

CONTRIBUIÇÃO PARA O CONHECIMENTO DA LEPTOSPIROSE BUBALINA NO BRASIL

Data de submissão: 17/07/2023

Data de aceite: 01/09/2023

Raquel Richter Nazari

Universidade de Marília (UNIMAR) –
Faculdade de Medicina Veterinária
Marília-SP
<http://lattes.cnpq.br/8147293147927316>

Ana Carolina Leal da Cruz Lisboa

Universidade de Marília (UNIMAR) –
Faculdade de Medicina Veterinária
Marília-SP
<http://lattes.cnpq.br/3106257528710650>

Bruna Crescenti Tukasan

Universidade de Marília (UNIMAR) –
Faculdade de Medicina Veterinária
Marília-SP
<http://lattes.cnpq.br/1476638224958522>

Caio Ferreira Repik

Universidade de Marília (UNIMAR) –
Faculdade de Medicina Veterinária
Marília-SP
<http://lattes.cnpq.br/4871719623897673>

Murilo Custódio Bocchi Santos

Universidade de Marília (UNIMAR) –
Faculdade de Medicina Veterinária
Marília-SP
<http://lattes.cnpq.br/7412194025288991>

Raul José Silva Girio

Universidade de Marília (UNIMAR) –
Faculdade de Medicina Veterinária
Marília-SP
<http://lattes.cnpq.br/0512126306288918>

RESUMO: A criação de bubalinos se tornou uma realidade, visto o seu enorme potencial de mercado, oferecendo uma diversidade de produtos para o consumidor. O leite possui mais rentabilidade e a carne apresenta excelentes índices com relação à composição química. A leptospirose é uma zoonose tropical sendo reconhecida como um problema de saúde pública mundial em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Nos bubalinos pode causar transtornos reprodutivos e sérios prejuízos na produção de carne e de leite, dificultando a viabilidade econômica do rebanho. Nas fêmeas infectadas podem ocorrer infertilidade, neonatos debilitados ou natimortos, redução nas taxas de concepção, morte fetal, e abortos. Os estudos sorológicos apontam altas prevalências em vários estados brasileiros. A implantação um programa sanitário pode evitar prejuízos econômicos no processo

produtivo dos rebanhos bubalinos.

PALAVRAS-CHAVE: leptospirose, búfalos, prejuízos econômicos, prevenção, controle.

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF WATER BUFFALOES' LEPTOSPIROSIS IN BRAZIL

ABSTRACT: Water buffalo breeding became a reality, given its enormous market potential, offering a variety of products to the consumer. The milk has more rentability and the meat has excellent indexes regarding its chemical composition. Leptospirosis is a tropical zoonosis recognized as a problem to the world's public health in developed and underdeveloped countries. In water buffaloes it can cause reproductive disorders and serious loss in the production of meat and milk, making it difficult for the economic viability of the herd. In infected females it can inflict infertility, debilitated neonates or stillborn, reduction in conception rates, stillbirth, and abortion. Serological studies indicate high prevalence in several Brazilian states. The implementation of a sanitary program can avoid economic losses in the productive process of buffalo herds.

KEYWORDS: leptospirosis, water buffaloes, economic losses, prevention, control.

1 | INTRODUÇÃO

A leptospirose é uma zoonose negligenciada e reemergente causada por uma bactéria Gram-negativa pertencente a ordem Spirochaetales, família Leptospiraceae, gênero *Leptospira* (LEVETT, 2001; ALDER; de la PENÁ MOCTEZUMA, 2010; QUINN et al., 2018). Apresenta uma distribuição mundial devido à grande variedade de espécies de animais silvestres e domésticos que podem desempenhar o papel de hospedeiro natural ou acidental (CILIA et al., 2021). Ainda, pouco se sabe sobre a prevalência da leptospirose bubalina em todo o mundo, especialmente sobre quais sorogrupos de *Leptospira* spp. podem infectar esta espécie animal (GUEDES et al., 2021).

Nas últimas décadas verificou-se uma crescente exploração leiteira, uma vez que o leite bubalino possui sua composição físico-química diferente do bovino, com níveis altos de gordura, proteína, sólidos totais, cálcio, calorias e vitamina A, sendo seus derivados lácteos de alto valor comercial (SANTOS et al., 2016; FAO, 2017; SILVA; RIBEIRO, 2021). A carne bubalina tem sido consumida em todo o mundo e é considerada uma boa alternativa de fonte de proteína animal, atendendo um nicho de consumidores que buscam por produtos cárneos sustentáveis, de alta qualidade e mais saudáveis (FRANCISCO et al., 2011).

Os búfalos são suscetíveis a várias doenças com destaque a leptospirose e a brucelose, pois causam problemas reprodutivos, resultando em diminuição da produção de carne e leite (PAULIN, et al., 2021; FRANÇA et al, 2023), com perdas econômicas significantes (CHADSUTHI et al., 2018).

