

CAMPYLOBACTER SPP. EM ANIMAIS SILVESTRES

(Campylobacter spp. in wild animals)

Thamiris Pereira de MORAES* ; Cláudio Dias TIMM

¹Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal, Faculdade de Veterinária.
Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, prédio 34, Pelotas/RS.
CEP: 96.010-900. *E-mail: thamiris.p@outlook.com

RESUMO

Campylobacter sp. são patógenos multi-hospedeiros zoonóticos disseminados, que frequentemente causam gastroenterite em humanos. As aves são reservatórios de *Campylobacter* sp., que também ocorre naturalmente em mamíferos e já foi isolado de águas superficiais e subterrâneas. As espécies de *Campylobacter* colonizam prontamente o trato gastrointestinal de animais domésticos, silvestres e selvagens e, embora raramente causem doença clínica em animais de produção, podem produzir gastroenterite aguda grave em humanos. Assim, o objetivo desta revisão de literatura narrativa foi fazer um levantamento bibliográfico sobre o isolamento desse micro-organismo em animais silvestres. *C. jejuni* tem sido isolado de primatas não humanos cativos e livres acometidos por diarreia e saudáveis; e também de elefantes, gaivotas, abutres e outras aves silvestres. Gansos selvagens e aves silvestres são uma fonte potencial de infecção por *Campylobacter* sp. para humanos e outros animais, e, como os gansos são animais migratórios, eles são capazes de transferir patógenos por grandes distâncias. Cepas potencialmente virulentas dessa bactéria são eliminadas pelas fezes dos corvos. Estes animais são particularmente relevantes para a disseminação potencial de patógenos por causa de seu movimento entre áreas urbanas e agrícolas habitadas por humanos. Animais silvestres saudáveis, de diferentes espécies, podem albergar *Campylobacter* sp., agindo como veiculadores do patógeno.

Palavras-chave: *Campylobacter*, animais selvagens, zoonoses, mamíferos.

ABSTRACT

Campylobacter sp. is a widespread zoonotic multi-host pathogen that often causes gastroenteritis in humans. The birds are reservoirs of *Campylobacter* sp., which also occurs naturally in mammals and has already been isolated from surface and groundwater. *Campylobacter* sp. species readily colonize the gastrointestinal tract of domestic and wild animals, and although they rarely cause clinical disease in production animals, they can produce severe acute gastroenteritis in humans. This narrative literature review aimed to carry out a bibliographic survey on the isolation of this microorganism in wild animals. *C. jejuni* has been isolated from captive and diarrhea-free and healthy non-human primates, as well as from elephants, seagulls, vultures, and other wild birds. Wild geese and wild birds are a potential sources of *Campylobacter* sp. infection to humans and other animals, and as geese are migratory animals, they can transfer pathogens over long distances. Potentially virulent strains of this bacteria are eliminated by the feces of crows. These animals are particularly relevant to the potential spread of pathogens because of their movement between urban and agricultural areas inhabited by humans. Healthy wild animals of different species may harbor *Campylobacter*, acting as agent carriers.

Keywords: *Campylobacter*, wild animals, zoonoses, mammals.

INTRODUÇÃO

Os animais silvestres compartilham uma quantidade crescente de *habitats* com os humanos à medida que os ambientes naturais se tornam mais fragmentados e maiores áreas são destinadas às necessidades humanas. O contato com animais silvestres e com os patógenos a eles associados ocorrem por meio da caça, do comércio, da utilização desses

animais como *pets*, e do manejo em centros de reabilitação e zoológicos (KELLER e SHRIVER, 2014).

A mobilidade e migração das aves são fenômenos biológicos notáveis (PALMGREN *et al.*, 1997; HUBÁLEK, 2004; LILLEHAUG *et al.*, 2005a; JOURDAIN *et al.*, 2007; HUGHES *et al.*, 2009). Mesmo as espécies de aves sedentárias podem mover-se por distâncias longas e, assim, todas podem transportar agentes patogênicos viáveis para locais distantes. Além disso, aves de diversas espécies frequentemente se reúnem em pontos de paradas de migração, onde a transmissão horizontal de agentes de doenças pode ocorrer a partir de contatos interindividuais e interespecíficos. As aves migratórias podem estar envolvidas no transporte de micro-organismos patogênicos como portadoras biológicas ou mecânicas, ou também como hospedeiras de ectoparasitas infectados (REED *et al.*, 2003; HUBÁLEK, 2004).

