

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v20n2e1911>

Dirofilariose canina ectópica em cavidade abdominal: relato de caso

Rafaela Pereira de Souza^{1*}, Karina Varella Arpon^{2,3} , Beatriz Elise de Andrade Silva⁴ , Débora Sá Lemes⁵ , Arnaldo Maldonado Júnior³ , Ponan Mattoso Rubim⁶ , José Luís Luque⁷ , Raquel de Oliveira Simões⁷ 

¹Programa de Residência Veterinária em Cardiologia e Doenças Respiratórias de Animais de Companhia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Biologia Parasitária, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³Laboratório de Parasitologia de Reservatórios de Mamíferos Silvestres, Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁴Laboratório de Helminologia Romero Lascasas Porto, Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁵Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil.

⁶Médico Veterinário Autônomo.

⁷Departamento de Parasitologia Animal, Instituto de Medicina Veterinária, UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil.

*Autor para correspondência, e-mail: raquel83vet@gmail.com

Resumo: Relatamos o achado incidental de um verme filiforme vivo e íntegro na cavidade abdominal de uma cadela sem raça definida, identificado durante a realização de ovariossalpingo-histerectomia eletiva. A paciente não apresentava sinais clínicos compatíveis com dirofilariose no período pré-operatório, e a anamnese não indicou histórico de quimioprofilaxia ou tratamento prévio para a infecção. O espécime foi coletado e preservado em etanol a 70% para análises laboratoriais. A caracterização morfológica permitiu a identificação do nematódeo como um macho de *Dirofilaria immitis*, a qual foi corroborada por análise molecular baseada no sequenciamento do gene mitocondrial 12S rDNA.

Palavras-chave: Cardiologia, nematódeo, parasitismo errático.

Ectopic canine dirofilariasis in the abdominal cavity: case report

Abstract. We report the incidental finding of a live and intact filariid worm within the abdominal cavity of a mixed-breed female dog, identified during an elective ovariohysterectomy. The patient exhibited no clinical signs compatible with dirofilariasis in the preoperative period, and the medical history revealed no prior chemoprophylaxis or treatment for the infection. The specimen was collected and preserved in 70% ethanol for laboratory analyses. Morphological characterization identified the nematode as a male of *Dirofilaria immitis*, a diagnosis that was corroborated by molecular analysis based on sequencing of the mitochondrial 12S rDNA gene.

Keywords: Cardiology, nematode, erratic parasitismo.

Introdução

A dirofilariose é uma enfermidade parasitária causada pelo nematódeo *Dirofilaria immitis* (Meireles et al., 2014; Silva & Langoni, 2009; Silveira, 2018). Trata-se de uma doença comum em cães domésticos (Silva et al., 2023), mas que também ocorre em gatos (Moraes et al., 2021) e em animais silvestres (Penezić et al., 2014; Wixsom et al., 1991). Os seres humanos também são hospedeiros suscetíveis ao parasito (Cavallazzi et al., 2002; Simón et al., 2012), nos quais a infecção geralmente se manifesta como um nódulo pulmonar isolado, caracterizando a dirofilariose como uma zoonose (Meireles et al., 2014; Silveira, 2018). O ciclo de vida desse nematódeo envolve um vetor, representado por mosquitos da família Culicidae. Embora a suscetibilidade à infecção varie entre as espécies, mais de 70 espécies de

mosquitos podem transmitir o parasito. Esses vetores devem ser competentes para permitir o desenvolvimento larval do estágio L1 ao L3 ([Bendas et al., 2019](#)).

O parasito adulto é tipicamente encontrado nas artérias pulmonares e no ventrículo direito dos cães, onde realiza reprodução sexuada e libera larvas de primeiro estágio (L1, microfilárias) na corrente sanguínea do hospedeiro. O mosquito infecta-se ao ingerir essas microfilárias durante o repasto sanguíneo, as quais se desenvolvem até o estágio larval infectante de terceiro estágio (L3) no interior do vetor ([Castillo et al., 2011](#)). Durante um repasto subsequente, o mosquito inocula as larvas L3 em um novo hospedeiro definitivo. As larvas migram pelos tecidos e, posteriormente, alcançam as artérias pulmonares e o ventrículo direito, onde completam seu desenvolvimento (estágios L4, L5 e adultos) ([Moraes et al., 2016](#)).

Quando a migração pelos tecidos do hospedeiro não ocorre de forma adequada, as larvas podem não atingir seu sítio anatômico preferencial, resultando em parasitismo ectópico. Trata-se de uma condição incomum, havendo relatos de parasitos localizados no tecido subcutâneo, na artéria femoral e no olho ([Goh et al., 2023](#); [Oldach et al., 2018](#)).

