

OCORRÊNCIA DE ANTICORPOS PARA TOXOPLASMOSE EM OVINOS E EQUINOS DA REGIÃO DO PANTANAL SUL MATO-GROSSENSE, BRASIL

Igor Falco Arruda¹
Cristiano Gomes Crispim¹
Patricia Riddell Millar²
Raquel Soares Juliano³
Márcia Furlan Nogueira³
Marcos Tadeu Borges Daniel Araujo³
Fabielle Marques-Santos¹
Maria Regina Reis Amendoeira⁴

RESUMO

A toxoplasmose é uma zoonose de distribuição mundial que acomete vertebrados homeotérmicos, incluindo o ser humano e animais de produção. É causada pelo protozoário *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*) e pode ser transmitida pela ingestão de cistos teciduais, presente na carne crua ou mal-cozida, pela ingestão de oocistos esporulados, presentes na água e alimentos contaminados, ou até mesmo ingestão de taquizoítos presentes no leite. Dentre estes, a contaminação ambiental com oocistos esporulados apresenta-se como um importante fator de risco para a infecção toxoplásmica em animais herbívoros, como equinos e ovinos. O presente estudo teve como objetivo pesquisar a presença de anticorpos para *T. gondii* em equinos e ovinos criados na Fazenda Experimental Nhumirim, propriedade da Embrapa Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, em amostras de soro de 101 equinos e 99 ovinos coletadas entre março de 2011 e maio de 2015. Os soros foram submetidos à reação de imunofluorescência indireta (RIFI), sendo consideradas positivas a partir da diluição 1:64. Anticorpos para *T. gondii* foram detectados em 15,2% (15/99) dos ovinos e 9,9% (10/101) dos equinos. A ocorrência observada aponta contaminação ambiental da propriedade, onde, possivelmente, felídeos silvestres estariam atuando como dispersores do parasita. A exposição dos animais estudados ao parasita deve ser considerada ao avaliar resultados dos estudos de desempenho nos quais estes animais são utilizados, em especial os ovinos, devido à sua alta sensibilidade à infecção toxoplásmica. O presente estudo corrobora outros estudos sobre o risco de infecção de animais domésticos e a presença de *T. gondii* no ambiente do Pantanal brasileiro. Diante das dificuldades de se aplicarem medidas de prevenção e controle nos sistemas produtivos agropecuários praticados, sugere-se aplicá-las com foco na saúde humana.

Palavras-chave: Toxoplasmose, Sorologia, Ovinos, Equinos, Pantanal.

OCCURRENCE OF ANTIBODIES TO TOXOPLASMOSIS IN OVINE AND EQUINE FROM PANTANAL REGION OF MATO GROSSO DO SUL, BRAZIL

ABSTRACT

¹ Laboratório de Toxoplasmose e outras Protozooses, Instituto Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz, igor_falco@yahoo.com.br

² Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Instituto Biomédico/Universidade Federal Fluminense, patriciariddell@id.uff.br

³ Embrapa Pantanal, rrinbox@gmail.com

⁴ Laboratório de Toxoplasmose e outras Protozooses, Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz. *Correspondência: amendoeira.fiocruz@gmail.com

Toxoplasmosis is a worldwide zoonosis that affects homeothermic vertebrates, including humans and production animals. It is caused by *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*), a protozoan transmitted by the ingestion of tissue cysts (raw or undercooked meat), and the ingestion of sporulated oocysts in contaminated water and food, and tachyzoite in milk samples. In this sense, environmental contamination with sporulated oocysts is an important risk factor for toxoplasmic infection in herbivorous animals, such as horses and sheep. This study aimed to investigate the presence of *T. gondii* antibodies in horses and sheep raised on the Experimental Farm Nhumirim, property of Embrapa Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil, in serum samples were collected from 101 horses and 99 sheep between March 2011 and May 2015. Sera were subjected to indirect immunofluorescence test (IFAT) and considered positive starting at 1:64 dilution. *T. gondii* antibodies were detected in 15.2% (15/99) sheep and 9.9% (10/101) horses. The observed occurrence points out to an environmental contamination of the farm, where possibly wild felids would be acting as dispersers of the parasite. The exposure of the studied animals to the parasite should be considered when evaluating the results of the performance studies in which these animals are used, especially sheep, due to their high sensitivity to toxoplasmic infection. The present study corroborates other studies concerning the risk of infection of domestic animals and the presence of *T. gondii* in the environment of the Brazilian Pantanal. Considering the difficulties of applying prevention and control measures in the agricultural production systems practiced, it is suggested to apply them focusing on human health.

