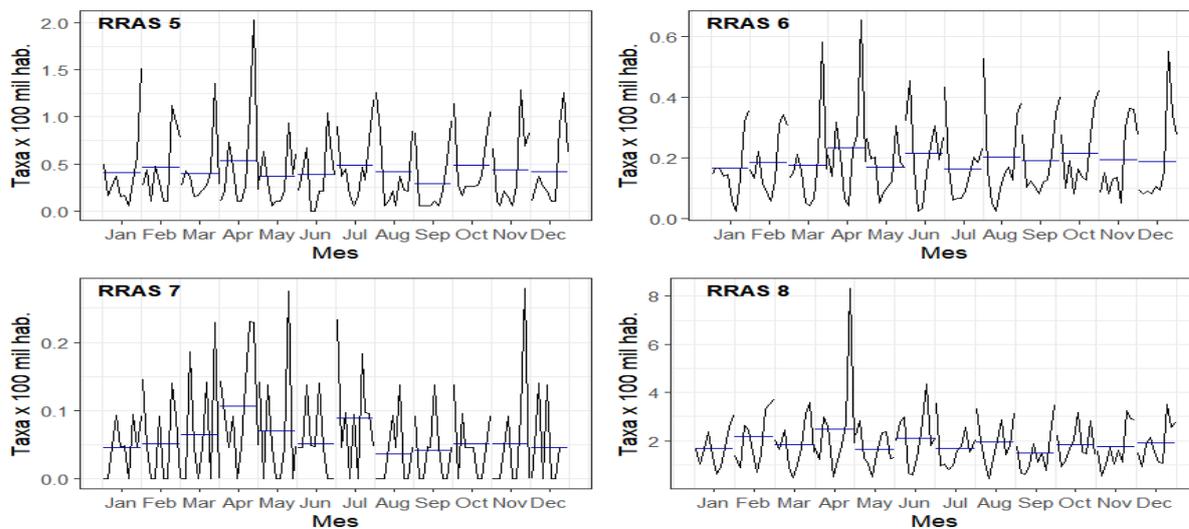
Na figura 9, podem ser observados os dados agregados de todas as séries temporais.

Figura 10- Gráficos dos componentes sazonais (linhas azuis) para os dados mensais agrupados por mês dos registros de acidentes escorpionicos nas RRAS 1 a 4 para os anos de 2013 a 2022.



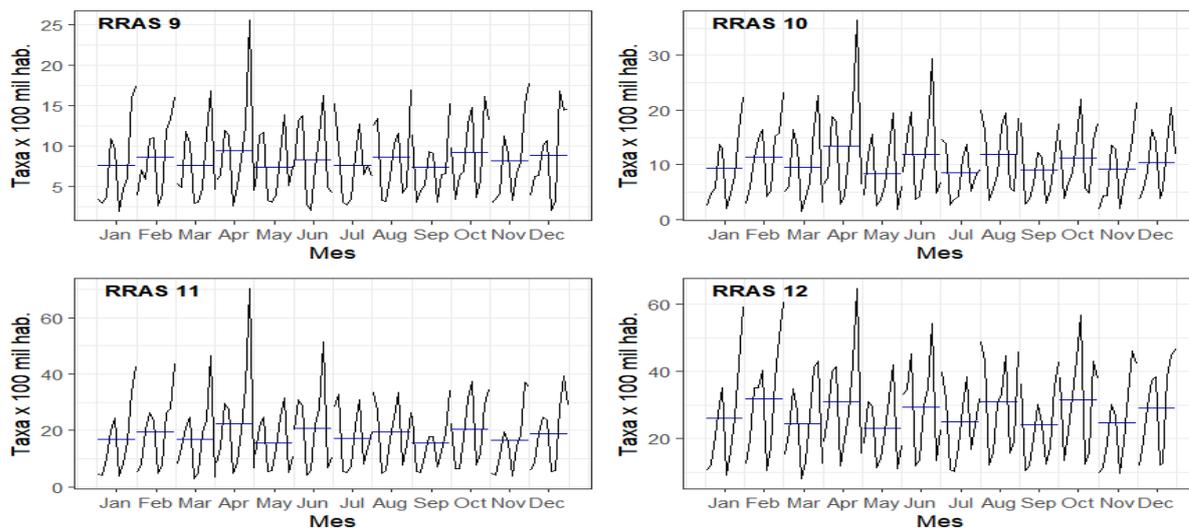
Fonte: O autor

Figura 11- Gráficos dos componentes sazonais (linhas azuis) para os dados mensais agrupados por mês dos registros de acidentes escorpionicos nas RRAS 5 a 8 para os anos de 2013 a 2022.



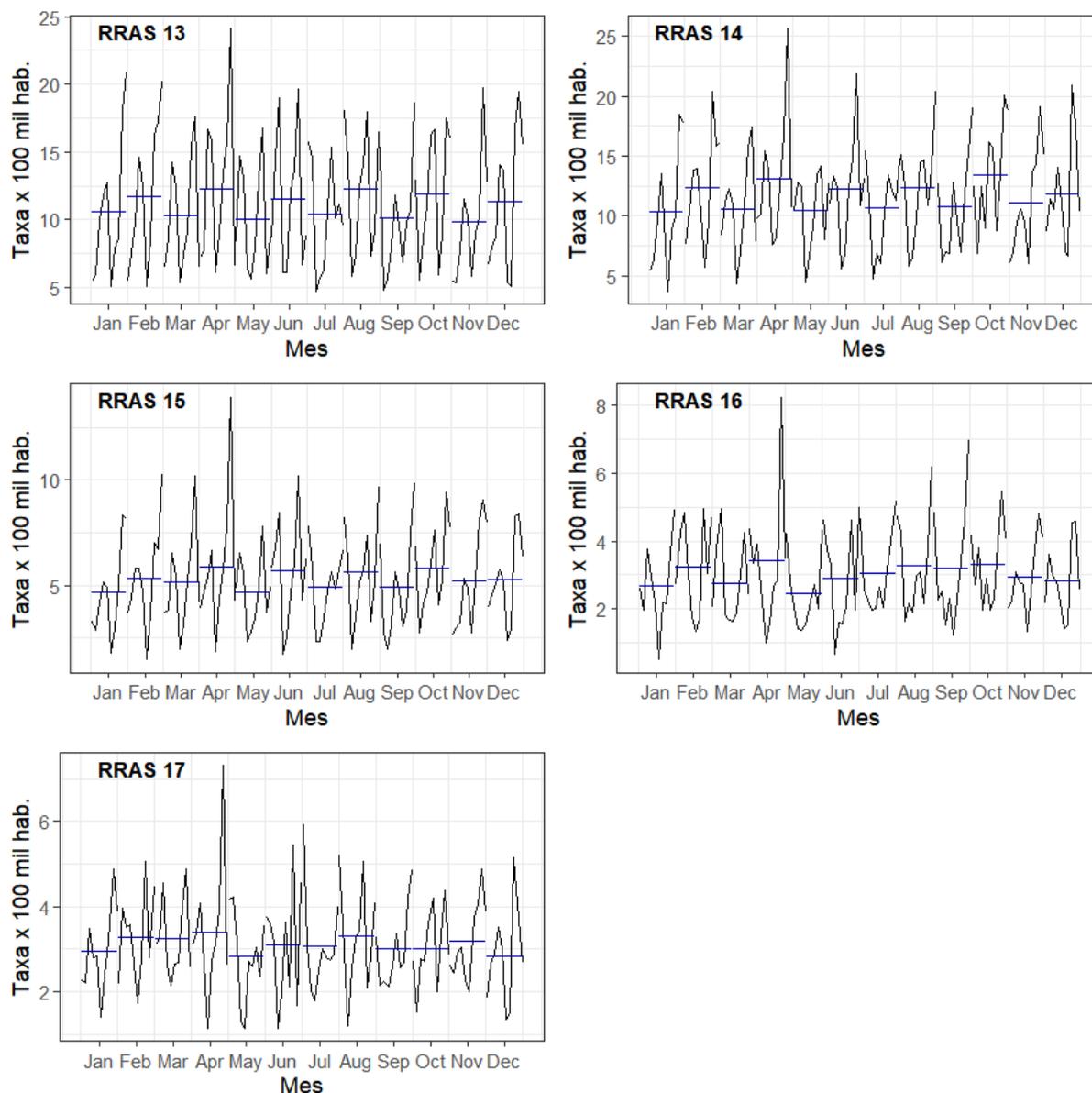
Fonte: O autor

Figura 12- Gráficos dos componentes sazonais (linhas azuis) para os dados mensais agrupados por mês dos registros de acidentes escorpionicos nas RRAS 9 a 12 para os anos de 2013 a 2022.



Fonte: O autor

Figura 13- Gráficos dos componentes sazonais (linhas azuis) para os dados mensais agrupados por mês dos registros de acidentes escorpiônicos nas RRAS 13 a 17 para os anos de 2013 a 2022.



Fonte: O autor

Nas figuras 10 a 13 verifica-se o resultado dos gráficos temporais dos componentes sazonais para os registros mensais de picadas de escorpião nas RRAS 1 a 17. Em quase todos os casos, verificam-se picos sazonais no mês abril. Na RRAS 12 não houve mesma disparidade comparada as outras RRAS.

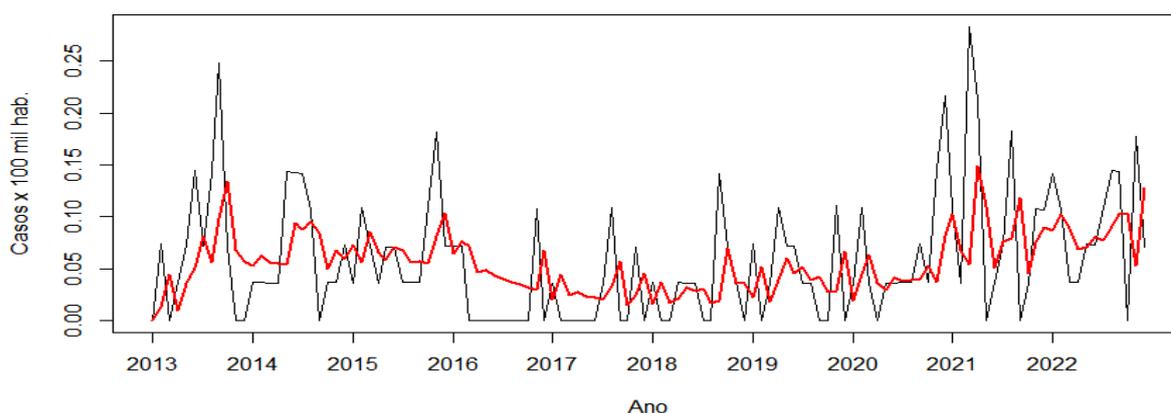
Consideramos que no modelo ARIMA (p, d, q), p = ordem do modelo autoregressivo; d = o grau de diferenciação; e q = ordem do modelo de média móvel. Para a RRAS 1, construiu-se um modelo de ordem ARIMA (0,1,2) com dois

coeficientes negativos de média móvel ($MA1=-0,624$ e $MA2=-0,275$), o que indica que o valor atual da série temporal está negativamente relacionado aos erros dos dois períodos anteriores. A magnitude do coeficiente $MA1$ ($-0,624$) sugere que o impacto do erro anterior no valor atual da série temporal é moderado. Em contraste, a magnitude do coeficiente $MA2$ ($-0,275$) sugere que o impacto do erro de dois períodos antes no valor atual da série temporal é menor. O modelo assume que a série temporal não possui termo autorregressivo ($p=0$). O modelo não foi significativo no teste de Box-Ljung ($p = 0,360$) o que indica que os resíduos não apresentam autocorrelação.

Nas figuras 14 a 45 são apresentadas as séries modeladas e valores previstos para os dois anos subsequentes.

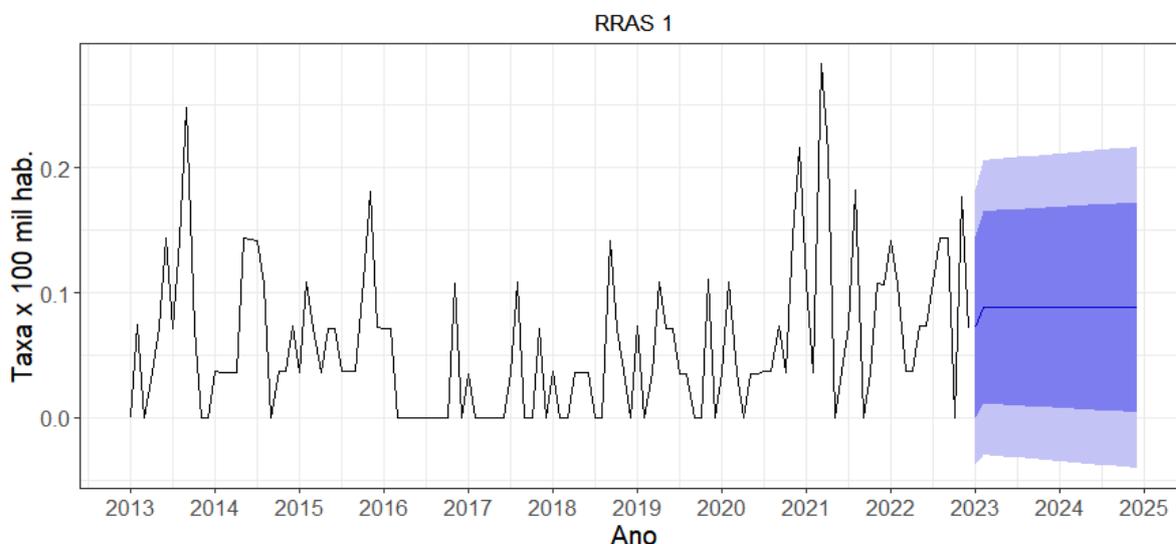
Na figura 14 são apresentadas as linhas temporais reais e previstas pelo modelo. Como não existem termos autorregressivos, este é um modelo simples que inclui apenas as médias móveis e as previsões resultam em uma linha reta (figura 15).

Figura 14- Série temporal de ordem ARIMA (0,1,2) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 1. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Figura 15- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal (ARIMA(0,1,2)) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 1. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.



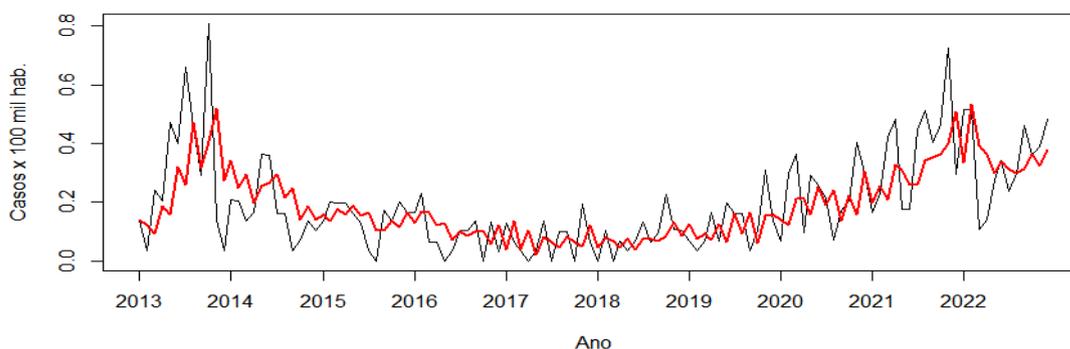
Fonte: O autor

Para RRAS 2 obteve-se um modelo ARIMA(1,1,2), com termo de diferença ($d=1$), o que indica que a série temporal foi diferenciada uma vez para remover a tendência. O termo autorregressivo ($AR1=-0,648$) negativo indica que o valor atual da série temporal está negativamente relacionado ao seu valor defasado. A magnitude ($-0,648$) sugere que o efeito do valor anterior sobre o valor atual da série temporal é moderado.

O coeficiente positivo do primeiro termo de média móvel ($0,060$) indica que o valor atual da série temporal está positivamente relacionado ao erro do período anterior. O coeficiente negativo do segundo termo da média móvel ($-0,684$) indica que o valor atual da série temporal está negativamente relacionado ao erro de dois períodos atrás. No entanto, uma vez que o valor p para o coeficiente MA2 não foi estatisticamente significativo ($p=0,661$), sugerindo que pode não ser diferente de zero, consideramos que o mesmo não tem impacto significativo no modelo.