Aves aquáticas podem amplificar e possivelmente transmitir patógenos para humanos, contaminando diretamente os campos agrícolas ou águas superficiais. No entanto, esse processo funciona nos dois sentidos. Campos agrícolas contaminados com estrume não tratado, por exemplo, podem infectar diretamente animais silvestres (KELLER e SHRIVER, 2014).

Roedores, como *Rattus norvegicus*, são prevalentes em ambientes urbanos e representam uma ameaça à saúde pública, tanto por seu comportamento destrutivo, quanto por servirem de reservatórios para patógenos que podem ser transmitidos para os seres humanos e outros animais (EASTERBROOK *et al.*, 2007; NKOGWE *et al.*, 2011).

Segundo Lillehaug *et al.* (2005b), as fezes de cervídeos selvagens, quando contaminadas com micro-organismos patogênicos, podem contaminar a água de superfície, que pode, então, ser usada como água potável para seres humanos e/ou animais domésticos e contaminar o ambiente.

Campylobacter sp. é um patógeno multi-hospedeiro zoonótico disseminado, que frequentemente causa gastroenterite em humanos (MENDLEY *et al.* 2020). As aves são reservatórios de *Campylobacter* sp., que também ocorre naturalmente em mamíferos e já foi isolado de águas superficiais e subterrâneas (WALDENSTRÖM *et al.*, 2005). A existência de reservatórios desse micro-organismo na vida selvagem é um perigo potencial para a saúde humana e animal (MILTON *et al.*, 2017). Portanto, este trabalho tem por objetivo fazer uma revisão de literatura narrativa sobre isolamentos de *Campylobacter* sp. de animais silvestres.

DESENVOLVIMENTO

Reservatórios naturais

As espécies de *Campylobacter* sp. colonizam prontamente o trato gastrointestinal de animais domésticos, silvestres e selvagens e, embora raramente causem doença clínica em animais de produção, podem produzir gastroenterite aguda grave em humanos (HORROCKS *et al.*, 2009). Rapp *et al.* (2020) consideraram que as aves que vivem livremente são reservatórios significativos na manutenção e disseminação de *Campylobacter jejuni* na natureza, devido à sua grande mobilidade e à elevada taxa de portadores dessa bactéria. Segundo Prince Milton *et al.* (2017), *C. jejuni* tem sido isolado de primatas não humanos

cativos e livres acometidos por diarreia e saudáveis; e também de elefantes, gaivotas, abutres e outras aves silvestres.

Isolamento nas fezes de diferentes espécies selvagens

Lillehaug *et al.* (2005b), na Escandinávia, capturaram 53 *Cervus elaphus*, 82 *Alces*, 38 *Capreolus* e 150 *Rangifer tarandus* e desses cervídeos isolaram *C. jejuni* das fezes de um *C. capreolus*. Estudos afirmam que a carne de veado é consumida em grande parte pelos caçadores, suas famílias e conhecidos. Apenas quantias mínimas são vendidas no mercado normal, portanto apenas uma pequena porção dessa carne está sujeita à inspeção rigorosa. Além disso, os animais costumam ser coureados e eviscerados ao ar livre, o que pode propiciar a contaminação da carcaça. Plaza-Rodríguez *et al.* (2021) analisaram fezes de 504 veados de vida selvagem e, destes, quatro (0,8%) foram positivos para *Campylobacter* sp.; também coletaram fezes de aves selvagens, como patos e gansos, e de nenhuma houve isolamento do micro-organismo. Assim como Rapp *et al.* (2020), que isolaram *C. jejuni* das fezes de aves silvestres e roedores que viviam no entorno de leiteiras.

