



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Artigo de Revisão

**LEPTOSPIROSE CANINA: ECOLOGIA DA INFECÇÃO, FATORES DE RISCO E IMPACTO NA SAÚDE
PÚBLICA**

Arthur Mathieu Valentin Breton

Coimbra, julho 2025



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Artigo de Revisão

**LEPTOSPIROSE CANINA: ECOLOGIA DA INFECÇÃO, FATORES DE RISCO E IMPACTO NA SAÚDE
PÚBLICA**

Coimbra, julho 2025

Arthur Mathieu Valentin Breton

Constituição do Júri

Presidente Júri: Professora Doutora Ana

Catarina Pais dos Santos Figueira

Arguente: Professora Doutora Anália Georgina

Vital do Carmo e Professora Doutora Sofia

Alexandra Giestas Cancela Duarte

Orientador interno: Professora Doutora Sofia

Ferreira Anastácio

Trabalho realizado sob a orientação da Professora

Doutora Sofia Ferreira Anastácio e co-orientação do

Professor Sérgio Eduardo Ramalho de Sousa



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



AGRADECIMENTOS

A todos os professores da Escola Universitária Vasco da Gama pela valiosa transmissão de conhecimentos e pela dedicação ao longo da formação, assim como ao pessoal da escola, que me proporcionou um ambiente de estudo favorável ao longo de todo o meu percurso.

Um agradecimento especial à minha orientadora de estágio, Sofia Anastácio, e ao meu coorientador, Sérgio Sousa, pela orientação, experiência e apoio prestados ao longo de todo o estágio e da redação da dissertação final. Os seus conselhos sábios e a sua mentoria enriqueceram a minha experiência e contribuíram significativamente para o meu progresso na área da epidemiologia veterinária.

Aos diversos tutores de estágio, estou grato pelo acolhimento, orientação e apoio durante as diferentes fases da prática clínica. O seu contributo foi essencial para o meu desenvolvimento profissional e pessoal no âmbito da minha futura profissão.

Aos meus amigos franceses e portugueses, o meu sincero obrigado pelos momentos de alegria, descontração e companheirismo que tanto contribuíram para tornar esta jornada mais leve e feliz. À minha namorada pelo suporte constante, pela paciência e pela ajuda preciosa durante o estágio final e a redação desta dissertação.

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão à minha família, em especial aos meus pais e irmãos, pelo apoio incondicional ao longo destes seis anos de estudos. Graças a eles, pude realizar este percurso com serenidade e confiança. Agradeço também pela ajuda prestada durante a elaboração desta dissertação.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	VIII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	X
RESUMO	2
PALAVRAS-CHAVE.....	2
ABSTRACT	3
KEY WORDS	3
1. INTRODUÇÃO	4
2. BREVE SÍNTESE HISTÓRICA DA LEPTOSPIROSE	5
3. O AGENTE ETIOLÓGICO	6
3.1. CARACTERÍSTICAS DO AGENTE	8
4. MECANISMO PATOGÉNICO	9
4.1. MANIFESTAÇÃO CLÍNICA NO CÃO	11
5. DIAGNÓSTICO.....	12
5.1. DIAGNÓSTICO LABORATORIAL DIRETO.....	12
5.2. DIAGNÓSTICO LABORATORIAL INDIRETO.....	13
6. ECOLOGIA DA INFECÇÃO	13
6.1. HOSPEDEIROS.....	14
6.1.1. <i>Vias de eliminação</i>	15
6.2. FORMAS DE TRANSMISSÃO	15
6.3. PERSISTENCIA NO MEIO AMBIENTE	16
7. FATORES DE RISCO E IMPACTO NA SAÚDE PÚBLICA	17
7.1. FATORES INDIVIDUAIS	17
7.3. FATORES AMBIENTAIS	17
7.4. FATORES SOCIAIS	18
7.5. FATORES DE RISCO PARA O HOMEM	18
8. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E TEMPORAL EM CÃES.....	20
9. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E TEMPORAL NO HOMEM	22
10. EFEITOS CLIMÁTICOS: CAUSA DE REEMERGÊNCIA DA LEPTOSPIROSE	25
10.1. ESTRATÉGIA DE PREVENÇÃO MUNDIAL	26

11. DISCUSSÃO	27
12. CONCLUSÃO	28
13. BIBLIOGRAFIA	28



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Posicionamento filogenético do género <i>Leptospira</i> no domínio Bacteria.....	6
Figura 2. Árvore filogenética das genomospécies de <i>Leptospira</i>	8
Figura 3. Ciclo de infeção de <i>Leptospira</i> entre os diferentes hospedeiros e o meio ambiente.....	13

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evolução temporal entre 2007 e 2023 dos casos notificados de leptospirose na EU.....	23
Gráfico 2. Evolução temporal entre 2016 e 2023 da taxa de notificação (Números de casos / 100 000 habitantes) da França e do Portugal	24

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Exemplo da integração das leptospirosas patogénicas a partir da classificação genética e antigénica.....	7
Tabela 2. Hospedeiros reservatórios dos principais serovares reportados em cães.....	15
Tabela 3. Distribuição geográfica da seroprevalência em cães saudáveis e serovares predominantes por região.....	20
Tabela 4. Distribuição geográfica de seroprevalência em cães infetados ou com suspeita de leptospirose e serovares predominantes por região.....	21
Tabela 5. Distribuição geográfica da seroprevalência em humanos e serovares predominantes por região.....	22

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

CDC: *Center for Disease Control and Prevention*

DTN: Doença Tropical Negligenciada

GAG: Glicosaminoglicanos

LERG: *Leptospirosis Burden Epidemiology Reference Group*

LPS: Lipopolissacáridos

TAM: Teste aglutinação macroscópica

MET: Matriz extracelular

OMS: Organização Mundial da Saúde

PCR: *Polymerase Chain Reaction*

SHPL: síndrome de hemorragia pulmonar leptospírico

UE: União Europeia

LEPTOSPIROSE CANINA: ECOLOGIA DA INFECÇÃO, FATORES DE RISCO E IMPACTO NA SAÚDE PÚBLICA

Arthur Breton^a, Sérgio Sousa^b, Sofia Anastácio^b

^a Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes 197, Campus Universitário, Lordemão, 3020-210, Coimbra, Portugal (aluno.1900844@euvg.pt)

^b CIVG- Centro de Investigação Vasco da Gama/ EUVG- Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes 197, Campus Universitário- Bloco B, Lordemão, 3020-210, Coimbra, Portugal. (sergio.sousa@euvg.pt; sofia.anastacio@euvg.pt)



RESUMO

A leptospirose é uma zoonose de distribuição mundial, causada por bactérias do género *Leptospira*, que afeta mamíferos, incluindo cães e humanos. Os cães podem atuar como sentinelas ou fontes de infeção para humanos. A transmissão ocorre por contacto direto ou indireto com urina infetada, frequentemente através de ambientes contaminados. Os roedores são reconhecidos como o principal hospedeiro reservatório de *Leptospira*, mas outros hospedeiros podem também manter a infeção num ecossistema de acordo com a região e influenciando a prevalência local.

Este trabalho tem como objetivo central analisar a ecologia da infeção por *Leptospira* em cães, identificar os principais fatores de risco associados à doença e refletir sobre o seu impacto na saúde pública, enquadrando a análise na perspetiva One Health. O trabalho baseia-se numa revisão bibliográfica da literatura científica recente, abordando aspetos como a etiologia, mecanismos de transmissão, persistência ambiental, fatores de risco individuais, sociais e ecológicos, além das estratégias de prevenção a nível global.

A leptospirose é frequentemente subdiagnosticada devido à sua apresentação clínica inespecífica e à possibilidade de infeções assintomáticas, o que contribui para a sua subnotificação e classificação como doença negligenciada. A identificação de novos serovares em diferentes regiões e a alteração no padrão de distribuição geográfica da infeção refletem a dinâmica epidemiológica da infeção, influenciada por fatores ambientais, comportamentais e socioeconómicos, bem como pelas alterações climáticas e práticas agrícolas.

A prevenção e controlo da leptospirose exigem uma abordagem multidisciplinar, integrando a vacinação, a vigilância epidemiológica, a educação da população e a sensibilização dos profissionais de saúde. O estudo reforça a necessidade de colaboração entre os setores de saúde animal, humana e ambiental para uma resposta eficaz à leptospirose, destacando a importância de estratégias integradas e coordenadas no contexto One Health.

PALAVRAS-CHAVE

Cão, epidemiologia, fatores de risco, Leptospirose, saúde pública, zoonose

ABSTRACT

Leptospirosis is a worldwide zoonosis caused by bacteria of the genus *Leptospira* that affects mammals, including dogs and humans. Dogs can act as sentinels or sources of infection for humans. Transmission occurs through direct or indirect contact with infected urine, often through contaminated environments. Rodents are recognised as the main reservoir host for *Leptospira*, but other hosts can also maintain infection in an ecosystem, depending on the region and influencing local prevalence.

This work aims to analyze the ecology of *Leptospira* infection in dogs, to identify the main risk factors associated with the disease, and to reflect on its impact on public health, focusing the analysis within the One Health perspective. The work is based on a bibliographic review of recent scientific literature, addressing aspects such as etiology, transmission mechanisms, environmental persistence, individual, social, and ecological risk factors, as well as global prevention strategies.

Leptospirosis is often underdiagnosed due to its non-specific clinical presentation and the possibility of asymptomatic infections, which contributes to its underreporting and classification as a neglected disease. The identification of new serovars in different regions and the change in the geographical distribution pattern of the infection reflect the epidemiological dynamics of the infection, influenced by environmental, behavioural and socio-economic factors, as well as climate change and agricultural practices.

The prevention and control of leptospirosis requires a multidisciplinary approach, integrating vaccination, epidemiological surveillance, population education and awareness-raising among health professionals. This study reinforces the need for collaboration between the animal, human and environmental health sectors for an effective response to leptospirosis, emphasizing the importance of integrated and coordinated strategies in the One Health context.

KEYWORDS

Dog, epidemiology, leptospirosis, public health, risk factors, zoonosis

1. INTRODUÇÃO

A leptospirose, causada por espiroquetas patogénicas do género *Leptospira*, apresenta uma ocorrência mundial e afeta mamíferos, incluindo os cães e o homem (Ellis, 2015; Daroz *et al.*, 2021). A leptospirose é uma zoonose relevante, potencialmente fatal, e os cães podem atuar como sentinelas ou como fontes de infeção para humanos (Dupouey *et al.*, 2014; Ricardo *et al.*, 2020).

As duas principais espécies responsáveis pela infeção em cães são *Leptospira interrogans* e *Leptospira kirschneri*, embora outras espécies, como *L. borgpetersenii*, *L. noguchii* e *L. santarosai*, também possam estar envolvidas (Reagan and Sykes, 2019; Samrot *et al.*, 2021; Griebisch *et al.*, 2022). Em cães, a leptospirose caracteriza-se, na maioria dos casos, pela ocorrência de um quadro de insuficiência renal aguda, podendo também haver envolvimento hepático, pulmonar e em alguns casos lesões hemorrágicas (Ellis, 2015; Griebisch *et al.*, 2022).

A infeção ocorre por contato direto ou indireto com urina infetada, designadamente por contacto com o meio ambiente contaminado (Dupouey *et al.*, 2014; Ellis, 2015; Reagan and Sykes, 2019).

Os roedores são considerados os principais hospedeiros reservatórios ao nível mundial, contribuindo para a transmissão das leptospirosas a outras espécies (Boey *et al.*, 2019; Zinsstag *et al.*, 2020). Porém, outros hospedeiros podem ser reservatório, variando de acordo com a região geográfica, o que influencia também diferenças observadas na seroprevalência, entre regiões (Ellis, 2015; Schuller *et al.*, 2015; Griebisch *et al.*, 2022).

A leptospirose é uma zoonose bem conhecida. Porém, a influência de fatores ambientais, comportamentais, socioeconómicos no ciclo da infeção em cães origina um padrão dinâmico na epidemiologia desta zoonose com, por exemplo, identificação de novos serovares em algumas regiões ou mesmo uma alteração no padrão de distribuição geográfica da infeção (Zinsstag *et al.*, 2020).

