

# **ATUALIDADES EM MEDICINA TROPICAL NO BRASIL: INTERDISCIPLINARIDADES**

ISBN: 978-65-86283-06-8

## **Organizadores**

**Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti  
Jader de Oliveira  
Luís Marcelo Aranha Camargo**

**2020**



**Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti**

**Jader de Oliveira**

**Luís Marcelo Aranha Camargo**

**(Organizadores)**

# **Atualidades em Medicina Tropical no Brasil: Interdisciplinaridades**

**Rio Branco, Acre**

## Stricto Sensu Editora

**CNPJ:** 32.249.055/001-26

**Prefixos Editorial:** ISBN: 80261 – 86283 / DOI: 10.35170

**Editora Geral:** Profa. Dra. Naila Fernanda Sbsczk Pereira Meneguetti

**Editor Científico:** Prof. Dr. Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti

**Bibliotecária:** Tábata Nunes Tavares Bonin – CRB 11/935

**Capa:** Elaborada por Led Camargo dos Santos (ledcamargo.s@gmail.com)

**Foto da Capa:** Autoria - Paulo Sérgio Bernarde

**Avaliação:** Foi realizada avaliação por pares, por pareceristas *ad hoc*

**Revisão:** Realizada pelos autores e organizadores

## Conselho Editorial

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ageane Mota da Silva (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Acre)

Prof. Dr. Amilton José Freire de Queiroz (Universidade Federal do Acre)

Prof. Dr. Edson da Silva (Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Denise Jovê Cesar (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina)

Prof. Dr. Francisco Carlos da Silva (Centro Universitário São Lucas)

Prof. Dr. Humberto Hissashi Takeda (Universidade Federal de Rondônia)

Prof. Msc. Herley da Luz Brasil (Juiz Federal – Acre)

Prof. Dr. Jader de Oliveira (Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho)

Prof. Dr. Leandro José Ramos (Universidade Federal do Acre – UFAC)

Prof. Dr. Luís Eduardo Maggi (Universidade Federal do Acre – UFAC)

Prof. Msc. Marco Aurélio de Jesus (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Mariluce Paes de Souza (Universidade Federal de Rondônia)

Prof. Dr. Paulo Sérgio Bernarde (Universidade Federal do Acre)

Prof. Dr. Romeu Paulo Martins Silva (Universidade Federal de Goiás)

Prof. Dr. Renato Abreu Lima (Universidade Federal do Amazonas)

Prof. Msc. Renato André Zan (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia)

Prof. Dr. Rodrigo de Jesus Silva (Universidade Federal Rural da Amazônia)

## Ficha Catalográfica

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A886

Atualidades em medicina tropical no Brasil : interdisciplinaridades / Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti, Luís Marcelo Aranha Camargo, Jader de Oliveira (org.). – Rio Branco : Stricto Sensus, 2020.

302p. : il.

ISBN: 978-65-86283-06-8

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068

1. Saúde. 2. Medicina tropical. 3. Interdisciplinaridades. I. Meneguetti, Dionatas Ulises de Oliveira. II. Camargo, Luis Marcelo Aranha. III. Oliveira, Jader de. IV. Título.

CDD 22. ed. 610.9181

**Bibliotecária Responsável:** Tábata Nunes Tavares Bonin / CRB 11-935

O conteúdo dos capítulos do presente livro, correções e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

É permitido o download deste livro e o compartilhamento do mesmo, desde que sejam atribuídos créditos aos autores e a editora, não sendo permitido a alteração em nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.sseditora.com.br](http://www.sseditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A Medicina Tropical é o ramo da medicina que nasceu no fim do século XIX e que lida com problemas de saúde que ocorrem de forma endêmica, são mais disseminados ou se mostram mais difíceis de controlar nas regiões tropicais ou subtropicais. Essas doenças tropicais eram caracterizadas por ocorrerem principalmente nas regiões rurais, mas com o passar do tempo, o processo de migração das populações rurais para as grandes cidades, criaram um fenômeno de urbanização de algumas destas. Quando nos referimos a medicina tropical, logo nos recordamos das doenças tropicais consideradas negligenciadas pela Organização Mundial de Saúde, que são aquelas que ocorrem especialmente entre as populações pobres da África, Ásia e América Latina. Entretanto, essa vasta área permite uma interdisciplinaridade em termos de pesquisas, envolvendo vários aspectos de inúmeros agravos à Saúde. A importância dos estudos em medicina tropical é denotada nas pesquisas que abordam como esses agravos ocorrem nas populações, proporcionando assim subsídios para intervenção através das políticas públicas de saúde. Muitas vezes essas doenças estão associadas às condições socioeconômicas, sendo que programas de prevenção constituem umas das melhores estratégias de prevenir suas ocorrências. Fundamentada na diversificada área que compreende a Medicina Tropical, a obra “Atualidades em Medicina Tropical no Brasil: Interdisciplinaridades” têm como propósito apresentar vários temas desta área, reunidos em 21 capítulos que correspondem a trabalhos científicos desenvolvidos em várias regiões do Brasil. Essa obra vem a enriquecer mais o conhecimento sobre a Medicina Tropical no Brasil, representada em sua interdisciplinaridade produzida pelo conhecimento e experiência dos pesquisadores nestes capítulos apresentados. Esse rico material bibliográfico é base para a compreensão de vários problemas de saúde, instiga a realização de outros estudos para comparação ou aprofundamento sobre os temas abordados e de utilidade ímpar como textos para serem discutidos na graduação e pós-graduação de cursos das áreas biológicas e de saúde.

Uma boa leitura a todos...

Prof. Dr. Paulo Sergio Bernarde  
Membro do Conselho Editorial SS Editora

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO. 1..... 12**

#### HELMINTOS COM POTENCIAL ZOONÓTICOS EM PEIXES AMAZÔNICOS

Lucena Rocha Virgilio (Universidade Federal do Acre)

Marcos Sidney Brito Oliveira (Universidade Federal do Amapá)

Ricardo Massato Takemoto (Universidade Estadual de Maringá)

Luís Marcelo Aranha Camargo (Universidade Federal do Acre)

Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti (Universidade Federal do Acre)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.01

### **CAPÍTULO. 2..... 36**

#### GUIA VISUAL DE ANIMAIS PEÇONHENTOS COMUNS NA AMAZÔNIA

Flávio Aparecido Terassini (Centro Universitário São Lucas)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.02

### **CAPÍTULO. 3..... 58**

#### ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO DOS ACIDENTES DE ANIMAIS PEÇONHENTOS NO MUNICÍPIO DE ARIQUEMES-RO ENTRE 2010 A 2018

Gleison Faria (Faculdade Ciências Biomédicas de Cacoal)

Claudio Henrique Marques Pereira (Faculdade Ciências Biomédicas de Cacoal)

Graciely dos Santos Luz (Faculdade Ciências Biomédicas de Cacoal)

Anderson Rodrigues Ribeiro (Faculdade Ciências Biomédicas de Cacoal)

Thais Antunes Betin (Universidade do Oeste Paulista)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.03

