



ANÁLISE DA AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL PELAS TAXAS DE INTERNAÇÃO POR LEISHMANIOSE ENTRE OS ANOS DE 1999-2022 MUNICÍPIOS BRASILEIROS

Bethânia Santos Carvalho¹

Nicholas de Paula Nicomedes²

Gabriela Gomes³

Luis Armando de Oro Arenas⁴

Leopoldo André Dutra Lusquino Filho⁵

Darllan Collins da Cunha e Silva⁶

Estudo dos efeitos da degradação ambiental, poluição e mudanças climáticas na saúde humana, incluindo doenças por parasitas.

Resumo

As mudanças climáticas impactam a saúde coletiva que é uma consequência decorrente da alteração dos padrões climáticos.. Os impactos ambientais podem aumentar o risco dos surtos do parasita *Leishmania*, visto que procuram ambientes propícios para sua reprodução com temperaturas elevadas e alta umidade. As tecnologias de geoprocessamento podem evidenciar e levantar dados para diferentes doenças. Esse estudo tem por objetivo analisar os anos de 1999-2022 verificando a distribuição espacial de morbidade (internações) por Leishmaniose nos municípios brasileiros. O Índice de Moran Global entre 1999 a 2022 variou entre 0,14 (mínimo) a 0,22 (máximo), a partir dessa análise é possível evidenciar que houve uma autocorrelação espacial positiva entre leve a parcialmente moderada entre os anos analisados dos municípios brasileiros. A integração de análises espaciais com dados epidemiológicos pode aumentar a compreensão da leishmaniose e facilitar a formulação de estratégias de políticas públicas para controle mais eficaz

Palavras-chave: Geoprocessamento; Saúde-pública; Análise Espacial; GISA

¹ Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, Departamento de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, bethania.santos@unesp.br

² Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, Departamento de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, nicholas.nicomedes@unesp.br

³ Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, Departamento de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, gabriela.gomes98@unesp.br

⁴ Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, Departamento de Engenharia Ambiental, luis.arenas@unesp.br

⁵ Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, Departamento de Engenharia de Controle e Automação, leopoldo.lusquino@unesp.br

⁶ Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, Departamento de Engenharia Ambiental, darllan.collins@unesp.br

REALIZAÇÃO



INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas impactam tanto as áreas ambientais como a social, essa consequência acontece resultante da alteração nos padrões climáticos, aumento na emissão de gases, mudanças nas temperaturas globais entre outras causas. A saúde pública atrelada às novas condições ambientais que mudam de maneira desgovernada, criam condições propícias para a maior produção e transmissão de doenças resultante de uma maior ou menor umidade, precipitação ou secas.

A Leishmaniose é uma doença provocada por parasitas protozoários transmitidos pela picada de mosquitos flebotomíneos (mosquitos da areia/ mosquito-palha), a diferentes manifestações da doença resultantes de infecções por espécies diferentes de *Leishmania* (World Health Organization, 2017; Organização Mundial da Saúde, 2010). Há dois tipos clínicos humanos da doença: a Leishmaniose Cutânea e a Visceral.

A Leishmaniose Visceral (LV) é conhecida como calazar é predominante em áreas tropicais. Segundo a Organização Mundial de Saúde (2010) a doença ataca os órgãos internos, é caracterizada por febre irregular e aumento do baço do fígado e perda do peso além de se caracterizar com o formato mais grave da doença.

A Leishmaniose Cutânea é mais comum, provoca úlceras na pele principalmente braços, rosto e pernas, embora eles se curem pode deixar graves cicatrizes de forma que as deixam desfiguradas ou em alguns casos incapacidades sendo assim sofrendo algum tipo de estigma social (World Health Organization, 2017)

Os impactos ambientais podem aumentar o risco dos surtos do parasita *Leishmania*, visto que procuram ambientes propícios para sua reprodução com temperaturas elevadas e alta umidade. Além da Leishmaniose poder infectar humanos, ela também pode infectar animais domésticos e silvestres, entretanto possui outras nomenclaturas como a Leishmaniose *Canina*. A transmissão da Leishmaniose pode ser através de um hospedeiro, porém para espécie humana a doença possui tratamento e cura.