Outro nematódeo filarídeo, *Acanthocheilonema reconditum* (sin. *Dipetalonema reconditum*), também parasita cães e gatos (Brito et al., 2001). Suas microfilárias são liberadas na corrente sanguínea e migram para os tecidos subcutâneos, musculatura, região perianal e cavidade abdominal, onde se desenvolvem em vermes adultos. No entanto, a infecção raramente resulta em manifestações clínicas no hospedeiro, podendo ocasionalmente causar prurido, úlceras ou abscessos ([Engelmann et al., 2019](#)). Esse parasito é transmitido principalmente por pulgas, piolhos e carrapatos, que atuam como hospedeiros intermediários ([Brito et al., 2001](#); [Engelmann et al., 2019](#); [Leite et al., 2012](#); [Patton & Faulkner, 1992](#)).

Considerando que tanto *Dirofilaria immitis* quanto *A. reconditum* podem causar microfilaremia e ser detectados por técnicas laboratoriais, o diagnóstico diferencial é fundamental, uma vez que essas infecções diferem substancialmente quanto à evolução clínica, ao tratamento e ao prognóstico ([Bowman & Mannella, 2011](#); [Gioia et al., 2010](#); [Labarthe et al., 2015](#); [Monteiro, 2016](#); [Trancoso et al., 2020](#)). Até o momento, não há relatos de parasitismo ectópico por *D. immitis* na Ilha de Guaratiba. Assim, o objetivo do presente relato é descrever um caso de parasitismo ectópico por *Dirofilaria immitis* na cavidade abdominal de uma cadela, confirmado por caracterização morfológica e análise molecular do gene mitocondrial 12S rDNA.

Relato de caso

Em março de 2021, em uma clínica veterinária localizada na Ilha de Guaratiba, Rio de Janeiro, um verme filariforme vivo e íntegro foi encontrado livre na cavidade abdominal de uma cadela sem raça definida, com três anos de idade e peso corporal de 12 kg, durante a realização de um procedimento de ovariossalpingo-histerectomia (castração). O parasito encontrava-se próximo à região umbilical, sob o omento maior, sendo exposto durante o ato cirúrgico.

Todo o corpo era recoberto por uma cutícula esbranquiçada, apresentando comprimento aproximado de 7,9 cm, com discreta torção observada em uma das extremidades ([Figura 1](#)). De acordo com o histórico clínico da paciente, o tutor não havia administrado qualquer tratamento profilático para dirofilariose, apesar de residir em área considerada de alto risco. O exame físico e o hemograma não revelaram alterações significativas, e o tutor não relatou sinais prévios de desconforto abdominal, incluindo dor ou prurido.

O parasito foi coletado e preservado em etanol a 70%. As porções anterior e posterior do nematódeo foram diafanizadas em solução de álcool + glicerol a 50% e montadas em lâmina temporária para a caracterização morfológica. Antes da diafanização, a região mediana do nematódeo adulto foi separada do restante do corpo e utilizada para análise molecular. As estruturas morfológicas foram examinadas sob microscópio óptico Olympus BX51. A identificação foi realizada com base em chave taxonômica e literatura atualizada para a espécie ([Anderson et al., 2009](#); [Vicente et al., 1997](#)). O nematódeo apresentou corpo alongado e delgado, com a extremidade anterior mais arredondada em comparação à posterior. Adicionalmente, o filarídeo exibiu abertura oral terminal desprovida de lábios. A presença de um par de espículos e vários pares de papilas na região posterior permitiu a identificação do espécime como macho.

O verme apresentou ainda quatro pares de papilas pré-cloacais, um par de papilas ad-cloacais e quatro pares de papilas pós-cloacais ([Figura 2A](#)), bem como dois espículos, sendo um maior e outro menor ([Figura 2B](#)), corroborando a redescritção de *Dirofilaria immitis* ([Furtado et al., 2010](#)).



Figura 1. Imagem fotográfica do espécime adulto de *Dirofilaria immitis* removido durante a realização de ovariossalpingo-histerectomia.

