



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

O efeito das alterações climáticas nas doenças vetoriais em cães

Marta dos Santos Gregório

Coimbra, Maio de 2022



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

O efeito das alterações climáticas nas doenças vetoriais em cães

Coimbra, maio de 2022

Marta dos Santos Gregório

Aluna do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Constituição do Júri

Presidente do Júri:

Professora Doutora Liliana Cristina Pereira

Montezinho

Arguente:

Professor Doutor Sérgio Eduardo Ramalho de Sousa

Orientador:

Professora Doutora Sofia Ferreira Anastácio

Orientador Interno

Prof^a. Dr^a. Sofia Ferreira Anastácio

Orientador Externo

Dr. André Caldeira

Centro Veterinário de Cantanhede

Dissertação do Estágio Curricular do Ciclo de Estudos Conducente ao
Grau de Mestre em Medicina Veterinária da EUVG

Agradecimentos

À Escola Universitária Vasco da Gama, pela oportunidade de realizar o meu sonho de ser Médica Veterinária.

A todos os Professores e Médicos Veterinários que partilharam comigo o seu conhecimento e experiência e que contribuíram, cada um deles individualmente, para o meu percurso académico e profissional.

Ao Dr. André Caldeira e à Dra. Isabel Stella, os meus orientadores de Estágio Curricular, por todos os ensinamentos, pela partilha de conhecimentos e por todo o apoio que me deram durante o estágio curricular.

À Professora Doutora Sofia Anastácio pela disponibilidade, orientação e dedicação na elaboração desta dissertação de Mestrado.

Ao António e à Bea, pelas idas ao salão, pelos jantares, pelos cocktails na Bimby, pelas festas, pelo vosso apoio e por ficarem felizes com as minhas conquistas.

Ao grupo da Cila: Mari, Saci, Rui, Zé e David, por todos os jogos de sueca quando a sessão de estudo acabava, pelos videoclips do David que não correspondiam à realidade; pelas histórias do trabalho do Zé; pelas discussões quando alguém jogava uma carta de apanhar quatro quando jogávamos uno e pela Vossa amizade.

À Lua, que foi a minha companheira de estágios, de aulas e de sofrimento pré-frequências e exames, que tinha sempre uma palavra de incentivo e que me lembrava sempre que eu era capaz.

Ao meu primo Guga, por ser mais irmão do que primo, pelos segredos, pelas noitadas, pela amizade, pelo apoio, pelas dores de barriga de tanto rir e por todas as memórias boas que temos.

À Beatriz, que me ensinou tanto em tão pouco tempo, que me deu força e apoiou, que celebrou as mais pequenas vitórias comigo. Obrigada por me fazeres rir como se não houvesse amanhã.

Ao Gui, por ter melhorado a minha vida desde que faz parte dela, por ser o meu companheiro, por todas as idas ao café, pelos finos no S. José, pelas vezes que choramos a rir, pelos jogos de Stumble Guys, pela cumplicidade, pelas idas ao spot no verão, por me fazer companhia enquanto eu estudava na garagem e por ouvir a matéria que ia sair na frequência no dia a seguir. Obrigada pela amizade.

À minha melhor amiga, Mari, por todas as sessões de estudo, por todas as idas ao Moelas, ao piano negro, ao nb e à faculdade da cerveja, por todas as Latadas e Queimas das Fitas, por todas as lágrimas, conversas profundas na varanda enquanto comíamos gelados, pelo teu companheirismo e lealdade. Obrigada por teres vivido isto comigo e por torceres sempre por mim.

Ao meu namorado, Gonçalo, que viveu comigo todos os momentos desta jornada, que sofreu a par comigo cada momento mais triste e que celebrou os mais felizes. Que me aturou quando eu andava mais ansiosa, que me acalmou nos momentos mais difíceis. Obrigada pela compreensão, pelo amor e carinho, pelos jantares e passeios, pelas idas à Figueira só porque eu precisava de ver o mar. És luz na minha vida!

À minha família, tios, avós e primos, que me apoiaram desde sempre e que contribuíram para eu ser a pessoa que sou hoje. Em especial à minha madrinha, Isabel, pelo carinho, apoio e amizade.

Aos meus pais, que me ensinaram a lutar pelos meus objetivos e que nunca me deixaram baixar os braços, que me apoiaram e me deram força para fazer mais e melhor, que ouviram a matéria das frequências, dos exames e das apresentações orais vezes sem conta, que me limpavam as lágrimas quando as coisas não corriam como esperado e que celebraram cada conquista comigo. Sem vocês, esta caminhada não faria sentido!

Por último, ao meu avô Nanan, que me acompanhou no início deste percurso, mas que, devido à efemeridade da vida, não está fisicamente presente para assistir ao fim. Estejas onde estiveres, enquanto eu existir, viverás eternamente em mim. Obrigada.

Índice

Agradecimentos	iv
Lista de abreviaturas	ix
Resumo	x
Abstract	xi
1. Introdução.....	1
2. Características gerais das alterações climáticas na Europa	2
3. Influência das alterações climáticas nos vetores e nas doenças vectoriais.....	3
3.1. Doenças transmitidas por mosquitos e alterações climáticas.....	7
3.1.1. Mosquitos Culicidae	8
3.1.1.1. <i>Dirofilariose Canina</i>	9
3.2. Doenças transmitidas por ixodídeos e alterações climáticas.....	9
3.2.1. Doença de Lyme	10
3.2.2. <i>Babesiose Canina</i>	11
3.2.3. <i>Erlíquiose Monocítica Canina</i>	12
3.2.4. <i>Anaplasmoze Canina</i>	12
3.3. Doenças transmitidas por <i>Phlebotomus</i> spp. e influência das alterações climáticas	13
3.3.1. <i>Leishmaniose Canina</i>	15
4. <i>Dirofilaria immitis</i> , <i>Ehrlichia canis</i> , <i>Borrelia burgdorferi sensu lato</i> , <i>Anaplasma</i> spp., <i>Babesia</i> spp. e <i>Leishmania infantum</i> em Portugal	16
5. Doenças vectoriais emergentes e reemergentes	19
5.1. Chikungunya	19
5.2. Rangeliose	20
6. Uma só saúde nas doenças de origem vectorial.....	20
7. Considerações finais	21
Referências bibliográficas	22

Índice de figuras

Figura 1. Interação entre vetor, hospedeiro e agente patogénico em habitat, exemplo do ciclo de transmissão de <i>Dirofilaria immitis</i>	4
Figura 2. Distribuição geográfica de <i>P. perniciosus</i> em abril de 2021	14
Figura 3. Positividade para um ou mais agentes patogénicos em cães aparentemente saudáveis (A) e suspeitos de apresentarem doenças vetoriais (B) por região..	17

Índice de tabelas

Tabela 1. Sistematização da predição relativamente à dispersão de doenças zoonóticas ao nível global, em consequência das alterações climáticas	6
Tabela 2. Efeito da temperatura no desenvolvimento de formas larvares L3 de <i>Dirofilaria</i> spp. em mosquitos	8
Tabela 3. Frequência de doenças em cães transmitidas por ixodídeos em países europeus.	13
Tabela 4. Seropositividade para agentes patogénicos transmitidos por vetores em 557 cães	18
Tabela 5. Seropositividade para agentes patogénicos transmitidos por vetores em 628 cães suspeitos de terem doenças vectoriais por região.....	18

Lista de abreviaturas

AGC – Anaplasrose Granulocítica Canina

ATC – Anaplasrose Trombocítica Canina

ECM – Erliquiose Monocítica Canina

DVC – Doenças Vetoriais Caninas

IC – intervalo de confiança

PIE – período de incubação extrínseco

RAM – Região Autónoma da Madeira

‰ - permilagem

Resumo

As doenças de origem vetorial são doenças causadas por diferentes agentes patogénicos e transmitidas por artrópodes hematófagos que, ao longo do seu ciclo de vida, se alimentam em diferentes hospedeiros, podendo desta forma transmitir agentes patogénicos. Várias espécies animais são hospedeiros de parasitas vetores podendo ser infetados por agentes patogénicos por eles transmitidos. Muitas vezes estes agentes patogénicos apresentam um largo espectro de hospedeiros recetivos, incluindo o Homem pelo que é utilizado o termo zoonose.

A distribuição geográfica dos vetores é fortemente influenciada pela presença de hospedeiros, mas também pelas condições geoclimáticas.

Durante a segunda metade do século XX foi observado um aumento da temperatura média da atmosfera terrestre, tendo sido prevista a ocorrência de alterações climáticas com as suas consequências / ameaças para a Saúde Global no futuro. Uma das consequências das alterações climáticas é a influencia na epidemiologia de doenças vectoriais.

Este trabalho apresenta uma revisão da literatura existente relativamente ao impacto das alterações climáticas nas Doenças Vectoriais Caninas. A escolha deste tema foi sustentada pelo facto de i) o Estágio Curricular ter sido realizado na área de Clínica de Animais de Companhia, ii) ao longo dos últimos anos se tem verificado uma maior proximidade física entre os animais de companhia, como o cão, e os seus tutores, iii) as Doenças Vectoriais têm uma ocorrência não negligenciável em Portugal, iv) as alterações climáticas são um tema que suscita grande preocupação ao nível mundial. Numa primeira parte é feito um enquadramento ao tema alterações climáticas, prosseguindo-se com a análise da sua influência na dinâmica da população de vetores e da influência das alterações climáticas na ocorrência de Doenças Vectoriais Caninas, como *Dirofilariose Canina*, *Babesiose Canina*, *Anaplasmosse Granulocítica*, *Anaplasmosse Trombocítica*, *Erlíquiose Monocítica Canina*, *Doença de Lyme* e *Leishmaniose Canina* no contexto europeu e em Portugal.

A revisão da literatura realizada permitiu-nos constatar que as alterações climáticas ocorridas ao longo das últimas décadas interferiram com o complexo agente patogénico/vetor/hospedeiro, sendo mais evidente em regiões de clima temperado, em regiões peri-árticas e árticas; e em regiões de elevada altitude nos trópicos. A epidemiologia das doenças vectoriais tem vindo a sofrer alterações em todo o mundo, tornando essencial a monitorização e vigilância bem como a adoção de novas estratégias de controlo. Neste contexto, o conceito de *Uma Só Saúde (One Health)* destaca-se uma vez que o impacto das alterações climáticas interfere não apenas com a saúde animal, mas também com a saúde humana e com a saúde ambiental. O médico veterinário assume um papel importante enquanto agente ativo de uma Saúde Global.

Palavras-Chave: Doenças vectoriais caninas; alterações climáticas; zoonoses; Uma Só Saúde

Abstract

Vector borne diseases are diseases caused by different pathogens and transmitted by hematophagous arthropods that feed on different hosts throughout their life cycle, thus being able to transmit pathogens.

Several animal species are hosts of vectors and can be infected by pathogens transmitted by them. Often these pathogens have a wide spectrum of receptive hosts, including humans, thus called zoonosis. The geographic distribution of vectors is strongly influenced by the presence of hosts, but also by geoclimatic conditions.

In the second half of the 20th century, an increase in the average temperature of the Earth's atmosphere was observed, and predictive studies regarding a climate change and its consequences / threats to Global Health in the future were needed. One of the consequences of climate change is the influence on the epidemiology of vector borne diseases.

This work presents a state of the art regarding the impact of climate change on Canine Vector Borne Diseases. The choice of this subject was supported by the fact that i) the Curricular Internship was carried out in Clinic for Companion Animals, ii) over the last years an increase of physical proximity between owners and their companion animals, such as the dog, was observed, iii) vector borne diseases have a non-negligible occurrence in Portugal, and iv) nowadays climate change is a topic of great concern worldwide nowadays.

Firstly, it was conducted an introduction focusing climate change which is followed by an analysis of its influence on the dynamics of the population of vectors population, and an analysis of the influence of climate change on the occurrence of canine vector borne diseases, such as Canine Dirofilariosis, Canine Babesiosis, Granulocytic Anaplasmosis, Thrombocytic Anaplasmosis, Monocytic Ehrlichiosis, Lyme Disease and Canine Leishmaniosis in Europe and in Portugal.

This review allowed us to verify that the climatic changes reported over the last decades had interfered with the pathogen/vector/host complex, being more evident in temperate regions, in peri-arctic and arctic regions, and in high altitude regions in the tropics. The epidemiology of vector borne diseases has been changing around the world, making monitoring and surveillance essential, as well as the adoption of new control strategies. In this context, the concept of One Health is highlighted since the impact of climate change interferes not only with animal health, but also with human health and environmental health. The veterinarian assumes an important role as an active agent of Global Health.

Keywords: *Canine Vector-borne diseases; climate changes; zoonoses; One Health*

O efeito das alterações climáticas nas doenças vetoriais em cães

Marta dos Santos Gregório ^a, Sofia Ferreira Anastácio ^{a,b}

^a Departamento de Ciências Veterinárias, Escola Universitária Vasco da Gama (EUVG), Centro de Investigação Vasco da Gama (CIVG), *Campus* Universitário Lordemão. 3020-210, Coimbra, Portugal (marta.santos.0798@gmail.com)

^b Centro de Neurociências e Biologia Celular (CNC), Universidade de Coimbra (UC). Coimbra, Portugal (sofia.anastacio@euvg.pt)

1. Introdução

O conceito de clima corresponde a uma descrição estatística em termos da média e variabilidade ao longo de um período médio ou longo (Rossati, 2017). O impacto global das alterações climáticas constitui um problema em diferentes áreas incluindo a saúde humana, animal e ambiental (Bezirtzoglou *et al.*, 2011); podendo afetar a saúde da população direta (*e.g.*, temperatura, tempestades e inundações) ou indiretamente (*e.g.*, disponibilidade de comida, distribuição de doenças) (Bernardi, 2008). Um efeito das alterações climáticas poderá ser uma alteração na distribuição e/ou ocorrência de doenças transmissíveis, devido ao aumento da temperatura e/ou fenómenos climáticos extremos (Rossati, 2017). Os últimos, por sua vez, podem alterar o meio ambiente (*e.g.*, destruição de *habitats* de determinadas espécies de vertebrados e invertebrados), agravando o risco de ocorrência de surtos de doenças.