Na região Subantártica, foi isolado *C. jejuni* de fezes de 3 3/100 (3%) *Eudyptes chrosolophus*, de um total de 100 amostras. Fezes de 40 *Diomedea melanophrys*, 100 *Diomedea chrysostoma* e 206 *Archocephalus gazella* também foram coletadas e analisadas, porém nenhuma amostra foi positiva para *Campylobacter* (BROMAN *et al.*, 2000).

Hald *et al.* (2008), na Dinamarca, capturaram e analisaram moscas em ambientes de produção de alimentos. Foram positivas para *Campylobacter* sp. 31 de um total de 2.816 (1,1%), destes casos positivos, 7 (22,6%) foram identificados como *C. jejuni* e 23 (74,2%) como *C. coli*. Entre as espécies positivas estão 21 de 782 (2,7%) *Musca domestica*, 4 de 271 (1,5%) *Stomoxys calcitrans*, 1 de 7 (14,3%) *Mesembrina meridiana*, 1 de 69 (1,5%) *Hydnotea*, 1 de 109 (0,9%) *Muscina stabulans* e 1 de 338 (0,3%) *Lucilia caesar*.

Os mesmos autores afirmam que moscas são vetores bem conhecidos de outros agentes enteropatogênicos e, portanto, poderiam ser suspeitas de atuarem também como vetores de *Campylobacter* sp. A família de moscas Muscidae, em particular *M. domestica*, foi a mais frequente no isolamento desse micro-organismo estudado. Sabe-se que elas estão associadas à produção animal, bem como às atividades humanas. As moscas domésticas são muito numerosas durante o período de verão e seus hábitos sinantrópicos e onívoros fazem com que elas colem *Campylobacter* sp. de fezes frescas, o que as difere de outras espécies, como as varejeiras da família Calliphoridae, que são mais atraídas por carcaças, onde o micro-organismo em questão não se desenvolve tão bem.

Engvall *et al.* (2002), na Suécia, coletaram fezes de 15 mamíferos selvagens e 8 (53,3%) foram positivos para *C. jejuni* e 4 (26,7%) para *C. coli*. Esses autores também analisaram fezes de aves silvestres e observaram que, das 17 amostras analisadas, 12 (70,6%) *Larus* spp. albergavam *C. jejuni* e 5 (29,4%) *C. lari*. Também, as fezes de 15 de 16 (93,6%) *Branta canadenses* foram positivas para *C. jejuni*. No Canadá, Mutschall *et al.* (2020) isolaram *C. jejuni* das fezes de 507 de 1096 *Procyon lotor* que foram capturados e afirmaram que esses animais podem albergar espécies e subtipos de *Campylobacter* sp., comuns aos humanos, tornando-os potenciais disseminadores desse micro-organismo para pessoas.

Sippy *et al.* (2012), nos Estados Unidos da América, após analisarem fezes de 142 pequenos mamíferos e de 188 aves, afirmaram que a vida selvagem pode desempenhar um papel na epidemiologia de *Campylobacter* sp., uma vez que pode abrigá-lo.

Isolamento nas fezes de aves silvestres

Broman *et al.* (2002), nos Estados Unidos da América., analisaram um grupo de aves da espécie *L. ridibundus* com intervalo de dois anos e isolaram *C. jejuni* e *C. coli* em ambos os momentos. No primeiro ano de estudo com 117 aves, isolaram 100 (92,3%) de *C. jejuni* e 2 de *C. coli* das fezes dos animais avaliados; e, no ano seguinte, de 367, 111 (36,2%) das fezes foram positivas para *C. jejuni* e 5 (1,4%) para *C. coli*. Segundo os autores, essa espécie de ave foi escolhida uma vez que é uma das mais propensas a estar envolvida na epidemiologia de bactérias, já que é oportunista e onívora, vivendo em *habitats* naturais, como praias, lagos e rios, e, também em fazendas e áreas urbanas.