O avanço da urbanização no território brasileiro não foi feito de maneira igualitária, possuindo áreas com vulnerabilidades socioeconômicas, nesses mesmos locais a incidência de doenças é maior pela falta de saneamento básico, disponibilidade hídrica e assistência social. Nessas localidades a saúde



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

pública é um dos âmbitos mais afetados e o risco de transmissão com a Leishmaniose é mais indecente, segundo a OMS (2010) a Leishmaniose é uma doença tropical negligenciada social. A desigualdade social e o acesso desigual aos serviços de saúde exacerbam a vulnerabilidade de certas populações, potencializando a incidência e a prevalência da doença (RIBEIRO *et al.*, 2020).

As tecnologias de geoprocessamento podem evidenciar, levantar dados para diferentes doenças, a fim de promover novas informações para estratégias de controle, pesquisas, monitoramento e futuras políticas públicas. Esse estudo tem por objetivo analisar os anos de 1999-2022 verificando a distribuição espacial de morbimortalidade por Leishmaniose nos municípios brasileiros. Utilizando software de geoprocessamento e análise estatística buscando padrões de incidência e aglomeração das doenças. A análise da distribuição espacial possibilitará a identificação de hotspots, portanto regiões com uma grande concentração de casos, sendo assim contribuindo para possíveis estratégias de mitigação das doenças no país.

METODOLOGIA

Área de estudo

O Brasil possui uma população em média de 203.080.756 habitantes, uma área territorial de 8.510.417.771 km² e 5570 municípios (IBGE, 2022). A distribuição urbana é irregular não sendo igual para todas as regiões (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste). Essa distribuição também se reflete nos índices de desenvolvimento socioeconômicos. Deste modo a área de estudo abrange todo o território nacional visando compreender as incidências de casos de Leishmaniose no Brasil entre os anos 1999 a 2022.

Coleta dos dados

Os dados sobre morbimortalidades foram obtidos através do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS), através da ferramenta de tabulação TABNET. Os dados foram extraídos a partir de filtros feitos no próprio site. Foi utilizado o código B55 (Leishmaniose) da CID-10 (Classificação Internacional de Doenças). Logo após a coleta foram tabulados em planilha utilizando códigos geográficos dos municípios e códigos do DATASUS.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Foi utilizado durante o processo deste estudo, dados populacionais dos anos 1999 a 2022 disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esses dados foram importantes para a análise espaço-temporal. Os dados foram quantificados em uma planilha alinhados com códigos municipais também definidos pelo IBGE.

A triagem durante o processo de quantificação dos dados é necessária para observar possíveis erros de registros, digitação buscando não haver divergências para os dados coletados, visto que alguns municípios sofrem emancipações ou não tiveram o registro do município. Durante a triagem dos dados foram retirados Fernando de Noronha, distrito de Pernambuco, Ilhabela em São Paulo e áreas de Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim situados ambos no Rio Grande do Sul.

Análise dados de Moran Global

Para verificação/realização das taxas de mortalidade por internações foi utilizado software ArcGIS 10.8 especificamente o componente ArcMap que possibilita a análise de dados geoespaciais e estatísticos, sendo utilizando a aplicação do índice de Moran Global (GISA) ferramenta de estatística espacial Spatial Autocorrelation (Moran's I), pelo método de arestas de contiguidade. Essa análise gerou informações do índice GISA com informações do índice esperado, variância, p-value, zscore. O Índice de Moran Global (IMG) é feito para verificar se há dependência espacial global entre os municípios com relação às taxas de incidência. Para o cálculo da taxa de morbimortalidade por município foi aplicado a fórmula:

$$Taxa = \frac{Internações_m}{Pop_{município}} \times 100.000$$

Sendo:

Taxa: é a taxa de internação

Internações_m: é o número bruto de internação por Leishmaniose durante o receptivo ano

Pop_{município}: é o número de cada população por município divulgado pelo IBGE.