Keywords: Toxoplasmosis, Serology, Sheep, Horses, Pantanal.

OCURRENCIA DE ANTICUERPOS PARA TOXOPLASMOSIS EN OVINOS Y EQUINOS DE LA REGIÓN DEL PANTANAL EN EL MATO GROSSO DEL SUR, BRASIL

RESUMEN

La toxoplasmosis es una zoonosis de distribución mundial que afecta a los vertebrados homeotérmicos, incluidos los humanos y los animales de producción. La infección es causada por *Toxoplasma gondii* (*T. gondii*), un protozoo transmitido por la ingestión de quistes tisulares presentes en carnes crudas o poco cocidas, la ingestión de ooquistes esporulados, presentes en agua y alimentos contaminados, y taquizoitos en muestras de leche. En este sentido, la contaminación ambiental con ooquistes esporulados es un factor de riesgo importante para la infección por toxoplasma en animales herbívoros, como caballos y ovejas. Este estudio tuvo como objetivo investigar la presencia de anticuerpos para *T. gondii* en caballos y ovejas criados en la Granja Experimental Nhumirim, propiedad de Embrapa Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil, en muestras de suero de 101 caballos y 99 ovejas entre marzo de 2011 y mayo de 2015. Las muestras de suero fueron sometidas a la reacción de inmunofluorescencia indirecta (RIFI) y las muestras fueron positivas a partir de una dilución 1:64. Anticuerpos para *T. gondii* fueron detectados en 15,2% (15/99) ovejas y 9,9% (10/101) caballos. La detección de anticuerpos para *T. gondii* en las muestras de suero de estos animales apunta a una contaminación ambiental de la propiedad, donde posiblemente los felinos silvestres estarían actuando como dispersores del parásito. Se debe considerar la exposición de los animales estudiados a *T. gondii* al evaluar los resultados de los estudios de desempeño en los que se utilizan estos animales, especialmente ovinos, debido a su alta sensibilidad a la infección toxoplásmica. Este estudio corrobora otros estudios sobre el riesgo de contagio de animales domésticos y la presencia de *T. gondii* en el ambiente del Pantanal

brasileño. Dadas las dificultades para aplicar medidas de prevención y control en los sistemas de producción agrícola practicados, se sugiere aplicar ellos centrándose en la salud humana.

Palabras clave: Toxoplasmosis, Serología, Ovejas, Caballos, Pantanal.

INTRODUÇÃO

Toxoplasma gondii (*T. gondii*) é um protozoário coccídeo parasita intracelular obrigatório, que apresenta um ciclo heteroxeno facultativo, capaz de parasitar todos os animais homeotérmicos, incluindo o ser humano e os animais de produção (1). Este parasita é o agente etiológico da toxoplasmose, zoonose amplamente distribuída no mundo que pode determinar importantes alterações reprodutivas em humanos e outros animais (2,3). O gato doméstico e outros felídeos são os hospedeiros definitivos de *T. gondii*, pois neles ocorre a fase sexuada do ciclo, permitindo a estes a capacidade de eliminar oocistos em suas fezes no meio ambiente (4). Mamíferos, incluindo os felídeos não primoinfectados, e as aves são os hospedeiros intermediários do protozoário, podendo albergar cistos em seus tecidos (5).

Em animais domésticos de produção, a infecção por *T. gondii* geralmente é assintomática, porém em algumas espécies, como os ovinos, a toxoplasmose pode causar surtos de aborto, morte neonatal e fetos macerados ou mumificados nos rebanhos (6). Por outro lado, os cavalos são resistentes à infecção toxoplásmica e raramente manifestam a doença (7). A soroprevalência global da infecção por *T. gondii* é de 11,3% em equinos e de 56% em ovinos que apresentaram episódios de aborto (8,9). No Brasil, inquéritos soropidemiológicos realizados indicam a presença de anticorpos para *T. gondii* entre 2% a 26% em equinos e 11 a 85% em ovinos (10-15). Estes dados indicam a ampla distribuição geográfica do protozoário nos diferentes ambientes e em diferentes biomas brasileiros.

