



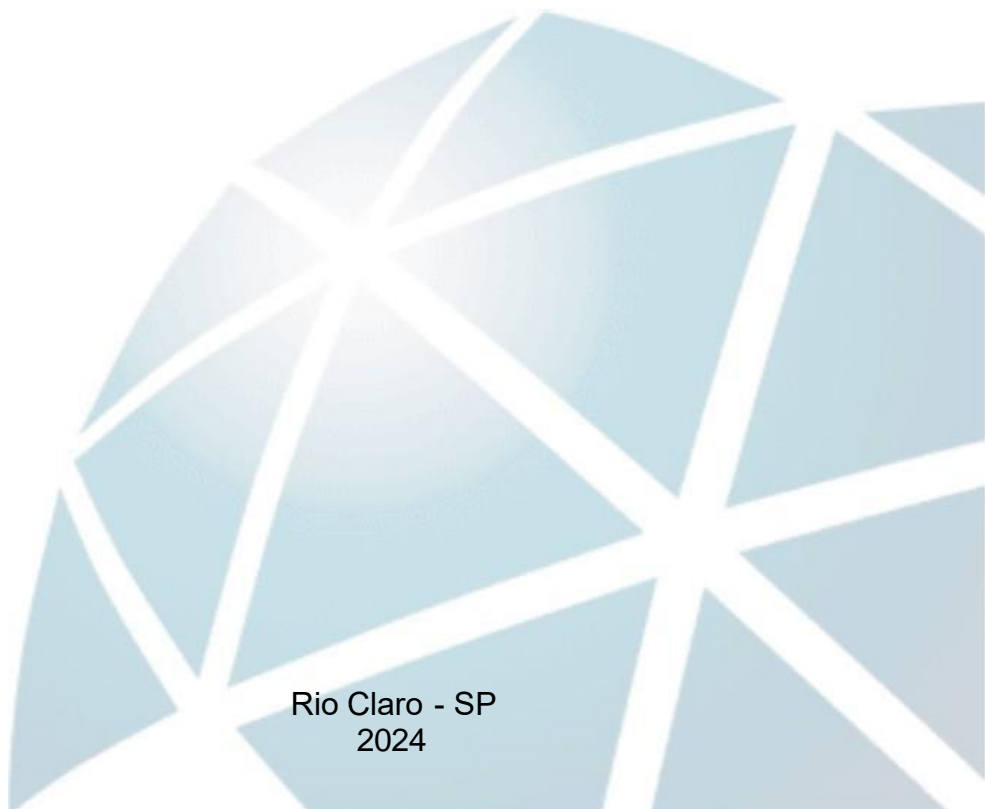
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - RIO CLARO



Ciências Biológicas

CAROLINE LUIZA LUCAS

**IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
NA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS
VETORES DAS LEISHMANIOSES: UMA
REVISÃO DA LITERATURA**



Rio Claro - SP
2024



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - RIO CLARO



CAROLINE LUIZA LUCAS

**IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA DISTRIBUIÇÃO
GEOGRÁFICA DOS VETORES DAS LEISHMANIOSES: UMA
REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biociências –
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
para obtenção do grau de Bacharela em
Ciências Biológicas.

Orientador: Claudio José Von Zuben

Coorientadora: Luana Martins Ferraz

Rio Claro - SP
2024

L933i

Lucas, Caroline Luiza

Impactos das mudanças climáticas na distribuição geográfica dos vetores das leishmanioses: uma revisão da literatura / Caroline Luiza Lucas. -- Rio Claro, 2024

38 f.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Claudio José Von Zuben

Coorientadora: Luana Martins Ferraz

1. Mudanças climáticas. 2. Leishmanioses. 3. Flebotomíneos. 4. Transmissão. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CAROLINE LUIZA LUCAS

**IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA DISTRIBUIÇÃO
GEOGRÁFICA DOS VETORES DAS LEISHMANIOSES: UMA
REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências – Câmpus de Rio
Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio
de Mesquita Filho”, para obtenção do grau de
Bacharela em Ciências Biológicas

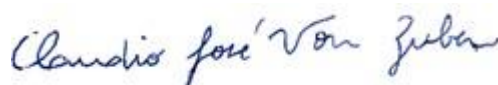
BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Claudio José Von Zuben (orientador)
Prof. Dr. Mara Cristina Pinto
Prof. Dr. José Paulo Leite Guadanucci

Aprovado em: 4 de junho de 2024



Assinatura do discente



Assinatura do(a) orientador(a)



Assinatura do(a) coorientador(a)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha vó Esmeralda, que sempre cuidou de mim e me fez ser quem eu sou hoje, a minha mãe Siluê que me apoiou desde o início desse sonho e que me trouxe para Rio Claro para eu fazer a minha matrícula, sem vocês eu não estaria aqui hoje, por isso eu dedico este trabalho a minha vó e minha mãe, duas mulheres fortes, que abdicaram de suas vidas para cuidar de seus filhos, netos, maridos e lares e que não puderam realizar seus sonhos. Essa conquista é por vocês e para vocês, espero que possam se orgulhar muito ainda de mim e o que estiver ao meu alcance eu farei para que isso aconteça.

Agradeço também ao meu namorado Yago que sempre me incentivou nos estudos, me deu apoio emocional nos momentos de dificuldade e angústia e acreditou em mim até mesmo quando nem eu mesma acreditava. As amigas que fiz durante esse tempo que passei em Rio Claro e que estiveram comigo desde o início da graduação, Nicolle (Paizana) e Milena (Professora). Vocês foram fundamentais para eu concluir essa etapa da minha vida e com vocês os dias aqui em Rio Claro foram muito mais leves e divertidos. A República Quebra-Cadeira que me acolheu e me deu um lar durante esses seis anos que passei aqui, vocês foram a minha base e meu porto seguro. Obrigada pelas risadas, pelos conselhos, pelos momentos de descontração, pelas puxadas de orelha quando era preciso e por terem sido minha família nesses últimos anos. Amo vocês e levarei cada uma com carinho no coração para onde quer que eu vá.

Ao meu orientador Prof. Dr. Cláudio José Von Zuben, por ter aceitado me orientar e por ter feito muito mais que isso, no sentido de me mostrar as muitas opções que eram possíveis e os caminhos que eu poderia percorrer para alcançar meus objetivos. A minha coorientadora Luana que me apoiou academicamente para que esse trabalho fosse concluído, sem você eu não teria conseguido. A minha Prof^a. Dra. Bernadete Bennetti de Práticas de Ensino em Biologia e Estágio Supervisionado que fez eu me encantar com a licenciatura e foi fundamental para minha formação.

Minha gratidão à UNESP, que me abriu muitas portas e me proporcionou experiências que eu levarei para a vida toda, aos professores, técnicos e profissionais que me inspiraram e a todos que de alguma forma contribuíram para que eu conseguisse alcançar essa conquista.

RESUMO

Os vários cenários de mudanças climáticas globais para os próximos 100 anos indicam possibilidades de impactos significativos, devido às emissões de gases do efeito estufa (GEE), tais como: dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, CO₂, CH₄ e N₂O, respectivamente. Dentre estes impactos, podem ser citados o aumento da temperatura, modificações nos padrões de chuvas e alterações na distribuição de extremos climáticos (exemplo: secas, inundações, penetração de frentes frias e tempestades severas). Nesse sentido, doenças transmitidas por vetores são particularmente suscetíveis às mudanças ambientais e climáticas, uma vez que sua ocorrência depende do balanço ecológico entre diferentes espécies envolvidas nos ciclos de transmissão. No caso das leishmanioses, os flebotomíneos, que podem agir como vetores da doença, são afetados especialmente pelas precipitações, umidade e temperatura. Um dos impactos das mudanças climáticas na ecoepidemiologia das leishmanioses é a expansão da distribuição geográfica dos vetores. Dessa forma, o projeto teve como objetivo analisar como as mudanças climáticas estão ampliando a distribuição geográfica dos vetores das leishmanioses, através de uma revisão sistemática da literatura. Foram também considerados diferentes aspectos dos vetores, diferentes formas da doença e seus sintomas, além dos ciclos de vida dos protozoários. O corpo amostral do trabalho foi composto por 31 artigos, mas somente 18 foram analisados. Artigos que não tinham nenhuma relação com o tema “Leishmanioses” ou “Mudanças Climáticas” foram descartados. Foi dada preferência para os artigos de 2020 a 2024 e a grande maioria foi selecionada no banco de dados Athena Unesp, pois em outras plataformas poucos artigos foram encontrados. Os resultados mostraram que a temperatura e umidade são variáveis importantes na ecologia dos vetores das leishmanioses e o aquecimento global pode expandir as áreas de ocorrência dos flebotomíneos, aumentando a prevalência da doença.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; Leishmanioses; Flebotomíneos; Transmissão.

ABSTRACT

The various scenarios of global climate change for the next 100 years indicate possibilities of significant impacts, due to greenhouse gas emissions (GHGs) such as carbon dioxide, methane, and nitrous oxide, CO₂, CH₄, and N₂O, respectively. Among these impacts, we can cite temperature increase, changes in rainfall patterns, and alterations in the distribution of climate extremes (e.g., droughts, floods, cold fronts penetration, and severe storms). In this sense, vector-borne diseases are particularly susceptible to environmental and climatic changes since their occurrence depends on the ecological balance between different species involved in transmission cycles. In the case of leishmaniasis, phlebotomine sandflies, which can act as disease vectors, are especially affected by precipitation, humidity, and temperature. One of the impacts of climate change on the ecoepidemiology of leishmaniasis is the expansion of the geographic distribution of vectors. Thus, the project aimed to analyze how climate change is expanding the geographic distribution of leishmaniasis vectors through a systematic literature review. Different aspects of vectors, different forms of the disease and its symptoms, as well as the life cycles of protozoa were also considered. The sample of the study consisted of 31 articles, but only 18 were analyzed. Articles that had no relevance to the themes of "Leishmaniasis" or "Climate Changes" were discarded. Preference was given to articles published between 2020 and 2024, and the vast majority were selected from the Athena Unesp database, as few articles were found on other platforms. The results showed that temperature and humidity are important variables in the ecology of leishmaniasis vectors, and global warming could expand the occurrence areas of sandflies, increasing the prevalence of the disease.