O aquecimento global corresponde ao aumento da temperatura média na atmosfera Terrestre, desencadeando alterações climáticas (Bernardi, 2008). Durante o século XX, o aumento da temperatura média global alertou a comunidade científica para a necessidade de avaliar as causas e prever o impacto destas alterações nas populações (Schneider, 1994; Kovats & Haines, 1995; Zwiers & Weaver, 2000). Adicionalmente, o aquecimento global tem um impacto no nível da água do mar, na emergência de agentes patogénicos relacionados com a água e na disseminação de doenças de origem vetorial (Beniston, 2002; Watson *et al.*, 2005). Vetores são artrópodes hematófagos (*e.g.*, ixodídeos e mosquitos) que, através da picada e/ou mordedura, transmitem parasitas, bactérias ou vírus a hospedeiros recetivos (Beugnet & Marié, 2009). Devido ao aquecimento global, a área geográfica de dispersão de determinados vetores e/ou doenças vectoriais tem sofrido alterações ao longo dos últimos anos (Semenza & Suk, 2018).

Apesar da existência de algumas incertezas em relação ao grau de influência das alterações climáticas na ocorrência de doenças vectoriais (*e.g.*, o risco de doenças de origem vetorial não depende exclusivamente de fatores climáticos), este grupo de doenças tem sido alvo de monitorização e vigilância por parte da comunidade científica desde o final do século XX (Githeko *et al.*, 2000). De facto, as alterações climáticas influenciam de forma direta a abundância e distribuição de vetores, mas a modificação de *habitats* e as atividades recreativas e de lazer podem, também, influenciar o aparecimento e/ou aumento da frequência de doenças de origem vetorial (Beugnet & Marié, 2009; Duscher *et al.*, 2015).

A emergência de doenças zoonóticas de origem vetorial tem sido reportada (Beugnet & Marié, 2009). Acresce ainda que, o aumento da movimentação animal, designadamente de animais de companhia, contribuiu para o aumento da distribuição geográfica de algumas doenças de origem vetorial, nomeadamente em cães, *Dirofilariose Canina*, *Babesiose Canina*, *Anaplasmoze Granulocítica Canina*, *Anaplasmoze Trombocítica Canina*, *Erlíquiose Monocítica Canina* ou *Leishmaniose Canina* (Beugnet & Marié, 2009; Genchi *et al.*, 2009; Beugnet & Chalvet-Monfray, 2013).

Muitas vezes, os estudos preditivos subestimam os efeitos das alterações climáticas nas doenças zoonóticas, sendo apenas considerado o efeito direto na ecologia do agente etiológico da doença (Ogden, 2017).

A ocorrência de doenças zoonóticas emergentes de origem zoonótica é importante em animais de companhia que interagem com outras espécies de animais domésticos e silvestres (Magouras *et al.*, 2020). Apesar da complexidade inerente à emergência destas doenças, os fatores geoclimáticos parecem desempenhar um papel determinante no seu estabelecimento numa área geográfica. A compreensão da influência das alterações climáticas em zoonoses de origem zoonótica, a predição da tendência da sua distribuição e frequência em diferentes cenários é essencial (Rupasinghe *et al.*, 2021). Neste contexto, estas doenças representam um desafio maior para os médicos veterinários que desempenham um papel crucial na sua prevenção (Sávic *et al.*, 2014).

2. Características gerais das alterações climáticas na Europa

Ao longo dos últimos 8000 anos, o clima no planeta Terra revelou uma forte estabilidade, ocorrendo apenas pequenas flutuações da temperatura na atmosfera (Rossati, 2017). No entanto, desde a década de 1950, tem sido reportado um aquecimento com um aumento da temperatura média da atmosfera e dos oceanos. Além disso, tem-se verificado uma diminuição da quantidade de gelo e neve, um aumento do nível da água do mar e, ainda, um aumento da frequência de fenómenos climáticos extremos (Zinsstag *et al.*, 2018).

De facto, durante o século XX, a temperatura média global na atmosfera aumentou significativamente (0,7°C) e, sobretudo, na Europa (0,95°C) (European Environment Agency, 2004; Rossati, 2017). A diminuição do número de dias com temperaturas mais baixas, associada ao aumento de períodos com registo de temperaturas amenas, contribuiu para esta alteração (Beugnet & Chalvet-Monfray, 2013). No final do século XX, o aumento médio da temperatura global foi estimado em $0,17 \pm 0,05^\circ\text{C}$ por década. Para o período entre 1990 e 2100, foi estimado um aumento global da temperatura de 1,4° a 5,8°C. Estudos preditivos indicam um aquecimento mais acentuado em países localizados a Sul da Europa (*i.e.*, Espanha, Itália e Grécia), onde consequências mais severas poderão ser observadas; sendo inferior nos países europeus com clima de influência atlântica. Além disso, é prevista uma continuidade na tendência para a ocorrência de invernos menos severos (European Environment Agency, 2004).

Relativamente à precipitação, um incremento de 1,0 a 2,0% é esperado em países situados a Norte da Europa, associando-se um decréscimo superior a 1,0% em países do Sul da Europa; contribuindo para uma alteração na disponibilidade de água (European Environment Agency, 2004). Adicionalmente, um aumento da frequência, da intensidade e da extensão de ondas de calor é, também, expectável (Martinez *et al.*, 2019). Esta previsão de aumento da temperatura associada à redução da precipitação no verão, prevista para a maioria dos países, poderá causar secas intensas no verão (Semenza & Paz, 2021).

3. Influência das alterações climáticas nos vetores e nas doenças vetoriais

A atividade vetorial é influenciada pelas condições climáticas, pelas características do *habitat* e pela presença de hospedeiros (Figura 1).

As condições climáticas influenciam a atividade vetorial, uma vez que a atividade destes hospedeiros invertebrados depende da temperatura ambiental. Assim, o aumento da temperatura ambiente favorece a sobrevivência e manutenção de vetores (Rossati, 2017). Conseqüentemente, também a distribuição de agentes patogênicos transmitidos por vetores é influenciada pelas condições climáticas, uma vez que uma parte do seu ciclo de vida ocorre nesses vetores (McIntyre *et al.*, 2017). Além da temperatura, também a humidade influencia a abundância e a atividade dos vetores numa área geográfica (Ogden, 2017), sendo um dos fatores determinantes para o seu desenvolvimento larvar (Ogden & Lindsay, 2016; Caminade *et al.*, 2019). Desta forma, em determinadas regiões é observada uma atividade vetorial sazonal (Genchi *et al.*, 2009).

O *habitat* é, também, fundamental para a sobrevivência dos vetores, garantindo o refúgio quando as condições ambientais são adversas e a proximidade de hospedeiros para permitir a sua alimentação (Cable *et al.* 2017). A presença de condições favoráveis no *habitat* garante a abundância de vetores, contribuindo para o aumento da sua densidade (Semenza & Paz, 2021).

No vetor, a replicação e o desenvolvimento de agentes patogênicos, o Período de Incubação Extrínseco (PIE), é crucial para a persistência das doenças vetoriais numa área geográfica. Por sua vez, fatores climáticos, como a temperatura, influenciam o desenvolvimento e a sobrevivência dos vetores (Ogden & Lindsay, 2016; Chala & Hamde, 2021). Assim, tanto os vetores como os agentes patogênicos dependem de um intervalo de temperaturas que permite a sua sobrevivência e persistência numa determinada região (Chala & Hamde, 2021). Estudos realizados revelaram que em vetores o desenvolvimento do estadió larvar para adulto foi superior e mais rápido em regiões mais quentes (Rossati, 2017). Além da temperatura, também a humidade e a presença de hospedeiros são fatores que influenciam a distribuição, a atividade e a manutenção de vetores numa área geográfica (Ogden, 2017).

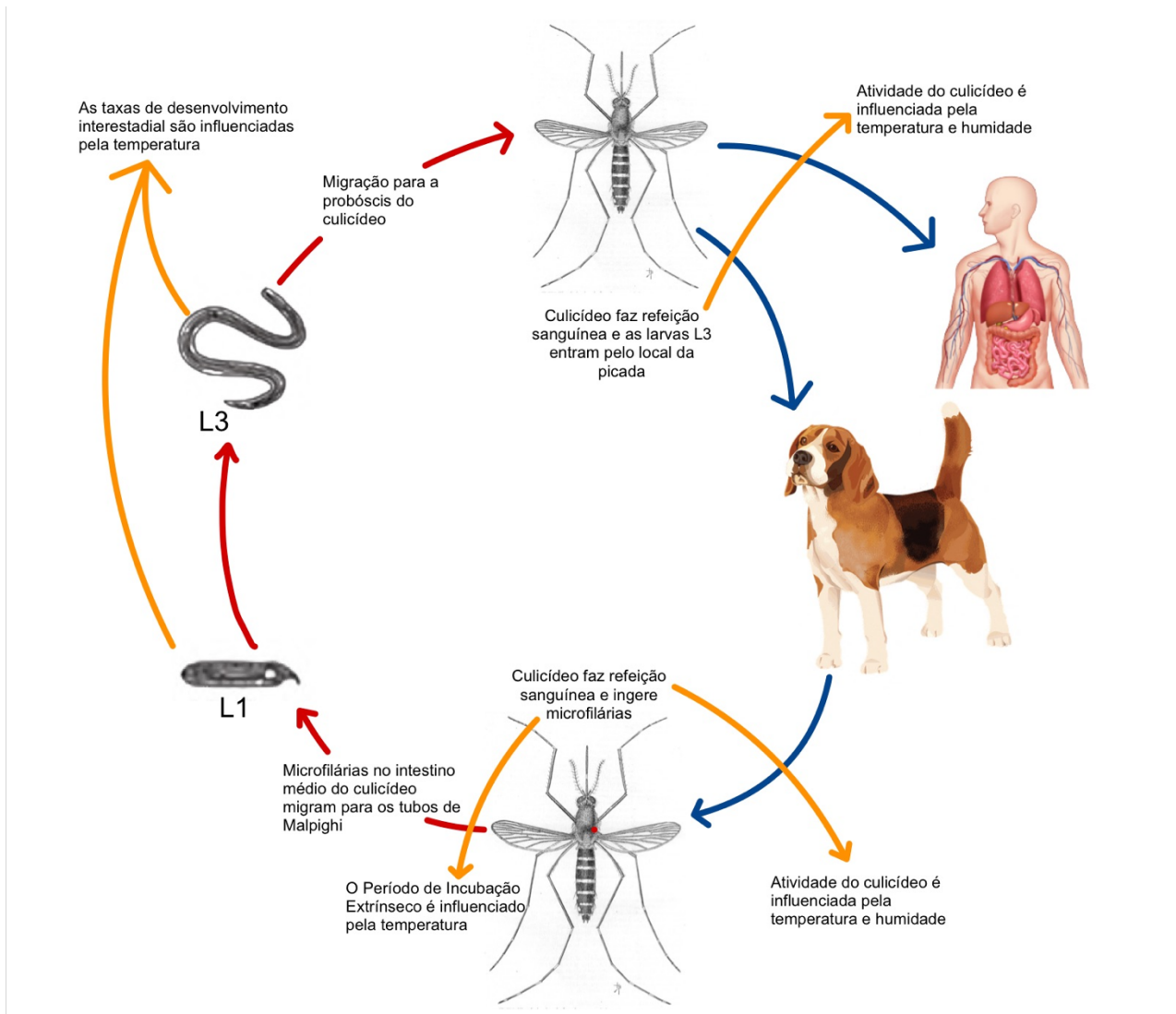


Figura 1. Interação entre vetor, hospedeiro e agente patogénico em *habitat*, exemplo do ciclo de transmissão de *Dirofilaria immitis*. (Adaptado de: <https://www.cdc.gov/parasites/dirofilariasis/biology.html>).

A ocorrência de doenças vetoriais resulta da interação entre as condições climáticas (e.g., clima e *habitat*), a atividade vetorial, os agentes patogénicos e hospedeiros recetivos (Rupasighe *et al.*, 2022).

Na Europa, ao longo das últimas décadas, tem-se verificado a emergência e/ou reemergência de doenças vetoriais, em resultado de alterações locais e/ou globais, como a dispersão de vetores associada ao aperfeiçoamento da capacidade vetorial em novas regiões associados à introdução de novos agentes patogénicos (Rogers & Randolph, 2006; Genchi *et al.*, 2009). Acresce, ainda, que os ciclos de vida mais curtos em vetores dípteros permitem uma resposta mais rápida a alterações climáticas, contribuindo para a emergência de doenças vetoriais numa forma epidémica.

Contrariamente, os ciclos de vida mais longos em ixodídeos traduzem-se numa resposta mais lenta com um aparecimento menos exuberante de doenças vetoriais (Ogden & Lindsay, 2016).

Consequentemente, é expectável que, com o aumento da temperatura e com a alteração do padrão de precipitação, aumente o risco de doenças vetoriais endémicas e que estas possam surgir em regiões onde, anteriormente, eram indemnes (Ogden & Lindsay, 2016). As modificações previstas em consequência das alterações climáticas, nomeadamente no que respeita à distribuição geográfica de doenças vetoriais, encontram-se sistematizadas na Tabela 1.

Para além disso, é importante não negligenciar a capacidade de adaptação dos hospedeiros recetivos, dos agentes patogénicos e mesmo dos vetores; podendo ocorrer modificações genéticas, tanto de agentes patogénicos, como de vetores, contribuindo para o surgimento de novas estirpes (Gortazar *et al.*, 2014).

Os modelos preditivos de ocorrência de doença e/ou sazonalidade são, geralmente, baseados em características climáticas e/ou ambientais de uma determinada região; e nas informações sobre os requisitos climáticos/ambientais de um agente patogénico e/ou vetor (Rinaldi *et al.*, 2006). Desta forma, os sistemas de previsão com base no clima utilizam o conceito de crescimento de graus/dia (CGD), ou seja, o primeiro dia ocorre quanto a temperatura média é 1°C superior à temperatura limite (Genchi *et al.*, 2009).

Tabela 1. Sistematização da predição relativamente à dispersão de doenças de origem vetorial com caráter zoonótico ao nível global, em consequência das alterações climáticas (Adaptado de: Rupasinghe *et al.*, 2022).