O Pantanal é um bioma com cerca de 180.000 km² e considerado a maior área úmida tropical continental contígua do mundo em extensão (16). Este território consiste numa planície aluvial influenciada pelos rios que drenam a bacia do Alto Paraguai (17). O Pantanal abriga uma rica fauna silvestre, que inclui cerca de 132 espécies de mamíferos, incluindo felídeos ameaçados de extinção como a onça pintada (*Panthera onca*) e a jaguatirica (*Leopardus pardalis*) (16,17). Estudos epidemiológicos demonstraram a infecção por *T. gondii* em diferentes espécies de animais domésticos criados na região do Pantanal, ressaltando a importância da adoção de medidas de controle na região que minimizem os impactos desta parasitose na saúde animal (18-20). Nesse bioma, encontra-se a Fazenda Nhumirim, campo experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) no Pantanal, onde são criados, em sistema extensivo e pastagens nativas, rebanhos de bovinos, equinos e ovinos.

Visto o exposto, o presente estudo teve por objetivo determinar a ocorrência de anticorpos IgG para *T. gondii* em equinos e ovinos criados e mantidos na Fazenda Nhumirim, sub-região da Nhecolândia, no Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e População de Estudo

O estudo de corte-transversal foi realizado na Fazenda Nhumirim (18°59'11"S 56°37'19"W) com uma área de 4.313 ha, localizada na sub-região da Nhecolândia, a 160km do município de Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil (Figura 1). A temperatura média anual é de 25,5°C e a média anual da umidade relativa é de 82% onde o período chuvoso corresponde ao período entre os meses de novembro e março (21). A sub-região da

Nhecolândia corresponde a 19,48% da área total do Pantanal e é caracterizada por solo composto de sedimentos de natureza arenosa, sazonalmente alagável considerada de baixa altura (30 a 40 cm).

Foram incluídos neste estudo todos os equinos e ovinos criados e mantidos na Fazenda Nhumirim com a finalidade de desenvolvimento de pesquisas sobre conservação e uso de recursos genéticos animais, entre outros temas de interesse para as cadeias agropecuárias dessa região. Dados referentes ao manejo dos animais foram informados pelos médicos veterinários e/ou responsáveis técnicos da Embrapa Pantanal.

Os animais avaliados no presente estudo eram criados sob sistema extensivo em pasto nativo, em piquetes compartilhados também com bovinos. Além da pastagem, os equinos recebiam suplementação mineral e ração, quando selecionados para venda ou evento agropecuário. Os ovinos recebem suplementação mineral e transitam livremente por toda a propriedade, sendo recolhidos somente ao final da tarde em um abrigo, para evitar predação. A água destinada para o consumo desses animais era proveniente de piletas (bebedouros artificiais) e águas pluviais acumuladas em bolsões denominadas baías. Em relação aos animais de companhia, na Fazenda Nhumirim não existiam gatos domésticos durante o período do estudo, apenas cães. Já em relação à fauna silvestre, felídeos e roedores silvestres circulavam pela propriedade.