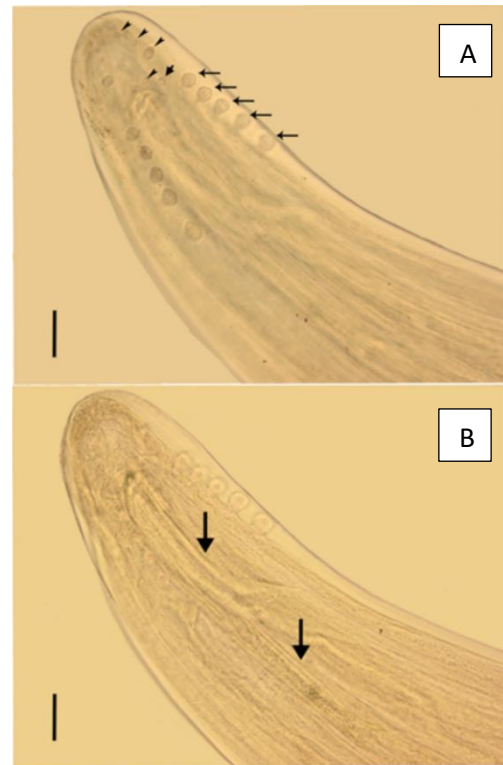


Figura 2. Microscopia óptica de *Dirofilaria immitis*. (A) Extremidade posterior de macho evidenciando as papilas pré-cloacais (**setas grandes**), as papilas ad-cloacais (**seta pequena**) e as papilas pós-cloacais (**pontas de seta**). (B) Par de espículos (**seta**).

Para confirmação adicional, foi realizado diagnóstico molecular. A região mediana do corpo do parasito foi utilizada para extração de DNA com o kit QIAamp DNA Mini Kit (QIAGEN, Hilden, Alemanha), seguindo o protocolo do fabricante.

A amplificação do gene mitocondrial 12S rDNA foi realizada por reação em cadeia da polimerase (PCR), utilizando o par de iniciadores 12SF (5'-GTTCCAGAATAATCGGCTA-3') e 12SR (5'-ATTGACGGATG(AG)TTTGTACC-3') ([Casiraghi et al., 2001](#)). Cada reação apresentou volume final de 25 µL, contendo 12,5 µL de PCR Master Mix (Promega Corporation), 0,5 µL de cada iniciador, 3 µL de DNA e água ultrapura.

As condições de ciclagem térmica foram: desnaturação inicial a 94 °C por 3 minutos; 40 ciclos de desnaturação a 94 °C por 45 segundos, anelamento a 52 °C por 45 segundos e extensão a 72 °C por 1,5 minuto; seguidos por uma extensão final a 72 °C por cinco minutos. O produto amplificado foi purificado utilizando o kit Illustra GFX PCR DNA, de acordo com as instruções do fabricante.

O sequenciamento do DNA foi realizado com o kit BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit. O sequenciamento e os procedimentos associados foram conduzidos por eletroforese capilar (seis capilares) na plataforma 3730xL DNA Analyzer, no Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz.

As sequências consenso foram geradas no software Geneious Prime 2022.2.1, visando à eliminação de erros e ambiguidades de sequenciamento. A sequência obtida do gene 12S rDNA foi alinhada com 116 sequências depositadas no GenBank, sob o número de acesso OR589203, representando membros da família Onchocercidae (gêneros *Acanthocheilonema*, *Brugia*, *Dipetalonema*, *Loa*, *Onchocerca* e *Wuchereria*), utilizando o algoritmo MUSCLE ([Edgar, 2004](#)), implementado no Geneious. *Thelazia callipaeda*, pertencente à família Thelaziidae, foi utilizada como grupo externo, em função de sua proximidade filogenética com Onchocercidae dentro da ordem Spirurida ([Casiraghi et al., 2001](#)).

Os alinhamentos foram refinados manualmente para remoção de regiões mal alinhadas por meio do software Mesquite (versão 3.70) ([Maddison & Maddison, 2021](#)), resultando em um conjunto final de dados composto por 35 táxons e 375 caracteres alinhados.

As análises de inferência bayesiana (IB) foram conduzidas no programa MrBayes versão 3.2.7a ([Ronquist et al., 2012](#)), na plataforma XSEDE, por meio do portal CIPRES Science Gateway ([Miller et al., 2010](#)). Modelos independentes GTR+I+G (modelo de substituição de nucleotídeos reversível geral, com proporção de sítios invariáveis e distribuição gama das taxas entre sítios) foram aplicados a cada posição do códon, com frequências de bases e parâmetros do modelo desvinculados.

A amostragem por Cadeias de Markov Monte Carlo (MCMC) foi realizada por 10.000.000 de gerações, com quatro cadeias simultâneas em duas execuções independentes. O suporte dos ramos foi avaliado por probabilidades posteriores bayesianas (PPB), calculadas a partir de árvores amostradas a cada 1.000 gerações, após o descarte dos primeiros 25% como burn-in ([Figura 3](#)).