Keywords: Climate changes; Leishmaniasis; Phlebotomine sandflies; Transmission.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Flebotomíneo fêmea adulta ingurgitada	18
Figura 2	Ciclo de transmissão da Leishmaniose	19
Figura 3	<i>Leishmania</i> : A) forma promastigota; B) forma amastigota	20
Figura 4	Local propício para o desenvolvimento do vetor	23
Figura 5	Status da endemidade da Leishmaniose visceral (LV) no mundo em 2022	28
Figura 6	Status da endemidade da Leishmaniose cutânea (LC) no mundo em 2022	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Artigos selecionados com os descritores “Climate Changes” AND “Leishmanioses” AND “Sandflies”	15
Tabela 2	Artigos selecionados com os descritores “Climate Changes” AND “Leishmanioses” AND “Vectors”	17

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CH₄	Metano
CO₂	Dióxido de Carbono
DIN	Doença infecciosa negligenciada
DTN	Doença tropical negligenciada
GEE	Gases do efeito estufa
HIV	Vírus da imunodeficiência adquirida
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
LCZ	Leishmaniose cutânea zoonótica
LC	Leishmaniose cutânea
LMC	Leishmaniose mucocutânea
LV	Leishmaniose visceral
LVC	Leishmaniose visceral canina
N₂O	Óxido nitroso
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
SBMT	Sociedade Brasileira de Medicina Tropical
UNICEF	Fundo das Nações Unidas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
3 DESENVOLVIMENTO	14
3.1 Aspectos gerais da doença	19
3.1.1 O que são as leishmanioses?.....	19
3.1.2 Como as leishmanioses são transmitidas?	20
3.1.3 O ciclo da doença	21
3.3.4 Classificação dos protozoários	22
3.1.5 Quais são os sintomas?	23
3.2 Vetores	25
3.2.1 Classificação dos vetores.....	25
3.2.2 Ecologia do vetor.....	25
3.2.3 Invasão dos vetores nos centros urbanos.....	27
3.3 Distribuição Geográfica da Leishmaniose.....	28
3.3.1 Distribuição da Leishmaniose no mundo	28
3.3.2 Distribuição da Leishmaniose nas Américas	28
3.3.3 Distribuição da Leishmaniose no continente europeu.....	29
3.3.4 Distribuição da Leishmaniose no continente africano.....	29
3.3.5 Distribuição da Leishmaniose no continente asiático.....	30
3.4 Impactos	32
3.4.1 Ambientais	32
3.4.2 Efeitos do clima.....	32
4 CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são alterações a longo prazo nas características do clima e da temperatura do planeta. A diferença entre mudanças climáticas e variabilidade climática é que as mudanças climáticas são atribuídas às atividades humanas, que podem alterar a composição da atmosfera, enquanto a variabilidade é atribuída a causas naturais, como os ciclos de temperatura diurna, as estações climáticas nas regiões extratropicais e as temporadas de furacões (UNICEF, 2022). Dessa forma, a mudança do clima já está afetando todas as regiões habitadas do planeta, com a influência humana contribuindo para muitas das mudanças observadas nos extremos de tempo e clima (IPCC, 2021).

O aquecimento global é um aumento na temperatura média geral da Terra, causado pela adição de dióxido de carbono extra e outros gases de efeito estufa à atmosfera que absorvem e retêm calor. Desde a Revolução Industrial no meio do século XVIII, a humanidade tem emitido quantidades surpreendentes de carbono e gás carbônico (CO₂) na atmosfera pela queima de combustíveis fósseis. Os seres humanos adicionaram outros 110 bilhões de toneladas através do desmatamento e mudanças no uso da terra. O que tem gerado um impacto tremendo e negativo nas diferentes formas de vida que habitam a Terra (FARMER & COOK, 2013).

Em um relatório publicado em 2015 pela Organização Mundial da Saúde (OMS), o aumento da temperatura do planeta fará com que as zonas de clima tropical se expandam, ampliando também as áreas acometidas por doenças tropicais, como a dengue e a malária (ASSAD, 2016). As doenças transmitidas por mosquitos causam um grande impacto em todo o mundo. As taxas vitais desses vetores ectotérmicos e parasitos respondem de maneira forte e não linear à temperatura e, portanto, às mudanças climáticas (SBMT, 2019).

De acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde (2022), dentre as doenças tropicais transmitidas por vetores, as Leishmanioses destacam-se por constituírem um crescente problema de saúde pública. No Brasil, essas doenças são consideradas como endemias de interesse prioritário, assim como em grande parte dos continentes americano, asiático, europeu e africano, com exceção da Oceania. Essa expansão e o aumento significativo no número de casos, fez com que a Organização Mundial da Saúde (OMS) passasse a considerar as Leishmanioses como uma das prioridades dentre as doenças tropicais negligenciadas (BRASIL, 2021).

As Leishmanioses são doenças causadas por parasitos do gênero *Leishmania*, protozoários que atacam preferencialmente o sistema imunológico do hospedeiro. Afetam tanto animais silvestres quanto domésticos e podem ser transmitidas ao homem – sendo, portanto, considerada uma antropozoonose. Os protozoários são transmitidos para os hospedeiros susceptíveis pela picada das fêmeas de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) dos gêneros *Phlebotomus* (no Velho Mundo) e *Lutzomyia* (no Novo Mundo) (FREITAS et al., 2022).

Nos seres humanos, diferentes espécies de *Leishmania* podem causar variadas formas da doença como a leishmaniose visceral (LV), cutânea (LC) e mucocutânea (LMC). Os cães também podem ser infectados por uma variedade de espécies de *Leishmania* que causam leishmaniose visceral, cutânea ou mucocutânea (MORALES-YUSTE et al., 2022). Embora 99,9% dos cães dectados com leishmaniose apresentem a forma visceral (FREITAS et al., 2022).

Os vetores dos agentes etiológicos apresentam atividade máxima quando a temperatura está entre 25° C e os 34° C (ALVES et al., 2023), possuem hábitos crepusculares ou noturnos e os adultos são afetados principalmente pela temperatura e umidade (AZEVEDO et al., 2021). Segundo Morales-Yuste *et al.*, (2022), como consequência do aqueciemnto global a área de distribuição dos flebotomíneos pode acabar se expandindo, tanto em termos de altitude quanto de latitude, resultando em um aumento da prevalência da Leishmnaiose.

O aqueciemnto global é uma possível causa da disseminação da doença para áreas mais frias, além disso o aumento já documentado e previsto na temperatura diária anual pode ser benéfico para os vetores de várias maneiras, pois algumas espécies apresentam seu pico de taxa metabólica e crescimento ontogenético em altas temperaturas ambientais (~ 28 °C). Isso indica que o aumento das temperaturas devido à mudança climática aumentará diretamente o número de gerações anuais de flebotomíneos e sua atividade (TRÁJER & GRMASHA, 2024).

Sendo assim, levantamentos de informações sobre como as mudanças climáticas impactam os flebotomíneos são muito importantes, pois esses insetos são grandes dispersores de doenças em expansão espacial. Esse tipo de investigação pode acabar favorecendo outros estudos posteriores e, conseqüentemente, melhores tomadas de decisão relacionadas a medidas de controle desses vetores, com impacto na saúde pública.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo geral apresentar informações atualizadas sobre os impactos das mudanças climáticas na dispersão dos flebotomíneos que atuam como vetores das Leishmanioses ao redor do mundo. Além de trazer informações atualizadas relacionadas à biologia desses vetores.

3 DESENVOLVIMENTO

O método escolhido para esta pesquisa foi um levantamento bibliográfico sistemático de cunho qualitativo e quantitativo, que reuniu artigos em periódicos a respeito de como as mudanças climáticas interferem na ecologia dos vetores das Leishmanioses. Para desempenhar os objetivos propostos, a busca de periódicos e artigos científicos disponíveis de forma online foram feitas nas plataformas: Biblioteca Athena da Unesp, que é um serviço de descoberta da Rede de Bibliotecas da Unesp que proporciona uma busca rápida e intuitiva de artigos, teses, livros, dissertações, trabalhos de conclusão de curso e e-books. Além disso, outras plataformas como Pubmed, Scielo, Google Acadêmico, Portal de Periódicos da Capes também foram utilizadas, assim como livros de referência na área.

Os termos escolhidos para a realização da busca foram: “Climate Changes” AND “Leishmanioses” AND “Sandflies”; “Climate Changes” AND “Leishmanioses”, AND “Vectors”; “Mudanças Climáticas” AND “Leishmanioses” AND “Flebotomíneos”. Os artigos foram selecionados de acordo com o título, resumo e resultados quando tinham relação com o tema proposto. Artigos que não tinham nenhuma relação com o tema “Leishmanioses” ou “Mudanças Climáticas” foram descartados. Nenhum filtro foi aplicado na seleção dos artigos, pois isso delimitava a quantidade de artigos selecionados e excluía os artigos de referência na área. Porém, foi dada preferência a artigos mais recentes, do período de 2020 a 2024, pois artigos mais antigos poderiam ter muitas informações desatualizadas a respeito dos flebotomíneos e das mudanças climáticas.