O Índice de Moran Global (IMG) uma medida cuja hipótese nula é de independência espacial, sendo que os valores positivos >0 e 1 indicam correlação direta, ou seja, valor do atributo de um objeto tende a ser semelhante aos valores dos seus vizinhos e os valores



negativos entre < 0 e -1 indica uma correlação inversa (FERREIRA *et al*, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando a tabela 1 é possível observar que o Índice de Moran Global entre 1999 a 2022 variou entre 0,14 (mínimo) a 0,22 (máximo), a partir dessa análise é possível evidenciar que houve uma autocorrelação espacial positiva entre leve a parcialmente moderada entre anos dos municípios brasileiros.

Tabela 1: Índice de Moran Global.

1999-2022	Moran Global	Índice Esperado	Variância	z-score	p-value
Máximo	0,317232	-0,00018	0,000062	40,319836	0
Médio	0,146429	-0,00018	0,000061	18,787397	0
Mínimo	0,223893	-0,00018	0,000062	28,540532	0

Fonte: Elaborado pelos autores.

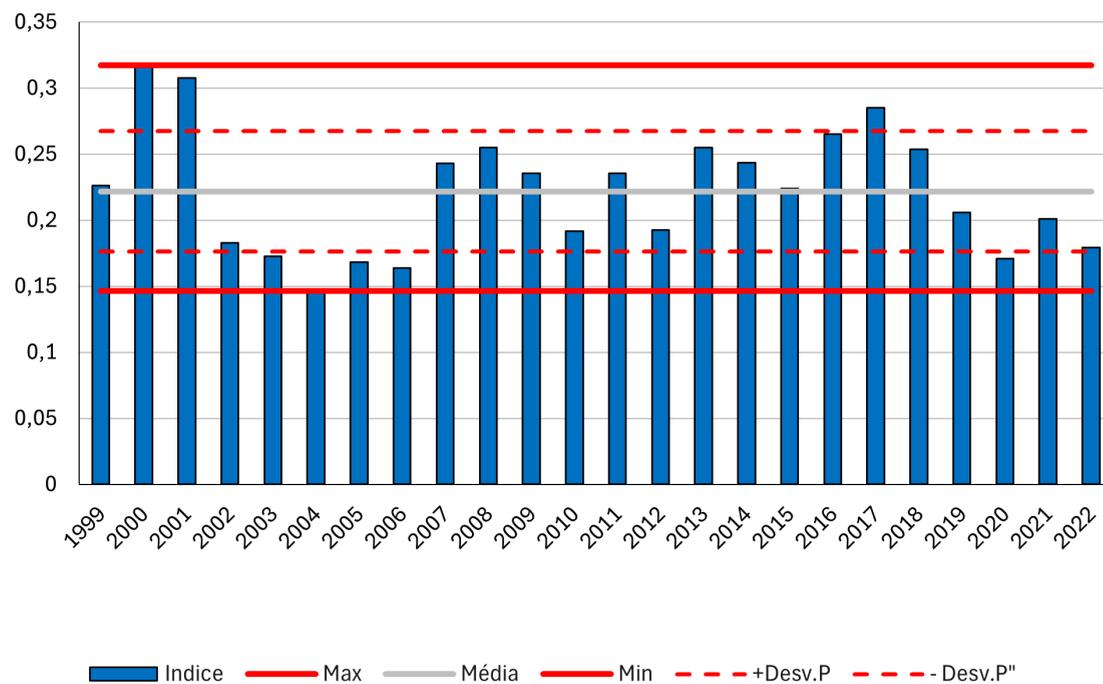
A partir dos dados obtidos (tabela 1) é possível analisar que valores de z-score foi superior a 2,58 equivalente a um nível de 99% de confiança. Os valores de p-value é respondente por 0 indica que foram significativos portanto leva uma rejeição nula na análise. O valor medido do Índice de Moran se desvia de forma significativa do valor esperado na hipótese nula a ausência de autocorrelação espacial.

Outro dado que evidência uma autocorrelação positiva fraca é o valor de média que corresponde a 0,22 indicando que pode haver uma tendência das taxas de morbidade por Leishmaniose serem semelhantes aos vizinhos. Na Figura 1 é possível observar que há vizinhos com padrões diferentes, nessa figura é possível analisar todos os anos aplicados com Moral Global.