	Área geográfica atual	Alteração prevista	Área geográfica prevista	Referência
Doenças transmitidas por mosquitos				
Vírus do Nilo Ocidental	África; América; Ásia; Europa; Austrália	Aumento da prevalência em zonas endémicas (2025) Dispersão geográfica (2050)	Sérvia (Norte); Hungria (Centro); Grécia (Nordeste); Roménia (Leste e Oeste); Turquia (Nordeste)	Semenza <i>et al.</i> , 2016
Zoonoses transmitidas por <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i>	Estados Unidos da América (sul); Costa do Pacífico	Dispersão geográfica (2100)	Estados Unidos da América; Canadá (Sul)	Khan <i>et al.</i> , 2020
Zoonoses transmitidas por <i>Aedes albopictus</i>	América (norte e sul); África; Oceânia; Europa	Dispersão geográfica (2100)	Europa (Centro, Ocidente e Oriente)	Fischer <i>et al.</i> , 2011
Zoonoses transmitidas por <i>Aedes albopictus</i>	América (norte e sul); África; Oceânia; Europa	Diminuição da adequação climática durante o século 21	Sul da Europa	Fischer <i>et al.</i> , 2011
Dirofilariose	Sul da Europa; América	Dispersão geográfica	Norte e Nordeste de países europeus; América do Sul	Genchi <i>et al.</i> , 2011
Doenças transmitidas por <i>Phlebotomus</i>				
Leishmaniose	Região Mediterrânica	Dispersão geográfica a norte (2061-2080)	Europa	Koch <i>et al.</i> , 2017
Leishmaniose	Brasil	Reemergência de Leishmaniose cutânea por vetor <i>Lutzomyia whitmani</i> (2055)	Sul do Brasil	Peterson & Shaw, 2003
Leishmaniose	América do Sul	Dispersão geográfica para o Norte do México; sul dos EUA	América do Norte	Gonzalez <i>et al.</i> , 2010
Doenças transmitidas por Ixodídeos				
Doença de Lyme	América do Norte	Dispersão geográfica do vetor <i>Ixodes scapularis</i> no Canadá (Norte) (2080); EUA (Centro) Alteração sazonalidade (aumento período atividade vetor) (2065-2080) Aumento pico atividade vetorial (larvas e ninfas) (2050)	América do Norte	Brownstein <i>et al.</i> , 2005 Monaghan <i>et al.</i> , 2015 Levi <i>et al.</i> , 2015
Encefalite viral transmitida por ixodídeos	Europa	Dispersão geográfica (aumento latitude e altitudes) de <i>Ixodes ricinus</i> (2040-2060)	Europa (Norte e Centro)	Bockmann & Joyner, 2014
Doenças transmitidas por moscas				
Thelaziose	Ásia; Europa	Dispersão geográfica	Europa Ocidental	Vale <i>et al.</i> , 2019

3.1. Doenças transmitidas por mosquitos e alterações climáticas

Encontram-se descritas cerca de 3500 espécies de mosquitos, sendo que cerca de 75% são reportadas em regiões tropicais e subtropicais. Os agentes patogénicos transmitidos por mosquitos são particularmente sensíveis às alterações climáticas, uma vez que passam uma grande parte do seu ciclo de vida num hospedeiro invertebrado ectotérmico, cuja temperatura é semelhante à temperatura do meio ambiente. Um clima mais quente apresenta condições mais favoráveis para a sobrevivência e conclusão do ciclo de vida do vetor, de forma mais rápida (Rossati, 2017).

As doenças transmitidas por mosquitos incluem algumas das patologias mais disseminadas em todo o mundo, como a Malária e doenças causadas por vírus; em que os mosquitos podem ser responsáveis, não só, pela transmissão, como também, pela amplificação do agente (Rossati, 2017; Rupasinghe *et al.*, 2022).

Os principais fatores que determinam a abundância de mosquitos e a prevalência de doenças transmitidas por mosquitos são i) a temperatura, ii) a precipitação e iii) a humidade relativa (Monteiro *et al.*, 2007).

As condições favoráveis à sobrevivência e reprodução destes vetores incluem o aumento da temperatura atmosférica e da temperatura da água, onde ocorre o desenvolvimento larvar (Martin *et al.*, 2008). A temperatura ideal para o desenvolvimento de mosquitos varia entre 25 e 27°C (Monteiro *et al.*, 2007; Swain *et al.*, 2008). Deste modo, alterações climáticas podem alterar a dinâmica das doenças transmitidas por mosquitos (Wilke *et al.*, 2019). Além da temperatura, também o incremento da humidade associado à precipitação pode conduzir ao aumento da densidade populacional de mosquitos (Jackson *et al.*, 2009; Berec *et al.*, 2014; Roiz *et al.*, 2014).

Apesar de existir uma correlação entre a temperatura e a ocorrência de agentes patogénicos em vetores (Kalluri *et al.*, 2007); o risco associado à transmissão de agentes patogénicos por mosquitos depende não apenas da sua presença como também i) da sua competência vetorial (*i.e.*, capacidade de permitir a sobrevivência e a transmissão do agente patogénico); ii) de condições meteorológicas que permitam a atividade vetorial assim como a sua abundância; iii) da presença do agente patogénico e iv) da presença de hospedeiros recetivos (Beugnet & Chalvet-Monfray, 2013).

De acordo com Azari-Hamidiam *et al.* (2019), os mosquitos Culicidae são os vetores artrópodes de maior importância devido à grande diversidade de doenças que podem transmitir tais como Malária, Encefalite (*e.g.*, Vírus da Encefalite Japonesa e Vírus do Nilo Ocidental) e Dirofilariose.

3.1.1. Mosquitos Culicidae

Os mosquitos Culicidae apresentam uma dispersão por toda a Europa, mesmo em regiões com condições climáticas adversas. No conjunto de doenças transmitidas por estes vetores, a Dirofilariose constitui uma das doenças mais importantes, uma vez que tanto *Dirofilaria immitis* como *Dirofilaria repens* têm um potencial impacto zoonótico (Pampiglione & Rivasi, 2000).

A Dirofilariose ocorre em regiões com clima temperado, em que a temperatura e humidade são favoráveis à atividade do vetor e ao desenvolvimento das microfilárias ingeridas pelos mesmos (A.H. Society, 2020). O aumento global da temperatura, associado às alterações climáticas, favorece o desenvolvimento larvar no vetor, mesmo em regiões e/ou estações tipicamente mais frias (Genchi *et al.*, 2005; A.H. Society, 2018). Acresce que, com o aumento do período de atividade do mosquito vetor, aumenta o período de transmissão de *Dirofilaria* spp. (A.H. Society, 2020). Consequentemente, ocorre uma dispersão da infeção e uma expansão da área em que a doença se desenvolve numa forma endémica (Taylor, 2016).

Cerca de 70 espécies de culicídeos podem ser potenciais vetores de *Dirofilaria* spp. (Vezzani & Carbajo, 2006). Em Itália, foram identificados *Culex pipiens* e *Aedes albopictus* (Cancrini *et al.*, 2007; Genchi *et al.*, 2009); em Espanha *Culex pipiens* (Morchón *et al.*, 2007); em Portugal *Culex theileri* (Santa-Ana *et al.*, 2006) e na Turquia *Aedes vexans* (Biskin *et al.*, 2010).

Em condições naturais, os vetores infetados com *Dirofilaria* spp. não sobrevivem mais de 30 dias. Estudos indicam que o clima é determinante na transmissão sazonal de *Dirofilaria*, considerando-se um valor limiar de 14°C de temperatura, abaixo do qual o desenvolvimento não irá prosseguir (Fortin & Slocombe, 1981).

A temperatura influencia assim o período de desenvolvimento de formas larvares L3 de *Dirofilaria* spp. em mosquitos (Genchi *et al.*, 2009), conforme se encontra sistematizado na Tabela 2, pelo que é possível concluir que quanto mais elevada for a temperatura, mais rápido é o desenvolvimento de formas larvares L3.

Tabela 2. Efeito da temperatura no desenvolvimento de formas larvares L3 de *Dirofilaria* spp. em mosquitos (Adaptado de Genchi *et al.*, 2009).

Temperatura (°C)	Microfilária – L3 de <i>Dirofilaria immitis</i> (número de dias)	Microfilária – L3 de <i>Dirofilaria repens</i> (número de dias)
30	8-9	-
28-30	-	8-13
26	10-14	10-11
22	17	16-20
18	22	-

Além da temperatura, a altitude foi identificada como um fator associado à infeção por *Dirofilaria immitis*. Esta observação foi explicada pela temperatura atmosférica média ser inferior nas regiões montanhosas de elevada altitude e, também, pela menor percentagem de humidade relativa,

o que torna estas regiões menos favoráveis ao desenvolvimento de mosquitos e, conseqüentemente, à propagação da doença (Angelou *et al.*, 2019).

3.1.1.1. Dirofilariose Canina

Na Europa, a Dirofilariose Canina é uma doença enzoótica em países como Espanha, sul da França, Grécia, Itália e Portugal (Trotz-Williams & Trees, 2003; Genchi *et al.*, 2005; Genchi *et al.*, 2009; Diakou *et al.*, 2016; Angelou *et al.*, 2019). Na Europa, as espécies reportadas são *Dirofilaria immitis* e *Dirofilaria repens* (Genchi *et al.*, 2009). Tem-se verificado, nestes países, que a taxa de seropositividade para *D. immitis*, em cães, varia entre 1,2% a 48%, havendo uma tendência para o seu aumento (Dixon-Jimenez *et al.*, 2018; Genchi *et al.*, 2005; Meireles *et al.*, 2014). Uma situação similar tem-se verificado em relação a *D. repens*, tanto em animais como em humanos (Maia & Lorentz *et al.*, 2015; Genchi & Kramer, 2017; Capelli *et al.*, 2018). Tem sido verificado um aumento de infeções causadas por *D. repens* na Europa, tanto em cães como em humanos (Pampiglione & Rivasi, 2000). A Dirofilariose é uma doença crónica que pode causar a morte do hospedeiro. Porém, muitos hospedeiros infetados permanecem assintomáticos, constituindo uma fonte de infeção não controlada (Morchón *et al.*, 2012).

Em Itália, num período de dez anos (2009-2019), a prevalência cumulativa de infeção por *D. immitis* foi superior nas regiões centro e sul, comparativamente com a região norte que, anteriormente, era considerada a única área endémica para esta parasitose no país (Otranto *et al.*, 2009; Mendoza-Roldan *et al.*, 2020). Também em Espanha se verificou um ligeiro aumento da prevalência de infeção por *D. immitis* ao longo dos últimos anos, principalmente nas áreas endémicas do sul e leste do país. Por outro lado, foi, também, constatado um aumento da prevalência em áreas pouco endémicas para esta doença e o aparecimento da doença em regiões consideradas indemnes (Montoya-Alonso *et al.*, 2020; Pérez *et al.*, 2021). Concluindo, tanto em Espanha como em Itália, tem-se verificado que, para além do aumento da prevalência desta parasitose, o padrão de distribuição da mesma tem vindo a sofrer alterações (Mendoza-Roldan *et al.*, 2020; Pérez *et al.*, 2021).

3.2. Doenças transmitidas por ixodídeos e alterações climáticas

Tal como verificado em mosquitos, a temperatura, a precipitação e a humidade influenciam o ciclo de vida e as condições do *habitat* dos ixodídeos (Rupasinghe *et al.*, 2022).

Com o aumento da temperatura atmosférica, verifica-se um aumento da capacidade de sobrevivência dos ixodídeos em regiões localizadas a maior altitude e latitude. De facto, ao longo dos últimos anos, verificou-se um aumento da frequência de doenças transmitidas por ixodídeos em regiões tipicamente mais frias, sendo explicado pelo aumento da temperatura que acelera o ciclo de desenvolvimento, a reprodução, a densidade e a distribuição da população de ixodídeos. Desta

forma, tem-se verificado uma dispersão geográfica de ixodídeos, mesmo em regiões situadas a maior altitude, assim como um aumento da frequência de doenças transmitidas por estes vetores (Rossati, 2017; Rupasinghe *et al.*, 2022). Desta forma, o aquecimento global na sequência das alterações climáticas promove um aumento do período em que a temperatura é favorável à atividade dos ixodídeos (Moore *et al.*, 2014; Monaghan *et al.*, 2015).

Nas últimas décadas, verificou-se uma alteração na distribuição geográfica de três espécies de ixodídeos, em simultâneo com os agentes patogénicos por eles transmitidos. *Rhipicephalus sanguineus* começou a apresentar uma distribuição em regiões situadas a norte, sendo que anteriormente era reportado sobretudo na região mediterrânica. Atualmente é relatada a sua ocorrência em países como Bélgica, Alemanha e Holanda. *Dermacentor reticulatus*, previamente raro em regiões de clima continental, é atualmente reportado em quase todos os países da Europa, incluindo Holanda, Alemanha, Dinamarca e Polónia. Esta alteração na distribuição destes vetores determinou o aumento da prevalência ou mesmo a emergência de Babesiose Canina em alguns países anteriormente não endémicos (Beugnet & Marié, 2009).

Ixodes spp. ocorre em *habitats* com humidade relativa próxima a 85% e mantém atividade a temperatura superior a 7°C (Suss *et al.*, 2008). A existência de refúgios é essencial no ciclo de vida de *Ixodes* que, entre estadios de desenvolvimento, permanece em camadas superficiais do solo. Em florestas temperadas, a camada superficial do solo, mais quente do que a temperatura ambiental durante o inverno, permite a sobrevivência destes ixodídeos (Ogden *et al.*, 2004).

Estes ixodídeos são vetores de bactérias como *Borrelia burgdorferi sensu lato*, agente etiológico da Doença de Lyme, *Anaplasma phagocytophilum* ou *Rickettsia* spp. como também de vírus como vírus da Encefalite Transmitida por Carraça (Efstratiou *et al.*, 2021). O aumento da temperatura durante o inverno, em consequência do aquecimento global, pode contribuir para uma dispersão geográfica da Doença de Lyme em regiões com altitudes e com latitudes mais elevadas na presença de hospedeiros vertebrados recetivos (ECDC, 2019). Entre outubro de 2006 a março de 2007, na Alemanha, verificou-se que *Ixodes ricinus*, nos vários estádios de desenvolvimento, manteve a atividade durante todo o inverno quando anteriormente se verificava a hibernação no mesmo período (Dautel *et al.*, 2008). De forma similar, nos países Bálticos, verificou-se que a distribuição e a atividade de *I. ricinus* modificou em resultado do aumento da temperatura (Estrada-Peña & Fernández-Ruiz, 2020).