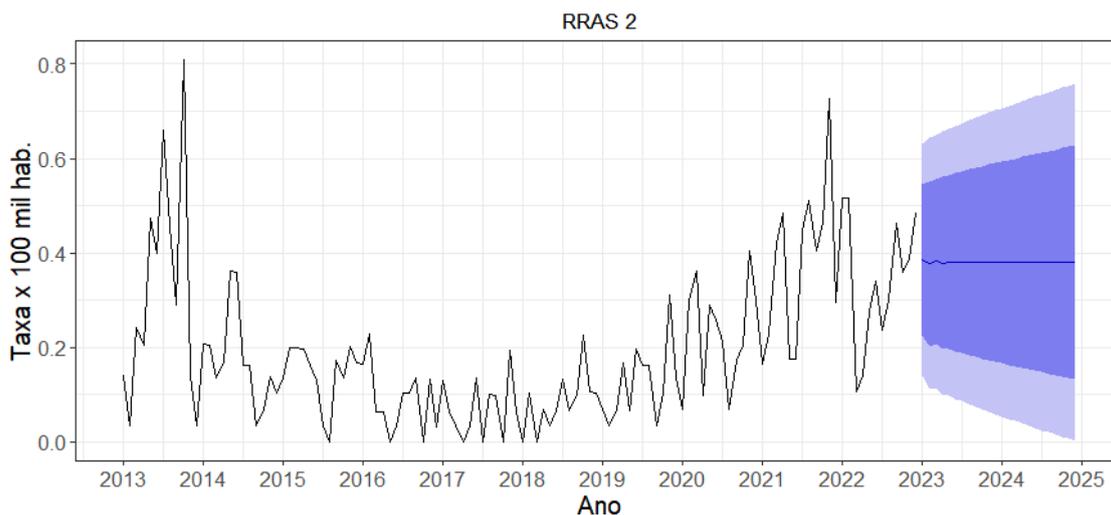
Os resíduos do modelo não apresentaram autocorrelação significativa no teste de Box-Ljung ($p = 0,158$). A figura 16 representa graficamente o modelo proposto para a RRAS 2 e a figura 17, as previsões obtidas a partir dos valores especificados.

Figura 16- Série temporal de ordem ARIMA(1,1,2) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 2. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Figura 17- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal (ARIMA(1,1,2)) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 2. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.



Fonte: O autor

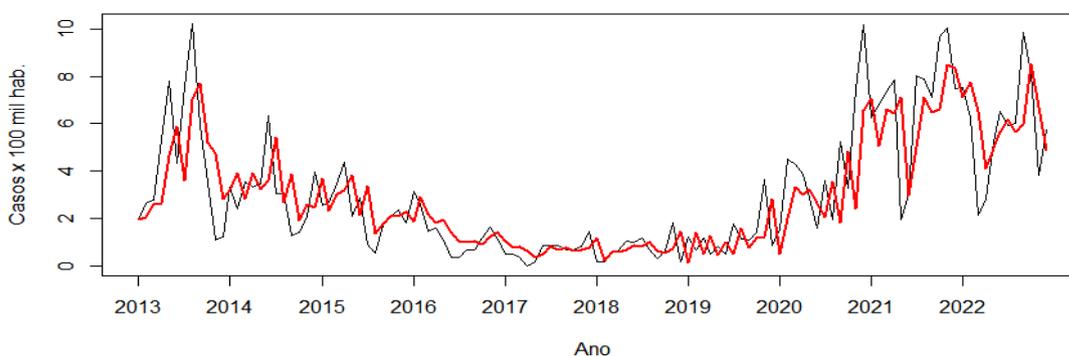
Para a RRAS 3, obteve-se um ARIMA (0,1,2), similar a RRAS 2. O modelo não possui termos autorregressivos, necessitou de uma diferenciação para obter-se a estacionaridade e possui dois coeficientes de médias móveis estatisticamente significativas. O primeiro coeficiente (MA1 = 0,302), sugere que o valor atual da série temporal está negativamente relacionado ao termo de erro no período anterior. Ou

seja, se houvesse um erro positivo no período anterior, tenderia a diminuir o valor atual da série temporal em 0,302 unidades. O segundo coeficiente ($MA2 = 0,085$) da defasagem 2, o que sugere que o valor atual da série temporal está positivamente relacionado ao termo de erro dois períodos atrás. Ou seja, se houve um erro positivo dois períodos atrás, ele tenderia a aumentar o valor atual da série temporal em 0,085 unidades.

Com base nesses coeficientes, o modelo ARIMA (0,1,2) sugere-se que o valor atual da série temporal não depende de seus valores passados (não foram estimados coeficiente AR), mas é influenciado pelos termos de erro nos dois períodos anteriores (coeficientes MA).

O modelo foi significativo no teste de Box-Ljung ($p=0.003$) o que indica que os resíduos são autocorrelacionados. Diante deste cenário, recomenda-se para esta série um modelo diferente do método baseado em ARIMA para capturar a tendência temporal dos dados. A figura 18 representa graficamente o modelo proposto para a RRAS 3 e a figura 19, as previsões obtidas a partir dos valores especificados.

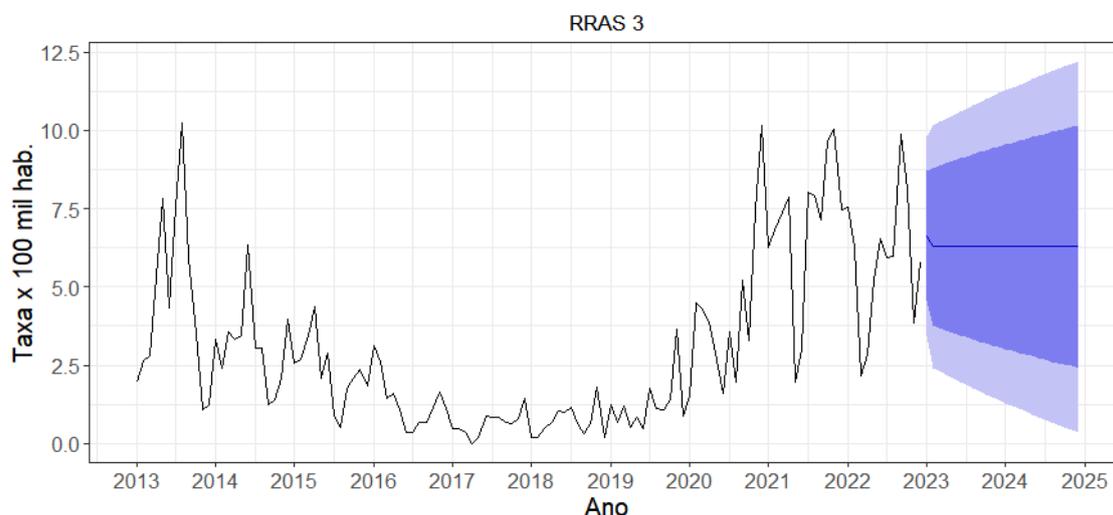
Figura 18- Série temporal de ordem ARIMA(0,1,2) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 3. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Nota-se que como o modelo foi satisfatório para esta RRAS, a série prevista foi muito semelhante à série real.

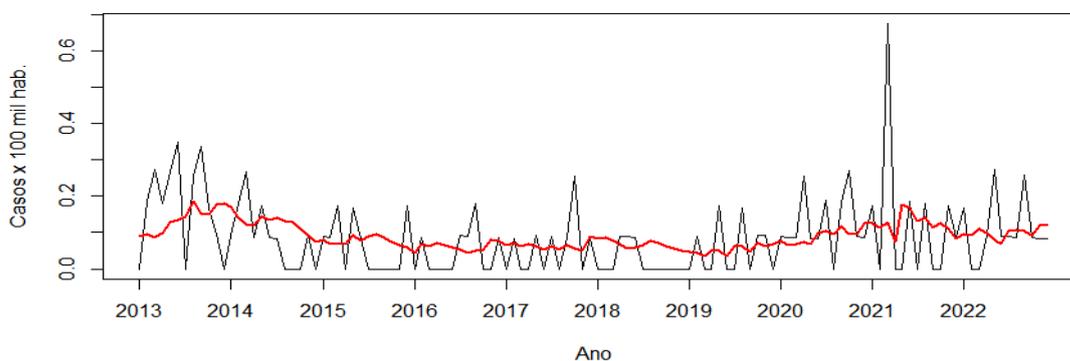
Figura 19- Série temporal (ARIMA(0,1,2)) proposto para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 3. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

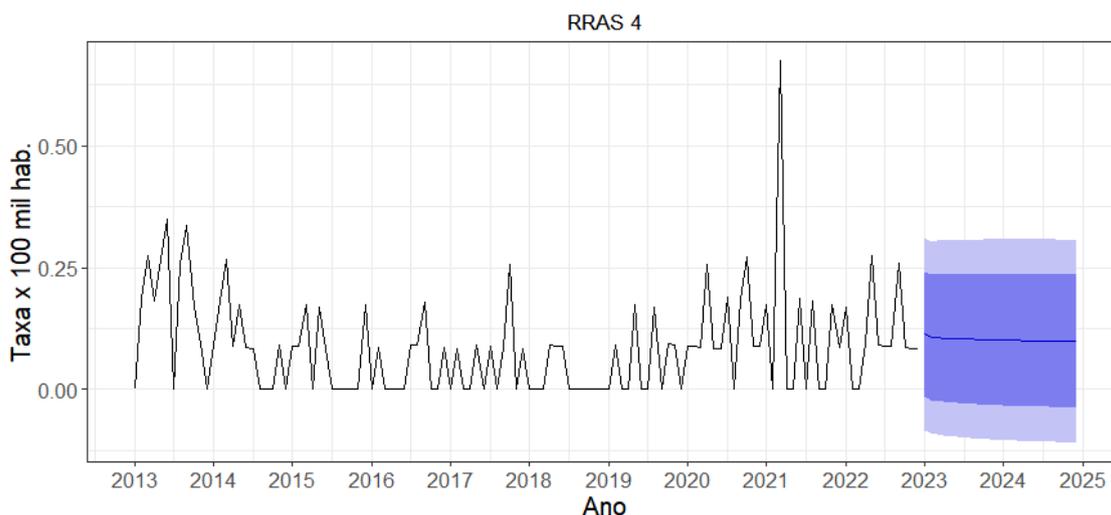
Para a RRAS 4, obteve-se um modelo de ordem ARIMA(1,0,2), o que significa que inclui um termo autorregressivo (AR1), sem diferenciação (0 no segundo parâmetro) e dois termos de média móvel (MA1 e MA2). O intercepto do modelo resultou em 0,096, que representa o valor médio estimado da série temporal. O coeficiente AR1 = 0,930, indica que o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com seu valor defasado e a série temporal tem persistência. O coeficiente MA1 = -0,995 significa que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel defasada com defasagem de um período e sugere que há um grande choque negativo na série temporal ao longo do tempo. O coeficiente MA2 = 0,173, não foi significativo. Os resíduos não apresentaram autocorrelação significativa no teste de Box-Ljung ($p=0,261$). Os valores reais e a previsão do modelo estão ilustrados na figura 20. Na figura 21 podem ser observados os valores previstos para dois anos subsequentes.

Figura 20- Série temporal de ordem ARIMA(1,0,2) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 4. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Figura 21- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal (ARIMA(1,0,2)) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 4. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.



Fonte: O autor

Para a RRAS 5, obteve-se um modelo de ordem SARIMA(2,1,3)(2,0,1)[12], o que significa que inclui dois termos autorregressivos (AR1 e AR2), um diferencial (1 no segundo parâmetro) e três termos de média móvel (MA1, MA2 e MA3), bem como dois termos autorregressivos sazonais (SAR1 e SAR2), um diferencial sazonal (0 no quinto parâmetro) e um termo médio móvel sazonal (SMA1) com um período sazonal

de 12 meses. O coeficiente $AR1 = 1,580$, indica que o valor atual da série temporal está fortemente correlacionado positivamente com valores de uma defasagem de período de tempo. Isso indica que a série temporal tem forte persistência. O coeficiente $AR2 = -0,910$, indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor defasado com uma defasagem de dois períodos de tempo. Isso sugere que pode haver alguma sazonalidade nos dados que estão sendo capturados pelo modelo.

O coeficiente $MA1 = -2,237$, indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel defasada em um período de tempo. Isso sugere que pode haver algum grande choque negativo na série temporal que está sendo corrigida ao longo do tempo pelo modelo. Em contraste o coeficiente $MA2 = 1,800$, indica que o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com seu valor médio móvel defasado com uma defasagem de dois períodos de tempo, o que sugere que pode haver alguma persistência ou impulso no componente de média móvel do modelo.

O coeficiente $MA3 = -0,504$, indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel defasada com uma defasagem de três períodos de tempo, o que também sugere alguma sazonalidade no componente de média móvel do modelo.

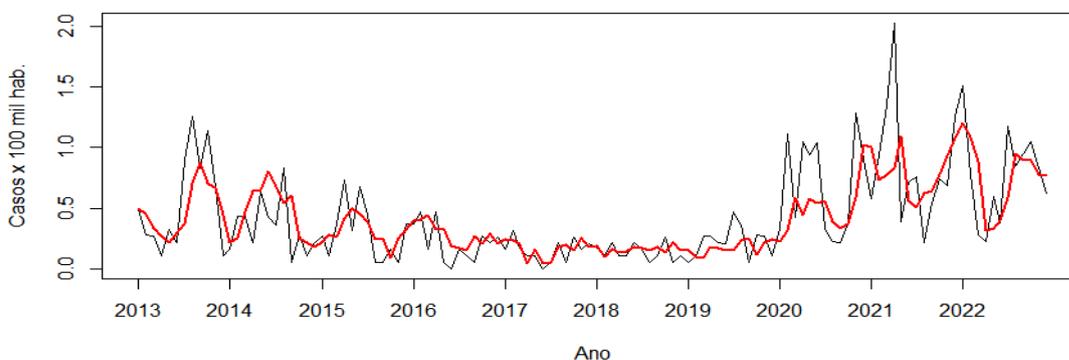
O coeficiente $SAR1 = -0,469$, indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor sazonal defasado com defasagem de um período sazonal (isto é, 12 meses neste caso). Isso sugere que pode haver alguma sazonalidade nos dados que estão sendo capturados pelo modelo. O coeficiente $SAR2 = -0,216$, indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor sazonal defasado com defasagem de dois períodos sazonais (isto é, 24 meses neste caso). No entanto, como esse coeficiente não é estatisticamente significativo, sua contribuição para o modelo pode ser desprezível.

O coeficiente $SMA1 = 0,400$, indica que o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com seu valor médio móvel sazonal defasado com defasagem de um período sazonal. No entanto, como esse coeficiente não é estatisticamente significativo, sua contribuição para o modelo também pode ser desprezível.

Os resíduos apresentaram autocorrelação no teste de Box-Ljung ($p = 0,017$), o que sugere que outros modelos devem ser testados para modelar os dados. Na

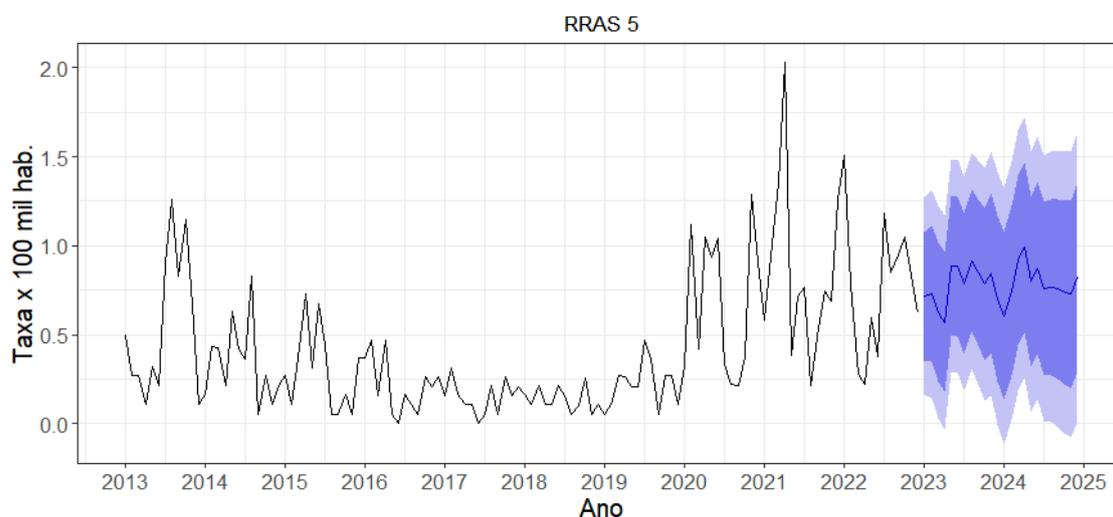
figura 22 é apresentada a série real x prevista e na figura 23, os valores previstos pelo modelo para os dois anos subsequentes.

Figura 22- Série temporal de ordem SARIMA(2,1,3)(2,0,1)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 5. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Figura 23- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal SARIMA(2,1,3)(2,0,1)[12] para notificações de acidentes por picada de escorpião na RRAS 5. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.