### **CAPÍTULO. 4..... 72**

#### ACIDENTES POR PICADAS DE ESCORPIÕES NO ESTADO DE SÃO PAULO (2007-2018): ANÁLISE POR MODELOS ADITIVOS GENERALIZADOS

Edson Zangiacomi Martinez (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto)

Jorge Alberto Achcar (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto)

Davi Casale Aragon (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.04



## **CAPÍTULO. 5..... 85**

### **VISÃO MOLECULAR DA ATUAÇÃO DA TOXINA ESCORPIÔNICA E SUA RESPOSTA INFLAMATÓRIA: UMA REVISÃO**

Thassiany Sarmiento Oliveira de Almeida (Universidade Federal de Pernambuco)

Maria Carolina Accioly Brelaz de Castro (Universidade Federal de Pernambuco)

Sayonara Maria Lia Fook (Universidade Estadual da Paraíba)

Beatriz Coutinho de Oliveira (Universidade Federal de Pernambuco)

Valéria Rêgo Alves Pereira (Instituto Aggeu Magalhães/FIOCRUZ)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.05

## **CAPÍTULO. 6..... 96**

### **PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DOS ACIDENTES OFÍDICOS NA CAPITAL DO ACRE**

Jéssica Silva Costa (Universidade Federal do Acre)

Carolina Freitas da Silva (Universidade Federal do Acre)

Sérgio Luiz Prolo Júnior (Universidade Federal do Acre)

Igor Sombra Silva (Universidade Federal do Acre)

Jackson Ramon Oliveira de Sousa Pereira (Universidade Federal do Acre)

Paulo Sérgio Bernarde (Universidade Federal do Acre)

Romeu Paulo Martins da Silva (Universidade Federal de Catalão)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.06

## **CAPÍTULO. 7..... 109**

### **ANÁLISE DAS COMPLICAÇÕES INFECCIOSAS DOS ACIDENTES BOTRÓPICOS MODERADOS E GRAVES DO HOSPITAL MUNICIPAL DE SANTARÉM EM 2015**

Helena Rangel Esper (Universidade do Estado do Pará)

Denise Lima de Sousa (Universidade do Estado do Pará)

Gabriel Tavares de Oliveira Silva (Universidade do Estado do Pará)

Marcelo José Sanches da Rocha (Universidade do Estado do Pará)

Olívia Campos Pinheiro Berreta (Universidade do Estado do Pará)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.07

## **CAPÍTULO. 8..... 125**

### **ACIDENTE OFÍDICO POR *Bothrops atrox* EM FACE**

Brunno Gomes Pinho (Universidade do Estado do Pará)

Gustavo Neves Vieira (Universidade do Estado do Pará)

Marcelo José Sanches da Rocha (Universidade do Estado do Pará)

Wlyana Lopes Ulian (Universidade do Estado do Pará)

Graziele Santos Guimarães (Universidade do Estado do Pará)

Bárbara Begot Oliveira Risuenho (Universidade do Estado do Pará)

Olívia Campos Pinheiro Berreta (Universidade do Estado do Pará)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.08

## **CAPÍTULO. 9..... 134**

### **DOENÇAS TROPICAIS E SUAS MANIFESTAÇÕES BUCAIS**

Adelson Francisco Maia Junior (Instituto de Ensino Superior de Bauru)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.09

## **CAPÍTULO. 10..... 142**

### **ANGIOSTRONGILIASE ABDOMINAL, UMA ZOONOSE EMERGENTE**

Caroline Chaves Hermes (Universidade de Passo Fundo)

Elise Benvegnú (Universidade de Passo Fundo)

Maria Isabel Botelho Vieira (Universidade de Passo Fundo)

Márcio M. Costa (Universidade de Passo Fundo)

Rubens Rodriguez (Instituto do Patologia de Passo Fundo)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.10

## **CAPÍTULO. 11..... 157**

### **AÇÕES INTERVENCIONISTA NA DINÂMICA HOSPITALAR ALTERA O PERFIL EPIDEMIOLÓGICO DE INFECÇÕES PRIMÁRIAS DA CORRENTE SANGUÍNEA EM PACIENTES INTERNADOS NO HOSPITAL RISOLETA TOLENTINO NEVES: ANÁLISE DE UMA DÉCADA (2009-2018)**

Magda Carla de Oliveira Souza e Silva (Hospital Risoleta Tolentino Neves)

Edna Mariléa Meireles Leite (Hospital Risoleta Tolentino Neves)



Bráulio Roberto Gonçalves Marinho Couto (Inovação da Biobyte Sistemas)  
Débora de Vasconcelos (Hospital Risoleta Tolentino Neves)  
Simony da Silva Gonçalves (Hospital Risoleta Tolentino Neves)  
Fernando Antonio Botoni (Hospital Risoleta Tolentino Neves)  
Camila Pacheco Silveira Martins da Mata (Hospital Risoleta Tolentino Neves)  
DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.11

**CAPÍTULO. 12..... 172**

**BIOMARCADORES DE LESÃO RENAL NAS DOENÇAS TROPICAIS**

Geraldo Bezerra da Silva Junior (Universidade de Fortaleza)  
Gdayllon Cavalcante Meneses (Universidade Federal do Ceará)  
Paulo Pacelli Bezerra Filizola Tôrres (Universidade Federal do Ceará)  
Valeska Queiroz de Castro (Universidade Federal do Ceará)  
Elizabeth De Francesco Daher (Universidade Federal do Ceará)  
DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.12

**CAPÍTULO. 13..... 187**

**ESQUISTOSSOMOSE: ASPECTOS IMUNOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO DA FIBROSE HEPÁTICA**

Cristiane de Oliveira Cardoso (Universidade Federal de Catalão)  
David Nascimento Silva Teixeira (Universidade Federal do Triângulo Mineiro)  
DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.13

**CAPÍTULO. 14..... 206**

**OCORRÊNCIA DE ALTERAÇÕES GASTROINTESTINAIS E SUA CORRELAÇÃO COM IMC EM PACIENTES HTLV SINTOMÁTICOS ATENDIDOS NO AMBULATÓRIO DE NUTRIÇÃO DE UM CENTRO DE REFERÊNCIA DO RIO DE JANEIRO**

Paloma Ribeiro Torres (Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas)  
Abelardo de Queiroz Campos Araújo (Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas)  
Naíse Oliveira da Rocha (Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas)  
Roseli dos Santos (Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas)  
Eliane de Souza Paiva (Centro Universitário Augusto Motta)  
Patrícia Dias Brito (Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas)

Adriana Costa Bacelo (Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.14

**CAPÍTULO. 15..... 214**

**PREVALÊNCIA E GRAU DE DISFUNÇÃO ERÉTIL EM PACIENTES PORTADORES DE HTLV-1**

Leonardo Brynne Ramos de Souza (Universidade Federal do Pará)

Emmanuele Celina Souza dos Santos (Universidade Federal do Pará)

Denise da Silva Pinto (Universidade Federal do Pará)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.15

**CAPÍTULO. 16..... 225**

**SEPSE: ETIOPATOGENIA E DIAGNÓSTICO CLÍNICO**

Maycon Yank da Silva Borges (Universidade Paulista - Flamboyant)