3.2.1. Doença de Lyme

No Homem, a Doença de Lyme é uma das doenças vectoriais transmitidas por carraças mais comuns em países Europeus (Lindgren & Jaenson, 2006). Na Grécia, a taxa de incidência desta zoonose é inferior a outros países. Acresce, ainda, que a evidência de infeção em cães foi recente neste país, tendo sido estimada uma taxa de seroprevalência de 0,1% (Angelou *et al.*, 2019). Estes dados

podem ser explicados pelo facto de *R. sanguineus* ser o ixodídeo mais frequente em cães neste país, sendo que *I. ricinus*, vetor de *B. burgdorferi* s.l., é pouco frequente (Latrofa *et al.*, 2017).

Os países situados no norte da Europa, apresentam uma prevalência mais elevada de *I. ricinus* e, conseqüentemente, a frequência de Doença de Lyme em cães é, também, mais elevada (Angelou *et al.*, 2019). Um estudo realizado na Sérvia, entre 2009-2013, revelou uma taxa de seroprevalência em cães de 25,8% (Savic *et al.*, 2014).

Um estudo realizado em Itália, entre 2006-2020, demonstrou uma prevalência de 83,5%, sendo que os cães que testaram positivo para *B. burgdorferi* s.l. foram observados com maior frequência no período de 2010-2015 e 2016-2020 do que no período de 2006-2009 (Mendoza-Roldan *et al.*, 2021). A seroprevalência de *B. burgdorferi* s.l. neste estudo foi superior quando comparada com estudos anteriores que decorreram de 2014 a 2019, onde a seroprevalência foi de 1,4% no centro de Itália e de 5,4%-7,8% no sul de Itália (Galluzzo *et al.*, 2020; Ebani *et al.*, 2014; Petrucelli *et al.*, 2021). Adicionalmente, o estudo de Mendoza Roldan *et al.* (2021), revelou, pela primeira vez, a exposição de cães à Doença de Lyme nas regiões do norte de Itália.

3.2.2. Babesiose Canina

Na Europa, cinco espécies de *Babesia* spp. foram identificadas em cães: *Babesia canis*, *Babesia vogeli*, *Babesia gibsoni*, *Babesia vulpes* e *Babesia caballi* (Beck *et al.*, 2009; Baneth *et al.*, 2019). *B. canis* apresenta uma distribuição mais ampla, sendo transmitida por *Dermacentor reticulatus* (Solano-Gallego & Baneth, 2011; Davitkov *et al.*, 2015). Devido à abundância do vetor na Europa central, a infeção por *B. canis* ocorre com frequência nesta região (Karbowski, 2014). Porém, existem registos de casos clínicos em toda a Europa (Solano-Gallego *et al.*, 2016; Checa *et al.*, 2019) e *B. canis* foi considerado um agente emergente no Reino Unido (Baneth, 2018). Surtos foram reportados na Suíça, Polónia, Bélgica e Holanda que podem ser explicados pela expansão de *D. reticulatus* na Europa (Mierzejewska *et al.*, 2018; Fourie *et al.*, 2019). Em Itália, em cães, uma taxa de seropositividade a *B. canis* foi superior na região centro (45%) comparativamente com a região norte (0%). Este facto foi explicado pela menor abundância do vetor *D. reticulatus* na região norte (Maurelli *et al.*, 2018).

No sul da Europa, a espécie mais frequente é *B. vogeli*, sendo que o vetor desta espécie é *Rhipicephalus sanguineus* (René *et al.*, 2012; Solano-Gallego *et al.*, 2016). *B. vogeli* tem sido reportada em países como Turquia, Albânia, Eslovénia, Roménia, Itália, França, Espanha e Portugal (Solano-Gallego & Baneth, 2011; Ionita *et al.*, 2012; Rene *et al.*, 2012).

Num estudo realizado na Sérvia, entre 2009-2013, verificou-se uma taxa de seroprevalência em cães de 12,2% (Savic *et al.*, 2014).

3.2.3. Erliquiose Monocítica Canina

A Erliquiose Monocítica Canina (ECM) é causada pela bactéria *Ehrlichia canis* e transmitida por *R. sanguineus*, apresentando uma grande expressão clínica em cães (René-Martellet *et al.*, 2015). No entanto, o diagnóstico é considerado um desafio devido à possível coinfeção por outros agentes de origem vetorial como *Anaplasma platys*, *B. canis*, *B. vogeli*, *B. microti* ou *Leishmania infantum* (Little, 2010; Caprariis *et al.*, 2011; Tommasi *et al.*, 2013). O vetor de *Ehrlichia* spp. apresenta um aumento no seu período de atividade nos meses em que a temperatura ambiente é mais elevada, ainda que ocorram infecções durante todo o ano (Little, 2010; Sainz *et al.*, 2015; Taylor, 2016).

Um estudo realizado em Itália, Espanha e Portugal revelou que no sul de Itália o risco de infecção é superior e que existe um gradiente crescente do risco de infecção de norte para sul nos três países (René-Martellet *et al.*, 2015). Na Sérvia, apesar de ser considerada uma doença emergente (Potkonjak & Žekić, 2020), entre 2009-2013, não foi detetada a infecção em cães (Savic *et al.*, 2014). Na Grécia, a taxa de seroprevalência foi estimada em 12,5% tendo sido verificado um maior risco de infecção em animais que vivem no exterior, o que pode ser explicado pela maior exposição ao vetor (Angelou *et al.*, 2019). Foi ainda reportado que os cães que vivem em regiões com temperatura média <15,9°C apresentam maior probabilidade de exposição ao agente do que aqueles que vivem em áreas com temperatura média >15,9 °C (Angelou *et al.*, 2019). Esta observação encontra-se em discordância com estudos prévios que indicam que as temperaturas mais baixas têm um efeito prejudicial na persistência de *R. sanguineus* (Dantas-Torres *et al.*, 2012). Contudo, considerando que o aumento de humidade influencia negativamente o risco de exposição ao agente (Silveira *et al.*, 2009) e que a Grécia é um país com clima mediterrânico; a baixa percentagem de humidade relativa em regiões com temperatura média <15,9°C pode permitir a persistência do vetor e, conseqüentemente, da infecção por *Ehrlichia* spp. (Dantas-Torres *et al.*, 2012).

3.2.4. Anaplasmosose Canina

Anaplasma phagocytophilum, responsável pela Anaplasmosose Granulocítica Canina (AGC), e *Anaplasma platys*, responsável pela Anaplasmosose Trombocítica Canina (ATC), são as espécies reportadas na Europa, cujos vetores são, respetivamente, *I. ricinus* e *R. sanguineus* (Sainz *et al.*, 2015).

A. phagocytophilum apresenta uma distribuição mundial (Stuen *et al.*, 2013; Taylor, 2016), sendo que na Europa é encontrado sobretudo em países do Centro e do Norte, apresentando uma taxa de prevalência entre 3% e 57%. Todavia, a ocorrência de reações cruzadas entre *Anaplasma* spp. pode causar um sobre diagnóstico de AGC (Sainz *et al.*, 2015). *A. platys* apresenta também uma distribuição global, sendo que na Europa é mais frequente em países da bacia mediterrânica, como Portugal. Nestes países, as taxas de prevalência relativas a *A. platys* variam entre os 4% e os 70,5% (Sainz *et al.*, 2015; Pereira *et al.*, 2018).

Um estudo realizado na Grécia, em relação à exposição a *Anaplasma* spp. revelou uma taxa de seroprevalência de 6,2%. Neste estudo, a temperatura ambiente média foi identificada como um fator de risco para a seropositividade. A temperatura é crucial para o desenvolvimento e distribuição de ixodídeos afetando, deste modo, a propagação de doenças transmitidas por estes vetores, incluindo Anaplasmose. A altitude também foi identificada como fator de risco para a exposição a *Anaplasma* spp. (Angelou *et al.*, 2019), tal como reportado num estudo prévio (Matei *et al.*, 2017) Além da altitude, também a percentagem de cobertura florestal e de cobertura hídrica parecem estar relacionadas com a prevalência (Self *et al.*, 2022).

A frequência de doenças transmitidas por ixodídeos em cães, em países europeus, tem sofrido um incremento (Tabela 3).

Tabela 3. Frequência de doenças em cães transmitidas por ixodídeos em países europeus.

País	Ano	Doença de Lyme	Babesiose	Erlíquiose	Anaplasmose	Referência
Sérvia	2012	16,0%	11,7%	0,0%	0,0%	Savic <i>et al.</i> (2014)
	2013	29,8%	12,5%	0,0%	10,1%	
Grécia	2016	0,1%	-	12,5%	6,2%	Angelou <i>et al.</i> (2019)
Portugal	2016	8,5%	3%	7%	16%	Alho <i>et al.</i> (2016)
Espanha	2018	0,72%	-	0,90%	1,26%	Díaz-Reganon <i>et al.</i> (2020)
	2020	-	-	4,26%	5,06%	Montoya-Alonso <i>et al.</i> (2020)
Itália	2021	1,7%	10,3%	0,4%	9,1%	Colombo <i>et al.</i> (2021)

3.3. Doenças transmitidas por *Phlebotomus* spp. e influência das alterações climáticas

Na Europa, os flebotomíneos encontram-se classicamente distribuídos a sul de 45°N de latitude e a altitude inferior a 800 metros acima do nível do mar (Cotteaux-Lautard *et al.*, 2018; Semenza & Suk, 2018; ECDC, 2019). A temperatura e a humidade influenciam a atividade de *Phlebotomus*, a diapausa assim como o desenvolvimento de agentes patogénicos no seu interior (Rupasinghe *et al.*, 2022).

A temperatura mínima para a atividade flebotomínica é 17°C (Gálvez *et al.*, 2018). O seu ciclo de vida é potenciado por uma temperatura ambiente entre 24°C e 28°C e humidade relativa entre 70-95% (Mihalca *et al.*, 2019). Porém, um estudo sobre um modelo da dinâmica na população de vetores na Grécia, Chipre e Turquia indicou que além da temperatura, as alterações dos *habitats* de

reprodução e o uso da terra também têm um forte impacto na abundância dos vetores (Erguler *et al.*, 2019).

Vários estudos preditivos, indicaram a expansão geográfica de *Phlebotomus* para o centro e noroeste da Europa Central, atingindo as ilhas da Grã-Bretanha e a Escandinávia (Koch, *et al.*, 2017) (Figura 2) assim como a sua ocorrência em regiões a altitudes mais elevadas (Medlock *et al.*, 2014). Já em 2007, um estudo realizado no Sul de Espanha, Serra Nevada, demonstrou a presença de *Phlebotomus* em altitudes mais elevadas (769-1153 metros) (Barón *et al.*, 2011).

De facto, recentemente, verificou-se uma expansão da atividade destes vetores até 49°N possivelmente como consequência do aquecimento global (Cotteaux-Lautard *et al.*, 2018; Semenza & Suk, 2018; ECDC, 2019).

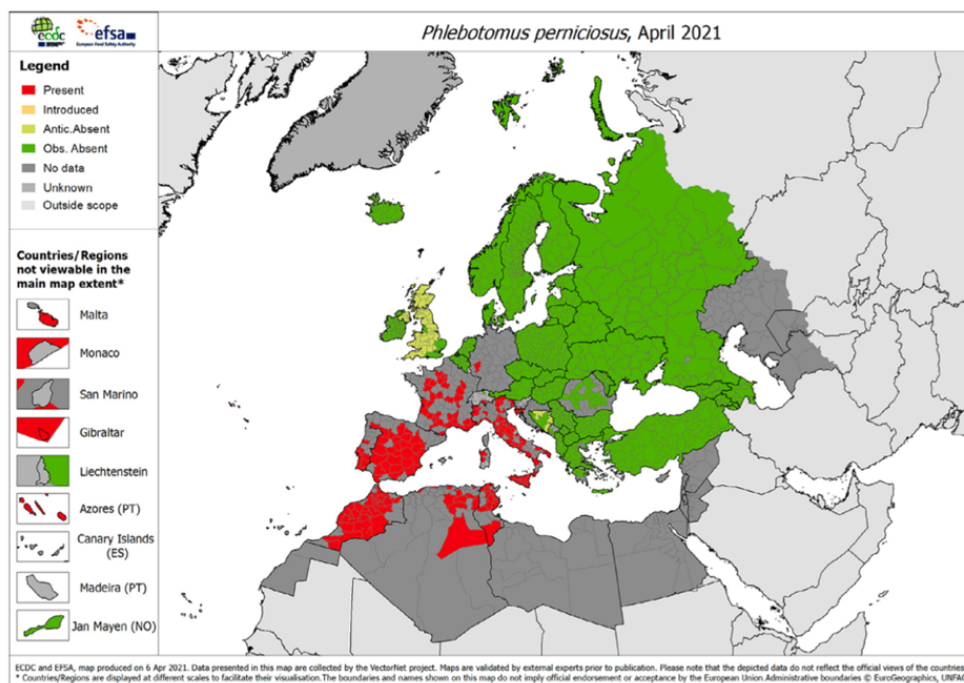


Figura 2. Distribuição geográfica de *P. perniciosus* em abril de 2021. Fonte: European Centre for Disease Prevention and Control and European Food Safety Authority. Phlebotomine sandflies maps [internet]. Stockholm: ECDC; 2021. (Online: <https://ecdc.europa.eu/en/disease-vector/surveillance-and-disease-data/phlebotomine-maps>)

Em Itália, nas regiões de Friuli Venezia Giulia e Veneto, foi realizado um estudo entomológico durante três anos (2017-2019) consecutivos no período entre a segunda semana de maio e a primeira semana de novembro. Neste estudo, foram identificados um total de 303 flebotomos pertencentes às espécies *Phlebotomus perniciosus* (n=273), *Sergentomyia minuta* (n=5), *P. mascittii* (n=2) e *P. perfiliewi* (n=2). Estes vetores foram capturados desde o final de maio até ao mês de

setembro, com um pico em julho e um pico menor em setembro e foram, ainda, capturados a diferentes altitudes, desde -2 metros a 145 metros de altitude (Michelutti *et al.*, 2021).