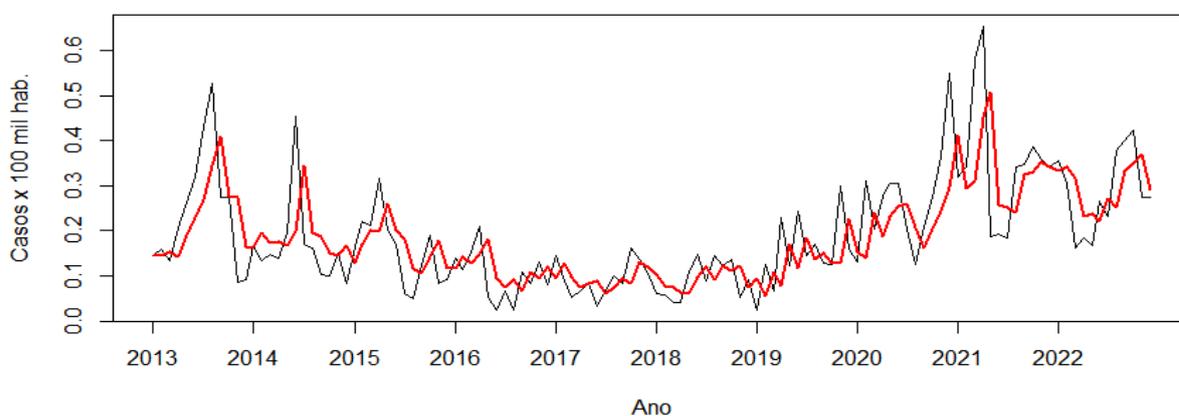
Fonte: O autor

Para a RRAS 6 obteve-se um modelo de ordem do ARIMA(1,1,1), o que significa que inclui um termo autorregressivo (AR1), um diferencial (1 no segundo parâmetro) e um termo de média móvel (MA1). O coeficiente AR1 = 0,458, indica que

o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com valores com defasagem de um período de tempo. Isso indica que a série temporal tem persistência. O coeficiente $MA1 = -0,887$ indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel anterior com defasagem de um período de tempo. Isso sugere que pode haver choque negativo na série temporal que está sendo corrigida ao longo do tempo pelo modelo.

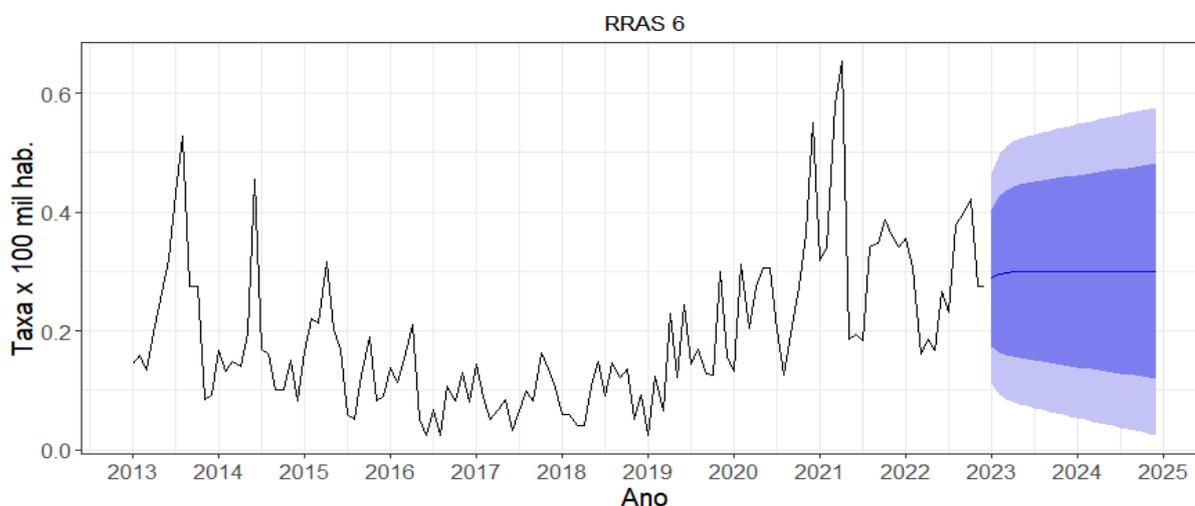
Os resíduos apresentaram autocorrelação significativa no teste de Box-Ljung ($p = 0.002$), o que sugere que modelos alternativos à ARIMA devem ser testados para modelar os dados. Na figura 24 é apresentada a série real x prevista e na figura 25, os valores previstos pelo modelo para os dois anos subsequentes.

Figura 24- Série temporal de ordem ARIMA(1,1,1) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 6. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

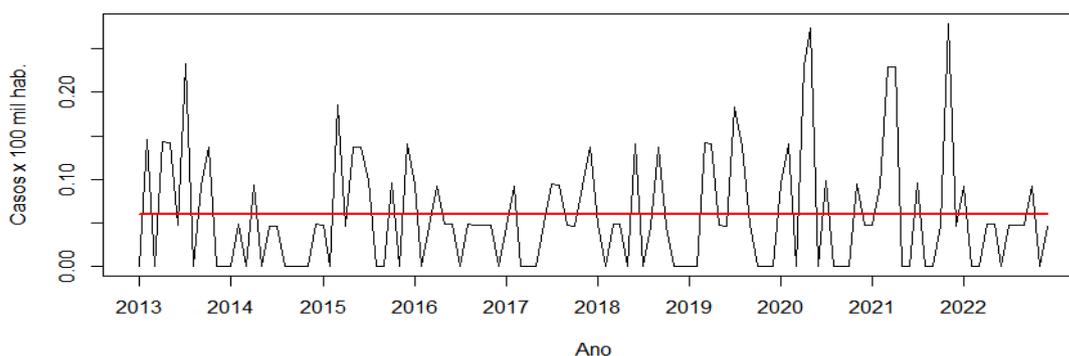
Figura 25- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal (ARIMA(1,1,1)) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 6. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.



Fonte: O autor

Para a RRAS 7, observou-se um modelo ARIMA(0,0,0), sem termos autorregressivos ou de média móvel. Interpretamos esse modelo como um processo de ruído aleatório, que não possui autocorrelação e tem variância constante no qual não há padrão ou estrutura temporal. Em outras palavras, o modelo assume que as observações na série temporal são independentes e identicamente distribuídas. O intercepto do modelo = 0,059, representa o valor médio estimado da série temporal (Figura 26).

Figura 26- Série temporal (ARIMA(0,0,0)) proposto para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 7. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Para a RRAS 8, obteve-se um modelo sazonal SARIMA(1,1,1)(0,0,2)[12] no qual inclui-se um termo autorregressivo (AR1), um diferencial (1 no segundo parâmetro), um termo de média móvel (MA1), bem como dois termos de média móvel sazonal (SMA1 e SMA2) com um período sazonal de 12. O coeficiente AR1 = 0,221, indica que o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com valores com defasagem de um período de tempo. Isso indica que a série temporal tem persistência. O coeficiente MA1 = -0,914, indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel com defasagem de um período de tempo. Isso sugere que pode haver choque negativo na série temporal que está sendo corrigida ao longo do tempo pelo modelo.

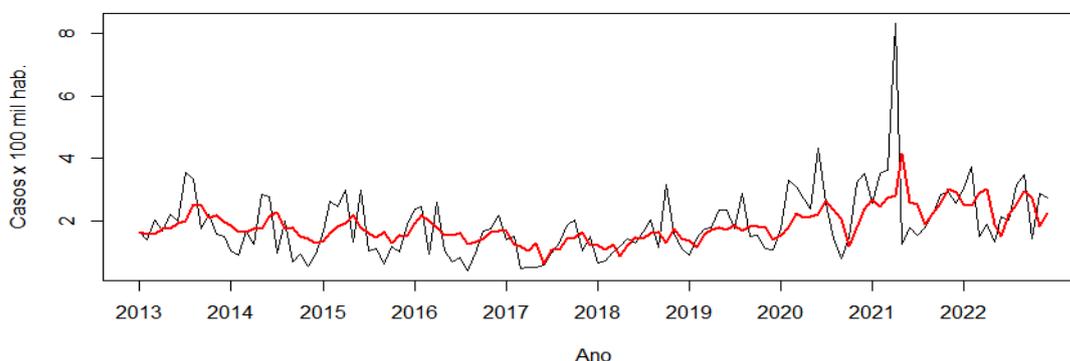
O coeficiente SMA1 = 0,152, o que significa que o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com seu valor médio móvel sazonal com defasagem de um período sazonal (isto é, 12 meses neste caso). No entanto, como esse coeficiente não é estatisticamente significativo ($p = 0,134$), sua contribuição para o modelo pode ser insignificante e não podemos concluir com segurança que existe um componente significativo de média móvel sazonal no modelo.

O coeficiente SMA2 = -0,260, indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor médio móvel sazonal anterior com defasagem de dois períodos sazonais (isto é, 24 meses neste caso). Isso sugere que pode haver alguma sazonalidade nos dados que estão sendo capturados pelo modelo.

Os resíduos não apresentaram autocorrelação significativa no teste de Box-Ljung ($p < 0,001$), sugerindo que outros modelos devem ser testados para capturar a tendência temporal dos dados.

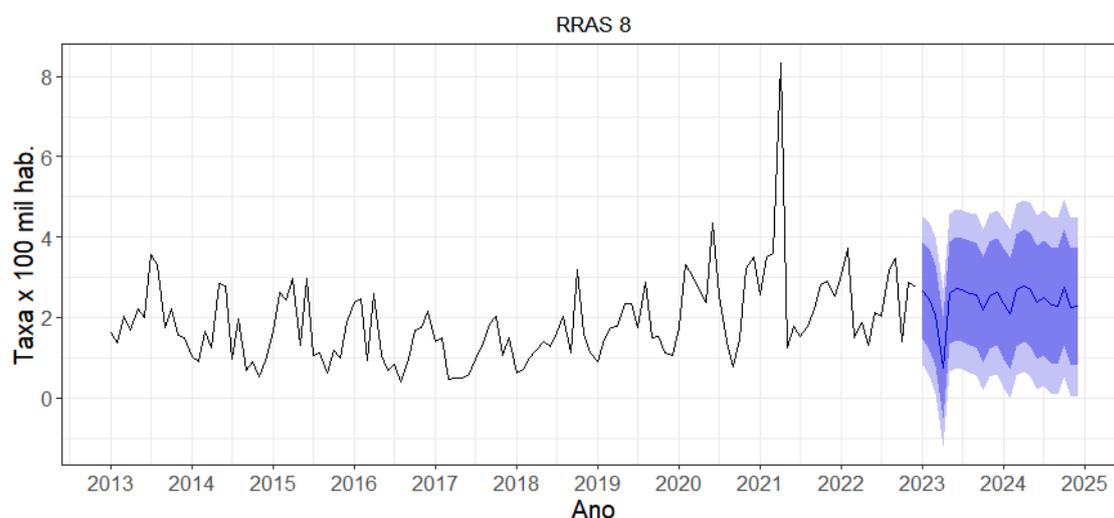
Na figura 27 é apresentada a série real x prevista e na figura 28, os valores previstos pelo modelo para os dois anos subsequentes.

Figura 27- Série temporal de ordem SARIMA(1,1,1)(0,0,2)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 8. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Figura 28- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal SARIMA(1,1,1)(0,0,2)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 8. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.



Fonte: O autor

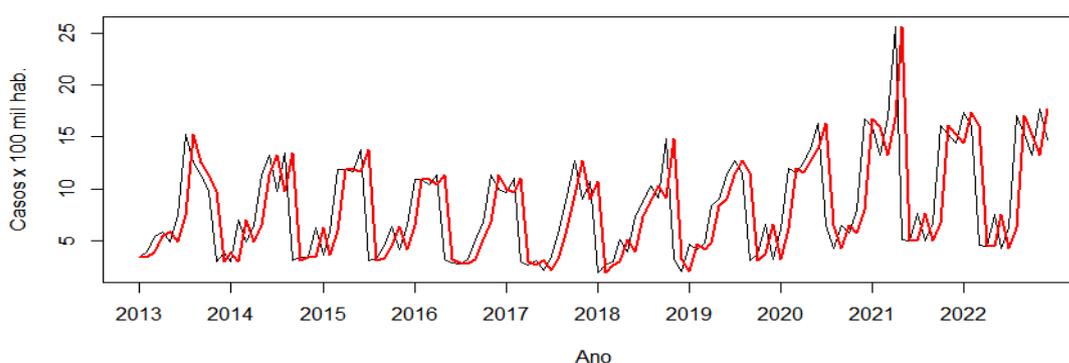
Para a RRAS 9 obteve-se modelo de ordem ARIMA(0,1,0), não sendo possível estimar coeficientes. O modelo inclui apenas que inclui uma diferenciação (1 no segundo parâmetro) e nenhum termo autorregressivo ou de média móvel. Em outras palavras, o modelo assume que a primeira diferença das observações na série temporal é estacionária e tem média constante.

Não sendo possível estimar coeficientes, não há informações disponíveis sobre a relação específica entre o valor atual da série temporal e seus valores

passados. No entanto, o intercepto do modelo pode representar a diferença média estimada da série temporal após a primeira diferenciação (Figura 29).

É importante observar que um modelo ARIMA(0,1,0) é um modelo básico e muitas vezes não é suficiente para capturar totalmente as dependências temporais nos dados.

Figura 29- Série temporal de ordem ARIMA(0,1,0) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 9. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Também foi possível notar a boa captação do modelo para esta RRAS, a série prevista foi praticamente igual a série real.

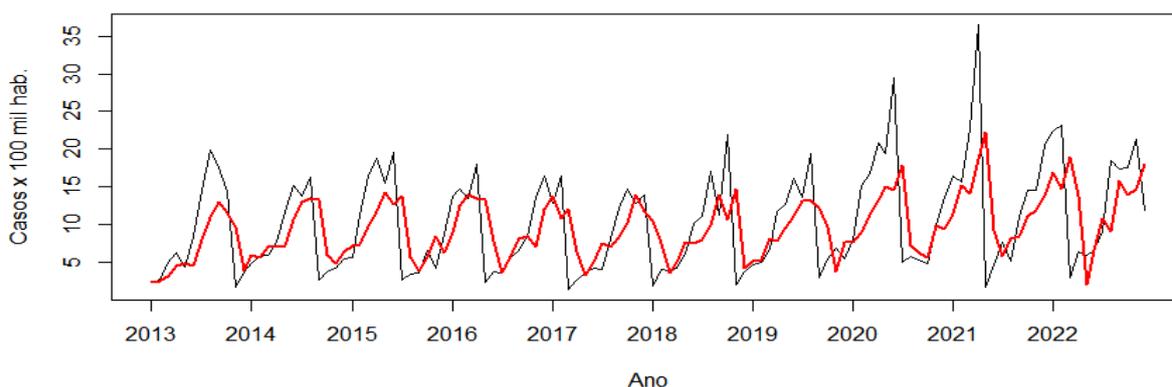
Para a RRAS 10 obteve-se um modelo de ordem ARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12] que não inclui termos autorregressivos (0 no primeiro parâmetro), um diferencial (1 no segundo parâmetro), dois termos de média móvel (MA1 e MA2), bem como um termo de média móvel sazonal (SMA1) com um período sazonal de 12. O coeficiente MA1 = -0,5375, indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel anterior com defasagem de um período de tempo. Isso sugere que pode haver choque negativo na série temporal que está sendo corrigida ao longo do tempo pelo modelo. O coeficiente MA2 = -0,4328, indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel com uma defasagem de dois períodos de tempo. Isso sugere que pode haver alguma persistência no componente de média móvel do modelo.

O coeficiente SMA1 = 0,4536, significa que o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com seu valor médio móvel sazonal defasado com

defasagem de um período sazonal (isto é, 12 meses neste caso). Isso sugere que pode haver alguma sazonalidade nos dados que estão sendo capturados pelo modelo.