2 | O REBANHO BUBALINO

De acordo com IBGE (2020), encontra-se dividido da seguinte forma: os estados do Amapá e Pará concentram 60,57% do rebanho nacional, colocando a região Norte como o maior contingente de bubalinos do país. O total de búfalos é de 1.502.423 cabeças, sendo 1.103.630 na região Norte (67,46%); 131.493 na região Nordeste (8,7%); 201.304 na região Sudeste (13,39%); 94.337 na região Sul (6,27%); e 61.778 na região Centro-Oeste (4,18%). Isso demonstra que em todas as regiões brasileiras existem rebanhos de búfalos para produção de leite e carne. Os búfalos são animais que se adaptam facilmente a diferentes condições geoclimáticas e são conhecidos por sua rusticidade (VIANA et al., 2009; GUEDES et al., 2020).

No Brasil existem quatro espécies que são reconhecidas pela Associação Brasileira de Criadores de Búfalos (ABCB) como Murrah, Mediterrâneo, Jafarabadi e Carabao. A raça Murrah apresenta maior habilidade para a produção de leite (BEZERRA JÚNIOR et al., 2014); a raça Mediterrânea é mais utilizada para corte (ABCB, 2010); a raça Jafarabadi tem aptidões para produção de leite e carne (MORAES et al., 2016); e a raça Carabao, que possui maior desenvolvimento de musculatura corporal, sendo muito utilizada em trabalhos agrícolas, no transporte de materiais e pessoas (MARQUES & ALBUQUERQUE, 2016).

3 | GÊNERO *Leptospira* spp.

A distribuição geográfica do gênero *Leptospira* está dividida em 35 espécies classificadas em três grupos filogenéticos, que supostamente se correlacionam com a virulência da bactéria (VINCENT et al., 2019). São mais de 300 sorovares e 25 sorogrupos compostos por sorovares relacionados antigenicamente, mediante sua estrutura lipopolissacarídica (PICARDEAU, 2017; RIZZO et al., 2017). As espécies patogênicas são representadas por *Leptospira interrogans*; *Leptospira kirschneri*; *Leptospira noguchii*; *Leptospira alexanderi*; *Leptospira weilii*; *Leptospira borgpetersenii*; *Leptospira santarosai*; *Leptospira kmetyi*; *Leptospira canicola*; *Leptospira grippotyphosa*; *Leptospira icterohaemorrhagiae*; e *Leptospira pomona*. As não patogênicas, por sua vez, são compostas por *Leptospira biflexa*; *Leptospira meyeri*; e *Leptospira wolbachii* (GENOVEZ, 2016). As espécies intermediárias, cuja patogenicidade é pouco elucidada, compõem o grupo formado por: *Leptospira inadai*; *Leptospira broomii*; *Leptospira fainei*; *Leptospira wolffii*; e *Leptospira licerasiae* (BOURHY et al., 2013). As infecções por *Leptospira* spp. comumente são determinadas pelas espécies *L. interrogans* sorogrupos Sejroe (Hardjoprajitno), Pomona, Icterohaemorrhagiae, Canicola; *L. borgpetersenii* sorogrupo Sejroe (Hardjobovis); e *L. kirschneri* sorogrupo Grippothyphosa (LEITE & BASTIANETTO, 2009; GUEDES et al., 2021).

4 | TRANSMISSÃO DA *Leptospira* spp.

A ocorrência da leptospirose está estreitamente vinculada aos fatores ambientais, que podem dar lugar a um foco de infecção, cuja amplitude está na dependência de condições favoráveis para manutenção da *Leptospira* spp. (GENOVEZ et al., 2006). Várias espécies de animais são susceptíveis à infecção por leptospirosas como bovinos, suínos, cães, equinos, pequenos ruminantes, roedores e algumas espécies selvagens, podendo ser infectados e ainda serem portadores renais, eliminando às leptospirosas pela urina (PINTO et al. 2017; FORNAZARI et al. 2018; PIRES et al., 2023). As leptospirosas excretadas pela urina ou provenientes de outros materiais clínicos podem sobreviver por longos períodos em solo, na dependência da umidade, pH e matéria orgânica (ESCÓCIO et al., 2010). Os bubalinos podem ser portadores renais de leptospirosas e transmitir os agentes para humanos e para outros mamíferos, além de contaminar o meio ambiente (FELT, 2011; DENIPITIYA et al., 2017; CILIA et al., 2021). As fêmeas podem ser portadoras de diferentes espécies de leptospirosas patogênicas, com a colonização genital do trato reprodutivo (GUEDES et al., 2020), podendo causar distúrbios reprodutivos e abortamentos (MARIANELLI et al., 2007; BALAKRISHNAN & ROY, 2014). A transmissão sexual de *Leptospira* spp. pode ser também sugerida por meio do sêmen dos reprodutores bubalinos, como acontece nas espécies de outros ruminantes como na bovina e ovina (GIVENS, 2018; NOGUEIRA et al., 2020).

