

ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DA EPIDEMIA DE ESPOROTRICOSE EM GUARULHOS (2011 – 2023)

SPATIAL AND TEMPORAL ANALYSIS OF THE SPOROTRICHOSIS EPIDEMIC IN GUARULHOS (2011 – 2023)

Dafne Fontoura de Lima

Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo, SP, Brasil
dafne.lima@usp.com

Juliana Batista Andrade Silva

Secretaria Municipal de Saúde de Guarulhos, Guarulhos, SP, Brasil
julianaandrade@guarulhos.sp.gov.br

Wilson Mansho

Secretaria Municipal de Saúde de Guarulhos, Guarulhos, SP, Brasil
wilmansho@hotmail.com

Nilson Roberti Benites

Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo, SP, Brasil
benites@usp.br

RESUMO

A esporotricose é uma doença fúngica que atinge humanos e animais, principalmente felinos. Desde 2011 o município de Guarulhos tem registrado casos da doença em animais com aumentos significativos anualmente, intensificando a cada ano o risco para os humanos devido à proximidade com os animais infectados. Considerando essa preocupação, foi realizado um estudo ecológico com o objetivo de descrever a distribuição espaço-temporal da doença no período de 2011 a 2023. Para tal, os casos de esporotricose animal disponibilizados pelo Centro de Controle de Zoonoses de Guarulhos foram geocodificados e associados aos seus setores censitários (SC) correspondentes. Analisou-se a distribuição dos casos no tempo e no espaço através de mapas de densidade espacial Kernel, decomposição clássica da série temporal, índices de Moran Global e Local, e comparação entre grupos de setores censitários pré-estabelecidos de acordo com os números de casos anuais. Essas análises revelaram que o padrão de distribuição dos casos não é aleatório (Moran Global com $p<0,001$) e possui tendência crescente (Teste de Friedman entre períodos com $p=0,018$), o que torna necessária a manutenção da vigilância da esporotricose no município e em seus vizinhos para implementação de políticas de controle da doença em humanos e animais.

Palavras-chave: Sporothrix. Distribuição espacial. Zoonoses. Saúde única. Moran.

ABSTRACT

Sporotrichosis is a fungal disease that affects humans and animals, primarily felines. Since 2011, the municipality of Guarulhos has recorded cases of the disease in animals, with significant annual increases, intensifying each year the risk to humans due to close contact with infected animals. Considering this concern, an ecological study was conducted to describe the spatiotemporal distribution of the disease from 2011 to 2023. For this purpose, animal sporotrichosis cases provided by the Guarulhos Zoonosis Control Center were geocoded and associated with their corresponding census tracts (SC). The distribution of cases over time and space was analyzed using Kernel spatial density maps, classical time series decomposition, Global and Local Moran's indices, and comparisons between pre-established groups of census tracts based on annual case numbers. The analysis revealed that the distribution pattern of cases is not random (Global Moran with $p<0.001$) and shows an increasing trend (Friedman Test between periods with $p=0.018$), making it necessary to maintain sporotrichosis surveillance in the municipality and its neighboring areas to implement disease control policies for both humans and animals.

Keywords: Sporothrix. Spatial distribution. Zoonoses. One Health. Moran.

INTRODUÇÃO

A Esporotricose é uma micose subcutânea zoonótica cuja transmissão depende principalmente de uma lesão a partir da qual o fungo adentra o organismo, gerando uma variedade de manifestações clínicas dermatológicas e sistêmicas (López-Romero et al., 2011).

Por muito tempo a Esporotricose foi conhecida como “doença dos jardineiros” pois o fungo é encontrado também no solo e matéria orgânica em decomposição, portanto, as pessoas mais acometidas eram aquelas que, em decorrência de sua ocupação, tinham mais contato com o solo. Atualmente, as infecções de origem zoonótica são mais comuns, sendo os felinos as maiores vítimas devido à suscetibilidade, enquanto também os maiores disseminadores devido ao comportamento natural da espécie: o hábito de arranhar superfícies vegetais para manutenção das garras e enterro de dejetos, a defesa através de arranhaduras e mordeduras, e, no caso de machos, o envolvimento em brigas para competir por fêmeas. Isso associado à tendência dos tutores de não proverem barreiras eficientes para domiciliação adequada, levou a uma mudança no perfil da doença, antes comum em ambiente rural, passou a ser predominantemente urbana (LARSSON, 2011). Portanto, se trata de um agravio que atinge os três elos da saúde única, sendo o controle mais efetivo através dos animais atualmente (Paiva, 2020).

Condições socioeconômicas precárias também já foram associados à incidência da Esporotricose animal (Falcão, 2019), e é possível que existam pacientes com tamanha vulnerabilidade social que não chegam a qualquer instituição, ou quando chegam, já é tarde para implementação de tratamento. Muitas vezes animais infectados podem ser abandonados por representarem um risco para pessoas e outros animais que residam no mesmo domicílio, por falta de diagnóstico adequado e insucesso de tratamento, favorecendo assim a disseminação da doença (Barros et al., 2010).

São muitos os desafios para o controle da Esporotricose zoonótica, incluindo a subnotificação. No município de Guarulhos há um programa de vigilância bem estruturado com notificação compulsória desde 2016, porém essa obrigação não existe em todo o país, o que leva a uma provável subnotificação agravando a situação epidêmica vivida pelo país.

O monitoramento do avanço da doença é essencial para implementação e adequação de medidas de controle, assim como o direcionamento de esforços específicos para as regiões que apresentam condições condizentes com maior risco para novos surtos. Para tal, se faz necessária uma análise espacial adequada, possibilitando o rastreamento da doença e a identificação de padrões de disseminação.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo ecológico descritivo, realizado através de dados referentes aos casos de Esporotricose animal registrados no município de Guarulhos no período de 2011 a 2023. Foi desenvolvido um estudo misto onde foram apresentadas as análises espaciais e temporal, com setores censitários (SC) como unidades espaciais, e anos como unidades temporais.