Caroline Christine Pincela da Costa (Universidade Federal de Goiás)

Murilo Ferreira de Carvalho (Universidade Paulista - Flamboyant)

Sandra Ribeiro de Moraes (Universidade Paulista - Flamboyant)

Arisneide Kasue Ikeda Rêde (Universidade Paulista - Flamboyant)

Fábio Silvestre Ataides (Universidade Paulista - Flamboyant)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.16

**CAPÍTULO. 17..... 238**

**EVOLUÇÃO DOS CASOS DE PARALISIA FLÁCIDA AGUDA NAS REGIÕES NORTE E NORDESTE DO BRASIL NO PERÍODO DE 2010 A 2017**

Iza Luana de Oliveira Trajano (Universidade Federal do Maranhão)

Myrian Alves Linhares (Universidade Federal do Maranhão)

Larissa Chaves de Carvalho (Universidade Federal do Maranhão)

Louise Paola Nichilatti (Universidade Federal do Maranhão)

Cesar Alejandro Salazar Cuzcano (Universidade Federal do Maranhão)

Rafaela Macedo Pires Ferreira (Universidade Federal do Maranhão)

Consuelo Penha Castro Marques (Universidade Federal do Maranhão)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.17

**CAPÍTULO. 18..... 248**

ESTUDO FITOQUÍMICO, ATIVIDADE CITOTÓXICA E ANTIOXIDANTE DE EXTRATO BRUTO ETANÓLICO DAS FOLHAS DE *Solanum Paniculatum* L.

Letícia Assis Vieira de Azevedo Caputo (Universidade Federal do Espírito Santo)

Patrick de Castro Cantuária (Inst. Pesq. Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá)

Sheylla Susan Moreira da Silva de Almeida (Universidade Federal do Amapá)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.18

**CAPÍTULO. 19..... 260**

DIAGNÓSTICO SOCIODEMOGRÁFICO E DE SAÚDE DOS PACIENTES ATENDIDOS NA CLÍNICA ESCOLA DE FISIOTERAPIA NO CENTRO UNIVERSITÁRIO META - UNIMETA, RIO BRANCO, ACRE

Mireilly Marques Resende (Centro Universitário Meta)

Géssica Priscila da Silva Santos (Centro Universitário Meta)

Priscilla Paula Nascimento Gomes (Centro Universitário Meta)

Joab Aguiar do Nascimento (Centro Universitário Meta)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.19

**CAPÍTULO. 20..... 269**

CRITÉRIOS DE CONFIRMAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO FINAL DA PARALISIA FLÁCIDA AGUDA, DE 2010 A 2017, NO NORTE E NORDESTE DO BRASIL

Louíse Paola Nichilatti (Universidade Federal do Maranhão)

Larissa Chaves de Carvalho (Universidade Federal do Maranhão)

Myrian Alves Linhares (Universidade Federal do Maranhão)

Rafaela Macedo Pires Ferreira (Universidade Federal do Maranhão)

Juliana Feitosa Ferreira (Universidade Federal do Maranhão)

Iza Luana de Oliveira Trajano (Universidade Federal do Maranhão)

Consuelo Penha Castro Marques (Universidade Federal do Maranhão)

DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.20

**CAPÍTULO. 21..... 279**

CONSUMO DE BEBIDAS ALCOÓLICAS E O ENFRENTAMENTO ATRAVÉS DAS POLÍTICAS PÚBLICAS EM RONDÔNIA

Rosely Valéria Rodrigues (Universidade Federal de Rondônia)  
Edson dos Santos Farias (Universidade Federal de Rondônia)  
Sérgio Valério Escobar Filho (Universidade Federal de Rondônia)  
Antônio Carlos Oliveira (Universidade Federal de Rondônia)  
Úrsula Melo de Souza Maia (Universidade Federal de Rondônia)  
Filipe Augusto Alves Marques (Universidade Federal de Rondônia)  
DOI: 10.35170/ss.ed.9786586283068.21

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>ORGANIZADORES.....</b>     | <b>298</b> |
| <b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b> | <b>299</b> |

## ACIDENTES POR PICADAS DE ESCORPIÕES NO ESTADO DE SÃO PAULO (2007-2018): ANÁLISE POR MODELOS ADITIVOS GENERALIZADOS

Edson Zangiacomi Martinez<sup>1</sup>, Jorge Alberto Achcar<sup>1</sup>, Davi Casale Aragon<sup>1</sup>

1. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

### RESUMO

O número de acidentes por picadas de escorpiões no Brasil tem aumentado expressivamente nas últimas décadas. Dados do Ministério da Saúde mostram que a incidência de acidentes por escorpiões aumentou de 27,5 casos por 100 mil habitantes, em 2010, para 42,3 casos por mil habitantes, em 2015. O presente estudo utilizou modelos aditivos generalizados para descrever a tendência e a sazonalidade das notificações mensais de acidentes por escorpiões, no estado de São Paulo, de janeiro de 2007 a dezembro de 2018. Com base em funções não paramétricas de suavização, o modelo evidenciou o número crescente de casos de acidentes, com maior incidência entre outubro e novembro, e menor entre maio e julho. Em adição, este estudo mostrou que os modelos aditivos são eficientes em prever dados futuros de acidentes por picadas de escorpião, sendo uma ferramenta capaz de gerar informações úteis para a vigilância em saúde e planejamento de estratégias de políticas públicas.

**Palavras-Chave:** Escorpiões, Séries Temporais e Epidemiologia.

### ABSTRACT

The number of accidents due to scorpion stings in Brazil has increased significantly in recent decades. Data from the Brazilian Ministry of Health show that the incidence of accidents by scorpions in Brazil increased from 27.5 cases per 100 thousand inhabitants in 2010 to 42.3 cases per thousand inhabitants in 2015. The present study used generalized additive models to describe the trend and seasonality of monthly notifications of accidents by scorpions in the state of São Paulo, Brazil, from January 2007 to December 2018. Based on non-parametric smoothing functions, the model showed an increasing number of accident cases and a greater number of scorpion stings between October and November, and lower between May and July. In addition, this study showed that the generalized additive models are efficient in predicting future data on accidents due to scorpion stings, being a tool capable of generating useful information for health surveillance and planning of public policy strategies.

**Keywords:** Scorpions, Time series and Epidemiology.

## 1. INTRODUÇÃO

As picadas de escorpiões são um problema negligenciado de saúde pública em muitos países tropicais e subtropicais, que vem crescendo em importância nas últimas décadas devido a um aumento constante nas notificações de acidentes e mortes, principalmente em centros urbanos (TORREZ et al., 2019). Dados do Ministério da Saúde mostram que a incidência de acidentes por escorpiões no Brasil aumentou de 27,5 casos por 100 mil habitantes em 2010, para 42,3 casos por mil habitantes em 2015 (BRASIL, 2018).