5 | EPIDEMIOLOGIA

Em estudos sorológicos realizados em búfalos, no estado de São Paulo, em sete municípios do Vale do Ribeira, foram verificados 37,7% de sororeagentes contra a *L. interrogans*, sendo o sorogrupo Sejroe, o mais frequente (LANGONI et al., 1999), ainda no estado, em quatro municípios da região norte, Girio et al. (1984) encontraram 16% de sororeagentes também contra a *L. interrogans* sorogrupo Sejroe. No estado do Mato Grosso do Sul, 41% das amostras foram sororeagentes para a espécie *L. interrogans* sorogrupo Pomona, sendo a mais frequente (GIRIO et al., 2004). No estado do Pará, a prevalência encontrada variou entre 34% e 80% de sororeagentes, com predominância da espécie *L. interrogans* sorogrupo Sejroe (VIANA et al., 2009; ROCHA et al., 2019). No estado do Maranhão, município de São Mateus, foram examinadas 306 amostras de soros sanguíneos, 70,5% foram sororeagentes, sendo a *L. interrogans* sorogrupo Pomona o de maior ocorrência (CARVALHO et al., 2015). No estado de Pernambuco, em cinco rebanhos bubalinos, a ocorrência encontrada variou entre 28,6% e 80,0%, com frequência maior para o sorogrupo Sejroe (Hardjoprajitno), seguidos pelos sorogrupos Grippotyphosa, Pomona e Icterohaemorrhagiae (De OLIVEIRA et al., 2018). Em outras regiões do Nordeste, o sorogrupo Pomona tem sido relatado como sendo altamente prevalente em búfalos (PIMENTA et al. 2019). No estado do Paraná, em 276 búfalos de 18 propriedades de 14 municípios diferentes, verificou-se que 77,1% foram soropositivos contra o sorogrupo

Icterohaemorrhagiae, sendo esse o mais frequente, seguidos pelos sorogrupos Pomona e Sejroe (Hardjo) (KRUEGER et al., 2023).

6 | IMPACTOS ECONÔMICOS NA PRODUÇÃO

A leptospirose pode afetar a produção de carne, leite e os índices reprodutivos, dificultando a viabilidade econômica do rebanho (CHADSUTHI et al., 2018; KRUEGER et al., 2023). Nas fêmeas bubalinas infectadas com *Leptospira* spp. podem ocorrer transtornos reprodutivos como infertilidade; nascimento de neonatos debilitados ou natimortos; redução nas taxas de concepção; morte fetal podendo haver degeneração ou retenção placentária; e abortos durante o terço final da prenhez (NARDI JÚNIOR et al., 2006; NARDI JÚNIOR et al., 2007; Da SILVA et al., 2009; De PAULA et al., 2015; De OLIVEIRA et al., 2018). Além das alterações reprodutivas, os búfalos podem apresentar durante casos agudos de leptospirose, sinais clínicos como letargia; anorexia; febre; hemorragias; icterícia; agalactia; mastite; e diarreia (GALIERO, 2007; FELT et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013).

7 | DIAGNÓSTICO LABORATORIAL

A Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2021) considera o teste de aglutinação microscópica (TAM) como a técnica padronizada para o diagnóstico sorológico de *Leptospira* spp. Este método é amplamente utilizado para o diagnóstico sorológico da leptospirose, especialmente para pesquisas epidemiológicas, pois permite a detecção simultânea de vários sorovares que pertencem a diferentes sorogrupos (FAINE et al., 1999; ELLIS, 2015). O teste é baseado no princípio da reação antígeno-anticorpo e pode identificar as classes de anticorpos IgM e IgG (GUEDES et al., 2021). A técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) pode ser empregada em amostras de animais com histórico reprodutivos de repetição de estro, mortalidade embrionária ou abortamento (AYMÉE et al., 2021), de rins (GUEDES et al., 2021) e, no caso dos machos reprodutores, do sêmen (LOUREIRO & LILENBAUM, 2020).

8 | TRATAMENTO

O uso de antimicrobianos como a estreptomicina tem como objetivo de eliminar o estágio de portador (ELLIS et al., 1986; MARTINS & LILENBAUM, 2017; MARTINS et al., 2018). A administração de estreptomicina na dose única de 25 mg/kg, via intramuscular, tem sido recomendada pela literatura para o tratamento de bovinos portadores renais, que geralmente são doentes assintomáticos (FAINE et al., 1999; GIRIO et al., 2005; SANTOS et al., 2011). Em complementação ao tratamento, Alt et al. (2001) recomendam a associação com a penicilina G para eliminação do portador. Em estudos mais recentes Guadalupe et al. (2022), verificaram que três doses de estreptomicina 25 mg/kg, uma dose ao dia, foi

eficiente para o tratamento da infecção genital experimental por leptospiras em ovelhas. Apesar da ação terapêutica atuar na eliminação das leptospiras de animais portadores, por vezes as bactérias podem persistir nos rins e no trato reprodutivo, resultando em recidivas multiplicações e eliminação intermitente do agente pela excreção de urina (MCVEY et al., 2017).