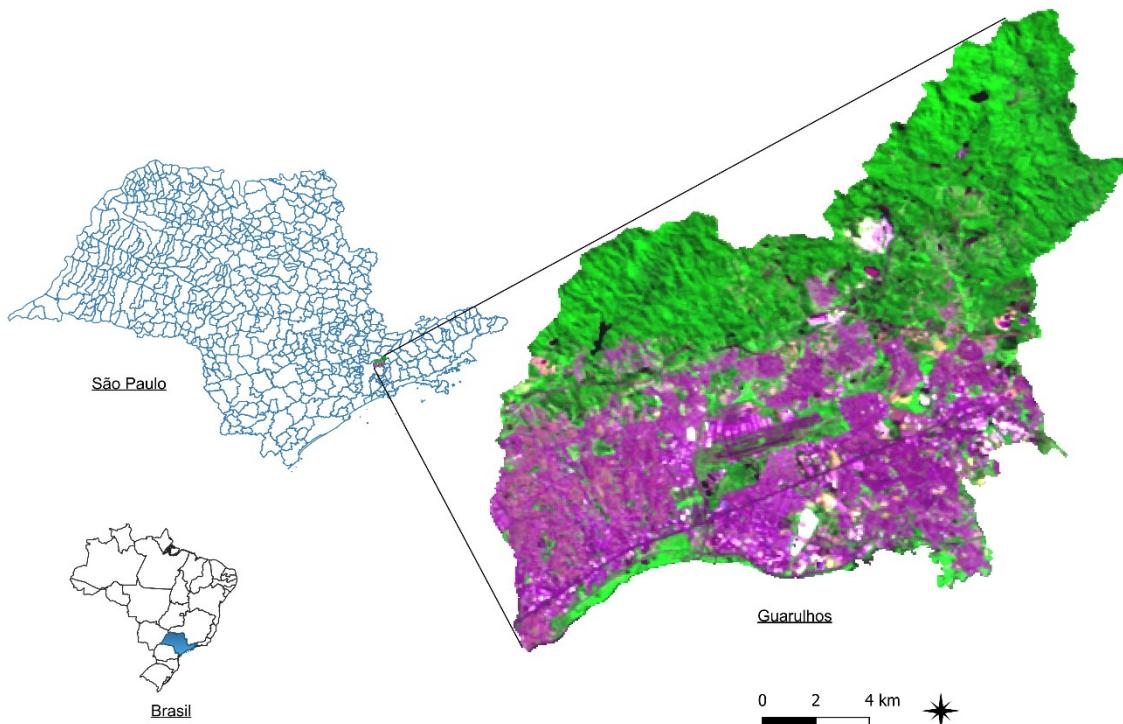
Para preparo e análise dos dados foram utilizados os softwares: QGIS (versão 3.34.3-Prizren), GeoDa (versão 1.22.0.2), JASP (versão 0.18.1), R (versão 4.3.2) e Excel 2016.

Área de estudo

O cenário do estudo foi o município de Guarulhos, localizado na região metropolitana do Estado de São Paulo e vizinho da capital homônima que é também a maior metrópole da América Latina. Guarulhos possui uma área de 318,675 km², e grande parte do seu território é composto por Unidades de Conservação devido à existência de remanescentes importantes da Mata Atlântica (Guarulhos, 2014).

A localização do município de Guarulhos (figura 1) foi um dos fatores que o tornara um centro estratégico de distribuição e logística no Estado. A cidade abriga o maior aeroporto da América Latina, o Aeroporto Internacional de Guarulhos (GRU), e é localizada entre duas das principais rodovias nacionais: a Rodovia Presidente Dutra, que liga o Rio de Janeiro a São Paulo, e Rodovia Fernão Dias, que liga São Paulo a Belo Horizonte (DER-SP).

Figura 1 – Localização do Estado de São Paulo no território brasileiro (esquerda), e do município de Guarulhos no Estado de São Paulo (direita)



Fontes: IBGE e INPE. Organização: os autores, 2024.

Dados

A vigilância de Esporotricose no município de Guarulhos teve início em 2011, portanto, neste estudo foram analisados os casos de 2011 a 2023. As fichas dos casos de Esporotricose animal foram disponibilizadas pelo Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) de Guarulhos, contendo o endereço do local onde o animal infectado residia e ano em que foi realizado seu primeiro atendimento. No CCZ, foram considerados “casos” os animais que possuam resultado positivo para a presença do fungo em exames laboratoriais realizados através de coleta estéril, ou quadro clínico característico com histórico condizente com a infecção após avaliação realizada no CCZ.

Esses endereços passaram por uma etapa de georreferenciamento, através do qual foram atribuídas coordenadas aos casos. Esse processo foi realizado utilizando a plataforma HERE através do complemento HQgis (HERE API) do software QGIS (versão 3.34.3).

Foram incluídos nas análises os casos cujo georreferenciamento atingiu os parâmetros de precisão estabelecidos previamente, com relevância maior ou igual a 0,7 e dentro dos limites do município. Levando em conta essas condições, foram utilizados para as análises 93% do total de casos registrados no período.

Análise espacial

A detecção e análise de padrão espacial da Esporotricose no município de Guarulhos foi investigada por diferentes técnicas de análise espacial complementares.

Primeiramente foram produzidos mapas temáticos para visualização da distribuição de casos de Esporotricose animal no município de Guarulhos. Então, para elucidação de possíveis padrões espaciais, foi desenvolvida a construção da superfície de densidade Kernel (Silverman, 1998). O primeiro mapa de Kernel foi elaborado através do total de casos no período de estudo, e, para comparação entre início e fim do período, foram desenvolvidos dois mapas com dados parciais: o primeiro com os casos registrados nos primeiros cinco anos de vigilância (2011-2015), e o segundo

com os casos registrados nos últimos cinco anos de estudo (2019-2023). Todos os mapas foram produzidos por meio do software QGIS (versão 3.34.3), e sistema de coordenadas SIRGAS 2000 – UTM 23.

O índice de Moran Global (Ig) foi calculado para elucidação da existência de autocorrelação espacial, que indica se desfechos similares estão espacialmente próximos ou se a ocorrência se dá de forma aleatória no espaço. O Ig é um método global de análise espacial capaz de sugerir se as observações possuem dependência espacial, mas para identificação de clusters são utilizados Indicadores Locais De Correlação Espacial (LISA) (Anselin, 1995). O Moran Local é um método LISA, que calcula uma estatística para cada unidade espacial, permitindo a identificação de padrões espaciais locais. Enquanto o Índice de Moran Global (Ig) é uma medida de associação espacial para todo o conjunto de dados, fornecendo uma única estatística para toda a área analisada, o Moran Local é utilizado para identificação de aglomerados, lidando com diferentes tipos de associação espacial nas diferentes unidades espaciais dentro da região do estudo. Os indicadores locais produzem um valor específico para cada área, permitindo, desse modo, a identificação de agrupamentos e possibilitando a identificação de áreas com maior risco ou possível subnotificação, para uma estratégia eficiente de vigilância ativa.