Os escorpiões de interesse médico no Brasil estão agrupados no gênero *Tityus*, sendo as espécies mais importantes a *T. serrulatus*, responsável por acidentes de maior gravidade, a *T. bahiensis*, a *T. stigmurus* (BRASIL, 2001). Outras espécies são a *T. cambridgei* e a *T. metuendus*, encontradas na região amazônica (BATISTA et al., 2004; 2018). Enquanto a *T. stigmurus* é encontrada na região nordeste (LIRA DA SILVA; AMORIM; BRAZIL, 2000), as espécies *T. serrulatus* e *T. bahiensis* ocorrem principalmente nos estados das regiões centro-oeste, sudeste e sul (BRASIL, 2001). A toxicidade do veneno do escorpião varia entre espécies diferentes, podendo ainda variar em uma mesma espécie entre regiões diferentes (CARDOSO et al., 2009). A gravidade dos casos depende da espécie do escorpião e características da vítima, como a idade, a parte do corpo picada, estado de saúde, e o tempo decorrido entre a picada e o tratamento (BRASIL, 2001).

O objetivo do presente estudo é mostrar a utilidade dos modelos estatísticos aditivos generalizados nos estudos de vigilância dos acidentes por picadas de escorpião, e a contribuição destas ferramentas em predições dos números de acidentes em períodos futuros (HASTIE; TIBSHIRANI, 1995). Para isso, usamos uma série temporal de notificações mensais de acidentes por picadas do estado de São Paulo.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. DESENHO DO ESTUDO E OBTENÇÃO DOS DADOS

O presente estudo é de natureza ecológica, de série temporal, cujas observações são referentes às notificações mensais de acidentes por escorpiões no estado de São Paulo, de janeiro de 2007 a dezembro de 2018. Os dados foram obtidos do Sistema de



Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Por tratarem-se de dados públicos, não houve a necessidade de apreciação em comitê de ética em pesquisa.

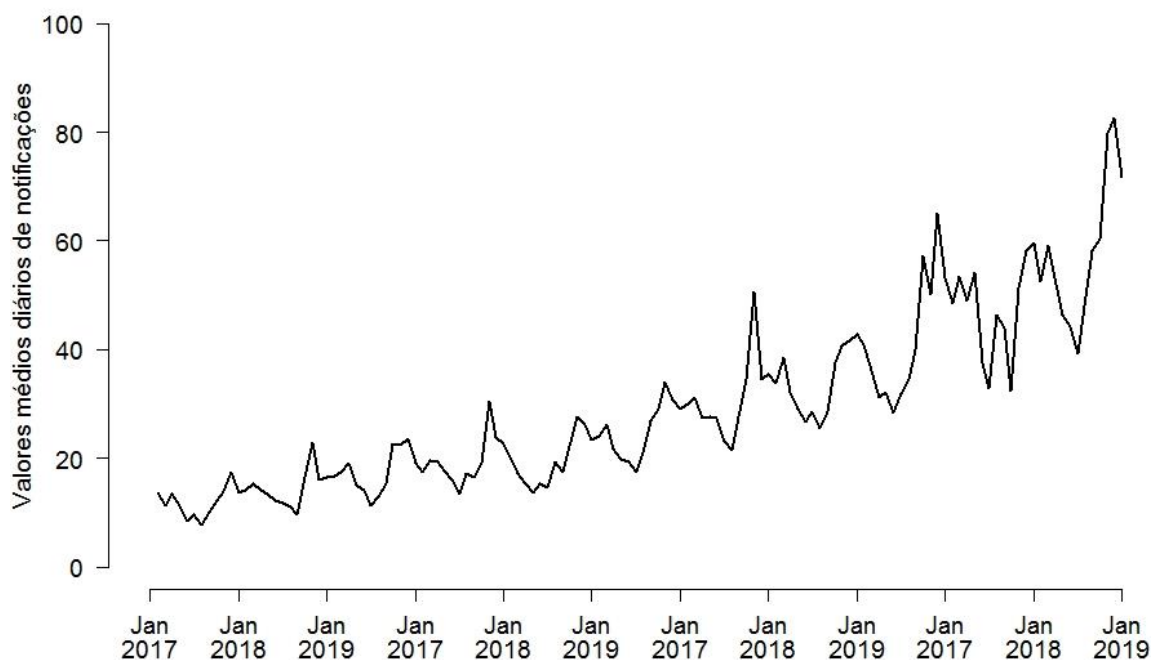
## 2.2. SÉRIES TEMPORAIS

Uma série temporal é uma sequência de observações tomadas sequencialmente ao longo do tempo. São descritas de acordo com três componentes:

- **Tendência:** Refere-se ao comportamento, crescente ou decrescente, da série a longo prazo.
- **Sazonalidade:** São flutuações periódicas da série temporal observadas em um determinado período. No estudo da incidência de picadas de escorpião, vamos considerar períodos de um ano completo. Essas flutuações descrevem um padrão que tende a se repetir de um período a outro, sendo associadas às estações do ano, temperatura e épocas chuvosas.
- **Ciclos:** São variações em períodos maiores, podendo ou não serem periódicas.

Vamos considerar a série temporal dada pelos valores médios diários de notificações de acidentes provocados por escorpiões a cada mês no estado de São Paulo, no período estudado (número de acidentes em cada mês, dividido pelo número de dias do respectivo mês). Esta série é representada na figura 1, sendo possível observar uma tendência crescente ao longo do período e um padrão de sazonalidade em que a maioria dos casos tende a ocorrer nos meses quentes e chuvosos (outubro a março) (CHIPPAUX; GOYFFON, 2008).

Em estudos epidemiológicos, é comum o ajuste de séries temporais por modelos ARIMA (*autoregressive integrated moving average*) e suas extensões. Por exemplo, Ebrahimi et al. (2017) usaram um modelo baseado no ARIMA para estudar o comportamento sazonal dos registros de picadas de escorpiões em uma região tropical do sul do Irã. No presente estudo, usaremos como alternativa um modelo aditivo generalizado para descrever o comportamento dos dados da série mostrada na figura 1 e estudar a sua capacidade em fazer previsões para períodos futuros.



**Figura 1.** Valores médios diários de notificações de acidentes provocados por escorpiões a cada mês no estado de São Paulo, no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2018.

### 2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os modelos aditivos generalizados (*generalized additive models*, GAM) são extensões ainda mais flexíveis dos modelos lineares generalizados (*generalized linear models*, GLM), tal que um ou mais termos são substituídos por funções de suavização (*smooth*) não paramétricas (HASTIE; TIBSHIRANI, 1995; WOOD, 2017). Enquanto os modelos de regressão tradicionais são baseados em uma variável dependente, que assumimos seguir uma distribuição normal, os modelos GLM generalizam este pressuposto para outras distribuições da chamada família exponencial de distribuições. A família exponencial inclui várias distribuições conhecidas, como a Poisson, a binomial, a gama e a própria normal. Portanto, estes modelos são mais flexíveis para a análise de dados, podendo comportar tanto variáveis dependentes discretas quanto contínuas. Dada uma amostra de  $n$  observações, a estrutura básica de um GLM é expressa por  $g(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki}$ , para  $i = 1, \dots, n$ , sendo  $\mu_i$  a média da variável dependente  $Y_i$ , dada por  $E(Y_i) = \mu_i$ ,  $g$  é chamada “função de ligação”, ou seja, a função que “conecta” as  $k$  variáveis independentes  $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$  à variável dependente, e  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  são parâmetros a ser estimados. Notamos que o tradicional modelo de regressão linear e a

regressão logística são casos específicos de GLM. A regressão linear assume  $g(\mu_i) = \mu_i$  e uma distribuição normal para  $Y_i$ , enquanto a regressão logística assume a função de ligação logito  $g(\mu_i) = \log[\mu_i/(1 - \mu_i)]$  e uma distribuição binomial para  $Y_i$ . Por sua vez, o GAM tem como estrutura básica a expressão  $g(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_k x_{ki} + s_1(w_{1i}) + s_2(w_{2i}) + s_3(w_{1i}, w_{2i}) + \dots$ , em que  $s$  são funções não paramétricas de suavização (*smooth functions*) e  $w_{1i}, w_{2i}, \dots, w_{ki}$  são também variáveis independentes. As funções de suavização não são matematicamente escritas na forma de polinômios, como é usual no GLM, mas baseiam-se em curvas bastante flexíveis para descrever a forma de associação entre a correspondente variável independente e a variável dependente.