9 | PREVENÇÃO E CONTROLE

A prevenção da leptospirose pode ser realizada por meio da vacinação do rebanho, sendo uma medida de baixo custo e com resultados promissores de proteção (PIMENTA et al., 2019). As vacinas comerciais disponíveis no mercado são baseadas em bacterinas cuja produção é realizada com leptospiras inteiras, inativadas, em uma formulação com uma substância adjuvante. Tais vacinas são compostas por diferentes sorovares de *Leptospira* spp., que não produzem imunidade cruzada entre si, a não ser que pertençam ao mesmo sorogrupo (ADLER, 2015). Em bezerras búfalas vacinadas, verificou-se que os títulos sorológicos ocorrem até o 60º dia e que a partir do 90º dia houve declínio acentuado dos títulos contra os quatro sorovares (NARDI JÚNIOR et al., 2006). Os estudos sobre as bacterinas utilizadas em rebanhos, principalmente na espécie bovina, demonstraram imunidade de curto prazo entre 2 e 6 meses após a imunização (ARDUINO et al., 2021; BALAKRISHNAN & ROY, 2014; MARTINS et al., 2018), com queda dos transtornos reprodutivos (LIBONATI et al., 2018), provavelmente devido a resposta imune celular produzida pela vacinação (AONO et al., 2013; WILSON-WELDER et al., 2021). A vacinação contra a leptospirose deve constar do manejo sanitário dos rebanhos, sendo aplicada em animais jovens de 4 a 6 meses de idade, com reforço anual (CONSTABLE et al., 2020). O isolamento de animais doentes ou suspeitos deve ser realizado a fim de evitar-se a contaminação ambiental, principalmente da água, pela urina de portadores renais. O destino adequado de produtos de abortamentos e do controle de roedores sinantrópicos podem evitar a disseminação das leptospiras nos alimentos dos animais e no meio ambiente (De PAULA et al., 2015; MCVEY et al., 2017).

10 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A susceptibilidade dos búfalos à leptospirose está relacionada às características de criação, principalmente em áreas alagadas, e da proximidade com rebanhos bovinos. O controle sanitário deve ser adequado com esquemas de vacinação tanto nos animais jovens quanto adultos. A utilização dos meios de diagnósticos laboratoriais para comprovar a leptospirose ajudam no controle e nas medidas de prevenção da doença, principalmente para detectar no rebanho animais portadores renais e diminuir a contaminação ambiental. A prevenção torna-se necessária para evitar a transmissão da leptospirose nos rebanhos bubalinos, bem como para humanos e outras espécies animais. A implantação de um

programa sanitário contra a leptospirose bubalina, pode trazer benefícios econômicos, tanto nos aspectos reprodutivos como na produção de leite e carne.

REFERÊNCIAS

ABCB, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE BÚFALOS. 2010. Disponível em: <http://www.bufalo.com.br>. Acesso em: 03 jun. 2023.

ALDER, B.; de la PENÃ MOCTEZUMA, A. *Leptospira* and leptospirosis. **Veterinary Microbiology**, v.140, n.3-4, p.287-296, 2009. DOI: 10.1016/j.vetmic.2009.03.012.

ADLER, B. Vaccines against leptospirosis. **Current Topics in Microbiology Immunology**, v.387, p.251-272, 2015. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-662-45059-8_10.

ALT, D. P.; ZUERNER, R. L.; BOLIN, C. A. Evaluation of antibiotics for treatment of cattle infected with *Leptospira borgpetersenii* serovar Hardjo. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.219, n.5, p. 636-359, 2001. DOI: <https://doi.org/10.2460/javma.2001.219.636>.

AONO, F. H.; COOKE, R. F.; ALFIERI, A. A.; VASCONCELOS, J. L. M. Effects of vaccination against reproductive diseases on reproductive performance of beef cows submitted to fixed-time AI in Brazilian cow-calf operations. **Theriogenology**, v.79, n.2, p.242-248, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.08.008>.

ARDUINO, G. G. C.; GIRIO, R. J. S.; MAGAJEVSKI, F. S.; PEREIRA, G. T. Agglutinating antibody titers induced by commercial vaccines against bovine leptospirosis. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, n. 7, pp. 575-582, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2009000700013>.

AYMÉE, L.; GREGG, W. R. R.; LOUREIRO, A. P.; DI AZEVEDO, M. I. N.; PEDROSA, J. S.; MELO, J. dos S. L.; CARVALHO-COSTA, F. A.; SOUZA, G. N.; LILENBAUM, W. Bovine genital leptospirosis and reproductive disorders of live subfertile cows under field conditions. **Veterinary Microbiology**, v.261, e109213, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2021.109213>

BALAKRISHNAN, G.; ROY, P. Comparison of efficacy of two experimental bovine *Leptospira* vaccines under laboratory and field. **Veterinary Immunology Immunopathology**, v.159, n.1-2, p.11-15, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2014.03.002>.

BEZERRA JÚNIOR, J. S.; FRAGA, A. B.; COUTO, A. G.; BARROS, C. C. BARROS; SILVA, R. M. O. Produção de leite, duração da lactação e intervalo de partos em búfalas mestiças Murrah. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.2, p.184 – 191, 2014.