Para investigar a existência de autocorrelação espacial através dos Índices de Moran Global e Local, foi desenvolvida uma matriz vizinhança do tipo Queen, considerando como vizinhos dois SC com pelo menos um ponto de suas divisas em comum. Neste caso, a matriz de vizinhança foi utilizada para definição das relações espaciais que acontecem entre os SC de Guarulhos, com o intuito de quantificação de dependência espacial.

O Índice de Moran Global (Ig) é calculado através da fórmula (Luzardo; Castañeda; Rubim, 2017) 1, representada abaixo:

$$I_g = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}(Z_i - \mu_Z)(Z_j - \mu_Z)}{\sum_{i=1}^n (Z_i - \mu_Z)^2} \quad (1)$$

Onde:

n = número de áreas;

Z_i = valor do atributo considerado na área [i];

μ_Z = valor médio do atributo na região de estudo;

w_{ij} = é o elemento [ij] da matriz de vizinhança normalizada.

A somatória dos pesos é o número de relações de vizinhança.

Se o Índice de Moran Global (Ig) for igual a 0 a distribuição é aleatória; se for positivo, existe uma dependência espacial positiva que indica que valores próximos tendem a ser parecidos; se for negativo é uma relação de oposição, indicando que valores próximos tendem a ser diferentes. O Ig foi calculado e discutido considerando a hipótese nula de aleatoriedade espacial.

Um Índice de Moran Local (Il) é calculado para cada área a partir de valores normalizados, através da fórmula 2, (Luzardo; Castañeda; Rubim, 2017) abaixo:

$$I_l = \frac{Z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} Z_j}{\sum_{j=1}^n Z_j^2} \quad (2)$$

Onde “Z_i” é a variável normalizada.

Como resultado do Il podemos obter quatro clusters: Alto-Alto (AA), quando áreas com valores acima da média global estão cercadas por áreas que também estão acima da média; Baixo-Baixo (BB), quando áreas com valores abaixo da média global estão cercadas por áreas que também estão abaixo da média; Alto-Baixo (AB), quando áreas com valores acima da média global estão cercadas

por vizinhos abaixo da média, geralmente são áreas de transição; e Baixo-Alto (BA), que são áreas com valores abaixo da média global cercadas por vizinhos acima da média, podendo indicar subnotificação.

Uma vez calculados os II de todos os SC, foram considerados para análise de resultados aqueles que obtiveram significância estatística.

As análises de Moran foram realizadas através do software R versão 4.3.2., utilizando os pacotes "graphics" (R CORE TEAM, 2023), "sf" (Pebesma; Bivand, 2023), "spdep" (Bivand, 2022) e "readr"(Wickham, 2023a).

Análise espaço-temporal

Objetivando uma avaliação da distribuição espacial da doença através do tempo, foi realizada uma contagem de casos por setores censitários em 2023, pois, dentre todo o período de estudo, este foi o ano com mais registros. A mediana do número de casos por SC naquele ano foi 2, com quartis de 25%, 75% e 100% de valores 1, 3 e 52, respectivamente.

Com base na contagem de casos por SC em 2023, foram selecionados grupos de setores censitários A, B, C, D e E. No grupo A foram alocados os SC sem registros de casos; no grupo B os SC com 1 caso registrado; no grupo C os SC com 2 casos; no grupo D os SC com 3 casos; e, por fim, no setor E os SC com 4 ou mais casos.

Esses parâmetros foram utilizados para atribuição de grupos aos setores censitários em todos os anos, para então ser analisado o número de SC por grupo anualmente.

Os SC que nunca registraram casos foram separados daqueles que registraram algum caso entre 2011 e 2023, ou seja, que flutuaram através dos diferentes grupos durante o período de estudo. Com o objetivo de análise dessa flutuação, foi observada a proporção de cada um dos grupos anualmente.

Esse trabalho foi desenvolvido com uso dos Softwares JASP e R, pacotes "ggplot2" (Wickham, 2016), "sf" (Pebesma; Bivand, 2023), "dplyr" (Wickham, 2023b) e "tidy" (Wickham, 2023c).

Análise temporal

Inicialmente a análise temporal foi baseada nos números anuais de casos de Esporotricose, e na decomposição da série temporal.

A série temporal foi decomposta utilizando o método de decomposição clássica modelo aditivo (Kendall; Stuart, 1983). O componente “tendência” das duas decomposições foi analisado segundo seu comportamento em gráfico de linhas.

Paralelamente a isto, para esclarecimento do aumento numérico de casos, foi realizado um teste de Friedman para comparação entre 3 períodos distintos dos anos de estudo: de 2011 a 2015, de 2016 a 2019 e de 2020 a 2023.

Os pacotes do R utilizados nesta etapa foram "dplyr" (Wickham, 2023b), "forecast" (Hyndman, 2024), "ggplot2" (Wickham, 2016) e "ggspatial" (Dunnington, 2023).

Aspectos éticos

Este trabalho foi realizado mediante aprovação da Comissão de Análise e Acompanhamento de Projetos de Pesquisa (CAAPP- Guarulhos), que analisa as solicitações para realização de projetos de pesquisa no âmbito da Secretaria Municipal da Saúde de Guarulhos.

O projeto atende aos critérios éticos conforme Resolução nº 466/2012 CONEP.

RESULTADOS

Foram analisados 10.662 de um total de 11.484 casos de Esporotricose animal registrados no município de Guarulhos entre os anos de 2011 e 2023, totalizando um aproveitamento de 93% do banco de dados disponibilizado pelo CCZ. As perdas são justificadas pela impossibilidade de georreferenciamento adequado de alguns endereços.

A maioria das vítimas da doença nesse período foram os felinos, correspondendo a 98% dos casos (tabela 1). Quanto ao sexo, apenas 41,63% das fichas tinham essa informação especificada, e dentre eles, os machos correspondem a 66,86% dos animais acometidos (tabela 1).

O CCZ de Guarulhos registra também a existência de casos de Esporotricose humana no local onde o animal reside. Essa informação está presente em 91,34% das fichas, e dentre elas, 5,19% são afirmativas, portanto, é possível que 506 casos atendidos pelo CCZ já haviam desencadeado ao menos uma transmissão zoonótica (tabela 1).