Poucos artigos foram encontrados nas plataformas Scielo e Pubmed e os artigos da plataforma Capes eram iguais aos do banco de dados da Athena Unesp, sendo que a maior parte dos artigos foram selecionados na Biblioteca Athena da Unesp. No total 10 artigos foram encontrados com os termos de busca “Climate Changes” AND

“Leishmanioses” AND “Sandflies” e 21 foram encontrados com os descritores “Climate Changes” AND “Leishmanioses”, AND “Vectors”. Nenhum artigo foi encontrado com os termos “Mudanças Climáticas” AND “Leishmanioses” AND “Flebotomíneos” na plataforma Athena Unesp. Totalizando um corpo amostral de 31 artigos, porém apenas 18 foram utilizados, pois alguns artigos eram os mesmos, porém escritos em idiomas diferentes e os demais não tinham relação direta com o tema “Leishmanioses” ou “Mudanças Climáticas”. Dos 18 artigos selecionados 17 foram encontrados na Plataforma Athena da Unesp e apenas 1 foi selecionado no Pubmed. O quantitativo dos artigos selecionados pode ser observado nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Artigos selecionados com os descritores “Climate Changes” AND “Leishmanioses” AND “Sandflies”

Descritores: “Climate Changes” AND “Leishmanioses” AND “Sandflies”	Ano da publicação	Site de busca	Referência
An eco-epidemiological evaluation of the risk of leishmaniasis in the Atlantic Sahara of Morocco. The predictive value of the relationship between sandflies and climate [Phlebotomus, Sergentomyia, Leishmania]	1997	Athena Unesp	RIOUX, J-A. Et al. An eco-epidemiological evaluation of the risk of leishmaniasis in the Atlantic Sahara of Morocco. The predictive value of the relationship between sandflies and climate [Phlebotomus, Sergentomyia, Leishmania]. In: Ecologia 15cientifique , Vol. 23 n°3-4, p. 73-92, 1997.
Epidemiologic surveillance of cutaneous leishmaniasis in Guiana. Summary of military data collected over 10 years	2002	Pubmed	LIGHTBURN, E. et al. Epidemiologic surveillance of cutaneous leishmaniasis in Guiana. Summary of military data collected over 10 years. Medicine Tropicale: Revue du Corps de Sante Colonial . Vol. 62, n. 5, p. 545-53, 2002.
Emerging parasitic zoonoses: leishmaniasis	2004	Athena Unesp	GÁLLEGO, M. Emerging parasitic zoonoses: leishmaniasis. Revue 15cientifique et technique (International Office of Epizootics) . Vol. 23 n. 2, p. 661–676, 2004.

Parasites, vecteurs de pathogènes et changements climatiques.	2006	Athena Unesp	DUVALLET, G. Parasites, vecteurs de pathogènes et changements climatiques. Hydroécologie Appliquée . Vol. 15, p. 87-96, 2006.
Sandflies and sandfly-borne infections of humans in Central Europe in the light of climate change	2008	Athena Unesp	ASPÖCK, H. et al. Sandflies and sandfly-borne infections of humans in Central Europe in the light of climate change. The Middle European Journal of Medicine . Vol. 120, p. 24-29, 2008.
Leishmaniose Tegumentar Americana e Suas Relações Sócio Ambientais no Município de Ubatuba-SP.	2011	Athena Unesp	SILVA, A. E. P.; GURGEL, H. da C. Leishmaniose Tegumentar Americana e Suas Relações Sócio Ambientais no Município de Ubatuba-SP. Confins: Revue Franco-Brésilienne de Géographie Vol. 13, dez. 2011.
Spread of <i>Leishmania major</i> to the North of Algeria.	2012	Athena Unesp	BOUDRISSA, A. et al. Spread of <i>Leishmania Major</i> to the North of Algeria. Bulletin de La Societe de Pathologie Exotique . Vol. 105, n. 1, p. 30–35, 2012.
Differential Ecological Traits of Two Phlebotomus Sergenti Mitochondrial Lineages in Southwestern Europe and Their Epidemiological Implications	2016	Athena Unesp	MERINO-ESPINOSA, G. et al. Differential Ecological Traits of Two Phlebotomus Sergenti Mitochondrial Lineages in Southwestern Europe and Their Epidemiological Implications. Tropical medicine & international health . Vol. 21 n. 5, p. 630–641, 2016.

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Tabela 2 – Artigos selecionados com os descritores “Climate Changes” AND “Leishmanioses” AND “Vectors”

Descritores: “Climate Changes” AND “Leishmanioses” AND “Vectors”	Ano da publicação	Site de busca	Referência
Vector-borne diseases in humans and animals: activities of the Swiss Tropical Institute and risks for Switzerland.	2003	Athena Unesp	ZINSSTAG, J.; SCHELLING, E. Vector-borne diseases in humans and animals: activities of the Swiss Tropical Institute and risks for Switzerland. Schweiz Arch Tierheilkd. Vol. 145, n. 12, p. 559-66, 568-9, 2003.
Postglacial dispersal of Phlebotomus perniciosus into France.	2005	Athena Unesp	PERROTEY, S. et al. Postglacial dispersal of Phlebotomus perniciosus into France. Parasite. Vol. 12, n. 4, p. 283-91, 2005.
Alterações climáticas na Europa: efeito nas doenças parasitárias humanas.	2009	Athena Unesp	ABRANTES, P.; SILVEIRA, H. Alterações climáticas na Europa: efeito nas doenças parasitárias humanas. Revista Portuguesa de Saúde Pública. Vol. 27, n. 2, p. 71-86, 2009.
Phlebotominae fauna (Diptera: Psychodidae) and putative vectors of leishmaniasis in impacted area by hydroelectric plant, State of Tocantins, Brazil	2011	Athena Unesp	VILELA, M. L. et al. Phlebotomine fauna (Diptera: Psychodidae) and putative vectors of leishmaniasis in impacted area by hydroelectric plant, State of Tocantins, Brazil. PloS one. Vol. 6, n. 12, 2011.
Cutaneous leishmaniasis caused by Leishmania major in Morocco: still a topical question	2013	Athena Unesp	RIYAD, M.; CHIHEB, S.; SOUSSI-ABDALLAOUI, M. Cutaneous leishmaniasis caused by Leishmania major in Morocco: still a topical question. Eastern Mediterranean Health Journal. Vol. 19, n. 5, p. 495-501, 2013.
Culicidae Community Composition and Temporal Dynamics in Guapiacu	2015	Athena Unesp	JERONIMO, A. et al. Culicidae Community Composition and Temporal Dynamics in Guapiacu

Ecological Reserve, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brazil.			Ecological Reserve, Cachoeiras de Macacu, Rio de Janeiro, Brazil. PloS one. Vol. 10, n. 3, 27 de mar. 2015.
Influences of Climate Change on the Potential Distribution of <i>Lutzomyia Longipalpis</i> Sensu Lato (Psychodidae: Phlebotominae).	2017	Athena Unesp	PETERSON, A. T. et al. Influences of Climate change on the Potencial Distribution of <i>Lutzomyia Longipalpis</i> Sensu Lato (Psychodidae: Phlebotominae). Internacional Journal for Parasitology. Vol. 47, n. 10-11, p. 667-674, set. 2017.
Forecasting zoonotic cutaneous leishmaniasis using meteorological factors in eastern Fars province, Iran: a SARIMA analysis.	2018	Athena Unesp	TOHIDINICK, H. R. et al. Forecasting zoonotic cutaneous leishmaniasis using meteorological factors in eastern Fars province, Iran: a SARIMA analysis. Tropical Medicine & Internacional Health. Vol. 23, n. 8, p. 860-869, 2018.
Spatial variations in Leishmaniasis: A biogeographic approach to mapping the distribution of <i>Leishmania</i> species.	2021	Athena Unesp	JAGADESH, S. et al. Spatial variations in Leishmaniasis: A biogeographic approach to mapping the distribution of <i>Leishmania</i> species. One Health. Vol. 13, n. 100307, 2021.
Clinical, epidemiological and climatic factors related to the occurrence of cutaneous leishmaniasis in an endemic area in northeastern Brazil.	2021	Athena Unesp	OLIVEIRA, R. S. et al. Clinical, epidemiological and climatic factors related to the occurrence of cutaneous leishmaniasis in an endemic area in northeastern Brazil. Brazilian Journal of Biology. Vol. 81, n. 3, p. 557-565, 2021.

Fonte: Elaborado pela autora (2024)

3.1 Aspectos gerais da doença

3.1.1 O que são as leishmanioses?

As leishmanioses são um conjunto de doenças não contagiosas causadas por protozoários do gênero *Leishmania*. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), são classificadas como Doenças Tropicais Negligenciadas (“Neglected Tropical Disease”) (URBAN; WALOCHNIK; HANDISURYA, 2021). Essas doenças ocorrem em 149 países das regiões localizadas entre a latitude 35° N e 35° S, com altitudes abaixo de 2200 metros e temperaturas que variam entre 15° C a 40° C e com população de baixa renda, afetando mais de um bilhão de pessoas, com um custo de bilhões de dólares anualmente. Em muitos casos, as doenças tropicais negligenciadas permanecem ocultas, concentradas em ambientes rurais remotos, mas também em comunidades urbanas (BRASIL, 2021; COSTA & SOUZA, 2018).

Aspectos como as más condições de moradia e mobilidade, analfabetismo, deficiências no sistema imunológico e a desnutrição, são alguns dos associados às leishmanioses. No contexto das doenças relacionadas à pobreza, que causam alta morbidade, mas baixa mortalidade, o verdadeiro peso dessa doença permanece em grande parte inviabilizado. A população mais afetada vive em áreas de difícil acesso e o estigma social decorrente das deformidades e cicatrizes desfigurantes, a mantém privada do devido acolhimento (BRASIL, 2021).