Figura 1: Índice de Moran Global para os municípios brasileiros entre 1999 e 2022.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS



Fonte: elaborado pelos autores.

A figura 1 mostra que os dados estão em torno da média e do desvio padrão negativo de 0,17 correspondendo que os dados estão mais agrupados do que dispersos. Em 2000 foi ano que a autocorrelação teve índice mais alto (0,31) já em 2004 é destacado por ser o ano de autocorrelação mais baixa (0,14). Além disso é possível observar padrões acima da média entre os anos 2000-2001; 2008

Os casos da doença no Brasil é um reflexo do negligenciamento de políticas públicas em áreas mais socialmente vulneráveis. O aumento da ocorrência de surtos urbanos por Leishmaniose e a expansão geográfica da doença podem ser explicados por vários fatores e neste contexto o ambiente desempenha um importante papel na dinâmica de transmissão da doença. (MARCONDES; ROSSI, 2013).

Desde 1999, o Brasil vem sofrendo um aumento acentuado no número de casos de leishmaniose visceral. Historicamente o país tem vivido epidemias rurais em ciclos de dez anos, mas agora a doença aparece também em áreas urbanas. A migração em larga escala de áreas rurais para os subúrbios de grandes cidades resultou em assentamentos densamente povoados onde o parasita recém-introduzido encontra um grande número de hospedeiros não imunes. As



crianças são as mais gravemente afetadas. Cães são o hospedeiro reservatório do parasita no Brasil. (World Health Organization, 2017)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Análise do Índice de Moran Global entre os anos 1999 a 2022 verificou uma autocorrelação positiva de leve a um pouco moderada, portanto, apresentação semelhanças entre as taxas de interação por Leishmaniose no Brasil. É possível observar padrões onde houve maior incidência das doenças durante os anos, portanto autocorrelação nesses anos foram maiores (moderadas).

As mudanças climáticas altamente impactam todo ecossistema e seu equilíbrios, criando ambientes propícios para uma reprodução desses parasitas no Brasil que é um país tropical (úmido e quente). Ao realizar uma análise de autocorrelação espacial é possível identificar problemáticas socioambientais e econômicas em diferentes áreas. Índice de Moran pode ajudar estimar futuras áreas de risco de morbidade por Leishmaniose, contribuindo para políticas de saúde no país. Uma abordagem inovadora identificando padrões espaciais.

A integração de análises espaciais com dados climáticos e epidemiológicos pode, portanto, não apenas aumentar a compreensão da leishmaniose, mas também facilitar a formulação de estratégias de políticas públicas para controle mais eficaz.

AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Processo: 444734/2023-6.

REFERÊNCIAS:

BRASIL. Ministério da Saúde. Acesso à informação – DATASUS. Disponível:

<https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>

FERREIRA, H. H.; LOPES, E. R. DO N.; SOUZA, J. C. DE; SOUSA, J. A. P. DE, e LOURENÇO, R. W. (2017). Avaliação Espacial da Dengue na Área Urbana de Itu – São



Paulo.Revista do Departamento de Geografia, 33-106116. <https://doi.org/10.11606/rdg.v33i0.128515>

MARCONDES, M. ; ROSSI, C. N. Visceral leishmaniasis in Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, Brasil, v. 50, n. 5, p. 341–352, 2013. DOI: [10.11606/issn.2318-3659.v50i5p341-352](https://doi.org/10.11606/issn.2318-3659.v50i5p341-352). Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/79913>.. Acesso em: 11 oct. 2024.

RIBEIRO, C. J. N.; DOS SANTOS, A. D.; LIMA, S. V. M. A.; DA SILVA, E. R.; RIBEIRO, B. V. S., DUQUE, A. M.; PEIXOTO, M. V. S.; DOS SANTOS, P. L.; OLIVEIRA, I. M.; LIPSCOMB, M. W.; ARAÚJO, K. C. G. M.; MOURA, T. R. (2020) Space time risk cluster of visceral leishmaniasis in Brazilian endemic region with high social vulnerability: Anecological time series study. **Plos Neglected Tropical Diseases**. Volume 15, n. 1. doi: 10.1371/journal.pntd.0009006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Leishmaniasis** Genebra, 2017. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs375/en>