Tabela 1 – Distribuição dos casos de Esporotricose animal no município de Guarulhos (2011-2023)

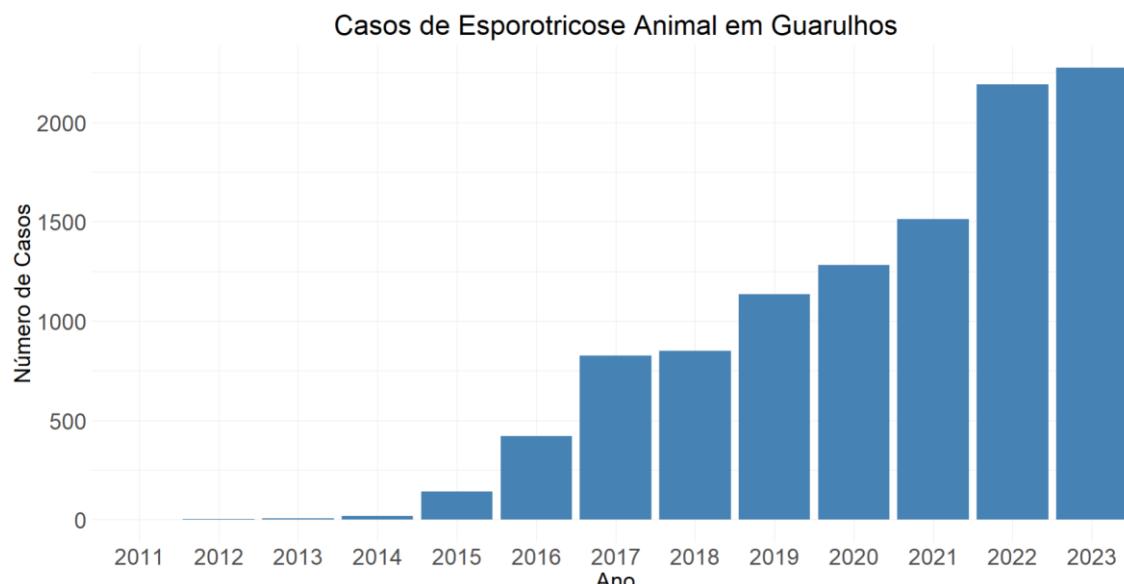
	Número de casos	%
Espécie		
Felino	10479	98,29
Canino	182	1,71
Sem registro	1	0,01
Sexo		
Fêmea	1471	33,14
Macho	2968	66,86
Sem registro	6223	58,37
Conclusão do caso		
Cura	2289	21,47
Óbito/eutanásia/evasão	6495	60,92
Em tratamento	1877	17,61
Sem registro	1	0,00
Transmissão zoonótica		
Positivo	506	5,19
Negativo	9233	94,80
Sem registro	923	8,66
Ano		
2011	2	0,02
2012	5	0,05
2013	7	0,07
2014	20	0,19
2015	144	1,35
2016	420	3,94
2017	828	7,77
2018	853	8,00
2019	1138	10,67
2020	1282	12,02
2021	1521	14,27
2022	2180	20,45
2023	2262	21,22
Sem registro	0	0,00

Fonte: os autores, 2024.

Distribuição espaço-temporal dos casos

O primeiro registro de Esporotricose animal em Guarulhos se deu no ano 2011, e a evolução do número de casos ano a ano pode ser observada na tabela 1 e no gráfico na figura 2. É possível notar o rápido avanço da doença nos últimos anos, uma vez que 56% dos casos de todo o período de 13 anos ocorreram nos últimos três anos. É importante salientar que a partir de 2022 houve uma mudança na forma como o CCZ registra e acompanha os casos, com uma alteração do sistema interno, o que pode ter otimizado o trabalho e reduzido as perdas.

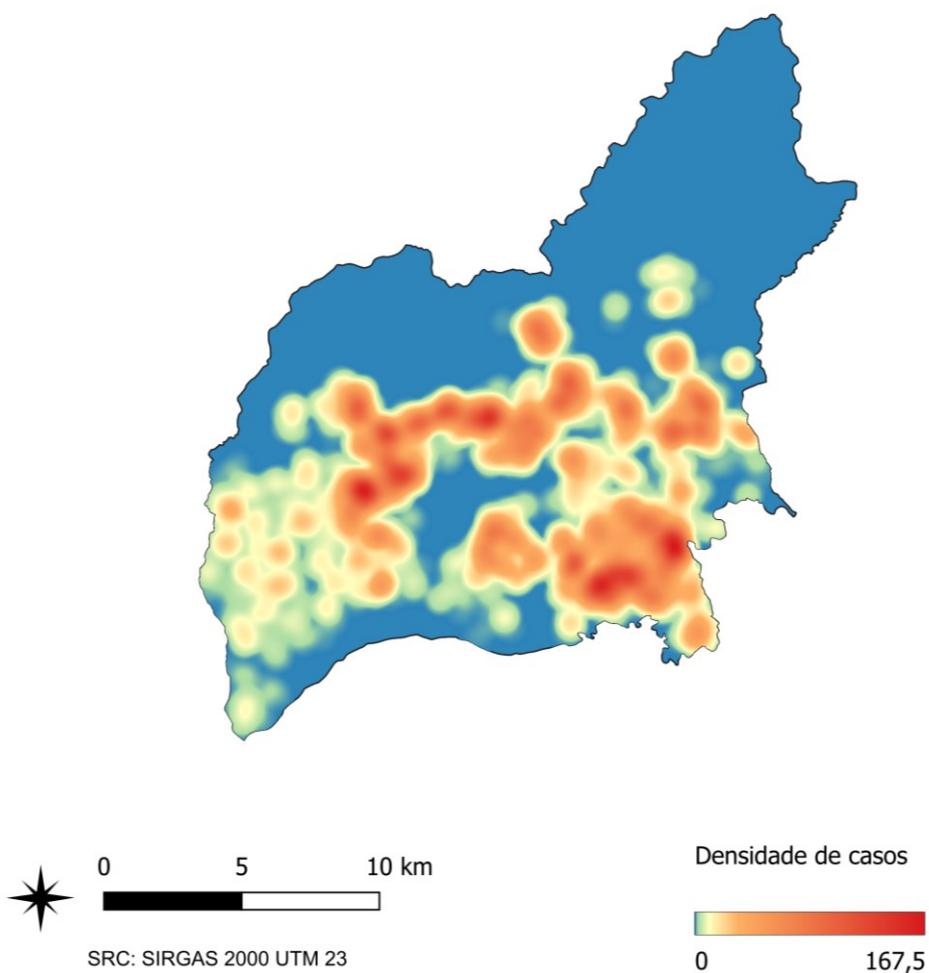
Figura 2 – Gráfico de barras ilustrando o número anual de casos de Esporotricose animal em Guarulhos de 2011 a 2023



Fonte: os autores, 2024.