Atualmente, as leishmanioses são as únicas classificadas pela OMS como doenças infecciosas negligenciadas (DIN) que mantém um aumento constante de casos a cada ano. Desde 1965, a enfermidade é considerada como uma doença tropical negligenciada (DTN) de importância mundial (AZEVEDO et al., 2021). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), 350 milhões de pessoas estão expostas ao risco de adquirir a doença, com registro aproximado de dois milhões de novos casos das diferentes formas clínicas ao ano (BRASIL, 2014; BRASIL, 2017). A enfermidade é endêmica em pelo menos 98 países, sendo que aproximadamente 1,6 milhão de novos casos são estimados a surgir a cada ano, dos quais 500.000 são de leishmaniose visceral e 1,1 milhão são de leishmaniose cutânea ou mucocutânea (COSTA & SOUZA, 2018).

3.1.2 Como as leishmanioses são transmitidas?

Os flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) de diferentes gêneros da subfamília Phlebotominae são insetos capazes de transmitir aos vertebrados, os protozoários do gênero *Leishmania*, ocasionando as leishmanioses. Existem várias espécies de *Leishmania* que podem ser transmitidas aos mamíferos, inclusive ao homem, por meio da picada das fêmeas de flebotomíneos na busca da alimentação sanguínea (Fig. 1) (PIMENTA et al., 2018).

Aproximadamente setenta espécies de mamíferos ao redor do mundo, incluindo os humanos, são consideradas hospedeiros vertebrados de diferentes espécies de *Leishmania* e algumas delas são reservatórios do parasito na natureza. Embora a infecção natural em roedores e canídeos seja mais comum, o parasito é capaz de infectar xenartros, hiraxes, marsupiais, quirópteros, lagomorfos, procionídeos, felídeos, perissodáctilos e primatas (RIBEIRO et al., 2018).

O período de atividade dos flebotomíneos ocorre geralmente durante à tarde ou à noite, permanecendo a maior parte do dia em seus abrigos. A atividade hematófaga durante o dia, quando acontece, ocorre em ambientes de baixa luminosidade, especialmente em cavernas e áreas florestais. Apenas as fêmeas de flebotomíneos são hematófagas e necessitam de sangue para produzir os ovos (BRAZIL & BRAZIL, 2018).

Figura 1 – Flebotomíneo fêmea adulta ingurgitada



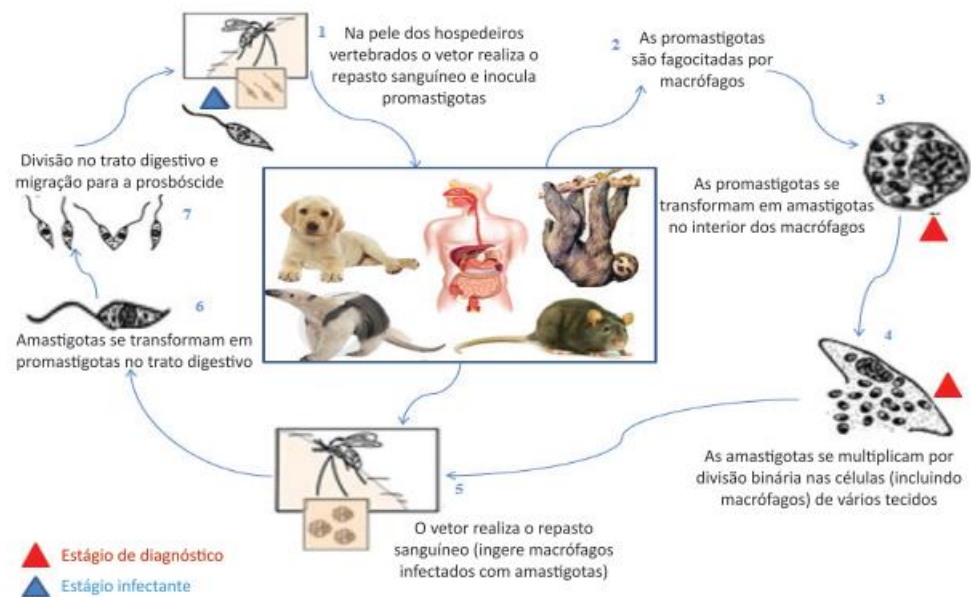
Fonte: Manual técnico – Leishmaniose canina (2015)

3.1.3 O ciclo da doença

As leishmanias são parasitos intracelulares obrigatórios que se reproduzem dentro do sistema fagocítico mononuclear dos mamíferos suscetíveis. Os promastigotas (Fig. 3A) têm uma forma losangular adelgada de 10 a 15 μm com um longo flagelo na extremidade, bastante móvel. As formas amastigotas (Fig. 3B) em geral, são arredondadas, medem de 3 a 6 μm de diâmetro e não têm flagelo exteriorizado (AGUIAR & RODRIGUES, 2017).

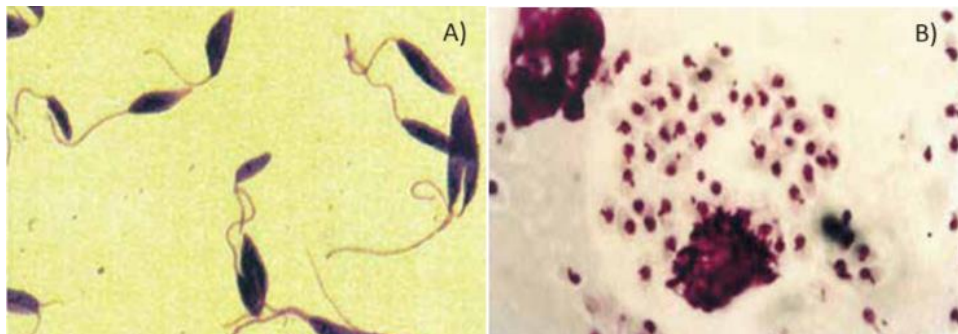
O ciclo de vida da *Leishmania* é mantido pela transmissão de flebotomíneos para os mamíferos (Fig. 2). No organismo do vetor, o parasito se diferencia e se divide, se tornando infectante para o hospedeiro vertebrado. O vetor fêmea, quando infectada pelo protozoário, faz o repasto sanguíneo (picada) e inocula o parasito nos mamíferos. Quando introduzido no organismo do hospedeiro vertebrado, ocorre fagocitose pelos monócitos atraídos para o local da picada. Dentro da célula, o parasito se diferencia novamente e se divide, até que ocorra o rompimento celular, permitindo a infecção dos macrófagos. O ciclo se encerra quando o flebotomíneo captura os macrófagos infectados durante o repasto sanguíneo (SILVA & WINCK, 2018). Outros modos de transmissão entre hospedeiros vertebrados, porém muito raros, incluem a parenteral (transplante de órgãos, transfusão sanguínea, abuso intravenoso de drogas) e a transmissão pré-natal (URBAN; WALOCHNIK; HANDISURYA, 2021).

Figura 2 – Ciclo de transmissão da Leishmaniose



Fonte: Manual técnico – Leishmaniose canina (2015)

Figura 3 – *Leishmania* spp.: A) forma promastigota; B) forma amastigota



Fonte: Ministério da Saúde (2014)

3.3.4 Classificação dos protozoários

As leishmanioses são causadas por protozoários digenéticos da ordem Kinetoplastida, família Trypanosomatidae, gênero *Leishmania* (AGUIAR & RODRIGUES, 2017). No Novo Mundo, existem distintas formas de leishmanioses nos mamíferos, sendo as principais, a cutânea, a mucocutânea e a visceral. Os mecanismos que determinam a preferência tecidual dos protozoários para se desenvolverem na pele

ou se visceralizarem ainda não estão determinados, porém, são considerados específicos das distintas espécies de *Leishmania* (PIMENTA et al., 2018).

Nas Américas, são atualmente reconhecidas 12 espécies dermatrópicas de *Leishmania* causadoras de doença humana e oito espécies descritas somente em animais. No entanto, no Brasil, já foram identificadas sete espécies, sendo seis do subgênero *Viannia* e uma do subgênero *Leishmania*. As três principais espécies são: *L. (V.) braziliensis* Vianna, 1911, *L. (V.) guyanensis* Floch, 1954 e *L. (L.) amazonensis* Lainson & Shaw, 1972 inclui *garnhami* Scorza et al., 1979 e, mais recentemente, as espécies *L. (V.) lainsoni* Silveira, Shaw, Braga & Ishikawa, 1987, *L. (V.) naiffi* Lainson & Shaw, 1989, *L. (V.) lindenberg* Silveira, Ishikawa & de Souza, 2002 e *L. (V.) shawi* Lainson, Braga & de Souza, 1989 foram identificadas em estados das regiões Norte e Nordeste (BRASIL, 2017).

A LV pode ser causada por três espécies diferentes de *Leishmania*, sendo que no território brasileiro *L. infantum* Nicolle, 1908 inclui *chagasi* Cunha & Chagas, 1937 é considerada a de maior ocorrência e na Europa, Ásia e África as mais encontradas são *L. donovani* Laveran & Mesnil, 1903 e *L. infantum* (JÚNIOR et al., 2021).