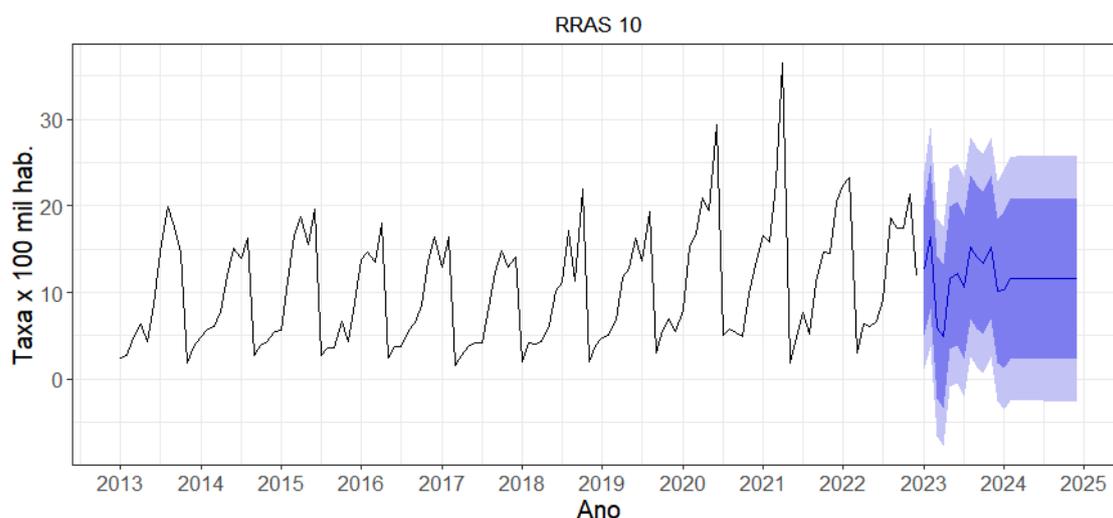
Os resíduos apresentaram autocorrelação significativa no teste de Box-Ljung ($p < 0,001$), o que sugere que outros modelos temporais devem ser testados para estes dados. Na figura 30 é apresentada a série real x prevista e na figura 31, os valores previstos pelo modelo para os dois anos subsequentes.

Figura 30- Série temporal de ordem SARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 10. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Figura 31- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal SARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 10. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.

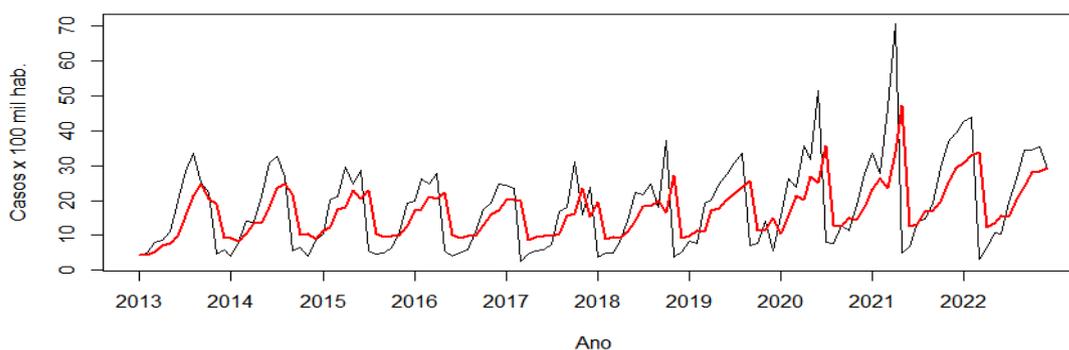


Fonte: O autor

Para a RRAS 11, obteve-se um modelo de ordem ARIMA(1,1,1) que inclui um termo autorregressivo (AR1), um diferencial (1 no segundo parâmetro) e um termo de média móvel (MA1). O coeficiente AR1= 0,509, significa que o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com seu valor defasado com defasagem de um período de tempo. Isso indica que a série temporal tem persistência. O coeficiente MA1 = -0,968, indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel defasada com defasagem de um período de tempo. Isso sugere que pode haver algum choque negativo na série temporal que está sendo corrigida ao longo do tempo pelo modelo.

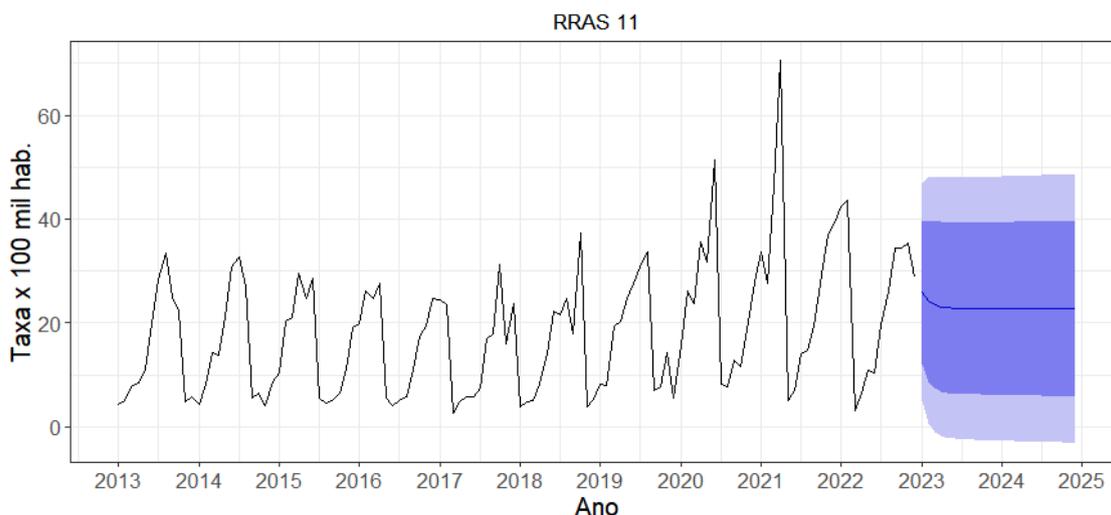
Os resíduos apresentaram autocorrelação significativa no teste de Box-Ljung ($p < 0,001$), o que sugere que outros modelos temporais devem ser testados para estes dados. Na figura 32 é apresentada a série real x prevista e na figura 33, os valores previstos pelo modelo para os dois anos subsequentes.

Figura 32- Série temporal de ordem ARIMA(1,1,1) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 11. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Figura 33- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal ARIMA(1,1,1) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 11. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.



Fonte: O autor

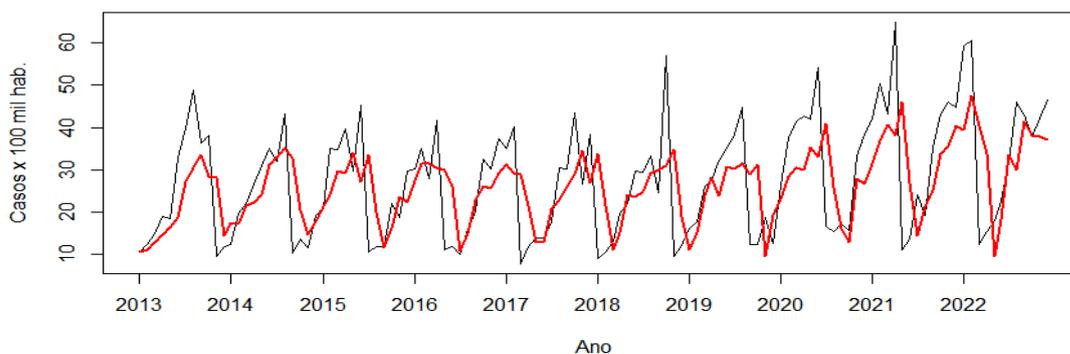
Para a RRAS 12, obteve-se um modelo sazonal de ordem SARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12], que não inclui termos autorregressivos (0 no primeiro parâmetro), um diferencial (1 no segundo parâmetro), dois termos de média móvel (MA1 e MA2), bem como um termo de média móvel sazonal (SMA1) com um período sazonal de 12. O coeficiente MA1 = -0,566, indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel defasada com defasagem de um período de tempo. Isso sugere que pode haver algum choque negativo na série temporal que está sendo corrigida ao longo do tempo pelo modelo. O coeficiente MA2 = -0,395, significa que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor médio móvel defasado com um atraso de dois períodos de tempo o que sugere que pode haver alguma persistência ou impulso no componente de média móvel do modelo.

O coeficiente SMA1 = 0,535, indica que o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com seu valor médio móvel sazonal defasado com defasagem de um período sazonal (isto é, 12 meses neste caso). Isso sugere que pode haver alguma sazonalidade nos dados que estão sendo capturados pelo modelo.

Os resíduos apresentaram autocorrelação significativa no teste de Box-Ljung ($p < 0,001$), o que sugere que outros modelos temporais devem ser testados para estes

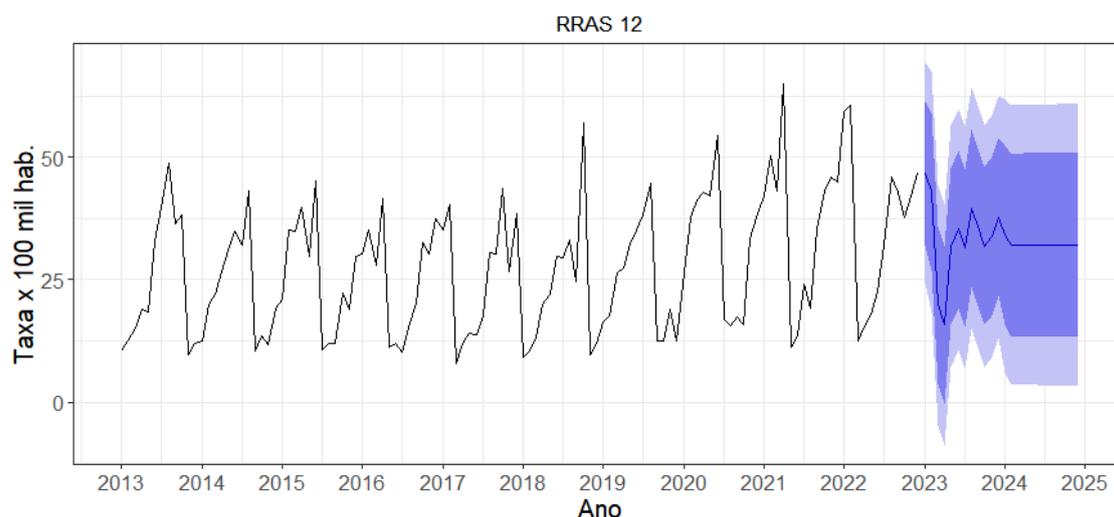
dados. Na figura 34 é apresentada a série real x prevista e na figura 35, os valores previstos pelo modelo para os dois anos subsequentes.

Figura 34- Série temporal de ordem ARIMA(1,1,1) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 12. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Figura 35- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal ARIMA(1,1,1) para notificações de acidentes por picada de escorpião na RRAS 12. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.



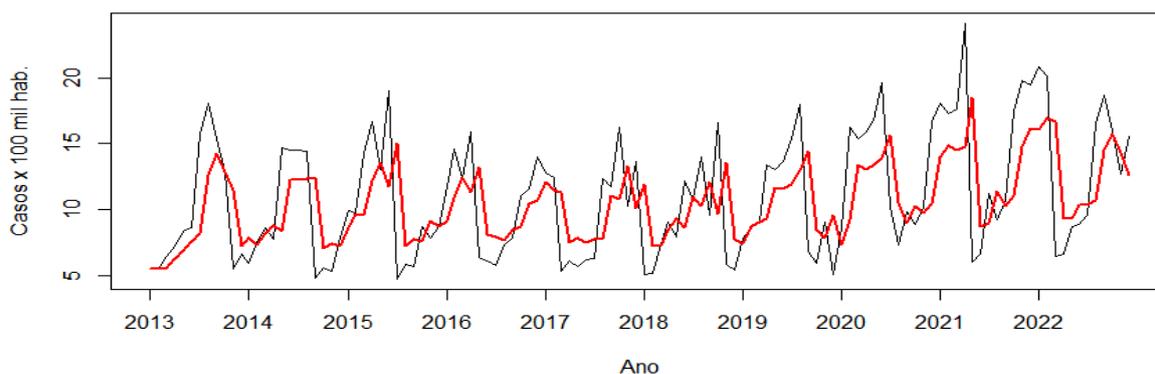
Fonte: O autor

Para a RRAS 13, obteve-se um modelo de ordem ARIMA(1,1,1) que inclui um termo autorregressivo (AR1), um diferencial (1 no segundo parâmetro) e um termo de

média móvel (MA1). O coeficiente $AR1 = 0,518$, o que significa que o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com seu valor defasado com defasagem de um período de tempo. Isso indica que a série temporal tem persistência ou momento. O coeficiente $MA1 = -0,967$, significa que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel defasada com defasagem de um período de tempo. Isso sugere que pode haver algum choque negativo na série temporal que está sendo corrigida ao longo do tempo pelo modelo.

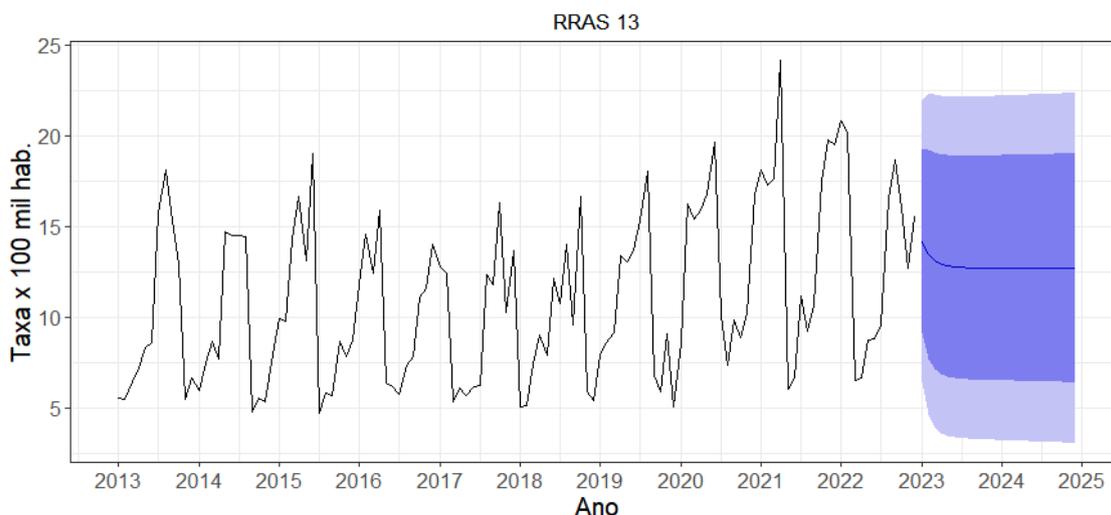
Os resíduos apresentaram autocorrelação significativa no teste de Box-Ljung ($p < 0,001$), o que sugere que outros modelos temporais devem ser testados para estes dados. Na figura 36 é apresentada a série real x prevista e na figura 37, os valores previstos pelo modelo para os dois anos subsequentes.

Figura 36- Série temporal de ordem $SARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12]$ para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 13. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Figura 37- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal SARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 13. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.



Fonte: O autor

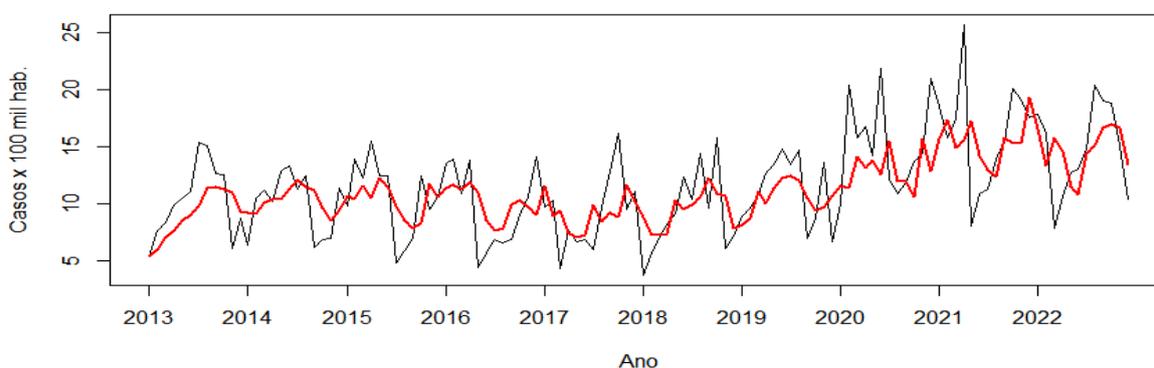
Para a RRAS 14, obteve-se modelo de ordem SARIMA(0,1,2)(2,0,0)[12] que não inclui termos autorregressivos (0 no primeiro parâmetro), um diferencial (1 no segundo parâmetro), dois termos de média móvel (MA1 e MA2), bem como dois termos autorregressivos sazonais (SAR1 e SAR2) com um período sazonal de 12. O coeficiente MA1 = -0,708 indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel defasada com defasagem de um período de tempo. Isso sugere que pode haver algum grande choque negativo na série temporal que está sendo corrigida ao longo do tempo pelo modelo. O coeficiente MA2 = -0,172 indica que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor médio móvel defasado com um atraso de dois períodos de tempo. Isso sugere que pode haver alguma persistência ou impulso no componente de média móvel do modelo. O coeficiente MA2 não é estatisticamente significativo. No entanto, se o nível de significância for 0,1, o coeficiente será considerado marginalmente significativo. A interpretação do coeficiente dependeria do nível de significância e do contexto dos dados.