No que respeita a *P. perniciosus*, foram recolhidos os dados da vigilância entomológica nos anos de 2017, 2018 e 2019 e foi possível verificar que o número de vetores capturados por armadilha foi aumentando em cada ano (Michelutti *et al.*, 2021). Existem variações no padrão de distribuição de *P. perniciosus* com a sua deteção em regiões com maior latitude, sendo estas variações associadas às alterações climáticas e que foram, recentemente, reportadas no sul de França (Michelutti *et al.*, 2021). As alterações climáticas podem aumentar o risco de transmissão de um agente patogénico devido a uma maior densidade de *Phlebotomus* e aumento do seu período de atividade (Cotteaux-Lautard *et al.*, 2018). No estudo de Michelutti *et al.* (2021), foi reportada, pela primeira vez, a presença de *Phlebotomus* na planície nordeste de Itália.

A expansão das populações de *Phlebotomus* deve-se, principalmente, à redução do período de desenvolvimento larvar e ao aumento do período de reprodução como resultado do aumento da temperatura ambiente (Otranto *et al.*, 2009).

3.3.1. Leishmaniose Canina

Os flebotomos são vetores biológicos de *Leishmania infantum*, o protozoário responsável pela Leishmaniose em países da bacia mediterrânica. Esta zoonose é considerada uma das mais importantes doenças vetoriais encontrando-se amplamente distribuída na Europa (Otranto *et al.*, 2009). No cão, a Leishmaniose é enzoótica ao longo de toda a bacia mediterrânica, entre Portugal e Turquia, incluindo as ilhas Chipre e Creta (Shaw & Day, 2005). No entanto, a infeção por *L. infantum*, em cães, expandiu a sua distribuição geográfica para o norte de Itália (Santi *et al.*, 2014). Casos têm sido reportados no Norte de França e Alemanha (Semenza & Paz, 2021).

No sul de Espanha, ao longo de um período de 22 anos (1984-2006), verificou-se um aumento da seroprevalência de Leishmaniose Canina (Martín-Sánchez *et al.*, 2009).

Um estudo realizado em Espanha e França, entre 2016 e 2017, demonstrou uma taxa de incidência anual de Leishmaniose Canina superior em Espanha (35 casos ‰) do que em França (6,1‰). Este estudo revelou, ainda, uma taxa de incidência mais elevada no sul de Espanha, região de Huelva, embora tenham sido reportados casos de infeção no norte de França, uma área que, anteriormente, era considerada não endémica. A taxa de incidência estimada foi superior aos valores reportados em estudos anteriores (25,2‰ em Espanha e 4,2‰ em França) (Mattin *et al.*, 2014; Le Rutte *et al.*, 2021).

A região Norte de Espanha foi considerada uma região não endémica para a Leishmaniose Canina (Amusatogui *et al.*, 2004). Porém, um estudo serológico realizado do norte de Espanha, revelou a presença de animais seropositivos em todas as regiões estudadas (Díaz-Reganon *et al.*, 2020). De facto, estudos recentes demonstram que, em Espanha, *L. infantum* é um dos agentes patogénicos mais prevalentes, nas regiões de Aragão, Navarra e Catalunha, o que pode ser explicado pelo facto

destas regiões apresentarem, atualmente, um ambiente favorável ao desenvolvimento de *Phlebotomus*, vetor onde o parasita completa uma fase do seu ciclo de vida (Díaz-Reganon *et al.*, 2020).

No Norte de Itália, entre 2009 e 2019, a seropositividade a *L. infantum* aumentou de 2,1% para 21,6%. De facto, verificou-se que o aumento do número de casos de infeção por *L. infantum*, ao longo da última década, foi superior ao previsto em estudos preditivos (Mendoza-Roldan *et al.*, 2020). Por exemplo, na região de Bolonha, a taxa seroprevalência aumentou de 6,6% para 17,2% (Baldelli *et al.*, 2011; Mendoza-Roldan *et al.*, 2020). Também, em Itália, se tem verificado uma expansão da distribuição de *L. infantum* nas últimas décadas, das regiões classicamente consideradas endémicas no Sul para as regiões a Norte, fazendo com que toda a península Itálica seja atualmente considerada endémica para Leishmaniose Canina (Mendoza-Roldan *et al.*, 2020).

4. *Dirofilaria immitis*, *Ehrlichia canis*, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, *Anaplasma spp.*, *Babesia spp.* e *Leishmania infantum* em Portugal

As diferenças ao nível regional da seroprevalência de agentes patogénicos transmitidos por vetores varia em função da distribuição geográfica e densidade local dos mesmos (Dantas-Torres, 2010). Em Portugal, vários estudos têm sido realizados no âmbito das Doenças Vetoriais Caninas (DVC). Entre outubro de 2010 e abril de 2011, 557 cães aparentemente saudáveis e 628 cães suspeitos de DVC, de todas as regiões do país (Figura 3), foram testados para avaliar a taxa de infeção ou exposição a *D. immitis*, *E. canis*, *B. burgdorferi s.l.*, *Anaplasma spp.* e *L. infantum*. Os resultados obtidos (Tabela 4) evidenciaram uma maior taxa de positividade para a deteção de antígeno de *D. immitis* na Região Autónoma da Madeira (RAM) (40%), sendo que o valor médio nacional foi de 3,6% (Cardoso *et al.*, 2012). Os resultados obtidos revelam um aumento da taxa de infeção nesta região relativa a estudos prévios (30%) (Araújo, 1996). Porém, na RAM, não foi evidenciada a infeção pelos outros agentes pesquisados (Cardoso *et al.*, 2012).

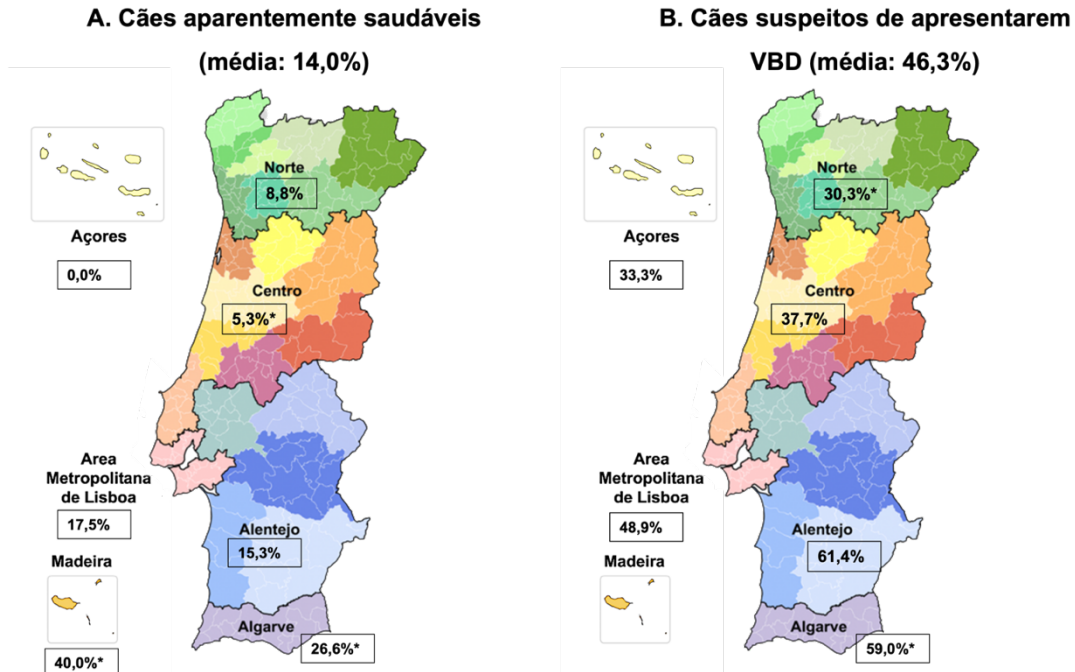


Figura 3. Positividade para um ou mais agentes patogénicos em cães aparentemente saudáveis (A) e suspeitos de apresentarem doenças vectoriais (B) por região. *Diferença significativa para a média nacional. (Adaptado de Cardoso *et al.*, 2012).

A taxa de exposição a *E. canis* foi mais elevada nas regiões do Algarve e Alentejo, tendo diminuído, progressivamente, com o aumento da latitude, apesar de, na região Norte, ter sido evidenciada uma taxa de seroprevalência de 7,6% (Tabela 4 e 5). A taxa de exposição a *Anaplasma spp.* foi superior no Algarve e, em relação a *B. burgdorferi*, a taxa de exposição foi a mais baixa em todo o país, comparativamente com os restantes agentes estudados (Tabela 4 e 5). No que respeita à infeção por *L. infantum*, foram obtidos resultados positivos em todas as regiões de Portugal Continental. De modo geral, foi encontrada uma tendência de positividade em relação a *D. immitis*, *Anaplasma spp.* e *E. canis* nas regiões a sul de Portugal, o que é explicado pelas condições climáticas mais propícias à proliferação e abundância de vetores (Cardoso *et al.*, 2012). Estes dados são consistentes com o facto, DNA de *A. phagocytophilum* foi detetado em *I. ventralloii* na região sul de Lisboa (Santos *et al.*, 2009).

Tabela 4. Seropositividade para agentes patogénicos transmitidos por vetores em 557 cães. (Adaptado de Cardoso *et al.*, 2012).

Região (n)	<i>D. immitis</i> (IC 95%)	<i>E. canis</i> (IC 95%)	<i>B. burgdorferi</i> (IC 95%)	<i>Anaplasma</i> spp. (IC 95%)	<i>L. infantum</i> (IC 95%)	Um ou mais agentes (IC 95%)	Agentes Mistos (IC 95%)
Norte (137)	2,9% (0,8- 7,3)	0,7% (0,0- 4,0)	0,0% (0,0-2,7)	2,2% (0,5-6,3)	3,6% (1,2- 8,3)	8,8% (4,6- 14,8)	0,7% (0,0- 4,0)
Centro (113)	0,9% (0,0- 4,8)	0,9% (0,0- 4,8)	0,0% (0,0-3,2)	2,7% (0,6-7,6)	0,9% (0,0- 4,8)	5,3%* (2,0-11,2)	0,0% (0,0- 3,2)
Alentejo (85)	4,7% (1,3- 11,6)	2,4% (0,3- 8,2)	1,2% (0,0-6,4)	3,5% (0,7-10,0)	5,9% (1,9- 13,2)	15,3% (8,4-24,7)	1,2% (0,0- 6,4)
Lisboa (126)	2,4% (0,5- 6,8)	6,3% (2,8- 12,1)	0,0% (0,0-29)	6,3% (2,8-12,1)	7,9% (3,9- 14,1)	17,5% (11,3- 25,2)	4,0% (1,3- 9,0)
Algarve (79)	5,1% (1,4- 12,5)	13,9%* (7,2- 23,5)	0,0% (0,0-4,6)	10,1%* (4,5- 19,0)	3,8% (0,8- 10,7)	26,6%* (17,3- 37,7)	5,1% (1,4- 12,5)
Açores (7)	0,0% (0,0- 41,0)	0,0% (0,0- 41)	0,0% (0,0-41,0)	0,0% (0,0-41,0)	0,0% (0,0- 41,0)	0,0% (0,0- 41,0)	0,0% (0,0- 41,0)
Madeira (10)	40,0%* (12,1-73,8)	0,0% (0,0- 30,8)	0,0% (0,0-30,8)	0,0% (0,0-30,8)	0,0% (0,0- 30,8)	40,0%* (12,1- 73,8)	0,0% (0,0- 30,8)
Total (557)	3,6% (2,2- 5,5)	4,1% (2,6- 6,1)	0,2% (0,0-1,0)	4,5% (2,9-6,5)	4,3% (2,8- 6,3)	14,0% (11,2- 17,2)	2,0% (1,0- 3,5)

*Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) ao valor médio nacional de prevalência

Tabela 5. Seropositividade para agentes patogénicos transmitidos por vetores em 628 cães suspeitos de terem doenças zoonóticas por região (Adaptado de Cardoso *et al.*, 2012).

Região (n)	<i>D. immitis</i> (IC 95%)	<i>E. canis</i> (IC 95%)	<i>B. burgdorferi</i> (IC 95%)	<i>Anaplasma</i> spp. (IC 95%)	<i>L. infantum</i> (IC 95%)	Um ou mais agentes (IC 95%)	Agentes Mistos (IC 95%)
Norte (145)	3,4%* (1,1- 7,9)	7,6%* (3,8- 13,2)	0,7% (0,0-3,8)	5,5% (2,4-10,6)	18,6% (12,6- 25,9)	30,3%* (23,0- 38,5)	4,1%* (1,5- 8,8)
Centro (122)	7,4% (3,4- 13,5)	9,0%* (4,6- 15,6)	0,8% (0,0-4,5)	3,3%* (0,9-8,2)	25,4% (18,0- 34,1)	37,3% (29,1- 46,9)	7,4% (3,4- 13,5)
Alentejo (114)	14,0% (8,2- 21,8)	25,4%* (17,7-34,3)	0,0% (0,0-3,2)	9,6% (4,9-16,6)	27,2% (19,3- 36,3)	61,4%* (51,8- 70,4)	13,2% (7,6- 20,8)
Lisboa (139)	5,8% (2,5- 11,0)	19,4% (13,2- 27,0)	0,7% (0,0-3,9)	11,5% (6,7-18,0)	30,2% (22,7- 38,6)	48,9% (40,3- 57,5)	15,8% (10,2- 23,0)
Algarve (105)	17,1%* (10,5-25,7)	23,8% (16,0- 31,1)	0,0% (0,0-3,4)	17,1%* (10,5- 25,7)	25,7% (17,7- 35,2)	59,0%* (49,0- 68,5)	5,1% (1,4- 12,5)
Açores (3)	0,0% (0,0- 70,8)	0,0% (0,0- 70,8)	0,0% (0,0-70,8)	3,3% (0,8-90,6)	0,0% (0,0- 70,8)	33,3% (0,8-90,6)	20,0%* (12,8-28,9)

*Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) ao valor médio nacional de prevalência

Mais recentemente, a prevalência de infecção por *Anaplasma* spp. / *Ehrlichia* spp. em cães da região sul de Portugal foi estimada em 4,3% (Dordio *et al.*, 2021); tendo-se verificado um aumento relativamente a estudos precedentes (1,9%) (Maia *et al.*, 2015).