Os 10.662 casos analisados distribuíram-se por quase todo o município, concentrando-se mais na região Sul, que faz divisa com o município de São Paulo e reúne a maior parte da população de Guarulhos (figura 3). Desde 2011 Guarulhos registrou casos de Esporotricose animal em quase toda a sua extensão, poupando apenas áreas de reserva ambiental situadas na zona Norte e a grande extensão de território no centro que corresponde ao Aeroporto Internacional de Guarulhos (figura 3).

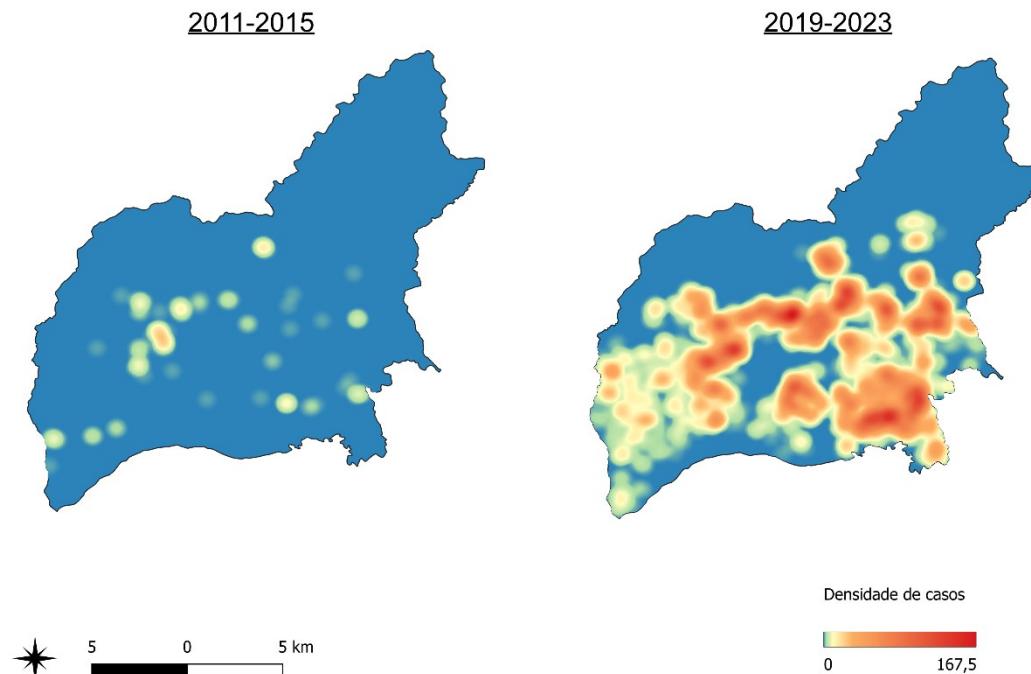
Figura 3 – Distribuição espacial dos casos de Esporotricose animal registrados no município de Guarulhos entre os anos de 2011 e 2023 – Mapa de Kernel



Fonte: os autores, 2024.

Ao comparar a distribuição dos casos nos primeiros cinco anos do estudo com últimos cinco anos (figura 4), é possível notar a expansão da doença no período, em termos numéricos e territoriais.

Figura 4 – Distribuição espacial dos casos de Esporotricose animal registrados no município de Guarulhos nos intervalos de 2011 a 2015 (esquerda), e 2019 a 2023 (direita), respectivamente primeiro e último períodos de análise

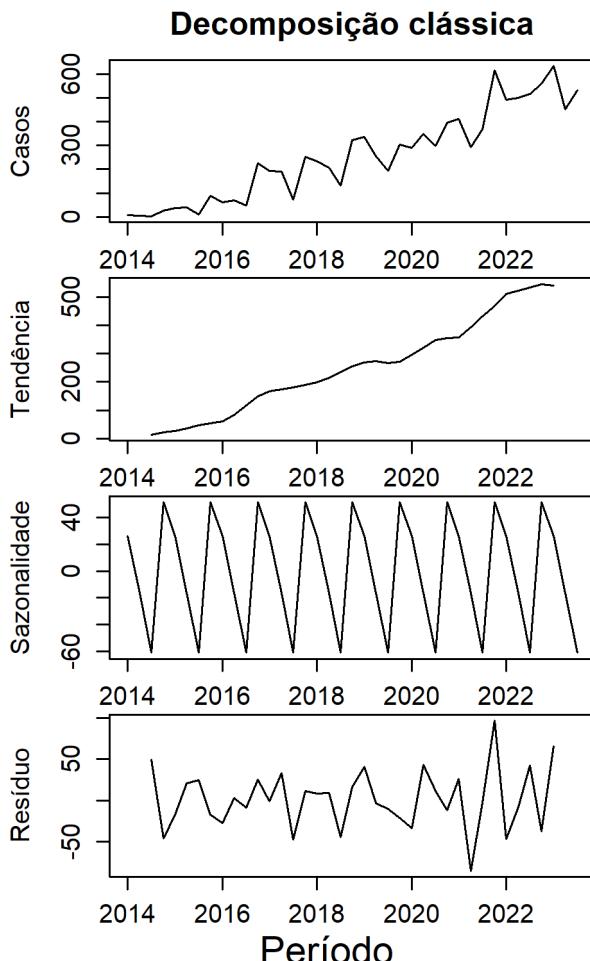


Fonte: os autores, 2024.

Foi realizado um teste de Friedman para comparação do número de casos em três períodos: de 2011 a 2015, de 2016 a 2019 e de 2020 a 2023. Como resultado obtivemos Qui-quadrado 8,0, com $p = 0,018$.

A partir da decomposição clássica de modelo aditivo da série temporal contemplando o intervalo de 2016 a 2023 é possível a visualização de um aumento quase contínuo das observações no período de estudo, resultando num gráfico de tendência crescente (figura 5).

Figura 5 – Decomposição clássica da série temporal de casos de Esporotricose animal registrados no município de Guarulhos (2014-2023)



Fonte: os autores, 2024.

Os resíduos da decomposição foram analisados para verificação de sua validade. O teste de normalidade Shapiro-Wilk foi aplicado aos resíduos e apresentou como resultado 0.98609 e $p=0.9095$, constatando a normalidade na distribuição, e foi constatada a inexistência de autocorrelação dos resíduos. Portanto, é possível concluir que o modelo capturou de forma eficaz a estrutura dos dados.