BOURHY, P.; STORCK, C. H.; THEODOSE R.; OLIVE, C; NICOLAS, M.; HOCHEDÉZ, P.; LAMAURY, I.; ZININI, F.; BRÉMONT, S. Brémont; LANDIER, A.; S. CASSADOU, J.; ROSINE, J.; PICARDEAU, M. Serovar diversity of pathogenic *Leptospira* circulating in the French West Indies. **PLoS neglected Tropical Diseases**, v.7, n.3, 2013. DOI: 10.1371/journal.pntd.0002114.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Tabela 3939 - Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho*. IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>. Acesso em: 4 dez. 2022.

CARVALHO, O. S.; GONZAGA, L. N. R.; ALBUQUERQUE, A. S.; BEZERRA, D. C.; CHAVES, D. C. Occurrence of *Brucella abortus*, *Leptospira interrogans* and bovine herpesvirus type 1 in buffalo (*Bubalus bubalis*) herd under extensive breeding system. **African Journal of Microbiology Research**, v.9, n.9, p.598-603, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJMR2014.7318>.

CILIA, G.; BERTELLONI, F.; ALBINI, S.; FRATINI, F. Insight into the epidemiology of Leptospirosis: A Review of *Leptospira* isolations from "Unconventional" hosts. **Animals**, v.11, n.1, p.191, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11010191>.

CHADSUTHI, S.; CHALVET-MONFRAY, K.; WIRATSUDAKUL, A.; SUWANCHAROEN, D.; CAPPELLE, J. A remotely sensed flooding indicator associated with cattle and buffalo leptospirosis cases in Thailand 2011-2013. **BMC Infectious Diseases**, v.18, n.602, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-018-3537-3>.

CONSTABLE, P. D.; HINCHCLIFF K. W.; DONE, S. H.; GRÜNBERG, W. **Clínica veterinária: um tratado de doenças de bovinos, ovinos, suínos e caprinos**. 11ª edição. Rio de Janeiro-RJ: Guanabara Koogan, 2020. p. 2400.

De OLIVEIRA, P.R.F.; SOARES, L.B.F.; BORGES, J.M.; BARBOSA, N.C.; LANGONI, H.; BRANSESPIM, D.F.; PINHEIRO JUNIOR, J.W.; MOTA, R.A. Occurrence of serological reactions for serogroup Sejroe (GTG and Prajтино) in female buffalo in the state of Pernambuco, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v.49, n.4, p.795-800, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bjm.2018.02.007>.

Da SILVA, G. R.; DE MORAES, C. C. G.; DE MELO, K. C. do N.; MATOS, A. de S.; DE ANDRADE, I. M.; JR., J. M. do A.; FRAGOSO, D. de S.; PEREIRA, C. F. F.; SOARES, I. C.; NEVES, C. S. A.; DOS SANTOS, R. B.; MENESES, A. M. C.; PINHO, A. P. V. B.; DE MORAIS, Z. M.; DE SOUZA, G. O.; DE VASCONCELLOS, S. A. Distribuição de anticorpos para *Leptospira* sp. em búfalos (*Bubalus bubalis*) da região nordeste do estado do Pará, Brasil. **Revista Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.1, pp.540-545, s.1, 2009 - Anais do VIII Congresso Brasileiro de Buiatria. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/7855>. Acesso em: 4 dez. 2022.

De PAULA, E. M. N.; SEMER, L. M.; CRUZ, C. de A.; DE MORAES, F. C.; MATHIAS, L. A.; DE SOUSA, D. B.; MEIRELLES-BARTOLI, R. B. Principais causas bacterianas de abortamento em bovinos. **PUBVET**, Londrina, v.8, n.7, ed.256, art.1699, 2015. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v8n7.1699>.

DENIPITIYA, D. T. H.; CHANDRASEKHARAN, N. V.; ABEYEWICKREME, W.; HARTSKEERL, R. A.; HAPUGODA, M. D. Identification of cattle, buffaloes and rodents as reservoir animals of *Leptospira* in the District of Gampaha, Sri Lanka. **BMC Research Notes**, v.10, n.134, 2017. DOI: 10.1186/s13104-017-2457-4.

ELLIS, W. A. Animal leptospirosis. **Current Topics in Microbiology and Immunology**, v.387, p.99–137, 2015. DOI: 10.1007/978-3-662-45059-8_6.

ELLIS, W. A.; SONGER, J. G.; MONTGOMERY, J.; CASSELS, J. A. Prevalence of *Leptospira interrogans* serovar hardjo in the genital and urinary tracts of non-pregnant cattle. **Veterinary Record**, v.118, n.1, p.11-13, 1986. DOI: 10.1136/vr.118.1.11.

ESCÓCIO, C.; GENOVEZ, M.E.; CASTRO, V.; PIATTI, R.M.; GABRIEL, F.H.L. CHIEBAO, D.P.; AZEVEDO, S.R.; VIEIRA, S.R.; CHIBA, M. Influência das condições ambientais na transmissão da leptospirose entre criações de ovinos e bovinos na região de Sorocaba, SP. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.3, p. 71-379, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v77p3712010>.

FAINE, S.; ADLER, B.; BOLIN, C.; PEROLAT, P. **Leptospira and Leptospirosis**. 2ed. Melbourne, Australia: Medisci, 1999.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Faostat – Statistics Database*. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 10 mar. 2023.