O incremento de casos de leptospirose canina em áreas urbanas e rurais pode estar associado a fatores como alterações climáticas, alteração das práticas agrícolas e da utilização dos solos, assim como práticas inadequadas de manejo de animais (Dupouey *et al.*, 2014; Pijnacker *et al.*, 2016; Zinsstag *et al.*, 2020). A leptospirose é muitas vezes subestimada num contexto da saúde animal, em parte devido à sua apresentação clínica inespecífica e polimórfica, o que dificulta o diagnóstico precoce. Além disso, muitos casos de infeção em animais, designadamente em cães, podem ter uma manifestação ligeira ou mesmo ausente (i.e. infeção assintomática), contribuindo para um subdiagnóstico (Taylor *et al.*, 2021). Assim, pode ser considerado que a leptospirose é uma infeção negligenciada, na medida em que a falta de sensibilização dos profissionais de saúde em relação à complexidade da doença pode conduzir a um subdiagnóstico e, conseqüentemente, a uma subnotificação. Por vezes, devido à baixa especificidade do quadro clínico, pode ocorrer um diagnóstico tardio, com conseqüências que podem

ser graves, tanto para os animais como os seres humanos em contato com eles (Reagan and Sykes, 2019; Daroz *et al.*, 2021; Samrot *et al.*, 2021). Apesar da vacinação contra a leptospirose ser atualmente classificada como *core* para cães em regiões enzoóticas de acordo com as diretrizes internacionais (Squires *et al.*, 2024), a sua implementação na prática clínica ainda pode ser limitada em alguns contextos, seja por falta de sensibilização por parte dos tutores, limitações económicas ou simplesmente pela não implementação das recomendações. Uma falha na cobertura vacinal contribui para a persistência e disseminação da infeção (Sykes *et al.*, 2023; Villanueva and Brundage, 2025).

Este trabalho visa analisar a literatura científica sobre a leptospirose canina e o seu impacto na saúde pública assim como sistematizar os conhecimentos atuais sobre o tema. Pretende-se assim descrever os principais aspetos relacionados com a leptospirose canina e analisar os fatores de risco relacionados com a infeção em cães, enfatizando a sua ecologia, as formas de transmissão e o impacto na saúde pública. Será ainda abordada a influencia das alterações climáticas e ambientais na prevalência de leptospirose. A informação compilada permitirá ajustar as estratégias de prevenção e controlo da leptospirose, tanto para a saúde animal como para a saúde pública.

2. BREVE SÍNTESE HISTÓRICA DA LEPTOSPIROSE

A primeira descrição clínica de leptospirose, com um quadro de icterícia associado a insuficiência renal foi feita, numa publicação pelo médico alemão Adolf Weil, em 1886, em Heidelberg, tendo sido designada como Doença de Weil (Adler, 2015). No entanto, síndromes semelhantes já haviam sido descritas alguns anos antes entre trabalhadores na rede de esgotos e em campos de arroz na China. O termo japonês "Akiyami", que significa "febre do outono" também era utilizado para designar a leptospirose (Levett, 2001; Adler, 2015; Tarantola and Goarant, 2018).

As leptospirosas patogénicas foram observadas pela primeira vez por Stimson, em 1907, utilizando uma coloração argéntica em tecido renal de um paciente que havia tido um diagnóstico inicial de febre amarela. A bactéria observada foi designada inicialmente de *Spirochaeta interrogans* devido às terminações em gancho que lhe conferiam uma forma semelhante a um ponto de interrogação (Levett, 2001). Entretanto, em 1915-1916, investigadores no Japão e na Europa isolaram e identificaram independentemente a bactéria causadora da Doença de Weil, designando-a de *Spirochaeta icterohaemorrhagiae* (Adler, 2015; Tarantola and Goarant, 2018).

Em 1918, a partir de estirpes isoladas em países da Europa, no Estados Unidos da América e do Japão, Noguchi concluiu que estas apresentavam características únicas relativamente a outras espiroquetas conhecidas, tendo sido proposto o género *Leptospira* (Adler, 2015; Tarantola and Goarant, 2018).

Leptospira interrogans serovar Icterohaemorrhagiae terá sido introduzido na Europa Ocidental durante o século XVIII, com a disseminação do rato castanho (*Rattus norvegicus*) oriundo da Eurásia. O papel dos roedores como principais reservatórios de leptospirosas foi reconhecido em 1917 (Levett, 2001; Adler, 2015; Tarantola and Goarant, 2018).

A leptospirose foi reconhecida como uma zoonose global, afetando diversos mamíferos e causando síndromes variadas, desde formas leves até casos graves como a síndrome de Weil (Bharti *et al.*, 2003).

3. O AGENTE ETIOLÓGICO

Taxonomicamente, o agente etiológico da leptospirose pertence à ordem Spirochaetales e família Leptospiraceae. Esta família inclui os géneros *Leptonema* e *Leptospira*, sendo as bactérias patogénicas deste último responsáveis pela leptospirose (Figura 1) (Schuller *et al.*, 2015).

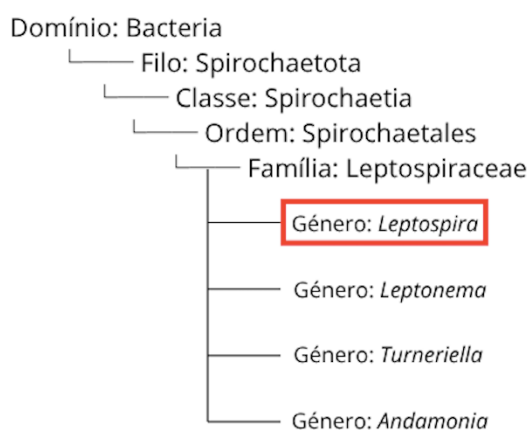


Figura 1. Posicionamento filogenético do género *Leptospira* no domínio Bacteria.

A classificação do género *Leptospira* baseou-se, inicialmente, em características antigénicas, associadas a lipopolissacáridos (LPS) de superfície, e analisadas por provas serológicas de aglutinação sendo as leptospirosas diferenciadas em serovares. Esta classificação reconheceu duas espécies serológicas no género *Leptospira*, *Leptospira interrogans* e *Leptospira biflexa* sendo que a virulência foi reconhecida apenas em *L. interrogans*. Porém as duas espécies incluem uma grande diversidade de serovares (Vincent *et al.*, 2019).

Com o desenvolvimento da genética molecular, a classificação genética das leptospirosas baseou-se na análise filogenética das sequências do DNA ribossomal 16S, permitiu a identificação de 64 espécies genéticas (genomospécies) pertencentes ao género *Leptospira* da qual existem mais de 300 serovares divididos em 23 serogrupos (Schuller *et al.*, 2015; Vincent *et al.*, 2019; Griebisch *et al.*, 2022).

O serovar, a unidade mais pequena da classificação antigénica, corresponde a uma variação específica nos antígenos de superfície, geralmente LPS. Um serogrupo agrupa vários serovares com antígenos próximos, podendo haver uma reação cruzada em testes serológicos como o Teste de Aglutinação Microscópica (TAM) (Levett, 2001; Schuller *et al.*, 2015).

As informações obtidas através da classificação genética de *Leptospira* conduziram a uma reclassificação mais complexa que inclui, além da classificação antigénica, também o agrupamento em quatro grandes clados ou ramos filogenéticos. Um clado constitui um grupo de organismos com um ancestral comum. A classificação das leptospiros é atualmente mais complexa em que alguns serovares do mesmo serogrupo se encontram integrados em espécies genómicas distintas (Tabela 1) (Vincent *et al.*, 2019; Griebisch *et al.*, 2022).

Tabela 1. Exemplo da integração das leptospiros patogénicas a partir da classificação genética e antigénica (Adaptado de Griebisch *et al.*, 2022)

Género	Clado	Espécie	Serogrupo	Serovar	Estirpe
Leptospira	P1	<i>Leptospira interrogans</i>	Sejroe	Hardjo	Hardjoprajitano
				Sejroe	M 84
				Saxkoebing	Mus 24
				Wolfii	3709
		<i>Leptospira borgpetersenii</i>		Hardjo	Hardjobovis
					Lely 607

As 68 espécies de *Leptospira* identificadas estão organizadas em clados, nomeadamente P1, P2, S1 e S2:

- **Clado P1:** inclui a espécies patogénicas de elevada virulência como *Leptospira interrogans*, *L. borgpetersenii* e *L. kirschneri*, sendo responsáveis pela maioria dos casos de leptospirose clínica em cães;
- **Clado P2:** inclui espécies patogénicas de virulência intermédia que ocasionalmente podem causar doença em cães, como *Leptospira licerasiae*, *Leptospira hartskeerlii*;
- **Clados S1 e S2:** inclui espécies não patogénicas, geralmente encontradas no ambiente com *Leptospira biflexa*, *Leptospira idonii* (Vincent *et al.*, 2019; Sykes *et al.*, 2023).

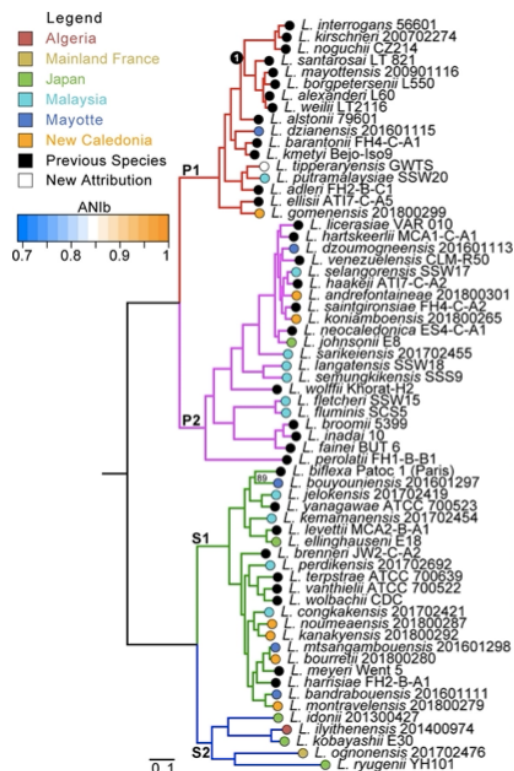


Figura 2. Árvore filogenética das genomospecies de *Leptospira* (Vincent *et al.*, 2019).

[Os ramos coloridos correspondem aos quatro clados: P1 (vermelho), P2 (cor-de-rosa), S1 (verde), S2 (azul)]

3.1. CARACTERÍSTICAS DO AGENTE

Leptospira deriva etimologicamente do termo "lepto" que significa fino ou delgado e "spira" significa espiral. As leptospiros são assim bactérias com morfologia helicoidal, finas (0,1 µm de diâmetro) e com uma extremidade em forma de gancho. Morfologicamente são classificadas como espiroquetas. A sua estrutura integra lipopolissacáridos (LPS) com uma composição semelhante à de outras bactérias gram-negativas, mas tem menor atividade endotóxica (Levett, 2001; Adler and de la Peña Moctezuma, 2010). Apesar de serem consideradas bactérias Gram-negativas, as leptospiros não são visíveis com a coloração de Gram devido ao seu diâmetro extremamente reduzido e à sua morfologia espiralada. A observação das leptospiros em esfregaços pode ocorrer colorações específicas (e.g. coloração de fuscina carbólica) (Levett, 2001).

Em microscopia eletrónica, numa secção transversal, pode observar-se uma membrana externa e uma membrana interna. Entre as duas membranas existe um espaço periplasmático onde se encontram dois flagelos ou filamentos axiais responsáveis pela motilidade (Adler and de la Peña Moctezuma, 2010). A membrana externa é constituída por três camadas de lipoproteínas, lipossacáridos e mucopéptidos antigénicos. Os flagelos estão inseridos na extremidade subterminal do cilindro protoplasmático, mais interno. Existem normalmente dois, cada um ligado a uma extremidade. O

cilindro protoplasmático, enrolado numa hélice, corresponde ao corpo celular, caracterizado por um citoplasma sem mitocôndrias, mas constituído por ribossomas e um núcleo (Adler and de la Peña Moctezuma, 2010)

As leptospiros são bactérias aeróbias estritas, sendo que a temperatura ótima de crescimento é de 28 a 30 °C. Estas bactérias são catalase positivas, oxidase positivas, e desenvolvem-se em meios simples, desde que enriquecidos com vitaminas (e.g. B2 e B12), ácidos gordos de cadeia longa e sais de amónio (Levett, 2001).