Outra forma de análise da expansão da doença executada pelo presente estudo foi a contagem de casos por setores censitários com posterior separação dos setores em grupos de acordo com o número de casos encontrados anualmente. Ao todo o município de Guarulhos possui 2495 setores censitários, e a cada um foi atribuído um grupo por ano. No grupo A estão os setores que não registraram casos da doença naquele ano, no grupo B os setores que registraram -um caso, no C aqueles que tiveram dois casos, no D os setores com três casos, e por fim no grupo E os setores com 4 ou mais casos.

Na tabela 2 foram alocados os números de setores pertencentes a cada grupo anualmente, e a proporção arredondada do total de setores censitários do município correspondente àquele grupo.

Tabela 2 – Número de setores censitários por grupo e proporção frente ao total de setores censitários no município de Guarulhos (2011-2023)

Anos	A		B		C		D		E	
	N	%	n	%	N	%	n	%	n	%
2011	2493	100%	2	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2012	2491	100%	3	0%	1	0%	0	0%	0	0%
2013	2491	100%	1	0%	3	0%	0	0%	0	0%
2014	2483	100%	7	0%	2	0%	3	0%	0	0%
2015	2441	98%	25	1%	8	0%	8	0%	13	1%
2016	2339	94%	77	3%	35	1%	14	1%	30	1%
2017	2212	89%	129	5%	52	2%	24	1%	78	3%
2018	2148	86%	179	7%	63	3%	35	1%	70	3%
2019	2026	81%	221	9%	93	4%	63	3%	92	4%
2020	1976	79%	234	9%	119	5%	55	2%	111	4%
2021	1882	75%	288	12%	120	5%	83	3%	122	5%
2022	1673	67%	356	14%	162	6%	114	5%	190	8%
2023	1681	67%	356	14%	159	6%	95	4%	204	8%

Fonte: os autores, 2024.

Em 2011 apenas dois dos 2495 setores registraram casos. Logo, naquele ano, praticamente 100% dos setores se enquadravam no grupo A. É possível observar que a quantidade de setores no grupo A reduziu todos os anos, enquanto os grupos B e C ganhavam novos setores. No ano de 2015 a proporção de setores sem casos começou a cair, registrando decréscimo até o ano de 2022, com manutenção em 2023.

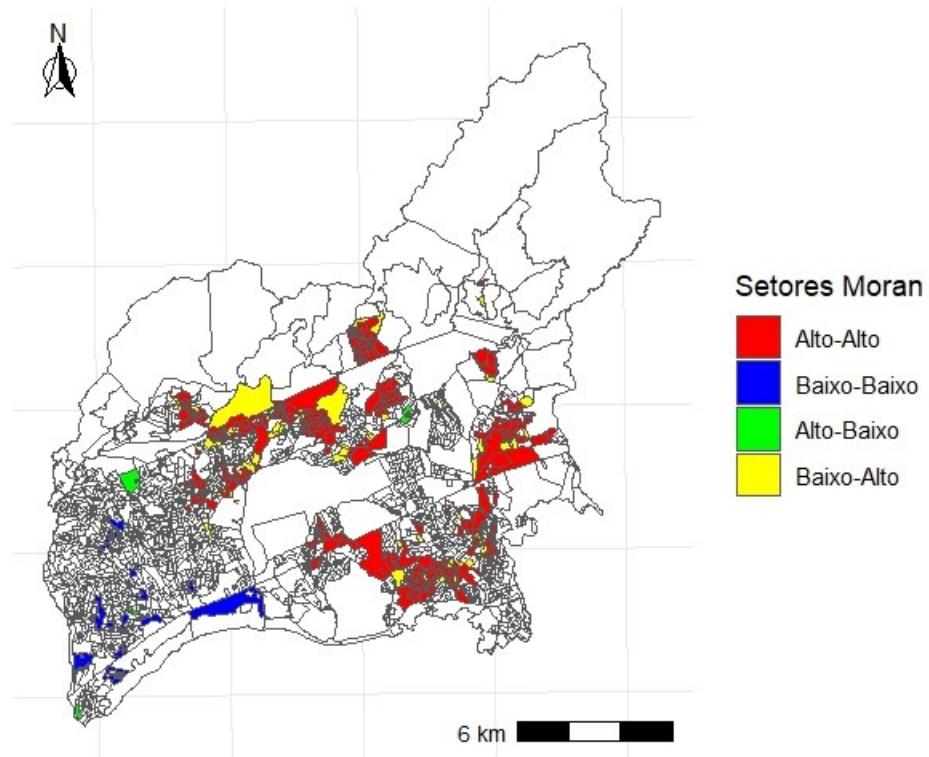
Consequentemente, o processo oposto ocorreu nos outros grupos: a cada ano a contagem de novos setores aumentou, seguindo uma tendência crescente até que nos anos de 2022 e 2023 houve uma estabilização.

Autocorrelação espacial

O Índice de Moran Global (Ig) observado foi de 0,38204, com p tendendo a 0 após randomização por Monte Carlo. Portanto, há uma estrutura espacial significativa nos dados, com forte evidência de autocorrelação espacial.

O mapa da figura 5 aponta os 405 setores censitários que registraram Índices de Moran Local significativos, acusando a existência de aglomerados.

Figura 6 – Setores censitários de Guarulhos com Moran Local significativo para o total de casos de Esporotricose animal registrados no período entre 2011 e 2023



Fonte: os autores, 2024.

DISCUSSÃO

A conclusão de que felinos machos são mais atingidos foi um desfecho alcançado pelo estudo já consolidado na literatura (Pereira et al., 2014, Lecca et al., 2020). Acredita-se que isso se dá devido ao comportamento natural da espécie que propicia a infecção por meio de arranhadura e mordidas em brigas ou durante a cópula. Animais jovens adultos, machos, não castrados, são mais propensos a contato com outros animais através de comportamentos inerentes à reprodução e à caça (Pereira et al., 2014), principalmente quando semidomiciliados.