3.1.5 Quais são os sintomas?

A doença apresenta três diferentes formas clínicas principais, que estão associadas à infecção por diferentes tipos de *Leishmania*. A Leishmaniose cutânea (LC) é a manifestação clínica mais frequente, com lesões cutâneas nodulares, ulceradas ou pleomórficas, com aspecto acneiforme e papular. O período de incubação varia usualmente entre duas semanas e dois meses. A lesão ulcerada é precedida por uma mácula, que perdura de um a dois dias depois da picada infectante. A mácula evolui formando uma pápula que aumenta progressivamente produzindo, geralmente, uma úlcera. A linfadenomegalia satélite pode ocorrer antes, durante ou após o aparecimento da lesão (BRASIL, 2017; NISHIKAKU, 2020).

A Leishmaniose Visceral (LV), comumente denominada calazar, é a manifestação sistêmica da doença, em que o parasito se desenvolve principalmente em células do sistema fagocítico mononuclear do baço, fígado, medula óssea e tecidos linfoides, sendo a hepatoesplenomegalia e anemia os sintomas mais clássicos, podendo ser fatal em 95% dos casos se não tratada (NISHIKAKU, 2020; COSTA & SOUZA, 2018). O período inicial da Leishmaniose Visceral é caracterizado pelo início da sintomatologia, que,

normalmente, inclui febre, palidez de mucosas e da pele e hepatoesplenomegalia. Em um período um pouco mais avançado, os sinais clínicos citados anteriormente se acentuam e prolongam por mais de dois meses. Caso não seja realizado o diagnóstico e tratamento, o quadro evolui para o período final, com febre contínua e comprometimento mais intenso do estado geral, com hemorragias, icterícia e ascite, podendo evoluir para óbito (SILVA & WINCK, 2018).

A LV, dada a sua incidência e alta letalidade, principalmente em indivíduos não tratados e crianças desnutridas, é também considerada emergente em indivíduos portadores da infecção pelo vírus da imunodeficiência adquirida (HIV), tornando-se uma das doenças mais importantes da atualidade (BRASIL, 2014).

A Leishmaniose Mucocutânea (LMC) apresenta lesões cutâneas com destruição de membranas mucosas oronasofaríngeas, causando deformações graves (NISHIKAKU, 2020). A doença é uma patologia tropical que requer a atenção dos serviços de saúde, uma vez que o diagnóstico e o tratamento são difíceis, o que pode permitir que as lesões evoluam para formas desfigurantes e incapacitantes, prejudicando assim a qualidade de vida do paciente e impactando sua vida social (OLIVEIRA et al., 2021).

A infecção por *Leishmania* spp. nos cães é clinicamente semelhante à infecção humana, sendo que no ambiente doméstico o cão é considerado o principal reservatório do parasito (OLIVEIRA, 2018; SILVA & WINCK, 2018). A Leishmaniose Visceral Canina (LVC) é uma doença sistêmica severa cuja manifestações clínicas estão intrinsecamente dependentes do tipo de resposta imunológica expressa pelo animal infectado. O quadro clínico dos cães infectados apresenta um espectro de características clínicas que varia do aparente estado sadio a um severo estágio final (BRASIL, 2014).

Inicialmente, os parasitos estão presentes no local da picada infectiva. Posteriormente, ocorre a infecção de vísceras e eventualmente tornam-se distribuídos através da derme. A alopecia causada pela infecção expõe grandes áreas da pele extensamente parasitadas (BRASIL, 2014). Como as manifestações clínicas são semelhantes às de doenças infectocontagiosas, o diagnóstico deve ser realizado através da associação de dados clínicos, laboratoriais e epidemiológicos (SILVA & WINCK, 2018).

3.2 Vetores

3.2.1 Classificação dos vetores

Os vetores de *Leishmania sp.* são flebotomíneos, conhecidos popularmente como: mosquito-palha, cangalhinha, flebótomo, arrepiado, assadura, asa-da-palha, birigui, orelha-de-veado e tatuíra (“MANUAL TÉCNICO - LEISHMANIOSE CANINA”, 2015). Os flebotomíneos são insetos pequenos (1 a 3mm de comprimento), possuem coloração clara, corpo revestido por cerdas e quando pousados, estes artrópodes mantêm as asas em um ângulo acima do abdômen (formato de “V”) (AZEVEDO et al., 2021). Atualmente, são conhecidas mais de 1000 espécies de flebotomíneos, a maioria das quais pertence aos gêneros *Phlebotomus* no Velho Mundo e *Lutzomyia* no Novo Mundo. Menos de 10% dessas espécies atuam como vetores de doenças e apenas 30 espécies são importantes para a saúde pública. *Phlebotomus* é o gênero dominante na Região Paleártica, que inclui as ecorregiões terrestres da Europa, Ásia, norte da África, partes do norte e centro da Península Arábica, e se estende para outras regiões do Velho Mundo. *Phlebotomus* tem pouca importância na América do Norte, mas *Lutzomyia* é o principal gênero na América Latina, por possuir ampla distribuição geográfica e conter o maior número de espécies conhecidas (BRAZIL & BRAZIL, 2018; ORYAN & AKBARI, 2016).

No Brasil, o vetor primário de *Leishmania infantum* é a *Lutzomyia longipalpis* Lutz & Neiva, 1912 sendo uma das espécies mais bem estudadas da região Neotropical (LORENZ; AZEVEDO; CHIARAVALLI-NETO, 2019). A *Lu. longipalpis* adapta-se facilmente ao peridomicílio e a variadas temperaturas: pode ser encontrada no interior de domicílios e em abrigos de animais domésticos (BRASIL, 2016).

3.2.2 Ecologia do vetor

Diferentemente de outros vetores que se desenvolvem em água, os flebotomíneos se desenvolvem em solo úmido, mas não molhados, ou em detritos ricos em matéria orgânica em decomposição e com pouca luminosidade. Durante o dia vivem escondidos em buracos ou troncos de árvores, nas casas, nos estábulos, canis, pocilgas, frestas, fendas de paredes, lixo, entre outros (Fig. 4) (“MANUAL TÉCNICO - LEISHMANIOSE CANINA”, 2015).

O ciclo evolutivo dos flebotomíneos é caracterizado como holometábolo; sendo assim, passa pelos estádios de ovo, larva (compreendendo quatro estádios), pupa e adulto. A duração do estágio de larva varia muito e é afetado pela temperatura; já o estágio de pupa normalmente varia de cinco a dez dias de duração. Adultos emergem do estágio de pupa durante as horas de escuridão antes do amanhecer. A maioria das espécies de regiões tropicais tem apenas uma geração por ano, mas em anos com a média de temperatura acima do normal, podem apresentar até três gerações (AZEVEDO et al., 2021).

Em áreas tropicais, a densidade populacional de flebotomíneos aumenta durante ou após períodos chuvosos, pois é a alta umidade resultante das primeiras chuvas que proporciona a emergência a partir das pupas, outrossim é o fato indicativo para previsão de maior atividade destes insetos fora de seus abrigos. Por outro lado, usualmente se registra uma redução populacional durante longos períodos secos, resultando um complexo dependente de fatores bióticos, físicos e ambientais (BASTOS, 2012).

Estudos em regiões do Mediterrâneo, tropicais e áridas sugerem que esses dípteros prosperam entre 19 °C e 30 °C, com uma umidade relativa acima de 30%, e picam em temperaturas entre 20 °C e 30 °C. Temperaturas acima de 30 °C e sem umidade relativa suficiente afetam negativamente a densidade populacional dos flebotomíneos. No entanto, no Afeganistão central, uma faixa de temperatura externa fria entre 2 °C e 6 °C aumenta a incidência da leishmaniose cutânea antroponótica, porque o *Phlebotomus sergenti* Parrot, 1917, principal vetor de *L. tropica* Wright, 1903, é antropofílico e os indivíduos estão principalmente em ambientes internos de construções, onde a temperatura varia entre 21 °C e 26 °C (VALERO & URIARTE, 2020).

Figura 4 – Local propício para o desenvolvimento do vetor



Fonte: Manual técnico – Leishmaniose canina (2015)

3.2.3 Invasão dos vetores nos centros urbanos

Anteriormente considerada como uma doença de áreas rurais, atualmente se expandiu para o meio urbano como resultado do crescimento desordenado das cidades e aglomerados de pessoas em condições precárias de saneamento e saúde. Isso está ocorrendo principalmente devido à introdução e adaptação do vetor ao ambiente urbano (OLIVEIRA et al., 2016). O desmatamento é um fator preponderante, uma vez que reduz a disponibilidade de animais silvestres como fonte alimentar dos flebotomíneos, expondo o cão e o homem, que passam a ser as fontes mais acessíveis. Além disso, o intenso processo migratório provoca o deslocamento de pessoas que levam seus animais domésticos, muitas vezes infectados, o que também contribui para a expansão e urbanização da doença (MARCONDES & ROSSI, 2013).

A antropização dos flebotomíneos parece ser estimulada por fatores como a destruição de ecótopos silvestres, pela oferta de fontes alimentares animais e humanas, além da arborização abundante em quintais, acúmulos de lixo e a presença de abrigos de animais silvestres dentro do perímetro urbano, facilitando o aparecimento de criadouros, o que aumenta a probabilidade do surgimento de novos surtos em áreas endêmicas, bem como sua propagação para novos locais (CRUZ, 2019).

3.3 Distribuição Geográfica da Leishmaniose

3.3.1 Distribuição da Leishmaniose no mundo

A enfermidade é endêmica em 98 países tanto do Velho quanto do Novo Mundo, sendo que 90% dos casos de Leishmaniose Visceral estão concentrados em Bangladesh, Brasil, Etiópia, Índia, Nepal e Sudão (Fig. 5). 90% dos casos de Leishmaniose Cutânea podem ser encontrados no Afeganistão, Arábia Saudita, Argélia, Brasil, Irã, Peru, Síria e Sudão, e 90% dos casos mucocutâneos são da Bolívia, Brasil e Peru (Fig. 6). Apenas 600.000 deste número total estimado de 1,6 milhão de casos são relatados (COSTA & SOUZA, 2018). Nos últimos anos, foram relatados surtos epidêmicos com mais de 100.000 casos em áreas de conflito no Oriente Médio. Na Europa, a incidência é relativamente baixa, estimada em cerca de 1%, sendo a maioria dos casos registrados na região do Mediterrâneo (URBAN; WALOCHNIK; HANDISURYA, 2021).