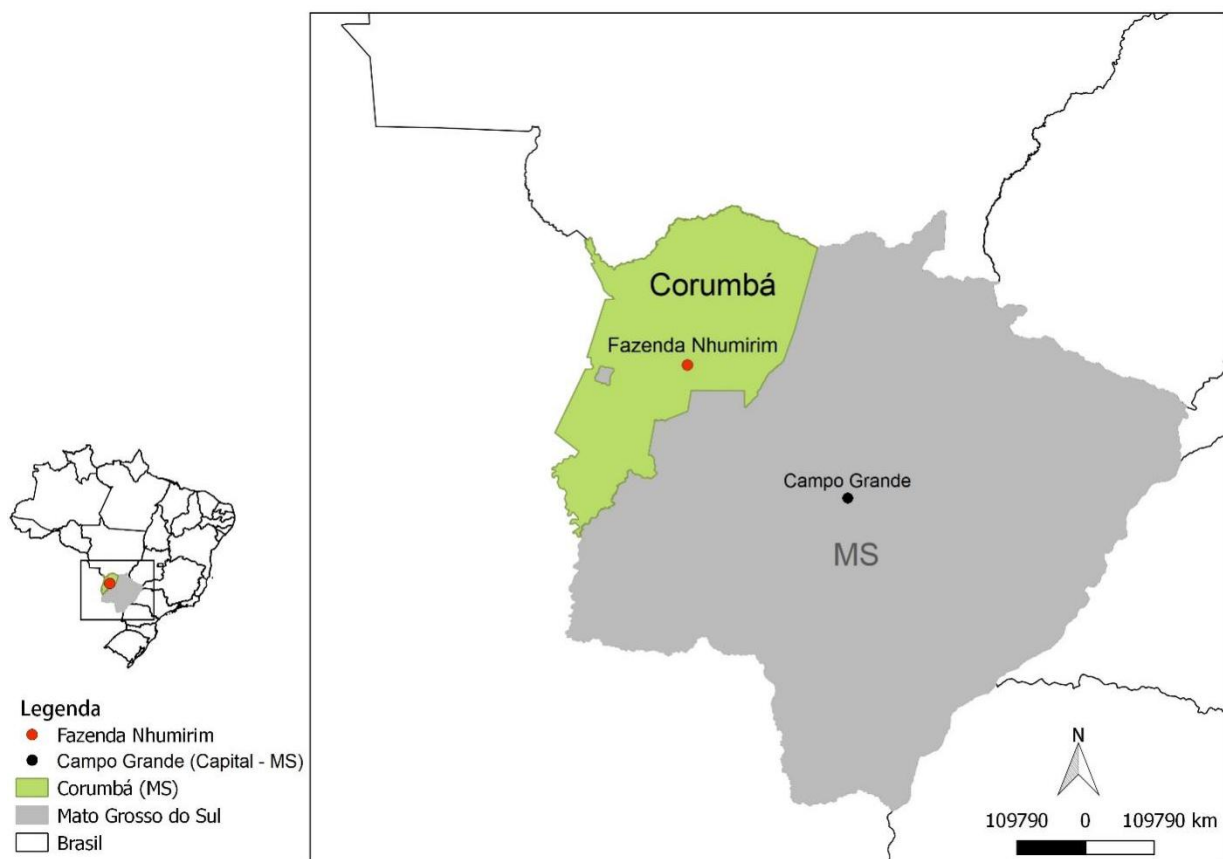


Figura 1. Geolocalização da Fazenda Nhumirim – Embrapa Pantanal, no município da Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Coleta de Amostras e Processamento Laboratorial

No período entre março de 2011 e maio de 2015, foram coletadas amostras de sangue de 101 equinos e 99 ovinos, por meio de venopunção da veia jugular em tubo seco para

processamento laboratorial de rotina. Após a coleta, as amostras de sangue foram deixadas em repouso, à temperatura ambiente, para a retração do coágulo. Em seguida, as amostras de soro foram acondicionadas em frascos estéreis, identificadas e armazenadas a -20°C . Aliquotas das amostras do banco de soro foram cedidas e enviadas ao Laboratório de Toxoplasmose e outras Protozooses (LabTOXO) do Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz para análise sorológica.

No LabTOXO, as amostras de soro foram submetidas à reação de imunofluorescência indireta (RIFI), segundo Camargo (22). Taquizoítos de *T. gondii*, cepa RH, mantidos em camundongos Swiss Webster, foram utilizados como antígeno. Controles positivos e negativos de cada espécie, armazenados no LabTOXO, foram utilizados a cada reação. Para a detecção dos anticorpos IgG para *T. gondii* foram utilizados os conjugados comerciais anti-Horse IgG FITC e anti-Sheep IgG FITC, ambos produzidos em coelho (Sigma-Aldrich®, USA) e diluídos em solução de Azul de Evans. As amostras foram consideradas positivas quando fluorescência total da superfície do taquizoíta foi observada, em titulações iguais ou superiores a 1:64.

RESULTADOS

Anticorpos IgG para *T. gondii* foram detectados em 9,9% (10/101) equinos e 15,2% (15/99) ovinos criados na Fazenda Nhumirim. A titulação 64 foi a mais frequente no geral, sendo 60% (6/10) para equinos e 73,3% (11/15) para ovinos. Os demais animais soropositivos apresentaram título 256.