O coeficiente SAR1 = 0,235, o que significa que o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com seu valor sazonal defasado com defasagem de um período sazonal (isto é, 12 meses neste caso). Isso sugere que pode haver

alguma sazonalidade nos dados que estão sendo capturados pelo modelo. O coeficiente SAR2 = -0,318, o que significa que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor sazonal defasado com defasagem de dois períodos sazonais. Isso sugere que pode haver alguma persistência ou impulso no componente sazonal do modelo.

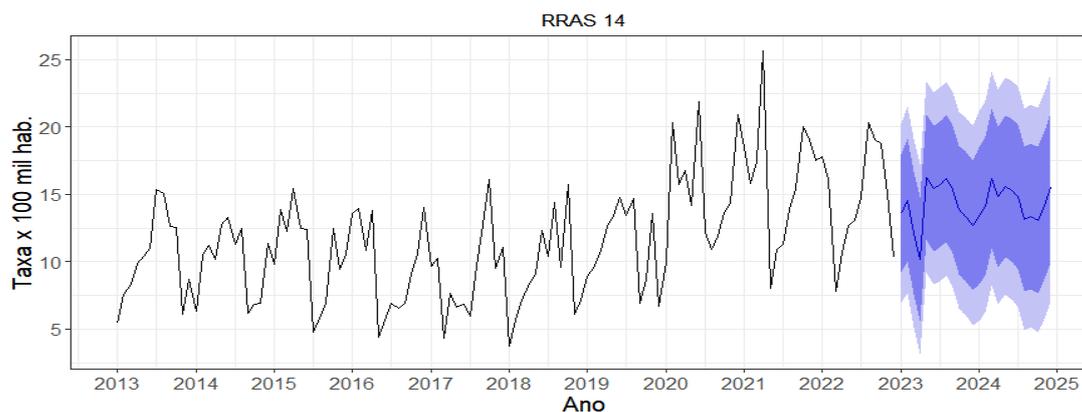
Os resíduos apresentaram autocorrelação significativa no teste de Box-Ljung ($p < 0,001$), o que sugere que outros modelos temporais devem ser testados para estes dados. Na figura 38 é apresentada a série real x prevista e na figura 39, os valores previstos pelo modelo para os dois anos subsequentes.

Figura 38- Série temporal de ordem SARIMA(0,1,2)(2,0,0)[12] para notificações de acidentes por picada de escorpião na RRAS 14. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Figura 39- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal SARIMA(0,1,2)(2,0,0)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 14. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.

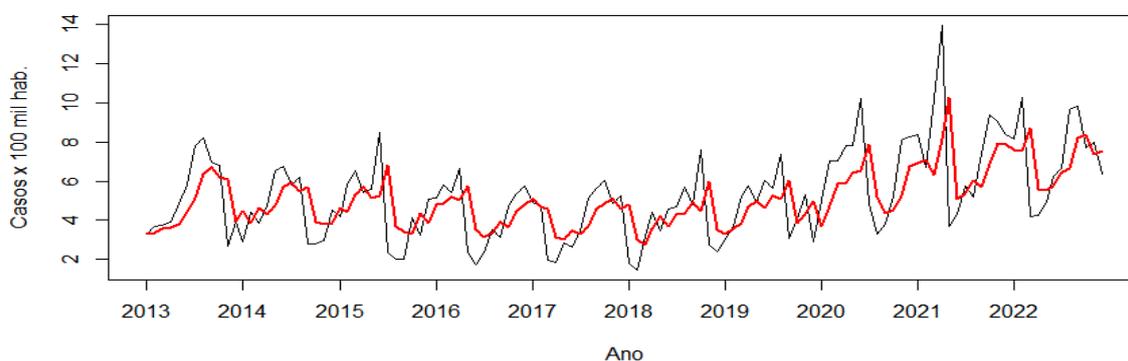


Fonte: O autor

Para a RRAS 15, obteve-se um modelo de ordem ARIMA(1,1,1), o que significa que inclui um termo autorregressivo (AR1), um diferencial (1 no segundo parâmetro) e um termo de média móvel (MA1). O coeficiente AR1 = 0,461 indica que o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com seu valor defasado com defasagem de um período de tempo. Isso indica que a série temporal tem persistência ou momento. O coeficiente MA1 = -0,934, significa que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel defasada com defasagem de um período de tempo. Isso sugere que pode haver algum choque negativo na série temporal que está sendo corrigida ao longo do tempo pelo modelo.

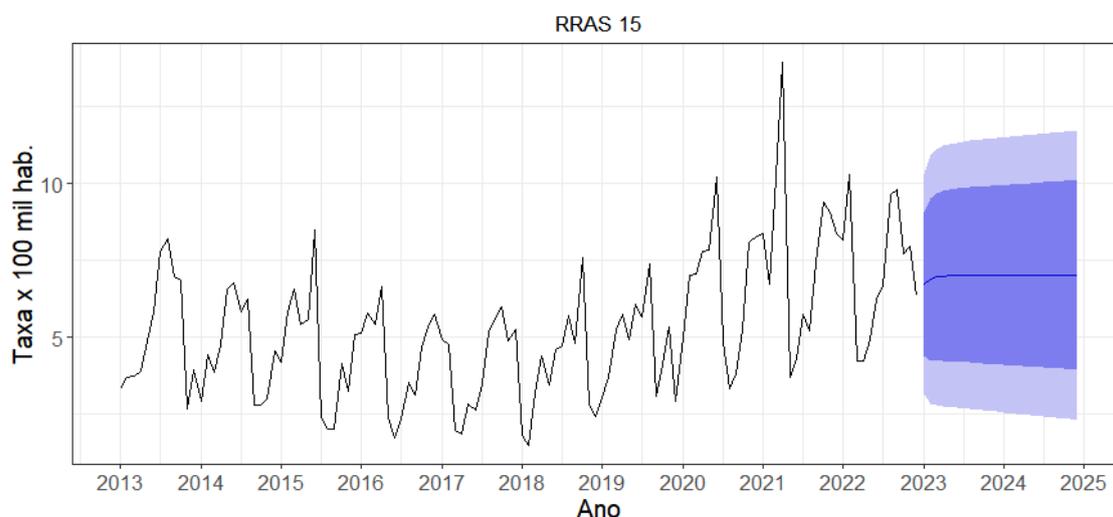
Os resíduos apresentaram autocorrelação significativa no teste de Box-Ljung ($p < 0,001$), o que sugere que outros modelos temporais devem ser testados para estes dados. Na figura 40 é apresentada a série real x prevista e na figura 41, os valores previstos pelo modelo para os dois anos subsequentes.

Figura 40- Série temporal de ordem ARIMA(1,1,1), para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 15. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Figura 41- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal ARIMA(1,1,1), para notificações de acidentes por picada de escorpião na RRAS 15. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.



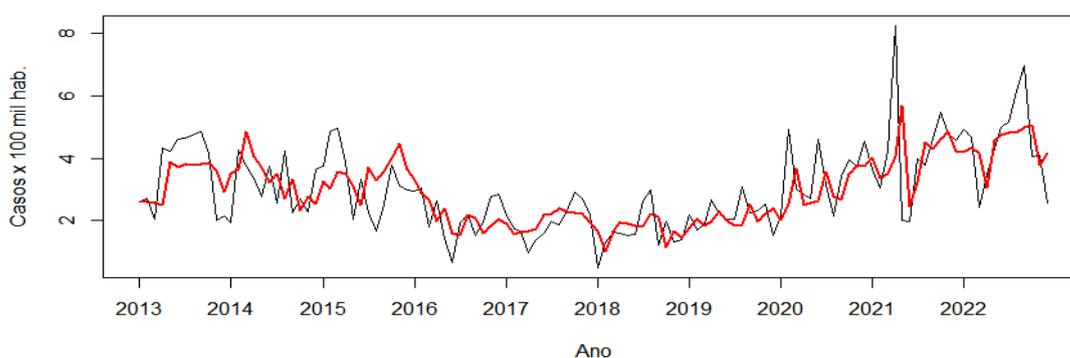
Fonte: O autor

Para a RRAS 16, obteve-se modelo de ordem SARIMA(2,1,2)(1,0,0)[12] que inclui dois termos autorregressivos (AR1 e AR2), um diferencial (1 no segundo parâmetro), dois termos móveis termos médios (MA1 e MA2), bem como um termo autorregressivo sazonal (SAR1) com um período sazonal de 12. O coeficiente AR1 = 1,236, significa que o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com seu valor defasado com uma defasagem de um período de tempo. Isso indica que a série temporal tem persistência ou momento. O coeficiente AR2 = -0,550, significa que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor defasado com uma defasagem de dois períodos de tempo. Isso sugere que pode haver alguma reversão ou reversão média na série. O coeficiente MA1 = -1,824, significa que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel defasado com defasagem de um período de tempo. Isso sugere que pode haver algum choque negativo na série temporal que está sendo corrigida ao longo do tempo pelo modelo. O coeficiente MA2 = 0,926, sugere que o valor atual da série temporal está positivamente correlacionado com seu valor de média móvel defasado com um atraso de dois períodos de tempo. Isso sugere que pode haver alguma persistência ou impulso no componente de média móvel do modelo.

O coeficiente SAR1 = -0,080 não foi estatisticamente significativo ($p= 0,396$), o que significa que não há evidência de efeito sazonal significativo no modelo, contudo é importante interpretá-lo cuidadosamente no contexto dos dados e no nível de significância escolhido.

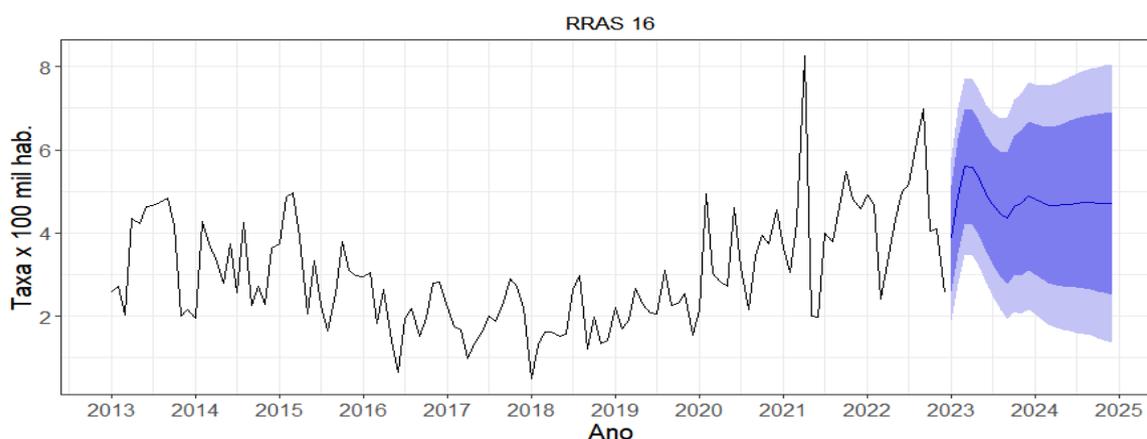
Os resíduos apresentaram autocorrelação significativa no teste de Box-Ljung ($p < 0,001$), o que sugere que o método baseado em ARIMA pode não ser adequado para modelar os dados. Na figura 42 é apresentada a série real x prevista e na figura 43, os valores previstos pelo modelo para os dois anos subsequentes.

Figura 42- Série temporal de ordem SARIMA(2,1,2)(1,0,0)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 16. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Figura 43- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal SARIMA(2,1,2)(1,0,0)[12] para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 16. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.

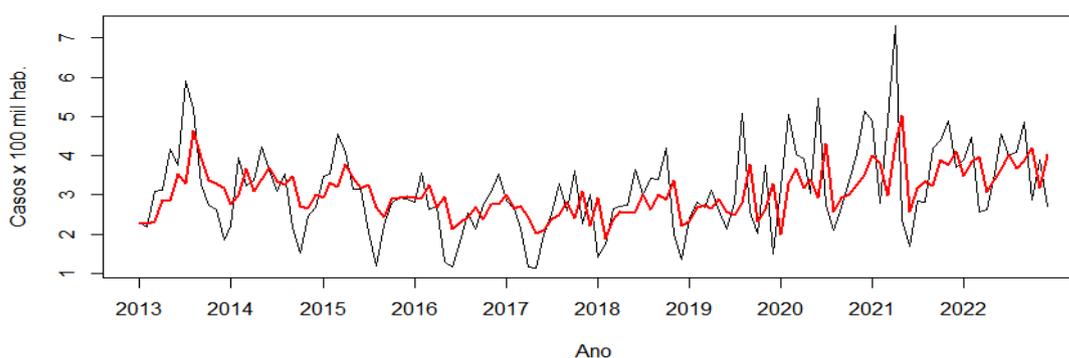


Fonte: O autor

Para a RRAS 17 assumiu-se um modelo de ordem ARIMA(0,1,2) que não inclui termos autorregressivos (0 no primeiro parâmetro), um diferencial (1 no segundo parâmetro) e dois termos de média móvel (MA1 e MA2). O coeficiente MA1 = -0,512, indica significa que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor de média móvel defasada com defasagem de um período de tempo. Isso sugere que pode haver algum choque negativo na série temporal que está sendo corrigida ao longo do tempo pelo modelo. O coeficiente MA2 = -0,385, significa que o valor atual da série temporal está negativamente correlacionado com seu valor médio móvel defasado com um atraso de dois períodos de tempo. Isso sugere que pode haver alguma persistência ou impulso no componente de média móvel do modelo.

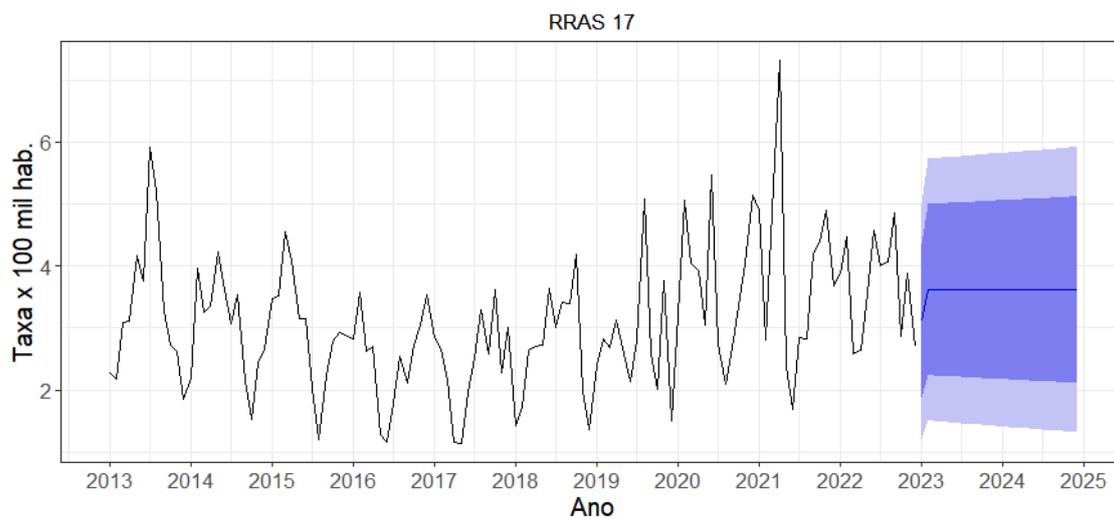
Os resíduos apresentaram autocorrelação significativa no teste de Box-Ljung ($p < 0,001$), o que sugere que o modelo ARIMA pode não se adequado para modelar os dados. Na figura 44 é apresentada a série real x prevista e na figura 45, os valores previstos pelo modelo para os dois anos subsequentes.

Figura 44- Série temporal de ordem ARIMA(0,1,2) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 17. A linha preta indica a série real e a linha vermelha os valores previstos pelo modelo.



Fonte: O autor

Figura 45- Valores previstos (jan de 2023 a dez de 2025) para a série temporal ARIMA(0,1,2) para notificações de acidentes por picada escorpião na RRAS 17. As áreas em azul representam os intervalos de confiança a 95% e 99% para as previsões.



Fonte: O autor

4 DISCUSSÃO

Pela primeira vez em um estudo no Brasil, no estado de São Paulo, foi possível modelar o padrão temporal separadamente para cada uma das dezessete macrorregiões entre as quais o estado é dividido, bem como fornecer estimativas de casos futuros de escorpionismo. Encontramos dois artigos no mundo, com métodos parecidos, realizados na Argélia, em El Oued Province (Zenia; L'hadj; Selmane, 2023) e Biskra (Selmane; L'hadj, 2016).