Vamos considerar que a variável dependente  $Y_i$  é a média diária de notificações de acidentes provocados por escorpiões no mês  $i$ , ou seja, é a razão entre o número de casos notificados em cada mês e o número de dias daquele mês. Portanto, considerando  $Y_i$  uma variável contínua, vamos assumir  $g(\mu_i) = \mu_i$  e a estrutura básica  $\mu_i = \beta_0 + s_1(trend_i) + s_2(mês_i)$ , sendo *trend* a tendência da série temporal e *mês* o correspondente mês de ocorrência dos acidentes por picadas de escorpiões.

Para que o ajuste do modelo aos dados seja considerado adequado, os resíduos (diferenças entre os valores observados da série e os preditos pelo modelo) não devem ser autocorrelacionados, ou seja, não deve haver correlação entre sucessivos valores dos resíduos ao longo do período estudado. Para verificar este pressuposto, usamos gráficos da função de autocorrelação (chamada comumente de ACF) e da função de autocorrelação parcial (PACF). A ACF informa o quanto o valor observado em um momento da série está correlacionado com os valores anteriormente observados, e a PACF nos informa a correlação entre a variável em dado instante e uma de suas defasagens (valores passados), retirados os efeitos das outras defasagens.

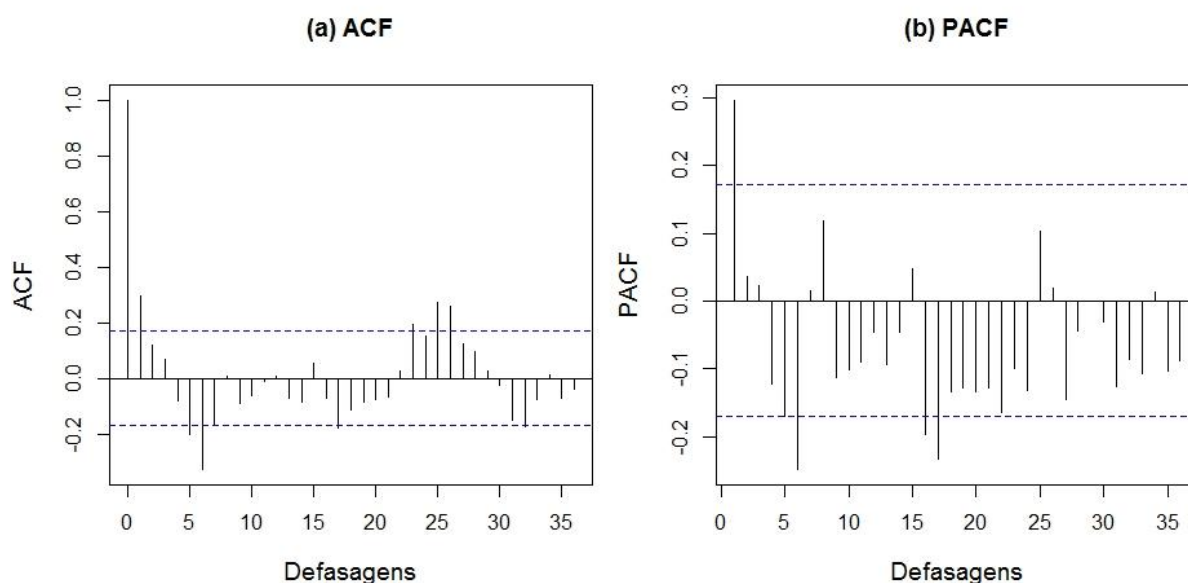
Comparações entre o ajuste de modelos com diferentes estruturas foram baseadas no critério de informação de Akaike (AIC), que dá preferência ao modelo com menor valor de AIC (AKAIKE, 1998). Utilizou-se para o ajuste dos modelos GAM o pacote mgcv do programa R versão 3.6.0 (WOOD, 2001).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 RESULTADOS