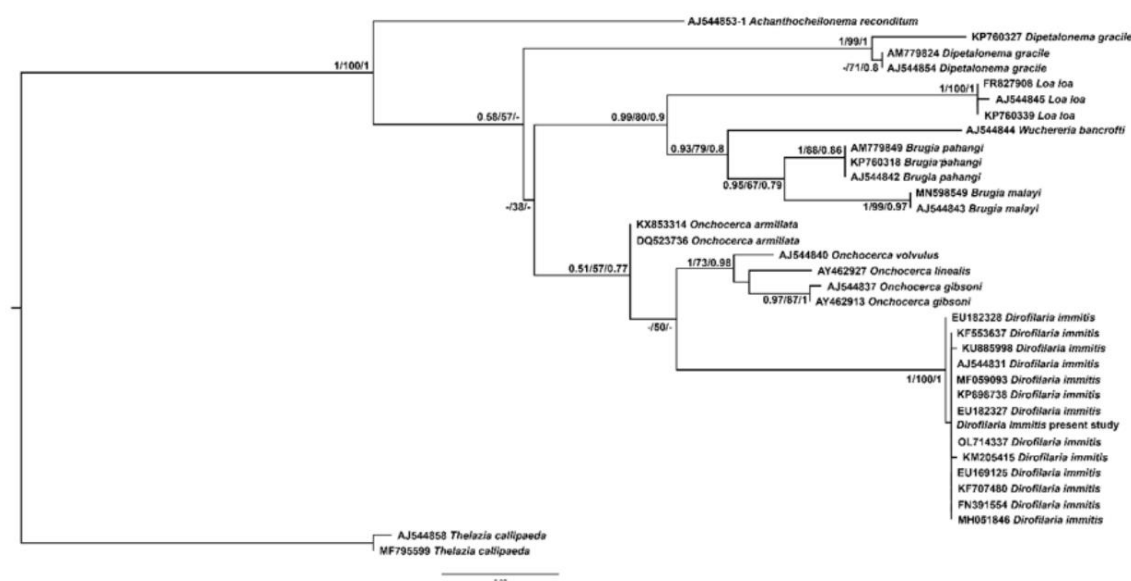


Figura 3. Árvore de máxima verossimilhança para o gene 12S rDNA. Os valores nos nós correspondem a aLRT, ML-BP e BPP. O símbolo de um asterisco (*) indica baixo suporte nodal nas análises de máxima verossimilhança (ML) ou inferência bayesiana (IB).

As análises filogenéticas pelo método de máxima verossimilhança (ML) foram realizadas com o programa PhyML versão 3.0, acessado por meio de seu servidor web ([Guindon et al., 2010](#)). A seleção do modelo evolutivo foi conduzida com o SMS (Smart Model Selection) ([Lefort et al., 2017](#)) implementado no PhyML, com base no Critério de Informação de Akaike (AIC).

O suporte dos ramos foi avaliado por meio do teste aproximado da razão de verossimilhança (aLRT) e por porcentagens de bootstrap não paramétrico (ML-BP), com base em 1.000 réplicas. A amostragem bayesiana, após o burn-in de 25%, resultou em uma estimativa média da verossimilhança marginal de -1858,6757 (desvio-padrão = 7,3841; mediana = -1858,381). Os tamanhos efetivos de amostra (ESS) foram robustos para todos os parâmetros.

O modelo de melhor ajuste selecionado pelo SMS no PhyML, sob o AIC, foi o GTR+I+G, com quatro categorias de taxa de substituição, proporção de sítios invariáveis = 0,405 e parâmetro de forma da distribuição gama (α) = 0,975, resultando em uma árvore com valor de log-verossimilhança (lnL) de -3762,13464.

As topologias das árvores obtidas pelas análises de IB e ML foram semelhantes, diferindo apenas nos valores de suporte dos ramos. A sequência obtida neste estudo agrupou-se com outras sequências de *D. immitis* com forte suporte (aLRT = 1; ML-BP = 1; PPB = 100). A sequência de *A. reconditum* proveniente do GenBank posicionou-se como basal em relação aos demais táxons analisados. Esses resultados moleculares, associados à análise morfológica, confirmaram a identificação do espécime como *D. immitis*.

Discussão

A distribuição geográfica da dirofilariose causada por *Dirofilaria immitis* está intimamente associada à presença de seus vetores culicídeos, o que torna a enfermidade comum em regiões tropicais e subtropicais ([Morchón et al., 2012](#)). No Brasil, as maiores prevalências são observadas em áreas costeiras e em regiões com elevada densidade de animais reservatórios, especialmente canídeos domésticos e silvestres, que desempenham papel fundamental na manutenção do ciclo de vida do parasito ([Alho et al., 2014](#); [Morchón et al., 2012](#); [Silva, 2015](#); [Silva & Langoni, 2009](#); [Silveira, 2018](#)).