Segundo Colles *et al.* (2008), gansos selvagens são uma fonte potencial de infecção por *Campylobacter* sp. para humanos e outros animais, e como os gansos são animais migratórios, eles são capazes de transferir patógenos por grandes distâncias. *Sturnus vulgaris* também foram considerados como fonte de *C. jejuni* por esses autores, e são habitantes comuns de cidades. Essas observações foram feitas a partir do isolamento de *C. jejuni* e *C. coli* de fezes de 331 *B. canadenses* e *Anser anser* no Reino Unido, em que houve isolamento de 166 (50,2%) *C. jejuni* e 1 (0,3%) *C. coli*; e de 954 *S. vulgaris*, com 285 (29,9%) *C. jejuni* e 6 (0,6%) *C. coli* isolados.

Já, na Nova Zelândia, French *et al.* (2009) isolaram *C. jejuni* de 24 (12,5%) de um total de 192 amostras de matéria fecal de aves silvestres de parques infantis e demonstraram que o material fecal de aves silvestres que frequentam esses parques pode conter *C. jejuni*, incluindo cepas associadas à doença em humanos.

Kwon *et al.* (2017) isolaram *Campylobacter* de 213 (9,8%) de um total de 2164 fezes de aves silvestres coletadas na Coreia do Sul, sendo 169 (79,3%) *C. jejuni*, 20 (9,3%) *C. coli* e 1 (0,4%) *C. lari*. As espécies de aves estudadas foram *Larus crassirostris*, *Arenaria interpres*, *Tringa ochropus*, *Numerius madagascariensis*, *Egretta garzetta*, *A. penelope* e *Anas falcata*. Os resultados desse estudo indicaram que essas aves selvagens podem servir como importantes reservatórios para *Campylobacter*.

Huges *et al.* (2009) isolaram *C. jejuni* de fezes de *Gallinula chloropus*, *C. livia*, *Tyto alba*, *T. merula*, *Parus major*, *Pica pica*, *Garrulus glandarius*, *Corvus monedula*, *S. vulgaris*, *P. domesticus* e *Fringilla coelebs*, *C. lari* de fezes de *Anas penelope*, *Haematopus ostralegus*, *A. interpres*, *L. ridibundus*, *P. pica* e *C. chloris* e *C. coli* de *Cygnus olor*, *Falco tinnunculus* e *Calidris canutus*, na Inglaterra. Nesse estudo, houve isolamento de duas diferentes espécies de *Campylobacter* da mesma espécie de ave, *P. pica*, porém eram animais diferentes, e pode-se concluir que a ocorrência dessa bactéria em aves silvestres é raramente associada à doença, uma vez que os animais capturados aparentavam estar saudáveis.

Weis *et al.* (2013) avaliaram 127 amostras de fezes de *C. corone* capturados nos Estados Unidos da América e isolaram 85 (66,9%) *Campylobacter*, das quais 65 (76,5%) eram *C. jejuni*. Esse estudo demonstrou que cepas potencialmente virulentas dessa bactéria são eliminadas pelas fezes dos corvos, e que, assim, eles podem contaminar os diversos locais

por onde transitam. Esses animais são particularmente relevantes para a disseminação potencial de patógenos por causa de seu movimento entre áreas urbanas e agrícolas habitadas por humanos. No mesmo país, Keller e Shriver (2014) testaram 5.781 amostras de fezes de aves silvestres e isolaram 566(9,8%) de *Campylobacter*, sendo que 46 (8,1%) foram identificados como *C. jejuni*, 8 (1,4%) como *C. coli* e 1 (0,3%) como *C. lari*. Os animais capturados e positivos para *Campylobacter* spp. foram *Chen caerulescens*, *B. canadenses*, *A. interpres*, *C. canutus*, *Calidris alba*, *Calidris pusilla*, *Larus delawarensis*, *L. argentatus*, *L. marinus* e *Leucophaeus atricilla*.