4. MECANISMO PATOGENICO

Após penetração através de mucosas, lesões cutâneas ou pele macerada, as leptospiros patogénicas atingem a corrente sanguínea, disseminando-se rapidamente por todo o organismo do hospedeiro (Ellis, 2015; Griebisch *et al.*, 2022). Um estudo demonstrou a presença de leptospiros na corrente sanguínea apenas 10 minutos após uma infeção experimental, por via intraperitoneal, intradérmica e intraocular em animais de laboratório (Banfi *et al.*, 1982).

Após a entrada através da pele ou mucosas, ocorre uma bacteriemia com uma duração de cerca de 10 dias. Na sequência desta bacteriemia ocorre uma vasculite que pode causar processos isquémicos orgânicos. Além disso, ocorre também, a colonização do fígado e dos rins, o que posteriormente conduz à eliminação de leptospiros na urina (Griebisch *et al.*, 2022).

Diversos estudos demonstraram que determinadas proteínas da membrana externa de *Leptospira interrogans* desempenham um papel fundamental como fatores de adesão, ao ligarem-se a moléculas recetoras das células alvo. Estas proteínas interagem assim com componentes da matriz extracelular (MEC) das células alvo, como a laminina e os glicosaminoglicanos (GAGs), facilitando a adesão e a colonização (Daroz *et al.*, 2021).

De facto, a interação entre proteínas leptospíricas (e.g. Lsa27, LIC12796, OmpL47 e LigB) e componentes da MEC (e.g. laminina, colágeno, fibronectina e elastina) facilitam a difusão inicial. Adesinas como LipL32, OmpL1 e LenA favorecem a adesão a células endoteliais e epiteliais. Algumas proteínas ligam-se também ao plasminogénio convertendo-o em plasmina que degrada componentes da MEC e da cascata de coagulação, facilitando a difusão nos tecidos (Daroz *et al.*, 20021).

A capacidade invasiva das leptospiros é considerada um fator essencial da sua patogenicidade. Foi observado que quanto maior a virulência de uma estirpe, maior é a sua capacidade de adesão à membrana extracelular de fibroblastos de rato. Inversamente, estirpes menos virulentas apresentam menor capacidade de adesão. Verificou-se também que a capacidade de adesão aumenta com a temperatura, atingindo um pico entre 30 °C e 37 °C. De facto, estudos realizados em células

eucarióticas, revelaram que a capacidade de adesão a células renais é máxima a 37 °C e reduz drasticamente a 4 °C, com uma decréscimo de 95% em relação ao observados a 30 °C (Daroz *et al.*, 2021).

Além disso, a plasmina reduz a deposição de C3b e IgG, dificultando o reconhecimento imunitário e a opsonização / fagocitose pelas células do sistema imunitário. (Daroz *et al.*, 2021). Paralelamente, as leptospiros demonstram uma resistência ao sistema complemento devido à capacidade de se ligarem a moléculas reguladoras do complemento (e.g. C4b-binding protein (C4BP), fator H (FH), vitronectina e componentes terminais C7, C8 e C9). Esta interação inibe a via clássica e a via alternativa do complemento, contribuindo para uma evasão imunitária e persistência da infeção no hospedeiro (Daroz *et al.*, 2021).

Assim, durante uma fase inicial da infeção, as leptospiros utilizam mecanismos que lhes permitem escapar à deteção e inativação pelo sistema imunitário inato. O seu movimento em espiral “tipo saca-rolhas” facilita a penetração nos tecidos. Através da adesão às células endoteliais e dos seus movimentos, enfraquecem as junções entre intercelulares e atravessam facilmente as paredes dos vasos sanguíneos. Esta ação aumenta a permeabilidade vascular, podendo originar hemorragias e extravasamento de fluidos. (Sykes *et al.*, 2023).

As espécies patogénicas de *Leptospira* interagem com proteínas plasmáticas como o fibrinogénio e a trombina, interferindo com a cascata da coagulação do que pode resultar uma inibição da formação de rede de fibrina, com papel importante no desenvolvimento da síndrome de hemorragia pulmonar leptospírica (SHPL) reportada em cães e noutras espécies. Alterações hemorrágicas também podem estar relacionadas com a destruição direta das plaquetas e alteração da sua capacidade de adesão, contribuindo para trombocitopenia e distúrbios de coagulação (Schuller *et al.*, 2015; Sykes *et al.*, 2023). A disfunção hepática associada à leptospirose resulta de uma rutura nas junções intercelulares dos hepatócitos levando ao extravasamento de bÍlis do que resulta uma hepatopatia colestática caracterizada por dificuldade no fluxo biliar e pela acumulação de pigmentos biliares que pode manifestar-se por icterícia. Ao nível bioquímico, esta alteração manifesta-se por um aumento das enzimas hepáticas, por hiperbilirrubinémia e, frequentemente, hipoalbuminemia (Sykes *et al.*, 2023). No rim, as leptospiros colonizam preferencialmente os túbulos renais, onde podem formar biofilmes e persistir mesmo após a eliminação da bactéria do sangue. Originam um quadro de nefrite tubulointersticial aguda. Esta lesão pode evoluir para fibrose renal em casos mais crónicos (Griebsch *et al.*, 2022; Sykes *et al.*, 2023).

Outros órgãos também podem ser afetados, incluindo pulmão, olho, coração, pâncreas, sistema nervoso central e músculos (Sykes *et al.*, 2023).

Com a evolução da infeção, e com o desenvolvimento de uma resposta imunitária ocorre o desaparecimento das leptospiros na circulação sistémica e na maioria dos tecidos. No entanto, as bactérias podem persistir nos túbulos renais, formando biofilmes e permitindo a eliminação prolongada de leptospiros na urina, perpetuando o ciclo de transmissão da doença (Sykes *et al.*, 2023). As lesões diretas causadas pelas leptospiros e as lesões decorrentes de uma resposta inflamatória contribuem para uma doença multiorgânica, cujos sinais clínicos variam de acordo com os órgãos atingidos e com a gravidade da infeção. Em casos graves, pode ocorrer falência renal ou hepática, hemorragias intensas e, eventualmente, morte. Em alguns cães, a infeção renal pode tornar-se crónica, levando à fibrose renal (Schuller *et al.*, 2015; Sykes *et al.*, 2023).

4.1. MANIFESTAÇÃO CLÍNICA NO CÃO

A leptospirose canina é caracterizada por um polimorfismo clínico, dependendo da virulência da estirpe infetante, do estado imunológico do animal e da precocidade do diagnóstico e tratamento. O quadro clínico da leptospirose em cães podendo ir desde infeções subclínicas até formas graves e potencialmente fatais. A doença pode evoluir rapidamente, pelo que a suspeita clínica e a intervenção precoce são essenciais para o prognóstico (Reagan and Sykes, 2019; Taylor *et al.*, 2021; Sykes *et al.*, 2023).

Os sinais clínicos mais comuns incluem letargia, anorexia, vómitos, diarreia e desidratação, frequentemente acompanhados de poliúria e polidipsia (Murphy, 2018; Sykes *et al.*, 2023).

Nos casos em que se desenvolve uma insuficiência renal aguda, pode observar-se uma oligúria ou anúria, associada a isostenúria, azotemia e proteinúria. Em situações graves, pode evoluir para doença renal crónica (Reagan and Sykes, 2019; Sykes *et al.*, 2023).

A insuficiência hepática conduz a uma hepatopatia colestática que se manifesta com icterícia, aumento das enzimas hepáticas e hiperbilirrubinémia. Em alguns casos, pode haver evolução para fibrose hepática (Sykes *et al.*, 2023).

A leptospirose pode também causar manifestações hemorrágicas devido a coagulopatia e trombocitopenia, com aparecimento de petéquias, equimoses, hemorragias gastrointestinais, epistaxis e anemia (Sykes *et al.*, 2023).

O envolvimento pulmonar, normalmente associado ao SHPL, caracteriza-se por dispneia, hemoptise, podendo evoluir rapidamente para insuficiência respiratória aguda (Murphy, 2018; Reagan and Sykes, 2019; Sykes *et al.*, 2023).

Vasculite, pancreatite, miocardite com arritmias, uveíte, conjuntivite, hemorragias retinianas, miosite e sinais gastrointestinais inespecíficos, como dor abdominal, também podem ocorrer (Sykes *et al.*, 2023).

Em casos raros, pode haver envolvimento do sistema nervoso central, manifestando-se por sinais neurológicos (Sykes *et al.*, 2023).

5. DIAGNÓSTICO

O diagnóstico da leptospirose canina requer uma abordagem abrangente, combinando dados clínicos e de exames laboratoriais específicos para confirmar a infeção (Schuller *et al.*, 2015; Sykes *et al.*, 2023). A suspeita clínica integra animais com história de exposição a ambientes húmidos, contacto com animais silvestres ou roedores. Os sinais clínicos como icterícia, hemorragias e/ou sinais de insuficiência renal aguda devem relacionados com parâmetros hematológicos (e.g. leucocitose, trombocitopenia), bioquímicos (e.g. aumento de enzimas hepáticas e bilirrubina), e urinários (proteinúria, hematúria, hemoglobínúria) (Murphy, 2018; Sykes *et al.*, 2023).

5.1. DIAGNÓSTICO LABORATORIAL DIRETO

A deteção molecular do DNA leptospírico pela técnica de *Polymerase Chain Reaction* (PCR) tem um grande valor diagnóstico numa fase inicial da doença, quando a serologia pode ser negativa pela ausência de anticorpos específicos. A PCR pode ser realizada em sangue ou na urina, sendo que nos primeiros dias de infeção deve ser usado o sangue enquanto a urina pode ser utilizada após a primeira semana. É importante que as amostras sejam colhidas antes da antibioterapia. A obtenção de resultado positivo na PCR em amostras de sangue, associados a sinais clínicos, confirma a infeção aguda. Já no caso da urina, a interpretação deve ser mais cuidadosa, relacionando com quadro clínico, devido à possibilidade do animal ser um portador assintomático e o quadro apresentado não estar associado a *Leptospira* (Murphy, 2018; Reagan and Sykes, 2019; Sykes *et al.*, 2022).

Outros métodos, como a observação de esfregaços em microscopia de campo escuro e a cultura, são menos utilizados na rotina devido à baixa sensibilidade e, no caso, da cultura da morosidade na obtenção de resultados (Reagan and Sykes, 2019). No entanto, a cultura é relevante em contexto de investigação de surtos para identificação de serovares circulantes e para orientação de estratégias de prevenção (Sykes *et al.*, 2023).

5.2. DIAGNÓSTICO LABORATORIAL INDIRETO

O Teste de Aglutinação Microscópica (TAM) é considerado *gold-standard* para o diagnóstico da leptospirose. Este teste apresenta algumas limitações, como a necessidade colheitas pareadas para identificar uma infecção aguda através da seroconversão. Isto porque, um resultado positivo com um teste isolado pode refletir exposição prévia ou vacinação. De uma forma geral, títulos de anticorpos $\geq 1:800$ numa única amostra são sugestivos de infecção ativa, mas requerem sempre uma interpretação cuidadosa (Murphy, 2018; Reagan and Sykes, 2019; Sykes *et al.*, 2023).

Testes rápidos *Point of Care* (POC), como o SNAP Lepto® e o WITNESS Lepto® permitem a deteção de anticorpos IgM, mas os valores de sensibilidade e especificidade variam com a região de acordo com os serovares circulantes, com a prevalência da infecção e com o estatuto vacinal dos animais testados. Recomenda-se que os resultados obtidos pelos testes POC devem ser complementados com o TAM para confirmação (Reagan and Sykes, 2019; Sykes *et al.*, 2023). Um estudo realizado na Suécia, evidenciou que o teste SNAP Lepto® apresenta uma baixa sensibilidade em cães assintomáticos (Scahill *et al.*, 2022).

6. ECOLOGIA DA INFECÇÃO

A ecologia da leptospirose canina é complexa, envolvendo um conjunto de interações entre fatores ambientais, hospedeiros e comportamentos que predispõem à exposição (Figura 3) (Sykes *et al.*, 2023).