FELT, S. A.; WASFY, M. O.; EL-TRERAS, W. F.; SAMIR, A.; RAHAMAN, B. A.; BOSHRA, M.; PARKER, T. M.; HATEM, M. E.; EL-BASSIOUNY, A. A.; MURRAY, C. K.; PIMENTEL, G. Cross-species surveillance of *Leptospira* in domestic and peri-domestic animals in Mahalla City, Gharbeya Governorate, Egypt. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v.84, n.3, p.420-425, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2011.10-0393>.

FORNAZARI, F.; LANGONI, H.; MARSON, P. M.; NOBREGA, D. B.; TEIXEIRA, C. R., *Leptospira* reservoirs among wildlife in Brazil: Beyond rodents. **Acta Tropica**, v.178, p.205-212, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.11.019>.

FRANÇA, C. R.; SILVA, I. L. N.; COSTA, W. A.; FERREIRA, V. L.; CASTRO, L. L.; TONIOLLI, R. Aborto em bovinos e bubalinos: Causas específicas e inespecíficas. **Ciência Animal**, v.33, n.1, p.128-144, jan/mar., 2023. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/10495>. Acesso em: 10 jul. 2023.

FRANCISCO, C. L.; JORGE, A. M.; DAL-PAI-SILVA, M.; CARANI, F. R.; CABEÇO, L. C.; SILVA, S. R. Muscle fiber type characterization and myosin heavy chain (MyHC) isoform expression in Mediterranean buffaloes. **Meat Science**, v.88, n.3, p.535–541, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.02.007>.

GALIERO, G. Causes of infectious abortion in the Mediterranean buffalo. **Italian Journal of Animal Science**. v.6, Supl.2, p.194-199, 2007. DOI: <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.s2.194>.

GENOVEZ, M. E.; DEL FAVA, C.; CASTRO, V.; GOTTI, T.B.; DIB, C. C.; POZZI, R. C.; ARCARO, J. R. P.; MIYASHIRO, C.; NASSAR, A. F. C.; CIRRILO, S. L. Leptospirosis outbreak in dairy cattle due to *Leptospira* spp. serovar Canicola: reproductive rates and serological profile after treatment with streptomycin sulfate. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, n.4, p.389-393, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v73p3892006>.

GENOVEZ, M. E. **Leptospirose em animais de produção**. 2016. in: **Megid, J.**, Ribeiro, M. G., Paes, A. C. **Doenças infecciosas em animais de produção e de companhia**. Rio de Janeiro: Roca, p. 378-387, 2016.

GIRIO, T. M. S.; MAGAJEVSKI, F. S.; GIRIO, R. J. S.; MIASHYRO, S.; RODRIGUES, L. H.; SCARCELLI, E. P.; TOMA, S. B. Uso de estreptomicina na eliminação da leptospirose em touros (*Bos taurus indicus*) naturalmente infectados pelo sorovar Hardjo. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v.72, n.2, p.161-170, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v72p1632005>.

GIRIO, R. J. S.; PEREIRA, F. L. G.; MARCHIORI FILHO, M.; MATHIAS, L. A.; HERREIRA, R. C. P.; ALESSI, A. C.; GIRIO, T. M. S. Pesquisa de anticorpos contra *Leptospira* spp. em animais silvestres em estado feral da região de Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. Utilização da técnica de imunohistoquímica para detecção do agente. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 34, n.1, p.165-169, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000100025>.

GIRIO, R.J.S., MATHIAS, L.A., YANAGUITA, R.M. **Pesquisa de aglutininas antileptospira em soros de búfalos de quatro municípios do Estado de São Paulo, Brasil**. 1984. In: **ENCONTRO DE PESQUISAS VETERINÁRIAS**, Londrina, v. 1, p.65, 1984.

GIVENS, M. D. Review: risks of disease transmission through semen in cattle. **Animal**, v.12, s.1, p.165-171, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1017/s1751731118000708>.

GUADELUPE, B.; BALARO, M. F. A.; BRANDÃO, F. Z.; MARTINS, G.; LILENBAUM, W. Streptomycin treatment of genital carriers of *Leptospira* in experimentally infected sheep on different estrous phases. **Research in Veterinary Science**, v.152, p.579-581, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.09.027>.

GUEDES, I. B.; SOUZA, G. O.; CASTRO, J. F. P.; SOUZA FILHO, A. F.; CAVALINI, M. B.; TANIWAKI, S. A.; MAIA, A. L. P.; PEREIRA, I. C.; HEINEMANN, M. B. Identification of Pathogenic *Leptospira* Species in the Urogenital Tract of Water Buffaloes (*Bubalus bubalis*) From the Amazon River Delta Region, Brazil. **Frontiers in Veterinary Science**, v.7, n.269, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00269>.

GUEDES, I. B.; SOUZA, G. O.; CASTRO, J. F. P.; CAVALINI, M. B.; SOUZA FILHO, A. F.; HEINEMANN, M. B. Usefulness of the ranking technique in the microscopic agglutination test (MAT) to predict the most likely infecting serogroup of *Leptospira*. **Frontiers in Veterinary Science**, v.8, e654034, 2021. DOI: [10.3389/fvets.2021.654034](https://doi.org/10.3389/fvets.2021.654034).