De acordo com [Anvari et al. \(2020\)](#), a prevalência global da dirofilariose é atualmente estimada em 10,91%. [Labarthe et al. \(2014\)](#) relataram prevalência de 23,1% no Brasil, a mais elevada das Américas. Algumas cidades costeiras brasileiras apresentam valores ainda mais expressivos, como Niterói (RJ), com 58,6%; Búzios (RJ), com 62,2%; Salvador (BA), com 20%; e Recife (PE), com 36,7% ([Anvari et al., 2020](#)). As condições climáticas do país, aliadas à abundância de reservatórios e vetores, favorecem a transmissão e a persistência da doença ([Alho et al., 2014](#); [Meireles et al., 2014](#); [Silva, 2015](#); [Silveira, 2018](#)).

Embora *D. immitis* seja endêmica em diversas regiões brasileiras, apenas um relato recente descreveu a ocorrência de dirofilariose em localização ectópica ([Silva et al., 2023](#)). Nas Américas, o diagnóstico específico da dirofilariose é essencial devido à coexistência da transmissão de *Acanthocheilonema reconditum* em cães e gatos, a qual ocorre por meio da picada de pulgas ou carrapatos. *A. reconditum* causa microfilaremia, com microfilárias circulando na corrente sanguínea e alojando-se preferencialmente nos tecidos subcutâneos dos animais infectados ([Bobade et al., 1981](#)). Esse nematódeo também já foi relatado em localizações ectópicas, como o escroto ([Wright, 2017](#)) e a cavidade peritoneal ([Pierantozzi et al., 2017](#)).

Os sinais clínicos mais frequentemente associados a essa parasitose incluem prurido e eritema, embora a maioria dos casos permaneça assintomática. Dessa forma, o diagnóstico acurado baseia-se na combinação de microscopia, análises moleculares, avaliação dos sinais clínicos, especialmente cardiorrespiratórios, e exames hematológicos e sorológicos ([Smith et al., 2015](#); [Tilley, 2008](#)).

Relatos de formas erráticas de *D. immitis* já foram documentados no Japão ([Oh et al., 2008](#)), na Austrália ([Eberhard et al., 1977](#)), na Itália ([Dantas-Torres et al., 2009](#)) e em diversos outros países ([Bendas et al., 2017](#)). Os sítios ectópicos mais frequentemente descritos incluem o globo ocular e a cavidade abdominal ([Dantas-Torres et al., 2009](#); [Oh et al., 2008](#); [Pereira et al., 2021](#)). [Hayasaki et al. \(2013\)](#) sugeriram que formas imaturas de *D. immitis* podem, por razões ainda desconhecidas, migrar através dos tecidos subcutâneos da face e alcançar o olho por meio da córnea ou do nervo óptico, após atravessarem a superfície cerebral, permitindo, assim, o acesso à câmara anterior. No entanto, o mecanismo exato subjacente a essa migração aberrante permanece incerto.

No presente relato, as análises morfológicas e moleculares confirmaram que o nematódeo encontrado incidentalmente na cavidade abdominal de uma cadela proveniente da Ilha de Guaratiba correspondia a um espécime de *Dirofilaria immitis*, agente etiológico da dirofilariose canina. A análise filogenética demonstrou ainda que a sequência de *Acanthocheilonema reconditum* disponível no GenBank posicionou-se como basal em relação aos demais táxons avaliados, reforçando a importância do diagnóstico diferencial entre filarídeos que podem infectar cães. A ocorrência ectópica intra-abdominal observada neste caso, considerada incomum, contribui para ampliar o conhecimento sobre apresentações atípicas da dirofilariose e ressalta a necessidade de atenção diagnóstica em áreas endêmicas, diante da relevância clínica e epidemiológica dessa parasitose.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio à pesquisa. Agradecemos também ao Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios da Fundação Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz), à Unidade de Pesquisa Urogenital (Universidade do Estado do Rio de Janeiro) e à Plataforma de Microscopia Eletrônica Rudolf Barth (IOC/Fiocruz).