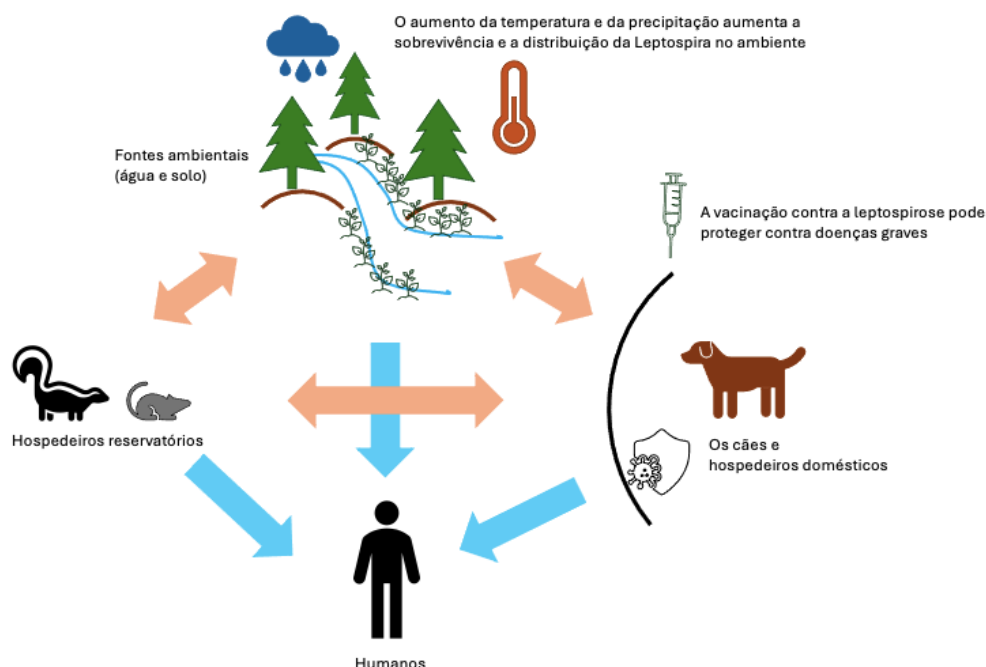


Figura 3. Ciclo de infecção de *Leptospira* entre os diferentes hospedeiros e o meio ambiente.

6.1. HOSPEDEIROS

Cada serovar está adaptado a diferentes hospedeiros designados como hospedeiros reservatórios ou de manutenção (Ellis, 2015; Griebisch *et al.*, 2022). Estes tendem a apresentar uma infecção subclínica ou assintomática, mantendo as leptospiros ao nível dos túbulos renais e excretando-as pela urina durante longos períodos. Constituem assim uma fonte de infecção prolongada para outros animais ou mesmo para o Homem (Ellis, 2015; Bradley and Lockaby, 2023).

Se não existe uma adaptação entre serovar infetante e hospedeiros, ocorre uma infecção acidental. Neste caso ocorre um quadro clínico que varia de um quadro febril moderado a um quadro multissistémico severo (Schuller *et al.*, 2015; Picardeau, 2018; Griebisch *et al.*, 2022).

Os cães são considerados hospedeiros reservatório do serovar Canicola, no entanto, casos clínicos associados a este serovar têm sido reportados (Tabela 2) (Griebisch *et al.*, 2022).

Os hospedeiros reservatórios são diferentes entre regiões, mas ao nível mundial o rato-preto (*Rattus rattus*) e o rato-castanho (*Rattus norvegicus*) são amplamente reconhecidos como os principais reservatórios de serovares como Icterohemorrhagiae, Copenhageni, Ballum, Grippotyphosa (Schuller *et al.*, 2015; Boey *et al.*, 2019; Griebisch *et al.*, 2022). Outros serovares, como Ballum, Autumnalis e, em menor grau, Pomona, também podem ser encontrados em ratos, dependendo da região geográfica (Boey *et al.*, 2019). Estes roedores excretam o agente patogénico em concentração significativamente superior a outros hospedeiros (5.7×10^6 leptospiros por mililitro de urina). Porém, os hospedeiros de grande porte não devem ser negligenciado na epidemiologia da infecção, uma vez que o volume de urina é superior. Estima-se que em grandes mamíferos infetados sejam excretadas na urina $5,1 \times 10^8$ a $1,3 \times 10^9$ leptospiros por dia (Barragan *et al.*, 2017).

Um serovar pode infetar vários hospedeiros e, consequentemente, um hospedeiro pode ser infetada por diversos serovares (Zinsstag *et al.*, 2020; Griebisch *et al.*, 2022).

O Homem é um hospedeiro acidental de *Leptospira* e o seu papel como excretor de leptospiros não é relevante; não sendo assim considerado reservatório (Schuller *et al.*, 2015; Barragan *et al.*, 2017)

Os serovares mais frequentemente reportados em infeções humanas são Icterohaemorrhagiae, Copenhageni, Pomona, Javanica; Canicola, Grippotyphosa, Australis, Hebdomadis e Hardjo, cuja distribuição e importância clínica variam conforme a região geográfica (World Health Organization, 2003; Pijnacker *et al.*, 2016).

Tabela 2. Hospedeiros reservatórios dos principais serovares reportados em cães (Griebsch *et al.*, 2022).

Serovar	Hospedeiro reservatório
Canicola	Cão
Icterohamorrhagiae	Rato-castanho, javali, veado, raposa
Grippotyphosa	Guaxinim, doninha, opossum
Pomoma	Porco, bovinos, doninhas, opossum, Lebres
Hardjo	Bovinos
Bratislava	Porco
Ballum	Rato do campo (<i>Mus musculus</i>), javalis, veados, raposas
Australis	Ouriço

6.1.1. Vias de eliminação

Na infecção por leptospiros, o rim é um órgão importante uma vez que os túbulos contornados reúnem condições que permitem a sua sobrevivência (Griebsch *et al.*, 2022). Numa infecção experimental de *Rattus norvegicus* com *L. interrogans* serovar Copenhageni observou-se uma leptospiúria a partir do 7º dia pós infecção. A localização renal está associada ao aumento da resposta imunitária humoral, com a deteção de anticorpos específicos circulantes, e sustenta o argumento de que o rim permite uma colonização persistente por leptospiros (Monahan, Callanan and Nally, 2009). Este mecanismo explica a leptospiúria prolongada observada em hospedeiros reservatório, favorecendo a contaminação ambiental (Levett, 2001).

6.2. FORMAS DE TRANSMISSÃO

Os cães podem ser infetados através do contacto com água, solo ou superfícies contaminadas com urina de animais portadores, especialmente roedores, os principais reservatórios ao nível mundial (Reagan and Sykes, 2019). Estima-se que cerca de 30% dos ratos (*Rattus norvegicus*) estejam infetados globalmente, com taxas que podem ultrapassar 80% em algumas regiões (Boey *et al.*, 2019; Sykes *et al.*, 2023).

Embora a exposição indireta seja a principal via de transmissão, os cães também podem infetar-se através do contacto direto com outros animais, como pela predação de roedores, mordeduras ou transmissão venérea e placentária (Ellis, 2015; Griebsch *et al.*, 2022; Sykes *et al.*, 2023).

A entrada da bactéria no organismo pode ocorrer através das mucosas, ou da pele com feridas ou abrasões lesões cutâneas (abrasões) ou ainda pela ingestão de tecidos infetados (rim, musculo, fígado, placenta) (Griebsch *et al.*, 2022).

6.3. PERSISTENCIA NO MEIO AMBIENTE

A persistência das leptospiros no ambiente é favorecida por condições de humidade elevada, temperaturas amenas e solos saturados de água, onde podem sobreviver durante semanas ou meses (Sykes *et al.*, 2023). A formação de biofilmes nas vias urinárias de animais reservatórios e em ambientes aquáticos contribui para a resistência bacteriana e a disseminação prolongada. Além disso, a bactéria tem capacidade de se replicar ativamente em solos encharcados, o que aumenta a carga ambiental em áreas propícias, como zonas rurais, parques urbanos ou locais com drenagem deficiente (Sykes *et al.*, 2023).

A leptospirose canina pode ocorrer em meio rural ou em meio urbano, especialmente em áreas onde há acumulação de lixo ou más condições sanitárias que atraem roedores (Sykes *et al.*, 2023).

O ciclo de infeção da leptospirose depende de uma transmissão contínua entre hospedeiros infetados e hospedeiros recetivos. Existem evidências crescentes que indicam a sobrevivência e a viabilidade do agente patogénico no meio ambiente por períodos prolongados (Bradley & Lockaby, 2023). A duração da sobrevivência das leptospiros em *habitat* natural é afetada por fatores abióticos e bióticos. A persistência de leptospiros patogénicas em solo húmido e em água doce por longos períodos depende de um pH ligeiramente alcalino, de oxigénio elevado e de baixas concentrações de sal. Considera-se que meios ligeiramente alcalinos (até pH 8,0) permitem uma sobrevivência mais longa (World Health Organisation, 2003). Mais recentemente, estudos demonstraram que leptospiros patogénicas podem sobreviver alguns meses em água mineral (Andre-Fontaine *et al.*, 2015), até 10 meses a temperatura de 4°C e até 20 meses a 30°C (Thibeaux *et al.*, 2017). As leptospiros podem persistir em águas com baixos níveis de nutrientes (e.g. lagos, rios ou ribeiros), sob uma variedade de condições geográficas e hidrológicas (Bradley & Lockaby, 2023). As leptospiros patogénicas sobrevivem em biofilmes naturais, em ambientes pobres em nutrientes, apresentando uma tolerância aos antibióticos até cinco vezes superior à observada nas formas planctónicas o que dificulta a sua eliminação durante o tratamento (Vinod Kumar *et al.*, 2016). A presença de biofilmes contribui de forma significativa para a persistência ambiental das leptospiros, favorecendo a sua transmissão e aumentando o risco de infeção (Samrot *et al.*, 2021). No solo, sedimentos finos são facilmente colocados em suspensão na presença de água enquanto as partículas de maior dimensão, tendem a sedimentar mais rapidamente. Esta ocorrência pode promover a ressuspensão de agentes patogénicos zoonóticos em cursos de água naturais ou após situações de precipitação intensa. Assim, áreas com textura fina e alto teor de argila representam um maior risco para a manutenção e disseminação da leptospiros (Bierque *et al.*, 2020).

Assim, em ambiente húmidos, podem permanecer viáveis e infetantes durante semanas ou até meses. No entanto, são rapidamente inativadas quando expostas ao calor, ao congelamento, à radiação ultravioleta (sol) ou a diversos desinfetantes (Griebsch *et al.*, 2022).

7. FATORES DE RISCO E IMPACTO NA SAÚDE PÚBLICA

Sendo um fator de risco, um fator que aumenta a probabilidade da ocorrência de um fenómeno, diversos fatores relacionados com as características dos hospedeiros têm sido estudados (Batista *et al.*, 2005).

7.1. FATORES INDIVIDUAIS

Em cães, a idade entre 4 e 9,9 anos parece conferir um risco superior de infeção, em comparação com animais com menos de 1 ano. Também, os machos inteiros apresentam uma maior predisposição para a infeção do que as fêmeas inteiras. Relativamente à raça, os cães pastores, de caça e de trabalho apresentam um risco acrescido, comparativamente aos cães de companhia. É também referido, que os cães de raças mais ativas, que tendem a passar mais tempo no exterior, podem apresentar maior risco de infeção (Batista *et al.*, 2005; Ricardo *et al.*, 2020).

7.2. FATORES DE MANEIO

Os fatores relacionados com o manejo podem influenciar a ocorrência de infeção. Os cães que vivem no exterior ou que passam mais tempo ao ar livre apresentam um maior risco de infeção (Ricardo *et al.*, 2020). O contacto com outros animais silvestres ou domésticos também aumenta o risco de infeção. Além disso, cães com comportamentos de caça apresentaram um risco acrescido de infeção. No que respeita ao manejo alimentar, a alimentação ao ar livre ou o fornecimento de alimentos crus ou não comerciais, parecem aumentar o risco de infeção. Também o acesso a fontes de água parada, ou o contacto com cursos de água aumenta também o risco de infeção em cães (Vyn *et al.*, 2024).