Lillehaugh *et al.* (2005a), na Escandinávia, isolaram *C. jejuni* de 2 de um total de 100 (2%) amostras de fezes de *C. livia*. Na Suécia, Waldeström *et al.* (2005) isolaram 741 (93%) *Campylobacter* de um total de 791 amostras de fezes de animais silvestres, como *B. canadenses*, *L. timidus*, *Lepus europeus*, *A. alces*, *S. scrofa*, *Dama dama*, *C. elaphus*, *C. capreolus* e várias espécies de gaivotas. Esses mesmos autores, em 2006, isolaram *Campylobacter* de fezes de diversas espécies de aves silvestres, nesse estudo, 1 de 122 (0,8%) das fezes de *Tringa totanus* foi positiva para *C. jejuni* e 105 (86,1%) para *C. lari*; 6 de 116 (5,2%) das fezes de *A. anser* foram positivas para *C. jejuni*; e 3 de 4 (75%) das fezes de *Calidris alpina shinzii* foram positivas para *C. lari*, assim como 1 de 3 (33,3%) das fezes de *Vanellus vanellus*. As fezes de um *Gallinago gallinago* também foram testadas e houve isolamento de *Campylobacter*, porém esse isolado não pôde ser identificado.

Isolamento em animais alocados em centros de reabilitação

Saunders *et al.* (2016) isolaram *Campylobacter*, na Califórnia, de fezes de *Procyon lotor* num centro de reabilitação animal, o que originou um surto de campilobacteriose humana entre os tratadores desse centro. Os animais viviam juntos, no mesmo recinto e alguns podem ter sido infectados de forma nosocomial com *C. jejuni* durante sua permanência no centro de reabilitação, uma vez que, mesmo chegando em diferentes momentos, eram alojados juntos.

Prince Milton *et al.* (2017) coletaram fezes de animais e dos recintos onde eles vivam em Jardins Zoológicos, na Índia, a fim de verificar a presença de *C. jejuni* e obtiveram 15 (4,8%) de 314 isolamentos. Das aves coletadas, foram positivas as fezes de 1 de 8 (12,5%) *Chrysolophus pictus*, 2 de 8 (25%) *Lophura nycthemera*, 1 de 12 (8,3%) *Chrysolophus amherstiae*, 1 de 4 (25%) *Pavo cristatus* e 2 de 35 (5,7%) *Struthio camelus*; dos carnívoros, 1 de 20 (5%) *Panthera pardus*, 3 de 10 (30%) *Hyaena hyaena* e 1 de 5 (20%) *Canis aureus*; e dos ruminantes, 1 de 15 (6,7%) *Hyelaphus porcinus* e 1 de 2 (50%) *Pseudois nayaur*.

Em dois centros de recuperação de animais silvestres da Califórnia foi realizado um experimento, a fim de verificar a presença de *Campylobacter* nos locais, houve isolamento de 10 (3%) de *C. coli* de 338 amostras, sendo 2 de 2 *Fulica americana*, 3 de 8 (37,5%) *Podicipediae* spp., 1 de 8 (12,5%) *Butorides virescens*, 1 de 9 (11,1%) *Gavia pacifica*, 1 de 8 (12,5%) *Melanitta perspicillata* e 2 de 12 (16,7%) *Aphelocoma californica*; isolamento de 5 (1,5%) de *C. lari* das 338 amostras, sendo 1 de 6 (16,7%) *Pelecanus occidentalis*, 1 de 31 (2,7%) *Uria aalge*, 1 de 5 (20%) *Oxyura jamaicensis*, 1 de 8 (12,5%) *M. perspicillata* e 1 de 11 (9,1%) *Aechmophorus occidentalis*; e 23 (6,8%) de *C. jejuni*, das 338 amostras, sendo 7 de 12 (58,3%) *Corvus brachyrhynchos*, 1 de 13 (7,7%) *T. migratorius*, 4 de 31 (12,9%) *Uria aalge*, 1 de 8 (12,5%) *B. virescens*, 2 de 5 (40%) *Oxyura jamaicensis*, 1 de 1 *Bucephala*

albeola, 1 de 1 *C. corax*, 1 de 1 *Cerorhinca monocerata*, 1 de 7 (14,3%) *Egretta thula*, 2 de 8 (25%) *M. perspicillata*, 1 de 7 (14,3%) *L. occidentalis* e 1 de 3 (33,3%) *Megascops kennicottii* (SIEMBIEDA *et al.*, 2011).