Referências

- Alho, A. M., Meireles, J., Belo, S., & Carvalho, L. M. (2014). Dirofilariose canina e felina, uma parasitose em evolução (I)—etiologia, biologia e epidemiologia. *Clínica Animal*, 2, 20–25.
- Anderson, R. C., Chabaud, A. G., & Willmott, S. (2009). *Keys to the nematode parasites of vertebrates: archival volume*. Commonwealth Agricultural Bureaux.
- Anvari, D., Narouei, E., Daryani, A., Sarvi, S., Moosazadeh, M., Hezarjaribi, H. Z., Narouei, M. R., & Gholami, S. (2020). The global status of *Dirofilaria immitis* in dogs: a systematic review and meta-analysis based on published articles. *Research in Veterinary Science*, 131, 104–116. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.04.002>.
- Bendas, A. J. R., Almeida, F. M., Guerrero, J., & Labarthe, N. (2017). Update on *Dirofilaria immitis* epidemiology in South America and Mexico: Literature review. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 54(4), 319–329. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvr.as.2017.132572>
- Bendas, A. J. R., Branco, A. S., Silva, B. R. S. A., Paiva, J. P., Miranda, M. G. N., Mendes-de-Almeida, F., & Labarthe, N. V. (2019). Mosquito abundance in a *Dirofilaria immitis* hotspot in the eastern state of Rio de Janeiro, Brazil. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 18, 100320. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2019.100320>.
- Bobade, P. A., Ojebuoh, P. B., & Akinboade, O. (1981). A case of canine filariasis due to *Dipetalonema reconditum* (Grassi 1889) in Nigeria. *Journal of Small Animal Practice*, 22(4), 210–206. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1981.tb01406.x>.
- Bowman, D. D., & Mannella, C. (2011). Macrocyclic lactones and *Dirofilaria immitis* microfilariae. *Topics in Companion Animal Medicine*, 26(4), 160–172. <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2011.07.001>.
- Brito, A. C., Vila-Nova, M. C., Rocha, D. A. M., Costa, L. G., Almeida, W. A. P., Viana, L. S., Lopes Júnior, R. R., Fontes, G., Rocha, E. M. M., & Regis, L. (2001). Prevalência da filariose canina causada por *Dirofilaria immitis* e *Dipetalonema reconditum* em Maceió, Alagoas, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 17(6), 1497–1504. <https://doi.org/10.1590/s0102-311x2001000600021>.
- Carvalho, M. P., Vasconcelos, T. C., Monteiro, L. M. V. W., Knackfuss, F. B., & Silva, F. S. A. (2023). Dirofilariose ectópica em um paciente canino assintomático: Relato de caso. *PUBVET*, 17(12), e1494. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v17n12e1494>.
- Casiraghi, M., Anderson, T. J. C., Bandi, C., Bazzocchi, C., & Genchi, C. (2001). A phylogenetic analysis of filarial nematodes: Comparison with the phylogeny of Wolbachia endosymbionts. *Parasitology*, 122(1), 93. <https://doi.org/10.1017/S0031182000007149>
- Castillo, J. C., Reynolds, S. E., & Eleftherianos, I. (2011). Insect immune responses to nematode parasites. *Trends in Parasitology*, 27(12), 537–547. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2011.09.001>.
- Cavallazzi, R. S., Cavallazzi, A. C., Souza, I. V., & Cardoso, J. J. D. (2002). Dirofilariose pulmonar humana: Relato de sete casos. *Jornal de Pneumologia*, 28(2), 100–102. <https://doi.org/10.1590/s0102-35862002000200007>.
- Dantas-Torres, F., Lia, R. P., Barbuto, M., Casiraghi, M., Crovace, A., Caligiani, L., Genchi, C., & Otranto, D. (2009). Ocular dirofilariosis by *Dirofilaria immitis* in a dog: First case report from Europe. *Journal of Small Animal Practice*, 50(12), 667–669. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2009.00846.x>.
- Eberhard, M. L., Daly, J. J., Weinstein, S., & Farris, H. E. (1977). *Dirofilaria immitis* from the eye of a dog in Arkansas. *Journal of Parasitology*, 63(6). <https://doi.org/10.2307/3279829>.
- Edgar, Robert C. (2004). “MUSCLE: A multiple sequence alignment method with reduced time and space complexity”. *BMC Bioinformatics*, 5, 1–19.
- Engelmann, A. M., Schafer, A. S., Lhamas, C. L., Dornelles, G. L., Cargnelutti, J. F., Ramos, R. A. N., Monteiro, S. G., & Andrade, C. M. (2019). Morphological and molecular identification of *Acanthocheilonema reconditum* in a canine. *Comparative Clinical Pathology*, 28(1), 271–274. <https://doi.org/10.1007/s00580-018-2859-2>.
- Furtado, A. P., Melo, F. T. V., Giese, E. G., & Santos, J. N. (2010). Morphological redescription of *Dirofilaria immitis*. *Journal of Parasitology*, 96(3), 499–504. <https://doi.org/10.1645/GE-2178.1>.