DISCUSSÃO

A frequência de equinos e ovinos soropositivos deve ser cautelosamente comparada a outros estudos considerando o uso de diferentes técnicas sorológicas empregadas na detecção dos anticorpos, pontos de corte estabelecidos, e diferenças entre laboratórios e reagentes utilizados. Não menos importantes, outros fatores como tipo de população animal estudada, características ambientais, condições de manejo e perfil zootécnico dos rebanhos podem contribuir com a variação da soropositividade entre os estudos. Tais variações podem gerar conclusões erradas e, por isso, devem ser considerados em um universo mais amplo. Nesse contexto optou-se por discutir os resultados encontrados, com estudos realizados em condições semelhantes sob diferentes aspectos.

Laskoski et al. (23) relataram soropositividade para *T. gondii* em 2,5% (5/200) de equinos amostrados no Pantanal de Mato Grosso, nos municípios de Poconé e Cáceres, utilizando RIFI e ponto de corte 1:50. Assim como no presente estudo, a maioria dos equinos sororreagentes, apresentou baixos títulos de anticorpos contra *T. gondii*, 60% (3/5) com títulos de 50 (23). Borges et al. (18), relataram 25% (125/500) de cavalos soropositivos em amostragem realizada na região do Pantanal de Poconé, porém utilizaram ponto de corte de 1:16, no teste de RIFI, o que pode justificar essa maior taxa de ocorrência. Apesar de não ajustar a frequência de equinos positivos detectada com ponto de corte de 1:64, o que certamente diminuiria esta soropositividade, os autores também observaram baixos títulos de anticorpos para *T. gondii*, variando de 1:16 a 1:64 (18). Borges (24) avaliou a dinâmica de anticorpos de *T. gondii* em 41 éguas de três propriedades no Pantanal de Corumbá e 25 de uma propriedade em Poconé. Foram relatadas soropositividade em 53,6% (22/41) e 60% (15/25) detectadas pela RIFI e ponto de corte de 1:16, respectivamente. Entretanto, ao ajustar o número de positivos para um ponto de corte de 1:64, as taxas de ocorrência foram reduzidas para 17% (7/41) e 20% (5/25).

De modo geral, as baixas titulações de anticorpos detectadas nos equinos criados no Pantanal brasileiro podem estar relacionadas à intrínseca resistência da espécie à infecção

toxoplásmica. Estudos posteriores devem ser realizados na busca de avaliar a cinética de anticorpos IgG para *T. gondii* em equinos, bem como o significado epidemiológico da detecção destes baixos títulos na espécie, seja como evidência de exposição ao parasito e/ou marcador de infecção crônica. Sendo assim, observa-se que os resultados obtidos no presente do estudo foram inferiores aos descritos em condições semelhantes (18,24), mas corrobora a afirmativa de que há a exposição dos equinos ao *T. gondii*, indicando dispersão ambiental do parasito no Pantanal.

Em relação aos ovinos, a detecção de animais soropositivos para *T. gondii* no presente estudo, indicou pela primeira vez, a exposição desta espécie ao parasita neste bioma. É importante destacar que apesar da diferença de suscetibilidade à infecção por *T. gondii* entre ovinos e equinos, ambas as espécies têm como principal fonte de infecção as pastagens e a água contaminadas com oocistos. No caso dos animais criados na Fazenda Nhumirim, a ausência de gatos domésticos na propriedade indica que possivelmente os felídeos da fauna silvestre podem estar contribuindo para a contaminação ambiental com oocistos de *T. gondii*. Onuma et al. (25) detectaram anticorpos para *T. gondii* em 90,9% das onças pintadas capturadas no Pantanal de Mato Grosso. Neste cenário, onde as planícies tornam-se alagadas durante os períodos de cheia dos rios, os oocistos eliminados pelos felídeos silvestres podem se esporular e ser carregados pelo fluxo das águas, contaminando as pastagens e fontes hídricas das fazendas da região. Além disso, esta possível cadeia epidemiológica da infecção por *T. gondii* no Pantanal coloca os herbívoros domésticos na posição de interface entre o ciclo silvestre e o ciclo-peridomiciliar da infecção toxoplásmica.

No presente estudo, foram avaliados animais criados com a finalidade de desenvolvimento de pesquisas em diferentes áreas do conhecimento. A interferência da exposição dos ovinos e equinos criados na Fazenda Nhumirim ao protozoário deve ser considerada e melhor investigada, principalmente nos estudos de desempenho reprodutivo na espécie ovina, tendo em vista uma maior suscetibilidade à ocorrência de abortos (7).