7.3. FATORES AMBIENTAIS

O meio urbano associado a áreas com forte vegetação foi identificado como um fator de risco para a leptospirose. Alguns estudos, em países desenvolvidos, evidenciaram um maior risco de infeção de cães em áreas urbanas (Lu *et al.*, 20203; Vyn *et al.*, 2024; Villanueva and Brundage, 2025), apesar de alguns estudos terem identificado um maior risco em meio rural (Taylor *et al.*, 2021). Também a proximidade da residência a zonas florestais apresentou uma correlação positiva com a ocorrência de casos de leptospirose canina (Lu *et al.*, 2023; Vyn *et al.*, 2024).

Considera-se ainda que a presença de zonas frequentemente inundadas, a existência de fontes de água e a sua proximidade das residências aumentam o risco de infeção por leptospiros (Scahill *et al.*, 2022; Vyn *et al.*, 2024).

A análise da incidência de leptospirose canina demonstra, de forma consistente, uma forte correlação com variações sazonais, sendo que o aumento da precipitação contribui para o aumento do risco de infeção (Schuller *et al.*, 2015; Thibeaux *et al.*, 2017).

7.4. FATORES SOCIAIS

A exposição a águas residuais e a ausência de serviços de saneamento revelaram ser fatores de risco para a leptospirose canina. Relativamente à higiene doméstica, um estudo identificou que a presença de detritos acumulados no interior da residência aumenta o risco da doença. Também, os agregados familiares com seis ou mais pessoas parece estar associado ao aumento do risco de leptospirose canina. Acrescenta-se ainda que a falta de conhecimento, por parte do tutor, sobre a leptospirose revelou-se um fator de risco adicional para a infeção em cães (Vyn *et al.*, 2024; Villanueva and Brundage, 2025).

7.5. FATORES DE RISCO PARA O HOMEM

As atividades profissionais podem constituir um fator de risco relevante para a leptospirose. As profissões que envolvem um contacto com água doce, solo húmido ou inundado propiciam um contacto com urina de rato, sendo consideradas profissões de risco (e.g. trabalhadores em redes de saneamento, em estações de tratamento de água, piscicultores) (Levett, 2001; World Health Organisation, 2003). Num estudo de seroprevalência em trabalhadores da manutenção de vias navegáveis, na região de Loire Atlantique em França, mostraram que estes trabalhadores representam uma população exposta com uma seroprevalência de quase 30% (Caron, 2009). Também os profissionais em contacto com animais infetados (e.g. cães, bovinos, raposas, javalis), vivos ou mortos, ou com o ambiente contaminado (e.g. médicos veterinários, trabalhadores de matadouros ou de transformação de subprodutos animais, pessoal de laboratórios veterinários) têm um maior risco de infeção. Devem também ser considerados os profissionais que contactam com roedores e novos animais de companhia (Caron.V, 2009; Pijnacker *et al.*, 2016).

As atividades de lazer representam um importante fator de risco para a leptospirose, sobretudo em contextos de contacto com ambientes aquáticos naturais (Wasinski and Dutkiewicz, 2013; Pijnacker *et al.*, 2016). Além disso, a ocorrência de surtos está associada a diversas atividades ao ar livre, tanto em programas de lazer envolvendo animais ou turismo de aventura como em expedições militares.

Práticas desportivas como natação em águas abertas, canoagem, *rafting*, pesca e caminhadas em zonas húmidas, expõem os indivíduos a águas potencialmente contaminadas com urina de animais infetados. Estas situações são particularmente relevantes em regiões tropicais ou subtropicais e após episódios de chuvas intensas ou inundações, que favorecem a dispersão das leptospiros no ambiente (Pijnacker *et al.*, 2016; Artus *et al.*, 2022).

Diversos fatores demográficos têm sido associados a um maior risco de infeção por *Leptospira spp.* em humanos. O sexo masculino representa aproximadamente 70 % dos casos a nível global, o que se atribui a uma maior exposição ocupacional (atividades ao ar livre, trabalhos agrícolas ou manuais) e a comportamentos que favorecem o contacto com ambientes contaminados (Costa *et al.*, 2015; Pijnacker *et al.*, 2016). A doença ocorre sobretudo em adultos entre os 20 e os 49 anos, a faixa etária mais ativa profissionalmente. No entanto, a mortalidade aumenta significativamente com a idade, sendo mais elevada em homens com mais de 50 anos (Pijnacker *et al.*, 2016; Artus *et al.*, 2022). Adicionalmente, indivíduos residentes em zonas urbanas, densamente povoadas, ou em áreas rurais, com fraco acesso a infraestruturas sanitárias, estão mais vulneráveis; sobretudo em regiões tropicais e subtropicais (Dupouey *et al.*, 2014).

Assim, os fatores de risco sociais e geoclimáticos como o contacto com águas residuais, a acumulação de lixo e deficientes condições de nível de saneamento básico que incluem os programas de controlo das populações de roedores, a recolha regular de resíduos sólidos urbanos, a existência de uma rede de esgotos funcional e o acesso a água potável são fatores de risco importantes (Bradley & Lockaby, 2023). De acordo com o LERG, o risco para a leptospirose aumenta com a ocorrência de chuvas intensas, inundações, sobrepopulação, contacto com animais e condições deficientes de saneamento (Samrot *et al.*, 2021). Em 2022, na União Europeia, 19% dos 496 casos confirmados de leptospirose e com informações disponíveis, estavam associados a deslocações. Este dado evidencia que viagens para países com maior prevalência de leptospirose constituem um fator de risco relevante que deve ser considerado nas estratégias de prevenção e vigilância (ECDC, 2024). Em termos geográficos, a maioria dos casos de leptospirose (cerca de 73 %) ocorre em regiões tropicais, sobretudo em países menos desenvolvidos com condições ambientais e sanitárias precárias (Costa *et al.*, 2015). As populações urbanas desfavorecidas, que residem em zonas densamente povoadas, com acesso limitado a saneamento básico e com elevada densidade de roedores, apresentam um risco particularmente elevado (Dupouey *et al.*, 2014).

8. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E TEMPORAL EM CÃES

Diversos estudos analisaram a seroprevalência em cães clinicamente saudáveis em diferentes países, com o objetivo de identificar os serovares circulantes e a exposição silenciosa dos animais (Tabela 3). Estes dados são fundamentais para identificar áreas de risco, mesmo na ausência de casos clínicos declarados. A compilação encontra-se na tabela que se segue.

Tabela 3. Distribuição geográfica da seroprevalência em cães saudáveis e serovares predominantes por região.

País	N	Status Vacinal	Seroprevalência	Serovares ou Serogrupos	Referencia
Polónia	130	Não vacinados	22%	Serovares Sejroe, Canicola	(Krawczyk, 2005)
Suiça	377	Vacinados / não vacinados	25%	Serovares Australis, Bratislava, Copenhageni, Canicola	(Delaude et al., 2017)
Itália	3028	Desconhecido	30%	Serovares Icterohemorrhagiae, Bratislava, Canicola, Grippotyphosa	(Tagliabue et al., 2016)
EUA	1241	Vacinados / Não vacinados	25%	Serovares Bratislava, Icterohemorrhagiae, Canicola, Grippotyphosa	(Stokes et al., 2007)
Brasil	729	Vacinados (<6 meses excluído)	21%	Serogupo Canicola, Autumnalis (Serovar Butembo), Serogrupo Australis (Serovar Bratislava), Serogrupo Grippotyphosa	(Benitez et al., 2021)
Índia	423	Não vacinados	29%	Serovares Icterohemorrhagiae, Grippotyphosa, Pyrogenes, Javanica	(Behera et al., 2021)
Japão	801	Não vacinados (243 cães)	27% (17% não vacinados)	Serovares Icterohemorrhagiae, Autumnalis, Canicola, Hebdomanis	(Iwamoto et al., 2009)
Austrália	956	sem dados	3%	Serovares Ballum, Arborea, Australis, Copenhageni, Topaz	(Zwijnenberg et al., 2008)
(África)	475	Vacinados / não vacinados	41%	Serogrupos Grippotyphosa, Sejroe Sudan: Serovares Icterohemorrhagiae, Canicola	(Roqueplo et al., 2015)

Os principais serogrupos de *Leptospira* identificados em cães na Europa são Icterohaemorrhagiae, Grippotyphosa, Australis, Sejroe e Canicola. A importância relativa dos serogrupos Grippotyphosa e Sejroe varia geograficamente, pois estas infeções resultam de exposição accidental a roedores silvestres, cuja distribuição e densidade variam entre regiões europeias. Por outro lado, a infeção por Icterohaemorrhagiae apresenta uma distribuição mais uniforme, dado que o seu hospedeiro de manutenção, o rato, é amplamente distribuído em todo o continente. O serogrupo Australis é mantido tanto por hospedeiros selvagens como por cães, o que justifica a sua presença consistente em várias

regiões da Europa. A infecção por Canicola, historicamente mantida em populações caninas, encontra-se atualmente em decréscimo em alguns países da Europa (Ellis, 2010).

Relativamente à seroprevalência em cães doentes ou com uma suspeita clínica de leptospirose, foram compilados os dados relativos aos serovares/serogrupos identificados (Tabela 4).

Tabela 4. Distribuição geográfica de seroprevalência em cães infetados ou com suspeita de leptospirose e serovares predominantes por região.

País	N	Status Vacinal	Seroprevalência)	Serovares ou Serogrupos	Referencia
Croácia	364	Desconhecido	23%	Serogrupo Pomona, Icterohemorrhagiae, Grippotyphosa	(Habus et al., 2017)
França	517	Não reportados	26% para o Serovar Bratislava	Serogrupo Australis (Serovar Bratislava), SErogrupo Grippotyphosa	(Renaud et al., 2013)
Espanha	1310	Desconhecido	26%	Serovares: Icterohemorrhagiae, Bratislava, Grippotyphosa, Australis	(López et al., 2019)
EUA	33119	Desconhecido	8%	Serovares Autumnalis, Grippotyphosa, Bratislava, Pomona	(Gautam et al., 2010)
Brasil	1176	Desconhecido	60%	Serogrupo Canicola (Serovar Canicola), Serogrupo Icterohemorrhagiae (Serovar Copenhageni, Serogrupo Ballum (Serovar Ballum), Serogrupo Autumnalis (Serovar Butembo	(Jorge et al., 2017)
Índia	300	Sem histórico de vacinação	33%	Serovares Canicola, Icterohemorrhagiae, Grippotyphosa, Australis	(Sumanth Kumar et al., 2013)
Japão	283	29% vacinados	36%	Serogrupo Hebdomanis, Australis, Autumnalis	(Koizumi et al., 2013)
Nova Zelândia	655	Desconhecido	15%	Serovares Copenhageni, Hardjo, Pomona, Ballum	(Harland et al., 2013)

9. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E TEMPORAL NO HOMEM

A leptospirose é considerada uma das zoonoses mais amplamente distribuídas no mundo, estimando-se que ocorram cerca de 1,03 milhões de pessoas infectadas e 58 900 mortes por ano (Costa *et al.*, 2015). A taxa de seroprevalência varia com a região geográfica, as condições ambientais e com os grupos populacionais expostos. Diversos estudos epidemiológicos têm documentado a presença de anticorpos contra *Leptospira* spp. em humanos, mesmo na ausência de manifestações clínicas, indicando uma exposição silenciosa ao agente patogénico. O quadro a seguir apresenta uma síntese dos valores de seroprevalência em humanos, em diferentes continentes, destacando os serovares predominantes identificados em cada região, com base em revisões sistemáticas e estudos recentes.

Tabela 5. Distribuição geográfica da seroprevalencia em humanos e serovares predominantes por região.

Pais	Período	Amostra	Seroprevalencia	Serovares ou Serogrupos	Referencia
EUA	Entre 1930 e 2017	4 artigos	41%	Icterohaemorrhagiae, Canicola, Pomona	(Browne <i>et al.</i> , 2023)
Colômbia	Entre 1930 e 2017	17 artigos	29%	Canicola, Icterohaemorrhagiae, Grippityphosa	(Calderón <i>et al.</i> , 2014)
Brasil	Entre 1930 e 2017	16 artigos	21%	Icterohaemorrhagiae, Sejroe, Pomona, Grippityphosa	(Barcellos <i>et al.</i> , 2003)
Uganda	2014	359 pessoas	35%	Serogrupo Pyrogenes Serovar Nigeria	(Dreyfus <i>et al.</i> , 2016)
(África)	2014-2022	37 artigos	15,1%	Serovares Icterohaemorrhagiae, Australis, Sejroe	(Gizamba and Mugisha, 2023)
Tailândia	2010-2015	1990 pessoas	23,8%	Serovares Shermani, Bratislava, Panama e Sejroe	(Chadsuthi <i>et al.</i> , 2017)

A incidência da leptospirose na Europa é relativamente baixa, mas varia entre países. Países como Romênia, Eslováquia e Eslovênia apresentam as maiores taxas. A França possui uma das maiores taxas de leptospirose na Europa, com incidência estável, mas com variações sazonais (picos no verão e outono) (Dupouey *et al.*, 2013).