No Brasil, o estado de São Paulo faz parte da região Sudeste, fazendo fronteiras com os estados de Minas Gerais ao norte, Paraná ao sul, Mato Grosso do Sul a oeste e Rio de Janeiro a nordeste, banhado pelo oceano Atlântico, estende-se do litoral ao interior, localizando-se à longitude 49 oeste e latitude 22 sul, com fuso horário -3 horas em relação à hora mundial *Greenwich Mean Time* (GMT). Dois terços de seu território ficam a norte do Trópico de Capricórnio, território de 248.219.485 quilômetros quadrados de extensão (IBGE, 2022), área urbanizada 8.614.62 quilômetros quadrados (IBGE, 2019), 44.420.459 habitantes, densidade demográfica 178.96 habitantes por quilômetros quadrados. Índice Desenvolvimento Humano (IDH) 0,806 (IBGE, 2021) segundo maior do país.

Predomina neste estado o clima tropical, com verão chuvoso e inverno seco. A variação úmida pode ser encontrada no litoral, onde apresenta temperatura em torno 25°C, chuvas mais recorrentes, a variação típica é encontrada no interior do estado, possuindo temperaturas em torno de 22°C, chuvas menos abundantes. Nos pontos mais elevados do estado podemos encontrar o tropical de altitude, com chuvas escassas e médias em torno dos 18°C. Por fim, ao sul do estado, clima subtropical, chuvas bem distribuídas durante o ano e médias próximas aos 18°C. A vegetação predominante no estado é a Mata Atlântica, bioma mais desmatado do Brasil. O processo de colonização começou em 1532, em princípio com exploração do pau Brasil, depois cultivo cana-de-açúcar e devido ao clima e riqueza de seu solo, café (Marques, [s.d.]).

O desmatamento da Mata Atlântica aumentou em 406% no estado de São Paulo entre os anos 2019 e 2020, segundo estudo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e SOS Mata Atlântica (Organização Não Governamental - ONG), reforçando a importância em interromper o desmatamento e conservação de seu bioma, assim como no combate as mudanças climáticas (Vieira, 2021).

No Brasil, segundo Datasus, foram notificados no ano de 2022, 177.486 casos de escorpionismo, sendo ocorrido na região sudeste 79.336 casos, seguida da região nordeste, 72.329 casos. Na região sudeste o estado de São Paulo, região do estudo, totalizaram 42.630 casos notificados, seguido do estado de Minas com 36.031 casos.

O escorpionismo foi o maior agravo entre os acidentes por animais peçonhentos no Brasil, espécie mais associada ao acidente é o escorpião amarelo, *Tityus serrulatus*, sua distribuição tem aumentado em todo país, incluindo o estado de São Paulo, pois tem rápida proliferação e adaptação em ambientes urbanos, seu controle em nosso país ainda falha (Pimenta *et al.*, 2019). Sua ocorrência tomou proporções tão graves que a Organização Mundial da Saúde (OMS) o incluiu na lista de doenças tropicais negligenciadas (Lisboa; Boere; Neves, 2020).

Foram notificados no Estado de São Paulo 253.035 casos de acidentes por escorpião, durante o período de 2013 a 2022, com 97 óbitos relacionados diretamente ao acidente. No ano de 2013, foram notificados no estado 11.300 casos de acidentes escorpiônicos, com 5 óbitos, em 2022 totalizaram 41.490 casos notificados, com 22 óbitos, nota-se que, além do aumento do números de casos notificados, também houve aumento da letalidade (SINAN, 2022).

Devido à discrepância entre o número de notificações anteriormente ao ano de 2013, optamos por iniciar a coleta de dados e análise temporal a partir desta data, por serem os dados mais consistentes no SINAN.

Em todas as RRAS verificou-se a tendência elevada ao escorpionismo. Nenhuma das macrorregiões apresentaram decréscimo durante os 10 anos do período do estudo, e todas as RRAS tiveram picos de acidentes escorpiônicos em 2021. Em algumas foi possível estimar sazonalidade, picos nos meses de março e abril, realizar previsão de flutuações, bem como observar que em todas as RRAS não há expectativa de controle. Também constatou-se na média do estado (SP) aumento anual em todo o estado. Conforme estudo semelhante em Biskra, Selmane e L'Hadj (2016), reforçam a importância deste tipo de estudo para a saúde pública em relação a medidas de controle e prevenção, bem como quantidade de soro antiescorpiônico necessário, segundo estudo de Ebrahimi *et al.* (2017). Podendo ser em muitos países importantes causas de emergência em crianças (Chippaux; Goyffon, 2008; Almeida; Carvalho; Mise, 2021).

Os modelos temporais destas macrorregiões foram construídos a partir das notificações anuais dos acidentes escorpiônicos entre os anos de 2013 a 2022,

conforme a tabela 1, padronizados para taxas de acidentes para cada 100 mil habitantes, onde verificou-se que o maior número de notificações no estado, comparando o ano de 2013 e 2022 permaneceram dentro as mesmas macrorregiões. Em 2013 as RRAS 12 - Registro, 14 - São João Boa Vista, 13 - Ribeirão Preto, 11 - Presidente Prudente, 9 - Marília, 15 - São José do Rio Preto, 10 - Piracicaba, apresentaram o maior número de notificações, descritas em ordem decrescente, em 2022, RRAS 12 se manteve no ranking com o maior número de notificações, seguido da RRAS 11, depois RRAS 10, RRAS 13, RRAS 14, RRAS 9 e RRAS 15, notando-se aumento progressivo de casos em todas as RRAS. Nota-se que a RRAS 12 se manteve como a macrorregião com o maior número de notificações do estado, em relação ao ano de 2013 (131,69 casos/100.000 hab) e 2022 (574,90 casos/100.000 hab), liderando o ranking, porém a RRAS 11 avançou do 4º (59,18 casos/100.000 hab) para 2º (417,89 casos/100.000 hab), aumentando em 606% o número de casos, a RRAS 10, também passou da 7º para a 3º macrorregião em relação ao número de notificações (2013, 30,41 casos/100.000 hab - 2022, 241,29 casos/100.000 hab), podendo estar relacionado ao desmatamento da Mata Atlântica e crescimento populacional, conforme relatado artigo citado acima. Porém regiões com índices menores também sofreram desmatamento e tiveram crescimento populacional.

De modo geral, no estado de São Paulo 94,7% da população urbana no ano de 2021 tem atendimento com rede de esgoto, segundo (SNIS, 2021; Brasil, [s.d.]), pesquisa no dia 20 de dezembro 2023.

Em relação à coleta domiciliar de resíduos sólidos no estado de São Paulo, a população urbana constou de 97,7% no ano de 2010 e 99,7% em 2021 (SNIS, 2021; Brasil, [s.d.]), pesquisa realizada no dia 20 de dezembro 2023.

Em relação ao clima e precipitações também parece não ter diferença entre as regiões com maiores e menores notificações de acidentes, nota-se padrão climático semelhante durante os meses das regiões comparadas, do estado de São Paulo, em relação à precipitação de chuva, temperaturas máximas e mínimas dos meses no ano de 2021, por exemplo, nas regiões de Registro, Presidente Prudente com alto índice de notificações, São Paulo e Santos, regiões com índices menores de notificação de escorpionismo, no mês de março os índices de precipitação ficaram entre 100 e 150 mm, em abril em torno de 100 mm, a mesma semelhança nas temperaturas, oscilaram entre 22 e 29°C no mês de março e 21 e 28°C em abril (Meteoblue, [s.d.]), pesquisa realizada em 20 de dezembro 2023.

Em estudo realizado no Brasil, identificou-se áreas de maior risco no estado de São Paulo quais apresentaram menor precipitação, temperaturas mais quentes e menor percentual de cobertura vegetal o qual corroborou em partes com achados desse estudo, pois não conseguimos encontrar diversidades que justificassem as diferenças em relação ao número de notificações nas macrorregiões do estado (Lacerda *et al.*, 2022b).

O aumento do número de notificações também foi constatado em estudo realizado na Bahia no período de 2010 a 2017, crescimento na taxa de incidência de 0,5/1000 habitantes para 1,3/1000 habitantes. Demonstrou-se que a maior parte das vítimas atendidas pelo sistema de saúde foram pessoas em idade produtiva, do sexo masculino, residentes no meio rural, com baixa escolaridade e negras. Crianças com quadros graves tem maior risco de evoluir para óbito. Também relatado neste estudo em relação à tendência epidêmica do escorpionismo em muitos municípios do Brasil. Em relação à letalidade (de 1,0/1000 para 0,2/1000) no Extremo Sul da Bahia, houve uma redução, diferentemente dos demais municípios do estado, onde houve acréscimo de quase 50% no número de óbitos, de 27 em 2010 para 40 casos em 2017. A redução da letalidade por esses acidentes nos 13 municípios do Extremo Sul Baiano também contrastou com a tendência de aumento observada para o conjunto do Brasil, como observada no estado de São Paulo, em 2013, 5 óbitos, em 2022, 22 óbitos, acréscimo de 340% no número de óbitos (Lisboa; Boere; Neves, 2020).

Vale ressaltar que a região citada no estudo acima, tem características semelhantes a algumas macrorregiões do estado de São Paulo, como plantio de cana-de-açúcar, café e eucalipto, pecuária, estas atividades levam ao desmatamento e ocupação humana.

Em relação às series temporais das taxas mensais de acidentes escorpiônicos, foram observados comportamentos sazonais, verificou-se que nas RRAS 1, 2, 3 e 4 ocorreram picos em 2014 e 2021, nas RRAS 2, 5 e 6, estabilização dos casos de 2017 a 2020, retomando pico em 2021.

Nas séries temporais todas as RRAS tiveram picos de notificação no estado em 2021 (conforme figuras 5 a 8). As RRAS 9, 10, 11 e 12 sempre com notificações mais elevadas.

Em relação ao componente sazonal quase todas as RRAS tiveram pico de notificação entre os meses de março a abril, com exceção RRAS 3 que ocorreu de

julho a dezembro e a RRAS 7 de maio a dezembro, conforme figuras 10 a 13. As RRAS com maior número de notificações tiveram picos no mês de abril.

Em nossa região, RRAS 11 o pico no mês de abril foi considerável em relação aos outros meses do ano (figura 12), comparado a RRAS 12, maior número de notificações do estado, não houve a mesma disparidade.

Em relação aos modelos autorregressivos, ARIMA e SARIMA, de uma maneira geral foi possível constatar estimativa da não estacionariedade da série temporal em relação à previsão do número de notificações de acidentes escorpiônicos nas RRAS 5, 8, 10, 12, 14 e 16.

Na RRAS 5 os resultados favoráveis na previsão na sazonalidade dos casos 2023 a 2025, onde verificou-se continuidade (escala crescente) em relação ao número de casos, indicando a necessidade de intervenção, com políticas públicas que incluem o reforço das medidas de prevenção e educação da população. Também verificou-se a continuidade das notificações, também sendo necessário medidas de intervenção na RRAS 8, nas RRAS 10 e 12 foi possível prever flutuações anuais e a tendência de flutuações nos anos de 2023 e 2024, nenhum dos casos com tendência a redução, ou elevação ou estabilização. Também reforçando a necessidade em direcionar ações educativas, preventivas e curativas em relação ao escorpionismo, como por exemplo, busca ativa. Pois não há expectativas de controle, o que foi verificado na RRAS 14, onde ocorreu a persistência das previsões para 2023 a 2025, sem redução do número de taxas de acidentes escorpiônicos.

Na RRAS 16, verificou-se a previsão de continuidade dos casos em 2023, aparentemente elevados, mantendo estabilidade em 2024.

Notou-se que em todas as RRAS ocorrerá persistência das notificações nos anos subsequentes, em nenhuma das macrorregiões observou-se redução dos casos dos últimos 10 anos. A preocupação com esse cenário no Brasil, foi relatada também em estudo recente, contudo não foram observados avanços recentes nas áreas de prevenção e controle de pragas (Guerra-Duarte *et al.*, 2023).

Em estudo realizado no sul do Irã, de maio 2012 a julho de 2016, um total de 853 registros de escorpionismo, incidência de 13/1000 habitantes, utilizou-se modelo autorregressivo (ARIMA), o qual mostrou-se útil para monitorar a sazonalidade dos casos de picadas de escorpião, sendo verificado maior número de picadas no verão (44,20%), pico no mês de maio 18,18%, seguido de junho 17,23%, diminuindo até dezembro, menor mês de incidência (1,18%) no inverno; no outono foram apenas 106

casos (12,42%) (Ebrahimi *et al.*, 2017). Em nosso estudo, na maioria das RASS ocorreram picos nos meses de março, abril até maio, no Brasil, estação do outono. O que pode ser justificado pelo aumento da reprodução do animal no verão, pois é período quente e mais chuvoso, seguido pela estação do outono com dias mais curtos, noites mais longas, uma vez que o escorpião é considerado fotossensível e de hábitos noturnos.

Em São Roque, SP, ano de 2011 a 2014, estudo mostrou que as notificações foram mais frequentes nos meses quentes e nos meses chuvosos, de outubro a março (Pereira *et al.*, 2015).

Estudo realizado no estado de SP por Lacerda *et al.* (2022a), também detectou o aumento do escorpionismo no estado, entre os anos de 2008 e 2018, porém os acidentes ocorreram com mais frequência na primavera, caracterizados os Departamentos Regionais de Saúde (DRS) de Araçatuba e Ribeirão Preto como de maior vulnerabilidade a acidentes escorpiônicos.

Em estudo realizado no Irã, a incidência de escorpionismo foi de 334,37/100.000hab em 2008 e 339,7/100.000 hab em 2009, destes 53% das picadas de escorpião ocorreram no verão, sendo a maioria em junho, a incidência deste estudo foi mais elevada do que em outras regiões do Irã, Busher 127/ 100.000hab, Hormozgan 153,9/100.000hab, Sistã e Baluchistão 136,1/100.000hab, e Ilam 123/100.000hab, a incidência média no Irã foi de 59/100.000hab anualmente, mais baixa em Mazandaran (norte do Irã) e maior no sul (Khuzistão) 541/100.000hab. No México, 584/100.000hab em 1994 e 2043/100.000hab em 2003 (Khatony *et al.*, 2015).

Outro trabalho realizado na Arábia Saudita mostrou maior incidência de picadas por escorpião nos meses de maio a outubro, no verão (Jahan *et al.*, 2007). No Texas, EUA, a maior incidência dos acidentes escorpiônicos também ocorreu nos meses de maio e junho, que correspondem a primavera e verão, conforme trabalho de Forrester e Stanley (2004).

Estudo realizado em Biskra, Argélia, onde incidência média anual de acidentes escorpiônicos foi de 972/100.000hab, as picadas também ocorreram no verão 50,3%, seguido pelo outono 25%, o modelo SARIMA mostrou-se útil para monitorar casos futuros de picada, realizado nos anos de 2000-2012 e previsto estimativa para o ano de 2013. O autor reforça que o estudo pode ajudar a fortalecer as medidas de prevenção e controle na província. Conseqüentemente, a integração de métodos de previsão nos sistemas de vigilância torna-se necessária para auxiliar

os serviços de saúde pública na contenção de envenenamentos por escorpiões e garantir seu controle (Selmane; L'hadj, 2016).

A província de El Oued, Argélia, também observou o escorpionismo como importante problema de saúde pública, onde verificou-se aumento de acidentes escorpiônicos de 30% em 1997 para 86% em 2019. Entre os anos de 2005 e 2020 foram registrados 96.909 acidentes, no ano de 2007 foram 1.315 casos/100.000hab, em 2020 689/100.000hab. Semelhantemente ao nosso estudo, ocorreram picadas de escorpião durante todo o ano, porém com picos em setembro, depois julho e agosto, sendo 43,2% no verão, 31,5% no outono, 22,3% na primavera, onde a temperatura foi o fator mais relevante. Também observaram o aumento de acidentes após períodos de chuvas intensas, o que poderia justificar os picos encontrados em nosso trabalho, onde em nosso país, a maioria dos meses no ano são quentes e a maior incidência de chuvas tendem a ocorrer nesta época. O estudo também pretendeu contribuir para a prevenção e controle do escorpionismo através da construção de modelos que pudessem prever casos futuros, semelhante ao nosso (Zenia; L'hadj; Selmane, 2023).

A distribuição desigual dos acidentes escorpiônicos em nível municipal, bem como elevadas taxas de acidentes também foram descritos em outras províncias, como Biskra, El Bayadh e M'Sila (Selmane; L'hadj, 2016; Selmane *et al.*, 2016; Selmane; El Hadj; Benferthat, 2014).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados encontrados evidenciaram que não há expectativas de controle até o momento para o escorpionismo, em todas as macrorregiões estudadas, ocorreram aumento dos casos notificados ou tiveram estabilização dos mesmos, salientando a necessidade em urgenciar reforços das medidas de prevenção e conscientização da comunidade, especialmente em nossa região, conjuntamente com órgãos públicos, medidas de controle de pragas, uma vez que o estado de São Paulo também registra epidemia não apenas de escorpionismo, mas também de dengue.

O aprimoramento de programas de prevenção enfatiza a importância dos achados na orientação da elaboração destes programas de educação e prevenção, que devem ser direcionados às áreas e períodos de maior risco, visando reduzir a incidência de acidentes.