GUEDES, I. B.; SOUZA, G. O.; CASTRO, J. F. P.; CAVALINI, M. B.; SOUZA FILHO, A. F.; MAIA, A. L. P.; REIS, E. A.; CORTEZ, A.; HEINEMANN, M. B. *Leptospira interrogans* serogroup Pomona strains isolated from river buffaloes. **Tropical Animal Health and Production**, v.53, p.194, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02623-4>.

NARDI JÚNIOR, G. N.; GENOVEZ, M. E.; RIBEIRO, M. G.; CASTRO, V.; JORGE, A. M. Interference of vaccinal antibodies on serological diagnosis of leptospirosis in vaccinated buffalo using two types of commercial vaccines. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.38, n.2, p.363-368, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-83822007000200033>.

NARDI JÚNIOR, G. N.; RIBEIRO, M. G.; VASCONCELLOS, S. A.; MEGID, J.; JORGE, A. M.; GERONUTTI, L.; MORAIS, Z. M. Perfil de aglutininas anti-*Leptospira* em bezerras búfalas vacinadas com bactéria pentavalente comercial contra leptospirose. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.3, p.299-304, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000300002>.

KRUEGER, L.; BIONDO, A. W.; KMETIUK, L. B.; LARA, H.; CASTRO, V.; DIB, C. C.; OLIVEIRA, R. A. M.; PEROTTA, J. A.; BARROS FILHO, I. R. Serological frequency of *Leptospira* spp. in buffaloes (*Bubalus bubalis*) in Paraná state, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 43, e07147, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-7147>.

LANGONI, H.; DEL FAVA, C.; CABRAL, K. G.; SILVA, A. V.; CHAGAS, S. A. P. Aglutininas antileptospíricas em búfalos do Vale do Ribeira, estado de São Paulo. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.29, n.2, p.305-307, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84781999000200019>.

LEITE, R. C.; BASTIANETTO, E. Doenças infecciosas em búfalos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.1, n.1, p.1-11, 2009. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/7665>. Acesso em: 18 jun. 2023.

LEVETT, P. N. Leptospirosis. **Clinical Microbiology Review**, v. 14, n.2, p. 296-326, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1128/cmr.14.2.296-326.2001>.

LIBONATI, H. A.; SANTOS, G. B.; SOUZA, G. N.; BRANDÃO, F. Z.; LILENBAUM, W. Leptospirosis is strongly associated to estrus repetition in cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v.50, n.7, p.1625-1629, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1604-9>.

LOUREIRO, A. P.; LILENBAUM, W. Genital bovine leptospirosis: a new look to an old disease. **Theriogenology**, v. 141, p. 41-47, 2020. DOI: [10.1016/j.theriogenology.2019.09.011](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.09.011).

MARIANELLI, C.; TARANTINO, M.; ASTARITA, S.; MARTUCCIELLO, A.; CAPUANO, F.; GALIERO, G. Molecular detection of *Leptospira* species in aborted fetuses of water buffalo. **The Veterinary Record**, v.161, n.9, p.310-312, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1136/vr.161.9.310>.

MARQUES, J. R. F.; ALBUQUERQUE, M. **Núcleos de conservação do búfalo Carabao**. Embrapa Amazônia Oriental, Ilha de Marajó. 1ed. 2016. p.108.

MARTINS, G.; LILENBAUM, W. Control of bovine leptospirosis: aspects for consideration in a tropical environment. **Research in Veterinary Science**, v. 112, p.156-160, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.03.021>.

MARTINS, G.; OLIVEIRA, C. S.; LILENBAUM, W. Dynamics of humoral response in naturally-infected cattle after vaccination against leptospirosis. **Acta Tropica**, v.187, p.87- 91, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2018.07.014>.

MORAES, J. P.; PEREIRA, R.G.A.; SILVA, M. G.; NOGUEIRA, A. E. Impactos ambientais causados pela invasão dos búfalos (*Bubalus bulablis*) mestiços de Carabao x Jafarabadi no vale do Guaporé – Rondônia. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v.2, n.7, p.126 – 135, 2016.

MCVEY, D. S.; KENNEDY, M.; CHENGAPPA, M. M. **Microbiologia veterinária**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. p.632.

NOGUEIRA, D. B.; DA COSTA, F. T. R.; BEZERRA, C. S.; SILVA, M. L. C. R.; DA COSTA, D. F.; VIANA, M. P.; SILVA, J. D.; ARAÚJO JÚNIOR, J. P.; MALOSSI, C. D.; ULLMANN, L. S.; SANTOS, C. S. A. B.; ALVES, C. J.; AZEVEDO, S. S. Use of serological and molecular techniques for detection of *Leptospira* sp. carrier sheep under semiarid conditions and the importance of genital transmission route. **Acta Tropica**, v.207, 105497, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105497>.

OIE. World Organization of Animal Health. Chapter 3.1.12. *Leptospirosis*. In *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals*; OIE: Paris, France, 2021; pp. 1–13.