3.3.2 Distribuição da Leishmaniose nas Américas

No continente americano a doença encontra-se distribuída em muitos países, desde o sul dos Estados Unidos até as províncias do norte da Argentina (TORRES-GUERRERO et al., 2017). Na América Latina, a enfermidade foi descrita em pelo menos 12 países, entre eles Colômbia, Nicarágua, Peru, Argentina, Costa Rica, Guatemala e Panamá, embora 90% dos casos estejam concentrados no Brasil, especialmente na região nordeste (BRASIL, 2014; HURTADO, 2020). No nosso país, as leishmanioses são consideradas doenças endêmicas emergentes em clara expansão territorial. As diferentes formas clínicas da enfermidade estão incluídas no "Sistema de Doenças de Notificação Compulsória" do Ministério da Saúde, e casos têm sido relatados em todos os estados do território nacional. O Brasil é considerado o país com maior prevalência de leishmaniose nas Américas, tanto para as formas visceral quanto cutânea (COSTA & SOUZA, 2018).

Entretanto, nos últimos anos, a LV apresentou uma importante expansão geográfica na Argentina, Colômbia, Paraguai e Venezuela. Em 2016, houve um aumento de 76% no número de casos na Colômbia e uma diminuição de 21% dos casos, no ano de 2017. A taxa de cura geral para LV nas Américas em 2017 foi de 71,3%, embora os casos nos quais esta informação era desconhecida ocorreram no Brasil, Colômbia e Paraguai, e

a taxa de letalidade foi de 7,5% apresentando uma discreta redução de 2016 para 2017 (OPAS, 2021).

3.3.3 Distribuição da Leishmaniose no continente europeu

A incidência de leishmaniose nos países do Mediterrâneo e em toda a Europa tem aumentado nos últimos anos. Casos autóctones foram recentemente descritos em áreas não endêmicas, como o sul da Alemanha, e o número de casos importados aumentou em áreas como Suécia ou Inglaterra, mais especificamente em Londres. Na Suécia, observou-se um aumento nos diagnósticos desde 2013, especialmente em pessoas com menos de 18 anos e em migrantes, principalmente da Síria e do Afeganistão. Em Londres, a maioria dos diagnósticos ocorreu em turistas que retornavam da região do Mediterrâneo e em soldados que retornavam de outros territórios onde o patógeno é endêmico (PALMA et al., 2021).

Com base em estudos de soroprevalência realizados na Espanha, França, Itália e Portugal, estima-se que 2,5 milhões de cães nesses países estejam infectados com *L. infantum* e a infecção está se espalhando para o norte da Europa, alcançando os sopés dos Alpes, dos Pirineus e do noroeste da Espanha. O número de cães viajando para o sul da Europa ou importados como animais de companhia de áreas onde a leishmaniose canina é endêmica aumentou, assim como o número de casos clínicos relatados em países não endêmicos, como o Reino Unido e Alemanha (BANETH et al., 2016).

3.3.4 Distribuição da Leishmaniose no continente africano

Na região da África Oriental, a leishmaniose cutânea (LC) e visceral (LV) tem inúmeros redutos em toda a Etiópia, Sudão, Uganda, Quênia, Somália e Eritreia (JONES & WELBURN, 2021). Embora os números disponíveis sejam provavelmente uma subestimação do número real de casos, devido à falta de dados confiáveis. Sabe-se que tanto a LV quanto a LC têm uma distribuição geográfica limitada, mas podem apresentar alta variabilidade tanto entre países quanto entre áreas dentro de um mesmo país. Os deslocamentos populacionais devido a conflitos ou secas, combinados com um sistema de saúde fraco ou com funcionamento deficiente, causam a expansão da doença para novas áreas e o surgimento de epidemias. Como não há vacina nem controle eficaz de

vetores, o controle da leishmaniose na África continua baseado apenas no diagnóstico e tratamento dos casos (SUNYOTO, 2019)

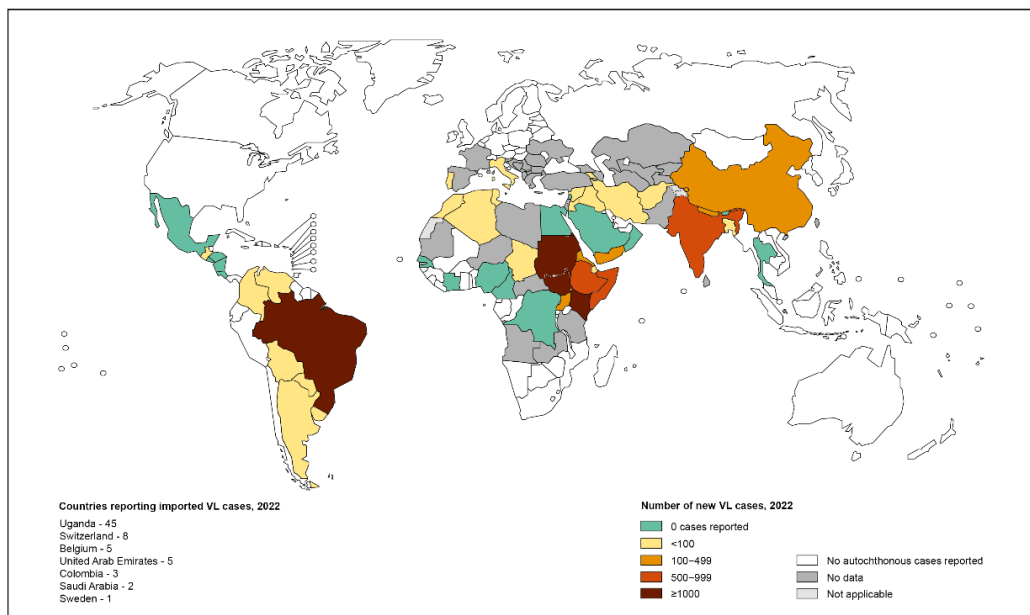
3.3.5 Distribuição da Leishmaniose no continente asiático

O Irã é uma área endêmica para diferentes tipos de leishmanioses, incluindo a leishmaniose cutânea zoonótica (LCZ), que é causada pela *Leishmania major* Yakimoff & Schokhor, 1914 e transmitida principalmente pelo mosquito *Phlebotomus papatasi* Scopoli, 1786, sendo o tipo mais prevalente de leishmaniose cutânea no país, relatado em 25 das 31 províncias (TOHIDINIK et al., 2018). A LV, também conhecida como calazar, é uma forma clínica endêmica em Bangladesh, Índia e Nepal. Mais de 60% de todos os casos de LV em todo o mundo correspondem à Asia Meridional, com predominância em áreas rurais. Nesse sentido, no Nepal, aproximadamente 5,7 milhões de pessoas são consideradas em risco e estão principalmente confinadas à região de Terai, que faz fronteira com os distritos endêmicos de LV do estado de Bihar, na Índia. Além disso, de 1980 a 2007, um total de 23.368 casos, incluindo 311 mortes, foram relatados (TORRES-GUERRERO et al., 2017).

Segundo Torres-Guerrero *et al.*, (2017), devido a guerra civil na Síria, a Turquia tem recebido muitos refugiados. Um estudo epidemiológico no país de 2009 a 2015 com 263 pacientes positivos para leishmaniose revelou que 66,15% eram turcos, 33,46% eram sírios e 0,38% eram afegãos. As espécies detectadas foram *Leishmania tropica* e *Leishmania infantum* (de pacientes turcos e sírios) demonstrando os efeitos da guerra nesse território.

Figura 5 – Status da endemicidade da Leishmaniose visceral (LV) no mundo em 2022

Status of endemicity of visceral leishmaniasis (VL) worldwide, 2022 (as reported by November 2023)



The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement. © WHO 2023. All rights reserved

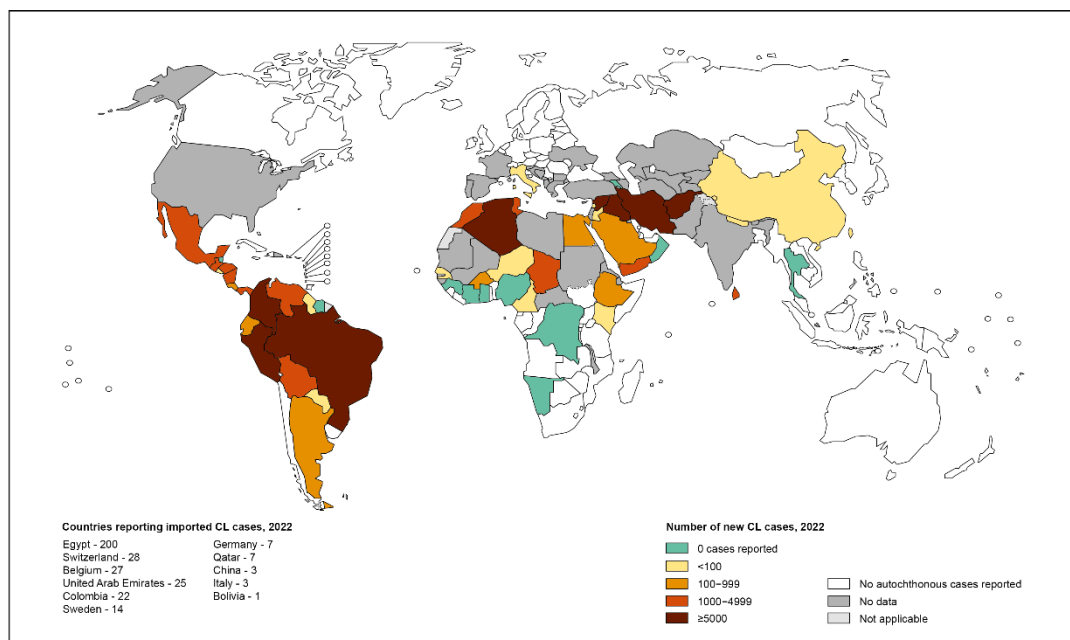
Data Source: World Health Organization
Map Production: Control of Neglected Tropical Diseases (NTD)
World Health Organization