##### 3.1.1 Descrição da série temporal

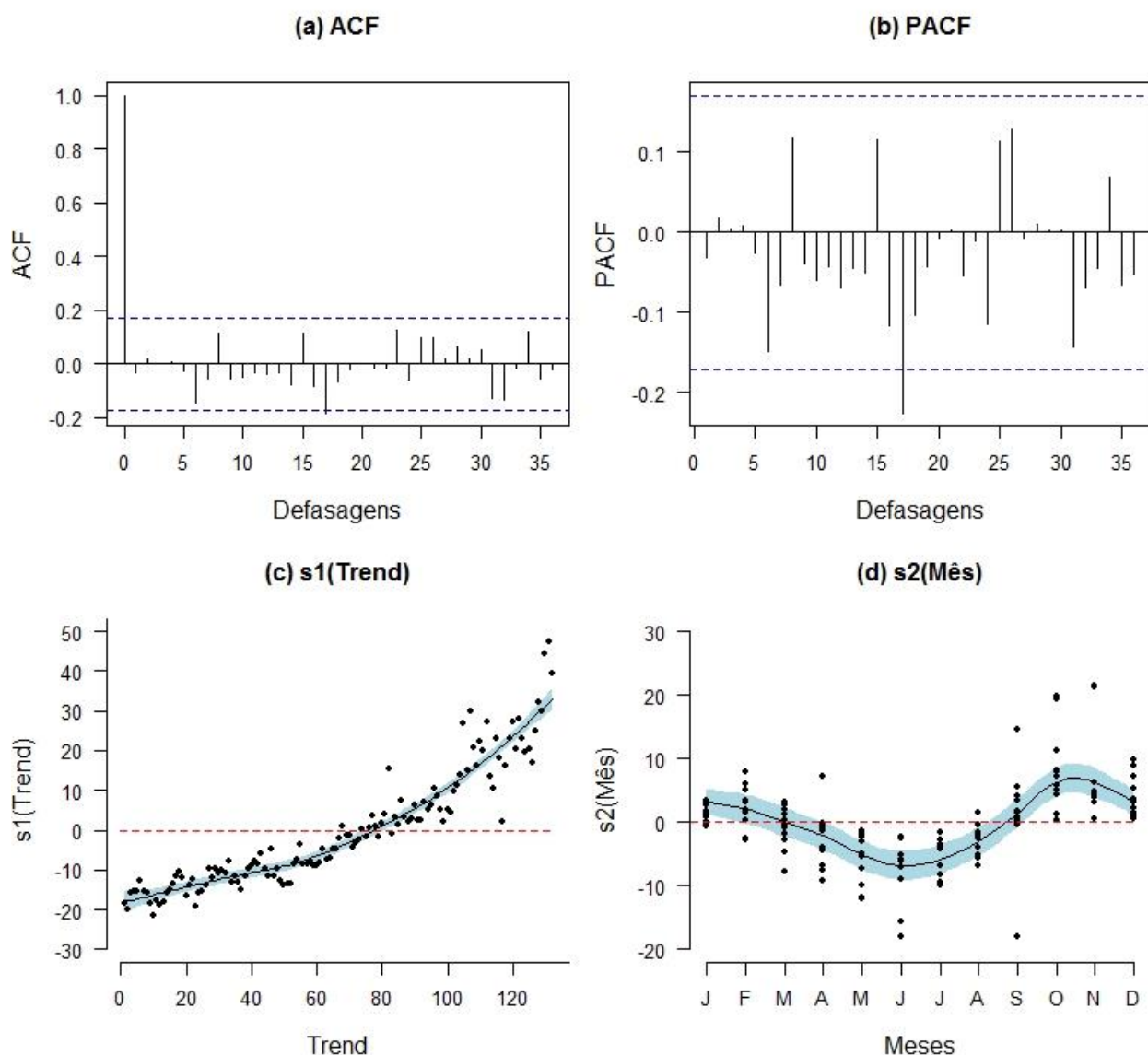
O pacote *mgcv* do programa R permite ajustar modelos GAM baseados em diferentes funções não paramétricas de suavização. Assim, ajustamos o modelo  $\mu_i = \beta_0 + s_1(trend_i) + s_2(mês_i)$  com base em seis diferentes suavizações (*thin plate regression splines*, *Duchon splines*, *cubic regression splines*, *cyclic cubic regression splines*, *P-splines*, e *bivariate adaptive smooths*) e utilizamos o critério AIC para comparações. Como não houve diferenças expressivas entre os valores de AIC para os diferentes ajustes (todos próximos a 787), decidimos arbitrariamente usar o modelo baseado em *cyclic cubic regression splines* (CCRS) para a descrição da série temporal. A figura 2 mostra gráficos da ACF e PACF para os resíduos obtidos do ajuste do modelo.



**Figura 2.** Gráficos da ACF e PACF para os resíduos obtidos do ajuste do modelo GAM com as funções de suavização  $s_1(trend_i)$  e  $s_2(mês_i)$  baseadas em *cyclic cubic regression splines*.

Na interpretação da figura 2, consideramos que não há correlação serial dos resíduos ao longo do período de estudo quando todas as autocorrelações (representadas pelas linhas verticais) encontram-se dentro do intervalo delimitado pelas linhas horizontais

pontilhadas (no caso da ACF, quando a defasagem é zero, a autocorrelação é sempre 1). Portanto, a figura 3 sugere que o modelo ajustado não é adequado aos dados.

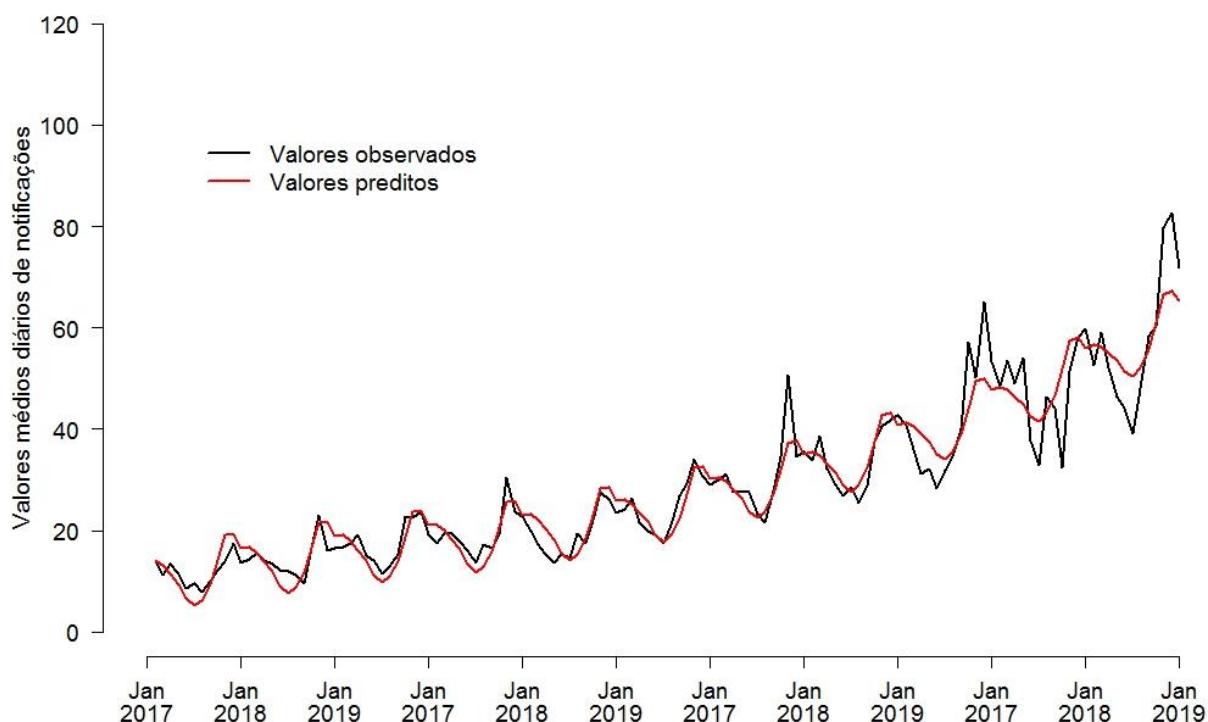


**Figura 3.** Gráficos da (a) ACF e (b) PACF para os resíduos obtidos do ajuste do modelo GAM com as funções de suavização baseadas em CCRS e estrutura AR(6) para os erros, e gráficos das funções de suavização (c)  $s_1(\text{trend}_i)$  e (d)  $s_2(\text{mês}_i)$ .

Ajustamos então um segundo modelo, também com as funções de suavização  $s_1(\text{trend}_i)$  e  $s_2(\text{mês}_i)$ , baseadas em CCRS, mas agora com uma estrutura autoregressiva de ordem igual a 6 (denotada por AR(6)) para os erros. A figura 3 mostra os gráficos da ACF e PACF para os resíduos obtidos deste ajuste (painéis (a) e (b), respectivamente). Podemos observar que todas as autocorrelações agora encontram-se dentro do intervalo delimitado pelas linhas horizontais pontilhadas, exceto a defasagem correspondente a 16

meses, mas consideramos que este achado é casual e não significa necessariamente que o ajuste do modelo é inadequado.