A infecção por *B. canis*, *B. vogeli* e *B. vulpes* foi reportada em cães na região norte de Portugal (Cardoso *et al.*, 2010), enquanto na região sul foi reportada a infecção por *B. vogeli* (René-Martellet *et al.*, 2015) e por *B. canis* (Dordio *et al.*, 2021). A prevalência de *B. vogeli* em Lisboa, Portugal foi de 3,19% (Cardoso, Mendão & Carvalho, 2012).

5. Doenças vetoriais emergentes e reemergentes

As doenças emergentes podem ser definidas como infeções que apresentam uma ocorrência recente numa população ou cuja incidência e/ou distribuição geográfica apresentam um aumento rápido, sendo que muitas destas doenças emergentes são zoonóticas (Morse, 2004). No caso de ocorrer um surto de uma doença transmissível que, anteriormente, foi controlada e/ou erradicada, esta doença é chamada de doença reemergente (Sávic *et al.*, 2014).

As doenças emergentes e reemergentes transmitidas por vetores constituem uma das principais preocupações de Saúde Pública ao nível mundial (Gubler, 2010).

A emergência e/ou reemergência de doenças transmissíveis ocorre ao longo de anos. Os agentes patogénicos devem passar por diferentes estadios de adaptação a novos hospedeiros. A relação entre agente patogénico, hospedeiro e meio ambiente influencia a emergência e/ou reemergência de doenças transmissíveis. Um conjunto de fatores ecológicos, ambientais e demográficos pode contribuir para esta adaptação e, conseqüente, aparecimento de doenças. Estes fatores, quando combinados, criam condições favoráveis para o surgimento de novas doenças (Chala & Hamde, 2021).

Muitas doenças vetoriais são endémicas em regiões de clima tropical e subtropical, mas não em regiões de clima temperado. O aquecimento global verificado ao longo dos últimos anos e que se estima agravar nos próximos anos em direção aos polos (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022); aumenta o risco de emergência e re-emergência de doenças transmitidas por vetores em países de clima temperado (Ogden, 2017).

Atualmente, várias doenças são consideradas como (re)emergentes como a Doença de Lyme, Encefalite transmitida por ixodídeos, Febre hemorrágica da Crimeia-Congo, Dengue, Febre do Nilo Ocidental, e Chikungunya (Colwell *et al.*, 2011; Kilpatrick & Randolph, 2012).

5.1. Chikungunya

Chikungunya é uma doença transmitida por *Aedes albopictus*, e causada por um alfavírus da família *Togaviridae* (Chala & Hamde, 2021). Este agente teve uma introdução bem-sucedida na América (Burt *et al.*, 2017) e evoluiu rapidamente em novas regiões com adaptação a novos vetores

antropofílicos. A recorrência deste vírus é considerada um problema sério de Saúde Pública e tem sido associada a várias epidemias em países de África e Ásia (Burt *et al.*, 2017). Foram registadas epidemias em Itália em 2007 e 2017 (Chala & Hamde, 2021), em 2014 ocorreu a primeira transmissão do vírus nos Estados Unidos da América e, segundo Fisher e Staples (2014), ocorreram surtos nas regiões do Caribe, América Central e América do Sul.

5.2. Rangeliose

Outro exemplo de um agente patogénico transmitido por vetores emergente encontrado em cães, mas não reportado em humanos até à data, é *Rangelia vitalii*. Este protozoário, transmitido por *Amblyomma aureolatum* e provoca uma doença grave designada de Rangeliose canina (França *et al.*, 2014). Este agente foi descrito pela primeira vez no Brasil, em 1910, e permaneceu, durante décadas, como uma doença pouco conhecida até ser reportado noutros países do Sul da América, incluindo Uruguai e Argentina (Dantas-Torres & Otranto, 2016).

6. Uma só saúde nas doenças de origem vetorial

O conceito *One Health* contempla uma interação contínua entre a Saúde Humana, Animal e Ambiental. Nas últimas décadas, registou-se um aumento do tempo que os animais de companhia passam em ambiente doméstico, com uma relação física muito próxima dos seus tutores (Day, 2011). Muitos agentes patogénicos transmitidos por vetores são zoonóticos e, várias vezes, a conversa entre o Médico Veterinário e os tutores estende-se ao risco humano e à saúde e bem-estar dos animais e das suas famílias. Os animais selvagens podem atuar como reservatório de muitos agentes patogénicos transmitidos por vetores e o meio ambiente é um fator crítico na determinação da emergência desses agentes patogénicos; o que destaca a grande relevância do conceito *One Health* (Self *et al.*, 2019).

Os desafios relacionados com o conceito *One Health* relativos às doenças vetoriais são 1) promoção da consciencialização e capacidade de diagnosticar corretamente estas doenças, 2) criação de programas que investigam os agentes patogénicos, os seus vetores e a epidemiologia, distribuição geográfica, significado clínico e patogenia, 3) desenvolvimento de testes de diagnóstico e sistemas de vigilância para mapear os agentes infecciosos e os seus vetores globalmente, 4) identificar doenças para as quais os animais de companhia são os principais reservatórios para as infeções humanas e formulação de estratégias de saúde pública que controlem a doença nos animais, 5) investigar o contacto entre os animais de companhia e as espécies de vida selvagem que podem atuar como verdadeiros reservatórios destas doenças e desenvolver estratégias para minimizar esse contacto e 6) promover a consciencialização dos tutores sobre a existência destas doenças e a importância de programas regulares de controlo de ectoparasitas nos animais de companhia e o ambiente doméstico (Dav, 2011).

7. Considerações finais

As alterações climáticas ocorridas ao longo das últimas décadas interferiram com o complexo agente patogénico/vetor/hospedeiro, sendo mais evidente em regiões de clima temperado, em regiões peri-árticas e árticas; e em regiões de elevada altitude nos trópicos. A epidemiologia das doenças vetoriais tem vindo a sofrer alterações em todo o mundo, tornando essencial a monitorização e vigilância bem como a adoção de novas estratégias de controlo.

Como a maioria destas doenças apresenta um carácter zoonótico, uma abordagem multidisciplinar é essencial, incluindo médicos veterinários, médicos humanos, ecologistas, matemáticos e climatologistas. Dada a relação próxima entre os humanos e os seus animais de companhia, estes podem atuar como espécie sentinela para os seus tutores, reforçando a importância do médico veterinário na deteção precoce e no controlo destas doenças emergentes.

Às alterações na biologia dos vetores somam-se os efeitos dinâmicos complexos do aquecimento global, tornando-se extremamente desafiante a predição da evolução da taxa de incidência de doenças vetoriais. No entanto, o conhecimento disponível indica uma tendência para o aumento progressivo da abundância de vetores entre os seus hospedeiros, o que propiciará o aumento da taxa de incidência de doenças vetoriais.

Os esforços para prever os impactos das alterações climáticas das doenças vetoriais devem continuar a impulsionar o desenvolvimento de políticas e programas de saúde pública que reduzam o impacto das doenças vetoriais emergentes e re-emergentes.

Referências bibliográficas

- Alho, A. M., Pita, J., Amaro, A., Amaro, F., Schnyder, M., Grimm, F., Custódio, A. C., Cardoso, L., Deplazes, P., & de Carvalho, L. M. (2016). Seroprevalence of vector-borne pathogens and molecular detection of *Borrelia afzelii* in military dogs from Portugal. *Parasites and Vectors*, 9 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1509-2>
- American Heartworm Society. (2020). Current Canine Guidelines for the Prevention, Diagnosis, and Management of Heartworm (*Dirofilaria immitis*) Infection in Dogs.
- Amusategui, I., Sainz, A., Aguirre, E., & Tesouro, M. A. (2004). Seroprevalence of *Leishmania infantum* in northwestern Spain, an area traditionally considered free of leishmaniasis. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1026, 154–157. <https://doi.org/10.1196/annals.1307.022>
- Angelou, A., Gelasakis, A. I., Verde, N., Pantchev, N., Schaper, R., Chandrashekar, R., & Papadopoulos, E. (2019). Prevalence and risk factors for selected canine vector-borne diseases in Greece. *Parasites and Vectors*, 12 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3543-3>
- Azari-Hamidian, S., Norouzi, B., & Harbach, R. E. (2019). A detailed review of the mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Iran and their medical and veterinary importance. *Acta Tropica*, 194, 106–122. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.03.019>
- Baneth, G., Cardoso, L., Brilhante-Simões, P., & Schnittger, L. (2019). Establishment of *Babesia vulpes* n. sp. (Apicomplexa: Babesiidae), a piroplasmid species pathogenic for domestic dogs. *Parasites and Vectors*, 12 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3385-z>
- Barón, S. D., Morillas-Márquez, F., Morales-Yuste, M., Díaz-Sáez, V., Irigaray, C., & Martín-Sánchez, J. (2011). Risk maps for the presence and absence of *Phlebotomus perniciosus* in an endemic area of leishmaniasis in southern Spain: Implications for the control of the disease. *Parasitology*, 138(10), 1234–1244. <https://doi.org/10.1017/S0031182011000953>
- Beck, R., Vojta, L., Mrljak, V., Marinculić, A., Beck, A., Živičnjak, T., & Cacciò, S. M. (2009). Diversity of *Babesia* and *Theileria* species in symptomatic and asymptomatic dogs in Croatia. *International Journal for Parasitology*, 39 (7), 843–848. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2008.12.005>
- Beniston M. (Ed.). (2002). Climatic Change. Implications for the Hydrological Cycle and for Water Management. Advances in Global Change Research, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht and Boston.
- Berec, L., Gelbič, I., & Šebesta, O. (2014). Worthy of their name: How floods drive outbreaks of two major floodwater mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, 51 (1), 76–88. <https://doi.org/10.1603/ME12255>
- Bernardi, M. (2008). Global climate change-a feasibility perspective of its effect on human health at a local scale. *Geospatial Health*, 2(2), 137–150.
- Beugnet, F., & Chalvet-Monfray, K. (2013). Impact of climate change in the epidemiology of vector-borne diseases in domestic carnivores. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 36 (6), 559–566. <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2013.07.003>

- Beugnet, F., & Marié, J. L. (2009). Emerging arthropod-borne diseases of companion animals in Europe. *Veterinary Parasitology*, 163 (4), 298–305. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.03.028>
- Bezirtzoglou, C., Dekas, K., & Charvalos, E. (2011). Climate changes, environment and infection: Facts, scenarios and growing awareness from the public health community within Europe. *Anaerobe*, 17 (6), 337–340. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2011.05.016>
- Bişkin, Zuhâl & Duzlu, Onder & Yildirim, Alparslan & İnci, Abdullah. (2010). [The molecular diagnosis of *Dirofilaria immitis* in vector mosquitoes in Felahiye district of Kayseri]. *Türkiye parazitolojii dergisi / Türkiye Parazitoloji Derneği. Acta parasitologica Turcica / Turkish Society for Parasitology*, 34, 200-205.
- Burt, F. J., Chen, W., Miner, J. J., Lenschow, D. J., Merits, A., Schnettler, E., Kohl, A., Rudd, P. A., Taylor, A., Herrero, L. J., Zaid, A., Ng, L. F. P., & Mahalingam, S. (2017). Chikungunya virus: an update on the biology and pathogenesis of this emerging pathogen. In *The Lancet Infectious Diseases*, 17 (4), e107–e117. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)30385-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30385-1)
- Cable, J., Barber, I., Boag, B., Ellison, A. R., Morgan, E. R., Murray, K., Pascoe, E. L., Sait, S. M., Wilson, A. J., & Booth, M. (2017). Global change, parasite transmission and disease control: Lessons from ecology. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372 (1719), 1-17. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0088>
- Caminade, C., McIntyre, K. M., & Jones, A. E. (2019). Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. In *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1436 (1), 157–173. <https://doi.org/10.1111/nyas.13950>
- Cancrini, G., Scaramozzino, P., Gabrielli, S., di Paolo, M., Toma, L., & Romi, R. (2007). *Aedes albopictus* and *Culex pipiens* implicated as natural vectors of *Dirofilaria repens* in central Italy. *Journal of Medical Entomology*, 44 (6), 1064–1066. [https://doi.org/10.1603/0022-2585\(2007\)44\[1064:AAACPI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1603/0022-2585(2007)44[1064:AAACPI]2.0.CO;2)
- Capelli G, Genchi C, Baneth G, Bourdeau P, Brianti E, Cardoso L, Danesi P, Fuehrer H-P, Giannelli A, Ionică AM, et al. 2018. Recent advances on *Dirofilaria repens* in dogs and humans in Europe. *Parasite&Vectors*. 11 (1), 663. doi:10.1186/s13071-018-3205-x.
- Cardoso, L., Mendão, C., & Madeira de Carvalho, L. (2012). Prevalence of *Dirofilaria immitis*, *Ehrlichia canis*, *Borrelia burgdorferi sensu lato*, *Anaplasma spp.* and *Leishmania infantum* in apparently healthy and CVBD-suspect dogs in Portugal-a national serological study. *Parasites Vectors*, 5 (62). <http://www.parasitesandvectors.com/content/5/1/62>
- Cardoso, L., Yisaschar-Mekuzas, Y., Rodrigues, F. T., Costa, Á., Machado, J., Diz-Lopes, D., & Baneth, G. (2010). Canine babesiosis in northern Portugal and molecular characterization of vector-borne co-infections. *Parasites & Vectors*, 3 (27). <http://www.parasitesandvectors.com/content/3/1/27>
- Chala, B., & Hamde, F. (2021). Emerging and Re-emerging Vector-Borne Infectious Diseases and the Challenges for Control: A Review. *Frontiers in Public Health*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.715759>