Essa forma de transmissão também favorece a disseminação para humanos através do contato com animais. Cerca de 5% dos casos de Esporotricose animal registrados pelo CCZ entre 2011 e 2023 já contabilizavam também humanos infectados na mesma residência no momento da notificação. Através dessa informação não é possível assegurar que os casos humanos foram transmitidos pelos animais da mesma residência, mas é mais provável que a pessoa tenha adquirido a doença por meio da manipulação do seu animal do que por outros meios. Em números absolutos, são ao menos 506 pessoas que necessitaram de assistência e tratamento, gerando diretamente um gasto para a saúde pública municipal, considerando que é uma doença com maior incidência em áreas socialmente vulneráveis de Guarulhos (Pereira, 2020), e indiretamente prejuízos sociais, através do sofrimento durante a doença e da dificuldade ou até impossibilidade de trabalho. Essa informação evidencia a relevância do trabalho executado com animais na proteção da saúde humana, não bastando apenas o tratamento das pessoas infectadas no controle da Esporotricose, uma vez que esse agravo não se propaga entre humanos.

É importante reiterar que a Esporotricose é uma doença que atinge os três elos da saúde única, portanto o crescente no número de casos em animais representa um sinal de alerta para as consequências na saúde humana e do meio ambiente.

A maior parte dos casos de Esporotricose animal em Guarulhos culmina em óbitos e evasões, provavelmente devido ao atraso no diagnóstico, o que faz com que os animais cheguem ao primeiro atendimento já muito debilitados, dificultando a cura ou até mesmo a implementação do tratamento. Outro fator que aumenta a proporção de conclusões insatisfatórias são as falhas na adesão ao tratamento pelos tutores, o que agrava casos inicialmente simples (Chaves et al., 2013). É importante que os médicos veterinários particulares saibam detectar os sinais e encaminhem para o serviço especializado para notificação e acompanhamento, e que os próprios municípios tenham conhecimento básico sobre a doença para estarem atentos aos seus animais ou a animais com lesões nas ruas.

Neste trabalho foram obtidas evidências do aumento numérico dos casos e da disseminação espacial no período estudado. Existe uma tendência crescente na ocorrência de Esporotricose animal no município com dependência espacial. Essa dependência, possivelmente impulsionada por fatores socioeconômicos que também possuem autocorrelação espacial, está relacionada à forma como a doença se dissemina, através do contato direto entre animais, pessoas e ambiente. Considerando isso, os animais não domiciliados e semidomiciliados representam um elo crucial para controle da doença. O incentivo à castração e seu oferecimento gratuito são medidas que podem ajudar a controlar a disseminação da doença, uma vez que facilita a manutenção dos animais no ambiente doméstico, sem estímulo para disputas por fêmeas (Barros, 2010).

A proximidade com o CCZ facilita a notificação, pois sua capacidade operacional permite uma atuação baseada fortemente na vigilância passiva, e a demanda espontânea requer um menor deslocamento do município residente próximo ao centro. Esse cenário pode ser considerado um viés ao analisarmos os agrupamentos identificados pelo Moran Local, pois os setores censitários com relação Alto-Alto estão concentrados nas regiões leste e norte do município, enquanto os *clusters* Baixo-Baixo se reúnem no outro extremo. É possível que o panorama na região oeste seja menos distinto da zona leste do que aparenta ser, requerendo uma intensificação da vigilância nessas áreas.

Atualmente, o acompanhamento dos casos pelo CCZ acontece através de uma divisão do município em cinco grandes áreas, com um médico veterinário responsável pelo acompanhamento dos casos em cada uma delas. Essa dinâmica possibilita a identificação de mais casos através da busca ativa, mas geralmente apenas casos novos diretamente associados aos pré-existentes. A busca ativa também ocorre em torno dos casos humanos informados pela vigilância epidemiológica.

Buscando a otimização nos registros, a mudança implantada pelo CCZ em 2022 demonstrou-se eficaz, uma vez que houve um aumento no número de casos registrados com informações precisas, facilitando análises que geram políticas públicas de qualidade. Esse aumento em 2022 foi seguido de uma estabilização em 2023, o que pode indicar uma limitação na vigilância, com baixa sensibilidade para detectar registros em algumas regiões que poderiam possuir casos que não foram documentados em nenhum dos anos analisados, como também pode indicar uma estabilização da disseminação da doença dentro do município decorrente de políticas de controle eficientes, ou ainda pode ser reflexo da influência de fatores socioambientais. Dentre as limitações na vigilância é possível abordar dificuldades operacionais e logísticas que envolvem a disponibilidade de veículos e equipes para atendimento numa grande extensão territorial. Apesar de o CCZ atuar localmente em educação e divulgação da doença quando há a emergência em algumas áreas do município, ainda não é possível estimar o impacto resultante dessas ações. É muito cedo para concluirmos essa suposta estabilização e qual destas opções a explicaria com maior exatidão, pois foi observada apenas no último ano de estudo. É importante considerar todas as hipóteses em estudos futuros.

Guarulhos é um município de atenção se tratando do potencial disseminatório da doença, devido à proximidade com o Rio de Janeiro, epicentro da doença no Brasil, e facilidade de acesso por vias aéreas e terrestres. Esse foi um dos motivos para que no fim de julho de 2016, tenha sido implementada a obrigatoriedade na sua notificação no município através da Portaria nº 064/2016. Naquele momento o cenário epidemiológico nos apresentava uma crescente no número de casos ano a ano.

Através desse estudo pudemos perceber o rápido avanço territorial da doença, e com um controle escasso do tráfego terrestre de animais domésticos no Brasil, o potencial disseminatório da doença é amplificado. O aumento do número de casos representa um risco para os municípios vizinhos (LIMA, 2024), mas esse risco já se perpetua para todo o continente, uma vez que já foram registradas infecções causadas por *S. brasiliensis* na Argentina (Córdoba et al., 2018).