Campanhas de conscientização sobre os riscos do escorpionismo e medidas preventivas podem desempenhar um papel crucial na proteção da população contra esse problema de saúde pública, que também ocorre em vários países no mundo. Ao educar as comunidades sobre a identificação de áreas de risco, comportamentos de risco e medidas preventivas, é possível reduzir o número de acidentes relacionados a escorpiões, uma vez que a higiene parece ser fator determinante.

Além disso, a disseminação de informações sobre como agir em caso de acidentes e a disponibilidade de tratamento adequado, incluindo treinamento médico, são aspectos fundamentais para mitigar os impactos negativos desses eventos.

Portanto, os resultados deste estudo, o qual foram utilizados dados da média regional, e não média estadual, o que confere melhor precisão das regiões mais vulneráveis, destacando a necessidade em direcionar ações de conscientização, investimento em programas de prevenção e educação para promover a segurança e o bem-estar, bem como otimização do tratamento e dos recursos, especialmente destas macrorregiões com maior incidência de casos notificados, que nos últimos 10 anos, permaneceram as mesmas.

Ao direcionar ações como, distribuição de recursos, antivenenos e treinamento da equipe médica, é possível garantir respostas rápidas e eficazes em relação aos acidentes.

Identificar as áreas com maior incidência de notificações do escorpionismo permite uma alocação mais eficaz de recursos. Isso significa que os antivenenos e

outros suprimentos médicos podem ser distribuídos de forma proporcional às necessidades de cada região, priorizando aquelas com maior prevalência de acidentes, uma vez que as complicações podem ser graves, como edema pulmonar, choque cardiogênico, hipoxemia severa e parada cardíaca. Além disso, o treinamento da equipe de saúde nessas áreas pode ser intensificado, capacitando profissionais para estes casos mais graves.

Ao concentrar esforços e recursos nestas áreas com maior número de notificações, poderá ser possível aprimorar significativamente a capacidade de enfrentamento e a qualidade do tratamento oferecido aos pacientes vítimas de picadas de escorpião, especialmente crianças, fatores de risco para escorpionismo grave.

Além da identificação das regiões com maior incidência de casos desempenhar um papel fundamental no aprimoramento e otimização do tratamento e dos recursos, garantem uma resposta mais eficaz e direcionada, uma vez que as macrorregiões compartilham de políticas públicas agrupadas. O planejamento urbano e o controle ambiental também devem integrar as ações nestas áreas endêmicas, pois vários estudos citam o desmatamento, fatores climáticos, aquecimento global, como contribuintes para migração e proliferação desses aracnídeos nas zonas urbanas.

Campanhas de conscientização para educar a população sobre os riscos dos acidentes escorpiônicos e as medidas preventivas a serem instituídas, podem incluir a distribuição de material educativo, palestras em escolas e comunidades, e divulgação de informações através de mídias sociais e outros canais de comunicação.

Remoção de entulhos e saneamento básico, busca ativa, através da implementação de programas de controle e limpeza urbana para reduzir os locais de abrigo e reprodução dos escorpiões. Assim como, coleta regular de lixo em terrenos baldios e a manutenção adequada de áreas verdes. Controle de pragas com objetivo de reduzir presas (principalmente baratas) que servem de alimento para os escorpiões, especialmente em ambiente domiciliar, uma vez que, em nossa região a maioria dos acidentes em crianças, população mais vulnerável para escorpionismo grave, ocorreram dentro de suas próprias residências.

Ao integrar os dados do estudo, pode ser possível traçar metas direcionadas para estas regiões endêmicas, que contribuem para o controle desta praga e quem sabe, modificar as previsões futuras.

O estudo depende dos dados registrados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). No entanto, pode haver subnotificação de casos, especialmente em regiões mais remotas ou menos desenvolvidas ou de zonas rurais mais distantes, como, por exemplo, das populações dos assentamentos rurais do Oeste Paulista. Isso pode ocasionar a subestimação de dados e afetar a precisão do estudo.

A incidência destes acidentes pode variar ao longo do tempo e em diferentes regiões geográficas, bem como, fatores sazonais, climáticos e ambientais podem influenciar a atividade dos escorpiões e, conseqüentemente, a incidência dos casos notificados.

Os resultados do estudo podem ser aplicáveis apenas às áreas e populações estudadas. As condições ambientais, socioeconômicas e de saúde podem variar entre diferentes regiões, o que pode limitar a generalização dos resultados para outras áreas geográficas ou grupos populacionais.

O presente estudo demonstrou interações entre o escorpionismo, fatores como sazonalidade e após períodos chuvosos, portanto, futuras pesquisas que envolvam colaborações multidisciplinares podem aprofundar nossa compreensão dessas relações.

Foram utilizados métodos de análise temporal para examinar padrões de incidência de acidentes com escorpião ao longo do tempo e em diferentes áreas geográficas. No entanto, a aplicação de modelos preditivos mais avançados pode ampliar nossa capacidade de prever surtos e entender melhor as dinâmicas populacionais de escorpiões. Investigações futuras nessa área podem explorar a integração de dados ambientais, demográficos e epidemiológicos para desenvolver modelos mais precisos e robustos de previsão de riscos de escorpionismo.

Foi identificado a necessidade em direcionar estratégias de conscientização, intervenção para reduzir a incidência de acidentes com escorpião, no setor de atendimento as vítimas e principalmente no setor preventivo destas regiões com maior incidência. No entanto, mais estudos para avaliar o impacto das medidas preventivas, como campanhas de conscientização, controle de pragas e melhorias na infraestrutura urbana, podem fornecer evidências fundamentais para orientar ações futuras e maximizar os recursos disponíveis para o controle do escorpionismo.

REFERÊNCIAS

- ABD-ELBASEER, K. A.; ABD-ELMAWGOOD, E. A.; QUBAISY, H. M.; EL-SAIED, A. A.; ABDEL NASER, M. A. A.; ABD-ELRAHEEM, Y. F. Valor preditivo dos níveis de glicemia e ácidos graxos livres na admissão de crianças com escorpicionismo no Egito. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 106, n. 3, p. 962-966, jan. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35008052/>. Acesso em: 18 out. 2023.
- ABROUG, F.; OUANES-BESBES, L.; TILOUCHE, N.; ELATROUS, S. Scorpion envenomation: state of the art. **Intensive Care Medicine**, v. 46, n. 3, p. 401-410, 2020.
- AHSAN, M. M.; GULZAR, Z.; TAHIR, H. M.; ALI, A.; ISMAIL, M.; MUKHTAR, M. K.; ABDIN, Z. U. Scorpion sting in Hafizabad, Pakistan: facility based epidemiological study. **Toxicon**, v. 238, p. 107567, feb. 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38104670/>. Acesso em: 27 abr. 2024.
- ALMEIDA, A. C. C.; CARVALHO, F. M.; MISE, Y. F. Fatores de risco para envenenamento escorpiônico fatal em crianças brasileiras: um estudo caso-controle. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, p. 115, n. 9, p. 975-983, set. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34352889/>. Acesso em: 28 out. 2023.
- AZEVEDO, T. S.; LORENZ, C.; NETO, F. C. Escorpicionismo no estado de São Paulo: a aplicação de um modelo de distribuição potencial no mapeamento das áreas de risco de surtos em cenários presentes e futuros. SIMPOSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE, 9. 2019, Blumenau, SC. **Anais [...]**, Blumenau, SC, v. 3, p. 49-58, jun. 2019.
- BHASKARAN, K.; GASPARRINI, A.; HAJAT, S.; SMEETH, L.; ARMSTRONG, B. Time series regression studies in environmental epidemiology. **International Journal of Epidemiology**, v. 42, n. 4, p. 1187-1195, aug. 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23760528/>. Acesso em: 20 out. 2023.
- BOCHNER, R.; STRUCHINER, C. J. Epidemiologia dos acidentes ofídicos nos últimos 100 anos no Brasil: uma revisão. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, n. 1, p. 07-16, 2003.
- BOSNAK, M.; LEVENT YILMAZ, H.; ECE, A.; YILDIZDAS, D.; YOLBAS, I.; KOCAMAZ, H.; KAPLAN, M.; BOSNAK, V. Severe scorpion envenomation in children: management in pediatric intensive care unit. **Human & Experimental Toxicology**, v. 28, n. 11, p. 721-728, nov. 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19812121/>. Acesso em: 17 out. 2023.
- BRASIL, J.; BRITES-NETO, J. Evaluation of the mobility of scorpions *Tityus serrulatus* in urban infestation area of Americana, São Paulo, Brazil.

Journal of Health & Biological Sciences (online), v. 7, n. 1, p. 21-25, jan-mar. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Articulação Estratégica de Vigilância em Saúde. **Guia de Vigilância em Saúde**. 5. ed. rev. e atual. Brasília: Ministério da Saúde, 2022. 1.126 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Guia de vigilância**. 7. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2009a. 816 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de controle de escorpiões**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009b. 72 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde).

BRAZIL, T. K.; PORTO, T. J. **Os escorpiões**. Salvador: EDUFBA, 2010.

BUCARETCHI, F.; FERNÁNDEZ, L. C.; FERNÁNDEZ, C. B.; BRANCO, M. M.; PRADO, C. C.; VIEIRA, R. J.; DE CAPITANI, E. M.; HYSLOP, S. Clinical consequences of *Tityus bahiensis* and *Tityus serrulatus* scorpion stings in the region of Campinas, southeastern Brazil. **Toxicon**, v. 89, p. 17-25, 2014.

CARMO, É. A.; NERI, A. A.; PEREIRA, R.; RIOS, M. A.; CASOTTI, C. A. Fatores associados à gravidade do envenenamento por escorpiões. **Texto & Contexto Enfermagem**, n. 28, p. 1–14, 2019.

CASTRO, P. H. C.; PAIVA, A. L. B.; PEIXOTO, G. V. M.; OLIVEIRA-MENDES, B. B. R.; CALAÇA, P.; MATAVEL, A. Epidemiology of arthropods envenomation in Brazil: a public health issue. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 95, suppl. 1, e20220850, jul. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37466539/>. Acesso em: 23 abr. 2024.

CHIPPAUX, J. P.; GOYFFON, M. Epidemiologia do escorpionismo: uma avaliação global. **Acta Tropica**, v. 107, n. 2, p. 71-9, ago. 2008.

CUPO, P. Clinical update on scorpion envenoming. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 48, n. 6, p. 642–649, 2015.

CUPO, P.; AZEVEDO-MARQUES, M. M.; HERING, S. E. Acidentes Por Animais Peçonhentos: Escorpiões E Aranhas. **Medicina (Ribeirao Preto Online)**, v. 36, n. 2/4, p. 490, 2003.

DATASUS. Departamento de Informática do SUS. **Informações de Saúde (TABNET)**, [s.d.]. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>. Acesso em: 27 maio. 2023.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. **Journal of the American Statistical Association**, v. 74, n. 366a, p. 427-431, jun. 1979.

EBRAHIMI, V.; HAMDAMI, E.; MOEMENBELLAH-FARD, MD; JAHROMI, S. E. Determinantes preditivos de picadas de escorpião em uma zona tropical do sul do Irã: uso de modelo misto de média móvel autorregressiva sazonal. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 23, n. 39, 2017. DOI: 10.1186/s40409-017-0129-4. Disponível em: <https://jvat.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40409-017-0129-4#citeas>. Acesso em: 22 out. 2023.

FORRESTER, M. B.; STANLEY, S. K. Epidemiologia dos envenenamentos escorpiônicos no Texas. **Veterinary and Human Toxicology**, v. 46, n. 4, p. 219-221, ago. 2004.

GUERRA-DUARTE, C.; SAAVEDRA-LANGER, R.; MATAVEL, A.; OLIVEIRA-MENDES, B. B. R.; CHAVEZ-OLORTEGUI, C.; PAIVA, A. L. B. Scorpion envenomation in Brazil: Current scenario and perspectives for containing an increasing health problem. **PLOS Neglected Tropical Disease**, v. 17, n. 2, e0011069, fev. 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36757916/>. Acesso em: 20 out. 2023.

HYNDMAN, R. J.; KHANDAKAR, Y. Automatic time series forecasting: the forecast Package for R. **Journal of Statistical Software**, v. 27, n. 3, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Coleta de lixo**, [s.d.]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Esgotamento**. 2019. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores sociais municipais**. [s.l.], [s.n.], v. 28, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População**. 2022. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões de saúde**. 2021. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2023.

JAHAN, S.; MOHAMMED, A. L.; SAIGUL, A.; ABDUL RAHIM HAMED, S. Scorpion stings in Qassim, Saudi Arabia--a 5-year surveillance report. **Toxicon**, v. 50, n. 2, p. 302-305, ago. 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17490697/>. Acesso em: 18 out. 2023.

KHATONY, A.; ABDI, A.; FATAHPOUR, T.; TOWHIDI, F. A epidemiologia das picadas de escorpiões em áreas tropicais da província de Kermanshah, Irã, durante os anos de 2008 e 2009. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 5, n. 21, p. 45, nov. 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26550009/>. Acesso em: 28 out. 2023.

KONSTANTYNER, T. C. R. O.; MARTINS, C. B.; GÓIS, A. F. T.; CASTRO, B. V. C.; KONSTANTYNER, T. Trend in the incidence rates of accidents with venomous animals in children and adolescents in Brazil (2007-2019). **Revista Paulista de Pediatria**, v. 41, p. e2021272, jul. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35830166/>. Acesso em: 18 out. 2023.

KUMAR, R. Uma atualização sobre a epidemiologia e as práticas de manejo do envenenamento por escorpião na Índia. **Journal of Family Medicine and Primary Care**, v. 11, n. 9, p. 4932-4935, set. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36505581/>. Acesso em: 10 out. 2023.

LACERDA, A. B.; LORENZ, C.; DE AZEVEDO, T. S.; CÂNDIDO, D. M.; WEN, F. H.; ELOY, L. J.; BERSUSA, A. A. S.; CHIARAVALLOTI NETO, F. Scorpion envenomation in the state of São Paulo, Brazil: spatiotemporal analysis of a growing public health concern. **PLoS One**, v. 17, n. 4, e0266138, apr. 2022a. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35395017/>. Acesso em: 16 dez. 2023.

LACERDA, A. B.; LORENZ, C.; AZEVEDO, T. S.; CÂNDIDO, D. M.; WEN, F. H.; ELOY, L. J.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Detection of areas vulnerable to scorpionism and its association with environmental factors in São Paulo, Brazil. **Acta Tropica**, v. 230, p. 106390, jun. 2022b. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35245492/>. Acesso em: 27 out. 2023.

LATORRE, M. D. R. D. O.; CARDOSO, M. R. A. Análise de séries temporais em epidemiologia: uma introdução sobre os aspectos metodológicos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 4, n. 3, p. 145-152, nov. 2001.

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** (online), v. 29, n. 2, e2019345, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/c9pbMxtJDx4vyjfH7BbrMnx/?lang=pt>. Acesso em: 26 out. 2023.

LYHAGEN, J. Identification of the order of a fractionally differenced ARMA model. **Computational Statistics**, v. 14, n. 2, p. 161-169, jul. 1999.

MAHADEVAN, S. Escorpião picada. **Pediatra Indiano**, v. 37, p. 504-514, 2000.

MARQUES, V. Estado de São Paulo: mapa, economia, história e cultura. **Toda Matéria**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/estado-de-sao-paulo/>. Acesso em: 5 dez. 2023.

METEOBLUE. **Previsão média anual**, [s.d.]. Disponível em: <http://www.meteoblue.com>. Acesso em: 15 dez. 2023.

MUNDO ECOLOGIA. **Tipos de escorpiões no Brasil**: principais espécies do país. 4 jan. 2019. Disponível em: <https://www.mundoecologia.com.br/animais/tipos-de-escorpioes-no-brasil/>. Acesso em: 08 abr. 2024.

NOBRE, F. F.; MONTEIRO, A. B.; TELLES, P. R.; WILLIAMSON, G. D. Dynamic linear model and SARIMA: a comparison of their forecasting performance in epidemiology. **Statistics in Medicine**, v. 20, n. 20, p. 3051-3069, oct. 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11590632/>. Acesso em: 30 out. 2023.

PARLAK, M. E.; ÖZ, E.; KÜÇÜKKELEPÇE, O. Evaluation of Scorpion Stings in Children. **Wilderness & Environmental Medicine**. v. 35, n. 1, p. 5-12, mar. 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38379470/>. Acesso em: 19 abr. 2024.

PEIRIS, S. Developments and applications of biostatistical time series: a review. **Annals of Biostatistics & Biometric Applications**, v. 3, n. 5, dez. 2019.