- Gioia, G., Lecová, L., Genchi, M., Ferri, E., Genchi, C., & Mortarino, M. (2010). Highly sensitive multiplex PCR for simultaneous detection and discrimination of *Dirofilaria immitis* and *Dirofilaria repens* in canine peripheral blood. *Veterinary Parasitology*, 172(1–2), 160–163. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.04.027>.
- Goh, Y. S., Kim, H. M., Alkathiri, B., Chang, H. S., Yoon, Y. M., Lee, S. H., & Park, K. M. (2023). Two cases of ectopic dirofilariasis by *Dirofilaria immitis* in subconjunctival and subcutaneous tissues in dogs. *Parasitology International*, 92, 102683. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2022.102683>.
- Guindon, S., Dufayard, J. F., Lefort, V., Anisimova, M., Hordijk, W., & Gascuel, O. (2010). New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: Assessing the performance of PhyML 3.0. *Systematic Biology*, 59(3), 307–321. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syq010>.
- Hayasaki, M., Ueno, M., Ejima, H., Munakata, A., & Tamura, Y. (2013). A possible port of entry into the eye of dog during erratic canine heartworm (*Dirofilaria immitis*) parasitism. *Journal of Veterinary Medical Science*, 75(3), 335–359. <https://doi.org/10.1292/jvms.12-0206>.
- Labarthe, N. V., Paiva, J. P., Reifur, L., Mendes-de-Almeida, F., Merlo, A., Pinto, C. J. C., Juliani, P. S., Almeida, M. A. O., & Alves, L. C. (2014). Updated canine infection rates for *Dirofilaria immitis* in areas of Brazil previously identified as having a high incidence of heartworm-infected dogs. *Parasites & Vectors*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13071-014-0493-7>.
- Labarthe, N. V., Willi, L. M. V., Paiva, J. P., Miranda, M. G. N., Zoreck, K., & Almeida, F. M. (2015). Chemoprophylaxis of *Dirofilaria immitis* (Leidy 1856) infection at a high challenge environment. *Parasites & Vectors*, 8(1), 1–4. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1141-6>.
- Lefort, V., Longueville, J. E., & Gascuel, O. (2017). SMS: Smart Model Selection in PhyML. *Molecular Biology and Evolution*, 34(9), 422–424. <https://doi.org/10.1093/MOLBEV/MSX149>.
- Leite, L. C., Luz, E., Cirio, S. M., Leite, M. C., Molinari, H. P., Zadorosnei, A. C. B., Oliveira, T. M. F. S., & Leite, S. C. (2012). Infecção de cães domésticos (*Canis lupus familiaris*, Linnaeus, 1758) da região metropolitana de Guaratuba, Paraná, Brasil por microfilárias circulantes de *Acanthocheilonema reconditum* (Grassi, 1899). *Semina: Ciências Agrárias*, 33(3), 1149–1155. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n3p1149>.
- Maddison, W., & Maddison, D. (2021). Mesquite: a modular system for evolutionary analysis, Version 3.70. *Cretaceous Research*, 21.
- Meireles, J., Paulos, F., & Serrão, I. (2014). Dirofilariose canina e felina. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 109, 70–78.
- Miller, M. A., Pfeiffer, W., & Schwartz, T. (2010). Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. *2010 Gateway Computing Environments Workshop, GCE 2010*. <https://doi.org/10.1109/GCE.2010.5676129>.
- Monteiro, L. M. V. W. (2016). *Dirofilaria immitis*: Infecção canina em fisionomias distintas e susceptibilidade as lactonas macrocíclicas. Universidade Federal Fluminense.
- Moraes, M. F. C. V., Mendes-de-Almeida, F., Abdalla, L., Merlo, A., Paiva, J. P., & Labarthe, N. V. (2016). Selamectin for the prevention of canine *Dirofilaria immitis* infection: field efficacy in client-owned dogs in a high-risk area. *Parasites & Vectors*, 9(1), 1–5. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1697-9>.
- Moraes, M. F. D., Pollo, A. S., Marques, K. C., Góis, R. C. S., Ferreira, M. B., Silva, A. M., Lucena, R. B. M., Batista, J. S., Filgueira, K. D., Sellera, F. P., Reche Júnior, A., & Hoppe, E. G. L. (2021). Report of *Dirofilaria immitis* infection with acute cardiopulmonary complications in a cat from Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 58, 1–8. <https://doi.org/10.11606/ISSN.1678-4456.BJVRAS.2021.186835>.
- 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 JUN. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00196>.
- Oh, H. W., Jun, H. K., You, M. J., Hayasaki, M., & Song, K. H. (2008). Ectopic migration of an adult heartworm in a dog with dirofilariasis. *Korean Journal of Parasitology*, 46(3), 171. <https://doi.org/10.3347/kjp.2008.46.3.171>.