Medidas de controle regionais devem ser estimuladas, mas não são suficientes para controle da doença. A notificação compulsória em todo o país deve ser considerada pelo Ministério da Saúde. Dessa maneira, saberemos as dimensões que a doença tem atingido, poderemos tratar os animais doentes, que são os maiores disseminadores do fungo atualmente, e controlar o avanço no Brasil e disseminação para outros locais, uma vez que fronteiras geográficas possuem pouca relevância no controle da Esporotricose.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise temporal desenvolvida neste estudo evidencia um aumento exponencial da doença no município de Guarulhos desde a implementação do sistema de vigilância de Esporotricose animal. O aumento do número de casos acompanha uma disseminação espacial que levou ao cenário atual, com registros de casos em praticamente toda a extensão do município onde há maior densidade demográfica. A identificação de áreas com maior número de casos não só indica locais para implementação de ações de controle, mas também possíveis áreas silenciosas que demandam intensificação na vigilância. A correlação espacial apontada neste estudo, juntamente com o rápido avanço territorial da doença, alerta para um aumento do risco em todos os municípios da região e de outros locais, considerando a relevância de Guarulhos como centro estratégico do país, e esse cenário da Esporotricose animal leva a um maior risco para a população humana.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS

- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. *Geographical Analysis*, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- BARROS, M. B. L.; SCHUBACH, T. P.; COLL, J. O.; GREMIÃO, I. D.; WANKE, B.; SCHUBACH, A. Esporotricose: a evolução e os desafios de uma epidemia. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 27, n. 6, p. 455–460, 2010.
- BIVAND, R. R Packages for Analyzing Spatial Data: A Comparative Case Study with Areal Data. *Geographical Analysis*, v. 54, n. 3, p. 488-518, 2022. <https://doi.org/10.1111/gean.12319>
- CHAVES, A.R.; DE CAMPOS, M.P.; BARROS, M.B.L.; DO CARMO, C.N.; GREMIÃO, I.D.F.; PEREIRA, S.A.; SCHUBACH, T.M.P. Treatment Abandonment in Feline Sporotrichosis – Study of 147 Cases. *Zoonoses and Public Health*, 60: 149-153, 2013. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2012.01506.x>
- CÓRDOBA S.; ISLA G.; SZUSZ W. et al. Molecular identification and susceptibility profile of *Sporothrix schenckii* sensu lato isolated in Argentina. *Myc.* 2018;61:441–448.
- DER-SP. Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo.
- DUNNINGTON, D. **ggspatial**: Spatial Data Framework for ggplot2. R package version 1.1.9, 2023.
- FALCÃO, E. M. M. et al. Hospitalizações e óbitos relacionados à Esporotricose no Brasil (1992-2015). *Cadernos de Saúde Pública* [online]. v. 35, n. 4, 2019. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00109218>
- GUARULHOS (SP). Macrozona de Áreas Ambientalmente Protegidas. **Prefeitura de Guarulhos**, 2014. Disponível em: https://gestaourbana.guarulhos.sp.gov.br/sites/default/files/file/arquivos/003_Mac%20de%20Areas%20Ambientalmente%20Protegidas.pdf. Acesso em: 2 out. 2024.
- HYNDMAN, R.; ATHANASOPOULOS, G.; BERGMEIR, C.; CACERES, G.; CHHAY, L.; O'HARA-WILD, M.; PETROPOULOS, F.; RAZBASH, S.; WANG, E.; YASMEEN, F. **forecast**: Forecasting functions for time series and linear models. R package version 8.22.0, 2024.
- KENDALL, M.; STUART, A. **The Advanced Theory of Statistics**, Vol. 3. Griffin, 1983, pp. 410–414.
- LARSSON, C. E. Esporotricose. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 48, n. 3, p. 250–259, 2011. <https://doi.org/10.11606/S1413-95962011000300010>
- LECCA, L. O. et al. Associated factors and spatial patterns of the epidemic sporotrichosis in a high density human populated area: A cross-sectional study from 2016 to 2018. *Preventive Veterinary*

Medicine, Amsterdam, v. 176, p. 104939, mar. 2020.

<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.104939>

LIMA, D. F. de; CHIARAVALLOTTI NETO , F.; SINHORINI, J. A.; BENITES, N. R. Identificação de padrão espacial de esporotricose animal no município de São Paulo nos anos de 2021 e 2022. **Brazilian Journal of Health Review**, [S. I.], v. 7, n. 4, p. e71806, 2024. DOI: 10.34119/bjhrv7n4-234. <https://doi.org/10.34119/bjhrv7n4-234>

LÓPEZ-ROMERO, E.; REYES-MONTES, M. R.; PÉREZ-TORRES, A.; RUIZ-BACA, E.; VILLAGÓMES-CASTRO, J. C.; MORA-MONTES, H. M., et al. *Sporothrix schenckii* complex and sporotrichosis, an emerging health problem. **Future Microbiology**, v. 6, n. 1, p. 85-102, 2011. <https://doi.org/10.2217/fmb.10.157>

LUZARDO, A. J. R.; CASTAÑEDA FILHO, R. M.; RUBIM, I. B. Análise Espacial Exploratória Com O Emprego Do Índice De Moran. **GEOgraphia**, v. 19, n. 40, p. 161-179, 2017. <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2017.v19i40.a13807>

MONTENEGRO, H.; RODRIGUES, A. M.; DIAS, M. A.; DA SILVA, E. A.; BERNARDI, F.; DE CAMARGO, Z. P. Feline sporotrichosis due to *Sporothrix brasiliensis*: an emerging animal infection in São Paulo, Brazil. **BMC Veterinary Research**, v. 10, p. 269, 2014. <https://doi.org/10.1186/s12917-014-0269-5>

PAIVA MT, et al. Spatial association between sporotrichosis in cats and in human during a Brazilian epidemics. **Prev Vet Med**. 2020;183:105125. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105125>

PEBESMA, E.; BIVAND, R. **Spatial Data Science**: With Applications in R. Chapman and Hall/CRC, 2023. <https://doi.org/10.1201/9780429459016>

PEREIRA, S. A. et al. The epidemiological scenario of feline sporotrichosis in Rio de Janeiro, State of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 47, p. 392–393, mar. 2014. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0092-2013>

PEREIRA, Fernando Cortez. Vulnerabilidade social, esporotricose felina e priorização das áreas com maior incidência de casos no município de Guarulhos. 2020. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses) - **Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo**, 2020. <https://doi:10.11606/D.10.2020.tde-26082020-142805>

R CORE TEAM. **R**: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.

SILVERMAN, B. W. **Density Estimation for Statistics and Data Analysis**. New York: Routledge, 1998. <https://doi.org/10.1201/9781315140919>

WICKHAM, H. **ggplot2**: Elegant Graphics for Data Analysis. New York: Springer-Verlag, 2016. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-24277-4>

WICKHAM, H.; FRANÇOIS, R.; HENRY, L.; MÜLLER, K.; VAUGHAN, D. **dplyr**: A Grammar of Data Manipulation. R package version 1.1.4, 2023b.

WICKHAM, H.; HESTER, J.; BRYAN, J. **readr**: Read Rectangular Text Data. R package version 2.1.4, 2023a.

WICKHAM, H.; VAUGHAN, D.; GIRLICH, M. **tidyverse**: Tidy Messy Data. R package version 1.3.0, 2023c.