Fonte: OMS (2022)

Figura 6 – Status da endemicidade da Leishmaniose cutânea (LC) no mundo em 2022

Status of endemicity of cutaneous leishmaniasis (CL) worldwide, 2022 (as reported by November 2023)



The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement. © WHO 2023. All rights reserved

Data Source: World Health Organization
Map Production: Control of Neglected Tropical Diseases (NTD)
World Health Organization



Fonte: OMS (2022)

3.4 Impactos

3.4.1 Ambientais

Fragmentações florestais, variáveis climáticas, índices de vegetação e temperatura da superfície terrestre são importantes preditores candidatos para doenças transmitidas por vetores, como a leishmaniose. O risco de contrair leishmaniose tem sido tradicionalmente associado ao trabalho em áreas florestais ou próximo a elas. Estudos recentes em países da América Latina mostraram que a transmissão da leishmaniose tem se deslocado de áreas silvestres e florestais para assentamentos domésticos e rurais. O risco de leishmaniose cutânea e visceral tem sido associado a fatores ambientais, como uso da terra, temperatura e densidade de vetores (ORYAN; AKBARI, 2016).

De acordo com Reis *et al.*, (2019), um estudo desenvolvido na região do Tocantins (Estado do Brasil com alta incidência de leishmaniose visceral) mostrou que 90,6% dos casos da doença eram de residentes da área urbana. A necessidade de moradia associada à falta de infraestrutura urbana ocasiona maior proximidade dos moradores com áreas de floresta, favorecendo o contato com o vetor e aumentando as taxas de transmissão da doença. No entanto, em áreas que passaram por um processo mais antigo de urbanização, o vetor se encontra bem adaptado em ambiente urbano, sendo encontrado dentro e no peridomicílio, onde provavelmente ocorra pouca vegetação.

Outro estudo realizado por Rangel *et al.*, (2018), mostrou que uma espécie de flebotomíneo *Nyssomyia whitmani* Antunes & Coutinho, 1939, considerada a principal responsável pela dispersão da leishmaniose cutânea americana no Brasil, especialmente em áreas impactadas, foram encontradas em várias localidades associadas à exploração de ambientes naturais e desmatamento causado pela construção de estradas, usinas hidrelétricas, assentamentos humanos, extração de madeira, atividades agrícolas, treinamento militar e ecoturismo. Esses padrões epidemiológicos ocorrem em todo o Brasil e juntos são considerados responsáveis pela expansão geográfica da doença no país.

3.4.2 Efeitos do clima

O clima sem dúvidas tem influência no surgimento e ressurgimento de doenças infecciosas humanas, especialmente em doenças transmitidas por vetores. O aumento da

temperatura ambiente aumenta a prolificidade, a taxa de sobrevivência diária, o número de gerações anuais e reduz os períodos larval e pupal ou ninfal, mas também aumenta a atividade e frequência das refeições sanguíneas, facilitando assim a transmissão de doenças transmitidas por vetores, como a leishmaniose. De fato, o clima pode afetar a densidade do vetor, o que tem repercussões diretas na dinâmica de transmissão da enfermidade, no tempo de desenvolvimento do parasito dentro dos vetores ou mesmo em sua competência como vetor (RIYAD; CHIHEB; SOUSSI-ABDALLAOUI, 2013).

No Marrocos, o aumento das temperaturas mínimas tem aumentado a sobrevivência das larvas dos flebotomíneos durante os invernos, estendendo sua temporada de atividade. Isso, combinado com o aumento da circulação humana e do turismo, é considerado uma das principais causas para a disseminação da leishmaniose cutânea. A Espanha também tem experimentado um aumento nos casos, embora esse fenômeno tenha sido atribuído a múltiplos fatores, incluindo melhorias na notificação, a sazonalidade dos flebotomíneos e uma crescente urbanização que favorece o contato entre reservatórios e humanos (PALMA et al., 2021).

A temperatura regula importantes parâmetros biológicos dos flebotomíneos. Especificamente, baixas temperaturas reduzem o metabolismo e a taxa de picada desses insetos, e também aumentam o período extrínseco de incubação do parasito, afetando suas taxas de reprodução. Em contrapartida, o aumento da temperatura pode mudar a distribuição dos vetores e do protozoário, que podem migrar para outras áreas com condições mais favoráveis para sua proliferação. No Brasil, análises temporais do clima mostram que a temperatura média do país está aumentando gradativamente ao longo das décadas, o que pode interferir diretamente na distribuição desses dípteros (LORENZ; AZEVEDO; CHIARAVALLOTI-NETO, 2019).

Os flebotomíneos na fase larvária se desenvolvem em ambientes terrestres úmidos, ricos em matéria orgânica e de baixa incidência luminosa (BRAZIL & BRAZIL, 2018). Os parasitos podem ter o ciclo de vida das formas promastigotas, no vetor acelerado por pequenos aumentos da temperatura (dentro dos limites de tolerância), aumentando a probabilidade de a fêmea do flebotomíneo sobreviver tempo suficiente para o desenvolvimento do parasito no seu interior (REIS et al., 2019).

A temperatura ideal para o desenvolvimento dos parasitos nos vetores é de cerca de 25 °C. Além disso, o aumento da temperatura também aumenta a densidade de flebotomíneos adultos e, por sua vez, o contato entre vetor e hospedeiros e consequentemente a disseminação da doença. Corroborando isso, a temperatura pode

umentar a atividade dos flebotomíneos, e repastos sanguíneos repetidos elevam a carga parasitária no vetor, aumentando, dessa forma, a infectividade dos flebotomíneos (REIS et al., 2019).

A precipitação e umidade do solo podem desempenhar um papel importante no ciclo de vida dos flebotomíneos. No entanto, em comparação com vetores de mosquitos, os flebotomíneos não têm um estágio de vida aquático, e mesmo que a umidade do solo seja necessária para a sobrevivência dos ovos, chuvas intensas podem limitar a atividade de voo, reduzir a disponibilidade de locais de descanso e causar a morte de estágios imaturos (MOIRANO et al., 2022). Apesar disso, à medida que o aquecimento global se intensifica, é provável que o solo não tenha a umidade necessária devido às taxas de evaporação rápida resultantes de longos períodos de altas temperaturas e seca (JONES & WELBURN, 2021).

De acordo com Trájer e Grmasha (2024), é sabido que várias espécies de flebotomíneos podem tolerar as condições climáticas relativamente secas e quentes da região leste do Mediterrâneo e do norte da África. Populações abundantes de flebotomíneos foram encontradas nos desertos de Israel, na ilha vulcânica seca de Santorini, bem como na região sudoeste deserta da Tunísia. Como consequência indireta das mudanças climáticas, o aumento da aridez facilita a urbanização, migração e a alteração das páticas agrícolas, o que também pode ser vantajoso para os flebotomíneos e aumentar o risco de transmissão de parasitos de *Leishmania* para os seres humanos.

Na Europa, alguns casos autóctones de leishmaniose foram registrados em regiões anteriormente classificadas como livres da doença. Além disso, espécies de flebotomíneos foram registradas em regiões da Alemanha e Bélgica. Ademais, *Phlebotomus (T.) mascitti* Grassi, 1908 foi recentemente registrado até mesmo em latitudes mais altas no norte da Áustria e no Oeste da Eslováquia (DAOUDI et al., 2022). Um estudo recente de modelagem de nicho ecológico descobriu que o clima da Europa Central se tornará mais adequado para espécies de flebotomíneos atualmente encontradas no sudoeste da Europa, no entanto a dispersão dos flebotomíneos também pode ser inibida por barreiras geográficas como os Alpes e sua capacidade de voo (JONES & WELBURN, 2021).

Da mesma forma, nas Américas, com a leishmaniose já detectada no Texas e em Ohio, prevê-se que o número de pessoas expostas à leishmaniose na América do Norte dobrará até 2080, à medida que a leishmaniose avança mais ao norte nas Américas, afetando o centro-leste da América do Norte e potencialmente o sul do Canadá. Modelos de nicho ecológico preveem que o risco de leishmaniose se espalhará além da atual região

do sul dos Estados Unidos, chegando até Michigan. A distribuição de *Lutzomyia longipalpis*, apontada como uma das espécies associadas à transmissão de *L. mexicana* Biagi, 1953 inclui *pifanoi* Medina & Romero, 1959 na América do Norte, poderia se expandir além de sua atual região no sul do México, alcançando o sul do Texas e Louisiana. Portanto, é essencial monitorar a distribuição dos flebotomíneos à medida que o clima continua a mudar (BEASLEY; MAHACHI; PETERSEN, 2022).