Isolamento em fezes de roedores

Meerburg *et al.* (2005) coletaram fezes de roedores silvestres, como *Crocidura russula*, *Sorex araneus*, *Mus musculus*, *Microtus arvalis*, *A. sylvaticus*, *R. norvegicus*, *Micromys minutus*, *Microtus agrestis*, *C. glareolus* e *Microtus oeconomus*, nos Países Baixos, e 8 de 83 (9,6%) das fezes de *M. musculus* e 1 de 8 (12,5%) das fezes de *R. norvegicus* foram positivas para *Campylobacter*. Esses autores concluíram que roedores silvestres podem disseminar bactérias zoonóticas entre os diversos ambientes pelos quais circulam.

Song *et al.* (2021) ao analisarem fezes de 38 roedores selvagens, sendo 18 *M. minutus* e 20 *M. musculus*, observaram que nas fezes de 14 (77,8%) *M. minutus* houve isolamento de *Campylobacter* sp. e em nenhuma amostra de fezes de *M. musculus*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento bibliográfico mostra não ser raro que animais silvestres sadios de diferentes espécies alberguem *Campylobacter*, principalmente *C. jejuni*, mas também *C. coli* e *C. lari*. Embora não apresentem sinais clínicos de enfermidade, esses animais são portadores que eliminam os micro-organismos em suas fezes, podendo agir como veiculadores do agente para outros animais e humanos, e contaminar águas, alimentos e o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- BROMAN, T.; BERGSTRÖM, S.; ON, S.L.W.; PALMGREN, H.; MCCAFFERTY, D.J.; SELLIN, M.; OLSEN, B. Isolation and Characterization of *Campylobacter jejuni* subsp. *jejuni* from Macaroni Penguins (*Eudyptes chrysolophus*) in the Subantarctic Region. *Applied and Environmental Microbiology*, v.66, n.1, p.449-452, 2000.
- BROMAN, T.; PALMGREN, H.; BERGSTRÖM, S.; SELLIN, M.; WALDENSTRÖM, J.; DANIELSSON-THAM, M. L.; OLSEN, B. *Campylobacter jejuni* in Black-Head Gulls (*Larus ridibundus*) prevalence, genotypes and influence on *C. jejuni* epidemiology. *Journal of Clinical Microbiology*, v.40, n.12, p.4594-4602, 2002.
- COLLES, F.M.; DINGLE, K.E.; CODY, A.J.; MAIDEN, M.C.J. Comparison of *Campylobacter* populations in wild geese with those in starlings and free-range poultry on the same farm. *Applied and Environmental Microbiology*, v.74, n.11, p.3583-3590, 2008.
- EASTERBROOK, J.D.; KAPLAN, J.B.; VANASCO, N.B.; REEVES, W.K.; PURCELL, R.H.; KOSOY, M.Y.; GLASS, G.E.; WATSON, J.; KLEIN, S.L. A survey of zoonotic pathogens carried by Norway rats in Baltimore, Maryland, U.S.A. *Epidemiology and Infection*, v.135, n.7, p.1192-1199, 2007.
- ENGVALL, E.O.; BRÄNDSTRÖM, B.; GUNNARSSON, A.; MÖRNER, T.; WAHLSTRÖM, H.; FERMÉR, C. Validation of a polymerase chain reaction/restriction enzyme analysis method for species identification of thermophilic campylobacters isolated from domestic and wild animals. *Journal of Applied Microbiology*, v.92, n.1, p.47-54, 2002.

FRENCH, N.P.; MIDWINTER, A.; HOLLAND, B.; COLLINS-EMERSON, J.; PATTISON, R.; COLLES, F.; CARTER, P. Molecular epidemiology of *Campylobacter jejuni* isolates from wild-bird fecal material in children's playgrounds. *Applied and Environmental Microbiology*, v.75, n.3, p.779-783, 2009.

HALD, B.; SKOVGARD, H.; PEDERSEN, K.; BUNKENGORG, H. Influxed insects as vectors for *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in danish broiler houses. *Poultry Science*, v.87, n.7, p.1428-1434, 2008.