- Oldach, M. S., Gunther-Harrington, C. T., Balsa, I. M., McLarty, E. M., Wakeman, K. A., Phillips, K. L., Honkavaara, J., Visser, L. C., & Stern, J. A. (2018). Aberrant migration and surgical removal of a heartworm (*Dirofilaria immitis*) from the femoral artery of a cat. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32(2), 792–796. <https://doi.org/10.1111/jvim.15070>.
- Patton, S., & Faulkner, C. T. (1992). Prevalence of *Dirofilaria immitis* and *Dipetalonema reconditum* infection in dogs: 805 cases (1980-1989). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 200(10), 1533–1534.
- Penezić, A., Selaković, S., Pavlović, I., & Ćirović, D. (2014). First findings and prevalence of adult heartworms (*Dirofilaria immitis*) in wild carnivores from Serbia. *Parasitology Research*, 113(9), 3281–3285. <https://doi.org/10.1007/s00436-014-3991-9>.
- Pereira, L. L., Rubim, P. M., Lemos, N. M. O., Alberigi, B. R. S., Bendas, A. J. R., & Santos Filho, M. (2021). Dirofilariose ectópica em paciente canino assintomático: Relato de caso. *PUBVET*, 15(7), 1–9. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n07a860.1-9>.
- Pierantozzi, M., Di Giulio, G., Traversa, D., Aste, G., & Di Cesare, A. (2017). Aberrant peritoneal localization of *Dirofilaria repens* in a dog. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 10, 62–64. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2017.08.002>.
- Ronquist, F., Teslenko, M., Van Der Mark, P., Ayres, D. L., Darling, A., Höhna, S., Larget, B., Liu, L., Suchard, M. A., & Huelsenbeck, J. P. (2012). MrBayes 3.2: Efficient Bayesian Phylogenetic Inference and Model Choice Across a Large Model Space. *Systematic Biology*, 61(3), 539.
- Silva, M. C. G. (2015). *Estudo da dirofilariose canina na região oceânica de Niterói-RJ-Brasil*. Universidade Federal Fluminense.
- Silva, R. C., & Langoni, H. (2009). Dirofilariose: Zoonose emergente negligenciada. *Ciência Rural*, 39(5), 1615–1624. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782009005000062>.
- Silva, W. I., Gomes, A. R. D., Francisco, M. C., Silva, J. M., Oliveira Filho, H. S., Feitosa, T. F., & Vilela, V. L. R. (2023). Subcutaneous dirofilariasis due to *Dirofilaria immitis* in a dog in Brazil: First report. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 32(2), e001423. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612023032>.
- Silveira, A. R. M. (2018). *Dirofilariose canina: Revisão bibliográfica*. Escola Universitária Vasco da Gama, Coimbra, Portugal.
- Simón, F., Siles-Lucas, M., Morchón, R., González-Miguel, J., Mellado, I., Carretón, E., & Montoya-Alonso, J. A. (2012). Human and animal dirofilariasis: the emergence of a zoonotic mosaic. *Clinical Microbiology Reviews*, 25(3), 507–544. <https://doi.org/10.1128/CMR.00012-12>.
- Smith, F. W. K., Tilley, L. P., Oyama, M., & Sleeper, M. M. (2015). *Manual of canine and feline cardiology-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Tilley, L. P. (2008). *Manual of canine and feline cardiology*. Elsevier Health Sciences.
- Trancoso, T. A. L., Lima, N. C., Barbosa, A. S., Leles, D., Fonseca, A. B. M., Labarthe, N. V., Bastos, O. M. P., & Uchôa, C. M. A. (2020). Detection of *Dirofilaria immitis* using microscopic, serological and molecular techniques among dogs in Cabo Frio, RJ, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 29(1), 1–12. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612020009>.
- Vicente, J. J., Rodrigues, H. O., Gomes, D. C., & Pinto, R. M. (1997). Nematóides do Brasil. Parte V: nematóides de mamíferos. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14(suppl 1), 1. <https://doi.org/10.1590/s0101-81751997000500001>.
- Wixsom, M. J., Green, S. P., Corwin, R. M., & Fritzell, E. K. (1991). *Dirofilaria immitis* in coyotes and foxes in Missouri. *Journal of Wildlife Diseases*, 27(1), 166–169. <https://doi.org/10.7589/0090-3558-27.1.166>.
- Wright, I. (2017). Case report: *Dirofilaria repens* in a canine castrate incision. *Companion Animal*, 22(6), 316. <https://doi.org/10.12968/coan.2017.22.6.316>.

Histórico do artigo:**Recebido:** 21 de janeiro de 2026**Aprovado:** 24 de fevereiro de 2026**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.