Em 2022 o relatório mais recente disponível, 28 países da EU comunicaram dados sobre a leptospirose humana. Entre estes, 22 países comunicaram 765 casos confirmados. A França notificou o maior

número de casos confirmados (245; 41%), com uma taxa de notificação de 0,36 casos confirmados por 100 000 habitantes. Outros países com um elevado número de casos confirmados foram a Alemanha (153), os Países Baixos (87), Portugal (65), Espanha (50) e a Roménia (45). Juntamente a França, estes países representaram 78% dos casos confirmados notificados (ECDC, 2024).

A taxa global de notificação da UE para 2022 foi de 0,18 casos confirmados por 100 000 habitantes. Esta taxa oscilou entre 0,14 e 0,23 casos por 100 000 habitantes no período de 2018 a 2022, com a taxa mais elevada em 2019 e a mais baixa em 2020. Dois países (Estónia e Portugal) apresentaram uma taxa de notificação superior a 0,50 casos confirmados por 100 000 habitantes (ECDC, 2024).

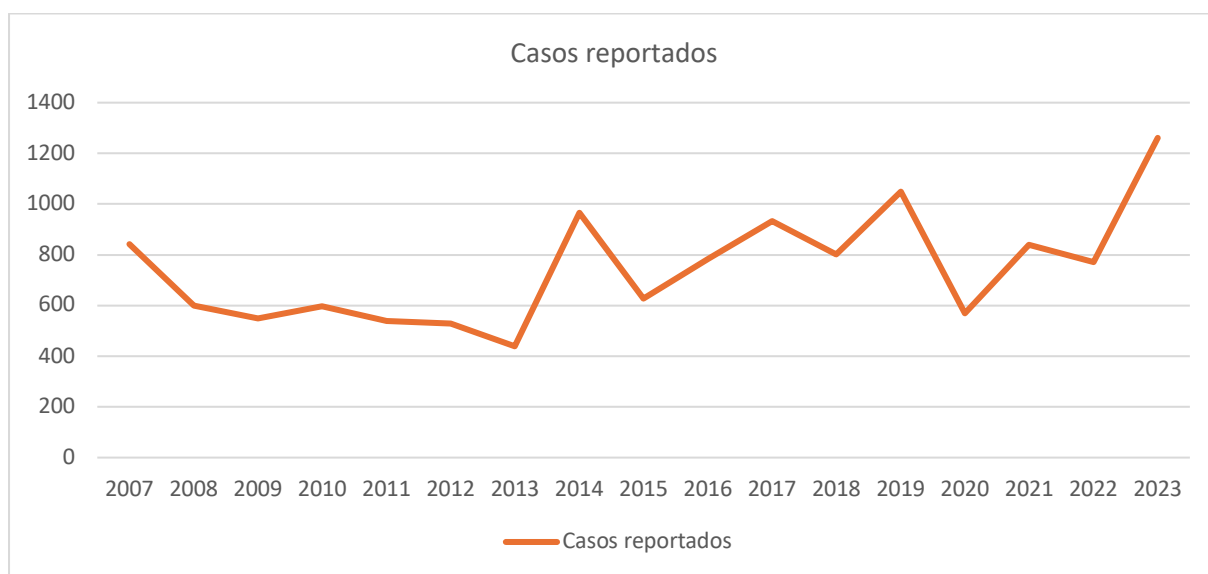


Gráfico 1. Evolução temporal entre 2007 e 2023 dos casos notificados de leptospirose na EU (Dados: ECDC)

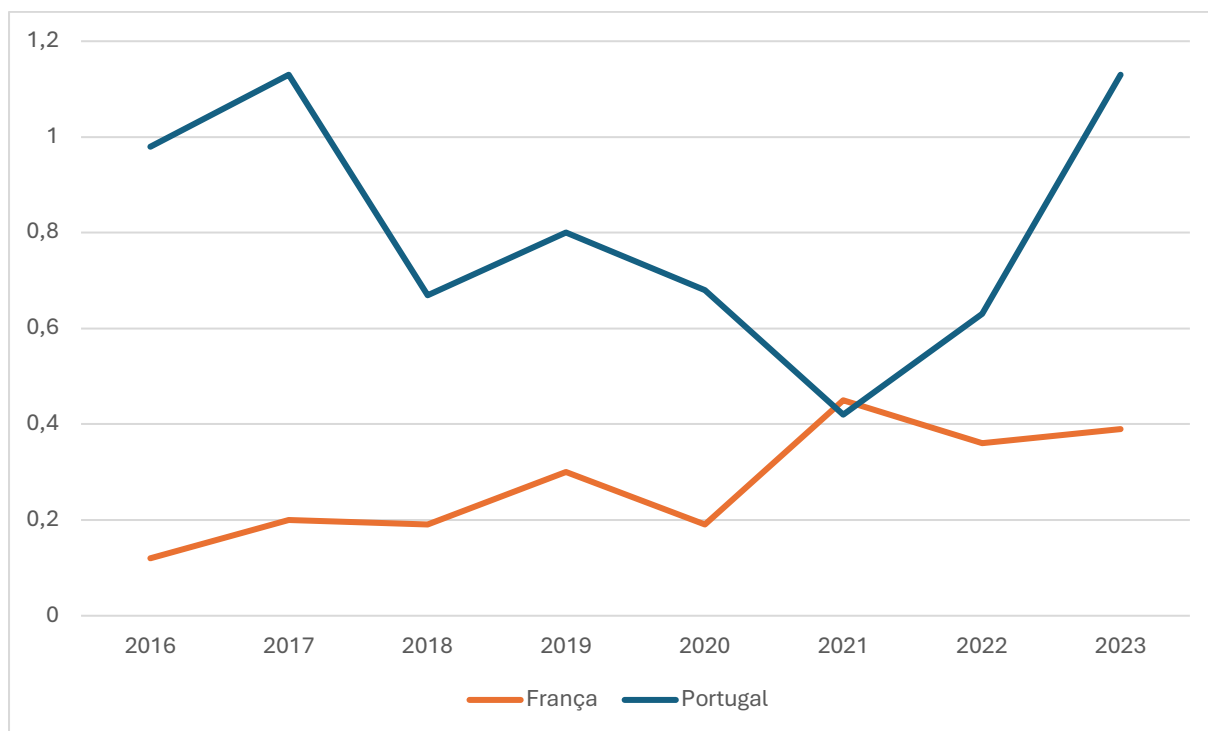


Gráfico 2. Evolução temporal entre 2016 e 2023 da taxa de notificação (Números de casos / 100 000 habitantes) da França e do Portugal (Dados: ECDC)

Note-se que os casos das seguintes regiões ultraperiféricas da UE estão incluídos no número total de casos notificados como adquiridos no país no Estado-Membro da UE em causa: a Região Autónoma dos Açores e a Região Autónoma da Madeira (ambas incluídas nos dados de Portugal) e as Ilhas Canárias (incluídas nos dados de Espanha). Portugal comunicou o local de infeção a nível subnacional, permitindo a análise dos dados relativos aos Açores e à Madeira separadamente: entre os casos adquiridos internamente, 33 (62%) foram infetados em Portugal continental, 13 (25%) foram infetados nos Açores e sete (13%) foram infetados na Madeira. O maior número de casos de leptospirose humana nos arquipélagos dos Açores e da Madeira está relacionada com uma combinação de fatores ambientais, ecológicos e sociais. Ambos os arquipélagos possuem um clima subtropical húmido, com elevada pluviosidade e temperaturas amenas durante grande parte do ano, condições ideais para a sobrevivência e proliferação das bactérias *Leptospira* no ambiente (ECDC, 2024).

Na Europa, o serovar mais frequentemente associado aos casos de leptospirose humana é o *Icterohaemorrhagiae*, outros serovares também circulam na Europa, como *Australis*, *Grippotyphosa*, *Sejroe* e *Pomona*, embora com menor frequência (Picardeau, 2018).

10. EFEITOS CLIMÁTICOS: CAUSA DE REEMERGÊNCIA DA LEPTOSPIROSE

Devido à associação frequente entre surtos de leptospirose e a exposição a águas contaminadas com leptospiros, esta zoonose tem sido frequentemente considerada uma doença de origem hídrica (Bradley & Lockaby, 2023). Em países de clima tropical a taxa de incidência é superior devido à existência condições climáticas favoráveis à persistência do agente no meio ambiente (Boey *et al.*, 2019).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que a taxa global de leptospirose humana endémica é de 5 casos por 100 000 habitantes por ano, enquanto a taxa de leptospirose epidémica atinge os 14 casos por 100 000 habitantes por ano (Bradley & Lockaby, 2023). A leptospirose está presente de forma constante (endémica), mas em situações de risco ambiental (como chuvas intensas ou más condições sanitárias), os casos aumentam (epidemia). A OMS usa estes indicadores para avaliar o impacto global da doença e priorizar ações de saúde pública (World Health Organization, 2003).

Ao longo dos últimos anos, observou-se um número crescente de casos leptospirose em vários países europeus, incluindo Países Baixos, a França, a Alemanha e a Suíça. O número de casos diagnosticados na Universidade de Berna aumentou de uma média de 1-3 casos por ano na década de 1990 para mais de 25 casos confirmados por ano 10 anos mais tarde. Este aumento também foi observado noutras partes do país e em países vizinhos, tendo sido objeto de algumas notícias alarmantes na imprensa. Os casos recentes ocorreram em cães corretamente vacinados (mais de metade dos cães tinham sido vacinados nos 6 meses anteriores à doença) (Francey *et al.*, 2020c).

Estudos recentes demonstraram que surtos de leptospirose na Malásia e no Brasil ocorreram após inundações de grande magnitude. Estes eventos reforçam a tendência da leptospirose para se transformar numa epidemia global, com vários países para além da Malásia e do Brasil expostos aos impactos das alterações climáticas e a inundações severas (Radi *et al.*, 2016, Ranieri *et al.*, 2025)

A leptospirose foi recentemente classificada pelo *Center for Disease Control and Prevention* (CDC) dos Estados Unidos como uma Doença Tropical Negligenciada (DTN) (Bradley & Lockaby, 2023).

A doença apresenta um forte carácter sazonal, sendo a temperatura um fator limitante fundamental para a sobrevivência das leptospiros. Este facto sublinha a propensão para o aumento significativo dos casos de leptospirose em determinadas épocas do ano, especialmente em contexto de mudanças climáticas e de catástrofes naturais (Samrot *et al.*, 2021).

10.1. ESTRATÉGIA DE PREVENÇÃO MUNDIAL

A prevenção da leptospirose exige uma abordagem integrada entre saúde humana, animal e ambiental, conforme proposto pelo conceito One Health (Zinsstag *et al.*, 2020).

Nos cães, a principal estratégia de prevenção é a vacinação. O conhecimento dos serovares circulantes é essencial para adaptar os programas de vacinação. Atualmente, as vacinas são bacterinas contendo os serovares Icterohaemorrhagiae, Canicola, Grippotyphosa e Pomona estão disponíveis na América do Norte para a prevenção da leptospirose em cães. Vacinas quadrivalentes contendo os serovares Icterohaemorrhagiae, Canicola, Grippotyphosa e Australis estão disponíveis na Europa (Sykes *et al.*, 2023). Também ainda existe vacinas monovalentes e bivalentes contra os serogrupos Icterohaemorrhagiae, Canicola na América do Norte, Europa, África do Sul e Austrália. No entanto, estas não são tão adequadas na proteção uma vez que têm menos valências. (Griebsch *et al.*, 2022; Sykes *et al.*, 2023).