CONCLUSÕES:

Os equinos e ovinos estudados estão expostos à infecção por *T. gondii* no Pantanal brasileiro, onde o sistema produtivo agropecuário praticado não permite a aplicação de medidas de prevenção e controle. A orientação sobre a importância dessa parasitose no contexto da saúde humana, priorizando ações de educação sanitária que orientem sobre a ingestão de carne bem cozida, o tratamento da água de beber e a sanitização de verduras devem ser abordadas.

AGRADECIMENTOS:

Gostaríamos de agradecer a Pâmela Figueiredo Pereira e Ana Letícia Carvalho Santos pelo apoio no processamento laboratorial.

REFERÊNCIAS

1. Tenter AM, Heckeroth AR, Weiss LM. *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. Int J Parasitol. 2000;30(12-13):1217-58. doi: [https://doi.org/10.1016/s0020-7519\(00\)00124-7](https://doi.org/10.1016/s0020-7519(00)00124-7).
2. Goulart PRM, Brener B, Amendoeira MRR. Mamíferos de produção e seu papel na cadeia epidemiológica do *Toxoplasma gondii*-revisão. Vet Not [Internet]. 2013 [citado 18 Abr 2021];19(2):109-26. <https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/veterinaria->

- noticias/19-(2013)-2/mamiferos-de-producao-e-seu-papel-na-cadeia-epidemiologica-do-toxoplas/
3. Robert-Gangneux F, Dardé ML. Epidemiology of and diagnostic strategies for toxoplasmosis. *Clin Microbiol Rev.* 2012;25(2):264-96. doi: <https://doi.org/10.1128/CMR.05013-11>.
 4. Dubey JP, Cerqueira-Cézar CK, Murata FHA, Kwok OCH, Yang YR, Su C. All about toxoplasmosis in cats: the last decade. *Vet Parasitol.* 2020;283:109145. doi: <https://doi.org/doi10.1016/j.vetpar.2020.109145>.
 5. Hill DE, Chirukandoth S, Dubey JP. Biology and epidemiology of *Toxoplasma gondii* in man and animals. *Anim Health Res Rev.* 2005;6(1):41-61. doi: <https://doi.org/10.1079/ahr2005100>.
 6. Stelzer S, Basso W, Benavides Silván J, Ortega-Mora LM, Maksimov P, Gethmann J, et al. *Toxoplasma gondii* infection and toxoplasmosis in farm animals: risk factors and economic impact. *Food Waterborne Parasitol.* 2019;15:e00037. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2019>.
 7. Dubey JP. *Toxoplasmosis of animals and humans*. 2nd ed. Boca Raton: CCR Press; 2010.
 8. Li X, Ni HB, Ren WX, Jiang J, Gong QL, Zhang XX. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* in horses: a global systematic review and meta-analysis. *Acta Trop.* 2020;201:105222. doi: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019>.
 9. Nayeri T, Sarvi S, Moosazadeh M, Daryani A. Global prevalence of *Toxoplasma gondii* infection in the aborted fetuses and ruminants that had an abortion: A systematic review and meta-analysis. *Vet Parasitol.* 2021;290:109370. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2021>.
 10. Arruda IF, Freitas WA, Carrijo KF, Paz PSD, Silva MM, Sudré AP, et al. Occurrence of anti-*Toxoplasma gondii* antibodies and risk factors associated with infection in equids slaughtered for human consumption in Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet.* 2020;29(3):e002320. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612020058>.
 11. Correia ÉL, Feitosa TF, Santos FA, Azevedo SS, Pena HF, Gennari SM, et al. Prevalence and risk factors for *Toxoplasma gondii* in sheep in the State of Paraíba, Northeastern Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet.* 2015;24(3):383-6. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612015043>.
 12. Gennari SM, Esmerini PO, Lopes MG, Soares HS, Vitaliano SN, Cabral AD, et al. Occurrence of antibodies against *Toxoplasma gondii* and its isolation and genotyping in donkeys, mules, and horses in Brazil. *Vet Parasitol.* 2015;209(1-2):129-32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.01.023>.
 13. Langoni H, Greca H Jr, Guimarães FF, Ullmann LS, Gaio FC, Uehara RS, et al. Serological profile of *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* infection in commercial sheep from São Paulo State, Brazil. *Vet Parasitol.* 2011;177(1-2):50-4. doi: <https://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.11.024>.