- Colombo, M., Morelli, S., Simonato, G., di Cesare, A., Veronesi, F., di Regalbono, A. F., Grassi, L., Russi, I., Tiscar, P. G., Morganti, G., Hattab, J., Rizzo, V., & Traversa, D. (2021). Exposure to major vector-borne diseases in dogs subjected to different preventative regimens in endemic areas of Italy. *Pathogens*, 10 (5). <https://doi.org/10.3390/pathogens10050507>
- Colwell, D. D., Dantas-Torres, F., & Otranto, D. (2011). Vector-borne parasitic zoonoses: Emerging scenarios and new perspectives. *Veterinary Parasitology*, 182 (1), 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.07.012>
- Cotteaux-Lautard, C., Leparç-Goffart, I., Berenger, J. M., Plumet, S., & Pages, F. (2016). Phenology and host preferences *Phlebotomus perniciosus* (Diptera: Phlebotominae) in a focus of Toscana virus (TOSV) in South of France. *Acta tropica*, 153, 64–69. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.09.020>
- Dantas-Torres, F., Chomel, B. B., & Otranto, D. (2012). Ticks and tick-borne diseases: A One Health perspective. *Trends in Parasitology*, 28 (10), 437–446. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2012.07.003>
- Dantas-Torres, F., & Otranto, D. (2016). Best Practices for Preventing Vector-Borne Diseases in Dogs and Humans. *Trends in Parasitology*, 32 (1), 43–55. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2015.09.004>
- Dautel, H., Dippel, C., Kämmer, D., Werkhausen, A., & Kahl, O. (2008). Winter activity of *Ixodes ricinus* in a Berlin forest. *International Journal of Medical Microbiology*, 298 (suppl. 1), 50–54. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2008.01.010>
- Day, M. J. (2011). One health: The importance of companion animal vector-borne diseases. In *Parasites and Vectors*, 4 (1). <https://doi.org/10.1186/1756-3305-4-49>
- De Caprariis, D., Dantas-Torres, F., Capelli, G., Mencke, N., Stanneck, D., Breitschwerdt, E. B., & Otranto, D. (2011). Evolution of clinical, haematological and biochemical findings in young dogs naturally infected by vector-borne pathogens. *Veterinary Microbiology*, 149(1–2), 206–212. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2010.10.006>
- De Tommasi, A. S., Otranto, D., Dantas-Torres, F., Capelli, G., Breitschwerdt, E. B., & de Caprariis, D. (2013). Are vector-borne pathogen co-infections complicating the clinical presentation in dogs? <http://www.parasitesandvectors.com/content/6/1/97>
- Diakou, A., Kapantaidakis, E., Tamvakis, A., Giannakis, V., & Strus, N. (2016). *Dirofilaria* infections in dogs in different areas of Greece. *Parasites and Vectors*, 9 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1797-6>
- Díaz-Regañón, D., Roura, X., Suárez, M. L., León, M., & Sainz, Á. (2020). Serological evaluation of selected vector-borne pathogens in owned dogs from northern Spain based on a multicenter study using a commercial test. *Parasites and Vectors*, 13 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04172-5>
- Díaz-Sáez, V., Corpas-López, V., Merino-Espinosa, G., Morillas-Mancilla, M. J., Abattouy, N., & Martín-Sánchez, J. (2021). Seasonal dynamics of phlebotomine sand flies and autochthonous transmission of *Leishmania infantum* in high-altitude ecosystems in southern Spain. *Acta Tropica*, 213. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105749>

- Dixon-Jimenez, A. C., Coleman, A. E., Rapoport, G. S., Creevy, K. E., Roth, I., Correa, M., & Moorhead, A. R. (2018). Approaches to Canine Heartworm Disease Treatment Among Alumni of a Single College of Veterinary Medicine. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 54 (5), 246–256. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-6601>
- Do Vale, B., Lopes, A. P., da Conceição Fontes, M., Silvestre, M., Cardoso, L., & Coelho, A. C. (2019). Thelaziosis due to *Thelazia callipaeda* in Europa in the 21st century – A review. *Veterinary Parasitology*, 275. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.108957>
- Dordio, A. M., Beck, R., Nunes, T., Pereira da Fonseca, I., & Gomes, J. (2021). Molecular survey of vector-borne diseases in two groups of domestic dogs from Lisbon, Portugal. *Parasites and Vectors*, 14 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04650-4>
- Duscher, G. G., Leschnik, M., Fuehrer, H. P., & Joachim, A. (2015). Wildlife reservoirs for vector-borne canine, feline and zoonotic infections in Austria. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 4 (1), 88–96. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2014.12.001>
- Efstratiou, A., Karanis, G., & Karanis, P. (2021). Tick-borne pathogens and diseases in Greece. *Microorganisms*, 9 (8). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9081732>
- Erguler, K., Pontiki, I., Zittis, G., Proestos, Y., Christodoulou, V., Tsirigotakis, N., Antoniou, M., Kasap, O. E., Alten, B., & Lelieveld, J. (2019). A climate-driven and field data-assimilated population dynamics model of sand flies. *Scientific Reports*, 9 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38994-w>
- Estrada-Peña, A., & Fernández-Ruiz, N. (2020). A retrospective assessment of temperature trends in northern Europe reveals a deep impact on the life cycle of *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae). *Pathogens*, 9 (5). <https://doi.org/10.3390/pathogens9050345>
- Fahrion, A., Gasimov, E., Joseph, S., Grout, L., Allan, M., & Postigo, J. R. (2018). Surveillance of leishmaniasis in the WHO European Region. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 66, S394. <https://doi.org/10.1016/j.respe.2018.05.429>
- European Centre for Disease Prevention and Control, 2019. Climate change in Europe: Vector-borne diseases. <https://ecdc.europa.eu/en/climate-change/climate-change-europe/vector-borne-diseases> (acesso a 10 fevereiro 2022).
- Fischer, M., Staples, J. E., & Arboviral Diseases Branch, National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases, CDC. (2014). Notes from the field: chikungunya virus spreads in the Americas - Caribbean and South America, 2013-2014. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 63(22), 500–501.
- Fortin, J. F., & Slocombe, J. O. D. (1981). Temperature requirements for the development of *Dirofilaria immitis* in *Aedes triseriatus* and *Ae. vexans*. *Mosquito News*, 41 (4), 625-633.
- França, R. T., da Silva, A. S., Loretto, A. P., Mazzanti, C. M., & Lopes, S. T. A. (2014). Canine rangellosis due to *Rangelia vitalii*: From first report in Brazil in 1910 to current day - A review. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 5 (5) 466–474. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2014.04.005>

- Gálvez, R., Montoya, A., Fontal, F., Martínez De Murguía, L., & Miró, G. (2018). Controlling phlebotomine sand flies to prevent canine *Leishmania infantum* infection: A case of knowing your enemy. In *Research in Veterinary Science* (Vol. 121, pp. 94–103). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.10.008>
- Genchi C, Kramer L. 2017. Subcutaneous dirofilariosis (*Dirofilaria repens*): an infection spreading throughout the old world. *Parasite & Vectors*, 10 (S2), 517. doi:10.1186/s13071-017- 2434-8.
- Genchi, C., Rinaldi, L., Cascone, C., Mortarino, M., & Cringoli, G. (2005). Is heartworm disease really spreading in Europe? *Veterinary Parasitology*, 133 (2-3), 137–148. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.04.009>
- Genchi, C., Rinaldi, L., Mortarino, M., Genchi, M., & Cringoli, G. (2009). Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Veterinary Parasitology*, 163 (4), 286–292. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.03.026>
- Githeko, A. K., Lindsay, S. W., Confalonieri, U. E., & Patz, J. A. (2000). Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. *Bull World Health Organ.*, 78 (9):1136-47.
- González, E., Jiménez, M., Hernández, S., Martín-Martín, I., & Molina, R. (2017). Phlebotomine sand fly survey in the focus of leishmaniasis in Madrid, Spain (2012-2014): Seasonal dynamics, *Leishmania infantum* infection rates and blood meal preferences. *Parasites and Vectors*, 10 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2309-z>
- Gortazar, C., Reperant, L. A., Kuiken, T., de la Fuente, J., Boadella, M., Martínez-Lopez, B., Ruiz-Fons, F., Estrada-Peña, A., Drosten, C., Medley, G., Ostfeld, R., Peterson, T., VerCauteren, K. C., Menge, C., Artois, M., Schultsz, C., Delahay, R., Serra-Cobo, J., Poulin, R., & Mysterud, A. (2014). Crossing the Interspecies Barrier: Opening the Door to Zoonotic Pathogens. *PLoS Pathogens*, 10 (6). <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1004129>
- Gubler, D.J. (2010). The Global Threat of Emergent/Re-emergent Vector-Borne Diseases. In: Atkinson, P.W. (eds) *Vector Biology, Ecology and Control*. Springer, Dordrecht. (pp. 39–62). https://doi.org/10.1007/978-90-481-2458-9_4
- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022 [Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability | Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability \(ipcc.ch\) \(acesso em 21-02-2022\)](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/).
- Jackson, M. J., Gow, J. L., Evelyn, M. J., Meikleham, N. E., McMahon, T. J. S., Koga, E., Howay, T. J., Wang, L., & Yan, E. (2009). *Culex* Mosquitoes, West Nile Virus, and the Application of Innovative Management in the Design and Management of Stormwater Retention Ponds in Canada. *Water Quality Research Journal of Canada*, 44 (1), 103-110.
- Kalluri, S., Gilruth, P., Rogers, D., & Szczur, M. (2007). Surveillance of arthropod vector-borne infectious diseases using remote sensing techniques: A review. *PLoS Pathogens*, 3 (10), 1361–1371. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.0030116>
- Khasnis, A. A., & Nettleman, M. D. (2005). Global warming and infectious disease. *Archives of Medical Research*, 36 (6), 689–696. <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2005.03.041>

- Kilpatrick, A. M., & Randolph, S. E. (2012). Drivers, dynamics, and control of emerging vector-borne zoonotic diseases. *The Lancet*, 380 (9857), 1946–1955. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61151-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61151-9)
- Koch, L. K., Kochmann, J., Klimpel, S., & Cunze, S. (2017). Modeling the climatic suitability of leishmaniasis vector species in Europe. *Scientific Reports*, 7 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13822-1>
- Kovats, R. S., Campbell-Lendrum, D. H., McMichael, A. J., Woodward, A., & Cox, J. S. H. (2001). Early effects of climate change: Do they include changes in vector-borne disease? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 356 (1411), 1057–1068. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0894>
- Latrofa, M. S., Angelou, A., Giannelli, A., Annoscia, G., Ravagnan, S., Dantas-Torres, F., Capelli, G., Halos, L., Beugnet, F., Papadopoulos, E., & Otranto, D. (2017). Ticks and associated pathogens in dogs from Greece. *Parasites and Vectors*, 10 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2225-2>
- Le Rutte, E. A., van der Wilt, L. S., Bulstra, C. A., Nieboer, D., Kontoroupis, P., de Vlas, S. J., & Richardus, J. H. (2021). Incidence and geographical distribution of canine leishmaniosis in 2016–2017 in Spain and France. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*, 25:10061. DOI: 10.1016/j.vprsr.2021.100613.
- Lindgren, E., & Jaenson, T. G. T. (2006). Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures. WHO Regional Office for Europe. 34 pp. <http://www.euro.who.int/pubrequest>
- Little, S. E., O'Connor, T. P., Hempstead, J., Saucier, J., Reichard, M. V., Meinkoth, K., Meinkoth, J. H., Andrews, B., Ullom, S., Ewing, S. A., & Chandrashekar, R. (2010). *Ehrlichia ewingii* infection and exposure rates in dogs from the southcentral United States. *Veterinary parasitology*, 172(3-4), 355–360. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.05.006>
- M.A. Taylor RLC and RLW. 2016. Veterinary parasitology. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0737080601800186>.
- Magouras, I., Brookes, V. J., Jori, F., Martin, A., Pfeiffer, D. U., & Dürr, S. (2020). Emerging Zoonotic Diseases: Should We Rethink the Animal–Human Interface? *Frontiers in Veterinary Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.582743>
- Maia, C., Almeida, B., Coimbra, M., Fernandes, M. C., Cristóvão, J. M., Ramos, C., Martins, Â., Martinho, F., Silva, P., Neves, N., Nunes, M., Vieira, M. L., Cardoso, L., & Campino, L. (2015). Bacterial and protozoal agents of canine vector-borne diseases in the blood of domestic and stray dogs from southern Portugal. *Parasites and Vectors*, 8 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0759-8>
- Maia C, Lorentz S, Cardoso L, Otranto D, Naucke TJ. 2015. Detection of *Dirofilaria repens* microfilariae in a dog from Portugal. *Parasitology Research*, 115 (1), 441–443. doi:10.1007/s00436-015-4796-1. <http://link.springer.com/10.1007/s00436-015-4796-1>.