PEREIRA, M.; PEREIRA, I. B.; BISSOLI, A. C.; MOURA, C. J. M. de; MENEZES, S. E. V.; SIMÕES, G. Distribuição espacial do escorpionismo em São Roque, SP, Brasil. **Scientia Vitae**, v. 2, n. 7, ano 2, jan. 2015.

PIMENTA, R. J. G.; BRANDÃO-DIAS, P. F. P.; LEAL, H. G.; CARMO, A. O. D.; OLIVEIRA-MENDES, B. B. R. D.; CHÁVEZ-OLÓRTEGUI, C.; KALAPOTHAKIS, E. Selected to survive and kill: *Tityus serrulatus*, the Brazilian yellow scorpion. **PLoS ONE**, v. 14, n. 4, e0214075, 2019. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0214075>. Acesso em: 25 out. 2023.

PHILLIPS, P. C. B.; PERRON, P. Testing for a unit root in time series regression. **Biometrika**, v. 75, n. 2, p. 335-346, 1988.

REGALADO, A. Brazilian science: riding a gusher. **Science**, v. 330, n. 6009, p. 1306-1312, 2010.

REZENDE, A. J. R.; SLOMSKI, V.; CORRAR, L. J. A gestão pública municipal e a eficiência dos gastos públicos: uma investigação empírica entre as políticas públicas e o índice de desenvolvimento humano (IDH) dos municípios do estado de São Paulo. **Revista Universo Contábil**, v. 22, n. 3, p. 1361-1369, 2005.

SÃO PAULO (Estado). Instituto Butantan. **Controle de escorpiões de importância em saúde**. 2017.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. **Regionais de Saúde**. São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde, 2012. Disponível em: <http://www.saude.sp.gov.br/ses/institucional/departamentos-regionais-de-saude/regionais-de-saude>. Acesso em: 08 abr. 2024.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Divisão de Zoonoses. CVE - Centro de Vigilância Epidemiológica "Prof. Alexandre Vranjac". **Doenças de transmissão por vetores e zoonoses**. 28 jun. 2021. Disponível em: <http://www.saude.sp.gov.br/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica-prof.-alexandre-vranjac/areas-de-vigilancia/doencas-de-transmissao-por-vetores-e-zoonoses/>. Acesso em: 08 abr. 2024.

SEEMANN, T. M. D. S.; ROCHA, A. P. D.; CREMONESE, F.; RESENER, M. C.; PETRY, A.; COSTA, A. C. C. Evolution of the occurrence of *Tityus serrulatus* (LUTZ & MELLO, 1992) in the state of Santa Catarina. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 56, e0434, fev. 2023. DOI: 10.1590/0037-8682-0434-2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36820659/>. Acesso em: 15 out. 2023.

SELMANE, S.; BENFERHAT, L.; L'HADJ, M.; ZHU, H. Modelling the scorpion stings using surveillance data in El Bayadh province, Algeria. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, v. 6, n. 12, p. 961-968, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2222180816611659>. Acesso em: 15 dez. 2023.

SELMANE, S.; EL HADJ, H.; BENFERHAT, L. The impact of climate variables on the incidence of scorpion stings in humans in M'Sila's province in Algeria. PROCEEDINGS OF THE WORLD CONGRESS ON ENGINEERING. 2014, London. **Anais [...]**. London, UK: WCE, 2014.

SELMANE, S.; L'HADJ, M. Forecasting and prediction of scorpion sting cases in Biskra province, Algeria, using a seasonal autoregressive integrated moving average model. **Epidemiology and Health**, v. 38, e2016044, 14 out. 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27866407/>. Acesso em: 18 dez. 2023.

SILVA, J. Escorpionismo no Brasil. **Memorial Instituto Butantan**, v. 34, p. 9–24, 1969.

SIQUEIRA, T. S.; SANTOS, A. J. dos, SANTOS, J. L.C.; SILVA, R. R. N. da, SILVA, J. R. S.; SANTOS, V. S. Scorpion envenomation in Brazil and its relationship with the social determinants of health: A population-based ecological study. **Acta Tropica**, v. 253, p. 107165, may 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38428629/>. Acesso em: 20 abr. 2024.

SINAN. Sistema de Informação de Agravos De Notificação. **Escorpionismo**, 2022. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/acesso-a-informacao/doencas-e-agravos-de-notificacao-de-2007-em-diante-sinan/>. Acesso em: 10 jan. 2023.

SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. **Cidades. Saneamento**, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>. Acesso em: 10 out. 2023.

SUASNÁBAR, S.; GODOY, C.; FORCHINO, A.; ARMANDO, G. Pediatric scorpionism: a descriptive, cross-sectional, and retrospective study of predictors of severity. **Archivos Argentinos de Pediatría**, v. 120, n. 6, p. 377-383, dez. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36374055/>. Acesso em: 20 out. 2023.

SZILAGYI-ZECCHIN, V. J.; FERNANDES, A. L.; VOLTOLINI, J. C.; CASTAGNA, C. L.; FERREIRA, L. Y. Comparação entre a abundância de *Tityus Serrulatus* (LUTZ & MELLO, 1922) e *Tityus Bahiensis* (PERTY, 1833) (SCORPIONES, BUTHIDAE)

associados à gradientes da paisagem urbana. **Revista Ibérica de Aracnología**, n. 22, p. 79-84, jun. 2013.

VAUCEL, J. A.; LARRÉCHÉ, S.; PARADIS, C.; COURTOIS, A.; PUJO, J. M.; ELENGA, N.; RÉSIÈRE, D.; CARÉ, W.; DE HARO, L.; GALLART, J. C.; TORRENTS, R.; SCHMITT, C.; CHEVALIER, J.; LABADIE, M.; KALLEL, H. French scorpionism (mainland and oversea territories): narrative review of scorpion species, scorpion venom, and envenoming management. **Toxins (Basel)**, v. 14, n. 10, p.719, out. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36287987/>. Acesso em: 17 out. 2023.

VAUCEL, J.; MUTRICY, R.; HOARAU, M.; PUJO, J. M.; ELENGA, N.; LABADIE, M.; KALLEL, H. Pediatric scorpionism in northern Amazonia: a 16-year study on epidemiological, environmental and clinical aspects. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Disease**, v. 26, e202000038, sept. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32973890/>. Acesso em: 25 out. 2023.

VIEIRA, B. M. **Desmatamento da Mata Atlântica cresce mais de 400% no estado de SP entre 2019 e 2020, diz estudo do Inpe e da SOS Mata Atlântica**. São Paulo: G1 – Globo Comunicação e Participações S.A., 26 maio 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/05/26/desmatamento-da-mata-atlantica-cresce-400percent-no-estado-de-sp-entre-2019-e-2020-diz-estudo-do-inpe-e-da-sos-mata-atlantica.ghtml>. Acesso em: 20 dez. 2023.

VILARINHO, A. C.; LOPEZ, V. M.; TIZO-PEDROSO, E.; FREIRE OLIVEIRA, C. J.; GUILLERMO FERREIRA, R. Scorpion envenomation in the neotropical savannah: Environmental predictors and years of lost life. **Toxicon**, v. 234, p.107277, oct. 2023. DOI: 10.1016/j.toxicon.2023.107277. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37659666/>. Acesso em: 10 abr. 2024.

XIAO, Z. Testing the null hypothesis of stationarity against an autoregressive unit root alternative. **Journal of Time Series Analysis**, v. 22, n. 1, p. 87-105, jan. 2001.

ZENIA, S.; L'HADJ M.; SELMANE S. A Hybrid Approach Based on Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average and Neural Network Autoregressive Models to Predict Scorpion Sting Incidence in El Oued Province, Algeria, From 2005 to 2020. **Journal of the Health Sciences**, v. 23, n. 3, e00586, 2023. DOI: DOI: 10.34172/jrhs.2023.121. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10660509/>. Acesso em: 18 dez. 2023.

ANEXO A- TABELAS DOS PARÂMETROS DETERMINADOS PARA OS MODELOS ARIMA E SARIMA PROPOSTOS PARA AS RRAS ESTUDADAS

Nas tabelas 1 a 17 estão representados os parâmetros determinados para os modelos ARIMA e SARIMA propostos para as RRAS 1 a 17.

Tabela 1 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 1, SP.

ARIMA(0,1,2)				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
MA1	-0,624	0,100	-6,237	< 0,001
MA2	-0,275	0,101	-2,723	0,006

AIC=341,96; BIC=333,62

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 2 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 2, SP.

ARIMA(1,1,2)				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
AR1	-0,648	0,185	-3,501	< 0,001
MA1	0,060	0,150	0,438	0,661
MA2	-0,684	0,100	-6,823	< 0,001

AIC=151,01; BIC=139,9

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 3 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 3, SP.

ARIMA(0,1,2)				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
MA1	-0,302	0,085	3,572	< 0,001
MA2	0,085	0,083	-4,755	< 0,001

AIC=456,48; BIC=464,81

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 4 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 4, SP.

ARIMA(1,0,2)				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
intercepto	0,096	0,026	3,725	< 0,001
AR1	0,930	0,055	17,024	< 0,001
MA1	-0,995	0,112	-8,861	< 0,001
MA2	0,173	0,097	1,786	0,074

AIC=-204,7; BIC=-190,76

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 5 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 5, SP.

SARIMA(2,1,3)(2,0,1)[12]				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
AR1	1,580	0,057	27,711	< 0,001
AR2	-0,910	0,078	-11,684	< 0,001
MA1	-2,237	0,099	-22,646	< 0,001
MA2	1,800	0,206	8,790	< 0,001
MA3	-0,504	0,143	-3,526	< 0,001
SAR1	-0,469	0,351	-1,335	0,182
SAR2	-0,216	0,146	-1,481	0,139
SMA1	0,400	0,349	1,146	0,251

AIC=48,93; BIC=73,94

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 6 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 6, SP.

ARIMA(1,1,1)				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
AR1	0,458	0,458	4,511	< 0,001
MA1	-0,887	0,046	-19,262	< 0,001

AIC=-231,03; BIC=-222,69

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 7 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 7, SP.

ARIMA(0,0,0)				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
intercepto	0,059	0,006	9,847	< 0,001

AIC=-308,8; BIC=-303,22

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 8 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 8, SP.

SARIMA(1,1,1)(0,0,2)[12]				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
AR1	0,221	0,103	2,159	0,031
MA1	-0,914	0,039	-23,496	< 0,001
SMA1	0,152	0,101	1,499	0,134
SMA2	-0,260	0,127	-2,051	0,040

AIC=331,36; BIC=345,26

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 9 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 9, SP.

ARIMA(0,1,0)				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
NA	NA	NA	NA	NA

AIC=692,45; BIC=695,23

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 10 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 10, SP.

SARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12]				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
MA1	-0.5375	0.0848	-6.3359	< 0,001
MA2	-0.4328	0.0861	-5.0246	<0,001
SMA1	0.4536	0.1469	3.0871	0.002

AIC=767.71; BIC=778.83

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 11 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 11, SP.

ARIMA(1,1,1)				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
AR1	0,509	0,085	6,020	< 0,001
MA1	-0,968	0,025	-39,325	< 0,001

AIC=906,58; BIC=914,92

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 12 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 12, SP.

SARIMA(0,1,2)(0,0,1)[12]				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
MA1	-0,566	0,080	-7,002	< 0,001
MA2	-0,395	0,081	-4,907	< 0,001
SMA1	0,535	0,136	3,933	< 0,001

AIC=929,44; BIC=940,55

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 13 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 13, SP.

ARIMA(1,1,1)				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
AR1	0,518	0,084	6,150	< 0,001
MA1	-0,967	0,025	-39,120	< 0,001

AIC=669,79; BIC=678,12

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 14 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 14, SP.

SARIMA(0,1,2)(2,0,0)[12]				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
MA1	-0,708	0,098	-7,258	< 0,001
MA2	-0,172	0,099	-1,740	0,082
SAR1	0,235	0,098	2,389	0,017
SAR2	-0,318	0,114	-2,801	0,005

AIC=639,2; BIC=653,1

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 15 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 15, SP.

ARIMA(1,1,1)				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
AR1	0.461	0.092	5.031	< 0,001
MA1	-0.934	0.032	29.537	< 0,001

AIC=485,54; BIC=493,88

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 16 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 16, SP.

SARIMA(2,1,2)(1,0,0)[12]				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
AR1	1,236	0,138	8,980	< 0,001
AR2	-0,550	0,119	-4,692	< 0,001
MA1	-1,824	0,132	-13,830	< 0,001
MA2	0,926	0,147	6,302	< 0,001
SAR1	-0,080	0,106	-0,840	0,396

AIC=346,66; BIC=363,34

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Tabela 17 – Parâmetros dos modelos temporais para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 17, SP.

ARIMA(0,1,2)				
Parâmetro	Coef. Beta	EP	Z	p
MA1	-0,512	0,080	-5,700	< 0,001
MA2	-0,385	0,089	-4.346	< 0,001

AIC=335,31; BIC=343,64

Coef = coeficiente; EP = erro padrão; Z = estatística z para hipótese de que Beta é estatisticamente diferente de zero; p = significância estatística.

Fonte: O autor

Na tabela 18 estão descritos o resumo dos erros dos modelos propostos, contendo os seguintes parâmetros:

- a.) ME (*Mean Error*): média aritmética dos erros de previsão, que são as diferenças entre os valores reais e os valores previstos correspondentes. Um ME positivo indica que as previsões tendem a ser muito baixas, enquanto um ME negativo indica que as previsões tendem a ser muito altas. Idealmente, o ME deve ser o mais próximo possível de zero;
- b.) RMSE (*Root Mean Squared Error*): raiz quadrada da média dos erros quadrados da previsão. Penaliza grandes erros mais pesadamente do que

pequenos erros e é mais comumente usado do que o ME. Como o ME, o RMSE deve ser o mais próximo possível de zero;

- c.) MAE (Erro Médio Absoluto): média aritmética dos erros absolutos de previsão, que são as diferenças absolutas entre os valores reais e os valores previstos correspondentes. O MAE é menos sensível a *outliers* do que o RMSE e, como o RMSE, o MAE deve ser o mais próximo possível de zero;
- d.) MPE (*Mean Percentage Error*): média aritmética dos erros de previsão como uma porcentagem dos valores reais. Um MPE positivo indica que as previsões tendem a ser muito baixas, enquanto um MPE negativo indica que as previsões tendem a ser muito altas. Idealmente, o MPE deve ser o mais próximo possível de zero;
- e.) MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*): média aritmética dos erros absolutos de previsão como uma porcentagem dos valores reais. É comumente usado para comparar a precisão da previsão em diferentes séries temporais e é menos sensível à escala da série temporal do que outras medidas. O MAPE deve ser o mais próximo possível de zero;
- f.) MASE (*Mean Absolute Scaled Error*): medida de precisão de previsão que compara os erros de previsão com os erros de previsão de um modelo de referência simples, como o método ingênuo. O MASE é menos sensível a *outliers* e sazonalidade do que as outras medidas e é útil para avaliar a precisão das previsões para diferentes séries temporais. Um valor MASE de 1 indica que o modelo de previsão funciona tão bem quanto o modelo de referência.

Tabela 18 – Erros dos modelos de baseados em médias móveis autorregressivas para predição das taxas mensais padronizadas (Casos x 100 mil habitantes) de acidentes por picada de escorpião notificados entre 2013 e 2022 na RRAS 1 a 17, SP.

Erro	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE
RRAS 1	0,003	0,055	0,041	-Inf	Inf	0,729
RRAS 2	0,007	0,123	0,089	-Inf	Inf	0,693
RRAS 3	0,098	1,595	1,122	-Inf	Inf	0,615
RRAS 4	-0,003	0,099	0,074	-Inf	Inf	0,771
RRAS 5	0,016	0,271	0,185	-Inf	Inf	0,627
RRAS 6	0,005	0,089	0,065	-21,680	47,163	0,713
RRAS 7	0,000	0,066	0,052	-Inf	Inf	0,730
RRAS 8	0,048	0,916	0,647	-19,502	43,229	0,704
RRAS 9	0,095	4,384	2,954	-19,322	51,481	0,695
RRAS 10	0,723	5,746	4,146	-43,928	75,046	0,652
RRAS 11	1,313	10,524	7,538	-46,582	78,245	0,676
RRAS 12	1,435	11,290	8,653	-16,317	44,335	0,693
RRAS 13	0,506	3,892	2,927	-8,533	31,188	0,673
RRAS 14	0,455	3,329	2,557	-5,335	25,415	0,665
RRAS 15	0,184	1,798	1,341	-9,768	31,606	0,663
RRAS 16	0,055	0,971	0,724	-8,104	28,342	0,616
RRAS 17	0,049	0,955	0,724	-8,354	26,623	0,663

ME = Erro média; RMSE = *Root Mean Squared Error*; MAE = *Mean Errors Absolute*; MPE = *Mean Percentage Error*; MAPE = *Mean Absolute Percentage Error*; MASE = *Mean Absolute Scaled Error*
 Fonte: O autor