HORROCKS, S.M.; ANDERSON, R.C.; NISBET, D.J.; RICKE, S.C. Incidence and ecology of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in animals. *Anaerobe*, v.15, n.1/2, p.18-25 2009.

HUBÁLEK, Z. An annotated checklist of pathogenic microorganisms associated with migratory birds. *Journal of Wildlife Diseases*, v.40, n.4, p.639-659, 2004.

HUGHES, L.A.; BENNETT, M.; COFFEY, P.; ELLIOTT, J.; JONES, T.R.; JONES, R.C.; LAHUERTA-MARIN, A.; LEATHERBARROW, A.H.; MCNIFFE, K.; NORMAN, D.; WILLIAMS, N. J. Molecular epidemiology and characterization of *Campylobacter* spp. isolated from wild bird populations in Northern England. *Applied and Environmental Microbiology*, v.75, n.10, p.3007-3015, 2009.

JOURDAIN, E.; GAUTHIER-CLERC, M.; BICOUT, D.J.; SABATIER, P. Bird migration routes and risk for pathogen dispersion into western Mediterranean wetlands. *Emerging Infectious Diseases*, v.13, n.3, p.365-372, 2007.

KELLER, J.; SHRIVER, W.G.; WALDENSTRÖM, J.; GRIEKSPoor, P.; OLSEN, B. Prevalence of *Campylobacter* in wild birds of the Mid-Atlantic Region, U.S.A. *Journal of Wildlife Diseases*, v.47, n.3, p.750-754, 2011.

KELLER, J.; SHRIVER, W.G. Prevalence of three *Campylobacter* species, *Campylobacter jejuni*, *Campylobacter coli* and *Campylobacter lari*, using multilocus sequence typing in wild birds of the Mid-Atlantic Region, U.S.A. *Journal of Wildlife Diseases*, v.50, n.1, p.31-41, 2014.

KWON, Y.; OH, J.; JEONG, O.; MOON, O.; KANG, M.; JUNG, B.; NA, B.; YOUN, S.; KIM, H.; JANG, I.; LEE, H. Prevalence of *Campylobacter* species in wild birds of South Korea. *Avian Pathology*, v.46, n.5, p.474-480, 2017.

LILLEHAUG, A.; MONCEYRON, J.C.; BERGSJO, B.; HOFSHAGEN, M.; THARALDSEN, J.; NESSE, L.L.; HANDELAND, K. Screening of feral pigeon (*Columba livia*), mallard (*Anas platyrhynchos*) and graylag goose (*Anser anser*) populations for *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., avian influenza virus and avian paramyxovirus. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v.46, n.4, p.193-202, 2005a.

LILLEHAUG, A.; BERGSJO, B.; SCHAU, J.; BRUHEIM, T.; VIKOREN, T.; HANDELAND, K. *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., Verocytotoxic *Escherichia coli*, antibiotic resistance in indicator organisms in wild cervids. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v.46, n.1, p.23-32, 2005b.

MEERBURG, B.G.; JABOCS-REITSMA, W.F.; WAGENAAR, J.A.; KIJLSTRA, A. Presence of *Salmonella* and *Campylobacter* spp in wild small mammals on organic farms. *Applied and Environmental Microbiology*, v.72, n.1, p.960-962, 2005.

MEDLEY, S.; PONDER, M.; ALEXANDER, K.A. Anthropogenic landscapes increase *Campylobacter jejuni* infections in urbanizing banded mongoose (*Mungos mungo*): A one health approach. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, v.14, n.3, p.1-15, 2020.