- Maroli, M., Rossi, L., Baldelli, R., Capelli, G., Ferroglio, E., Genchi, C., Gramiccia, M., Mortarino, M., Pietrobelli, M., & Gradoni, L. (2008). The northward spread of leishmaniasis in Italy: evidence from retrospective and ongoing studies on the canine reservoir and phlebotomine vectors. *Trop Med Int Health.*, 13(2), 256-64. doi: 10.1111/j.1365-3156.2007.01998.x.
- Martin, V., Chevalier, V., Ceccato, P., Anyamba, A., de Simone, L., Lubroth, J., De, S., Rocque, L., & Domenech, J. (2008). The impact of climate change on the epidemiology and control of Rift Valley fever. *Rev Sci Tech.*, 27 (2). 413-26.
- Martín-Sánchez, J., Morales-Yuste, M., Acedo-Sánchez, C., Barón, S., Díaz, V., & Morillas-Márquez, F. (2009). Canine leishmaniasis in Southeastern Spain. *Emerging Infectious Diseases*, 15 (5), 795-798. <https://doi.org/10.3201/eid1505.080969>
- Martinez, G. S., Linares, C., Ayuso, A., Kendrovski, V., Boeckmann, M., & Diaz, J. (2019). Heat-health action plans in Europe: Challenges ahead and how to tackle them. *Environmental Research*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108548>
- Matei, I. A., Ionică, A. M., D'amico, G., Corduneanu, A., Daskalaki, A. A., Lefkaditis, M., & Mihalca, A. D. (2017). Altitude-dependent prevalence of canine granulocytic anaplasmosis in Romania. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 17 (2), 147–151. <https://doi.org/10.1089/vbz.2016.1998>
- Mattin, M. J., Solano-Gallego, L., Dhollander, S., Afonso, A., & Brodbelt, D. C. (2014). The frequency and distribution of canine leishmaniosis diagnosed by veterinary practitioners in Europe. *Veterinary Journal*, 200 (3), 410–419. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.03.033>
- Mcintyre, K. M., Morse, M., & Baylis, M. (2017). Systematic Assessment of the Climate Sensitivity of Important Human and Domestic Animals Pathogens in Europe. *Sci Rep*, 7, 7134. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06948-9>
- Meiros J, Paulos F, Serrão I. 2014. Dirofilariose canina e felina. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 109, 591–592.
- Mendoza-Roldan, J., Benelli, G., Panarese, R., Iatta, R., Furlanello, T., Beugnet, F., Zatelli, A., & Otranto, D. (2020). *Leishmania infantum* and *Dirofilaria immitis* infections in Italy, 2009-2019: Changing distribution patterns. *Parasites and Vectors*, 13 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-020-04063-9>
- Mendoza-Roldan, J. A., Benelli, G., Bezerra-Santos, M. A., Nguyen, V. L., Conte, G., Iatta, R., Furlanello, T., & Otranto, D. (2021). Seropositivity to canine tick-borne pathogens in a population of sick dogs in Italy. *Parasites and Vectors*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04772-9>
- Michelutti, A., Toniolo, F., Bertola, M., Grillini, M., Simonato, G., Ravagnan, S., & Montarsi, F. (2021). Occurrence of Phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in the northeastern plain of Italy. *Parasites and Vectors*, 14 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04652-2>
- Mihalca, A. D., Cazan, C. D., Sulesco, T., & Dumitrache, M. O. (2019). A historical review on vector distribution and epidemiology of human and animal leishmanioses in Eastern Europe. In *Research*

- in *Veterinary Science* (Vol. 123, pp. 185–191). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.01.018>
- Monaghan, A. J., Moore, S. M., Sampson, K. M., Beard, C. B., & Eisen, R. J. (2015). Climate change influences on the annual onset of Lyme disease in the United States. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 6 (5), 615–622. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2015.05.005>
- Monteiro, L. C., de Souza, J. R., & Cleide De Albuquerque, E. M. (2007). Eclosion Rate, Development and Survivorship of *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) under Different Water Temperatures. *Neotropical Entomology*, 36 (6), 966-971.
- Montoya, A., Checa, & R., Marino, V., Gálvez, & R., Portero, M., de Mari, & K., Navarro, C., & Miró, G. (2021). Antibodies elicited by the CaniLeish® vaccine: long-term clinical follow-up study of dogs in Spain. *Parasitol Res.*, 120 (4), 1471-1479. doi: 10.1007/s00436-021-07091-1.
- Montoya-Alonso, J. A., Morchón, R., Costa-Rodríguez, N., Matos, J. I., Falcón-Cordón, Y., & Carretón, E. (2020). Current Distribution of Selected Vector-Borne Diseases in Dogs in Spain. *Frontiers in Veterinary Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.564429>
- Moore, S. M., Eisen, R. J., Monaghan, A., & Mead, P. (2014). Meteorological influences on the seasonality of lyme disease in the United States. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 90 (3), 486–496. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.13-0180>
- Morchón, R., Carretón, E., González-Miguel, J., & Mellado-Hernández, I. (2012). Heartworm disease (*Dirofilaria immitis*) and their vectors in Europe - new distribution trends. *Frontiers in Physiology*, 3. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00196>.
- Morse, S. S. (2004). Factors and determinants of disease emergence. *Rev Sci Tech.*, 23 (2), 443-51. doi: 10.20506/rst.23.2.1494.
- Ogden, N. H. (2017). Climate change and vector-borne diseases of public health significance. *FEMS Microbiology Letters*, 364 (19). <https://doi.org/10.1093/femsle/fnx186>
- Ogden, N. H., & Lindsay, L. R. (2016). Effects of Climate and Climate Change on Vectors and Vector-Borne Diseases: Ticks Are Different. *Trends in Parasitology*, 32 (8), 646–656. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2016.04.015>
- Ogden, N. H., Lindsay, L. R., Beauchamp, G., Charron, D., Maarouf, A., O'callaghan, C. J., Waltner-Toews, D., & Barker, I. K. (2004). Investigation of Relationships Between Temperature and Developmental Rates of Tick *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) in the Laboratory and Field. *J. Med. Entomol.*, 41 (4). <https://academic.oup.com/jme/article/41/4/622/883565>
- Otranto, D., Capelli, G., & Genchi, C. (2009). Changing distribution patterns of canine vector borne diseases in Italy: Leishmaniosis vs. dirofilariosis. *Parasites and Vectors*, 2 (suppl.1). <https://doi.org/10.1186/1756-3305-2-S1-S2>
- Pampiglione S, Rivasi F. (2000). Human dirofilariosis due to *Dirofilaria (Nochtiella) repens*: an update of world literature from 1995 to 2000. *Parassitologia*, 42(3-4), 231-254.
- Potkonjak, A. Žekić, S.M. (2020). Tick-borne infections of dogs in Serbia: a review of research. *Veterinarski Glasnik*, 00; 1-18. DOI: 10.2298/VETGL201103014P

- Pereira A, Parreira R, Cotão AJ, Nunes M, Vieira ML, Azevedo F, Campino L, Maia C. 2018. Tick-borne bacteria and protozoa detected in ticks collected from domestic animals and wildlife in central and southern Portugal. *Ticks Tick Borne Dis.* 9(2):225–234. doi:10.1016/j.ttbdis.2017.09.008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.09.008>.
- Pérez Pérez, P., Rodríguez-Escobar, I., Carretón, E., Sánchez Agudo, J. Á., Lorenzo-Morales, J., Montoya-Alonso, J. A., & Morchón, R. (2021). Serological Survey of Canine Vector-Borne Infections in North-Center Spain. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.784331>
- Randolph, S. E., Green, R. M., Hoodless, A. N., & Peacey, M. F. (2002). An empirical quantitative framework for the seasonal population dynamics of the tick *Ixodes ricinus*. *Int J Parasitol.*, 32 (8), 979-89. doi: 10.1016/s0020-7519(02)00030-9.
- Reisen, W. K., Fang, Y., & Martinez, V. M. (2006). Effects of Temperature on the Transmission of West Nile Virus by *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.*, 43 (2). <https://academic.oup.com/jme/article/43/2/309/1061884>
- René, M., Chêne, J., Beauvils, J. P., Valiente Moro, C., Bourdoiseau, G., Mavingui, P., & Chabanne, L. (2012). First evidence and molecular characterization of *Babesia vogeli* in naturally infected dogs and *Rhipicephalus sanguineus* ticks in southern France. *Veterinary Parasitology*, 187 (3–4), 399–407. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.01.030>
- René-Martellet, M., Moro, C. V., Chêne, J., Bourdoiseau, G., Chabanne, L., & Mavingui, P. (2015). Update on epidemiology of canine babesiosis in Southern France. *BMC Veterinary Research*, 11 (1). <https://doi.org/10.1186/s12917-015-0525-3>
- Rinaldi, L., Musella, V., Biggeri, A., Cringoli, G., 2006. New insights into the application of geographical information systems and remote sensing in veterinary parasitology. *Geospatial Health*, 1, 33–47.
- Rogers, D. J., & Randolph, S. E. (2006). Climate Change and Vector-Borne Diseases. *Advances in Parasitology*, 62, 345–381. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(05\)62010-6](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(05)62010-6)
- Roiz, D., Ruiz, S., Soriguer, R., & Figuerola, J. (2014). Climatic effects on mosquito abundance in Mediterranean wetlands. *Parasites and Vectors*, 7 (1). <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-333>
- Rossati, A. (2017). Global warming and its health impact. *International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 8 (1), 7–20. <https://doi.org/10.15171/ijoem.2017.963>
- Rupasinghe, R., Chomel, B. B., & Martínez-López, B. (2022). Climate change and zoonoses: A review of the current status, knowledge gaps, and future trends. *Acta Tropica*, 226. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2021.106225>
- Sainz, Á., Roura, X., Miró, G., Estrada-Peña, A., Kohn, B., Harrus, S., & Solano-Gallego, L. (2015). Guideline for veterinary practitioners on canine ehrlichiosis and anaplasmosis in Europe. *Parasites and Vectors*, 8 (1). <https://doi.org/10.1186/s13071-015-0649-0>
- Santa-Ana, M., Khadem, M., & Capela, R. (2006). Natural Infection of *Culex theileri* (Diptera: Culicidae) with *Dirofilaria immitis* (Nematoda: Filarioidea) on Madeira Island, Portugal. *J. Med. Entomol.*, 43 (1). <https://academic.oup.com/jme/article/43/1/104/957168>

- Santi, A., Renzi, M., Baldelli, R., Calzolari, M., Caminiti, A., Dell'anna, S., Galletti, G., Lombardini, A., Paternoster, G., & Tamba, M. (2014). A surveillance program on canine leishmaniasis in the public kennels of emilia-romagna region, northern Italy. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 14 (3), 206–211. <https://doi.org/10.1089/vbz.2013.1362>
- Santos, A. S., Bacellar, F., & Dumler, J. S. (2009). A 4-year study of *Anaplasma phagocytophilum* in Portugal. *Clinical Microbiology and Infection*, 15 (suppl. 2), 46–47. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02172.x>
- Savić, S., Vidić, B., Grgić, Z., Potkonjak, A., & Spasojevic, L. (2014). Emerging vector-borne diseases - Incidence through vectors. *Frontiers in Public Health*, 2 (Dec). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00267>
- Savić S, Vidić B, & Lazić S. (2010). *Borrelia burgdorferi* in ticks and dogs in the province of Vojvodina, Serbia. *Parasite*, 17 (4), 357-361. <https://doi.org/10.1051/parasite/2010174357>
- Schneider, S. H. (1994). Detecting Climatic Change Signals: Are There Any “Fingerprints”? *Science*, 263 (5145), 341-7. doi: 10.1126/science.263.5145.341.
- Schönian, G., Mauricio, I., Gramiccia, M., Cañavate, C., Boelaert, M., & Dujardin, J. C. (2008). Leishmaniasis in the Mediterranean in the era of molecular epidemiology. *Trends in Parasitology*, 24 (3), 135–142. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2007.12.006>
- Self, S. C. W., Liu, Y., Nordone, S. K., Yabsley, M. J., Walden, H. S., Lund, R. B., Bowman, D. D., Carpenter, C., McMahan, C. S., & Gettings, J. R. (2019). Canine vector-borne disease: Mapping and the accuracy of forecasting using big data from the veterinary community. *Animal Health Research Reviews. Anim Health Res Rev.*, 20 (1), 47-60. doi: 10.1017/S1466252319000045.
- Semenza, J. C., & Menne, B. (2009). Climate change and infectious diseases in Europe. *The Lancet Infectious Diseases*, 9 (6), 365–375. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(09\)70104-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(09)70104-5)
- Semenza, J. C., & Paz, S. (2021). Climate change and infectious disease in Europe: Impact, projection and adaptation. *Lancet Reg Health Eur.*, 9,100230. doi: 10.1016/j.lanepe.2021.100230.
- Semenza, J. C., & Suk, J. E. (2018). Vector-borne diseases and climate change: A European perspective. In *FEMS Microbiology Letters*, 365 (2). <https://doi.org/10.1093/femsle/fnx244>
- Shaw, S., & Day, M. J. (2005). Arthropod-borne infectious diseases of the dog and cat. Manson Pub./Veterinary Press.
- Signorini, M., Cassini, R., Drigo, M., Frangipane Di Regalbono, A., Pietrobelli, M., Montarsi, F., & Stensgaard, A.S. (2014). Ecological niche model of *Phlebotomus perniciosus*, the main vector of canine leishmaniasis in north-eastern Italy. *Geospatial Health.*, 9 (1), 193-201. doi: 10.4081/gh.2014.16.
- Silveira, J. A. G., Passos, L. M. F., & Ribeiro, M. F. B. (2009). Population dynamics of *Rhipicephalus sanguineus* (Latrielle, 1806) in Belo Horizonte, Minas Gerais state, Brazil. *Veterinary Parasitology*, 161 (3–4), 270–275. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.01.028>

- Solano-Gallego, L., & Baneth, G. (2011). Babesiosis in dogs and cats-Expanding parasitological and clinical spectra. *Veterinary Parasitology*, 181 (1), 48–60. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.04.023>
- Süss, J., Klaus, C., Gerstengarbe, F. W., & Werner, P. C. (2008). What makes ticks tick? Climate change, ticks, and tick-borne diseases. *Journal of Travel Medicine*, 15(1), 39–45. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8305.2007.00176.x>
- Swain, V., Seth, R. K., Mohanty, S. S., & Raghavendra, K. (2008). Effect of temperature on development, eclosion, longevity and survivorship of malathion-resistant and malathion-susceptible strain of *Culex quinquefasciatus*. *Parasitology Research*, 103 (2), 299–303. <https://doi.org/10.1007/s00436-008-0969-5>
- Trotz-Williams, L. A., & Trees, A. J. (2012). Systematic review of the distribution of the major vector-borne parasitic infections in dogs and cats in Europe. *Vet Rec.*, 152 (4), 97-105. doi: 10.1136/vr.152.4.97.
- Vezzani, D., & Carbajo, A. E. (2006). Spatial and temporal transmission risk of *Dirofilaria immitis* in Argentina. *International Journal for Parasitology*, 36 (14), 1463–1472. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2006.08.012>
- Watson, R. T., Patz, J., Gubler, D. J., Parson, E. A., & Vincent, J. H. (2005). Environmental health implications of global climate change. *Journal of Environmental Monitoring*, 7(9), 834–843. <https://doi.org/10.1039/b504683a>
- Wilke, A. B. B., Beier, J. C., & Benelli, G. (2019). Complexity of the relationship between global warming and urbanization – an obscure future for predicting increases in vector-borne infectious diseases. *Current Opinion in Insect Science*, 35, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2019.06.002>
- Zinsstag, J., Crump, L., Schelling, E., Hattendorf, J., Maidane, Y. O., Ali, K. O., Muhammed, A., Umer, A. A., Aliyi, F., Nooh, F., Abdikadir, M. I., Ali, S. M., Hartinger, S., Mäusezahl, D., de White, M. B. G., Cordon-Rosales, C., Castillo, D. A., McCracken, J., Abakar, F., ... Cissé, G. (2018). Climate change and One Health. *FEMS Microbiology Letters*, 365 (11). <https://doi.org/10.1093/femsle/fny085>
- Zwiers, F. W., & Weaver, A. J. (2000). The Causes of 20th Century Warming. *Science*, 290 (5499), 2081-2083. doi: 10.1126/science.290.5499.2081.