4 CONCLUSÕES

É crucial compreender a nova dinâmica das leishmanioses e quais serão as estratégias de sobrevivência do vetor em resposta às mudanças climáticas em nível global dentro de algumas décadas. O iminente crescimento demográfico e a subsequente urbanização aumentarão a transmissão de doenças de animais para humanos, deixando de ser hospedeiros acidentais e tornando-se obrigatórios, devido à adaptação dos agentes etiológicos ao seu novo hospedeiro e aos vetores artrópodes. A temperatura, mais especificamente a sazonalidade da temperatura, tem uma contribuição importante na expansão dos flebotomíneos em diversas regiões. Ela regula diversas características fisiológicas desses dípteros. A umidade também é um fator relevante no ciclo de vida dos flebotomíneos. Dessa forma, as mudanças climáticas estão contribuindo com o aumento da distribuição geográfica desses insetos, em regiões onde eles antes não ocorriam, aumentando dessa forma a prevalência das leishmanioses. Porém, mais estudos na área são necessários, pois poucos artigos sobre o assunto foram encontrados, dada a relevância da doença em nível global.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, P. F.; RODRIGUES, R. K. Leishmaniose visceral no Brasil: artigo de revisão. **Revista Unimontes Científica**. Montes Claros, v. 19, n. 1 – jan./jun. 2017.
- ALVES, M. de F. P.; LEAL, C, M. S.; VIDAL, D. G. Doenças transmitidas por vetores num contexto de alterações climáticas: antecipando riscos para uma melhor preparação dos territórios. Estudo de caso da região de Coimbra, Portugal. **RECIMA21**. v. 4, n. 10, 2023.
- ASSAD, L. Relações perigosas: aumento de temperatura e doenças negligenciadas. **Ciência e Cultura.**, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 14-16, mar. 2016.
- AZEVEDO, R. C. de F. et al. Leishmaniose Visceral no Brasil: o que é preciso saber. **Brazilian Journal of Global Health**, v. 1, p. 24-31, n. 3, 2021.
- BANETH, G. et al. Major Parasitic Zoonoses Associated with Dogs and Cats in Europe. **Journal of Comparative Pathology**. v. 155, n. 1, p. 54-74, jul. 2016.
- BASTOS, T. S. A. Estudos introdutórios sobre flebotomíneos. Universidade Federal de Goiás. Escola de veterinária e zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Disciplina: Seminários Aplicados. Goiânia, 2012.
- BEASLEY, E. A.; MAHACHI, K. G.; PETERSEN, C. A. Possibility of *Leishmania* transmission via *Lutzomyia* spp. sandflies within the USA and implications for human and canine autochthonous infection. *Current tropical medicine reports*. v. 9, n. 4, p. 160-168, 2022.
- BRASIL. Boletim epidemiológico: doenças tropicais negligenciadas. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.
- BRASIL. Manual de vigilância da leishmaniose tegumentar. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.
- BRASIL. Guia de vigilância em saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.
- BRASIL. Manual de vigilância e controle da leishmaniose visceral. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- BRAZIL, R. P.; BRAZIL, B. G. Bionomy: Biology of Neotropical Phlebotominae Sand Flies, In: RANGEL, E. F. SHAW, J. J. (Org.). **Brazilian Sand Flies**. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018, p. 299-318.
- COSTA, W. A.; SOUZA, N. A. Sand Flies: Medical Importance, In: RANGEL, E. F. SHAW, J. J. (Org.). **Brazilian Sand Flies**. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018, p. 1-8.
- CRUZ, G. B. V. A influência de impactos ambientais e do clima na ecologia de flebotomíneos Diptera, Psychodidae na Amazônia maranhense. Tese (doutorado) – Programa de Pós graduação em Rede – Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.
- DAOUDI, M. et al. Climate Change Influences on the Potencial Distribution of the Sand Fly *Phlebotomus sergenti*, Vector of *Leishmania tropica* in Morocco. **Acta Parasitologica**. v. 67, p. 859-866, 2022.

- FARMER, G. T.; COOK, J. **Climate change Science: A Modern Synthesis**. Springer. 2013, 564 p.
- FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA (UNICEF). Afinal o que são as mudanças climáticas? Muito se fala sobre mudanças climáticas, mas o que isso realmente quer dizer? 2022.
- FREITAS, A. L. de et al. Leishmaniose visceral canina: Revisão. **Pubvet**. v. 16, n. 10, p 1-20, out. 2022.
- HURTADO, E. M. Caracterização da situação epidemiológica das Leishmanioses na Colômbia, 2007-2016. Tese (mestrado) – Programa de Pós-graduação em ciência animal - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.
- JONES, C. M.; WELBURN, S. C. Leishmaniasis beyond east Africa. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 8, p. 618766, 2021.
- JÚNIOR, J. D. F. da. et al. Leishmaniose visceral canina: Revisão. **Pubvet**. v. 15, n. 03, p. 1-8, mar. 2021.
- LORENZ, C.; AZEVEDO, T. S.; CHIARAVALLOTI-NETO, F. Distribuição potencial de *Lutzomyia longipalpis* associada a mudanças climáticas no Brasil. Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos-SP, 14 a 17 de abril de 2019.
- Manual Técnico - Leishmaniose canina. **CRMV-PR**, v. 00826, 2015.
- MARCONDES, M.; ROSSI, C. Leishmaniose visceral no Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. São Paulo, v. 50, n. 5, p. 341-352, 2013.
- MOIRANO, G. et al. Spatio-Temporal Pattern and Meteo-Climatic Determinants of Visceral Leishmaniasis in Italy. **Tropical Medicine and Infectious Disease**. v. 7, 337, 2022.
- MORALES-YUSTE, M.; MARTÍN-SANCHEZ, J.; CORPAS-LOPEZ, V. Canine Leishmaniasis: Update on Epidemiology, Diagnosis, Treatment and prevention. **Veterinary Sciences**. v. 9, 387, 2022.
- NISHIKAKU, A. S. Leishmaniose: doença tropical negligenciada e um contínuo desafio para a saúde pública global. **Labor News** - ano 30 - nº 338 – nov. de 2020.
- OLIVEIRA, A. M. et al. Dispersal of *Lutzomyia longipalpis* and expansion of canine and human visceral leishmaniasis in São Paulo State, Brazil. **Acta Tropica**, v. 164, p. 233–242, 1 dez. 2016.
- OLIVEIRA, C. S. Leishmaniose visceral canina: revisão de literatura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Trabalho de conclusão de curso. Porto Alegre, 2018.
- OLIVEIRA, R. S. et al. Clinical, epidemiological and climatic factors related to the occurrence of cutaneous leishmaniasis in an endemic area in northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 81, n. 3, p. 557–565, 2021.
- ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). Leishmaniose. 2022.
- ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). Leishmanioses: informe epidemiológico das Américas. n. 10, Dez. de 2021.

- ORYAN, A.; AKBARI, M. Worldwide risk factors in leishmaniasis. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 9, n. 10, p. 925–932, 1 out. 2016.
- PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (IPCC). Mudança do Clima 2021 - A Base Científica, 2021.
- PALMA, D. et al. Trends in the Epidemiology of Leishmaniasis in the city of Barcelona (1996-2019). **Frontiers in Veterinary Science**. v. 8, abr. 2021.
- PIMENTA, P. F. P. et al. Biology of the Leishmania – Sandy Fly Interaction, In: RANGEL, E. F. SHAW, J. J. (Org.). **Brazilian Sand Flies**. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018, p. 319-339.
- RANGEL, E. F. et al. Sand fly Vectors of American Cutaneous Leishmaniasis in Brazil, In: RANGEL, E. F. SHAW, J. J. (Org.). **Brazilian Sand Flies**. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 2018, p. 341-380.
- REIS, L. L. dos et al. Leishmaniose visceral e sua relação com fatores climáticos e ambientais no Estado do Tocantins, Brasil, 2007 a 2014. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n.1, 2019.
- RIBEIRO, R. R. et al. Canine Leishmaniasis: An Overview of the Current Status and Strategies for Control. **BioMed Research International**. 2018.
- RIYAD, M.; CHIHEB, S.; SOUSSI-ABDALLAOUI, M. Cutaneous leishmaniasis caused by *Leishmania major* in Morocco: still a topical question. **Eastern Mediterranean Health Journal**. v. 19, n. 5, p. 495-501, mai. 2013.
- SILVA, C. M. H. de S.; WINCK, C. A. Leishmaniose visceral canina: revisão de literatura. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**. v. 16, n. 1, 2018.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA TROPICAL (SBMT). Relação explosiva: aquecimento global e doenças tropicais. 2019.
- SUNYOTO, T. Access to leishmaniasis care in Africa. Tese de Doutorado. Universitat de Barcelona; 2019.
- TOHIDINIK, H. R. et al. Forecasting zoonotic cutaneous leishmaniasis using meteorological factors in eastern Fars province, Iran: a SARIMA analysis. **Tropical Medicine & International Health**. v. 23, n. 8, p. 860-869, ago. 2018.
- TORRES-GUERRERO, E. et al. Leishmaniasis: a review. **F1000Research** [version 1; referees: 2 approved] (F1000 Faculty Rev): 750, v. 6, 2017.
- TRÁJER, A. J.; GRMASHA, R. A. The potential effects of climate change on the climatic suitability patterns of the Western Asian vectors and parasites of cutaneous leishmaniasis in the mid- and late twenty-first century. **Theoretical and Applied Climatology**. v. 155, p. 1897-1914, 2024.
- URBAN, N.; WALOCHNIK, J. & HANDISURYA, A. Kutane Leishmaniasis. **Hautnah** 4, v. 20, p. 213-219, 2021.
- VALERO, N. N. H.; URIARTE, M. Environmental and socioeconomic risk factors associated with visceral and cutaneous leishmaniasis: a systematic review. **Parasitology Research**, v. 119, p. 365-384, 2020. Orientador: Claudio José Von Zuben