- MILTON, A.P.; AGARWAL, R.K.; PRIYA, G.B.; SAMINATHAN, M.; ARAVIND, M.; REDDY, A.; ATHIRA, C.K. Prevalence of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in captive wildlife species of India. Iranian Journal of Veterinary Research, n.18, v.3, p. 177-182, 2017.
- MUTSCHALL, S.K.; HETMAN, B.M.; Bondo, K.J.; GANNON, V.P.; JARDINE, C.M.; TABOADA, E.N. *Campylobacter jejuni* strain dynamics in a raccoon (*Procyon lotor*) population in southern Ontario, Canada: High prevalence and rapid subtype turnover. Frontiers in Veterinary Science, n.7, v.27, p.1-11, 2020.
- NKOGWE, C.; RALETOBANA, J.; STEWART-JOHNSON, A.; SUEPAUL, S.; ADESIYUN, A. Frequency of detection of *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. in the faeces of wild rats (*Rattus* spp.) in Trinidad and Tobago. Veterinary Medicine International, v.2011, p.1-7, 2011.
- PLAZA-RODRÍGUEZ, C.; ALT, K.; GROBBEL, M.; HAMMERL, J.A.; IRRGANG, A.; SZABO, I.; STINGL, K.; SCHUH, E.; WIEHLE, L.; PFEFFERKORN, B.; NAUMANN, S.; KAESBOHRERA.; TENHAGEN, B.A. Wildlife as sentinels of antimicrobial resistance in Germany? Frontiers in Veterinary Science, n.7, v.1251, p.1-15, 2021.
- PRINCE MILTON, A.A.; AGARWAL, R.K.; PRIYA, G.B.; SAMINATHAN, M.; ARAVIND, M.; REDDY, A.; ATHIRA, C.K.; ANJAY; RAMEES, T.P.; DHAMA, K.; SHARMA, A.K.; KUMAR, A. Prevalence of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* in captive wildlife species of India. Iranian Journal of Veterinary Research, v.18, n.3, p.177-182, 2017.
- RAPP, D.; ROSS, C.; HEA, S.Y.; BRIGHTWELL, G. Importance of the Farm Environment and Wildlife for Transmission of *Campylobacter jejuni* in A Pasture-Based Dairy Herd. Microorganisms, v.8, n.12, p.1877-1888, 2020.
- REED, K.D.; MEECE, J.K.; HENKEL, J.S.; SHUKLA, S.K. Birds migration and emerging zoonosis: west Nile virus, lyme disease, influenza A and enteropathogens. Clinical Medicine and Research, v.1, n.1, p.5-12, 2003.
- SAUNDERS, S.; SMITH, K.; SCHOTT, R.; DOBBINS, G.; SCHEFTEL, J. Outbreak of campylobacteriosis associated with raccoon contact at a wildlife rehabilitation centre, Minnesota, 2013. Zoonosis and Public Health, v.64, n.3, p.222-227, 2016.
- SIEMBIEDA, J.L.; MILLER, W.A.; BYRNE, B.A.; ZICCARDI, M.H.; ANDERSON, N.; CHOUICHA, N.; SANDROCK, C.E.; JOHNSON C.K. Zoonotic pathogens isolated from wild animals and environmental samples at two California wildlife hospitals. Journal of the American Veterinary Medical Association, v.238, n.6, p.773-783, 2011.
- SIPPY, R.; SANDOVAL-GREEN, C.M.J.; SAHIN, O.; PLUMMER, P.; FAIRBANKS, W.S.; ZHANG, Q.; BLANCHONG, J.A. Occurrence and molecular analysis of *Campylobacter* in wildlife on livestock farms. Veterinary Microbiology, v.157, n.3/4, p.369-375, 2012.
- SONG, H.; KIM, J.; GUK, J.H.; KIM, W.H.; NAM, H.; SUH, J.G.; SEONG, J.K.; CHO, S. Metagenomic analysis of the gut microbiota of wild mice, a newly identified reservoir of campylobacter. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, v.10, n.909, p.1-11, 2021.
- WALDENSTRÖM, J.; MEVIUS, D.; VELDMAN, K.; BROMAN, T.; HASSELQUIST, D.; OLSEN, B. Antimicrobial resistance profiles of *Campylobacter jejuni* isolates from wild birds in Sweden. Applied and Environmental Microbiology, v.71, n.5, p.2438-2441, 2005.

WEIS, A.M.; MILLER, W.A.; BYRNE, B.A.; CHOUICHA, N.; BOYCE, W.M.; TOWNSEND, A.K. Prevalence and Pathogenic potential of *Campylobacter* isolates from free-living, human-commensal American crows. *Applied and Environmental Microbiology*, v.80, n.5, p.1639-1644, 2013.