A figura 3 mostra também os gráficos das funções  $s_1(trend_i)$  e  $s_2(mês_i)$  obtidas do ajuste do modelo (painéis (c) e (d), respectivamente). As regiões sombreadas em azul nestes gráficos são bandas de confiança 95%, de forma que, quando a linha horizontal pontilhada (representando os valores em que a função é igual a zero) encontra-se inteiramente dentro da região de confiança, não temos evidência de que o efeito correspondente seja significativo. Dado que isto não ocorre, concluímos que há um significativo e crescente efeito de tendência (o número de picadas cresce ao longo do tempo) e um efeito de sazonalidade (há um número maior de picadas entre outubro e novembro, e menor entre maio e julho). A figura 4 compara os valores observados da série temporal e os preditos pelo modelo, sugerindo uma razoável proximidade entre estes.

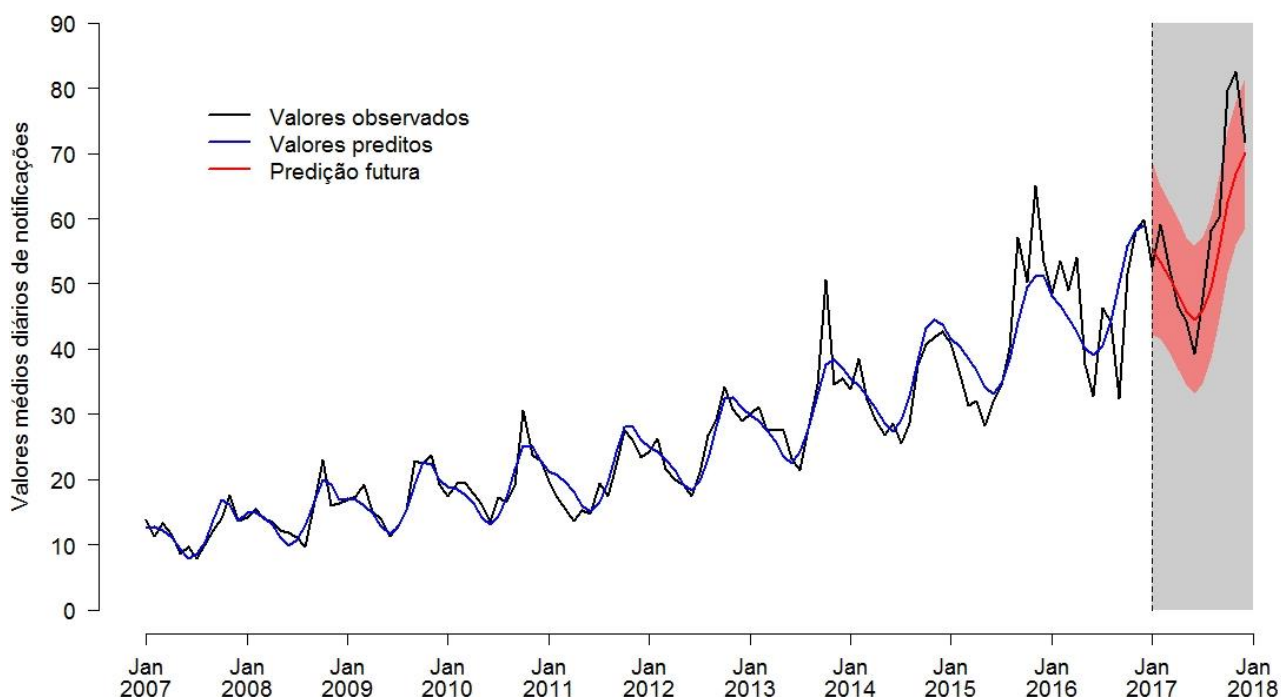


**Figura 4.** Comparação entre valores médios diários de acidentes por escorpião a cada mês e os obtidos do ajuste do modelo GAM com as funções  $s_1(trend_i)$  e  $s_2(mês_i)$  baseadas em CCRS e estrutura AR(6) para os erros.



### 3.1.2 Predições futuras

Para demonstrar a capacidade do modelo GAM em prever observações futuras (*forecasting*), vamos considerar a série de acidentes por escorpiões no estado de São Paulo, de janeiro de 2007 a dezembro de 2017, e usaremos os dados observados de janeiro a dezembro de 2018 (os 12 últimos meses da série) para comparar com aqueles preditos pelo modelo para o mesmo período. Na figura 4, observamos que os valores observados e preditos pelo modelo são mais próximos entre si no início do período, mas os valores observados parecem ter mais variabilidade a partir de 2019, o que não é capturado pelo modelo GAM. Dado que este efeito pode prejudicar predições futuras, adicionamos no modelo um termo de interação entre ano e mês (*tensor product interaction*).



**Figura 5.** Comparação entre os valores médios diários de acidentes por escorpião a cada mês e os obtidos do ajuste do modelo GAM, de janeiro de 2007 a dezembro de 2017, e os valores preditos para o ano de 2018 com respectiva região de confiança 95% (sombreada em vermelho).

A figura 5 exibe uma comparação entre os valores observados e preditos pelo novo modelo, de janeiro de 2007 a dezembro de 2017 (linha azul), e os valores preditos para o ano de 2018 (linha vermelha). A tabela 1 compara os valores observados e preditos para 2018, e apresenta os correspondentes intervalos de confiança 95% (IC95%). Observamos

que estes valores são bastante próximos, o que evidencia a eficácia do modelo GAM em fornecer previsões futuras.

**Tabela 1.** Comparação entre os valores médios diários observados de acidentes por escorpião de janeiro a dezembro de 2018, e os respectivos valores preditos pelo modelo GAM.

| Mês               | Valores observados | Preditos pelo modelo<br>(IC 95%) |
|-------------------|--------------------|----------------------------------|
| Janeiro de 2018   | 52,6               | 55,4 (42,0 – 68,7)               |
| Fevereiro de 2018 | 59,1               | 53,4 (41,6 – 65,1)               |
| Março de 2018     | 52,1               | 50,9 (39,3 – 62,3)               |
| Abril de 2018     | 46,4               | 48,5 (36,9 – 60,0)               |
| Mai de 2018       | 44,2               | 45,8 (34,4 – 57,2)               |
| Junho de 2018     | 39,2               | 44,5 (33,1 – 55,9)               |
| Julho de 2018     | 48,0               | 45,9 (34,7 – 57,1)               |
| Agosto de 2018    | 58,3               | 49,5 (38,5 – 60,3)               |
| Setembro de 2018  | 60,2               | 55,5 (44,5 – 66,6)               |
| Outubro de 2018   | 79,7               | 62,6 (51,6 – 73,6)               |
| Novembro de 2018  | 82,5               | 66,9 (56,0 – 77,8)               |
| Dezembro de 2018  | 71,8               | 70,1 (58,5 – 81,6)               |

### 3.2 DISCUSSÕES

O escorpião *Tityus serrulatus*, comum no estado de São Paulo, bastante adaptável a ambientes urbanos, é capaz de reproduzir-se por partenogênese (a partir de um óvulo não fecundado), possuindo alto potencial reprodutivo, forte capacidade de dispersão no ambiente e grande resistência à privação de comida e água (LOURENÇO et al., 1996; LOURENÇO; CUELLAR, 1995; PIMENTA et al., 2019). Estas características contribuem para a expansão geográfica da espécie e traz grandes dificuldades para o controle dos acidentes por picadas. Esforços para a vigilância dos acidentes podem ser beneficiados pelo uso de técnicas estatísticas, como as apresentadas no presente estudo, capazes de gerar informações úteis para a vigilância em saúde e planejamento de estratégias de políticas públicas.