PICARDEAU, M. Virulence of the zoonotic agent of leptospirosis: Still terra incognita? **Nature Reviews Microbiology**, v.15, n.5, pp.297–307, 2017. DOI: [10.1038/nrmicro.2017.5](https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.5).

PINTO, P. S.; LIBONATI, H.; LILENBAUM, W. A systematic review of leptospirosis on dogs, pigs, and horses in Latin America. **Tropical animal health and production**, v.49, p.231-238, 2017. DOI: [http://doi.org/10.1007/s11250-016-1201-8](https://doi.org/10.1007/s11250-016-1201-8).

PIMENTA, C. L. R.; BEZERRA, C. S.; MORAIS, D. A.; SILVA, M. L. C. R.; NOGUEIRA, D. B.; COSTA, D. F.; SANTOS, C. S. A. B.; HIGINO, S. S. S.; ALVES, C. J.; AZEVEDO, S. S. Seroprevalence and predominant serogroups of *Leptospira* sp. in serological tests of ruminants in northeastern Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v.40, pp.1512-1522, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n4p1513>.

PIRES, B. C.; dos SANTOS, J. B. F.; dos SANTOS, J. P. A. F.; SILVA, D. M.; dos REIS, T. F. M.; CUCCATO, L. P.; CIUFFA, A. Z.; REZENDE, L. M.; RIBEIRO, R. A. C.; LIMA, A. M. C. Occurrence of serological reactions for *Leptospira* spp. in donkeys and mules from Minas Gerais, Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v.55, n.4, p.258, 2023. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11250-023-03683-4>.

QUINN, P. J.; MARKEY, B. K.; LEONARD, F. C.; FITZPATRICK, E. S.; FANNING, S. **Microbiologia Veterinária Essencial**. 2ª edição. Porto Alegre-RS: Artmetd, 2018. p. 208.

RIZZO, H.; SILVA, T. R.; CARVALHO, J. S.; MARINHO, F. A.; SANTOS, H. A.; SILVA JÚNIOR, W. S.; ALEMÁN, M. A. R.; PINHEIRO JÚNIOR, J. W.; CCASTRO, V. Frequency of and risk factors associated to *Leptospira* spp. seropositivity in goats in the state of Sergipe, Northeastern Brazil. **Ciência Rural**, v.47, n.7, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160845>.

ROCHA, K. de S.; LIMA, M. de S.; DA PAZ, G. S.; LANGONI, H.; DE MORAES, C. C. G. Detecção de anticorpo anti-*Brucella* sp. e anti-*Leptospira*-spp. em búfalos (*Bubalus bubalis*) abatidos em matadouro na cidade de Belém, Pará. **Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal of agricultural and environmental Sciences**, v.62, p.4, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2019.3046>.

SANTOS, A. C. **Diagnóstico sorológico da leptospirose: benefício de amostra aguda tardia na confirmação de casos**. 2011. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Medicina Investigativa) – Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz – Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Salvador, p.94, 2011. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/7184>. Acesso em: 4 dez. 2022.

SANTOS, C. L. R.; SANTOS JÚNIOR, J. B.; CUNHA, M. C.; NUNES, S. R. F.; BEZERRA, D. C.; TORRES JÚNIOR, J. R. .; CHAVES, N. D. Nível tecnológico e organizacional da cadeia produtiva da bubalinocultura de corte no estado do Maranhã. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v.83, p.1-8, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000022014>.

SILVA, G. C.; RIBEIRO, L. F. Os Bubalinos no Brasil e a Produção de Leite. **Revista Gestão, Tecnologia e Ciência** v.10, n.27, p. 42-50, 2021.

VIANA, R. B.; DEL FAVA, C.; MOURA, A. C. B.; CARDOSO, E. C.; DE ARAÚJO, C. V.; MONTEIRO, B. M.; PITUCO, E. M.; VASCONCELLOS, S. A. Ocorrência de anticorpos Anti-*Neospora caninum*, *Brucella* sp. e *Leptospira* spp. em búfalos (*bubalus bubalis*) criados na amazônia. **Revista Comunicação Científica, Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.3, p.453-457, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657v76p4532009>.

VINCENT, A. T.; SCHIETTEKATTE, S.; GOARANT, C.; NEELA, V. K.; BERNET, E.; THIBEAUX, R.; ISMAIL, N.; KHALID, M. K. N. M.; AMRAN, F.; MASUZAWA, T.; NAKAO, R.; KORBA, A. A.; BOURHY, PASCALE; VERYRIER, F. J.; PICARDEAU, M. Revisiting the taxonomy and evolution of pathogenicity of the genus *Leptospira* through the prism of genomics. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v.13, n.5, e0007270, 2019. DOI: [10.1371/journal.pntd.0007270](https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007270)

WILSON-WELDER, J. H.; ALT, D. P.; NALLY, J. E.; OLSEN, S. C. Bovine immune response to vaccination and infection with *Leptospira borgpetersenii* serovar Hardjo. **ASM Journals, mSphere**, v.6, n.2, e00988-2000, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1128/msphere.00988-20>.