A higienização dos locais frequentados pelos animais, como canis e abrigos, associada ao controle de roedores e à restrição de acesso a zonas potencialmente contaminadas, também é essencial para evitar a infeção. A deteção precoce de sinais clínicos compatíveis com leptospirose, seguida de tratamento imediato e isolamento do animal quando necessário, reduz significativamente o risco de disseminação ambiental. Além disso, a orientação adequada aos tutores, realizada por profissionais veterinários, desempenha papel central na conscientização sobre os riscos zoonóticos e nas medidas de prevenção (Sykes *et al.*, 2010).

No homem, as estratégias de controle envolvem ações educativas direcionadas a populações expostas, promovendo o uso adequado de equipamentos de proteção individual durante atividades de risco (Caron.V, 2009). Além disso, a melhoria das condições sanitárias, incluindo o controle de roedores e a gestão eficiente de resíduos e esgoto, constitui uma medida fundamental para reduzir a exposição ambiental à bactéria. Em algumas situações específicas, como em casos de surtos ou em contextos de desastres naturais, pode-se empregar a quimioprofilaxia com doxiciclina (World Health Organisation, 2003). Em determinados países como França, Cuba e Japão, há ainda a possibilidade de vacinação para grupos ocupacionais de risco, embora sua eficácia seja limitada a alguns serogrupos. A Organização Mundial da Saúde criou o grupo LERG (Leptospirosis Burden Epidemiology Reference Group), que utiliza o indicador DALY (Disability-Adjusted Life Year) para quantificar o fardo da doença e orientar políticas de prevenção e controlo (World Health Organization, 2003).

Todas estas ações devem ser pensadas de forma integrada, já que a vacinação e o manejo sanitário dos animais reduzem a contaminação ambiental e, conseqüentemente, a exposição humana. Desta forma, o controlo eficaz da leptospirose depende da colaboração entre médicos, médicos veterinários,

agentes de saúde pública e gestores ambientais, através de estratégias que favoreçam a vigilância epidemiológica conjunta e o controlo dos fatores de risco nos diferentes níveis da cadeia de transmissão (Zinsstag *et al.*, 2020; Villanueva and Brundage, 2025).

11. DISCUSSÃO

A leptospirose não é considerada uma doença re-emergente na Europa, porém surtos localizados têm causado preocupação. Fatores como alterações climáticas, a urbanização e a aproximação da população de roedores à população humana, em resultado de fenómenos climáticos, por exemplo; podem aumentar o risco da doença. Recomenda-se assim a vigilância, sensibilização dos profissionais de saúde animal e humana e a implementação de medidas de controle de roedores (Dupouey *et al.*, 2014)

O crescente número de casos de leptospirose em cães e humanos observado nos últimos anos reflete as transformações importantes no equilíbrio entre fatores ecológicos, sociais e sanitários. A urbanização desordenada, a expansão de zonas periurbanas e a degradação ambiental favorecem o aumento da população de roedores e a persistência de leptospiros no meio ambiente, criando condições ideais para a disseminação da doença (World Health Organization, 2003). Este cenário é agravado pelas mudanças climáticas, que aumentam a frequência e a intensidade de chuvas extremas, inundações e desastres naturais, eventos estreitamente associados a surtos de leptospirose.

No contexto veterinário, apesar de vacinas estarem disponíveis há décadas, casos continuam a ser reportados inclusive em cães vacinados, o que levanta questões sobre a eficácia das vacinas atuais face à diversidade de serovares em circulação (Griebsch *et al.*, 2022; Sykes *et al.*, 2023; Villanueva and Brundage, 2025). A ausência de uma vacina panprotetora e a escassez de dados locais sobre seroprevalência dificultam a implementação de programas vacinais eficazes. Estes fatores destacam a importância de uma vigilância epidemiológica ativa (Adler and Klaasen, 2015).

Por outro lado, o aumento das atividades recreativas ao ar livre e a popularização do conceito de "pets humanizados", que acompanham os tutores em viagens, trilhos e ambientes naturais, também expõem os cães e, consequentemente, os seus tutores a um risco mais elevado (Wasinski and Dutkiewicz, 2013). A ausência de campanhas de sensibilização específicas voltadas para tutores e a negligência da leptospirose como prioridade de saúde pública contribuem para o subdiagnóstico e perpetuação do ciclo de infeção (Villanueva and Brundage, 2025).

Do ponto de vista estratégico, a abordagem One Health continua a ser a mais promissora, pois reconhece que saúde humana, animal e ambiental são interdependentes (Zinsstag *et al.*, 2020) A aplicação prática deste conceito, no entanto, ainda enfrenta desafios significativos, como a

fragmentação entre setores, a falta de recursos em zonas vulneráveis e a ausência de políticas públicas robustas que envolvam médicos, veterinários, biólogos e gestores urbanos (Antoniolli *et al.*, 2024).

12. CONCLUSÃO

A leptospirose, enquanto zoonose negligenciada de ampla distribuição, continua a representar um desafio considerável à saúde pública e veterinária. A análise da literatura revela que a persistência da doença está fortemente associada à interação entre fatores ecológicos, sanitários e comportamentais, que variam conforme o contexto geográfico. Em cães, além do papel como hospedeiros e sentinelas epidemiológicas, a doença também apresenta implicações clínicas relevantes, nem sempre valorizadas na prática veterinária diária.

Embora existam ferramentas preventivas eficazes, como vacinas e quimioprofilaxia em cenários específicos, a diversidade antigénica das leptospirosas, associada à falta de dados atualizados sobre os serovares circulantes, limita o impacto dessas estratégias. A revisão evidencia ainda a importância crescente da abordagem One Health, não apenas como conceito, mas como modelo operacional para enfrentar doenças com forte componente ambiental.

Recomenda-se, com base nos dados analisados, o reforço da vigilância epidemiológica integrada, o investimento em vacinas mais amplas e regionalmente ajustadas, bem como a promoção ativa da educação sanitária junto aos tutores, profissionais de saúde, agricultores e mesmo à população em geral. A leptospirose deve ser encarada como marcador de desequilíbrios estruturais e ecológicos, sendo a sua prevenção eficaz dependente de intervenções coordenadas, sustentadas e adaptadas à realidade local.

13. BIBLIOGRAFIA

Adler, B. (2015) *History of Leptospirosis and Leptospira*. In: Adler, B. (ed.) *Leptospira and Leptospirosis*. Berlin, Heidelberg: Springer, pp. 1-9. DOI: [10.1007/978-3-662-45059-8_1](https://doi.org/10.1007/978-3-662-45059-8_1).

Adler, B. and Klaasen, E. (2015) 'Recent advances in canine leptospirosis: focus on vaccine development,' *Veterinary Medicine Research and Reports*, p. 245. <https://doi.org/10.2147/vmrr.s59521>.

Adler, B. and de la Peña Moctezuma, A. (2010) 'Leptospira and leptospirosis', *Veterinary Microbiology*, 140(3-4), pp. 287–296. [doi:10.1016/j.vetmic.2009.03.012](https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.03.012).

Andre-Fontaine, G., Aviat, F. and Thorin, C. (2015) 'Waterborne Leptospirosis: Survival and

Preservation of the Virulence of Pathogenic *Leptospira* spp. in Fresh Water', *Current microbiology. Curr Microbiol*, 71(1), pp. 136–142. doi: 10.1007/S00284-015-0836-4.

Antoniolli, A. *et al.* (2024) 'One Health field approach applied to Leptospirosis: a Systematic Review and Meta-Analysis across Humans, Animals and the Environment,' *Open Forum Infectious Diseases*, 12(1). <https://doi.org/10.1093/ofid/ofae757>.

Artus, A. *et al.* (2022) 'Seroprevalence, distribution, and risk factors for human leptospirosis in the United States Virgin Islands', *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 16(11), p. e0010880. doi: 10.1371/JOURNAL.PNTD.0010880.

Banfi, E. *et al.* (1982) 'The role of antibodies and serum complement in the interaction between macrophages and leptospire', *Journal of general microbiology. J Gen Microbiol*, 128(4), pp. 813–816. doi: 10.1099/00221287-128-4-813.

Barcellos, C. *et al.* (2003) 'Distribuição espacial da leptospirose no Rio Grande do Sul, Brasil: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos', *Cadernos de Saúde Pública. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz*, 19(5), pp. 1283–1292. doi: 10.1590/S0102-311X2003000500007.

Barragan, V. *et al.* (2017) 'Meta-analysis to estimate the load of *Leptospira* excreted in urine: Beyond rats as important sources of transmission in low-income rural communities', *BMC Research Notes. BioMed Central Ltd.*, 10(1). doi: 10.1186/S13104-017-2384-4.

Bharti, A.R., Nally, J.E., Ricaldi, J.N., Matthias, M.A., Diaz, M.M., Lovett, M.A., Levett, P.N., Gilman, R.H., Willig, M.R., Gotuzzo, E. and Vinetz, J.M. (2003) Leptospirosis: a zoonotic disease of global importance. *The Lancet Infectious Diseases*, 3(12), pp. 757-771. doi: 10.1016/S1473-3099(03)00830-2.

Batista, C. S. A. *et al.* (2005) 'Soroprevalência e fatores de risco para a leptospirose em cães de Campina Grande, Paraíba', *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária*, 57(SUPPL. 2), pp. 179–185. doi: 10.1590/S0102-09352005000800008.

Behera, S. K. *et al.* (2021) 'Evaluation of the diagnostic potential and DIVA capability of recombinant LigBCon1-5 protein of *Leptospira interrogans* serovar Pomona in canine leptospirosis', *Iranian journal of veterinary research. Iran J Vet Res*, 22(2), pp. 120–128. doi: 10.22099/IJVR.2021.38698.5633.



Benitez, A. do N. *et al.* (2021) 'Spatial and Simultaneous Seroprevalence of Anti- *Leptospira* Antibodies in Owners and Their Domiciled Dogs in a Major City of Southern Brazil', *Frontiers in veterinary science*. Front Vet Sci, 7. doi: 10.3389/FVETS.2020.580400.

Bierque, E. *et al.* (2020) 'A systematic review of *Leptospira* in water and soil environments', *PLOS ONE*. Public Library of Science, 15(1), p. e0227055. doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0227055.

Boey, K., Shiokawa, K. and Rajeev, S. (2019) 'Leptospira infection in rats: A literature review of global prevalence and distribution', *PLoS neglected tropical diseases*. PLoS Negl Trop Dis, 13(8). doi: 10.1371/JOURNAL.PNTD.0007499.

Bradley, E. A. and Lockaby, G. (2023) 'Leptospirosis and the Environment: A Review and Future Directions', *Pathogens*, 12(9). doi: 10.3390/pathogens12091167.

Browne, E.S. *et al.* (2023) 'Prevalence of human leptospirosis in the Americas: a systematic review and meta-analysis,' *Revista Panamericana De Salud Pública*, 47, p. 1. <https://doi.org/10.26633/rpsp.2023.126>.

Calderón, A. *et al.* (2014) 'Leptospirosis in pigs, dogs, rodents, humans, and water in an area of the Colombian tropics', *Tropical animal health and production*. Trop Anim Health Prod, 46(2), pp. 427–432. doi: 10.1007/S11250-013-0508-Y.

Caron.V (2009) 'Leptospire et milieu professionnel, rapport de l'INRS, Documents pour le Médecin du Travail', pp. 485–489.

Chadsuthi, S. *et al.* (2017) 'Investigation on predominant *Leptospira* serovars and its distribution in humans and livestock in Thailand, 2010-2015', *PLOS Neglected Tropical Diseases*. Public Library of Science, 11(2), p. e0005228. doi: 10.1371/JOURNAL.PNTD.0005228.

Costa, F. *et al.* (2015) 'Global Morbidity and Mortality of Leptospirosis: A Systematic Review', *PLoS Neglected Tropical Diseases*. Public Library of Science, 9(9). doi: 10.1371/JOURNAL.PNTD.0003898.

Daroz, B. B. *et al.* (2021) 'A Review on Host- *Leptospira* Interactions: What We Know and Future Expectations', *Frontiers in cellular and infection microbiology*. Front Cell Infect Microbiol, 11. doi: 10.3389/FCIMB.2021.777709.

Delaude, A. *et al.* (2017) 'Canine leptospirosis in Switzerland—A prospective cross-sectional study

examining seroprevalence, risk factors and urinary shedding of pathogenic leptospires', *Preventive Veterinary Medicine*. Elsevier B.V., 141, pp. 48–60. doi: 10.1016/J.PREVETMED.2017.04.008.