14. Magalhães FJ, Ribeiro-Andrade M, Alcântara AM, Pinheiro Júnior JW, Sena MJ, Porto WJ, et al. Risk factors for *Toxoplasma gondii* infection in sheep and cattle from Fernando de Noronha Island, Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet.* 2016;25(4):511-5. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612016051>.
15. Stelmann UJP, Camossi LG, Silva RC, Langoni H, Flausino W, Lopes CWG. Antibodies against *Toxoplasma gondii* (Apicomplexa: Toxoplasmatinae) in horses from Serrana microregion of the State of Rio de Janeiro, Brazil). *Rev Bras Med Vet [Internet]*. 2013 [citado 18 Abr 2021];35 Supl 2:22-7. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/140908/ISSN0100-2430-2013-35-02-22-27.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Tortato FR. Resumo executivo da proposta de criação do mosaico de unidades de conservação do Pantanal Norte [Internet]. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2018 [citado 18 Abr 2021]. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/servicos/Consulta_publica/resumo_executivo_mosaico_pantanal.pdf
17. Ministério do Meio Ambiente. Pantanal 2021 [Internet]. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; 2015 [citado 18 Abr 2021]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/pantanal.html>
18. Borges AMCM, Yeargan MR, Silva LG, Taques IIGG, Howe D, Aguiar DM. Antibodies against *Sarcocystis neurona*, *Neospora* spp., and *Toxoplasma gondii* in horses and mules from the northern Pantanal Wetland of Brazil. *J Equine Vet Sci.* 2017;56:19-25. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.04.007>.
19. Caramalac SM, Castilho PM, Lucas JI, Minutti AF, Garcia JL, Barros LD, et al. Seroprevalence of *Toxoplasma gondii*, *Neospora caninum*, and *Leishmania* spp. in hunting dogs from Mato Grosso do Sul, Brazil. *Cienc Rural.* 2021;51(5):e20200533. doi: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200533>.
20. Holsback L, Pena HFJ, Ragozo A, Lopes EG, Gennari SM, Soares RM. Serologic and molecular diagnostic and bioassay in mice for detection of *Toxoplasma gondii* in free ranges chickens from Pantanal of Mato Grosso do Sul. *Pesqui Vet Bras.* 2012;32(8):721-6. doi: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2012000800007>.
21. Embrapa. Plano de utilização da Fazenda Nhumirm [Internet]. Corumbá (MS): EMBRAPA-CPAP; 1997 [citado 18 Abr 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/792177/plano-de-utilizacao-da-fazenda-nhumirim>
22. Camargo ME. Improved technique of indirect immunofluorescence for serological diagnosis of toxoplasmosis. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo [Internet]*. 1964 [citado 18 Abr 2021];6:117-8. Disponível em: <https://www.imt.usp.br/wp-content/uploads/revista/vol06/117-118.pdf>
23. Laskoski LM, Muraro LS, Dittrich RL, Abreu RA, Koch MO, Silva FT, et al. Occurrence of anti-*Neospora caninum* and anti-*Toxoplasma gondii* antibodies in horses in the

- Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Semina Cienc Agrar*. 2015;36(2):895-900. doi: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p895>.
24. Borges AMCM. Dados epidemiológicos sobre a infecção por *Sarcocystis* spp., *Neospora* spp. e *Toxoplasma gondii* em equídeos do Pantanal brasileiro [tese] [Internet]. Cuiabá: Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso; 2018 [citado 18 Abr 2021]. Disponível em: https://ri.ufmt.br/bitstream/1/2328/1/TESE_2018_Alice%20Mamede%20Costa%20Marques%20Borges.pdf
25. Onuma SS, Melo AL, Kantek DL, Crawshaw-Junior PG, Morato RG, May-Júnior JA, et al. Exposure of free-living jaguars to *Toxoplasma gondii*, *Neospora caninum* and *Sarcocystis neurona* in the Brazilian Pantanal. *Rev Bras Parasitol Vet*. 2014;23(4):547-53. doi: <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014077>.

Recebido em: 31/08/2021

Aceito em: 08/12/2021