Mostramos que o modelo GAM é eficiente em descrever o comportamento de tendência e sazonalidade da série, e também em fazer previsões futuras da série temporal. Embora muitos estudos epidemiológicos, como os apresentados por Ebrahimi et al. (2017), He e Tao (2018) e Wu et al. (2018), utilizem modelos ARIMA ou suas extensões para a análise de séries temporais, os modelos GAM apresentam algumas vantagens. Primeiro, o uso de funções de suavização não paramétricas torna-os bastante flexíveis, permitindo capturar diferentes formas para a tendência da série temporal e para a associação entre variáveis independentes quantitativas e as observações tomadas ao longo do tempo. Segundo, os modelos GAM permitem facilmente inserir variáveis independentes, o que não é simples quando se usa modelos ARIMA. Terceiro, o pacote mgcv do programa R é bastante intuitivo e permite uma ampla possibilidade de diferentes funções de suavização, diferentes distribuições de probabilidade para representar os dados da série temporal (incluindo distribuições discretas) e diversas estruturas autoregressivas e de médias móveis para os erros (WOOD, 2001). O programa R é gratuito e disponível em sua página web. Quarto, existem extensões do modelo GAM, como o modelo generalizado aditivo para localização, escala e forma (*generalized additive models for location scale and shape*, GAMLSS), que permitem análises de dados com estruturas mais complexas (STASINOPOULOS et al., 2017).

## 4. CONCLUSÃO

Uma potencial limitação do estudo é a possibilidade de subnotificações dos acidentes por picadas de escorpiões (BOCHNER; STRUCHINER, 2002). Entretanto, os resultados encontrados sugerem a eficácia do modelo estatístico apresentado como ferramenta de monitoramento e previsão dos casos. Embora o presente estudo descreva dados de acidentes por escorpião, o modelo GAM pode ser usado para a análise de outras séries epidemiológicas.

## 5. REFERÊNCIAS

AKAIKE, H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In: PARZEN, E.; TANABE, K.; KITAGAWA, G. **Selected papers of Hirotugu Akaike**. New York: Springer; 1998. p. 199-213.

- BATISTA, C. V.; DEL POZO, L.; ZAMUDIO, F. Z.; CONTRERAS, S.; BECERRIL, B.; WANKE, E.; POSSANI, L. D. Proteomics of the venom from the Amazonian scorpion *Tityus cambridgei* and the role of prolines on mass spectrometry analysis of toxins. **Journal of Chromatography B**, v. 803, n. 1, p. 55-66, 2004.
- BATISTA, C. V. F., MARTINS, J. G., RESTANO-CASSULINI, R., CORONAS, F. I., ZAMUDIO, F. Z., PROCÓPIO, R., POSSANI, L. D. Venom characterization of the Amazonian scorpion *Tityus metuendus*. **Toxicon**, v. 143, p. 51-58, 2018.
- BOCHNER, R.; STRUCHINER, C. J. Acidentes por animais peçonhentos e sistemas nacionais de informação. **Cadernos de Saúde Pública**, v.18, n.3, p. 735-746, 2002.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos**. 2a ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS). Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). **Saúde de A a Z: Acidentes por animais peçonhentos**. Brasília: Ministério da Saúde; 2018.
- CARDOSO, J. L.; FRANÇA, F. S.; WEN, F. H.; MALAQUE, C. M.; HADDAD JÚNIOR, V. **Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. 2ª ed. São Paulo: Sarvier; 2009.
- CHIPPAUX, J. P., GOYFFON, M. Epidemiology of scorpionism: A global appraisal. **Acta Tropica**, v. 107, n. 2, p. 71-79, 2008.
- EBRAHIMI, V.; HAMDAMI, E.; MOEMENBELLAH-FARD, M. D.; JAHROMI, S. E. Predictive determinants of scorpion stings in a tropical zone of south Iran: use of mixed seasonal autoregressive moving average model. **Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases**, v. 23, n. 1, p. 39, 2017.
- HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R. Generalized additive models for medical research. **Statistical Methods in Medical Research**, v. 4, n. 3, p. 187-196, 1995.
- HE, Z.; TAO, H. Epidemiology and ARIMA model of positive-rate of influenza viruses among children in Wuhan, China: A nine-year retrospective study. **International Journal of Infectious Diseases**, v. 74, p. 61-70, 2018.
- LIRA-DA-SILVA, R. M.; AMORIM, A. M.; BRAZIL, T. K. Poisonous sting by *Tityus stigmurus* (Scorpiones; Buthidae) in the state of Bahia, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 33, n. 3, p. 239-245, 2000.
- LOURENÇO, W. R.; CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L.; CUELLAR, O.; VON EICKSTEDT, V. R. D.; BARRAVIERA, B.; KNOX, M. B. The evolution of scorpionism in Brazil in recent years. **Journal of Venomous Animals and Toxins**, v. 2, n. 2, p. 121-134, 1996.
- LOURENÇO, W. R., CUELLAR, O. Scorpions, scorpionism, life history strategies and parthenogenesis. **Journal of Venomous Animals and Toxins**, v. 1, n. 2, p. 51-62, 1995.
- PIMENTA, R. J. G.; BRANDÃO-DIAS, P. F. P.; LEAL, H. G.; DO CARMO, A. O.; DE OLIVEIRA-MENDES, B. B. R.; CHAVEZ-OLORTEGUI, C.; KALAPOTHAKIS, E. Selected to survive and kill: *Tityus serrulatus*, the Brazilian yellow scorpion. **PloS one**, v. 14, n. 4, p. e0214075, 2019.

STASINOPOULOS, M. D.; RIGBY, R. A.; HELLER, G. Z.; VOUDOURIS, V.; DE BASTIANI, F. **Flexible regression and smoothing: using GAMLSS in R**. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC; 2017.

TORREZ, P. P. Q.; DOURADO, F. S.; BERTANI, R.; CUPO, P.; FRANÇA, F. O. S. Scorpionism in Brazil: exponential growth of accidents and deaths from scorpion stings. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 52, p. e20180350, 2019.

WOOD, S. N. mgcv: GAMs and generalized ridge regression for R. **R news**, v. 1, n. 2, p. 20-25, 2001

WOOD, S. N. **Generalized additive models: an introduction with R**. 2. ed. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC; 2017.

WU, Q. H.; ZHANG, L.; YUAN, J.; TIAN, L. S.; WU, L. I.; LUO, Z. Z. Epidemiological characteristics of gonorrhea from 2005 to 2016 and ARIMA model for predicting the incidence trend in Nanshan District of Shenzhen. **Chinese Journal of Infection Control**, v.17, n.3, p.202-206, 2018.