Dreyfus, A. *et al.* (2016) 'Leptospira Seroprevalence and Risk Factors in Health Centre Patients in Hoima District, Western Uganda', *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(8), pp. 1–14. doi: 10.1371/journal.pntd.0004858.

Dupouey, J., Faucher, B., Edouard, S., Richet, H., Kodjo, A., Drancourt, M. & Davoust, B. (2014) 'Human leptospirosis: An emerging risk in Europe?', *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 37, pp. 77–83. doi:10.1016/j.cimid.2013.12.002.

Ellis, W. A. (2010) 'Control of canine leptospirosis in Europe: time for a change?', *Veterinary Record*, 167, pp. 602–605. doi: 10.1136/vr.c4965.

Ellis, W.A., 2015. Animal Leptospirosis. In: Adler, B. (ed.), *Leptospira and Leptospirosis. Current Topics in Microbiology and Immunology*, vol 387, pp. 99–137. DOI: 10.1007/978-3-662-45059-8_6

Francey, T. *et al.* (2020c) 'Evaluation of changes in the epidemiology of leptospirosis in dogs after introduction of a quadrivalent antileptospiral vaccine in a highly endemic area,' *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 34(6), pp. 2405–2417. <https://doi.org/10.1111/jvim.15947>.

Gautam, R. *et al.* (2010) 'Detection of antibodies against *Leptospira* serovars via microscopic agglutination tests in dogs in the United States, 2000-2007', *Journal of the American Veterinary Medical Association*. J Am Vet Med Assoc, 237(3), pp. 293–298. doi: 10.2460/JAVMA.237.3.293.

Gizamba, J. M. and Mugisha, L. (2023) 'Leptospirosis in humans and selected animals in Sub-Saharan Africa, 2014–2022: a systematic review and meta-analysis', *BMC Infectious Diseases*. BioMed Central, 23(1), pp. 1–13. doi: 10.1186/s12879-023-08574-5.

Griebsch, C., Ward, M. P. and Norris, J. M. (2022) 'Canine Leptospirosis – Global Distribution, Diagnosis, and Treatment', *Advances in Small Animal Care*. Elsevier Inc., 3(1), pp. 177–220. doi: 10.1016/j.yasa.2022.06.001.

Habus, J. *et al.* (2017) 'New trends in human and animal leptospirosis in Croatia, 2009-2014', *Acta tropica*. Acta Trop, 168, pp. 1–8. doi: 10.1016/J.ACTATROPICA.2017.01.002.

Harland, A. L. *et al.* (2013) 'A serological survey of leptospiral antibodies in dogs in New Zealand', *New*

Zealand veterinary journal. N Z Vet J, 61(2), pp. 98–106. doi: 10.1080/00480169.2012.719212.

Iwamoto, E. *et al.* (2009) 'Nationwide survey of leptospira antibodies in dogs in Japan: results from microscopic agglutination test and enzyme-linked immunosorbent assay', *The Journal of veterinary medical science*. J Vet Med Sci, 71(9), pp. 1191–1199. doi: 10.1292/JVMS.71.1191.

Jorge, S. *et al.* (2017) 'Human and animal leptospirosis in Southern Brazil: A five-year retrospective study', *Travel medicine and infectious disease*. Travel Med Infect Dis, 18, pp. 46–52. doi: 10.1016/J.TMAID.2017.07.010.

Koizumi, N. *et al.* (2013) 'Molecular and serological investigation of Leptospira and leptospirosis in dogs in Japan', *Journal of medical microbiology*. J Med Microbiol, 62(Pt 4), pp. 630–636. doi: 10.1099/JMM.0.050039-0.

Krawczyk, M. (2005) 'Serological evidence of leptospirosis in animals in northern Poland', *The Veterinary record*. Vet Rec, 156(3), pp. 88–89. doi: 10.1136/VR.156.3.88.

Levett, P. N. (2001) 'Leptospirosis', 14(2), pp. 296–326. doi: 10.1128/CMR.14.2.296.

López, M. C. *et al.* (2019) 'Leptospira seroprevalence in owned dogs from Spain', *Heliyon*. Heliyon, 5(8). doi: 10.1016/J.HELIYON.2019.E02373.

Lu, X., Griebisch, C., Norris, J.M. and Ward, M.P. (2023) 'Landscape, socioeconomic, and meteorological risk factors for canine leptospirosis in urban Sydney (2017–2023): A spatial and temporal study', *Veterinary Sciences*, 10(12), p. 697. doi:10.3390/vetsci10120697.

Monahan, A. M., Callanan, J. J. and Nally, J. E. (2009) 'Host-pathogen interactions in the kidney during chronic leptospirosis', *Veterinary Pathology*, 46(5), pp. 792–799. doi: 10.1354/vp.08-VP-0265-N-REV.

Murphy, K. (2018) 'Dealing with leptospirosis in dogs', *Veterinary Record*, 183(12), pp. 384–385. doi: 10.1136/vr.k4093.

Picardeau, M. (2018) 'La leptospirose, négligée parmi les maladies négligées', *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 171(3), pp. 156–159. doi: 10.4267/2042/70088.

Pijnacker, R. *et al.* (2016) 'Marked increase in leptospirosis infections in humans and dogs in the Netherlands, 2014', *Eurosurveillance*, 21(17), pp. 1–9. DOI: [10.2807/1560-7917.ES.2016.21.17.30211](https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2016.21.17.30211).

Radi, M.F.M. *et al.* (2016) 'Leptospirosis outbreak following the 2014 major flooding event in Kelantan, Malaysia- a spatial-temporal analysis.', *ISEE Conference Abstracts*, 2016(1). <https://doi.org/10.1289/isee.2016.4580>.

Ranieri, T.M. *et al.* (2025) 'Leptospirosis cases during the 2024 catastrophic flood in Rio Grande do Sul, Brazil,' *Pathogens*, 14(4), p. 393. <https://doi.org/10.3390/pathogens14040393>.

Reagan, K.L. and Sykes, J.E. (2019) 'Diagnosis of Canine Leptospirosis', *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 49(4), pp. 719–731. DOI:10.1016/j.cvsm.2019.02.008.

Renaud, C. *et al.* (2013) 'Prevalence of the *Leptospira* serovars bratislava, grippityphosa, mozdok and pomona in French dogs', *Veterinary journal (London, England : 1997)*. Vet J, 196(1), pp. 126–127. doi: 10.1016/J.TVJL.2012.10.002.

European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). (2024) Leptospirosis. In: ECDC. Annual Epidemiological Report for 2022. Stockholm: ECDC.

Ricardo, T., Previtali, M.A. and Signorini, M. (2020) 'Meta-analysis of risk factors for canine leptospirosis', *Preventive Veterinary Medicine*, 105037. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105037>.

Roqueplo, C. *et al.* (2015) 'Serological survey of canine leptospirosis in three countries of tropical Africa: Sudan, Gabon and Ivory Coast', *Comparative immunology, microbiology and infectious diseases*. Comp Immunol Microbiol Infect Dis, 38, pp. 57–61. doi: 10.1016/J.CIMID.2014.10.006.

Scahill, K., Windahl, U., Boqvist, S. and Pelander, L. (2022) 'Leptospira seroprevalence and associated risk factors in healthy Swedish dogs', *BMC Veterinary Research*, 18, p. 376. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03472-5>.

Samrot, A. V. *et al.* (2021) 'Leptospiral infection, pathogenesis and its diagnosis—a review', *Pathogens*, 10(2), pp. 1–30. doi: 10.3390/pathogens10020145.

Schuller, S., Francey, T., Hartmann, K., Hugonnard, M., Kohn, B., Nally, J.E. and Sykes, J. (2015) *European consensus statement on leptospirosis in dogs and cats*. Journal of Small Animal Practice, 56(3), pp. 159–179. DOI: [10.1111/jsap.12328](https://doi.org/10.1111/jsap.12328).

Squires, R.A., Crawford, C., Marcondes, M., Whitley, N. (2024) Guidelines for the vaccination of dogs

and cats - compiled by the Vaccination Guidelines Group (VGG) of the World Small Animal Veterinary Association (WSAVA). *J Small Anim Pract.*, 65(5),277-316. doi: 10.1111/jsap.13718

Stokes, J. E. *et al.* (2007) 'Prevalence of serum antibodies against six *Leptospira* serovars in healthy dogs', *Journal of the American Veterinary Medical Association*. *J Am Vet Med Assoc*, 230(11), pp. 1657–1664. doi: 10.2460/JAVMA.230.11.1657.

Sumanth Kumar, R. *et al.* (2013) 'Seroepidemiology of canine leptospirosis by iELISA and MAT', *Veterinary World*, 6(11), pp. 926–930. doi: 10.14202/VETWORLD.2013.926-930.

Sykes, J.E.; Reagan, K.L.; Nally, J.E.; Galloway, R.L.; Haake, D.A. Role of Diagnostics in Epidemiology, Management, Surveillance, and Control of Leptospirosis. *Pathogens* 2022, 11, 395. <https://doi.org/10.3390/pathogens11040395>

Sykes, J. E. *et al.* (2023) 'Updated ACVIM consensus statement on leptospirosis in dogs', *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 37(6), pp. 1966–1982. doi: 10.1111/jvim.16903.

Tagliabue, S. *et al.* (2016) 'Serological surveillance of Leptospirosis in Italy: two-year national data (2010-2011)', *Veterinaria italiana*. *Vet Ital*, 52(2), pp. 129–138. doi: 10.12834/VETIT.58.169.2.

Tarantola, A. and Goarant, C. (2018) 'Leptospirosis in French historical medical literature: Weil's disease or Kelsch's disease?', *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 98(6), pp. 1366–1368. doi:10.4269/ajtmh.18-0629.

Taylor, C., O'Neill, D.G., Catchpole, B. and Brodbelt, D.C. (2021) 'Incidence and demographic risk factors for leptospirosis in dogs in the UK', *Veterinary Record*, 188(9), p. e512. <https://doi.org/10.1002/vetr.512>.

Thibeaux, R. *et al.* (2017) 'Seeking the environmental source of Leptospirosis reveals durable bacterial viability in river soils', *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 11(2), pp. 1–14. doi: 10.1371/journal.pntd.0005414.

Villanueva, S. and Brundage, C. (2025) *Evaluating a Response to a Canine Leptospirosis Outbreak in Dogs Using an Owner Survey*. *Veterinary Sciences*, 12(2), 119. doi: 10.3390/vetsci12020119

Vincent, A. T. *et al.* (2019) 'Revisiting the taxonomy and evolution of pathogenicity of the genus *Leptospira* through the prism of genomics', *PLoS Neglected Tropical Diseases*. Public Library of Science,

13(5). doi: 10.1371/JOURNAL.PNTD.0007270.

Vinod Kumar, K. *et al.* (2016) 'In Vitro Antimicrobial Susceptibility of Pathogenic *Leptospira* Biofilm', *Microbial drug resistance (Larchmont, N.Y.)*. Microb Drug Resist, 22(7), pp. 511–514. doi: 10.1089/MDR.2015.0284.

Vyn, C.M., Libera, K.C., Weese, J.S., Jardine, C.M., Berke, O. and Grant, L.E. (2024) *Social and environmental risk factors for canine leptospirosis: A scoping review*. *Veterinary Record*, e4437. DOI:[10.1002/vetr.4437](https://doi.org/10.1002/vetr.4437).

Wasinski, B. and Dutkiewicz, J. (2013) 'Annals of agricultural and environmental medicine : AAEM.', *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 20(2), pp. 239–244. Available at: <http://www.aaem.pl/Leptospirosis-current-risk-factors-connected-with-human-activity-and-the-environment,71919,0,2.html>.

World Health Organization. (2003). *Human leptospirosis: guidance for diagnosis, surveillance and control*. Geneva: World Health Organization. ISBN 9241545895. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/42667> (Acesso em 20 maio 2025)

Zinsstag, J. *et al.* (2020) 'One Health, une seule santé', *One Health, une seule santé*, (15), pp. 609–612. doi: 10.35690/978-2-7592-3097-6.

Zwijnenberg, R. J. G. *et al.* (2008) 'Cross-sectional study of canine leptospirosis in animal shelter populations in mainland Australia', *Australian veterinary journal*. Aust Vet J, 86(8), pp. 317–323. doi: 10.1111/J.1751-0813.2008.00324.X.